به نام یکتا مهندس هستی

روش های اجرای سازهای فولادی

دوره ارتقا پایه اجرا–عمران و معماری

ارتقا پایه سه به دو -دو به یک

ارائه: دکتر بهمن سبحانی-دکتری تخصصی سازه

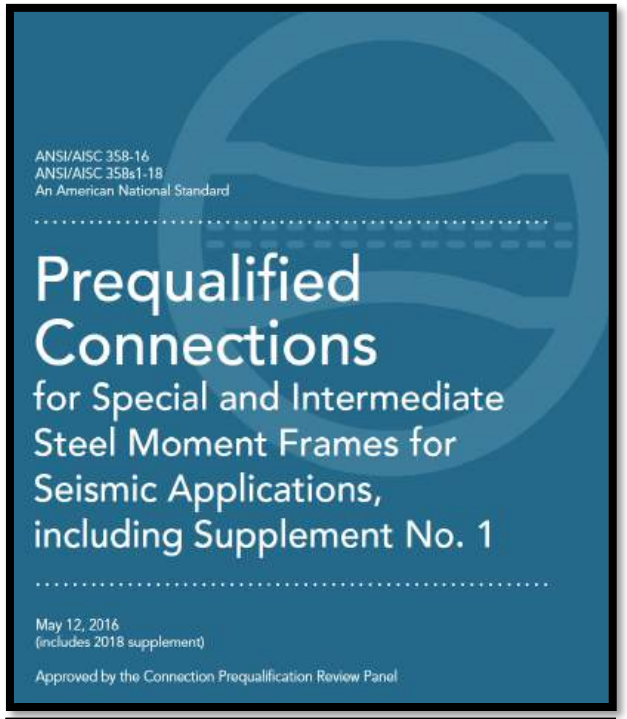
ویرایش جزوه: خرداد ۱۴۰۴

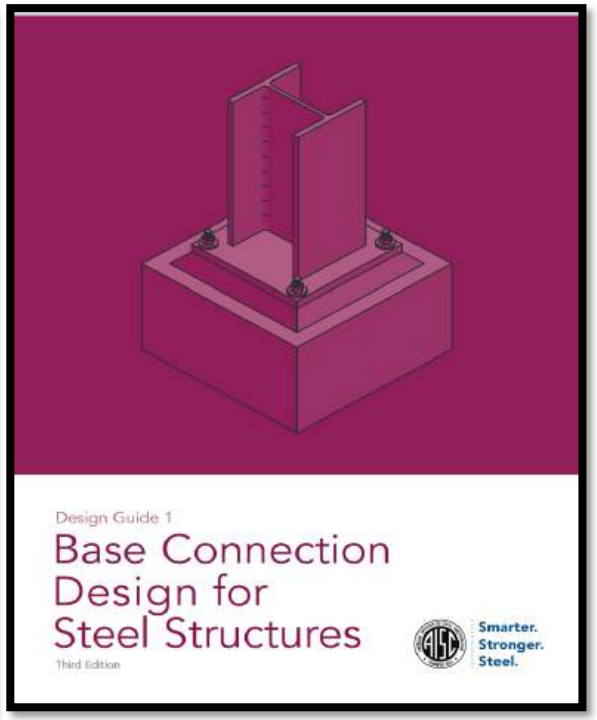
سرفصل ها

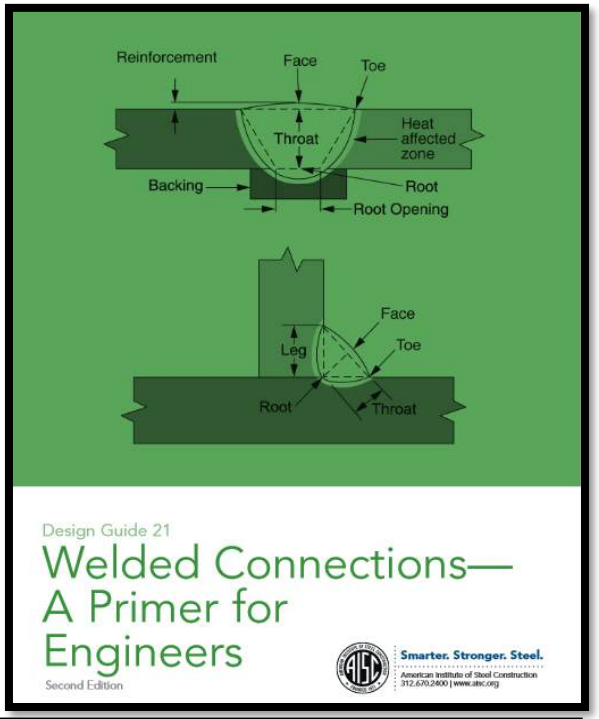
ردیف	سرفصل ها :
۱	آشنایی با جوش و روشهای بازرسی
۲	آشنایی با انواع اتصالات پای ستون، وصله تیر و ستون، خرپایی و بادبندها
۳	آشنایی با انواع اتصالات (جوش ،پرچ و پیچ)
۴	آشنایی با انواع الکترود مصرفی و ترانزیستور
۵	آشنایی با انواع عیوب جوشکاری، آزمایشات لازم جوشکاری و روشهای رفع عیوب

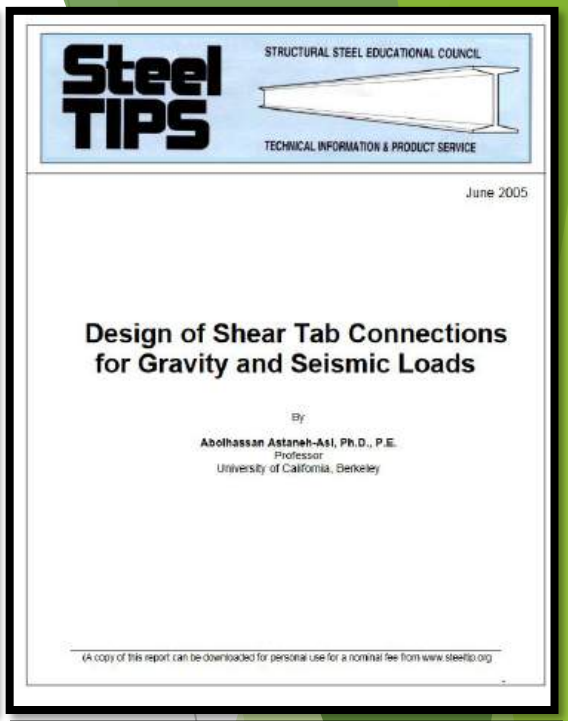
- مدرس دوره :بهمن سبحانی
- دکترای عمران-سازه
- مدرس دوره های ارتقا پایه سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران
- مولف بیش از ۹ عنوان کتاب در زمینه طراحی و اجرا در حوزه مهندسی عمران-انتشارت نوآور و متخصصان آینده
- پایه ارشد عمران- سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

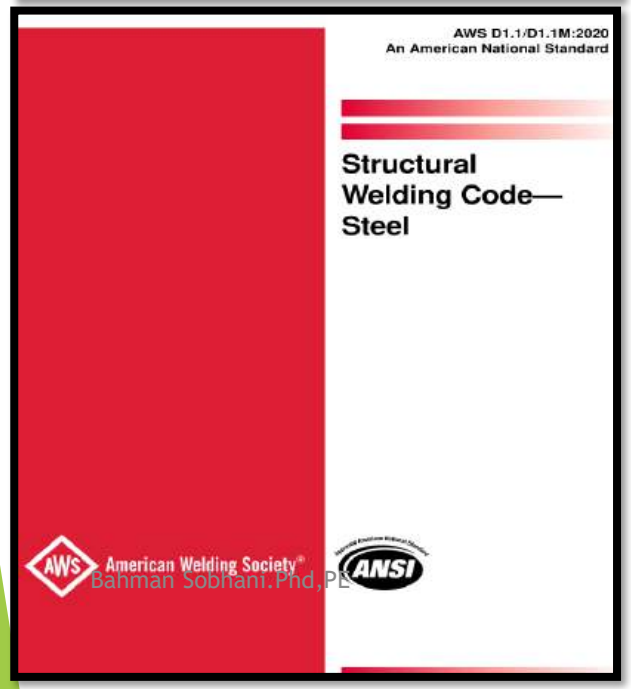
https://t.me/TehranMarkazi_Nezam

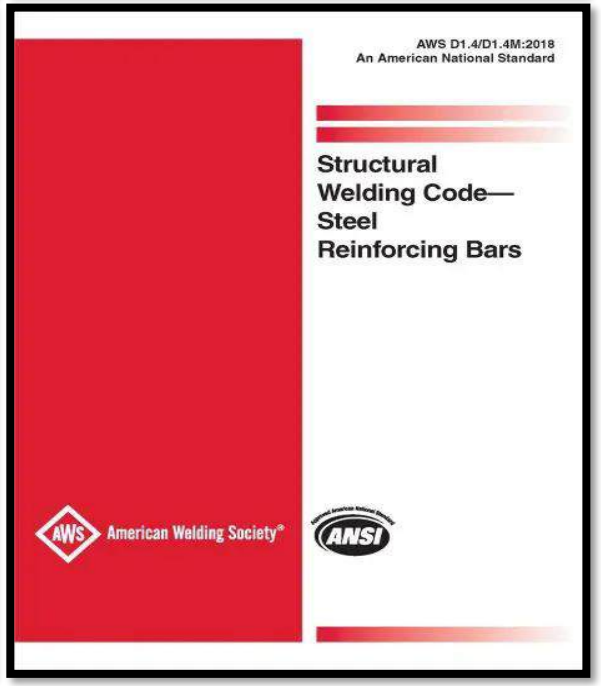

ANSI/AISC 358-16
ANSI/AISC 358s1-18
An American National Standard
Prequalified Connections
for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications, including Supplement No. 1
May 12, 2016
(includes 2018 supplement)
Approved by the Connection Prequalification Review Panel

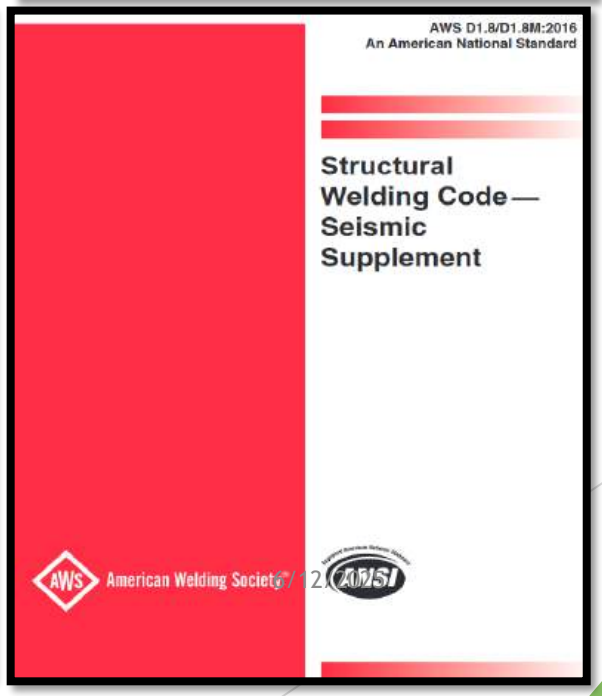

Design Guide 1
Base Connection Design for Steel Structures
Third Edition
Smarter. Stronger. Steel.

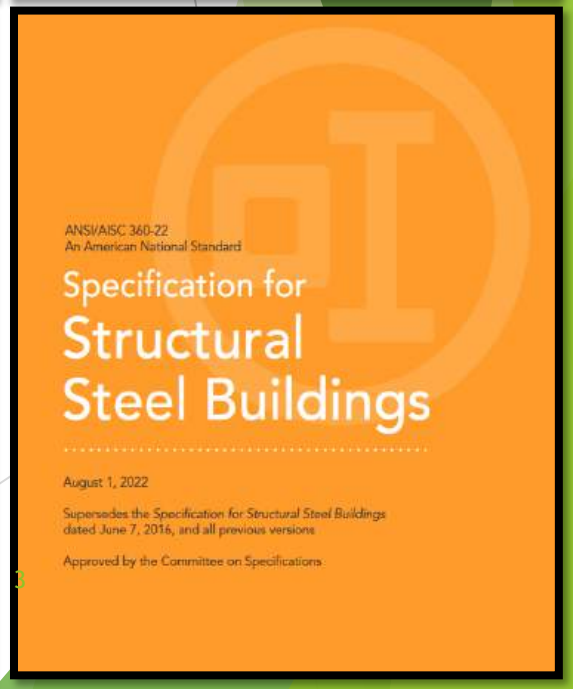

Reinforcement
Face
Toe
Throat
Heat affected zone
Backing
Root
Root Opening
Face
Leg
Toe
Root
Throat
Design Guide 21
Welded Connections—A Primer for Engineers
Second Edition
Smarter. Stronger. Steel.
American Institute of Steel Construction
312.670.2400 | www.aisc.org


Steel TIPS
STRUCTURAL STEEL EDUCATIONAL COUNCIL
TECHNICAL INFORMATION & PRODUCT SERVICE
June 2005
Design of Shear Tab Connections for Gravity and Seismic Loads
By
Abolhassan Astaneh-Asl, Ph.D., P.E.
Professor
University of California, Berkeley
(A copy of this report can be downloaded for personal use for a nominal fee from www.steeltip.org


AWS D1.1/D1.1M:2020
An American National Standard
Structural Welding Code—Steel
American Welding Society
ANSI

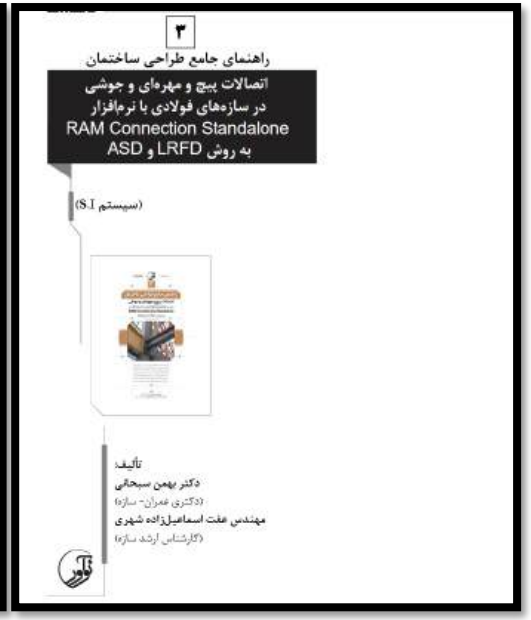

AWS D1.4/D1.4M:2018
An American National Standard
Structural Welding Code—Steel Reinforcing Bars
American Welding Society
ANSI


AWS D1.8/D1.8M:2016
An American National Standard
Structural Welding Code—Seismic Supplement
American Welding Society
ANSI

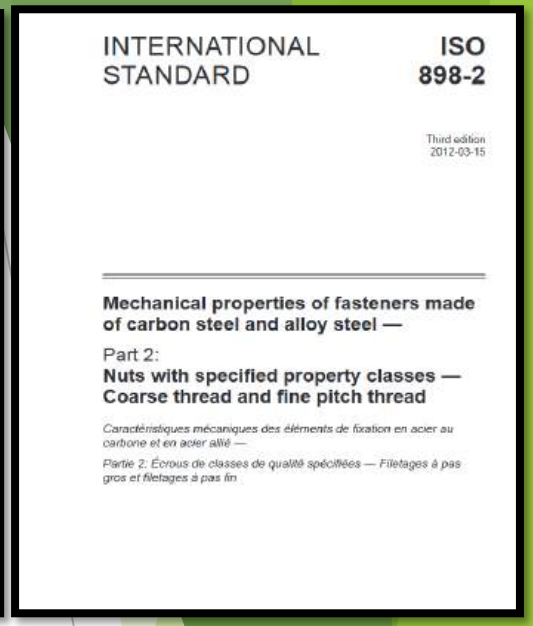

ANSI/AISC 360-22
An American National Standard
Specification for Structural Steel Buildings
August 1, 2022
Supersedes the Specification for Structural Steel Buildings dated June 7, 2016, and all previous versions
Approved by the Committee on Specifications

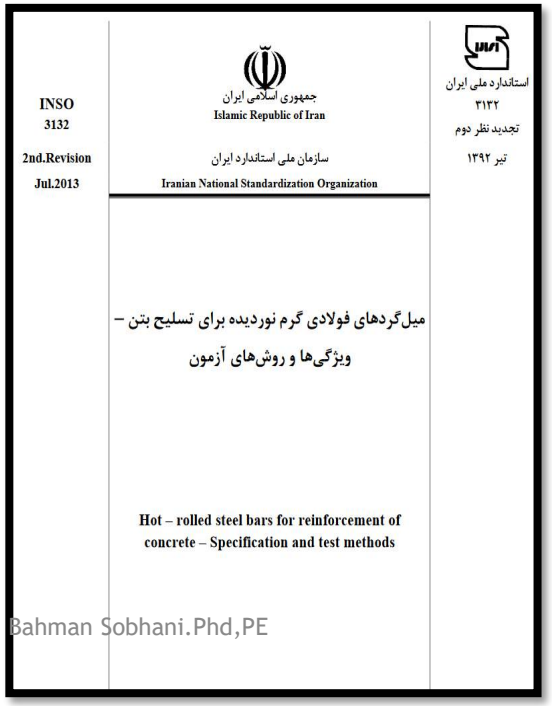

طراحی سازه‌های موقت
داربست‌ها، پایه‌های موقت، سیستم‌های نگهدارندهٔ گودبرداری، پل‌های موقت و ...
قابل استفاده برای کلیه مهندسین مشاور و طراح، پیمانکاران، مجریان ذیصلاح، دانشجویان دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی عمران
ترجمه و تألیف:
مهندس بهمن سبحانی
(دانش‌پژوه دکتری مهندسی عمران ـ سازه)

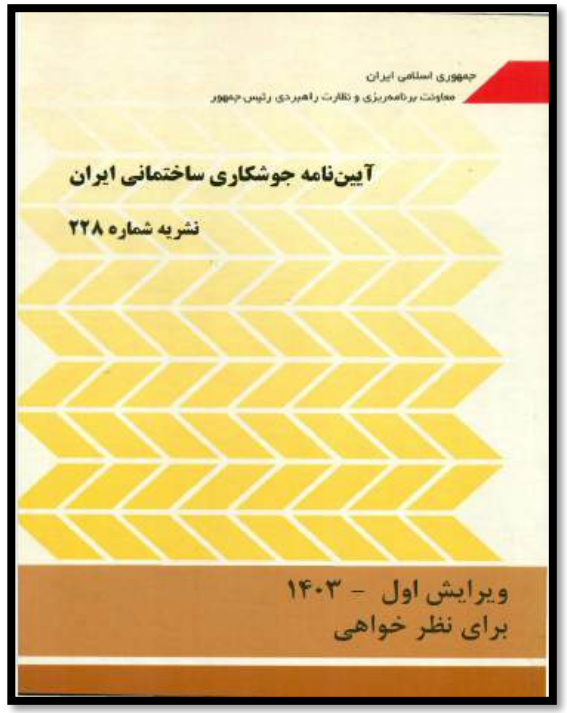

۱
راهنمای جامع طراحی ساختمان
طراحی صفحات کف ستون و میل مهار به روش LRFD و ASD
(سیستم S.I)
تألیف و ترجمه:
دکتر بهمن سبحانی
(دکتری عمران - سازه)
مهندس عفت اسماعیل‌زاده شهری
(کارشناس ارشد سازه)


۳
راهنمای جامع طراحی ساختمان
اتصالات پیچ و مهره‌ای و جوشی در سازه‌های فولادی با نرم‌افزار RAM Connection Standalone به روش LRFD و ASD
(سیستم S.I)
تألیف:
دکتر بهمن سبحانی
(دکتری عمران - سازه)
مهندس عفت اسماعیل‌زاده شهری
(کارشناس ارشد سازه)


INTERNATIONAL STANDARD
ISO 898-1
Fifth edition
2013-01-15
Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel
Part 1:
Bolts, screws and studs with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread
Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié
Partie 1: Vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité spécifiées — Filetages à pas gros et filetages à pas fin


INTERNATIONAL STANDARD
ISO 898-2
Third edition
2012-03-15
Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel —
Part 2:
Nuts with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread
Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié —
Partie 2: Écrous de classes de qualité spécifiées — Filetages à pas gros et filetages à pas fin

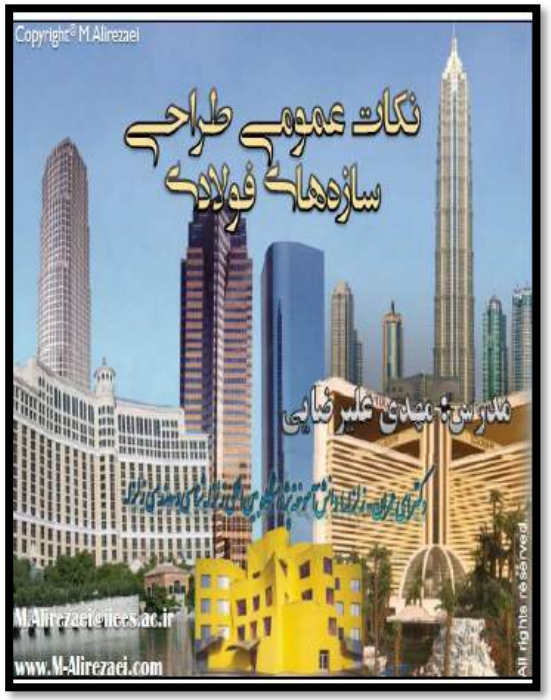

INSO
3132
2nd.Revision
Jul.2013
جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization
استاندارد ملی ایران
۳۱۳۲
تجدید نظر دوم
تیر ۱۳۹۲
میل‌گردهای فولادی گرم نوردیده برای تسلیح بتن – ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
Hot – rolled steel bars for reinforcement of concrete – Specification and test methods

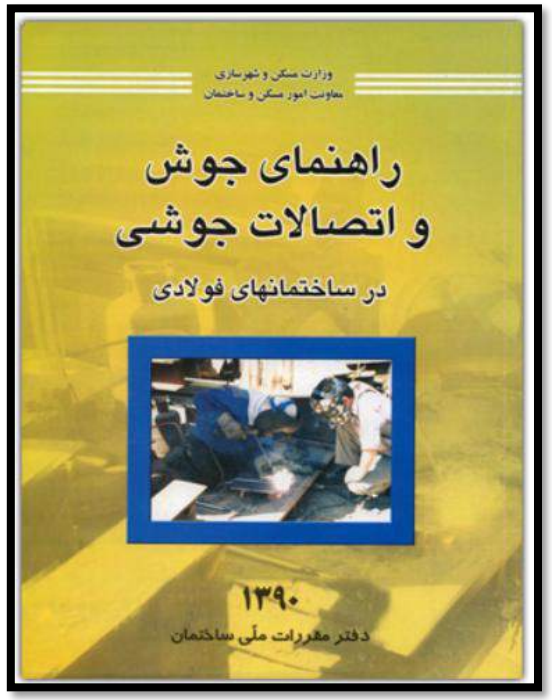

جمهوری اسلامی ایران
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور
آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران
نشریه شماره ۲۲۸
ویرایش اول - ۱۴۰۳
برای نظر خواهی

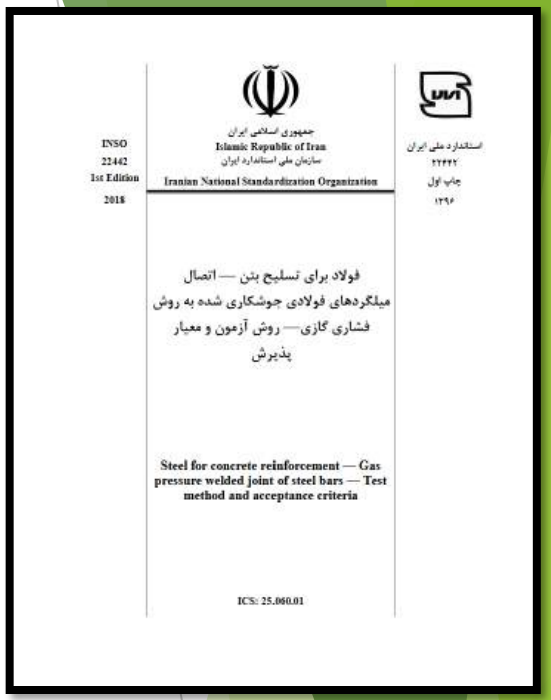

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
آیین نامه اتصالات در سازه‌های فولادی
معاونت امور فنی
دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی
نشریه شماره ۴۶۴


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


به نام خدا
طراحی اتصالات در سازه های فولادی
منطبق بر ویرایش جدید مبحث دهم ۱۴۰۱
نسخه ۱۴۰۲/۰۵/۲۰
ارائه دهنده:
علیرضا فاروقی
دکترای تخصصی مهندسی سازه
@ISTAINS
@Faroughi.alireza
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق
عضو کمیته ایرانی نرم افزارهای مهندسی
عضو کارگروه تدوین استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش پنجم
عضو کارگروه تدوین استاندارد بارهای طراحی سازه های غیرساختمانی

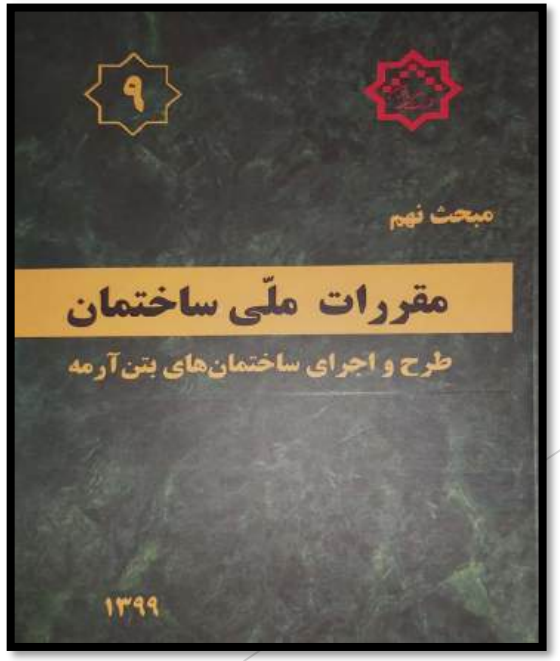

Copyright© M.Alirezaei
نکات عمومی طراحی سازه‌های فولادی
M.Alirezaei@iiees.ac.ir
www.M-Alirezaei.com
All rights reserved


وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان
راهنمای جوش
و اتصالات جوشی
در ساختمانهای فولادی
۱۳۹۰
دفتر مقررات ملّی ساختمان

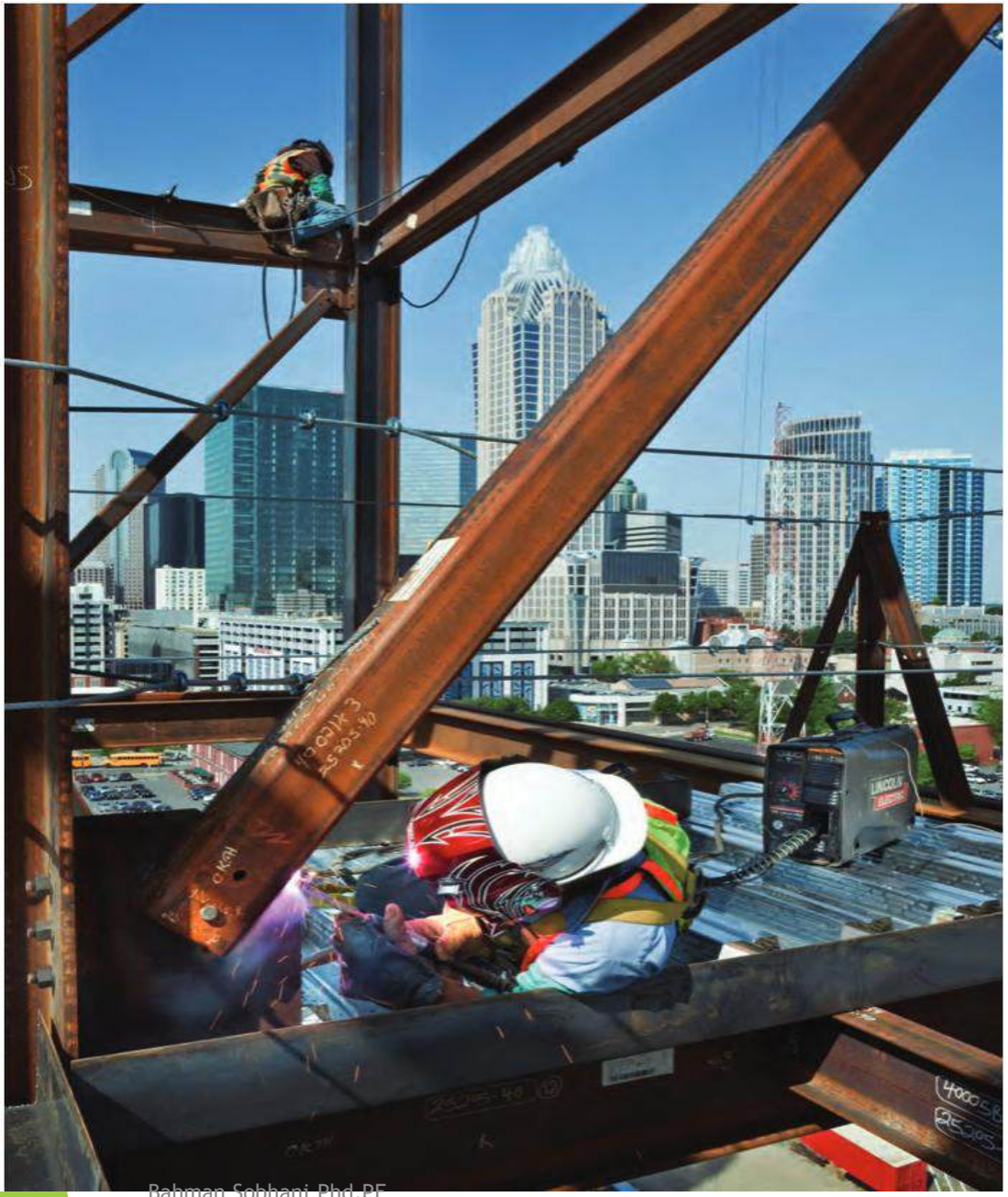

INSO
22442
1st Edition
2018
جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization
استاندارد ملی ایران
۲۲۴۴۲
چاپ اول
۱۳۹۶
فولاد برای تسلیح بتن — اتصال میلگردهای فولادی جوشکاری شده به روش فشاری گازی— روش آزمون و معیار پذیرش
Steel for concrete reinforcement — Gas pressure welded joint of steel bars — Test method and acceptance criteria
ICS: 25.060.01


سعد آقازاده — پویا آقازاده
بهار ۱۴۰۱
مقایسه استانداردهای ابعادی پیچ و مهره قابل پیش تنیدگی
(ASTM-ASME و EN14399)
چکیده


جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور
مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
تجدید نظر سوم
جلد چهارم
فولاد و اجرای سازه‌های فولادی
ضابطه شماره ۴-۵۵
آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸
معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی و اجرایی
وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
Nezamfanni.ir
۱۴۰۳


۹
مبحث نهم
مقررات ملّی ساختمان
طرح و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه
۱۳۹۹


INSO
22486
1st Edition
2018
جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization
استاندارد ملی ایران
۲۲۴۸۶
چاپ اول
۱۳۹۶
فولاد برای تسلیح بتن - تأیید فن جوشکاری فشاری گازی میلگردهای فولادی برای تسلیح بتن- روش اجرایی
Steel for concrete reinforcement — Gas pressure welding technique of steel bars for concrete reinforcement — Qualification procedure
ICS: 25.060.01



آشنایی با جوش :
۱: معرفی جوشکاری ساختمانی

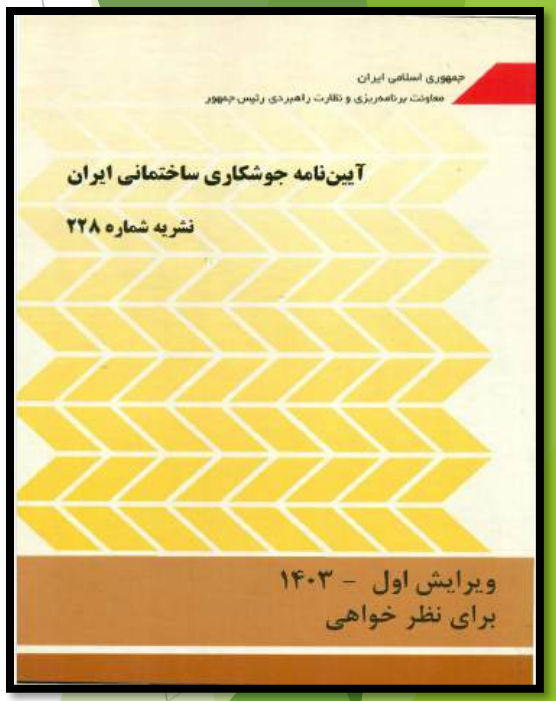
- جوشکاری با قوس الکتریکی
- انواع اتصالات جوشی
- انواع جوش
- جوش گوشه
- انواع جوش شیاری
- علائم جوشکاری.

✓ تعریف جوشکاری

Weld (جوش)

اتصال موضعی فلزات یا نافلزات که با حرارت دادن تا دمای جوشکاری، همراه یا بدون اعمال فشار، همراه یا بدون فلز پرکننده، صورت می‌پذیرد.

✓ **قبل از بیان جوشکاری ابتدا باید فلز و ویژگی های فلزی که قرار است جوشکاری شود مورد بررسی قرار گیرد تا بر اساس آن نوع الکترود و نوع جوشکاری تعیین گردد.**



مصالح پایه‌ای که تحت شرایط این آیین‌نامه جوش می‌شوند، فولادهای با کربن ملایم و کم‌آلیاژ هستند که معمولاً در ساخت سازه‌های فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در جدول ۱ ـ ۱ حدود متعارف ترکیبات غیرآهنی فولاد برای حصول حداکثر سرعت جوشکاری و اقتصاد مناسب کار ارائه شده است. فولادهایی که ترکیبات آنها بیشتر از مقادیر مندرج در این جدول است، احتیاج به‌الکترودها و دستورالعملهای[۲] خاص جوشکاری دارند.

جدول ۱ ـ ۱ ـ حدود مناسب ترکیبات غیرآهنی فولاد برای حصول قابلیت جوشکاری مناسب

عنصر	دامنهٔ مناسب (درصد)	مقدار حداکثر* (درصد)
کربن (C)	۰/۰۶~۰/۲۵	۰/۳۵
منگنز (Mn)	۰/۳۵~۰/۸	۱/۴
سیلیسیم (Si)	۰/۱	۰/۳
سولفور (S)	۰/۰۳۵	۰/۰۵
فسفر (P)	۰/۰۳	۰/۰۴

* در صورت تجاوز از مقادیر حداکثر، نیاز به‌روشها و توجهات خاص برای جوشکاری است.

کربن معادل. معیار دیگر برای جوش‌پذیری فولاد، مقدار کربن معادل است که طبق رابطهٔ زیر

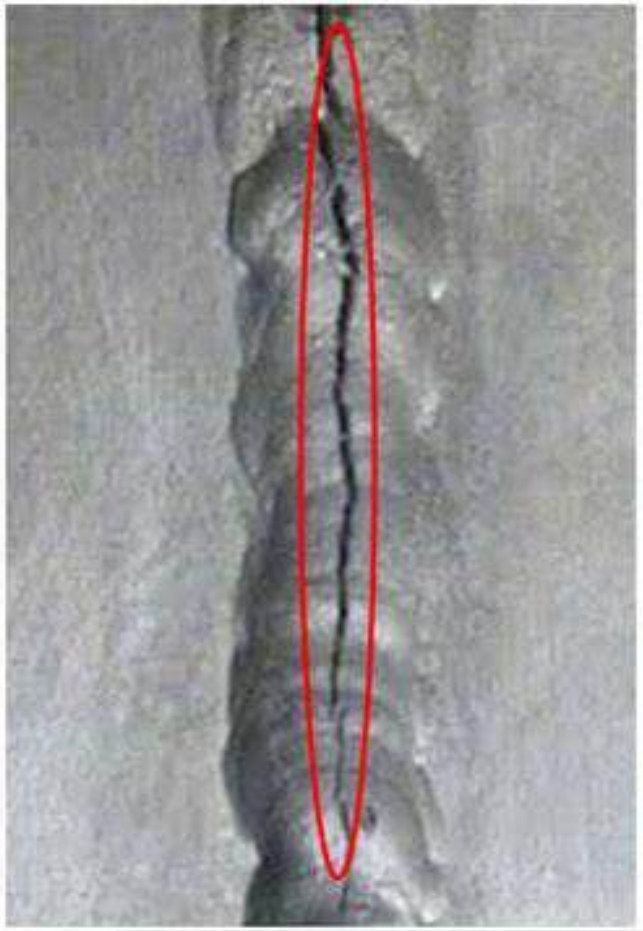
$$C_{eq} = \%C + \frac{\%Mn + \%Si}{6} + \frac{\%Cr + \%Mo + \%V}{5} + \frac{\%Ni + \%Cu}{15}$$

کربن منگنز سیلیکن کروم مولیبدینوم وانادیوم نیکل مس

C: کربن:میزان سختی و میزان جوش پذیری

Cr: کروم :خاصیت ضد خورندگی

خلاصه دسته بندی فولادها



رده بندی فولاد از نظر وجود کربن

- کم کربن (کمتر از ۰/۱۵٪)
- با کربن ملایم (بین ۰/۱۵ تا ۰/۲۹٪)
- با کربن متوسط (بین ۰/۳ تا ۰/۵۹٪)
- با کربن زیاد (بین ۰/۶ تا ۱/۷٪)

- فولادهای ساختمانی در رده فولاد با کربن ملایم هستند. میزان کربن آنها بین ۰/۲۵ تا ۰/۲۹٪ می‌باشد. (بسته به ضخامت آنها)
- در صورتی درصد کربن معادل از ۰/۵ فراتر رود، احتمال ایجاد ترک در جوش زیاد میشود.

ایجاد هرگونه ترک چه به‌صورت سطحی و چه به‌صورت عمقی قابل‌قبول نبوده و باعث مردود شدن جوش خواهد شد.

خلاصه دسته بندی فولادها از لحاظ جرقه نوری

۹ ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی مذاب ریخته‌گری میل‌گردها باید مطابق جداول ۹ باشد. کربن معادل (CEV)[1] در میل‌گردهای آج دار مطابق معادله زیر محاسبه می‌شود:

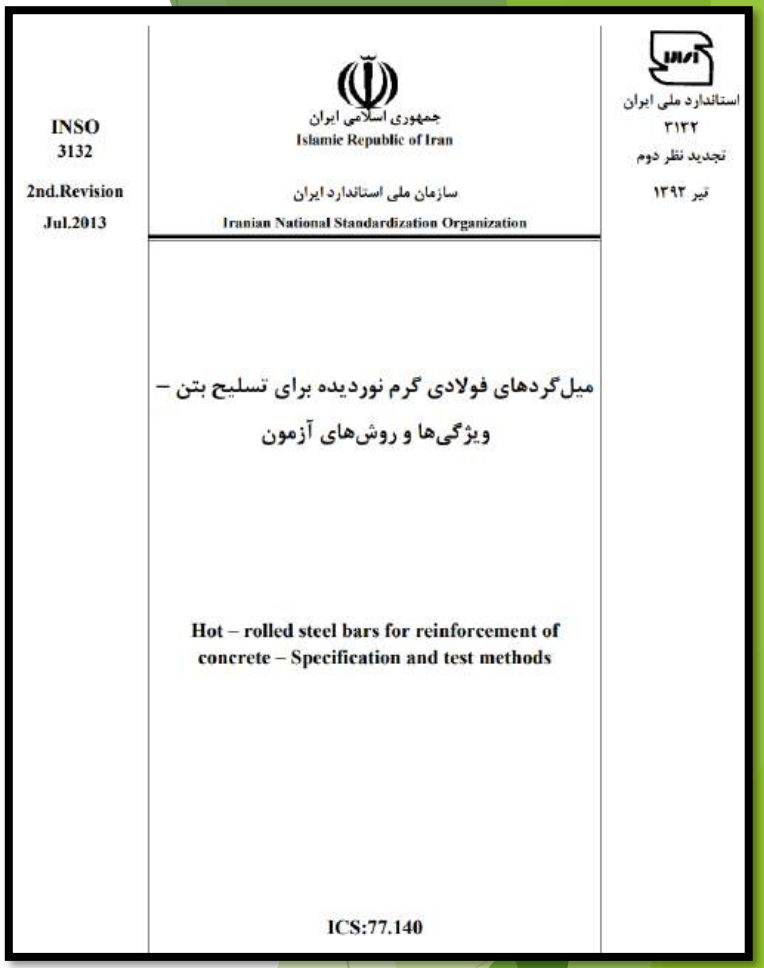
$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + V + Mo)}{5} + \frac{(Cu + Ni)}{15}$$

که در معادله فوق C، Mn، Cr، V، Mo، Cu و Ni برحسب درصد جرمی می‌باشند.

رواداری ترکیب شیمیایی محصول نسبت به مذاب در جدول ۱۰ داده شده است .

جدول ۹- ترکیب شیمیایی مذاب ریخته‌گری میل‌گرد ساده و آج دار (حداکثر مقادیر برحسب درصد جرمی)

طبقه‌بندی	علامت مشخصه	کربن	سیلیسیم	منگنز	فسفر	گوگرد	نیتروژن [a]	حداکثرکربن معادل [b,c]
ساده	س ۲۴۰	۰٫۲۲	۰٫۵۵	۰٫۷۵	۰٫۰۵۰	۰٫۰۵۰	–	–
آج‌دار مارپیچ	آج ۳۴۰	۰٫۳۲	۰٫۶۰	۱٫۳۰	۰٫۰۴۵	۰٫۰۴۵	–	۰/۵۰
	آج ۳۵۰	۰٫۲۷	۰٫۵۵	۱٫۶۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۱۲	۰/۵۱
آج‌دار جناغی	آج ۴۰۰	۰٫۳۷	۰٫۶۰	۱٫۶۰	۰٫۰۴۵	۰٫۰۴۵	–	–
	آج ۴۲۰	۰٫۳۰	۰٫۵۵	۱٫۵۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۱۲	۰/۵۶
آج‌دار مرکب	آج ۵۰۰	۰٫۴۰	۰٫۶۰	۱٫۸۰	۰٫۰۴۵	۰٫۰۴۵	–	–
	آج ۵۲۰	۰٫۳۲	۰٫۵۵	۱٫۸۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۱۲	۰/۶۱



INSO 3132
2nd.Revision
Jul.2013

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۳۱۳۲
تجدید نظر دوم
تیر ۱۳۹۲

میل‌گردهای فولادی گرم نوردیده برای تسلیح بتن –
ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

Hot – rolled steel bars for reinforcement of concrete – Specification and test methods

ICS:77.140

۷-۲-۲-۱-۲- آزمایش

تمامی فولادهای مصرفی باید به‌طور اختصاصی آزمایش شده و تولیدکننده‌های مصالح فولادی باید گواهی بازرسی آن‌ها را ارائه نمایند. دستگاه نظارت باید از نوع مصالح فولادی مصرفی از طریق گزارش‌های بازرسی که توسط پیمانکار یا تولیدکننده مصالح فولادی ارائه می‌شود، اطمینان حاصل نماید. درصورتی‌که در این خصوص مدارکی موجود نباشد، انجام آزمایش‌های لازم جهت حصول اطمینان از کیفیت مصالح مصرفی، بررسی و تایید دستگاه نظارت الزامی است. هرگونه آزمایش ویژه‌ای که در مشخصات پروژه تعیین شده یا به تشخیص دستگاه نظارت براساس شرایط کار جهت تعیین خصوصیات مکانیکی محصولات فولادی لازم باشد، باید صورت پذیرد. در سازه‌های مقاوم در برابر زلزله تمام قطعاتی که جزئی از سیستم باربر لرزه‌ای باشند، باید الزامات استانداردهای ساما ۱۲۰۶۵و ISO 24314 را تأمین نمایند.

در صورت نیاز به آزمایش برای مصالح فولادی، باید از هر محموله مصالح فولادی مشابه واردشده به کارگاه، به تعداد دو نمونهٔ اتفاقی انتخاب شود و بر اساس استانداردهای ملی یا بین‌المللی مانند ASTM A307 آزمایش‌های زیر در مورد آن‌ها صورت پذیرد:

الف- برای همه نمونه‌ها آزمایش تعیین ترکیب شیمیایی محصول

ب- برای همه نمونه‌ها آزمایش مقاومت کششی با اندازه‌گیری تغییرشکل نسبی

پ- برای همه نمونه‌ها آزمایش ضربه

محمولهٔ مصالح فولادی جهت نمونه‌گیری شامل مقاطع مشابه، ردهٔ مقاومتی مشابه و محدوده ضخامت مشابه، به شرح زیر است:

الف- به ازای هر ۴۰ تن و کسر آن برای همه مقاطع

ب- به ازای هر ۶۰ تن و کسر آن برای مقاطع سنگین با وزن واحد طول بیش از ۱۰۰ کیلوگرم بر متر طول

پ- به ازای هر ۸۰ تن و کسر آن برای همه مقاطع با شماره ذوب یکسان

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
ریاست سازمان

باسمه تعالی

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره: ۱۴۰۳/۵۶۹۲۵۰ تاریخ: ۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۳۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۳) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۲/ت۵۷۶۹۷هـ مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول: کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و صنندسازی** **جلد دوم: تخریب – ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره منتشره:	**۵۵**
نوع بخشنامه:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۲/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع انتظام اطلاعات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
تجدید نظر سوم

جلد چهارم
فولاد و اجرای سازه‌های فولادی
ضابطه شماره ۴-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی — وزارت راه و شهرسازی
امور نظام فنی و اجرایی — مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

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 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

۱۰-۱-۴-۲ فولادهای سازه‌ای

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

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:

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.

✓ نکته:

درجه حرارت‌های پایین اثر چندانی بر روی نمودار تنش کرنش فولاد ندارد ولی فولاد در آستانه درجه حرارت معینی به طور فزاینده از حالت شکل پذیر به وضعیت ترد تغییر می‌یابد. این خاصیت نامطلوب که تبدیل و تغییر فاز شکل‌پذیر به فاز ترد در اثر درجه حرارت است، دمای DBTT (Ductile to Brittle Transition Temperature) گویند.

۷-۲-۲-۱-۵- چقرمگی[1] و طاقت نمونهٔ شیار دادشدهٔ شارپی مصالح فولادی

چقرمگی و طاقت یک ماده به مقاومت آن در برابر انتشار ترک یا توانایی آن برای جذب انرژی در تغییرشکل‌های پلاستیک گفته می‌شود. اگر میزان چقرمگی یک ماده کم باشد، شکست آن از نوع ترد و در مقابل اگر میزان چقرمگی یک ماده بیشتر باشد، شکست آن احتمالاً از نوع نرم خواهد بود.

از نظر چقرمگی و جلوگیری از شکست ترد، مشخصات مکانیکی کلیهٔ مصالح فولادی باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۶ یا مطابق با یکی از استانداردهای EN و ISO باشد.

مصالح فولادی از نظر طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی به شرح زیر به سه ردهٔ JR، J0 و J2 طبقه‌بندی می‌شوند:

الف- ردهٔ JR: به رده‌ای از مصالح فولادی گفته می‌شود که طاقت نمونه شیار داده شدهٔ شارپی آن حداقل ۲۷ ژول در دمای +۲۰ درجه سلسیوس باشد. به لحاظ طاقت نمونه شیار داده‌شده شارپی، آزمایش‌های مورد نیاز این رده آسان‌تر از آزمایش‌های مورد نیاز رده‌های J0 و J2 است. از این رده مصالح فولادی عموماً در سازه‌هایی استفاده می‌شود که قطعات آن در طول بهره‌برداری در معرض شرایط جوی قرار ندارد. همچنین استفاده از این رده برای اعضای باربر لرزه‌ای ممنوع است.

ب- ردهٔ J0: به رده‌ای از مصالح فولادی گفته می‌شود که طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی آن حداقل ۲۷ ژول در دمای صفر درجه سلسیوس باشد. به لحاظ طاقت نمونه شیار داده‌شده شارپی، آزمایش‌های موردنیاز این رده آسان‌تر از آزمایش‌های موردنیاز ردهٔ J2 اما سخت‌گیرانه‌تر از آزمایش‌های موردنیاز ردهٔ JR است. به‌بیان‌دیگر به لحاظ طاقت نمونه شیار داده‌شده شارپی این نوع مصالح فولادی مرغوب‌تر از مصالح فولادی JR اما ضعیف‌تر از مصالح فولادی J2 است.

پ- ردهٔ J2: به رده‌ای از مصالح فولادی گفته می‌شود که طاقت نمونه شیار داده شدهٔ شارپی آن حداقل ۲۷ ژول در دمای -۲۰ درجه سلسیوس باشد. به لحاظ طاقت نمونه شیار داده شدهٔ شارپی، آزمایش‌های مورد نیاز این رده هم از آزمایش‌های ردهٔ JR و هم از آزمایش‌های مورد نیاز ردهٔ J0 سخت‌گیرانه‌تر است. به‌عبارت دیگر به لحاظ طاقت نمونه شیار داده شدهٔ شارپی، این نوع مصالح فولادی هم از مصالح فولادی JR و هم از مصالح فولادی J2 مرغوب‌تر است.


جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
تجدید نظر سوم

جلد چهارم
فولاد و اجرای سازه‌های فولادی
ضابطه شماره ۴-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی — وزارت راه و شهرسازی
امور نظام فنی و اجرایی — مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

✓ نکته:محدودیت ضخامت بر اساس نوع فولاد و شرایط جوی

در اعضای باربر غیرلرزه‌ای، از نظر طاقت نمونهٔ شیار داده شدهٔ شارپی، مصالح فولادی باید مطابق با یکی از رده‌های JR، J0 یا J2 باشد. دستگاه نظارت باید از ردهٔ مصالح فولادی مصرفی از طریق مدارک معتبر ارائه‌شده از طرف شرکت تولید کنندهٔ آن اطمینان حاصل نماید. درصورتی‌که در این خصوص مدارک معتبری موجود نباشد، انجام آزمایش‌های لازم جهت حصول اطمینان از رده مورد نظر مصالح مصرفی (مطابق با مشخصات پروژه) و ارائهٔ آن به دستگاه نظارت جهت بررسی و تایید الزامی است. در اعضای باربر جانبی لرزه‌ای، از نظر طاقت نمونهٔ شیار داده شدهٔ شارپی، مصالح فولادی باید حداقل از ردهٔ J0 باشد.

برای فولادهای از نوع S235 به لحاظ چقرمگی محدودیتی برای ضخامت اجزای قطعات فولادی وجود ندارد، اما درصورتی‌که فولادهای مصرفی از نوع S275 یا S355 باشد، در این صورت براساس استاندارد EN 1993-1-10 حداکثر ضخامت اجزای قطعات فولادی باید مطابق مقادیر جدول ۷-۴ باشد.

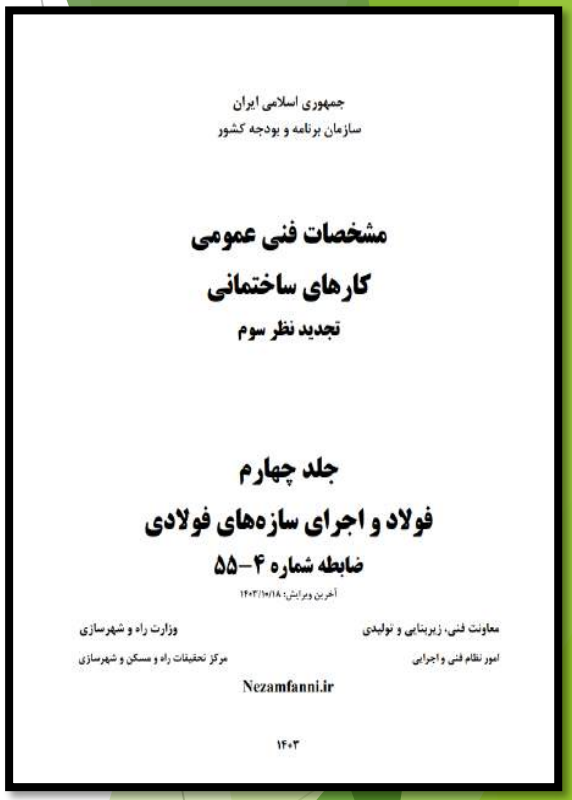
جدول ۷-۴- حداکثر ضخامت قطعات برحسب میلی‌متر در صورت استفاده از مصالح فولادی پرمقاومت

نوع فولاد	S۲۷۵			S۳۵۵		
ردهٔ فولاد از نظر چقرمگی و طاقت	JR	J۰	J۲	JR	J۰	J۲
مصالح فولادی در داخل فضاهای بسته یا کاملاً محافظت‌شده در برابر شرایط جوی	۴۰	۷۰	۱۰۲/۵	۲۲/۵	۴۵	۶۷/۵
مصالح فولادی در معرض شرایط جوی (نمایان)	۲۲/۵	۶۰	۸۵	۱۲/۵	۳۷/۵	۵۵

الف) مقادیر فوق با فرض جزئیات جوشکاری در حد معمولی و با وجود تنش‌های کششی است.

ب) برای شرایط متفاوت با حالت الف، مقادیر ضخامت متناظر با استفاده از ضرایب ارائه‌شده در زیر براساس موقعیت و جزئیات جوشکاری اصلاح گردد.

شرایط کار	جوشکاری خیلی زیاد (نظیر جوشکاری انتهای ورق‌های تقویتی پوششی)	جوشکاری زیاد	فقط پیچ شده	مصالح فولادی خارج از ناحیه اتصال	قطعات تحت‌فشار (جوش شده)
ضریب	۰/۵	۰/۷۵	۱/۵	۲	۲


جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
تجدید نظر سوم

جلد چهارم
فولاد و اجرای سازه‌های فولادی
ضابطه شماره ۴-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی — وزارت راه و شهرسازی
امور نظام فنی و اجرایی — مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

✓ نکته:محدودیت ضخامت بر اساس نوع فولاد و شرایط جوی

درصورتی‌که فولادهای مصرفی از نوع S275 یا S355 باشد، در این صورت براساس استاندارد EN 1993-1-10 حداکثر ضخامت اجزای قطعات فولادی باید مطابق مقادیر جدول ۷-۴ باشد.

جدول ۷-۴- حداکثر ضخامت قطعات برحسب میلی‌متر در صورت استفاده از مصالح فولادی پرمقاومت

نوع فولاد	S۲۷۵			S۳۵۵		
ردهٔ فولاد از نظر چقرمگی و طاقت	JR	J۰	J۲	JR	J۰	J۲
مصالح فولادی در داخل فضاهای بسته یا کاملاً محافظت‌شده در برابر شرایط جوی	۴۰	۷۰	۱۰۲/۵	۲۲/۵	۴۵	۶۷/۵
مصالح فولادی در معرض شرایط جوی (نمایان)	۲۲/۵	۶۰	۸۵	۱۲/۵	۳۷/۵	۵۵

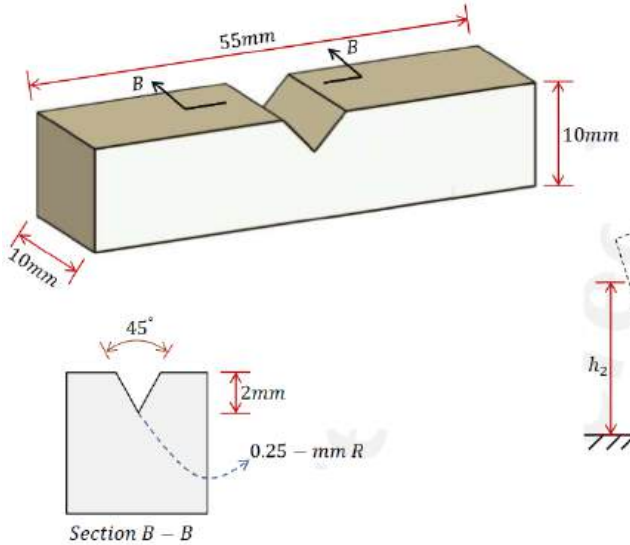
الف) مقادیر فوق با فرض جزئیات جوشکاری در حد معمولی و با وجود تنش‌های کششی است.

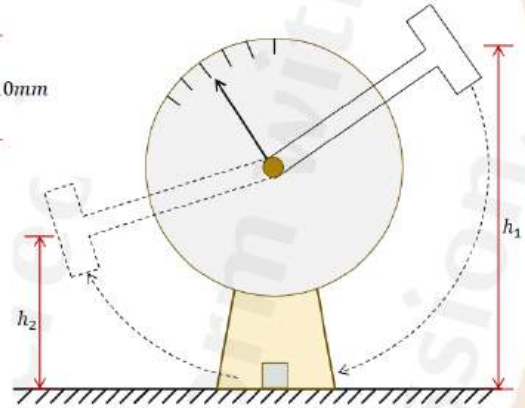
ب) برای شرایط متفاوت با حالت الف، مقادیر ضخامت متناظر با استفاده از ضرایب ارائه‌شده در زیر براساس موقعیت و جزئیات جوشکاری اصلاح گردد.

شرایط کار	جوشکاری خیلی زیاد (نظیر جوشکاری انتهای ورق‌های تقویتی پوششی)	جوشکاری زیاد	فقط پیچ شده	مصالح فولادی خارج از ناحیه اتصال	قطعات تحت‌فشار (جوش شده)
ضریب	۰/۵	۰/۷۵	۱/۵	۲	۲

آزمایش ضربه شاربی

آزمون ضربه شارپی یکی از روش‌های استاندارد برای تعیین انرژی شکست مواد فلزی است. در این آزمون با استفاده از نمونه‌های شیار داده شده، مقدار انرژی جذب شده توسط نمونه در هنگام شکست از میزان اختلاف ارتفاع اولیه و ثانویه آونگ بدست می‌آید.

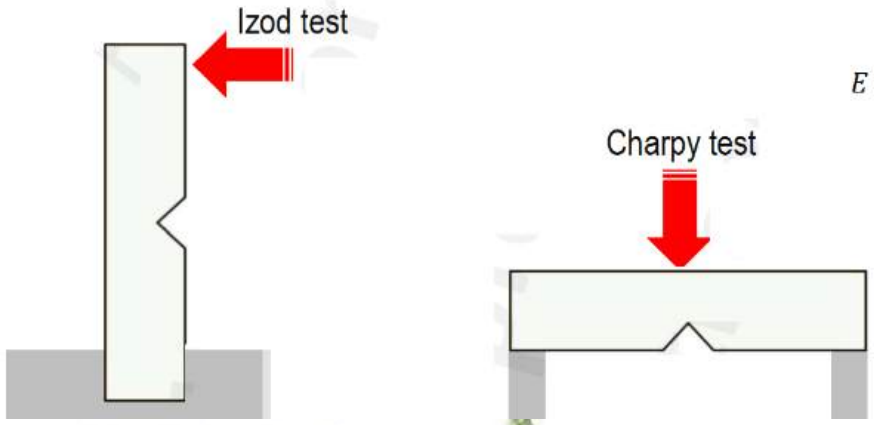


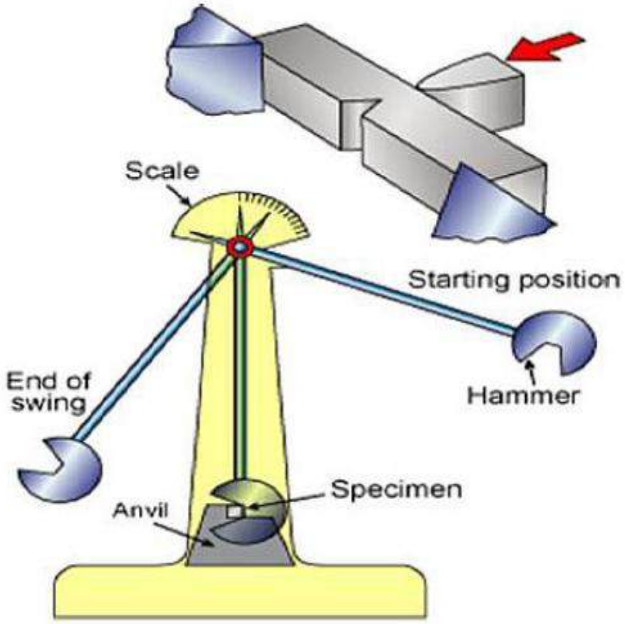


آزمایش ضربه آیزود

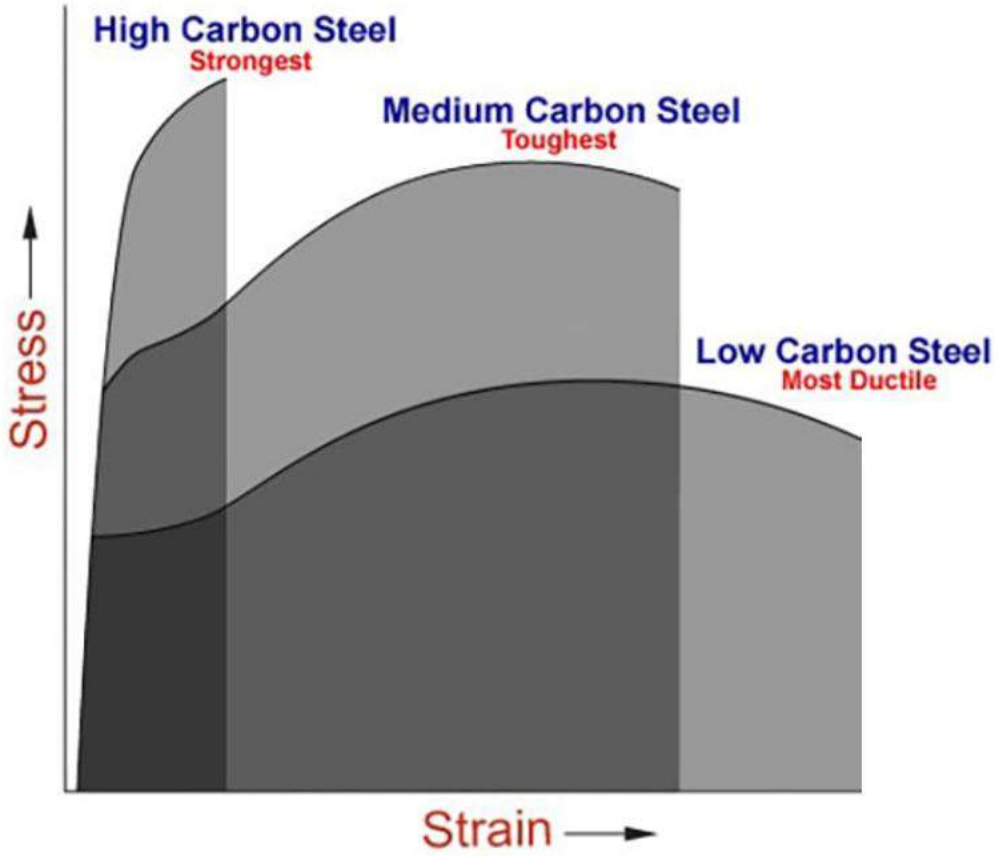
در آزمایش آیزود که به مانند آزمایش شارپی بوده ولی نمونه به شکل طره قرار می‌گیرد. حاصل ضرب وزن آونگ در اختلاف ارتفاع قبل و بعد از ضربه تعیین می‌شود. بین مقدار انرژی برابر تفاضل پتانسیل اولیه و انرژی پتانسیل باقی مانده است.

$$E = mg(h_2 - h_1)$$



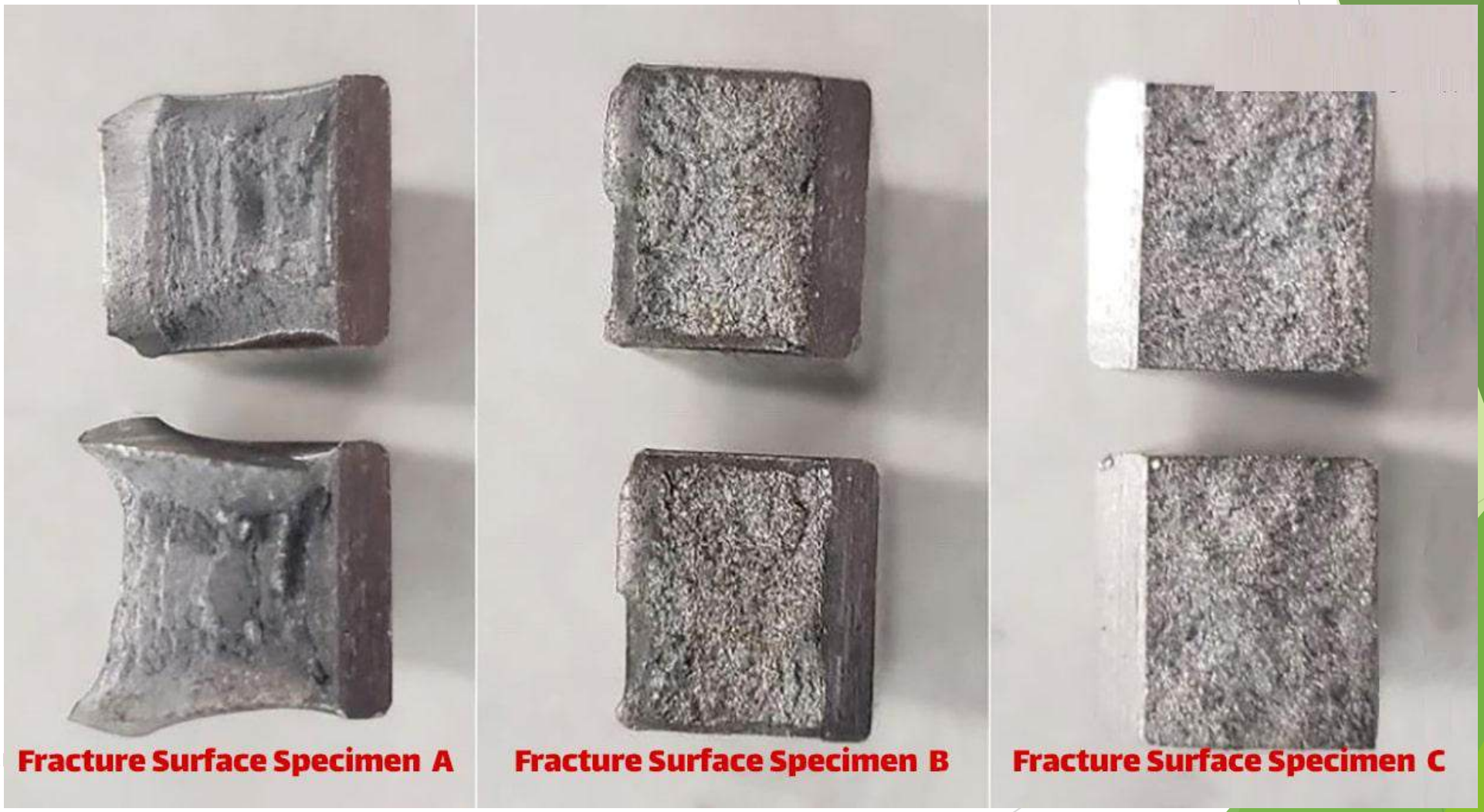


برای شکستن مواد نرم، انرژی مصرف شده زیاد است ولی برای شکستن ماده ترد انرژی کمتری نیاز خواهد بود.



اگر سطح مقطع شکست صاف و براق بدون تغییر شکل پلاستیک باشد نشان دهنده شکست ترد است
شکست ترد به صورت لحظه ای اتفاق افتاده و **سطحی هموار** دارد اما شکست نرم در زمان طولانی تری رخ می دهد و سطح آن نیز ناهموار است.

در شکل زیر، نمونه Aدارای شکستگی چقرمه (خیلی شکل پذیر)است، **نمونه Bترکیبی از شکست چقرمه و ترد است** و نمونه Cدارای شکست ترد 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
S355	St-52	$t \le 16$ $16 < t \le 40$ $40 < t \le 63$ $63 < t \le 80$ $80 < t \le 100$	355 345 335 325 315	470-630	18-22
S450	—	$t \le 16$ $16 < t \le 40$ $40 < t \le 63$ $63 < t \le 80$ $80 < t \le 100$	450 430 410 390 380	550-720	17
S460	—	$t \le 16$ $16 < t \le 40$ $40 < t \le 63$ $63 < t \le 80$ $80 < t \le 100$	460 440 430 410 400	540-730	17

* 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 ۱۰-۱-۳*: 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
ASTM A709 Grade 36 Grade50 Grade 50S	تمام ضخامت‌ها	250 345 450-345	550-400 450 450	21 21 21
ASTM A913 Grade 50 Grade 60 Grade 65	تمام ضخامت‌ها	345 415 450	450 520 550	21 18 17
ASTM A992	تمام ضخامت‌ها	450-345	450	21

* 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.

تورق و پارگی لایه ای

بین LamellarTearing (پارگی لایه ای) و Lamination (تورق) تفاوت وجود دارد .

Lamination (تورق) در ورق خام موجود می باشد.

LamellarTearing: در ورق قابل دیدن نیست و بعد از جوش پدیدار می شود (در اثر تنش ناشی از کشش جوش در ضخامت مقطع)

LamellarTearing

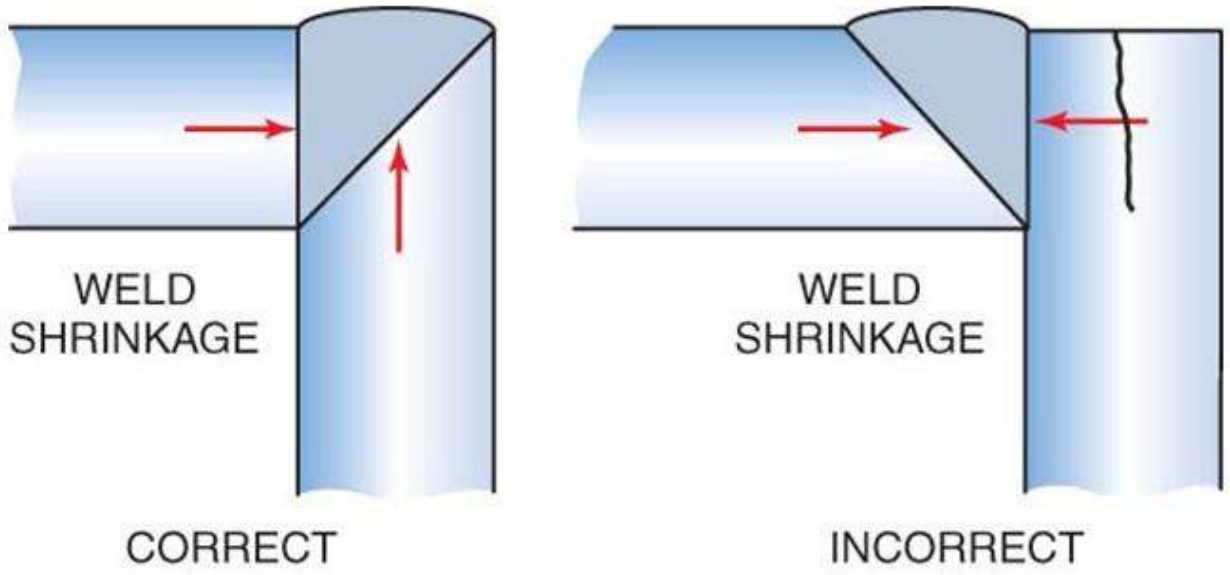
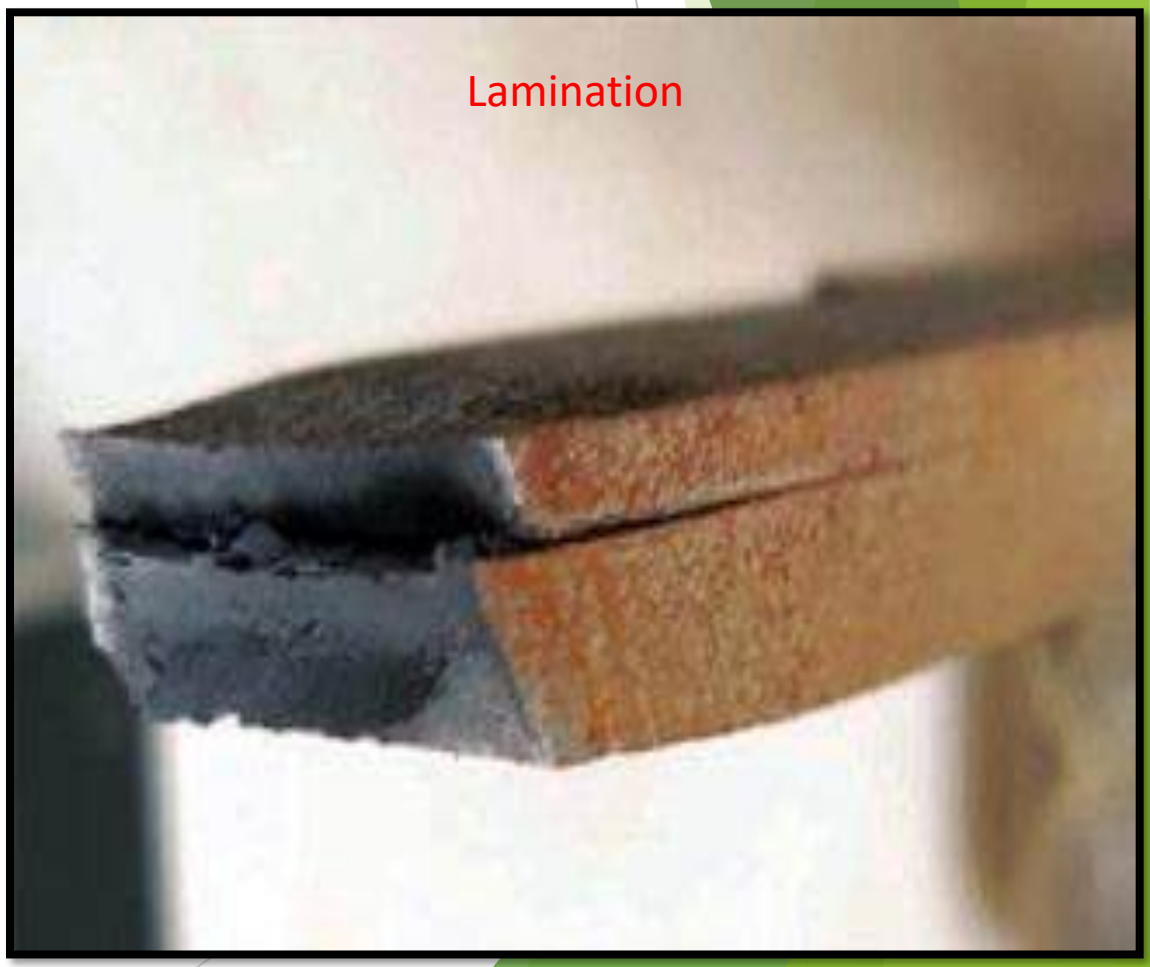


Figure 9.19 Correct joint design to reduce lamellar tears

Lamination



علت به وجود آمدن تورق

تورق در اثر حضور آلودگی و ناخالصی غیر فلزی و عدم کنترل میزان کربن موجود در زمان تولید فولاد ایجاد می شود. این ناخالصی ها در زمانیکه فولاد هنوز مذاب است تشکیل شده و در خلال عملیات بعدی نورد کشیده شده و موجب تورق می شوند.

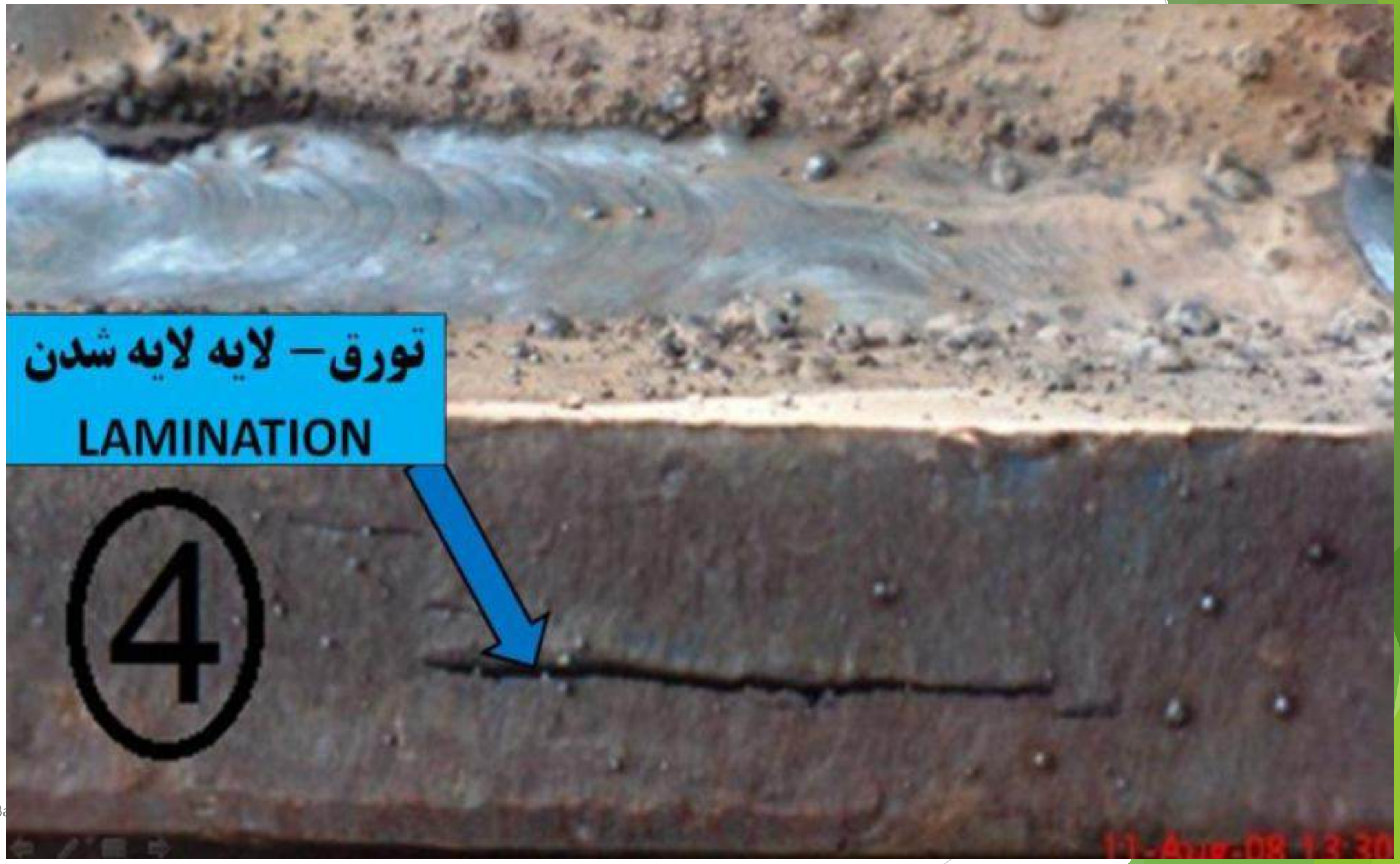
نکته:

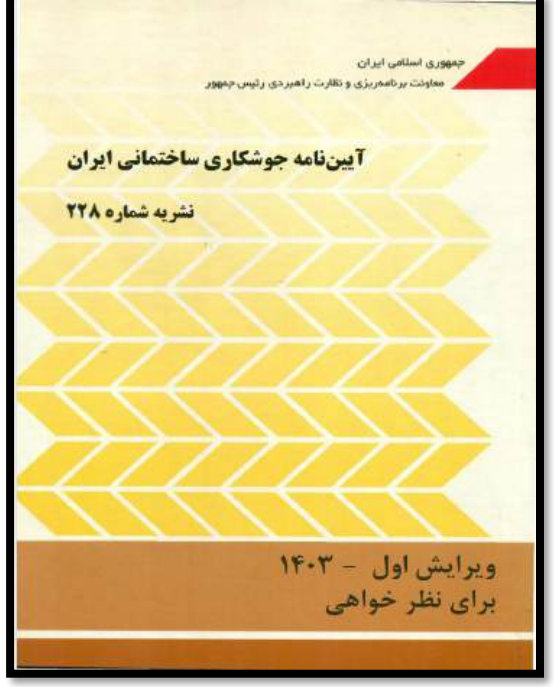
به علت وجود ناخالصی در مواد کوره های ذوب آهن قراضه ، در بسیاری از ورق های روسی ، اکراینی ، قزاقستانی و چینی موجود دربازار ایران احتمال وجود ناخالصی و در نتیجه تورق و لایه لایه شدن وجود دارد که باید توسط مهندسین ناظرکنترل شود.


تورق – لایه لایه شدن
LAMINATION
1


تورق – لایه لایه شدن
LAMINATION


تورق– لایه لایه شدن
LAMINATION
11-Aug-08 13:29


تورق– لایه لایه شدن
LAMINATION
4



۷-۱۴-۵-۲- تعمیر

به منظور حذف ناپیوستگی‌ها و یا حدود پذیرش یا تعمیر ترک‌های تورقی ناشی از نورد جدول ۷-۴، در تعمیر این ترکها در سطح برش خورده مقدار فلز برداشته شده باید در حداقل اندازه لازم حفظ شود. در صورت نیاز به تعمیر جوش، باید مقدار فلز برداشته شده برای ایجاد دسترسی جوش به داخل ترک کافی باشد. سطوح برش میتواند دارای امتداد دلخواهی نسبت به امتداد نورد باشد. جوشکاری‌های تعمیری باید منطبق بر مفاد این آیین نامه انجام پذیرد.

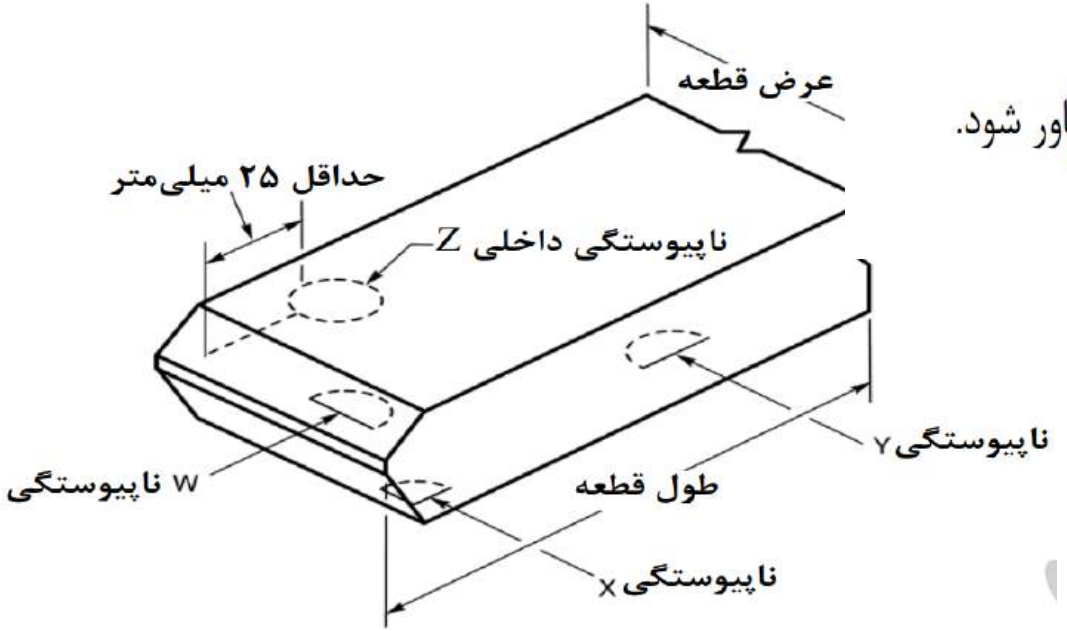
مراحل تعمیر باید به شرح زیر باشد:

۱- آماده‌سازی ناحیه تعمیر به طور مناسب

۲- جوشکاری با استفاده از الکترود کم‌هیدروژن و اعمال مقررات این فصل.

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

نکته: الزامات این بند ممکن است در مواردی که بار کششی در ضخامت فلز وجود داشته باشد، کافی نباشد.



شکل ۷-۱- ترک‌های تورقی در قطعه بریده شده

جدول ۷-۴- محدوده پذیرش و یا تعمیر ناپیوستگی‌های تورقی ناشی از نورد در سطوح برش خورده

شرح ناپیوستگی	لزوم تعمیر
هر نوع ناپیوستگی با طول مساوی ۲۵ میلیمتر یا کمتر	بدون عملیات - لازم نیست
هر نوع ناپیوستگی با طول بزرگتر از ۲۵ میلیمتر و عمق کمتر از ۳ میلیمتر	بدون عملیات - ولی عمق باید مورد بررسی قرار گیرد. (الف)
هر نوع ناپیوستگی با طول بزرگتر از ۲۵ میلیمتر و عمق ۳ تا ۶ میلیمتر	باید کاملاً برداشته شود ولی جوش لازم نیست.
هر نوع ناپیوستگی با طول بزرگتر از ۲۵ میلیمتر و عمق ۶ تا ۲۵ میلیمتر	باید کاملاً برداشته شده و با جوش پر شود.
هر نوع ناپیوستگی با طول بزرگتر از ۲۵ میلیمتر و عمق بزرگتر از ۲۵ میلیمتر	به بند ۷-۱۴-۵-۱ مراجعه شود.

(الف) باید ۱۰ درصد ناپیوستگی‌ها برای تعیین عمق با استفاده از سنگ‌زدن، مورد بازرسی قرار گیرند. هرگاه عمق یکی از آنها از ۳ میلیمتر بزرگتر شود، تمام ناپیوستگی‌ها به منظور تعیین عمق باید مورد بازرسی قرار گیرند. اگر عمق هیچکدام از ۱۰ درصدی که مورد بازرسی قرار گرفته از ۳ میلیمتر تجاوز ننماید، در اینصورت نیازی به تعیین عمق سایر ناپیوستگی‌ها نمی‌باشد.

پارگی لایه ای

LamellarTearing: در ورق قابل دیدن نیست و بعد از جوش پدیدار می شود (در اثر تنش ناشی از کشش جوش در ضخامت مقطع)

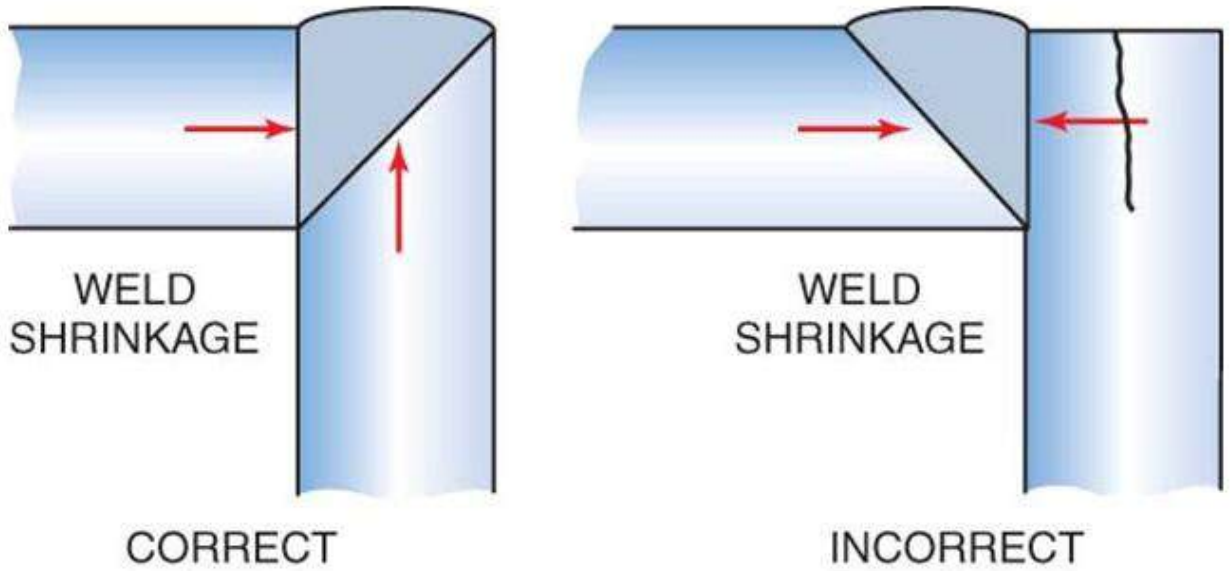
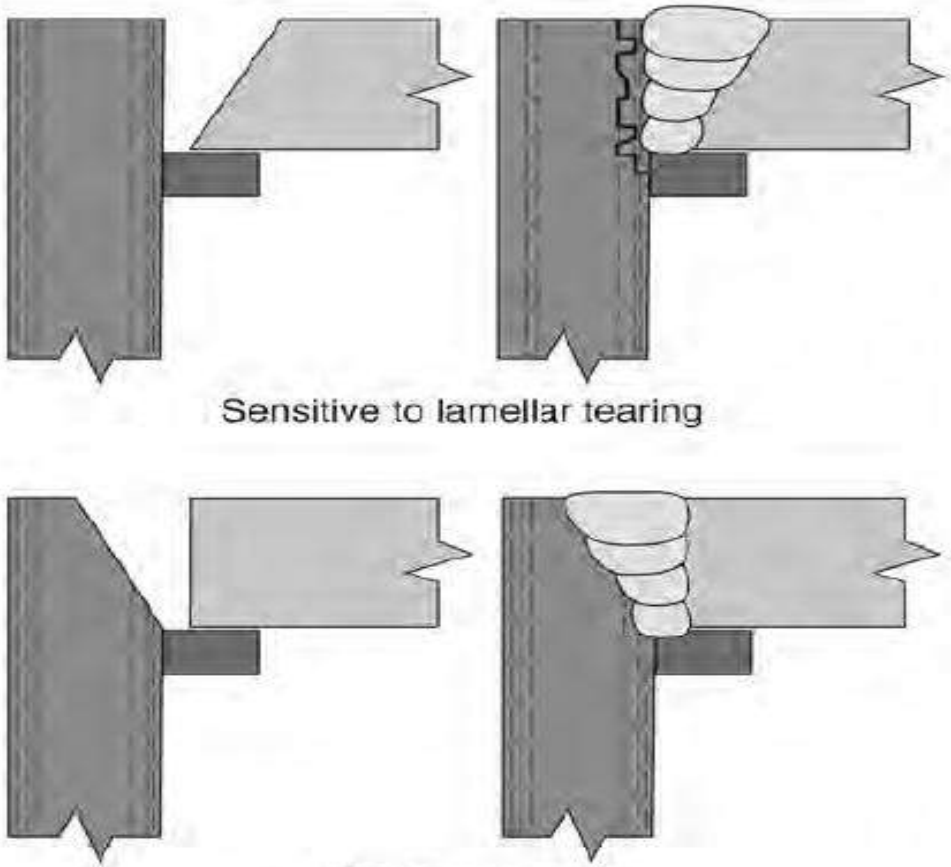


Figure 9.19 Correct joint design to reduce lamellar tears




لایه های ورق
جوش بال تیر به ستون

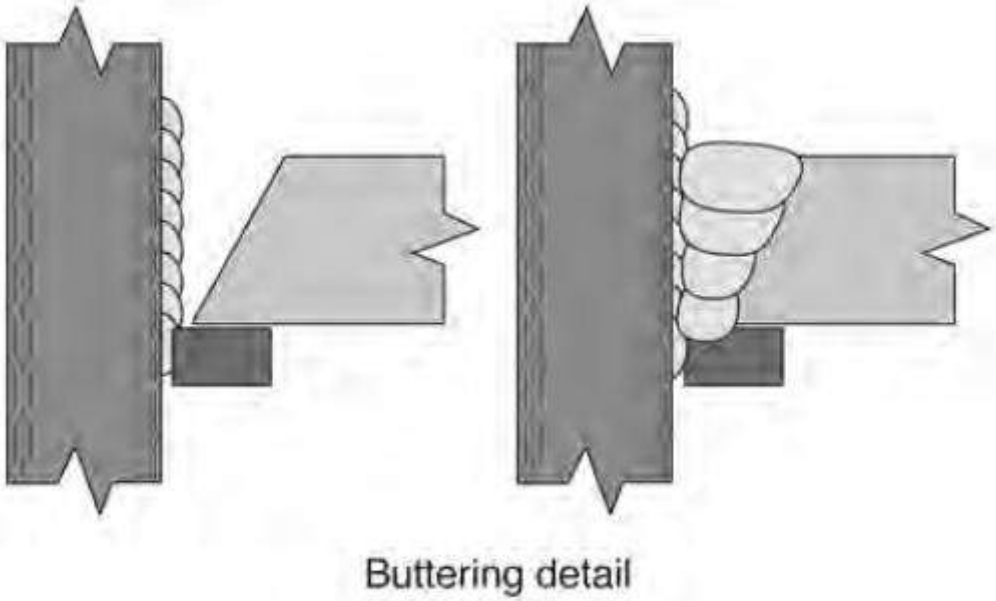


Fig. 6-14. Buttering to mitigate lamellar tearing.

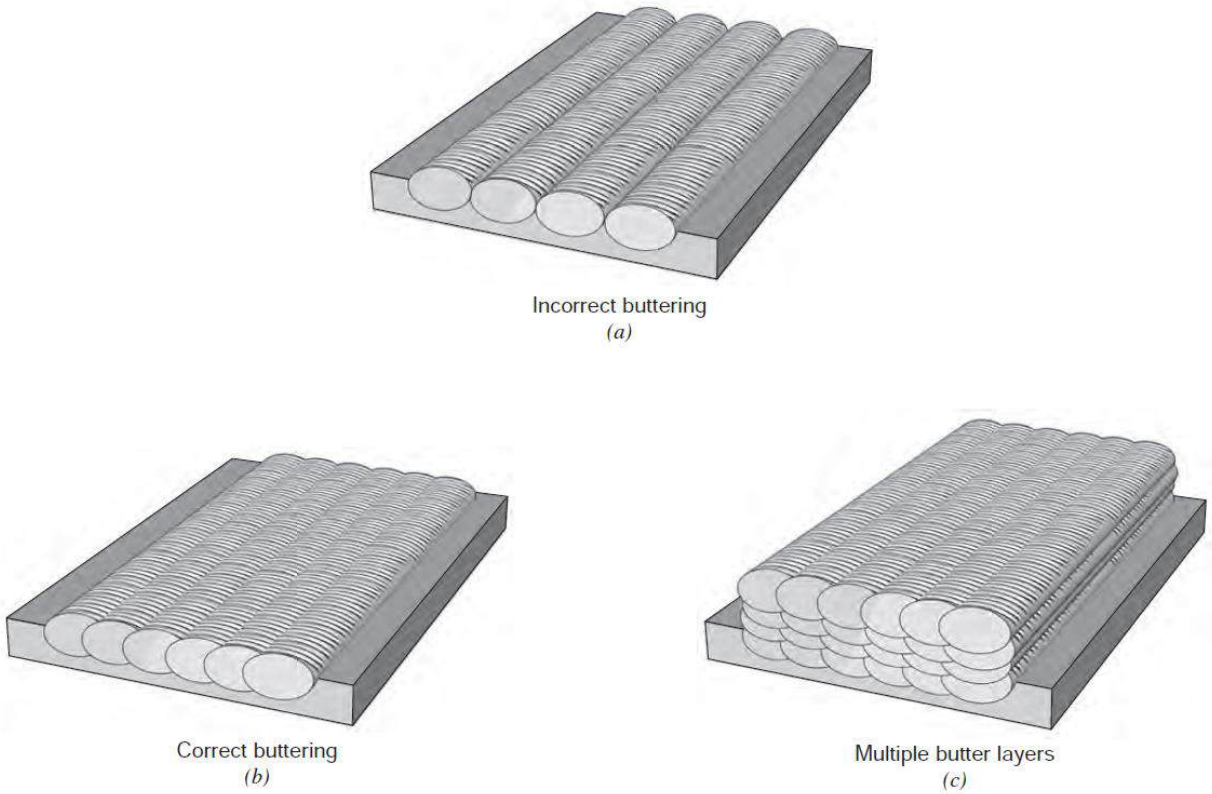
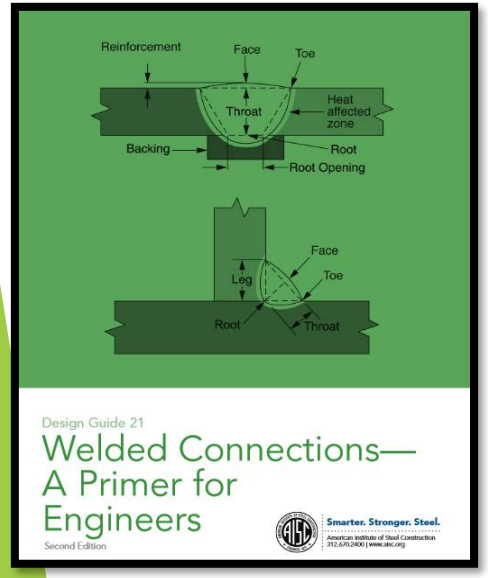


Fig. 14-15. Buttering techniques.




لایه های ورق
جوش بال تیر به ستون

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:

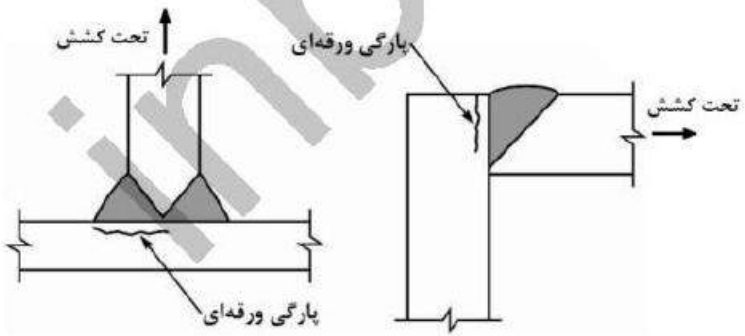
بازرسی چشمی جوش باید توسط نفرات در دستگاه کنترل کیفیت (QC) و تضمین کیفیت (QA) انجام شود. حداقل وظایف این دو دستگاه در جداول ۱۰-۴-۲۱ تا ۱۰-۴-۲۳ ارائه شده است.

۲) آزمایش‌های غیر مخرب اتصالات جوشی:

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

۲-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.



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

ویژگی های فلز جوش و مشخصات آنها

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.

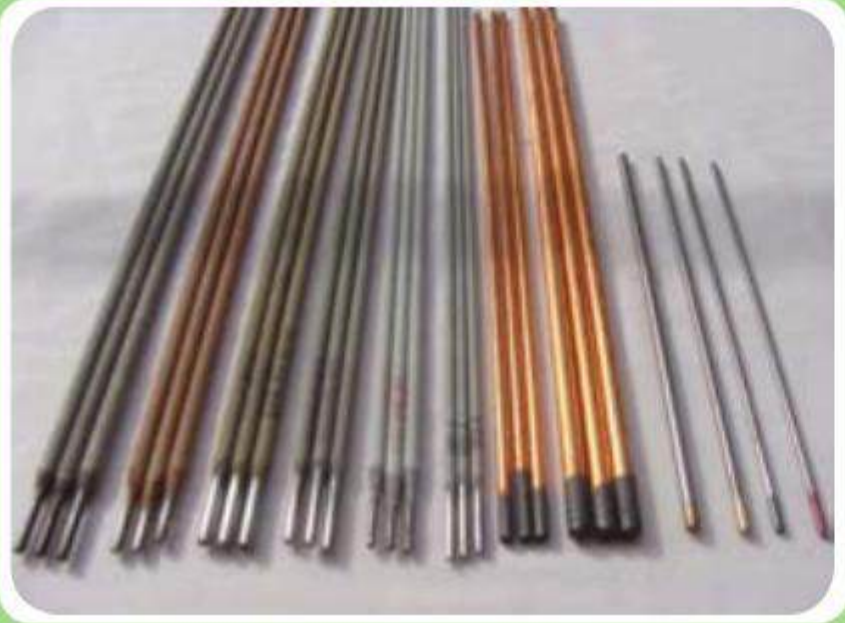
جدول ۱۰-۱-۶: مشخصات مکانیکی فولاد مغزهٔ رده‌های اصلی الکترود جوشکاری براساس استانداردهای موردقبول این مبحث

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

الکترود

نقش الکترود در فرآیندهای جوشکاری قوسی

منظور از الکترود در فرآیند جوشکاری قوسی عبارت است از یک میله فلزی یا غیرفلزی رسانا (مثل کربن) که ضمن انتقال جریان الکتریکی برای ایجاد قوس استفاده می‌شود. شکل سه نوع الکترود (تنگستنی، ذغال کربنی و روپوش‌دار) را نشان می‌دهد.



سه نوع الکترود(تنگستنی، ذغالی و روپوش‌دار) مورد استفاده در فرآیندهای جوشکاری قوسی

دسته‌بندی الکترودهادر فرآیندهای جوشکاری قوسی

الکترودها در فرآیندهای جوشکاری قوسی به دو نوع تقسیم می‌شوند:

۱- الکترودهای غیرمصرفی: این الکترودها برای ایجاد قوس و ذوب شدن لبه‌های قطعه کار مورد استفاده واقع می‌شوند، ولی خود ذوب نمی‌شوند.

۲- الکترودهای مصرف شدنی: این دسته از الکترودها در حین برقراری قوس ذوب می‌شوند و جزئی از فلز جوش را تشکیل می‌دهند. از آنجائیکه در فرآیند جوشکاری الکترود دستی از الکترودهای مصرف شدنی استفاده می‌شود

شکل (۲-۳)

الف- سیم جوش های مورد استفاده در فرآیند جوشکاری MIG/MAG

شکل (۲-۳)

ب- سیم جوشی های مورد استفاده در فرآیند جوشکاری TIG

چند نوع سیم جوش مصرف شدنی مورد استفاده در فرآیندهای جوشکاری قوسی متداول

الکترود مصرف نشدنی

این نوع از الکترود ها مقاومت بسیار بالایی در برابر دما داشته و ذوب نمی شوند. اصطلاحا به این الکترود ها نسوز نیز گفته می شود. از این الکترود ها در جوشکاری تیگ استفاده می شود. از مزیت های این الکترود می توان به ذوب نشدن آن اشاره کرد که در حین کار نیاز به تعویض آن نیست. این الکترود ها دارای دو نوع کربن دار و تنگستن هستند.

- **الکترود کربن دار**: این الکترود ها از کربن و گرافیت ساخته شده اند و در جوشکاری با استفاده از لایه محافظ گاز استفاده می شوند.
- **الکترود تنگستن**: از تنگستن ساخته شده و مقاومت بسار بالایی دارند. از این الکترود در جوشکاری تیگ استفاده می شود.

✓ ساختار الکترود روکش دار

الف–مغزی الکترود

میله فلزی الکترودهای روپوش‌دار که مغز الکترود نیز نامیده می‌شود ضمن هدایت جریان الکتریکی و برقراری قوس بین نوک الکترود و سطح قطعه کار خود نیز در اثر گرمای قوس ذوب می‌شود. از مخلوط شدن مذاب مغز الکترود با مذاب لبه‌های قطعه کار، حوضچه مذاب بوجود می‌آید که پس از انجماد فلز جوش را تشکیل دهد.

ب– روپوش الکترود

روپوش الکترودها از اجزاء و مواد مختلفی تشکیل شده‌اند (شکل ۵–۳) و وظایف متعددی را برعهده دارند که وظایف اصلی پوشش الکترودهای روپوش‌دار بشرح زیر می‌باشد.

شکل (۵–۳)

مواد پودری تشکیل دهنده روپوش الکترود

شکل (۴–۳)

چند الکترود روپوش‌دار متداول در جوشکاری قوس الکترود دستی

✓ نقش روکش الکترود دستی

۱-محافظت از قوس و حوضچه مذاب از ورود عناصر مضر
۲- جلوگیری از زود سرد شدن فلزجوش
۳-برقراری راحت قوس و پایداری آن توسط عناصر موجود در روکش شامل سدیم و پتاسیم
۴-تصفیه فلزجوش به دلیل آلیاژ فرومنگنز و فرو سیسلیس که میل به به ترکیب با اکسیژن و نیتروژن دارند و با آنها ترکیب شده و از فلز خارج می کند.

جدول(۱-۳) اجزاء اصلی تشکیل دهنده ترکیب هوا

ردیف	عنصر	مقدار (درصد)
۱	نیتروژن[N_2]	۷۸
۲	اکسیژن [O_2]	۲۱
۳	آرگون[Ar]	۰/۹۶
٤	دی اکسید کربن	۰/۰۳
٥	سایز اجزاء	۰/۰۱

بدین ترتیب مذاب فلز جوش از آسیب دیدن در مقابل گازهای موجود در هوا بخصوص اکسیژن و نیتروژن محافظت می‌شود، زیرا همان‌طور که در جدول (۱-۳) ملاحظه می‌شود هوا محتوی مقداری زیادی اکسیژن و نیتروژن ست. این گازها چنانچه در تماس با حوضچه مذاب قرار گیرند با فلز جوش ترکیب شده، سبب تردی و شکنندگی و نیز ایجاد تخلخل یا مک در فلز جوش می‌شوند.

ترک خطرناکترین عیب جوش می باشد. حد پذیرشی برای آن نمی‌توان در نظر گرفت، ترک در هر اندازه و طولی غیر قابل قبول می‌باشد.

طبقه بندی الکترودهای روکشدار از نظر نوع روکش

۱-الکترودهای سلولزی

۲-الکترودهای روتیلی

۳-اسیدی

۴-قلیایی

۵-اکسیدی

ویژگی های الکترودهای سلولزی

در پوشش این دسته از الکترودها مقدار زیادی (حدود ٤٠ درصد) سلولز وجود دارد.

در دمای قوس سلولز می‌سوزد و تولید گازهای CO_2، CO و H_2 می‌کند.

از خصوصیات این نوع الکترودها نفوذ بالای فلز جوش می‌باشد به همین دلیل از آنها بیشتر در جوشکاری پاس ریشه استفاده می‌کنند.

الکترودهای سلولزی همراه با تولید مقدار زیادی دود است این الکترودها اگرچه سرباره کمی تولید می‌کنند

ولی سرباره آنها چسبندگی زیادی دارد بنابراین تمیزکاری گل جوش آنها مشکل‌تر است.

الکترودهای این گروه می‌توان به الکترودهای E 6010 ، E 7010، E 8010

ویژگی های الکترودهای روتیلی

ماده اصلی تشکیل دهنده پوشش این دسته از الکترودها اکسید تیتانیوم است که به نام روتیل معروف می‌باشد.

وجود این ماده در ترکیب پوشش الکترود سبب راحتی ایجاد و پایداری قوس می گردد. بنابراین کار کردن با این الکترودهای روتیلی نسبتاً راحت‌تر است.

از الکترودهای روتیلی در جوشکاری با جریان AC نیز استفاده می‌نمایند،

امکان جوشکاری با این الکترودها در تمام وضعیت‌ها وجود دارد

از جمله الکترودهای معروف این خانواده می‌توان به E ۷۰۲٤، E ۷۰۱٤، ٦۰۱۳ اشاره کرد.

۴- اسیدی

این نمونه از الکترودها دارای **پوشش نسبتا ضخیم تری نسبت به مدل های قبلی** می باشند. از این رو **حجم سرباره** در این نوع از الکترود ها بیشتر می باشد. جوش ایجاد شده با این الکترودها ظاهر بسیار مناسبی داشته و **گل جوش یا سرباره ان نیز به راحتی جدا** می شود، اما **نفوذ این نوع از الکترودها کمتر** می باشد. الکترود **E7017**از نمونه های معروف این دسته از الکترودها به شمار می رود.

۵- اکسیدی

الکترود روکش دار اکسیدی **دارای مقدار زیادی پودر آهن در ترکیبات** خود هستند. بدین ترتیب **پوشش** این نوع از الکترودها **نیز نسبتا ضخیم** می باشد. سطح **جوش ایجا شده توسط این نمونه از الکترود ها بسیار صاف و مناسب** بوده و **برداشتن سرباره ایجاد شده نیز بسیار راحت** می باشد. الکترود **E6019**از معروف ترین الکترودهای مربوط به کلاس اکسیدی می باشد.

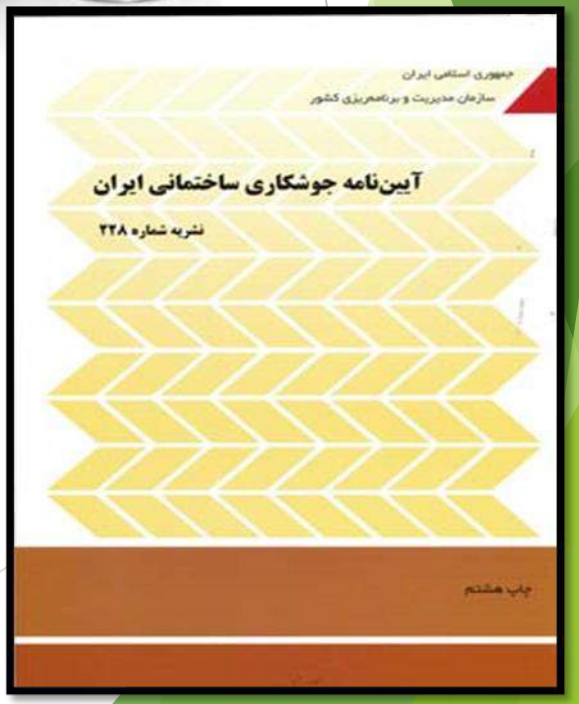
۶- قلیایی

الکترود روکش دار قلیایی از موادی مانند Cao، Tio2و Mgoدر پوشش خود بهره مند می باشد. **به خاطر هیدروژن کم** معمولا **کیفیت جوش** ایجاد شده توسط این دسته از الکترودها **بسیار بالا** می باشد. در جوشکاری با این نوع الکترودها **طول قوس را تا حد امکان کم** انتخاب نمایید. بهتر است **این الکترودها** قبل از استفاده در **کوره** قرار بگیرند تا رطوبت آنها به کمترین حد ممکن برسد. الکترودهای **E7018**و **E6016** و **E7026**از کاربردی ترین الکترودهای این گروه به شمار می روند.

دستگاه خشک کن یا اون

بسته بندی الکترودهای کم هیدروژن

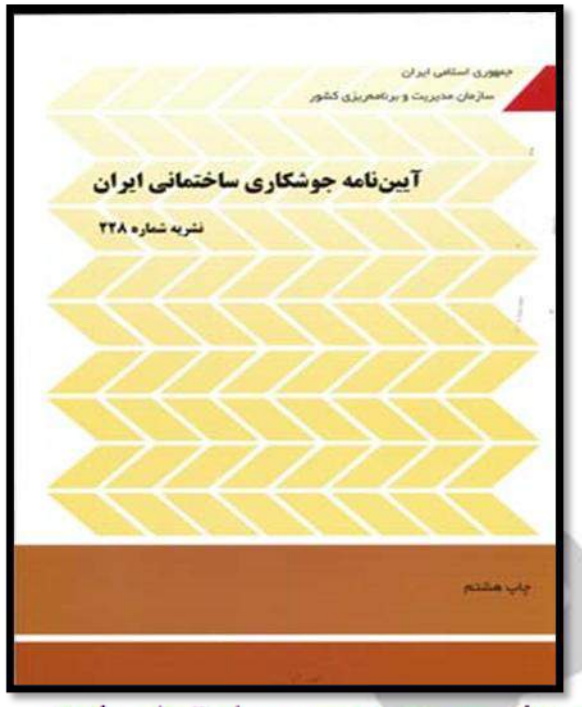
شرایط انبار کردن الکترودهای کم هیدروژن یا قلیایی


جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران

نشریه شماره ۳۲۸

چاپ هشتم



شرایط انبار کردن الکترودهای کم هیدروژن یا قلیایی

۷-۳-۲-۲- شرایط انبارکردن الکترودهای کم‌هیدروژن

الکترودها با پوشش کم‌هیدروژن باید در بسته‌بندی‌های ضدرطوبت مهر شده خریداری و نگهداری شوند و یا قبل از مصرف مطابق با بند ۷-۳-۲-۵، به مدت ۲ ساعت در دمای بین ۲۶۰ تا ۴۳۰ درجه سلسیوس در دستگاه خشک‌کن پخت[۲] شود. در صورتی که بسته‌بندی الکترود معیوب شده باشد، الکترودها قبل از مصرف باید خشک شوند. الکترودهایی که بلافاصله بعد از باز کردن بسته‌بندی ضدرطوبت الکترود مصرف نمی‌شوند، باید در دستگاه خشک‌کن ذخیره با دمای حداقل ۱۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شوند. الکترود نباید بیش از یک مرحله پخت مجدد[۳] شود. الکترودهایی که مرطوب شده‌اند، نباید مورد استفاده قرار گیرند.

۷-۳-۲-۳- زمان مجاز تماس الکترود با هوای آزاد

بعد از باز کردن بسته‌بندی الکترود و یا در آوردن آن از دستگاه خشک‌کن یا خشک‌کن ذخیره، زمان تماس الکترود با فضای آزاد نباید بیش از مقادیر ذکر شده در ستون الف از جدول ۷-۱ باشد.

در صورتی که الکترود به میزان کمتر از مقادیر جدول ۷-۱ در تماس با هوای آزاد باشد، آنها را می‌توان دوباره به دستگاه خشک‌کن ذخیره با دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس برگرداند. بعد از حداقل ۴ ساعت نگهداری در این دما، می‌توان الکترودها را دوباره در فضای آزاد قرارداد.

۷-۳-۲-۴- در صورتی که به کمک آزمایش بتوان نشان داد که میزان رطوبت جذب شده از مقادیر استاندارد مرجع و یا از ۰/۴ درصد وزنی برای الکترودها E70XX و E70XX-X تجاوز نمی‌کند، می‌توان الکترود را به مقدار نشان داده شده در ستون ب، از جدول ۷-۱ در معرض هوای آزاد قرار داد.

جدول ۷-۱- مقادیر مجاز تماس الکترودهای کم‌هیدروژن با هوای آزاد

نوع الکترود	ستون (الف)	ستون (ب)
الکترود جوشکاری فولاد کربنی		
E70XX	۴ ساعت	بین ۴ تا ۱۰ ساعت
E70XXR	۹ ساعت	
E70XXHZR	۹ ساعت	
E7018M	۹ ساعت	
الکترود جوشکاری فولاد کم آلیاژ		
E70XX-X	۴ ساعت	۴ تا ۱۰ ساعت
E80XX-X	۲ ساعت	۲ تا ۱۰ ساعت
E90XX-X	۱ ساعت	۱ تا ۵ ساعت
E100XX-X	۰/۵ ساعت	۰/۵ تا ۴ ساعت
E110XX-X	۰/۵ ساعت	۰/۵ تا ۴ ساعت

شناسایی الکترودهای روپوش‌دار بر اساس استاندارد[1] AWS

اس این استاندارد الکترودهای روپوش‌دار توسط یک یا دو حرف به اضافه ٤ یا ٥ عدد معرفی می‌شوند

E XXXX

همان‌طور که در شکل(۱۲-۳) ملاحظه می‌شود حرف **E** که از اول کلمه انگلیسی **Electrode** گرفته شده است و نشان‌دهنده الکترود روپوش‌دار برای جوشکاری با فرآیند قوس الکترود دستی است. دو یا سه رقم اول از سمت چپ (در صورتی‌که چهار رقم داشته باشیم دو رقم اول و چنانچه ٥ رقم داشته باشیم ۳ رقم اول) نشان‌دهنده حداقل استحکام کششی فلز جوش حاصل از جوشکاری بدون عیب با الکترود مذکور است. رقم بعدی که دومین رقم از سمت راست می‌شود نشان دهنده وضعیت یا حالت قابل جوشکاری با الکترود مذکور است که می‌تواند عددهای ۱، ۲، ۳ و ٤ باشند واین اعداد مفهوم زیر را دارند.

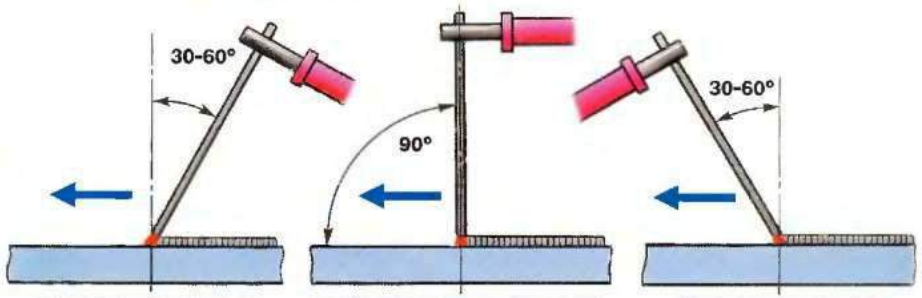
عدد ۱: به معنی امکان جوشکاری در وضعیت‌های تخت، افقی، عمودی و بالاسری است.

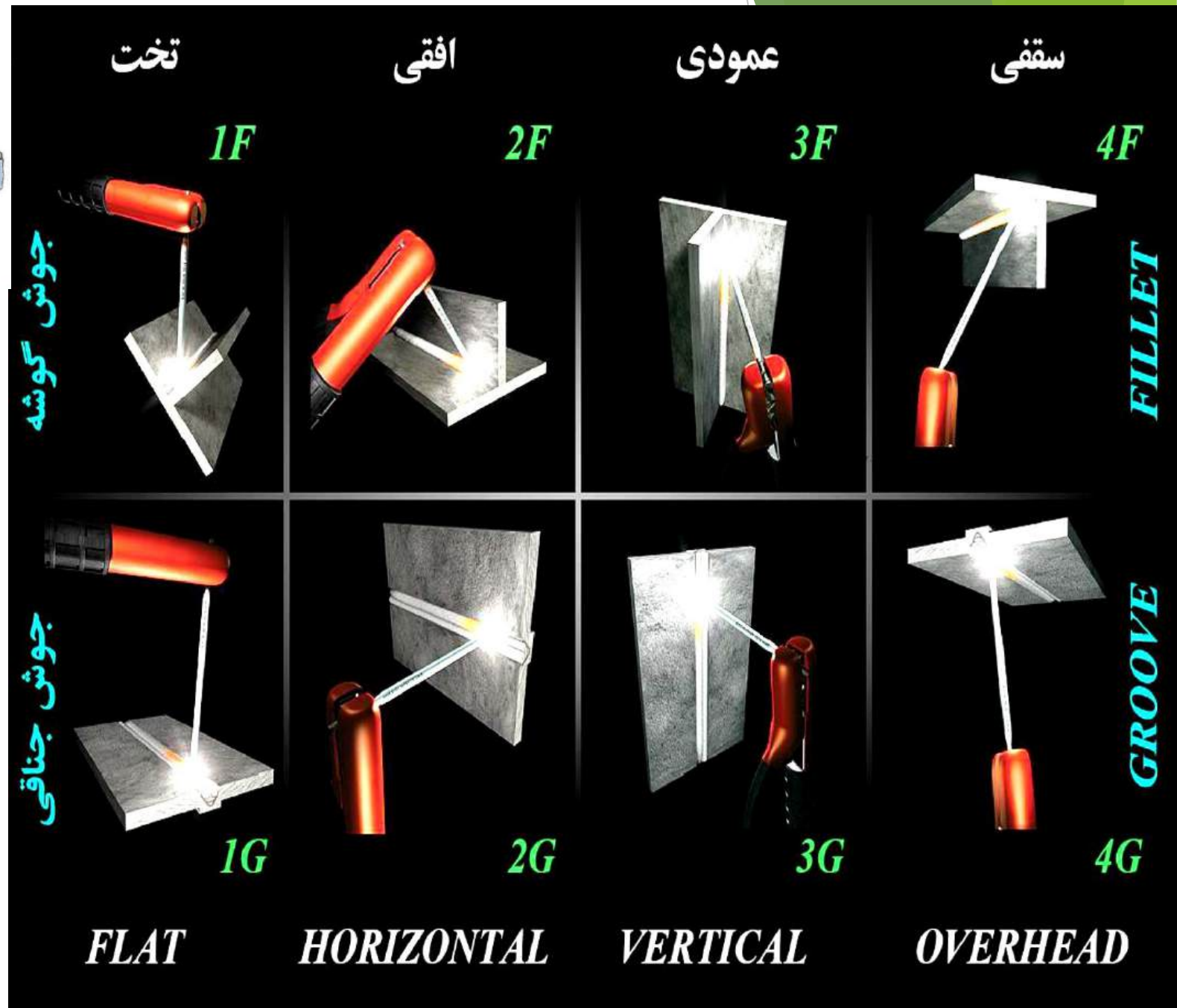
عدد ۲: به معنی امکان جوشکاری در وضعیت تخت و حالت افقی در جوشکاری گوشه مثل نبشی‌ها می‌باشد.

عدد ۳: که در گذشته تعریف می‌شد ولی در حال حاضر از آن استفاده نمی‌شود و به معنی امکان جوشکاری فقط در حالت تخت بود.

عدد ٤: به معنی امکان جوشکاری در وضعیت‌های تخت، عمودی، بالاسری و عمودی سرپایین می‌باشد.

جنس روکش و قطبیت جریان الکتریسیته


30-60°
90°
30-60°


تخت
افقی
عمودی
سقفی
1F
2F
3F
4F
جوش گوشه
FILLET
جوش جناقی
GROOVE
1G
2G
3G
4G
FLAT
HORIZONTAL
VERTICAL
OVERHEAD

✓ رقم آخر در نامگذاری الکترود روکش دار

رقم آخر از سمت چپ یا اولین عدد از سمت راست هم نشان‌دهنده نوع پوشش، جریان و قطعیت جریان جوشکاری می‌باشد و می‌تواند عددهای صفر تا ۸ را شامل شود که معنی و مفهوم این اعداد در جدول (۳-۳) آمده است.

جدول شماره (۳-۳) معرفی نوع پوشش الکترودها بر اساس اولین عدد از سمت راست در استاندارد AWS

اولین عدد از سمت راست	انواع پوشش
۰	سلولزی با جریان مستقیم
۱	سلولزی با جریان مستقیم و متناوب
۲	رتیلی با جریان مستقیم
۳	رتیلی با جریان مستقیم و متناوب
٤	رتیلی
٥	قلیایی با جریان مستقیم
٦	قلیایی با جریان مستقیم و متناوب
۷	اسیدی
۸	قلیایی محتوی پودر آهن و در بعضی موارد پوشش‌های مرکب

E6010

E6013

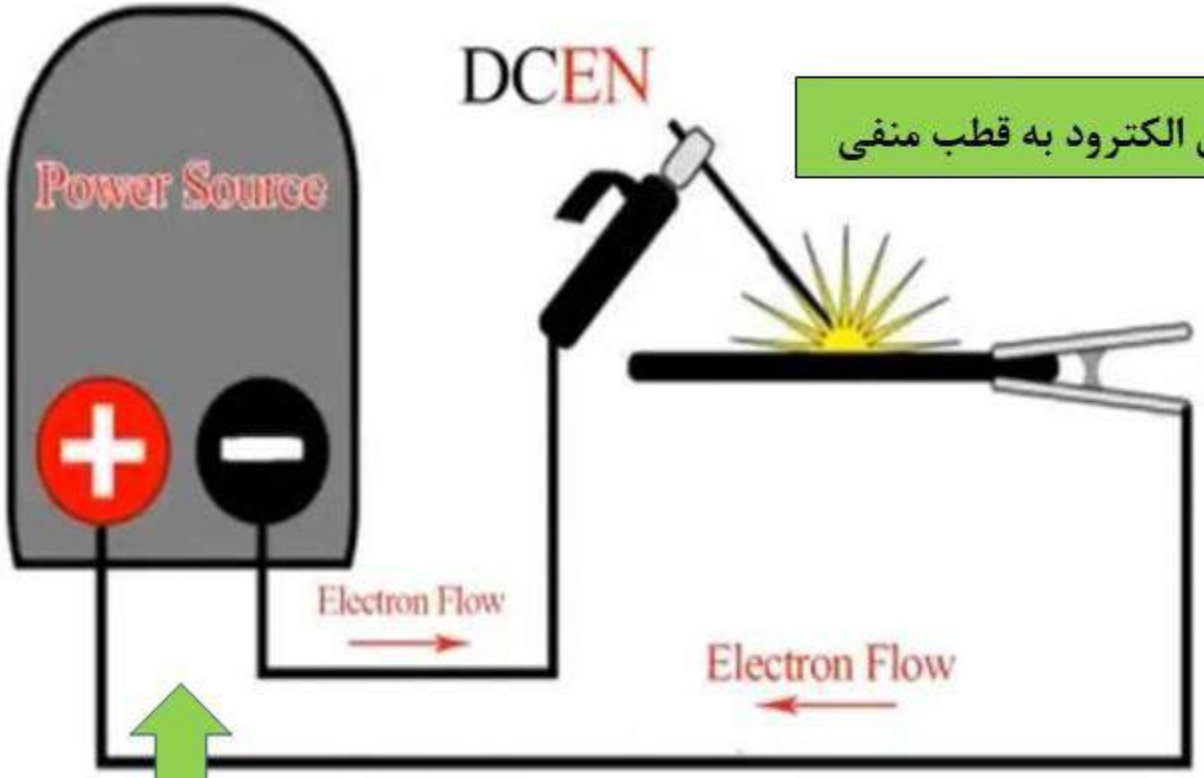
E7018

قطبیت در جوشکاری

Direct Current Electrode Negative

DCEN

اتصال الکترود به قطب منفی



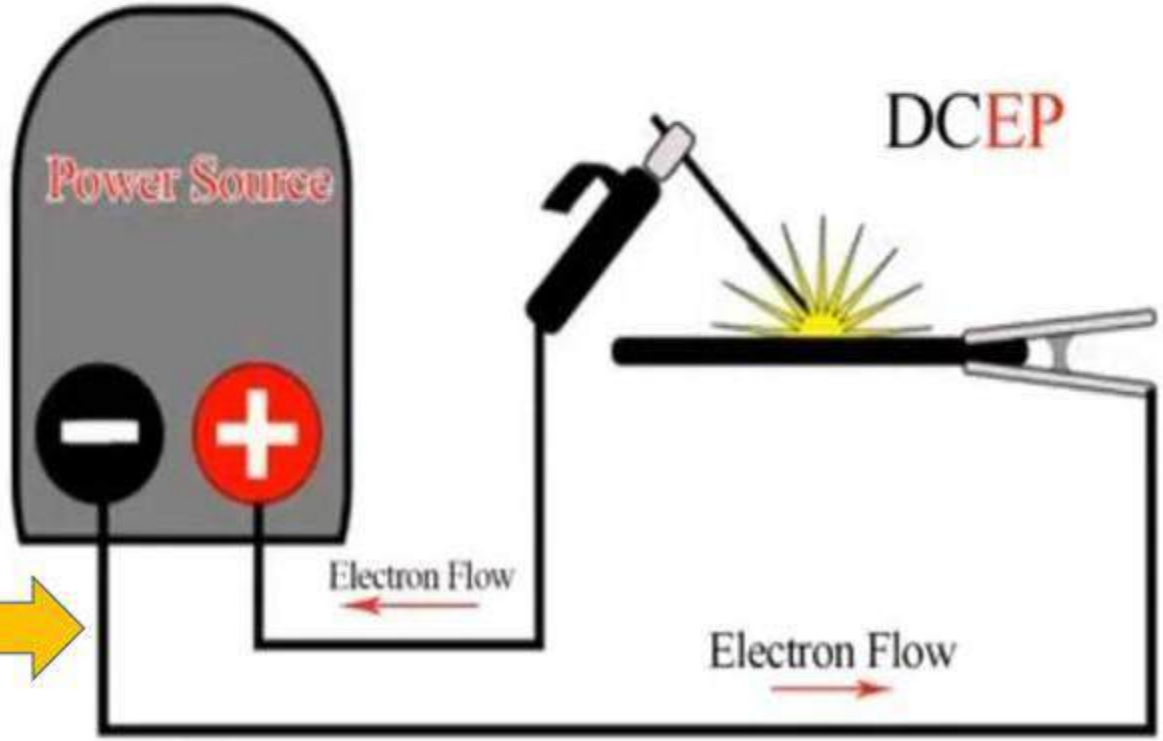
۳۰ درصد حرارت در الکترود

۷۰ درصد حرارت در قطعه

اتصال الکترود به قطب مثبت

Direct Current Electrode Posetive

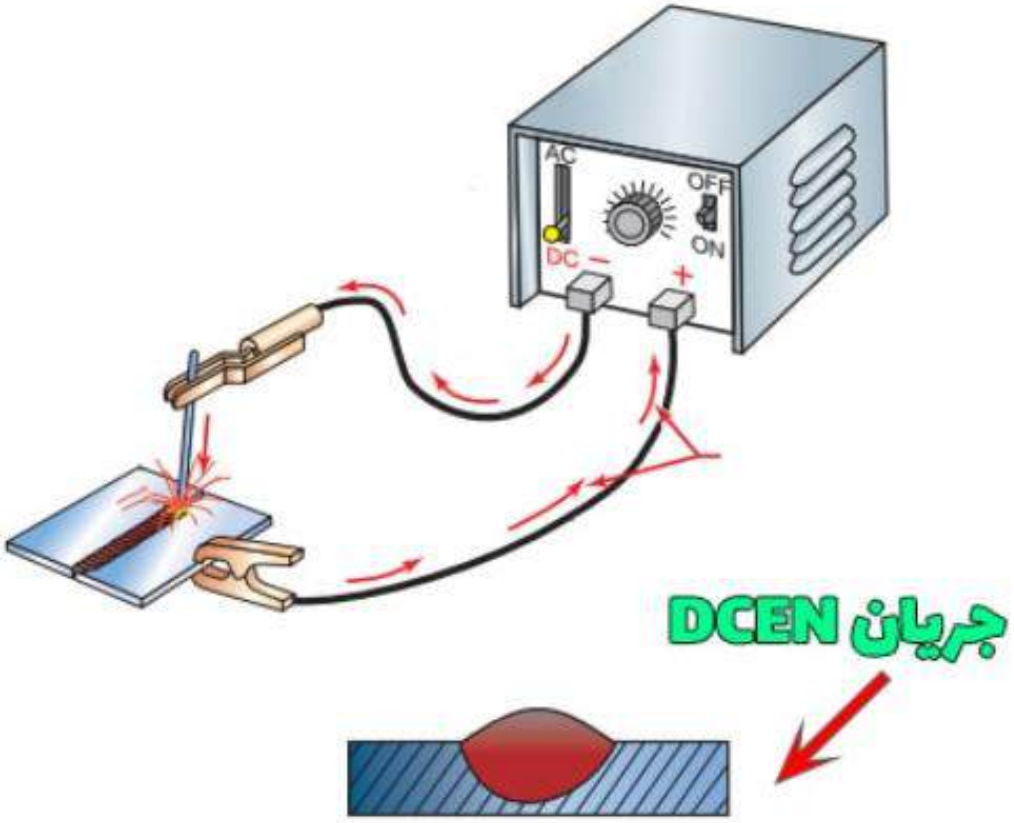
DCEP

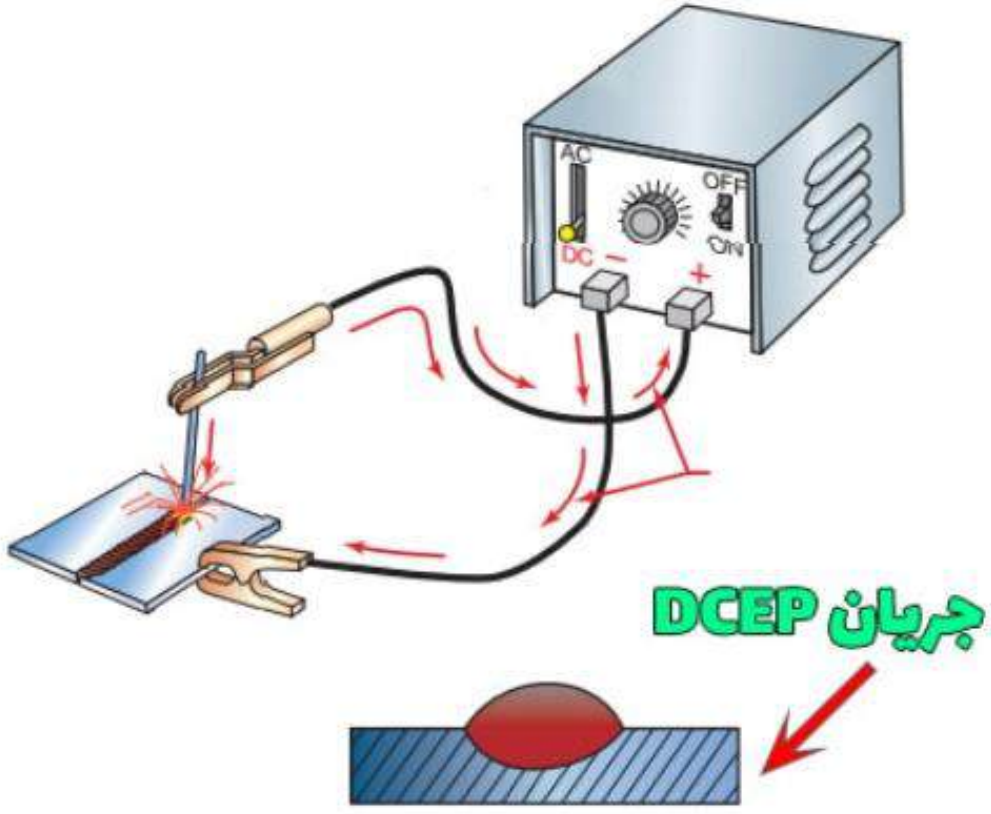


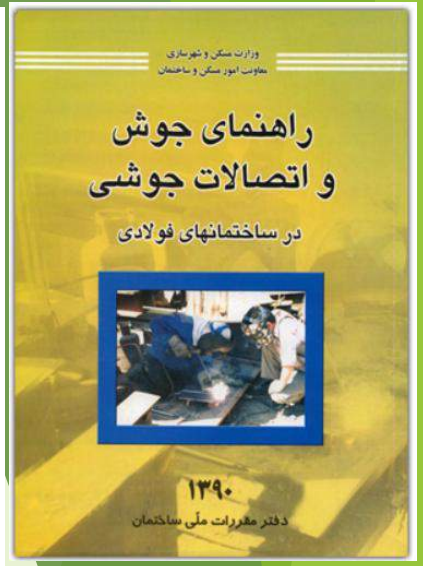
۷۰ درصد حرارت در الکترود

۳۰ درصد حرارت در قطعه

مقایسه بین جریان DCEP و DCEN

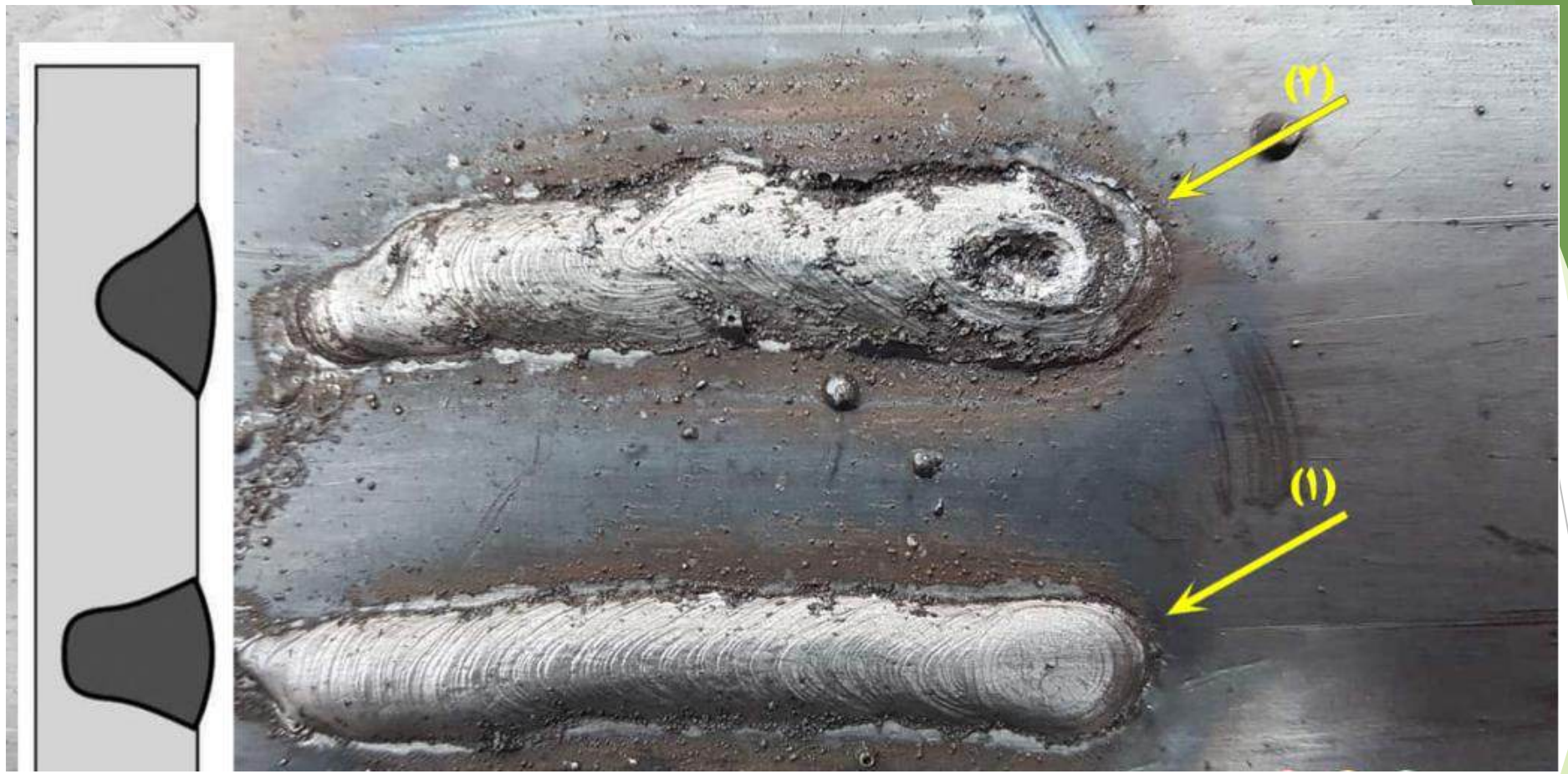






نکته:

در جوشکاری با جریان DCEPیا DCRP مطابق شکل بالا نفوذ کمتری در فلز پایه ایجاد می شود که برای جوشکاری قطعات نازک و همچنین جوشکاری پاس ریشه و در جوشکاری لوله مناسب تر است. اما این موضوع همیشه صادق نیست و به نوع الکترود و روکش آن نیز بستگی دارد.



در شکل فوق جوشکاری با استفاده از جوشکاری قوسی با الکترود دستی SMAWبا الکترود E6012با دو جریان DCEPو DCENانجام شده است. در حالت (۱) از جریان DCENو در حالت (۲) از جریان DCEPاستفاده شده است و قابل ملاحضه است که در حالت (۱) جوشکاری با نفوذ بیشتری انجام شده است.

در جدول(۴-۳) شماره و مشخصات فنی بعضی از الکترودهای روپوش‌دار از نظر نوع پوشش، وضعیت جوشکاری و نوع جریان مورد استفاده در جوشکاری با این الکترودها آنها آورده شده است.

جدول(۴-۳) مشخصات فنی الکترودهای روپوش‌دار از نظر نوع پوشش، وضعیت جوشکاری و نوع جریان آنها

الکترود	نوع روکش	وضعیت جوشکاری	نوع جریان
E 6010	سلولزی سدیم بالا	F , V, OH, H	DCEP
E 6011	سلولزی پتاسیم بالا	F, V, OH, H	AC یا DCEP
E 6012	اکسید تیتانیومی سدیم بالا	F, V, OH, H	AC یا DCEN
E 6013	اکسید تیتانیومی پتاسیم بالا	F, V, OH, H	AC یا DCEP یا DCEN
E 6019	اکسید تیتانیومی پتاسیم دار با اکسید آهن	F, V, OH, H	AC یا DCEP یا DCEN
E 6020	اکسید آهن زیاد	H-FILLET , F	AC یا DCEN AC یا DCEN یا DCEP
E 6022 (۱)	اکسید آهن زیاد	F , H	AC یا DCEN
E 6027	اکسید آهن زیاد و پودر آهن	H-FILLET , F	AC یا DCEN AC یا DCEP یا DCEN
E 7014	پودر آهن و اکسید تیتانیوم	F, V, OH, H	AC یا DCEP یا DCEN
E 7015 (۲)	کم هیدروژن، سدیمی	F, V, OH, H	DCEP
E 7016 (۲)	کم هیدروژن، پتاسیمی	F, V, OH, H	AC یا DCEP
E 7018 (۲)	کم هیدروژن پتاسیمی و پودر آهن	F, V, OH, H	AC یا DCEP
E 7018M	کم هیدروژن و پودر آهن	F, V, OH, H	DCEP
E 7024 (۲)	پودر آهن و اکسید تیتانیوم	H-FILLET , F	AC یا DCEP یا DCEN
E 7027	اکسید آهن زیاد و پودر آهن	H-FILLET , F	AC یا DCEN AC یا DCEN یا DCEP
E 7028 (۱)	کم هیدروژن پتاسیومی و پودر آهن	H-FILLET , F	AC یا DCEP
E 7048 (۱)	کم هیدروژن پتاسیومی و پودر آهن	F , OH , H-V-DOWN	AC یا DCEP

✓ اثر قطبیت در نوع انتخاب الکترود

آمپر در جوشکاری چیست؟

آمپر در واقع واحد اندازه‌گیری میزان جریان الکتریکی است که از الکترود به قطعه کار منتقل می‌شود. هرچه آمپر بیشتر باشد، جریان الکتریکی قوی‌تر و حرارت تولید شده در محل جوش بیشتر خواهد بود. تنظیم آمپر به عوامل مختلفی مانند جنس فلز پایه , نوع پوشش الکترود , قطر و جریان الکترود , روش جوشکاری و همچنین موقعیت جوشکاری (افقی , عمودی و سقفی) بستگی دارد

۱. نوع فلز:

جنس فلز: هر فلز دارای نقطه ذوب، هدایت حرارتی و خواص متالورژیکی منحصر به فردی است. برای مثال، فولاد کربنی به آمپر کمتری نسبت به فولاد ضد زنگ نیاز دارد.

ضخامت فلز: هرچه ضخامت فلز بیشتر باشد، به آمپر بیشتری برای ذوب کامل و ایجاد نفوذ کافی نیاز است.

۲. نوع الکترود یا سیم جوش:

قطر الکترود یا سیم جوش مستقیماً بر میزان آمپر مورد نیاز تأثیر می‌گذارد. قطر بیشتر به آمپر بیشتری نیاز دارد.

پوشش الکترود: نوع پوشش الکترود (روتیلی، قلیایی، سلولزی و ...) بر محدوده آمپر کاری مؤثر است. هر پوشش، محدوده آمپر مشخصی را برای عملکرد بهینه توصیه می‌کند.

۳. روش جوشکاری:

MIG (Metal Inert Gas): در این روش، آمپر به عوامل مختلفی مانند نوع گاز محافظ، قطر سیم جوش و سرعت تغذیه سیم بستگی دارد.

۴. موقعیت جوشکاری:

موقعیت جوشکاری بر توزیع حرارت و نفوذ جوش تأثیر می‌گذارد. برای مثال، جوشکاری سقفی به دلیل نیروی جاذبه، نیاز به آمپر بیشتری دارد.

۵. سرعت جوشکاری:

افزایش سرعت جوشکاری به آمپر بیشتری نیاز دارد تا حرارت کافی برای ذوب فلز تأمین شود.

۶. ولتاژ منبع تغذیه:
ولتاژ نیز بر آمپر و خصوصیات قوس و نفوذ جوش تأثیر می‌گذارد. معمولاً با افزایش ولتاژ، عمق نفوذ جوش نیز افزایش می‌یابد.

چرا تنظیم آمپر مهم است؟
نفوذ جوش: آمپر کم باعث نفوذ ناکافی جوش و آمپر زیاد باعث سوختن فلز می‌شود.
آمپر ضعیف باعث میشود الکترود به قطعه کار بچسبد و اگر آمپر بسیار زیاد باشد دستگاه overheatشده و حرارت زیادی تولید میکند و در نتیجه جوش خراب شده و قطعه کار سوراخ میشود.
پایداری قوس: آمپر نامناسب باعث ناپایداری قوس و ایجاد جوش نامنظم می‌شود.
سرعت جوشکاری: با تنظیم آمپر مناسب، سرعت و بهره‌وری کلی جوشکاری افزایش می‌یابد.
کاهش میزان دود و پاشش افزایش کیفیت جوش و جلوگیری از ترک خوردن یا سوراخ شدن کاهش مصرف انرژی و بهینه سازی مصرف برق نحوه تنظیم آمپر مناسب جوشکاری چگونه است؟
مراجعه به جدول راهنما: اکثر تولیدکنندگان الکترود، جدولی از آمپر مناسب برای هر نوع الکترود و ضخامت فلز ارائه می‌دهند.
آزمایش و خطا: با شروع از آمپر پایین و افزایش تدریجی آن، بهترین تنظیم را پیدا کنید.
مشاهده با دقت حوضچه جوش: اگر حوضچه جوش بسیار نازک و سطحی است، آمپر را افزایش دهید. اگر حوضچه جوش بیش از حد عمق دارد و فلز پایه سوراخ می‌شود، آمپر را کاهش دهید.

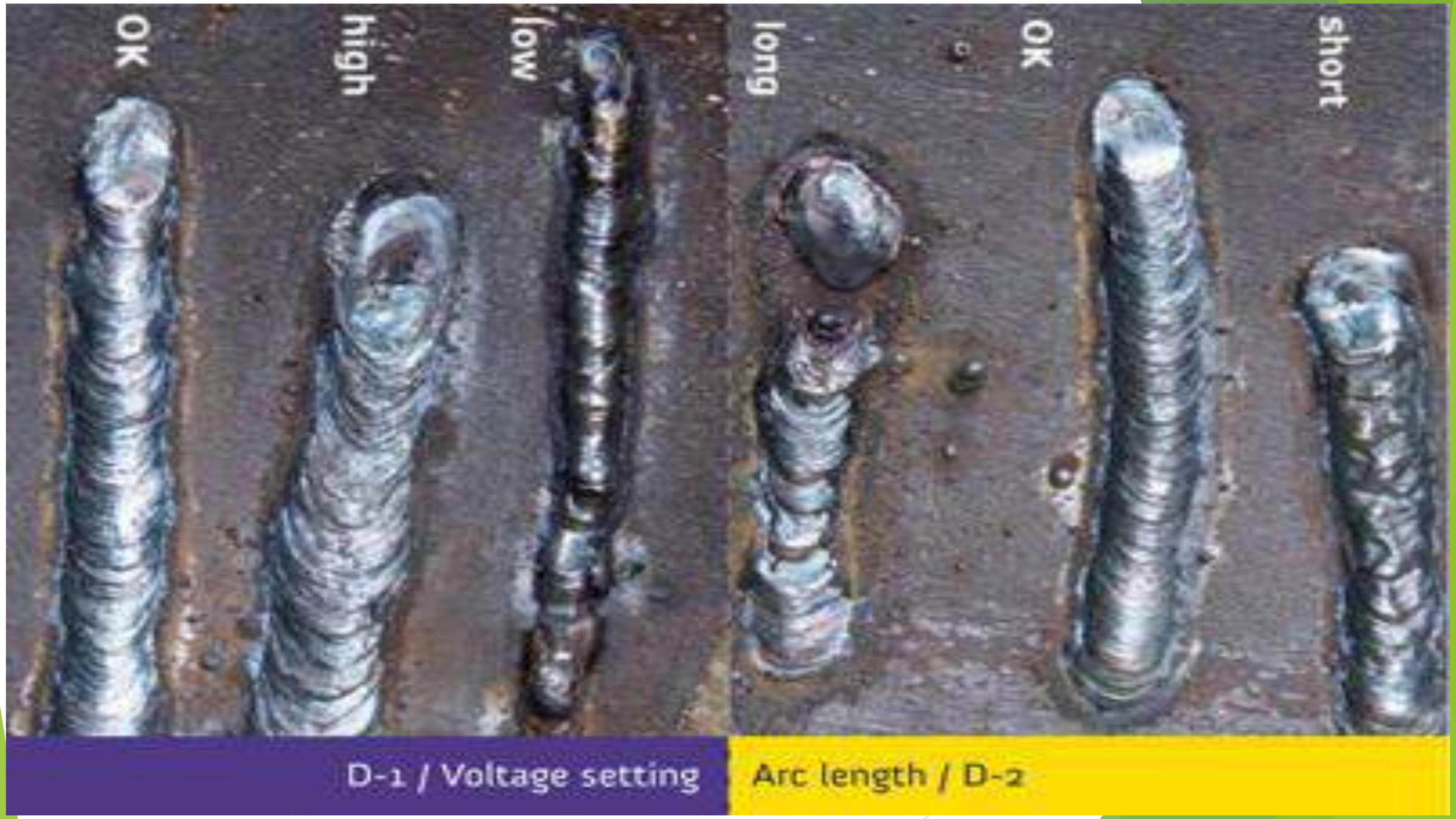
فرمول تقریبی جریان آمپر کارگاهی؟
بر اساس ضریبی از قطر مفتول الکترود:
۳۵ تا ۴۵

معنی و مفهوم علائم و حروف در جدول ۴-۳		
F: تخت	H: افقی	H Fillet: افقی گوشه
V- Down: عمودی سرازیر	V: عمودی	OH: بالاسری
AC: جریان متناوب	DCEP: جریان مستقیم الکترود مثبت	DCEN: جریان مستقیم الکترود منفی
(۱): الکترود فقط برای جوشکاری تک پاسی مناسب است		
(۲): این الکترودها انعطاف‌پذیر، مقاوم در برابرضربه، رطوبت ونفوذ هیدروژن هستند		

هم چنین در جدول(۵-۳) محدود، شدت جریان برای الکترودها برحسب قطر هر الکترود آورده شده است

جدول(۵-۳) راهنمای انتخاب شدت جریان جوشکاری برحسب قطر هر الکترود

قطر (mm)	E 6010 E 6011	E 6012	E 6013	E 6019	E 6020	E 6022	E 6027 E 7010	E 7014	E 7015 E 7016	E 7018 M E 7018	E 7020 E 7028	E 7048
1.6	20-40	20-40	20-40	20-50	30-55	30-55	30-55	20-55	20-55	30-50	30-55	30-55
2	25-60	25-60	35-55	35-5	35-55	30-60	35-65	30-55	30-55	35-65	35-70	35-70
2.5	40-80	35-80	45-90	50-90	60-100	60-100	60-100	80-125	65-110	70-100	100-145	100-150
3.2	75-125	80-140	80-130	80-140	100-150	110-160	125-185	110-160	100-150	115-165	140-190	80-140
4	110-170	110-190	105-180	130-190	130-190	140-190	160-240	150-210	140-210	150-220	180-250	150-220
5	140-215	140-240	150-230	190-250	175-250	170-400	210-300	200-275	180-225	200-275	230-305	210-270
6	210-320	250-400	250-350	310-360	275-375	280-300	300-420	330-415	300-390	315-400	335-430	300-430
7	260-360	260-360	260-360	260-360	280-380	280-400	280-400	290-480	280-480	310-410	330-500	330-510
8	375-425	300-500	320-430	360-410	340-450	370-480	375-475	390-500	375-475	375-470	400-525	390-550


short
OK
long
low
high
OK
D-1 / Voltage setting
Arc length / D-2

۵-۵-فرایندهای جوشکاری

۵-۵-۱- فرایندهای پیش‌تایید شده

با استفاده از یکی از فرآیندهای جوشکاری زیر جوش شده باشند:

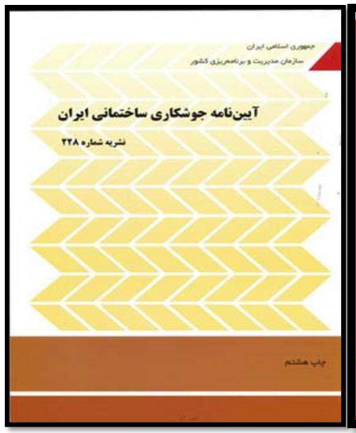
الف: جوشکاری قوس فلزی با الکترود پوشش‌دار

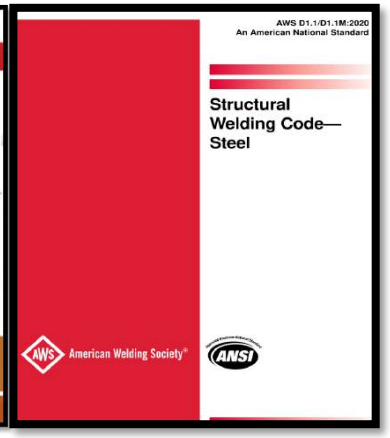
ب: جوشکاری قوسی زیرپودری

پ: جوشکاری قوس فلزی با گاز محافظ (به استثنای جوش‌های اتصال کوتاه[1])

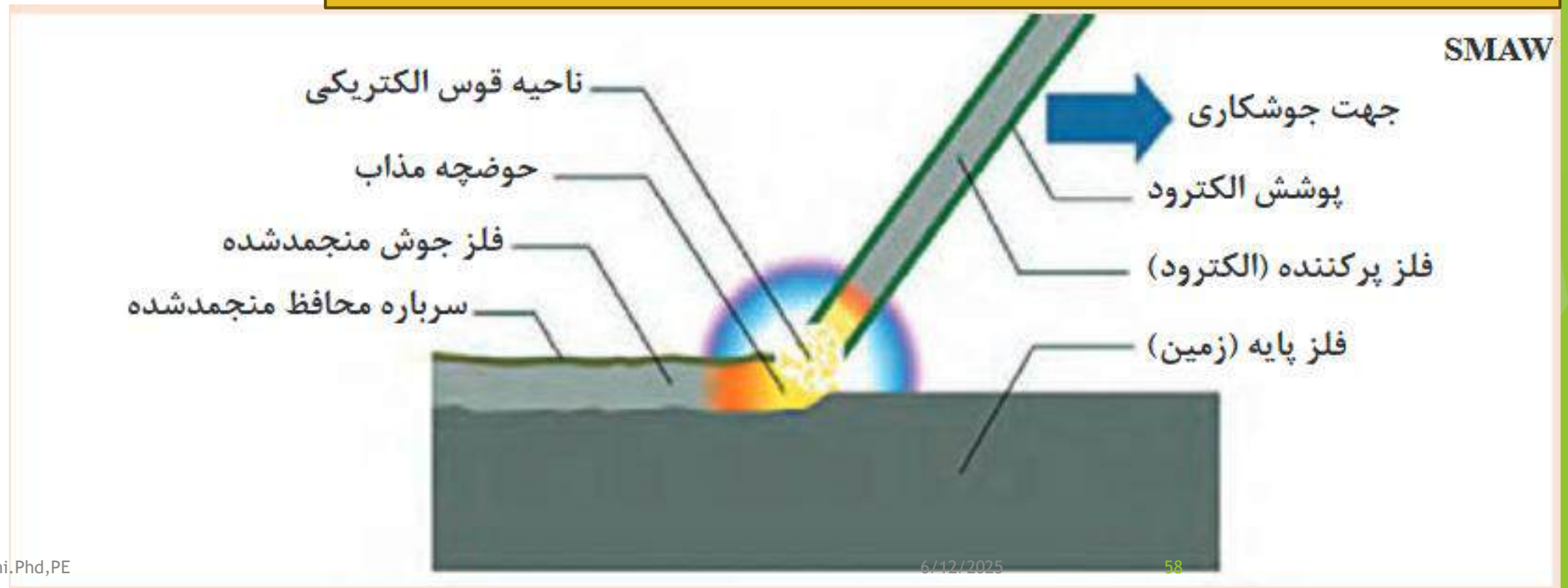
ت: جوشکاری قوسی با سیم توپودری

نشریه ۲۲۸—AWS-D.1.1-2020





الف)جوشکاری قوس فلزی با الکترود پوشش دار SMAW:SHELDED METAL ARC WELDING



ب) جوشکاری زیر پودری

SUBMERGED ARC WELD:S.A.W

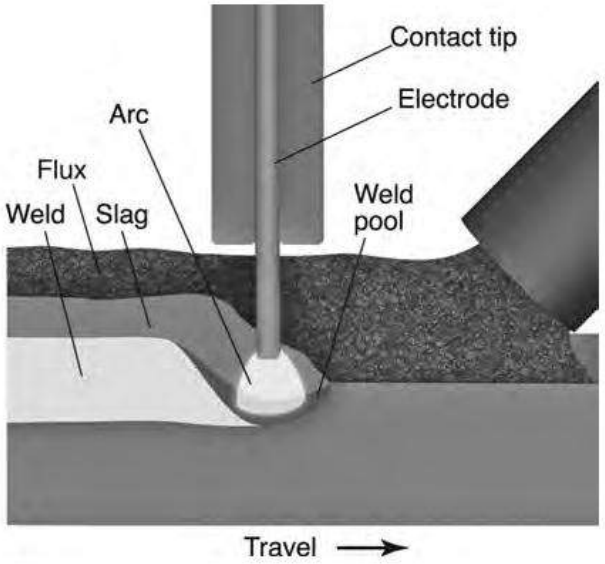
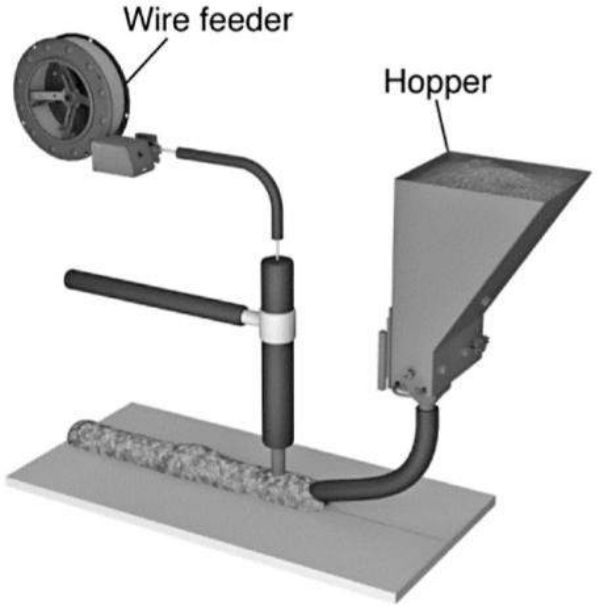


Fig. 2-16. SAW process.



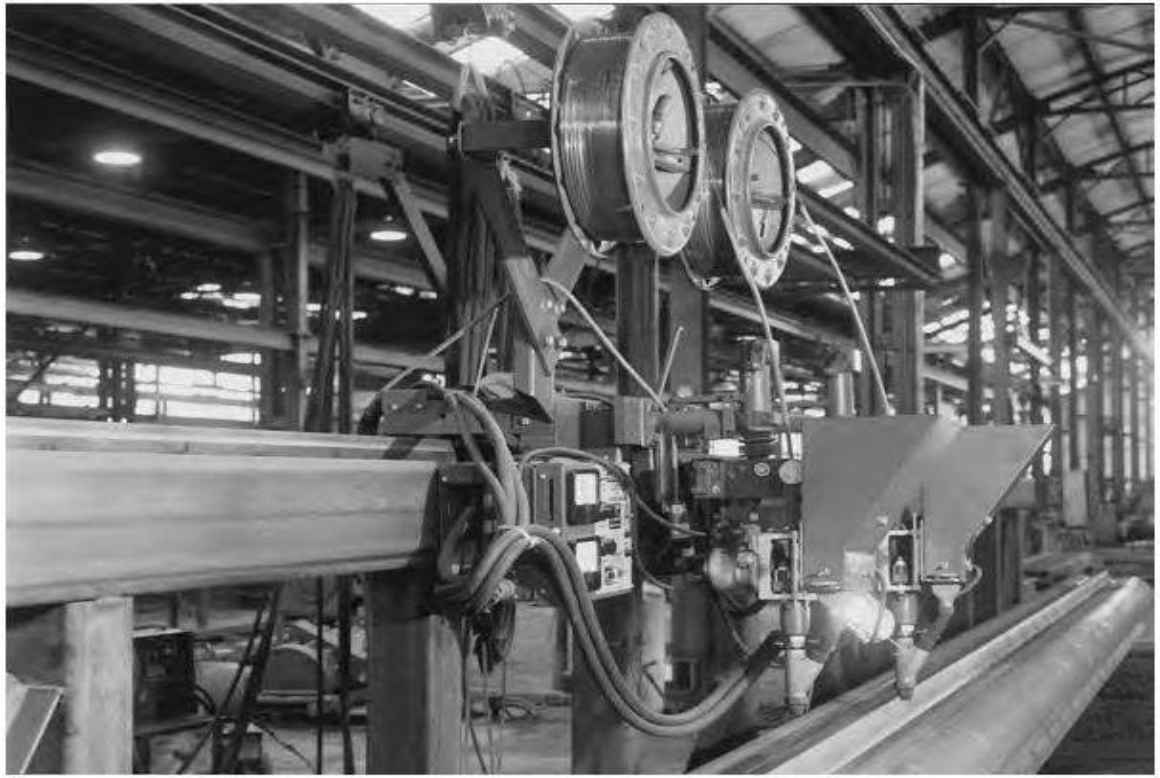
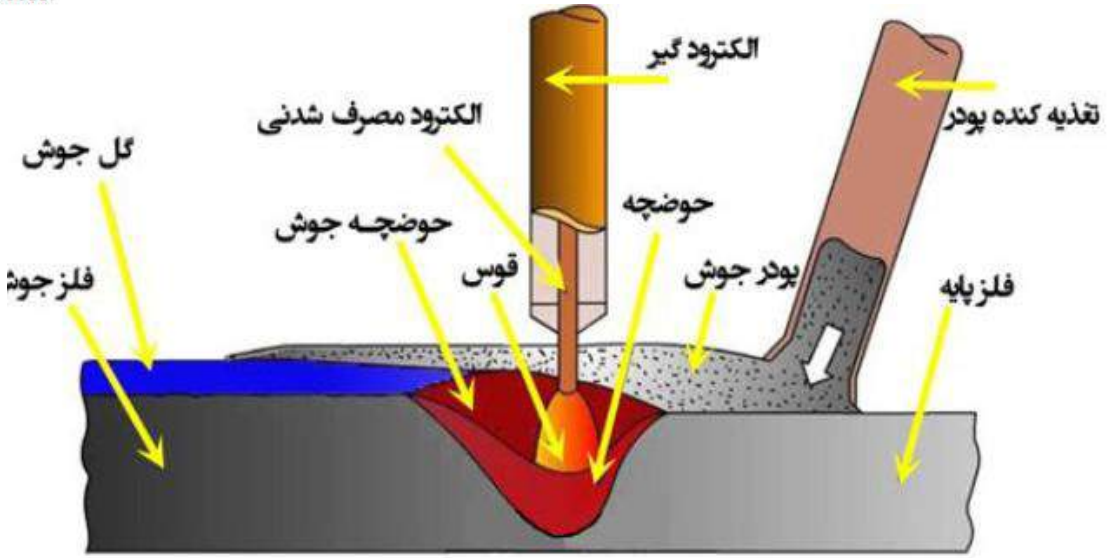
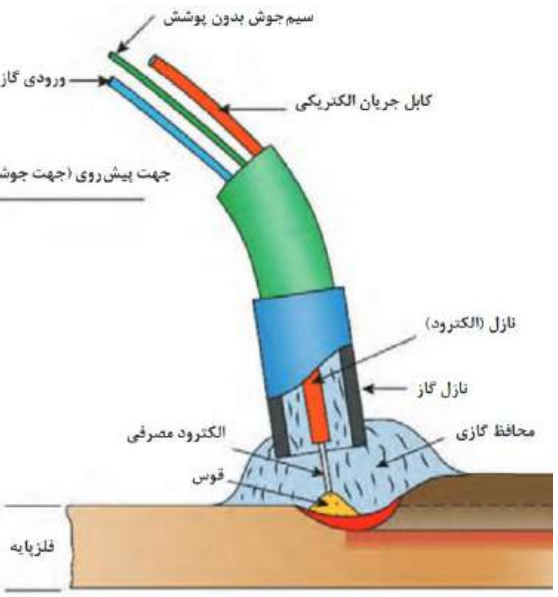


Fig. 2-17. Automatic SAW.



ج) جوشکاری با گاز محافظ

GMAW:GAS METAL ARC WELDING

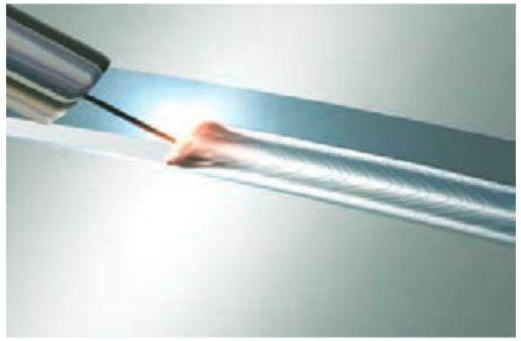


شکل ۲ـ شماتیک فرایند GMAW

FULL NAME	مطابق استاندارد امریکایی	مطابق استاندارد اروپایی	مطابق ISO 4063 EN 24063
Metal Inert Gas	GMAW	MIG	131
Metal Active Gas	GMAW	MAG	135

MIG: از گازهای خنثی مانند آرگون و هلیوم و ترکیبی از آنها برای محافظت از حوضچه استفاده می‌شود.

MAG: از گازهای فعال مانند گاز کربنیک یاترکیبی از گازهای فعال و خنثی، برای محافظت از حوضچه استفاده می‌شود. به دلیل استفاده از گاز کربنیک در محافظت از حوضچه، این روش به نام جوشکاری CO_2 نیز شناخته می‌شود.



شکل ۴ـ قابلیت مشاهده حوضچه مذاب در فرایند GMAW

شکل ۵ـ کلاف سیم جوش در جوشکاری GMAW

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.

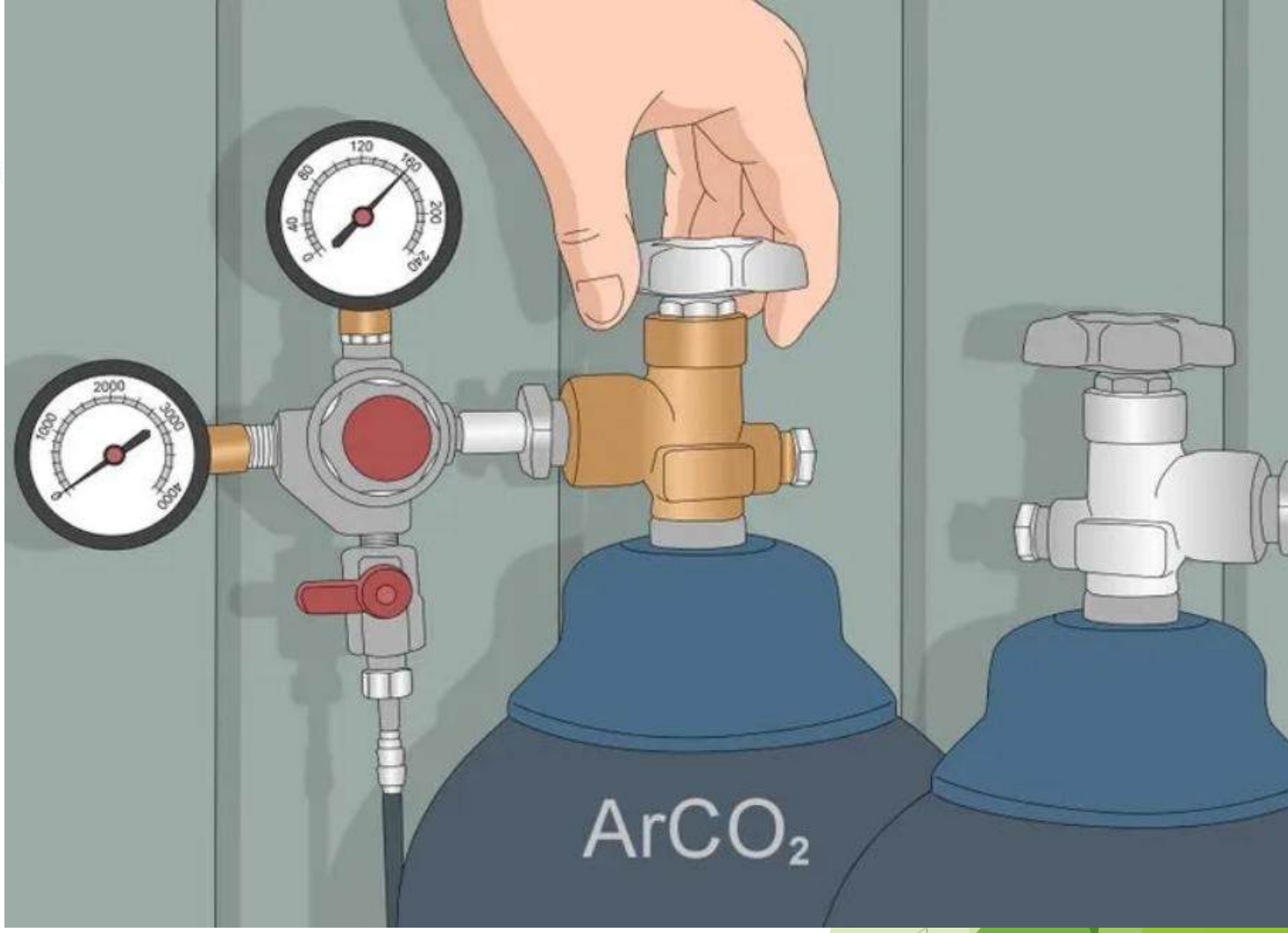
پ) جوشکاری تحت حفاظت گاز نباید در معرض باد با سرعت بیش از 5 کیلومتر بر ساعت انجام پذیرد.

نامگذاری سیم جوش‌های مصرفی در فرایند GMAW طبق استاندارد AWS

AWS ER XX S - X

1 2 3 4 5

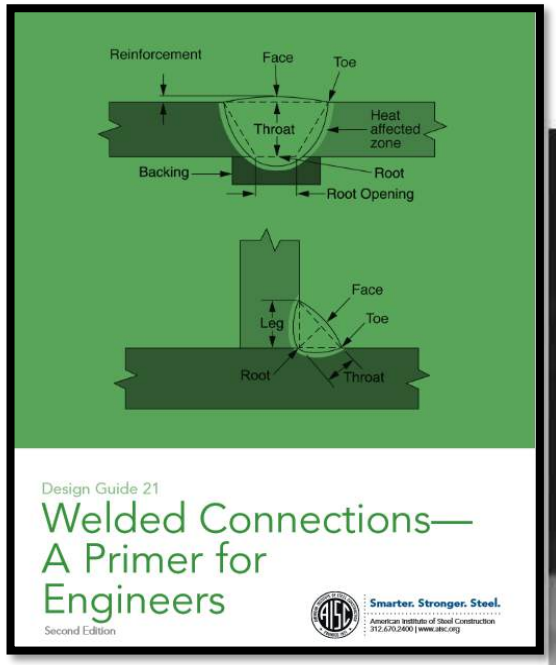
۱	AWS: انجمن جوشکاری آمریکا (American Welding Society)
۲	E: الکترود: (Electrode) و R: سیم جوش (Rod)
۳	XX: مقدار استحکام کششی برحسب ksi[1]
۴	S: بیانگر توپر بودن سیم جوش است. (Solid)
۵	X : بیانگر خواص مکانیکی و شیمیایی سیم جوش است.



جدول ۵-۶- گاز محافظ‌های پیش تایید شده برای فرایند GMAW مطابق AWS A5.18

الکترود	گاز محافظ	ترکیبات
ER70S-X به جز ER70S-G و E70C-X (الکترود مغز فلزی)	ترکیب Ar/CO_2	Ar 75-90%/CO_2 10-25%
	ترکیب Ar/O_2	Ar 95-98%/O_2 2-5%
	100% CO_2	100% CO_2

تاثیر میزان گازهای خنثی و CO2 در کیفیت جوش و نفوذ جوش



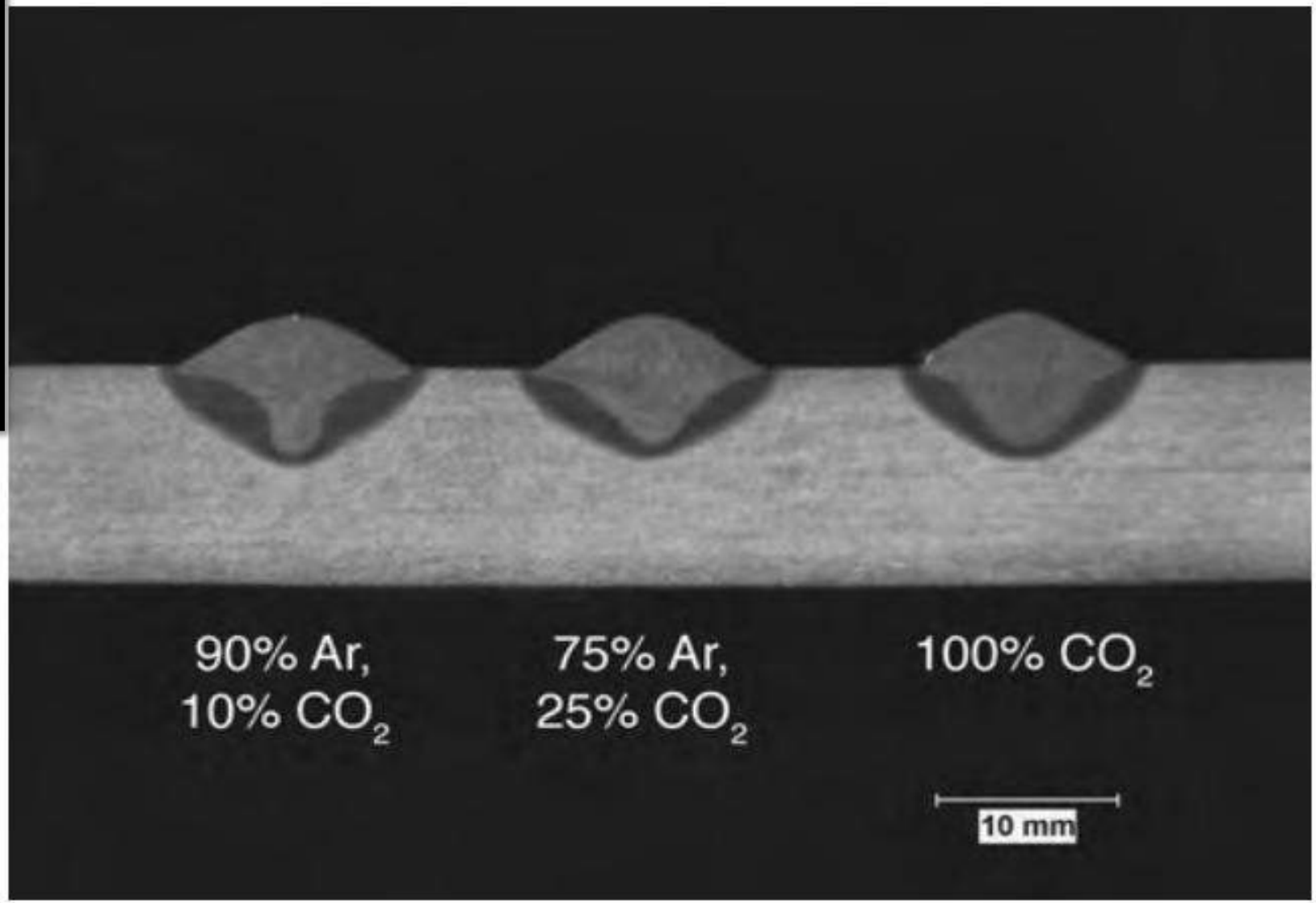
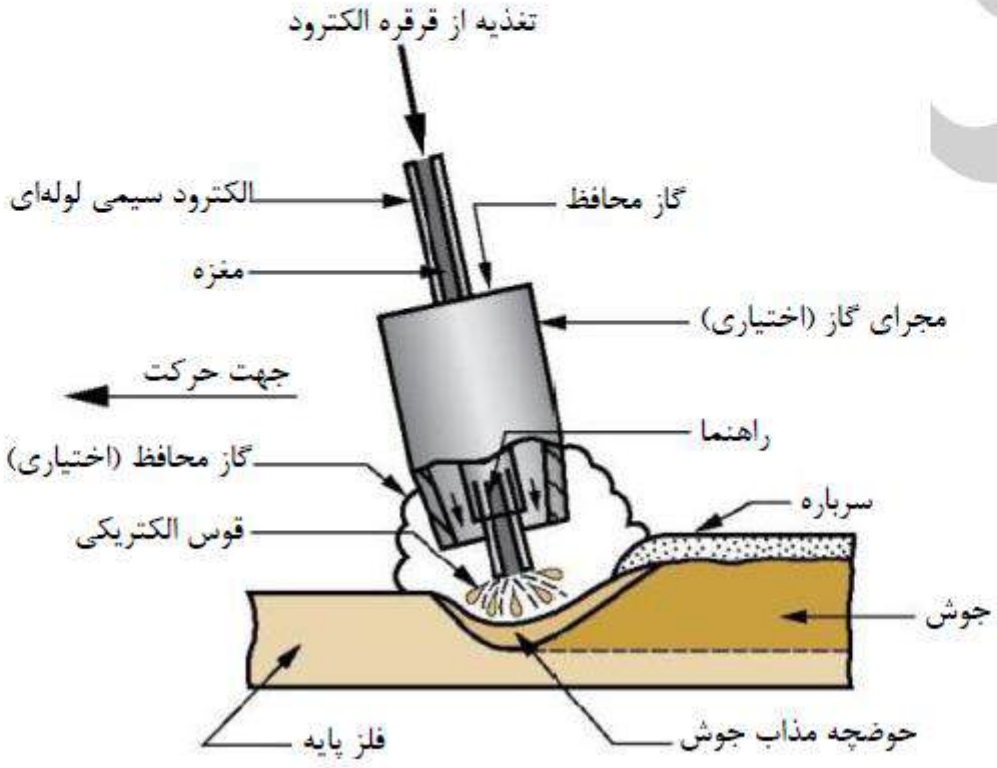


Fig. 2-26. Effect of shielding gas on penetration profiles.

۱۲-٤- جوشکاری قوسی با سیم توپودری (FCAW)[1]

FLUX-CORED ARC WELDING

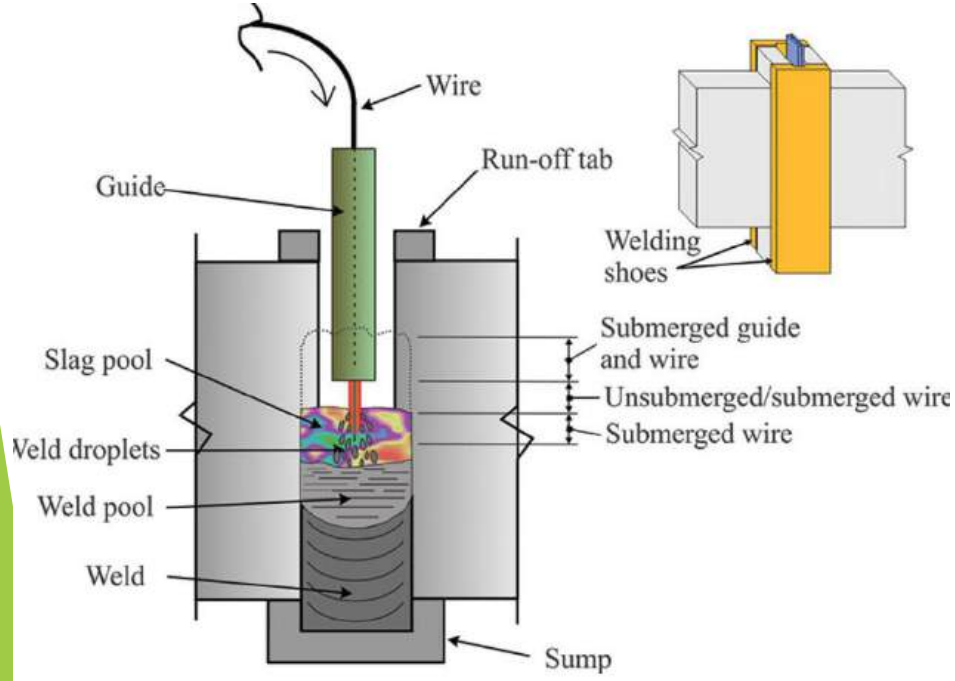
این روش جوشکاری شبیه جوشکاری به روش تحت حفاظت گاز است، با این تفاوت که الکترود پیوسته فلزی آن لوله‌ای شکل بوده، مواد حفاظتی را در داخل خود دارا می‌باشد. این ماده همان نقشی را به عهده دارد که پوشش در روش جوشکاری قوس فلزی با الکترود پوشش‌دار و یا پودر در روش جوشکاری قوسی زیرپودری به عهده دارد. در مورد مفتول‌های قرقره‌پیچ، حفظ پوشش برروی سیم امکان ندارد. بدین منظور سپر گازی به وسیله گاز CO_2 انجام می‌گیرد.

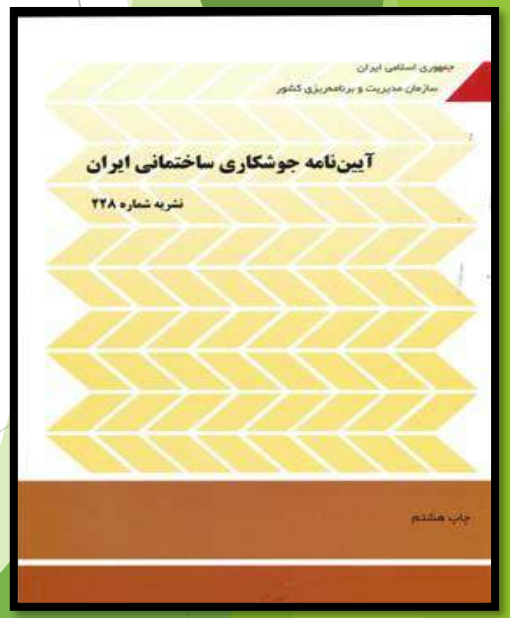


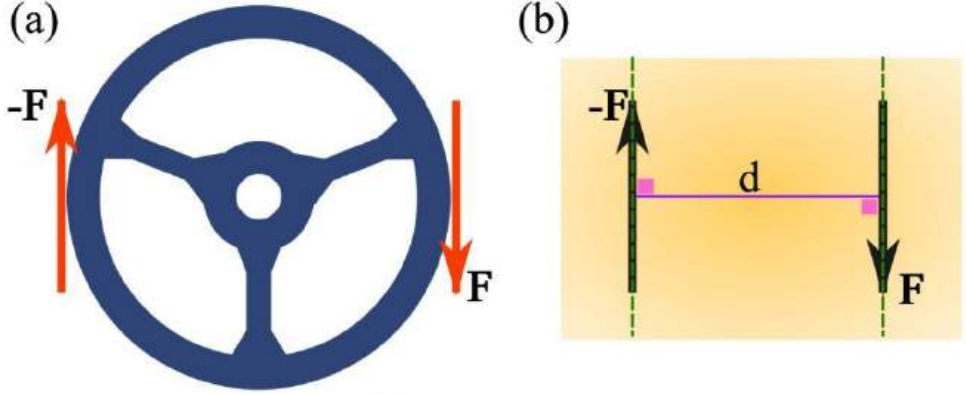
شکل ۱۲-۵

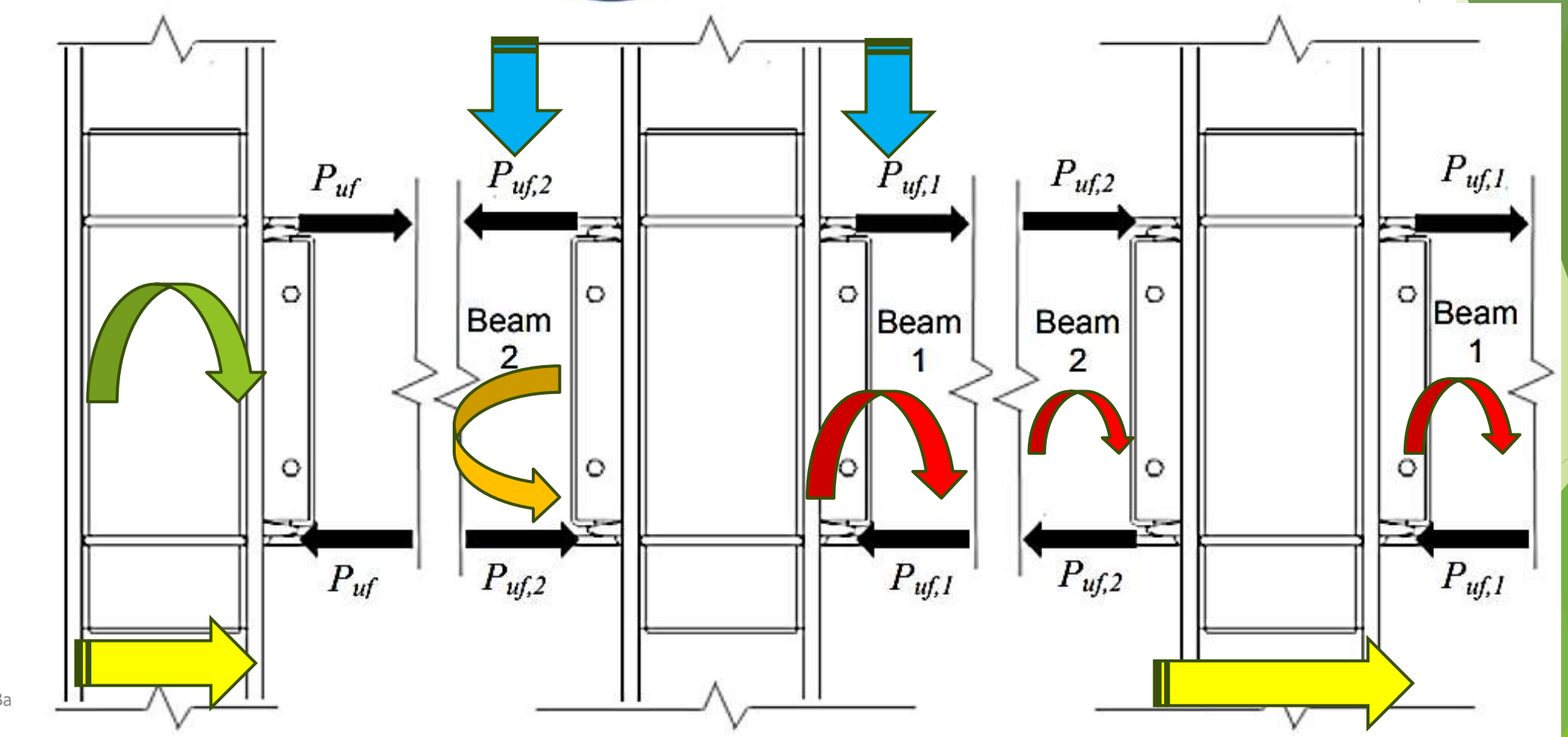
فرایند جوشکاری الکترواسلگ

فرایند جوشکاری سرباره الکتریکی یا الکترواسلگ (Electroslag welding)و به اختصار ESW، به عنوان روشی جهت اتصال مقاطع خیلی ضخیم (بالای ۱۵ میلی متر) در موقعیت عمود یا نزدیک به عمود به صورت جوش سر بالا شناخته می شود. این روش، جوشکاری مقاطع غیر قابل دسترسی که با فرایندهای جوشکاری قوسی معمولی امکان جوشکاری آن غیر ممکن و یا به سختی امکان پذیر است را فراهم می نماید. در تقسیم بندی فرایندهای جوشکاری، این روش جزء فرایندهای جوشکاری ذوبی محسوب می گردد.



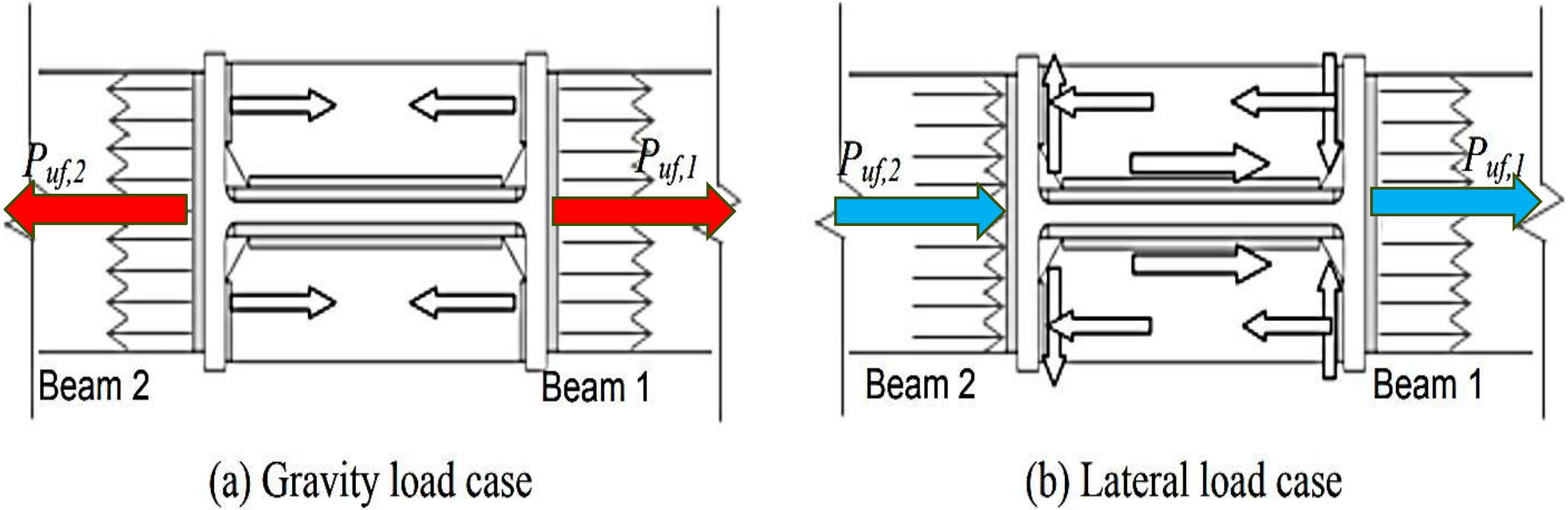






(a) Exterior load case (b) Gravity load case (c) Lateral load case

Ba



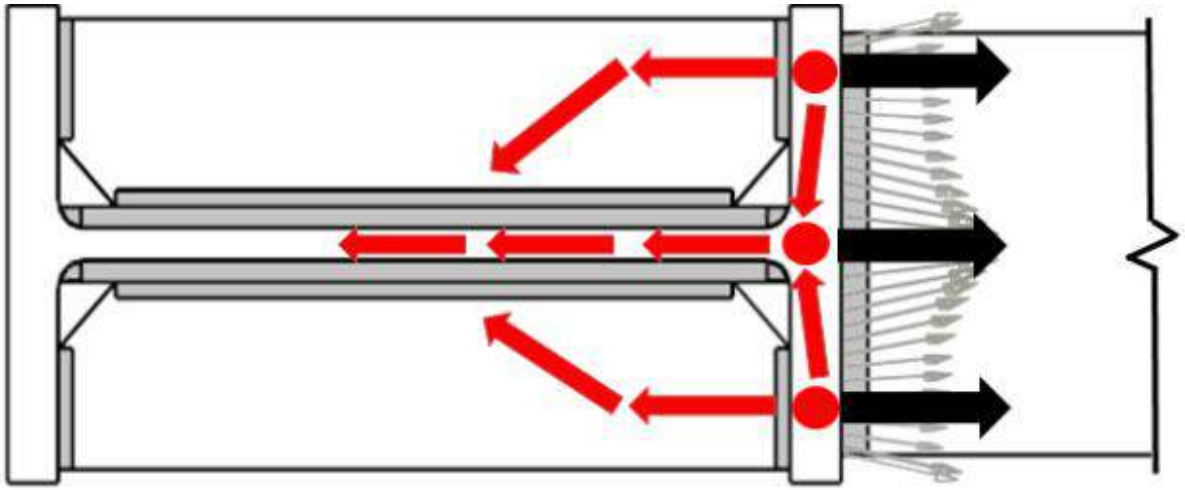
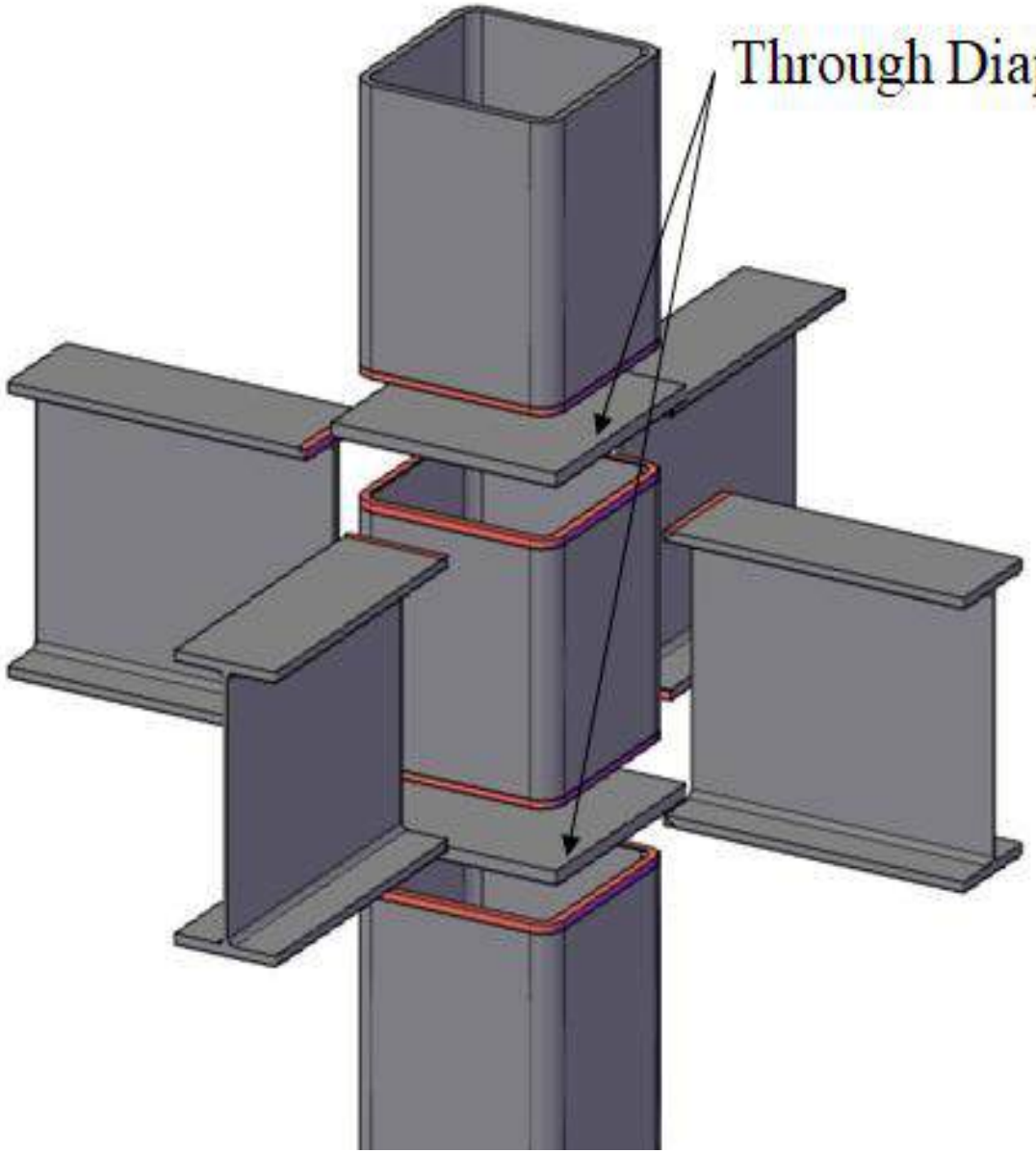
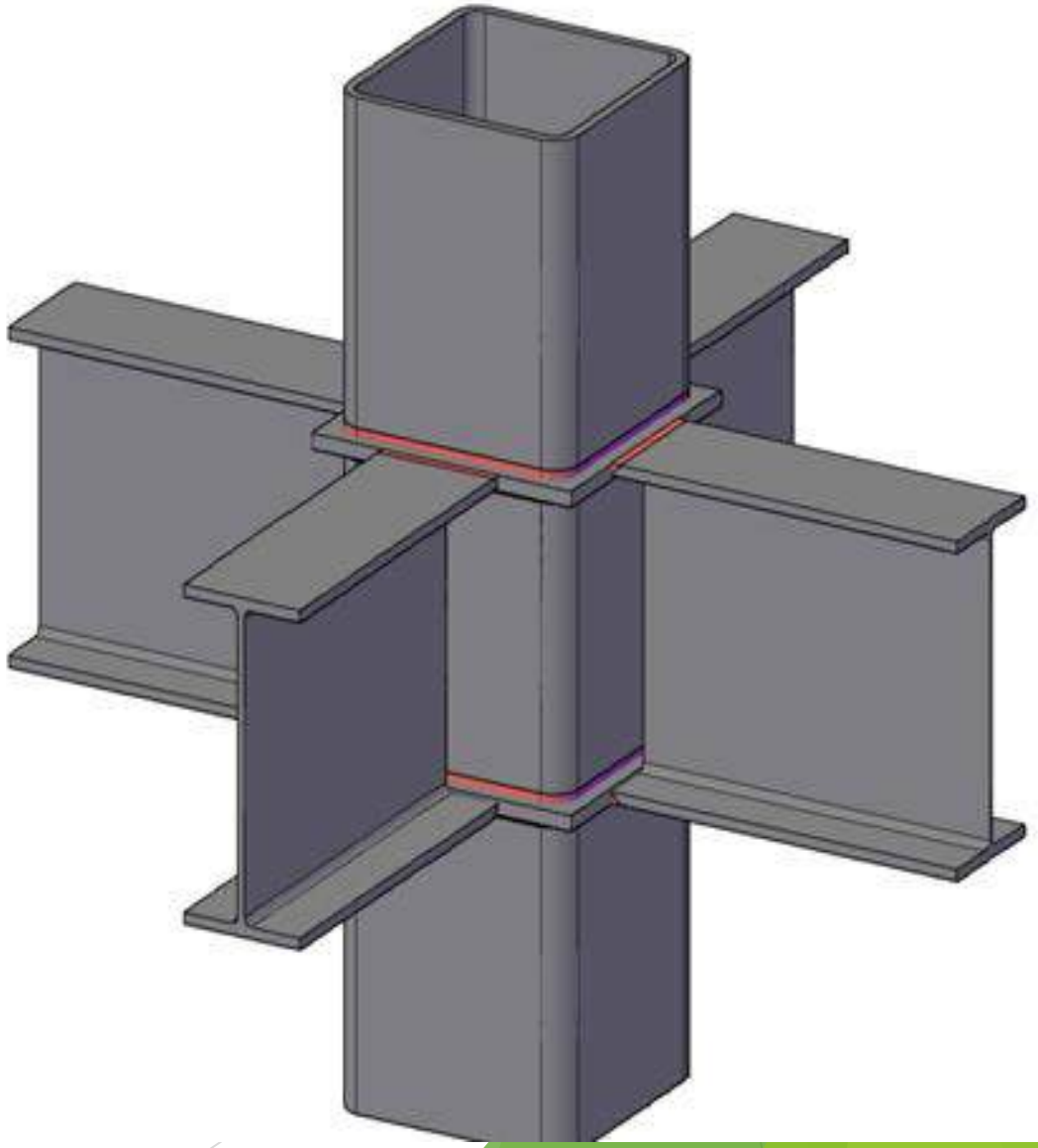
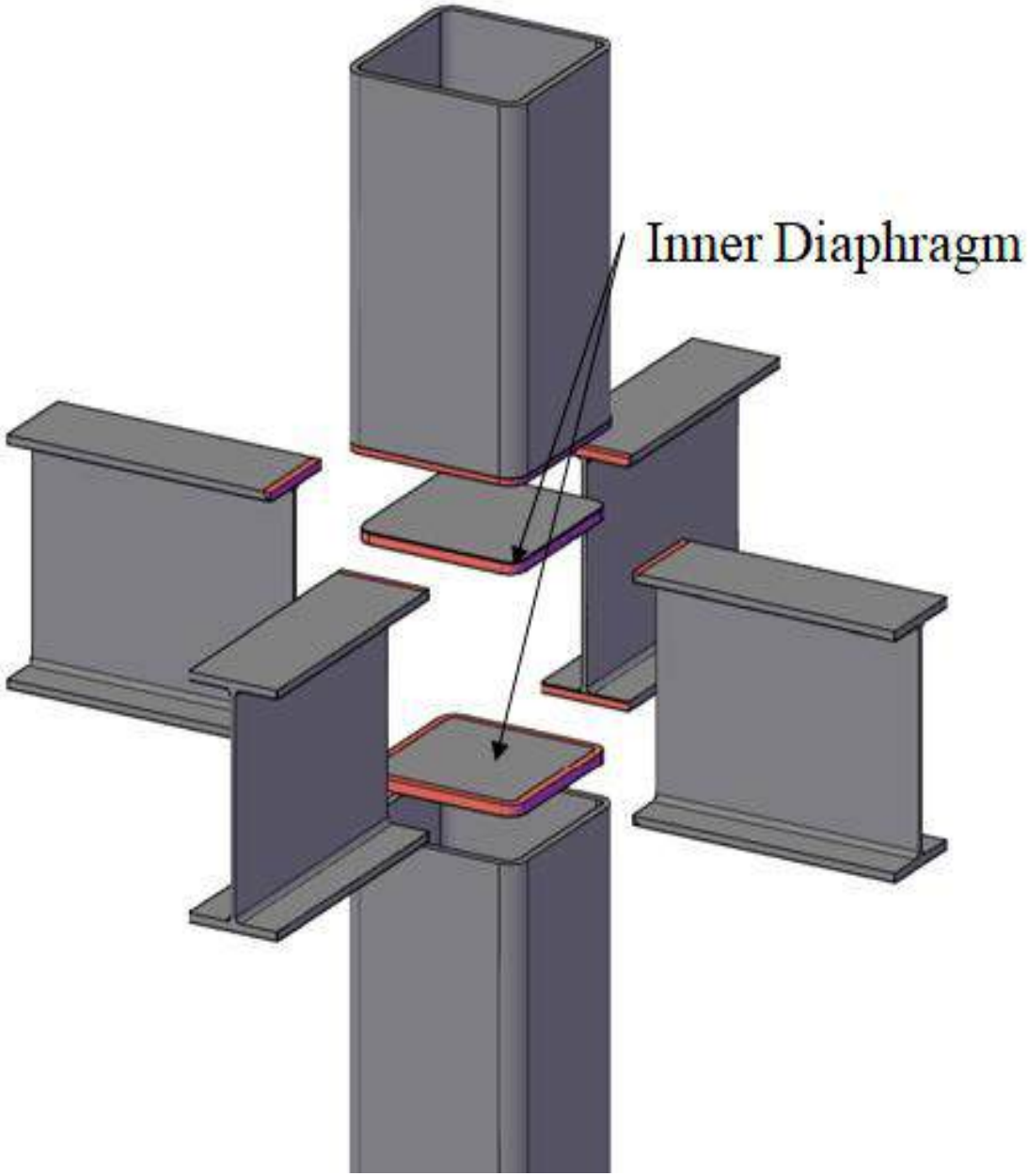


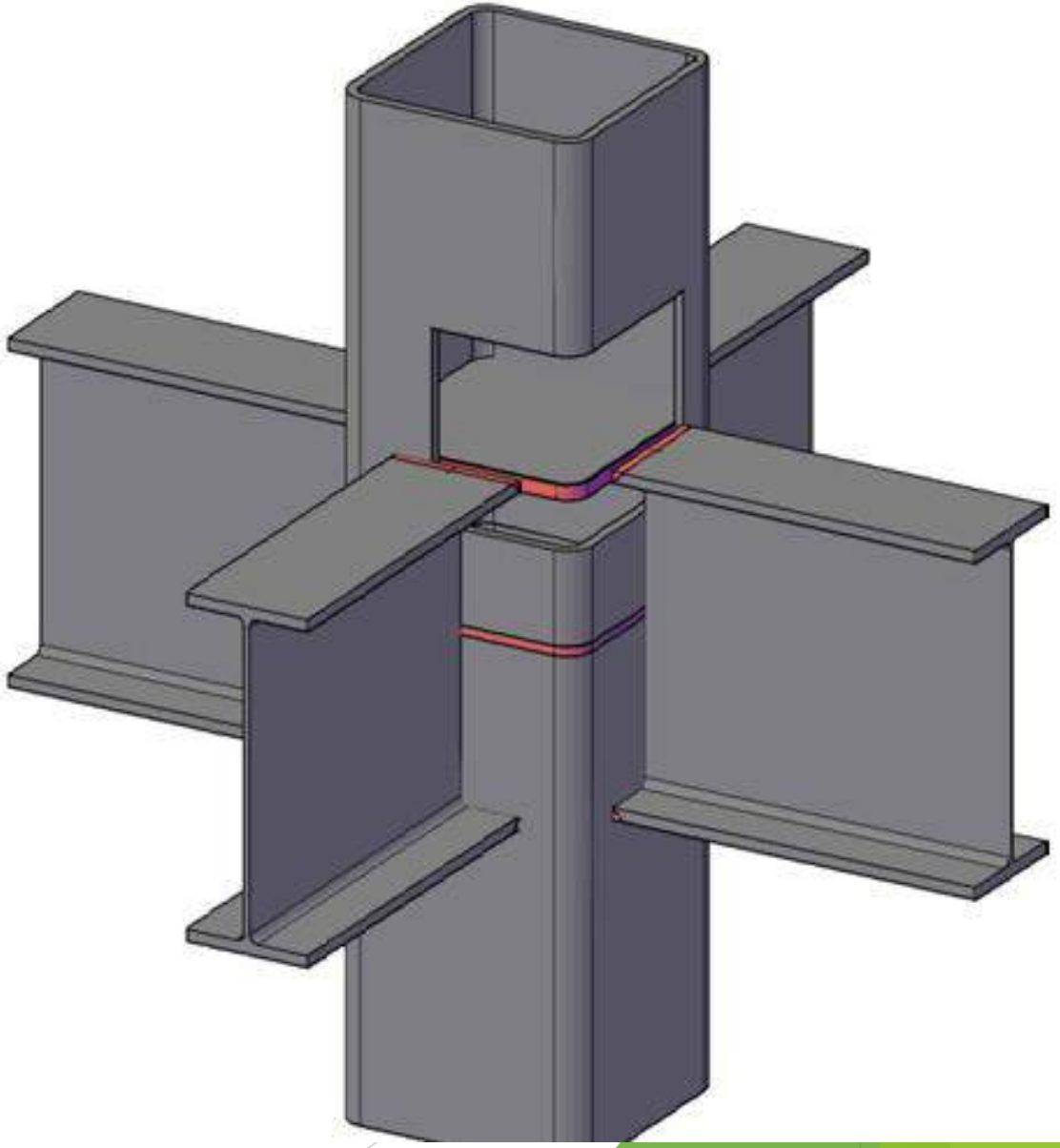
Figure 28 Force Flow of Beam Flange Force to Column

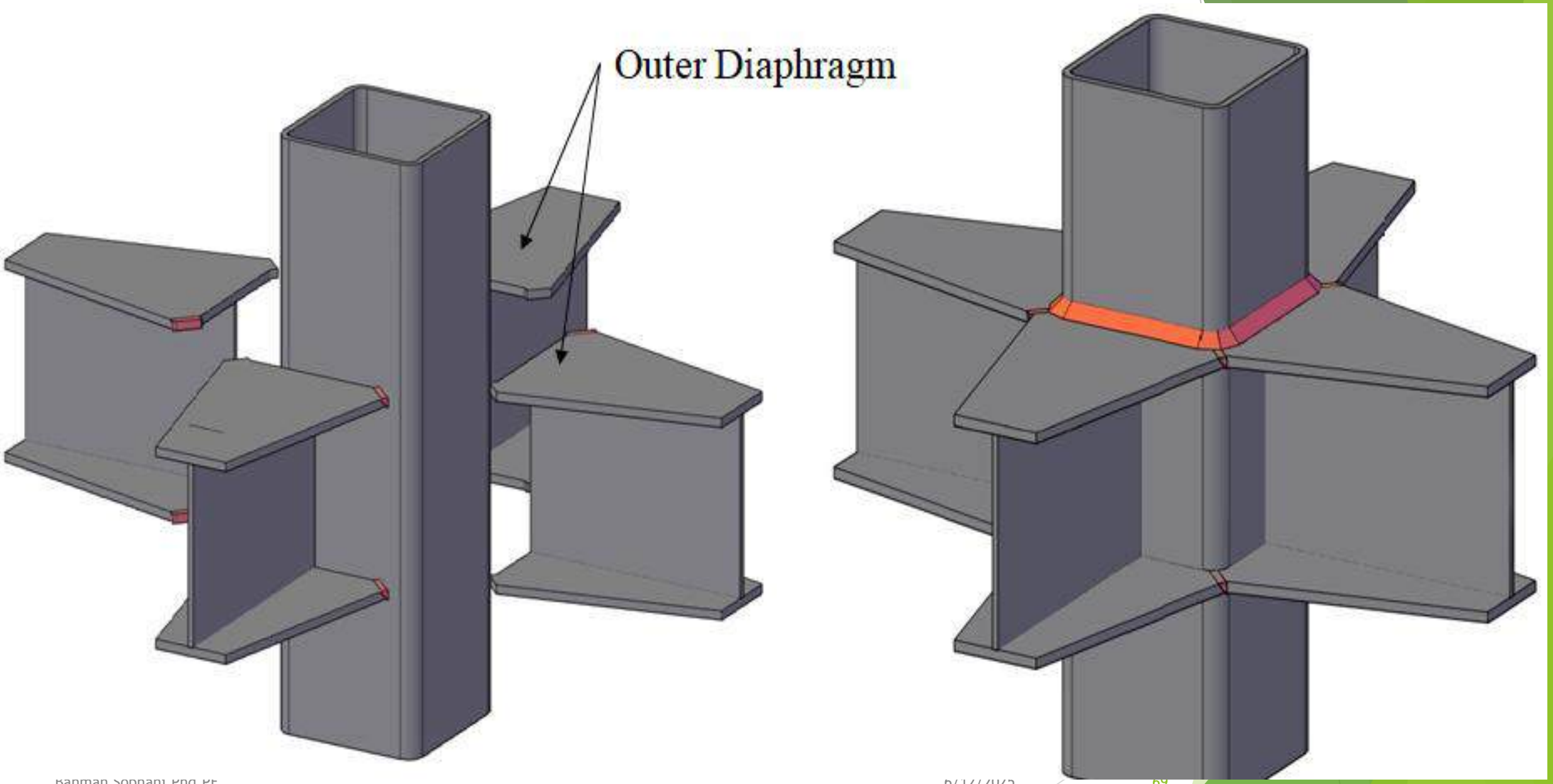
انواع دیافراگم در ستون های باکس






Inner Diaphragm




Outer Diaphragm

✓ روش ساخت باکس به روش ضلع چهارم

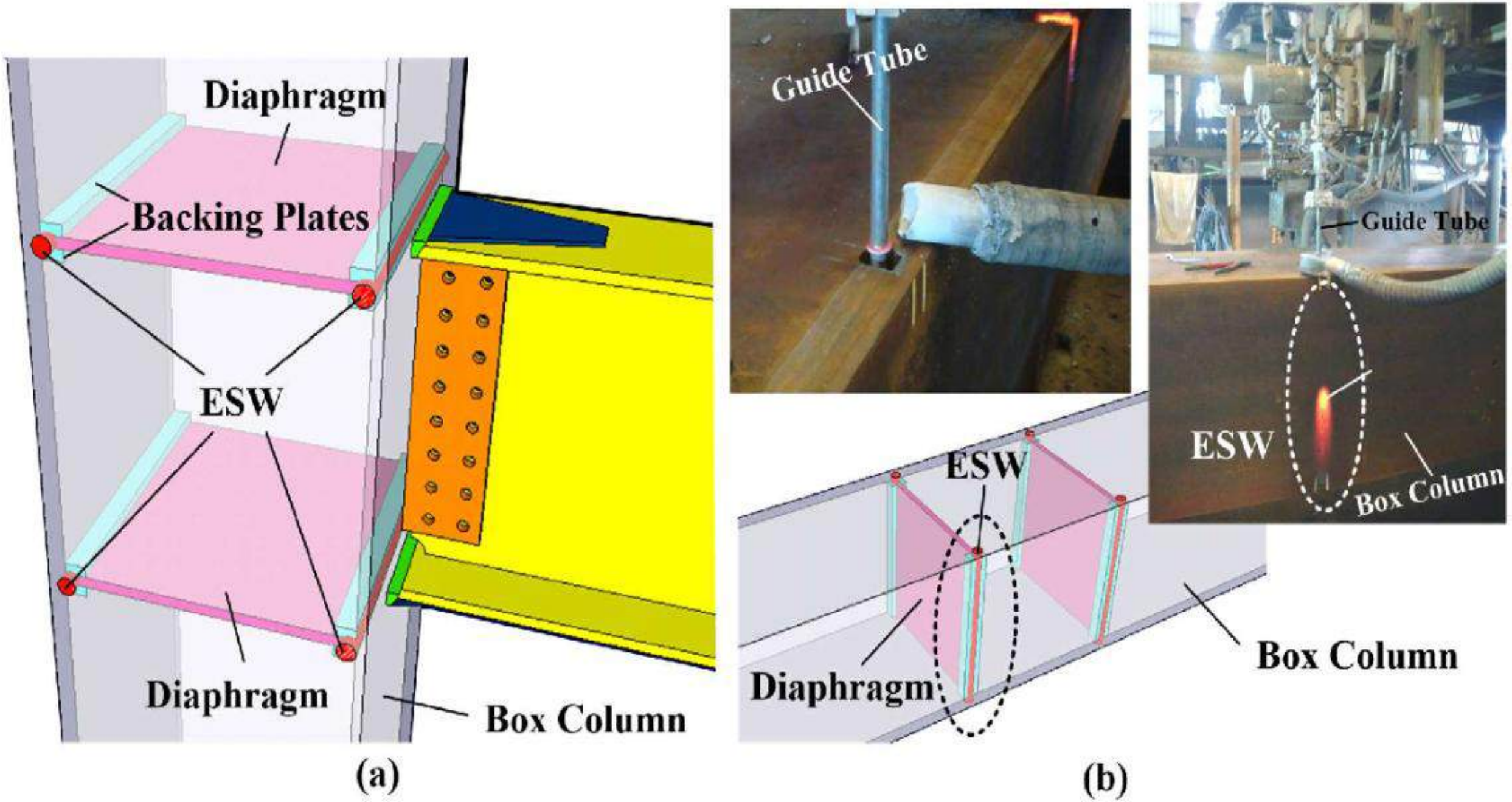


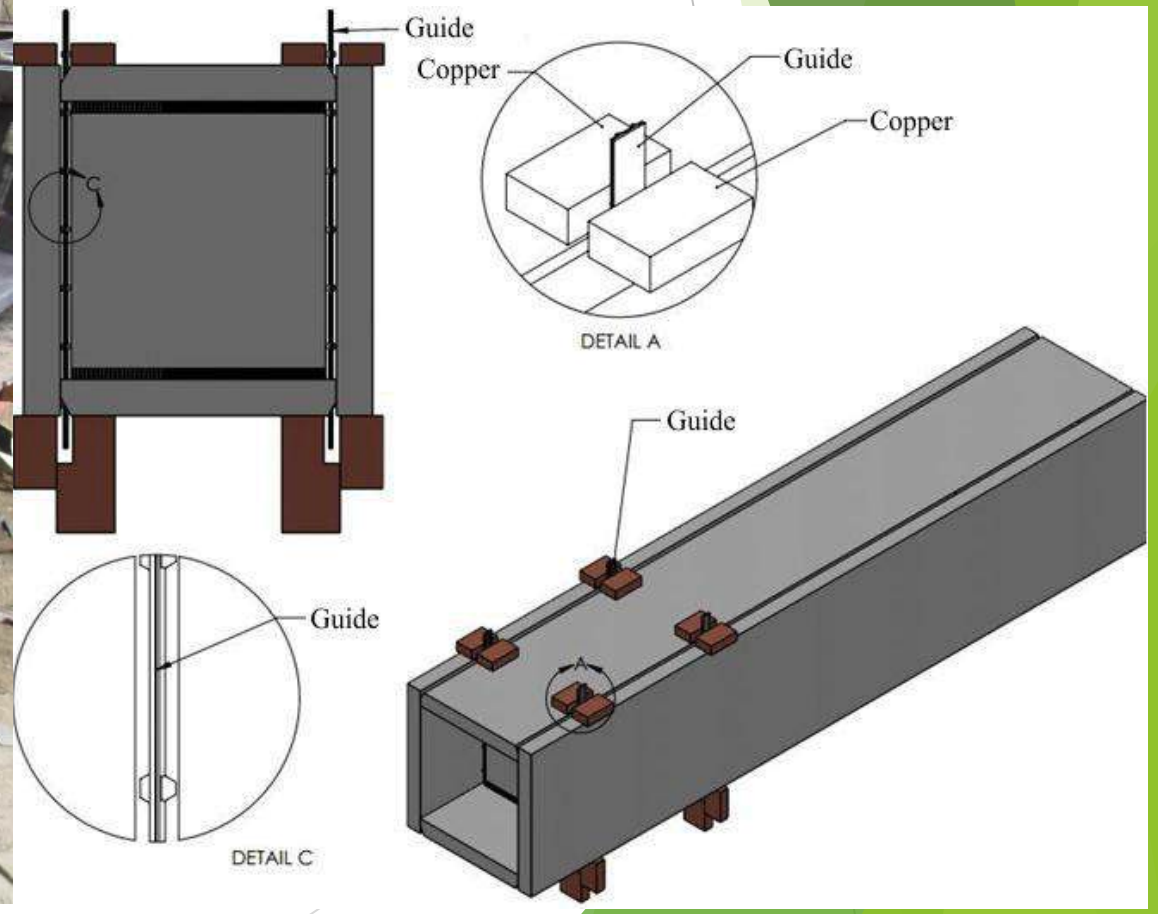
Figure 1. (a) Schematics of the steel beam-to-box column connection and (b) the electro-slag

عیب های جوش کاری الکترو اسلگ

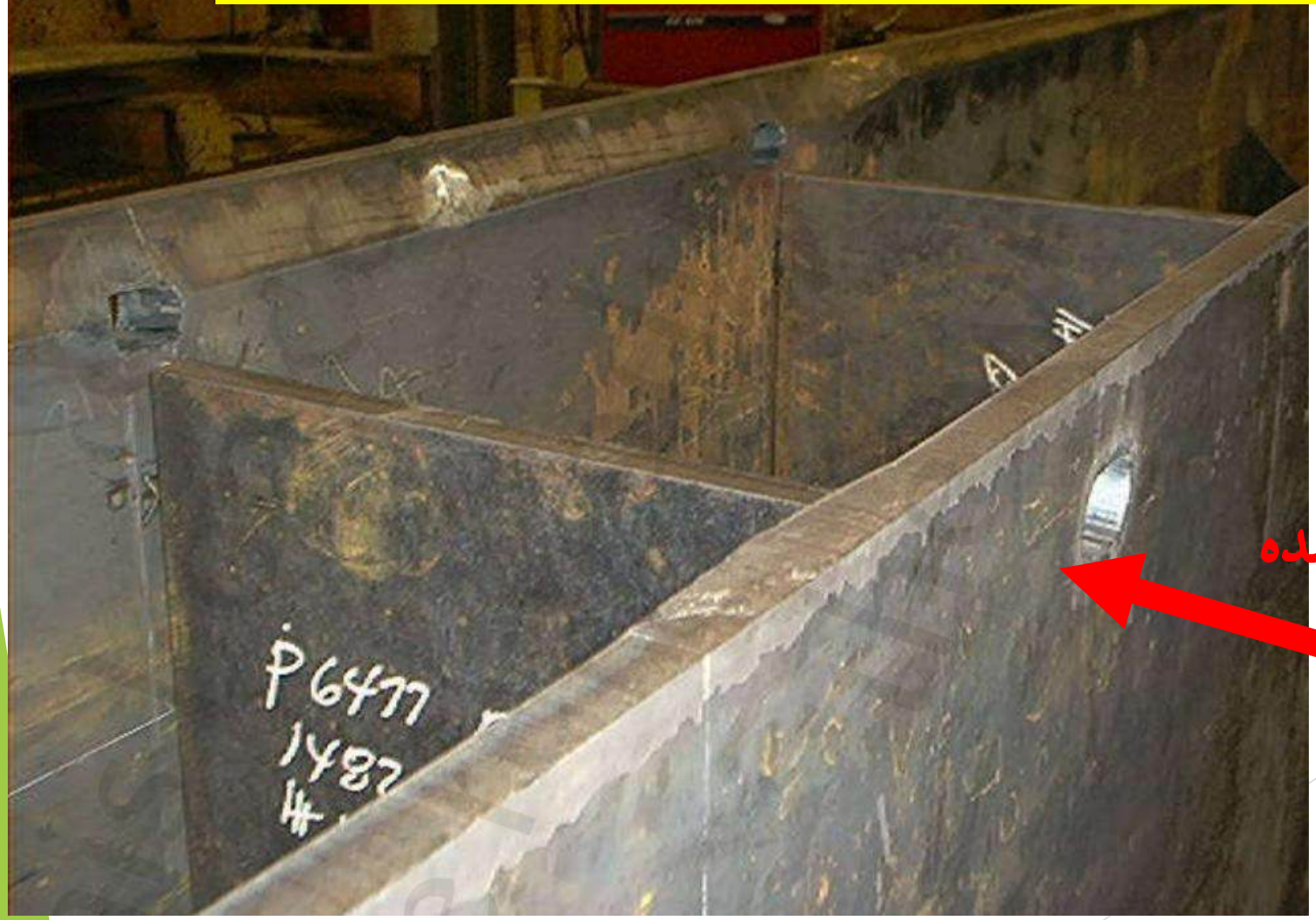
1.حجم بالای فلز جوش و کاهش سرعت سرد شدن آن ساختار جوش دانه درشت می شود

2.تمایل به ترک خوردگی زیاد

3.جوش کاری فقط در موقعیت عمودی

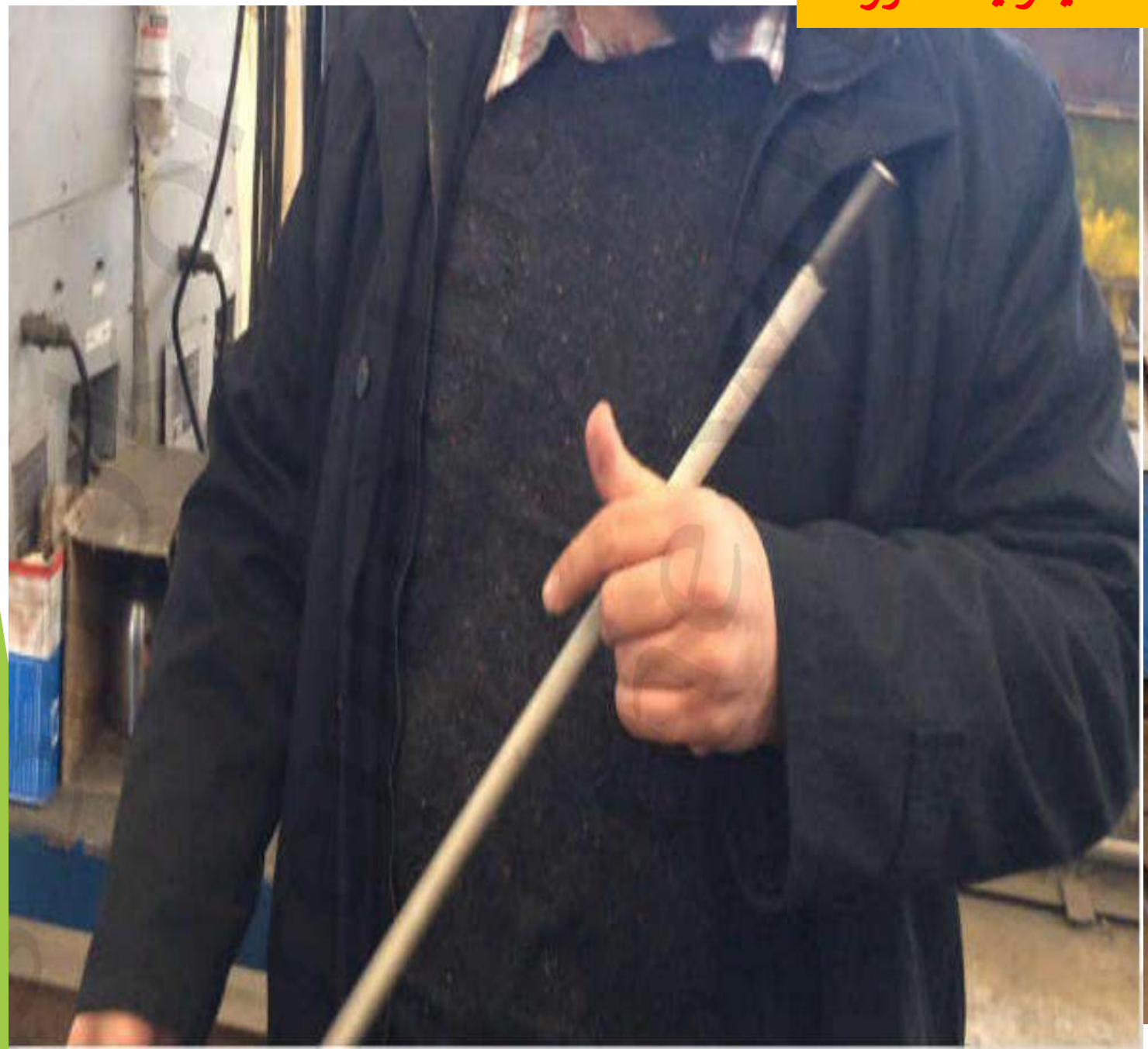


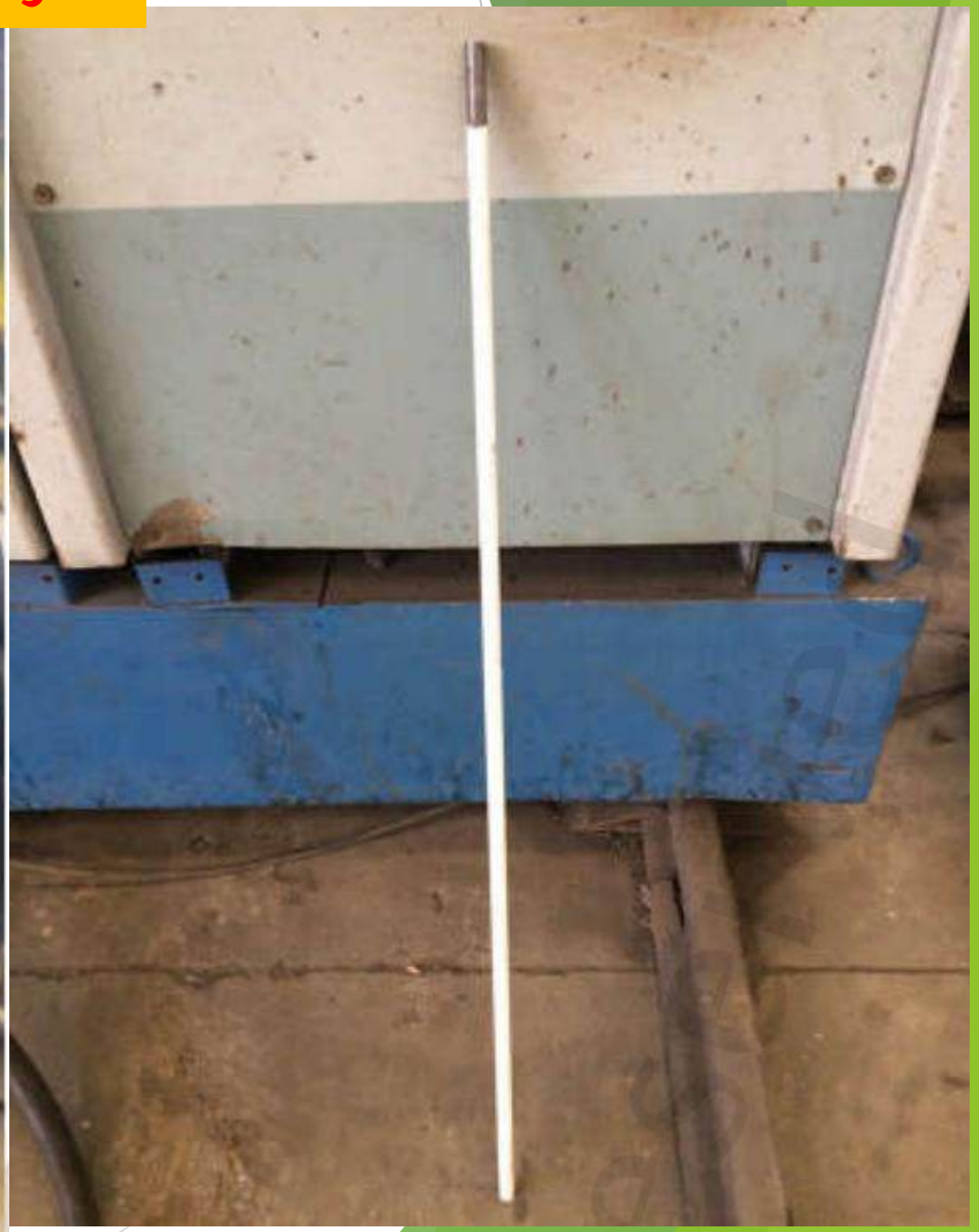
✓ مونتاژ ضلع چهارم ستون باکس با الکترواسلگ



سوراخ تعبیه شده

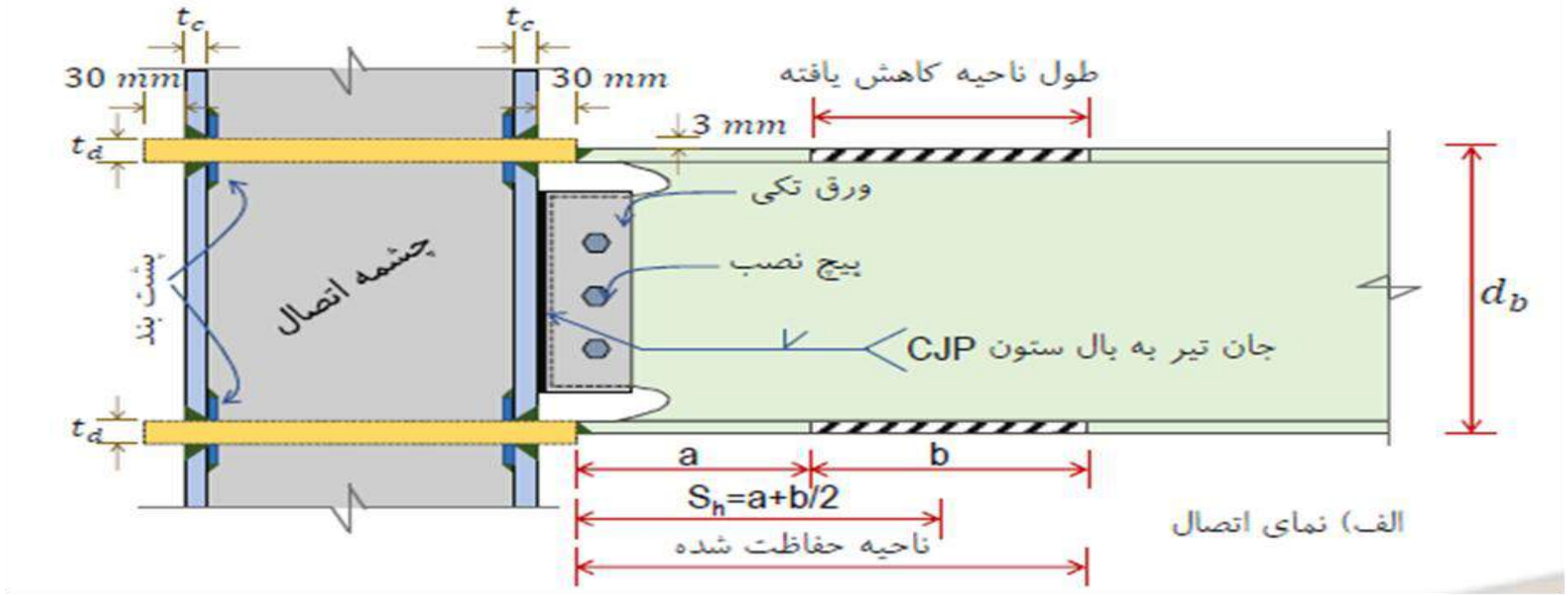
نمونه گایدر یا الکترود

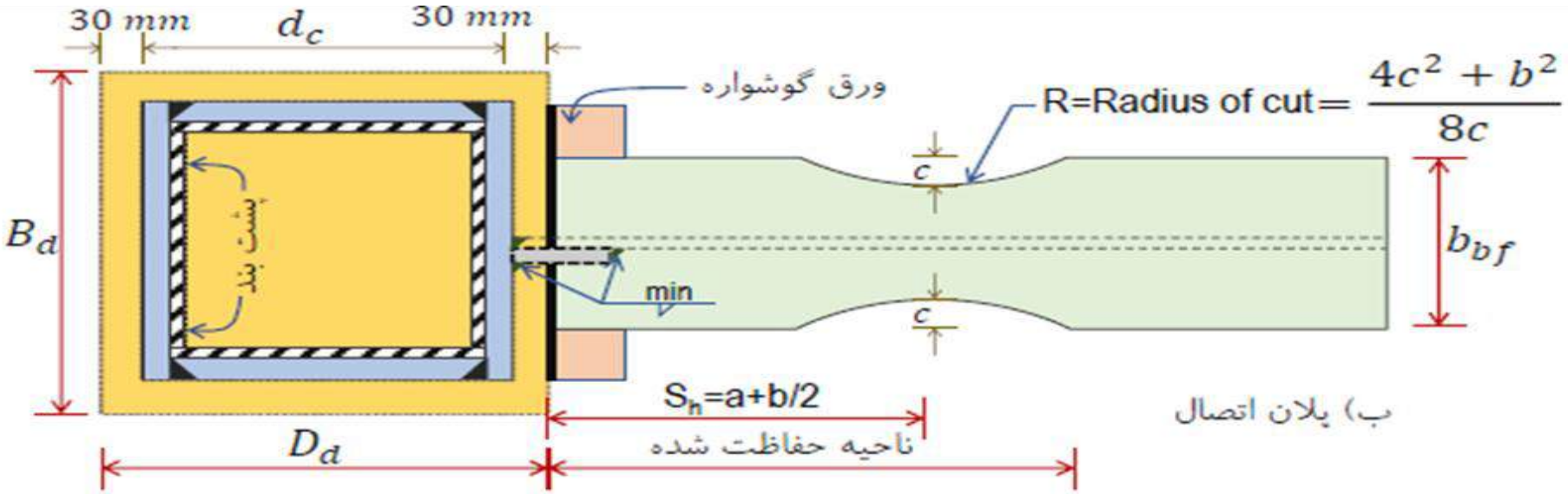




کفشک داخلی یا پشت بند داخلی جهت جوش الکترو اسگ

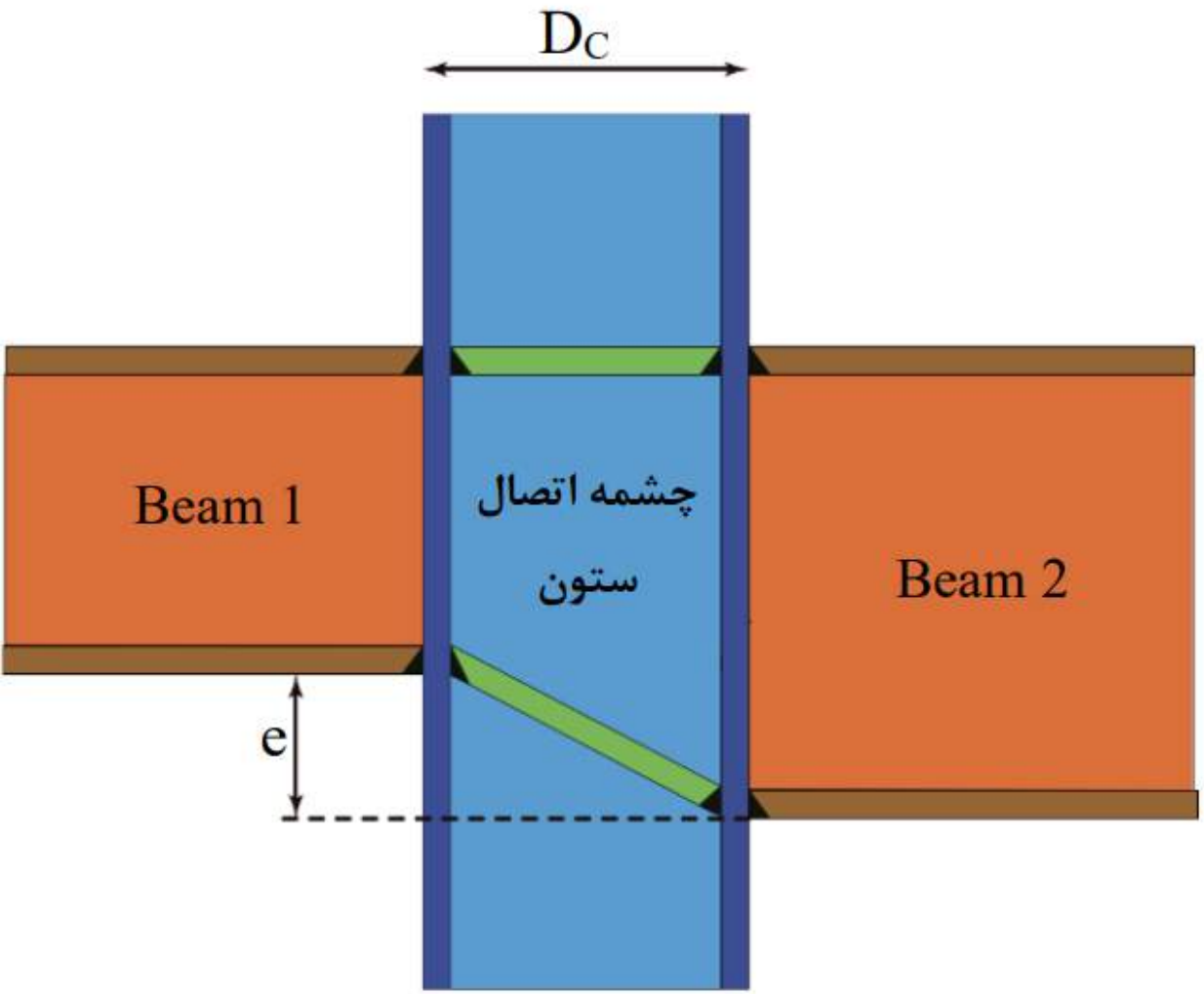
✓ روش ساخت ستون باکس به روش دیافراگم عبوری



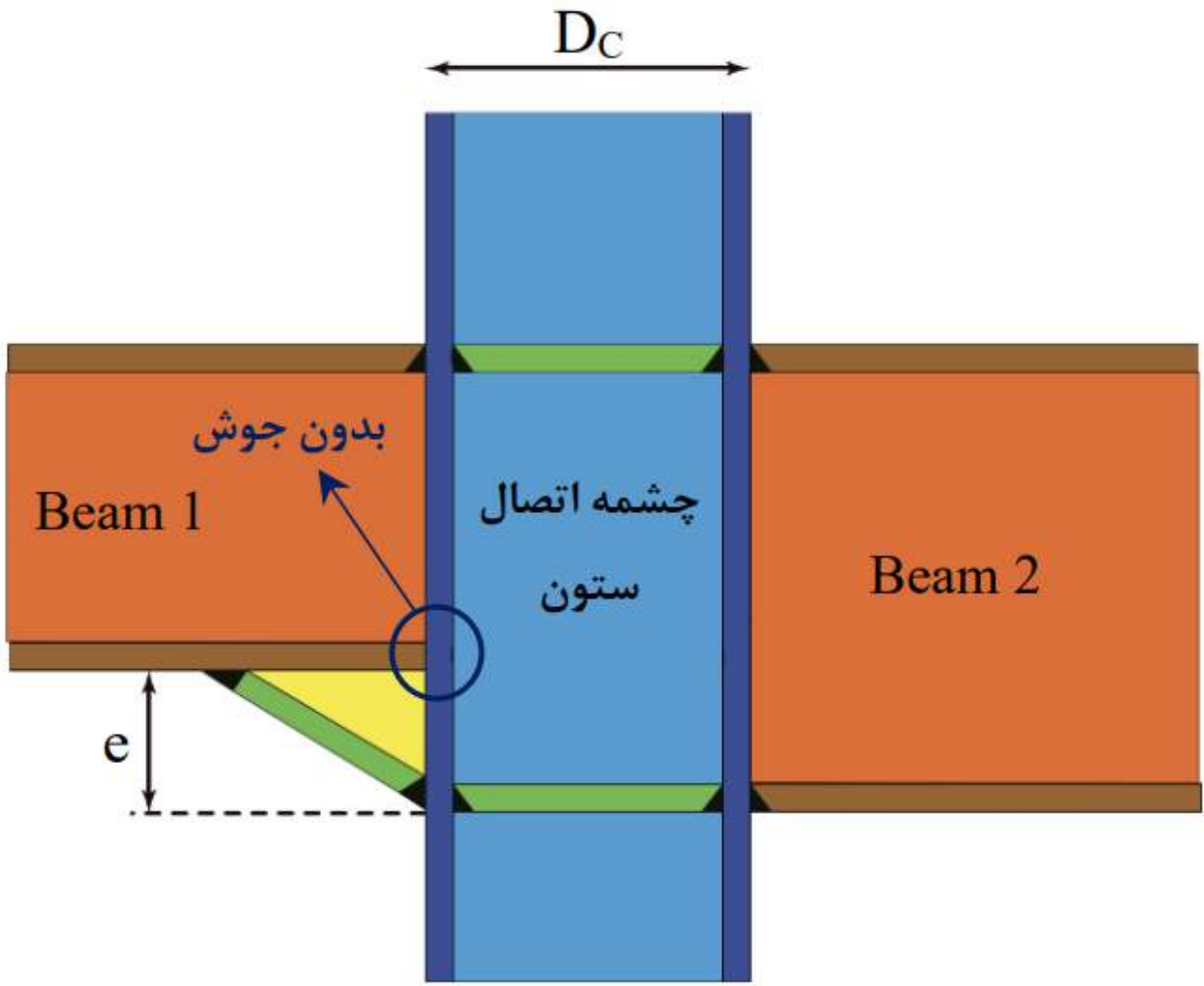



NIPPON STEEL
ENGINEERING
Unbonded Brace

For: $(e/D_c) \leq 0.4$



For: $(e/D_c) > 0.4$



انواع جوش

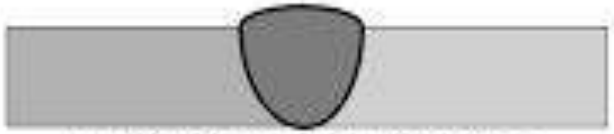
الف ـ جوش شیاری؛

ب ـ جوش گوشه؛

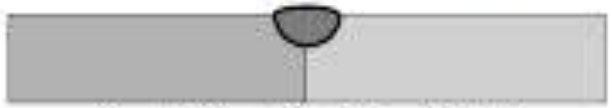
پ ـ جوش کام؛

ت ـ جوش انگشتانه.

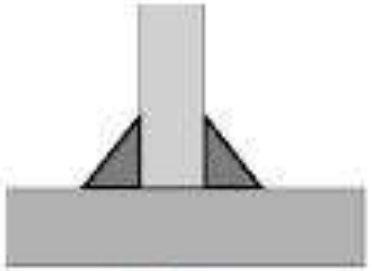
جوش گوشه متداولترین نوع جوش در سازه‌های فولادی است. بعد از آن جوش شیاری قرار دارد. کاربرد جوش انگشتانه و کام به‌موارد مخصوصی که در آن مقاومت جوش انجام شده در لبه‌ها به‌حد کافی نباشد، محدود می‌شود.



جوش نفوذی(شیاری) با نفوذ کامل



جوش نفوذی با نفوذ نسبی(ناقص)



جوش گوشه

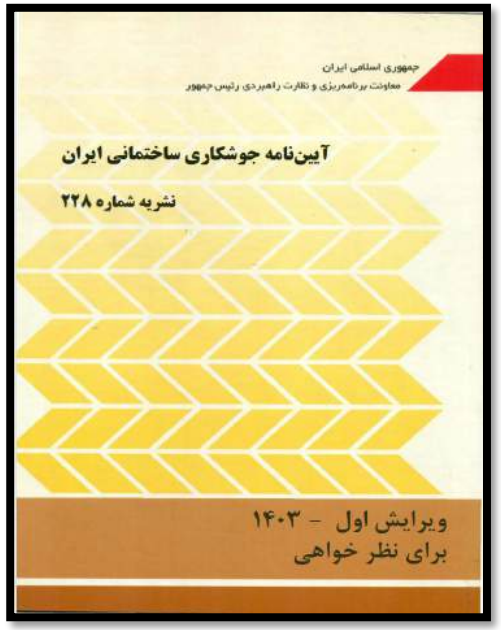
جوش کام و انگشتانه

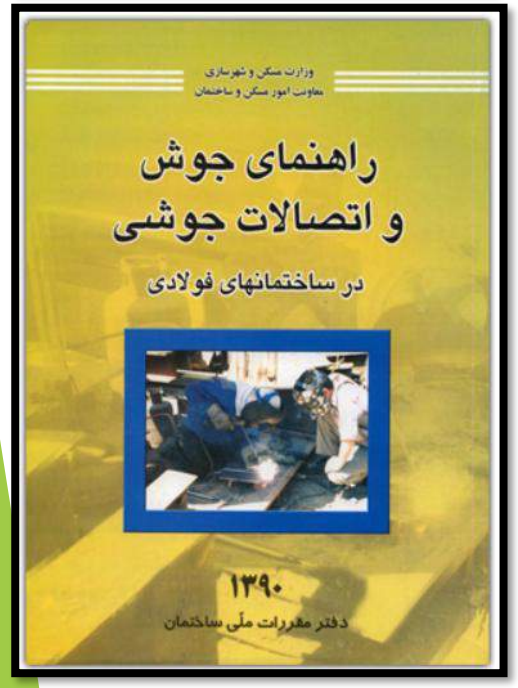
۲- حداکثر بعد جوش‌های گوشه در لبهٔ قطعات متصل‌شونده برای قطعات با ضخامت کوچک‌تر از 6 میلی‌متر برابر ضخامت قطعه و برای قطعات با ضخامت بیش از 6 میلی‌متر برابر ضخامت قطعه منهای 2 میلی‌متر است.

جدول ۱۰-۲-۹-۲: حداقل بعد جوش گوشه با یک بار عبور

ضخامت قطعه نازک‌تر	حداقل بعد جوش گوشه (با یک بار عبور)
تا 6 میلی‌متر	3 میلی‌متر
بیش از 6 تا 12 میلی‌متر	5 میلی‌متر
بیش از 12 تا 20 میلی‌متر	6 میلی‌متر
بیش از 20 میلی‌متر	8 میلی‌متر

- درصورتی‌که نتوان ضخامت‌های حداقل فوق را با یک بار عبور تأمین نمود، باید از پیش‌گرمایش یا فرآیندهای کم هیدروژن استفاده کرد.
- در سازه‌های تحت بار دینامیکی با تکرار زیاد حداقل بعد جوش گوشه برابر 5 میلی‌متر است. بارهای ناشی از باد و زلزله در ردیف بارهای دینامیکی با تکرار زیاد قرار نمی‌گیرند.

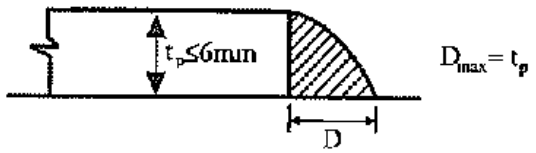




حداکثر اندازه ساق جوش گوشه (D)

طبق توصیه‌های آیین‌نامه فولاد، حداکثر اندازه مؤثر جوش به‌ترتیب زیر به‌دست می‌آید:

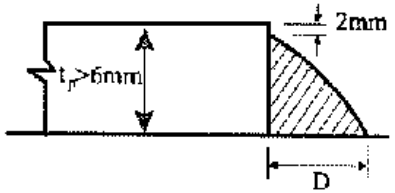
۱ ـ در لبه مصالحی با ضخامت کمتر از ۶ میلی‌متر، حداکثر اندازه ساق جوش گوشه برابر است با ضخامت ورق (شکل ۱۰ ـ ۴).



$D_{max} = t_p$

شکل ۱۰ ـ ۴

۲ ـ در امتداد لبه مصالح با ضخامت بیش از ۶ میلی‌متر، حداکثر اندازه مؤثر جوش گوشه برابر با ضخامت ورق منهای ۲ میلی‌متر است، مگر اینکه در نقشه ذکر شود که اندازه جوش برابر با ضخامت ورق گردد (شکل ۱۰ ـ ۵).

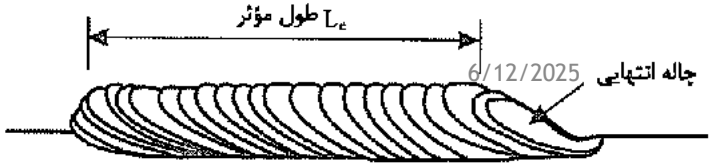


$D_{max} = t_p - 2mm$

حداقل طول مؤثر جوش گوشه

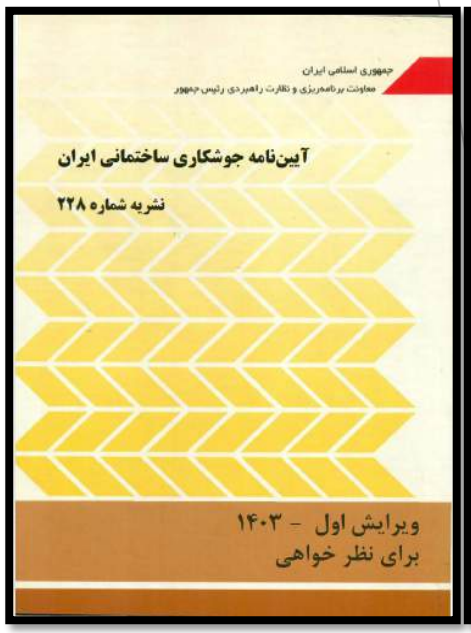
حداقل طول مؤثر (L_e) برای جوش گوشه که به‌منظور انتقال نیرو به‌کار می‌رود، نباید کمتر از ۴ برابر اندازه ساق جوش یا ۴۰ میلی‌متر باشد (شکل ۱۰ ـ ۶).

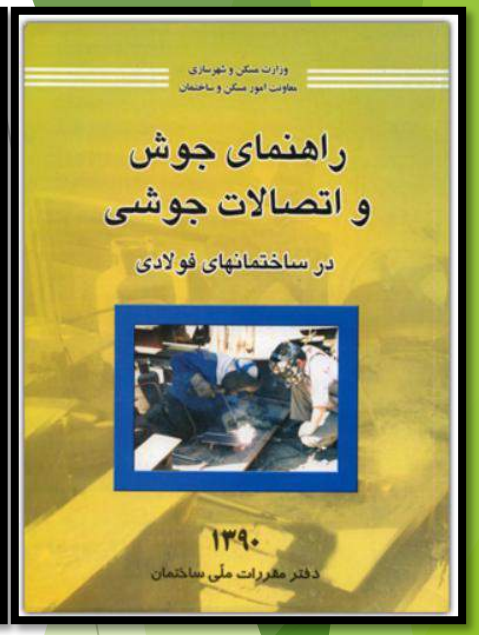
$$L_e \geq 4D \geq 40mm$$



جوش انگشتانه و کام

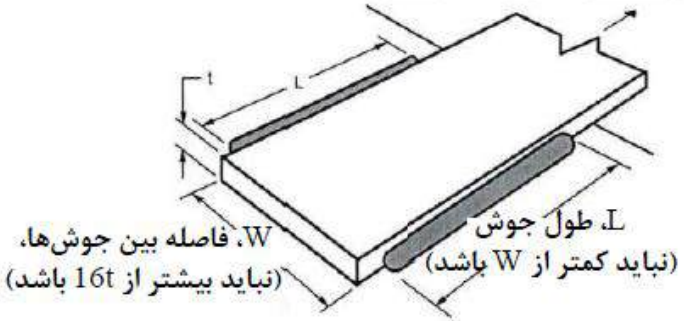
۱ـ ۱۰ـ ۱۶ـ ۶ جوش کام و انگشتانه در اعضای کششی اصلی ممنوع است.





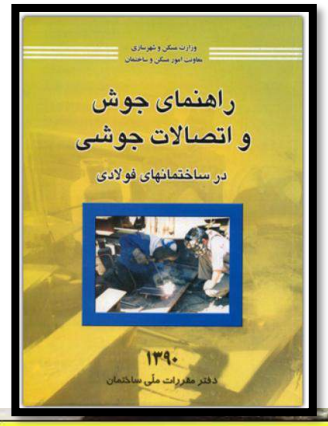
۴-۹-۲- جوش‌های گوشه طولی

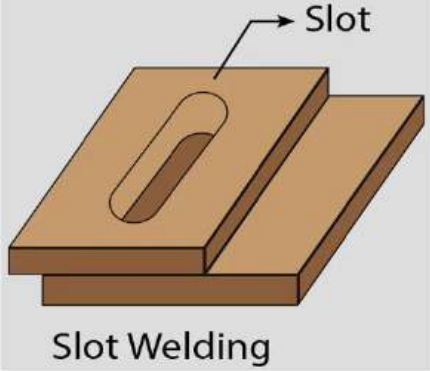
اگر در درزهای پوششی در اتصال انتهایی تسمه‌ها از جوش گوشه طولی در امتداد نیرو استفاده شده باشد، طول جوش گوشه نباید از فاصله بین آن دو کمتر باشد (شکل ۴-۱۰).

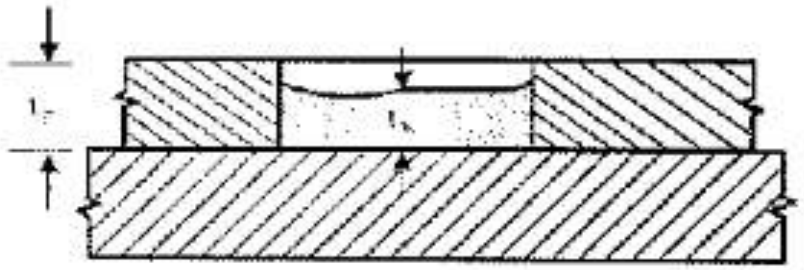


شکل ۴-۱۰- حداقل طول جوش گوشه طولی در اتصال انتهایی تسمه‌ها

فاصله عرضی جوش‌های گوشه طولی که در اتصال انتهایی اعضا به کار می‌روند نباید از ۱۶ برابر ضخامت ورق نازکتر بیشتر شود، مگر اینکه با استفاده از جوش‌های انگشتانه و کام از جدا شدن فصل مشترک دو قطعه جلوگیری شود.







شکل ۱۰ ـ ۹ اندازهٔ حداقل جوش انگشتانه و کام

اگر $t_p \le ۱۶$ mm :

$t_w = t_p$

اگر $t_p > ۱۶$ mm :

$t_w = \begin{cases} \frac{۱}{۲} t_p \\ ۱۶mm \end{cases}$ بزرگترین

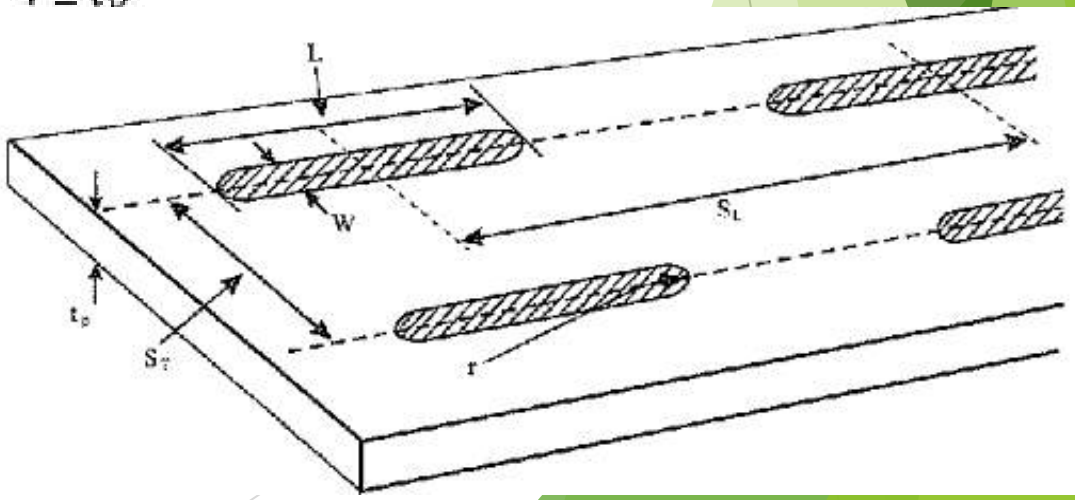
$L \le ۱۰ t_w$

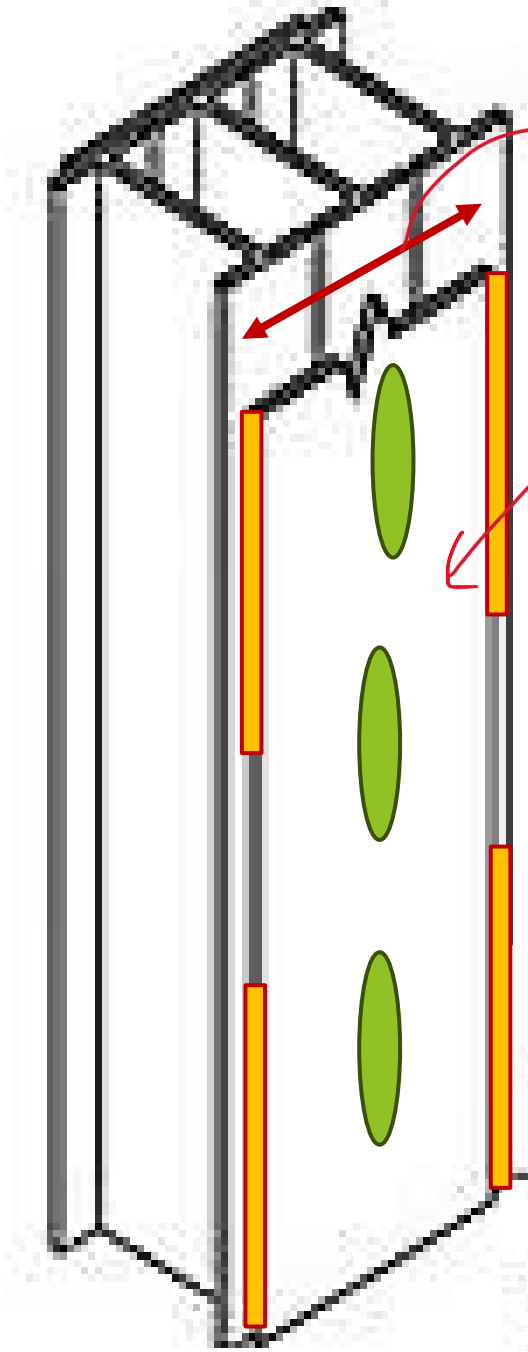
$W \ge t_p + ۸mm \le ۲/۲۵ t_w$

$S_T \ge ۴W$

$S_L \ge ۲L$

$r \ge t_p$





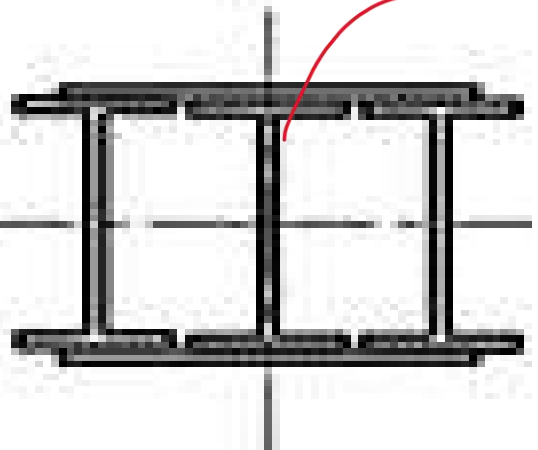
250mm

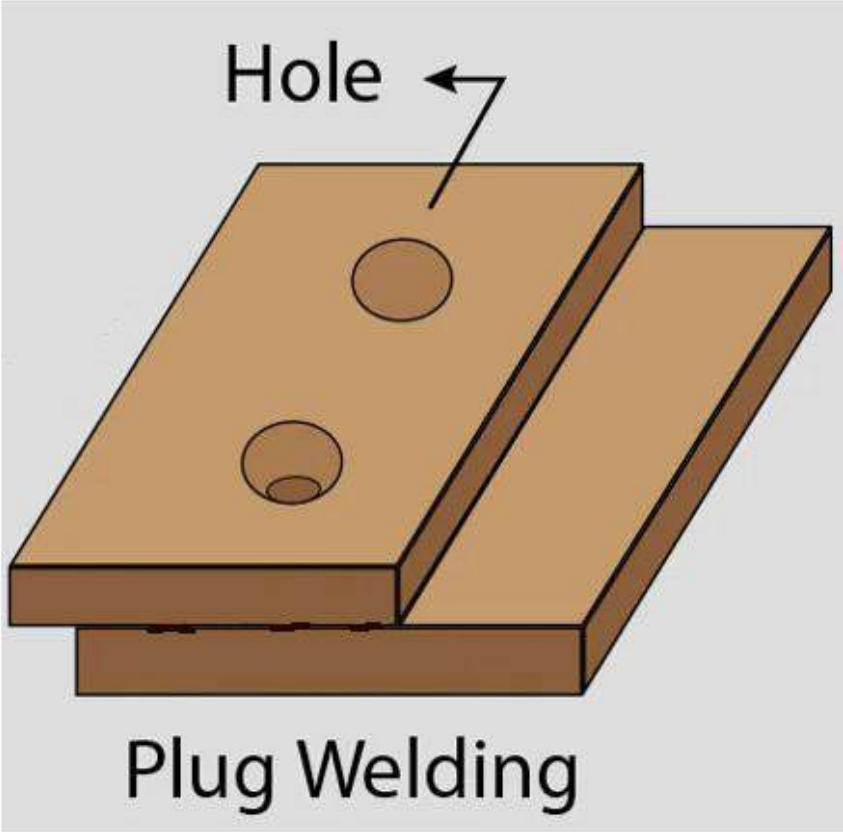
PL250X12mm

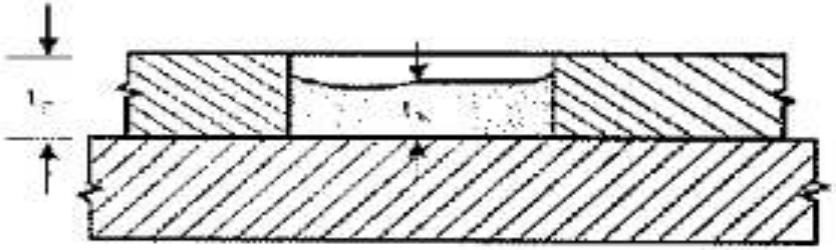
250>16*12=192mm

slot weld

3IPE200







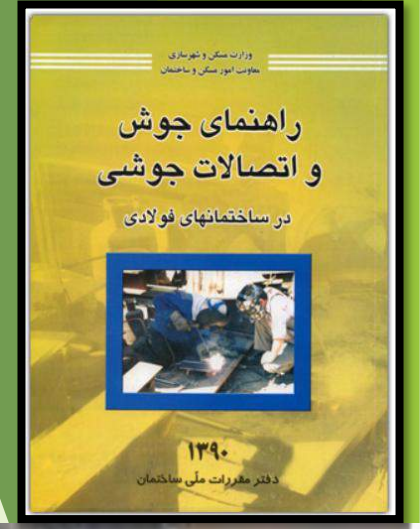
شکل ۱۰ ـ ۹ اندازهٔ حداقل جوش انگشتانه و کام

اگر $t_p \leq ۱۶$ mm :

$t_w = t_p$

اگر $t_p > ۱۶$ mm :

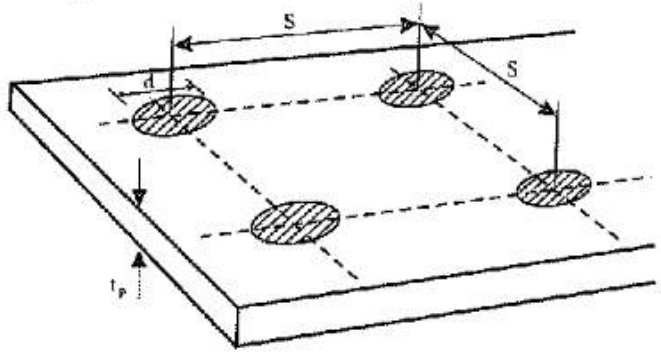
$t_w =$ بزرگترین $\begin{cases} \frac{۱}{۲} t_p \\ ۱۶\text{mm} \end{cases}$



$s \geq ۴d$

$d \geq t_p + ۸\text{mm} < ۲/۲۵\, t_w$

$t_w =$ ضخامت جوش



شکل ۱۰ ـ ۱۰ فواصل و قطر حداقل جوش انگشتانه[1]

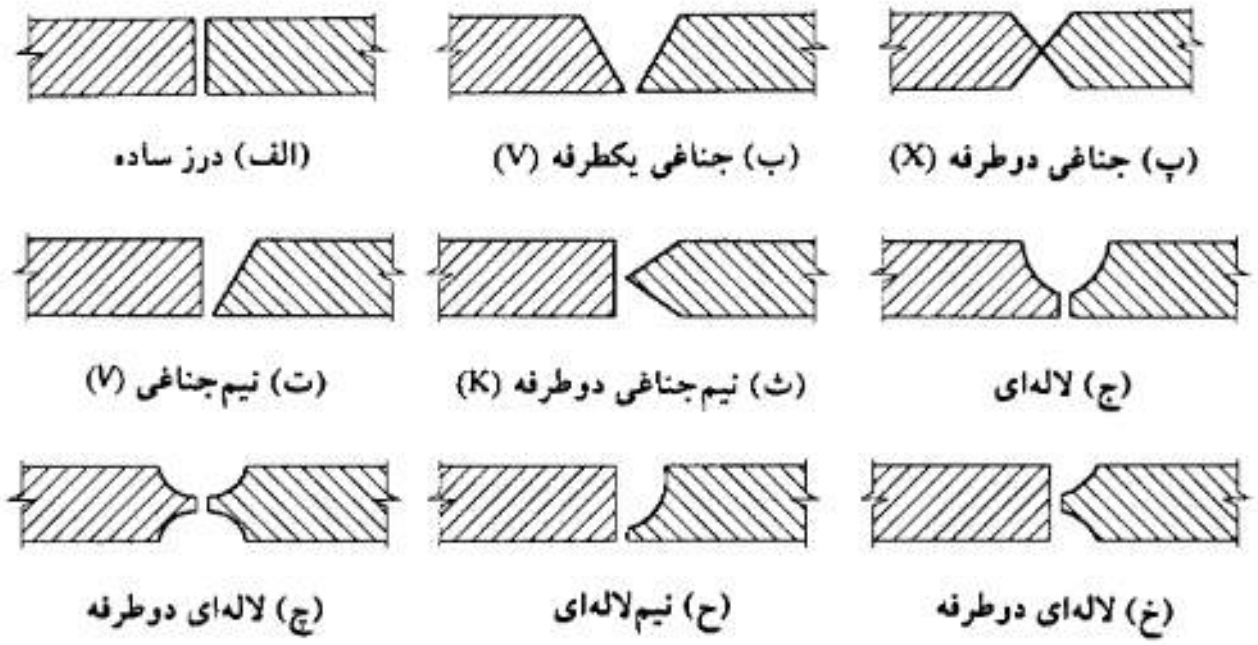
۱۰-۴-۴-۳-۵ پرکردن سوراخ‌های اضافی با جوش

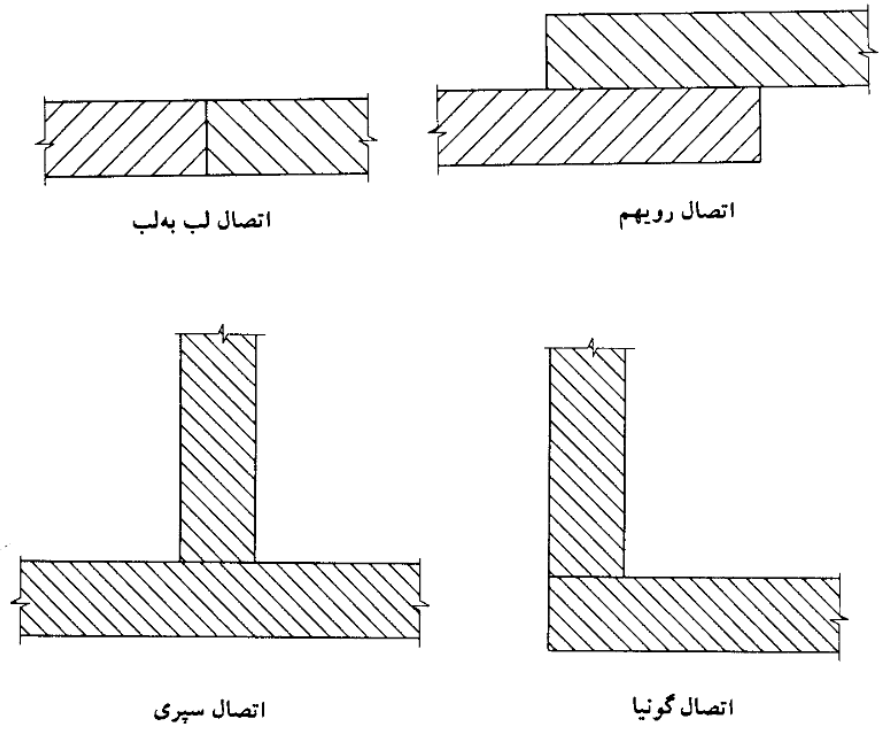
برحسب مورد و طبق نظر مهندس طراح، سوراخ‌های اشتباه ایجادشده توسط منگنه‌کردن و مته را می‌توان به‌صورت باز رها نمود یا آن‌ها را توسط پیچ یا جوش پر کرد. در صورت تصمیم به پر کردن سوراخ‌های اشتباه با جوش، باید موارد زیر مراعات شود:

(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.

انواع درزها در جوشکاری





ضوابط جدید مبحث۱۰ و AWS-D1.8

✓ الکترود سازگار با فلز پایه

۱۰-۲-۹-۲-۶ الکترود (فلز پرکنندهٔ) سازگار با فلز پایه

الکترود (فلز پرکنندهٔ جوش) سازگار با فلز پایه مطابق جدول زیر تعریف می‌شود:

جدول ۱۰-۲-۹-۴: الکترودهای سازگار با فلز پایه

تنش تسلیم مشخصهٔ مصالح فلز پایه (F_y)	نوع الکترود سازگار
تا 300 MPa و t≤20 mm (t = ضخامت فلز پایه)	E60 یا معادل آن
	E70 یا معادل آن
تا 300 MPa و t>20 mm	E70 یا معادل آن
از 300 MPa تا 380 MPa	E70 یا معادل آن
از 380 MPa تا 460 MPa	E80 یا معادل آن

فلز پرکنندهٔ جوش (نوع الکترود مصرفی) برای انواع مختلف جوش‌ها باید الزامات زیر را تأمین نماید:

۱- برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل تحت اثر کشش در راستای عمود بر محور جوش یا تحت اثر برش در راستای محور طولی جوش (به‌غیراز جوش‌های اتصال بال به جان مقاطع اعضای خمشی) باید مطابق جدول ۱۰-۲-۹-۴ از فلز پرکنندهٔ سازگار یا حداکثر یک رده بالاتر از فلز پرکنندهٔ سازگار استفاده شود.

۲- برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در سایر وضعیت‌های بارگذاری و نیز برای جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی استفاده از فلز پرکننده دارای مقاومتی حداکثر یک رده پایین‌تر از مقاومت فلز پرکنندهٔ سازگار مجاز است.

۳- برای جوش‌های گوشه، انگشتانه و کام رعایت فلز پرکنندهٔ سازگار الزامی نبوده، لیکن درهرحال استفاده از فلز پرکننده دارای مقاومتی بیش از یک رده بالاتر از مقاومت فلز پرکنندهٔ سازگار مجاز نیست.

۱۰-۳-۲-۱-۶ مصالح جوش

الف) جوش به‌کاررفته در سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای

در کلیهٔ جوش‌های به‌کاررفته در اعضا و اتصالات سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای، مشخصات فلز پرکننده باید مطابق با مشخصات جدول ۱۰-۳-۲-۲ باشد.

جدول ۱۰-۳-۲-۲: مشخصات فلز پرکنندهٔ جوش به‌کاررفته در سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای

مشخصات	ردهٔ الکترود (فلز پرکنندهٔ جوش)	
	E70	E80
تنش تسلیم	حداقل 400 MPa	حداقل 470 MPa
تنش کششی نهایی	حداقل 490 MPa	حداقل 550 MPa
تغییر طول نسبی	حداقل 22 درصد	حداقل 19 درصد
طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی	حداقل 27 ژول در دمای منفی 18 درجه سلسیوس	حداقل 27 ژول در دمای منفی 18 درجه سلسیوس

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.

جدول ۱۰-۴-۵: حداقل پیش‌گرمایش و درجهٔ حرارت عبورهای میانی

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.

شمع های حرارتی یا گچ حرارتی و کاربرد آنها در جوشکاری

شمع های حرارتی که **در صنعت به اشتباه به گچ حرارتی** معروف شده اند، موم هایی هستند که بصورت قلم طراحی و ساخته شده و به دو دسته تقسیم میشوند:

دسته اول موم هایی با دمای ذوب مشخص که هنگامی که به دمای مشخص شده میرسند ذوب میشوند. این گروه رایج ترین نوع شمع های حرارتی مورد استفاده در عملیات جوشکاری میباشند و به نام تجاری TempilStick معروف شده اند.

دسته دوم موم هایی هستند که پس از رسیدن به دمای مشخص شده برای آنها، رنگشان تغییر میکند. این تغییر رنگ برگشت پذیر نیست. این گروه نیز به نام تجاری Thermochrome شناخته میشوند.

هرچند که این شمع ها دمای دقیق قطعه را نشان نمیدهند، ولی برای کنترل دما در عملیات جوشکاری بهترین گزینه میباشند چرا که در بازرسی و کنترل جوش عملا به کنترل حداقل و/یا حداکثر دما نیاز داریم که این شمع ها به خوبی از پس این کار برمیآیند.

شمع های حرارتی برای دماهای متفاوتی تولید شده اند. محدوده دمایی این شمع ها از ۳۸° C تا ۱۳۷۰° C را پوشش میدهد.

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

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.

محدوده کنترل دما:میانگین به شعاع ۵۰ میلی متر

حذف الکترود E60 در جوش بحرانی لرزه ای

ب) جوش‌های بحرانی لرزه‌ای

در مواردی که در این فصل جوش‌ها به‌صورت جوش‌های بحرانی لرزه‌ای مشخص شده‌اند، فلز پرکننده جوش باید علاوه بر برآورده نمودن مشخصات جدول ۱۰-۳-۲-۲، باید مشخصات مطابق جدول ۱۰-۳-۲-۳ را نیز برآورده نماید.

جدول ۱۰-۳-۲-۳: مشخصات فلز پرکننده در جوش‌های بحرانی لرزه‌ای

مشخصات	ردهٔ الکترود (فلز پرکنندهٔ جوش)	
	E70	E80
تنش تسلیم	حداقل 400 MPa	حداقل 470 MPa
تنش کشش نهایی	حداقل 490 MPa	حداقل 550 MPa
تغییر طول نسبی	حداقل 22 درصد	حداقل 19 درصد
طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شاربی	حداقل 54 ژول در دمای 20 درجه سلسیوس	حداقل 54 ژول در دمای 20 درجه سلسیوس

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

نمونه هایی از محل جوش بحرانی لرزه ای

قاب خمشی متوسط

۱۰-۳-۳-۲-۳ جوش‌های بحرانی لرزه‌ای

در قاب‌های خمشی متوسط، جوش‌های زیر، بحرانی لرزه‌ای محسوب می‌شوند و در مورد آن‌ها باید ضوابط بند ۱۰-۳-۲-۱-۶-ب رعایت شود:

الف) جوش‌های شیاری در محل وصله ستون‌ها؛

ب) جوش شیاری بال تیر یا ورق‌های روسری و زیرسری بال تیر به ستون و نیز جوش شیاری جان تیر به ستون؛

پ) جوش‌های اتصال ستون به کف‌ستون.

استثناء: درصورتی‌که آزمایش‌ها یا تحلیل‌ها نشان دهند که امکان تشکیل مفاصل پلاستیک در پای ستون یا در نزدیکی آن وجود ندارد و ضمناً تحت اثر ترکیبات بارگذاری شامل زلزلهٔ تشدیدیافته در پای ستون برکنش محتمل نیست، جوش‌های این اتصال می‌توانند بحرانی لرزه‌ای محسوب نشوند.

سیستم قاب خمشی خرپای ویژه

۱۰-۳-۳-۴-۴ جوش‌های بحرانی لرزه‌ای

در قاب‌های خمشی خرپایی ویژه، جوش‌های زیر، بحرانی لرزه‌ای محسوب می‌شوند و در مورد آن‌ها باید ضوابط بند ۱۰-۳-۲-۱-۶-ب رعایت شود:

الف) جوش‌های شیاری در محل وصلهٔ ستون‌ها

ب) جوش‌های اتصال ستون به کف‌ستون

استثناء: درصورتی‌که آزمایش‌ها یا تحلیل‌ها نشان دهند که امکان تشکیل مفاصل پلاستیک در پای ستون یا در نزدیکی آن وجود ندارد و ضمناً تحت اثر ترکیبات بارگذاری شامل زلزلهٔ تشدیدیافته در پای ستون برکنش محتمل نیست، جوش‌های این اتصال می‌توانند بحرانی لرزه‌ای محسوب نشوند.

قاب خمشی ویژه

۱۰-۳-۳-۳-۳ جوش‌های بحرانی لرزه‌ای

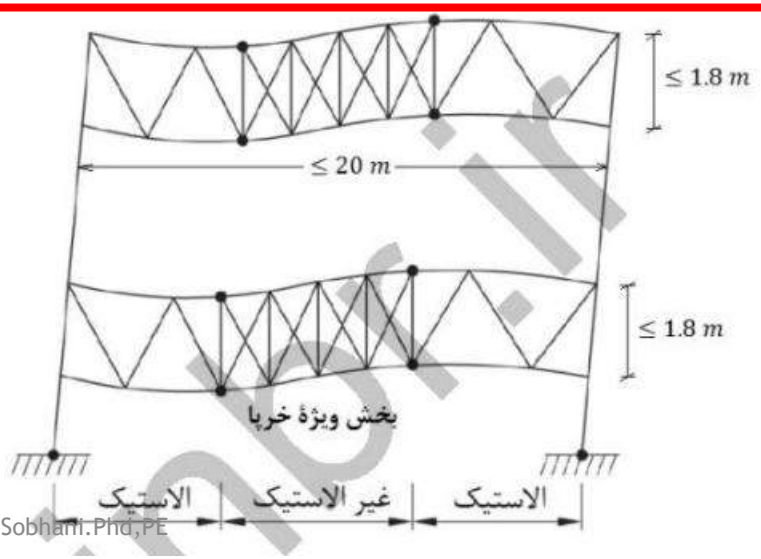
در قاب‌های خمشی ویژه، جوش‌های زیر، بحرانی لرزه‌ای محسوب می‌شوند و در مورد آن‌ها باید ضوابط بند ۱۰-۳-۲-۱-۶-ب رعایت شود:

الف) جوش‌های شیاری در محل وصلهٔ ستون‌ها؛

ب) جوش بال و جان تیر به ستون؛

پ) جوش‌های اتصال ستون به کف‌ستون.

استثناء: درصورتی‌که آزمایش‌ها یا تحلیل‌ها نشان دهند که امکان تشکیل مفاصل پلاستیک در پای ستون یا در نزدیکی آن وجود ندارد و ضمناً تحت اثر ترکیبات بارگذاری شامل زلزلهٔ تشدیدیافته در پای ستون برکنش محتمل نیست، جوش‌های این اتصال می‌توانند بحرانی لرزه‌ای محسوب نشوند.



جوش‌های بحرانی لرزه‌ای

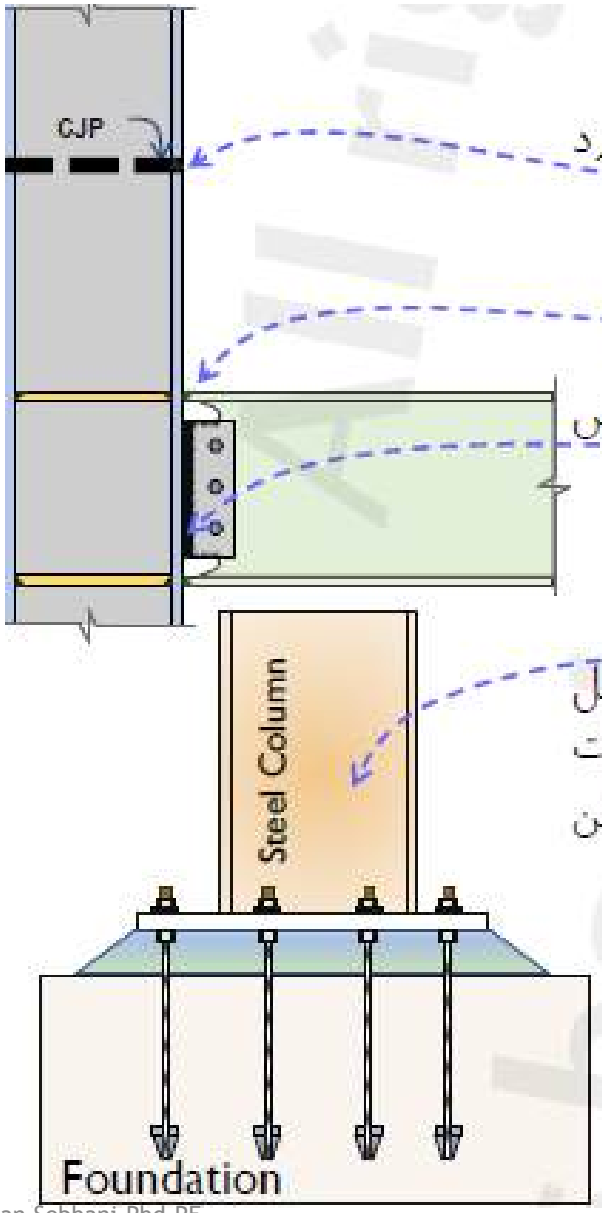
در قاب‌های خمشی متوسط، جوش‌های زیر، بحرانی لرزه‌ای محسوب می‌شوند و در مورد آنها باید ضوابط بند ۱۰-۳-۲-۱-۶-ب رعایت شود:

الف) جوش‌های شیاری در محل وصله ستون‌ها؛

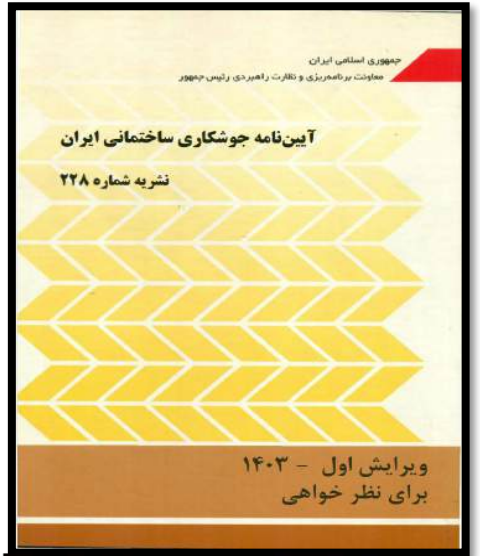
ب) جوش شیاری بال تیر یا ورق‌های روسری و زیرسری بال تیر به ستون و نیز جوش شیاری جان تیر به ستون؛

پ) جوش‌های اتصال ستون به کف‌ستون.

استثناء: درصورتیکه آزمایش‌ها یا تحلیل‌ها نشان دهند که امکان تشکیل مفاصل پلاستیک در پای ستون یا در نزدیکی آن وجود ندارد و ضمناً تحت اثر ترکیبات بارگذاری شامل زلزلهٔ تشدیدیافته در پای ستون برکنش محتمل نیست، جوش‌های این اتصال می‌توانند بحرانی لرزه‌ای محسوب نشوند



کنترل های اجرایی و تلرانس های پذیرش جوش



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.

جدول ۷-۲۰- ضوابط پذیرش برای تولیدات جوش‌شده در سازه‌ها فولادی

	پارامتر	نوع جوش	جهت جوش	شماره شکل مرجع	ضوابط پذیرش (مقادیر به mm)	اقدامات اصلاحی در صورت عدم پذیرش
هندسه جوش	موقعیت	همه			D±۱۰	ترمیم
	نوع جوش	همه			D	ارجاع به مسئول هماهنگ‌کننده جوش
	طول جوش	همه			D+۱۰	ترمیم
عیب در مقطع جوش	ضخامت گلوی مؤثر	همه		(i),(ii),(iii)	a, s ≥ D (Av. ۵۰) a, s ≤ D+۵	ترمیم و پرداخت سطحی
	بعد جوش	جوش گوشه		(i)	z ≥ D (Av. ۵۰)	ترمیم
	زاویه پنجه جوش	همه	طولی یا عرضی	(i),(ii)	θ ≥ °۹۰	ترمیم و پرداخت سطحی
	گرده جوش	لب‌به‌لب	طولی یا عرضی	(ii)	h ≤ ۶	ترمیم و پرداخت سطحی
	عدم تکمیل یا ریشه مقعر	لب‌به‌لب	عرضی	(ii)	h ≤ ۰ (Av. 50)	ترمیم
			طولی	(ii)	h ≤ ۰/۱t	
	غیر هم‌راستایی	لب‌به‌لب		(iv)	h ≤ D+۰/۲t	ارجاع به مسئول هماهنگ‌کننده جوش
		همه	صلیبی عرضی	(v)	h ≤ D+۰/۴t	
			طولی	(iv),(v)	h ≤ D+۰/۴t	
ناپیوستگی در سطح جوش	بریدگی لبه جوش	همه	عرضی (درز غیر روی‌هم)	(iv),(v)	$h_1 + h_2$ ≤ ۰/۰۵t l = بدون محدودیت	ترمیم
		گوشه	عرضی (درز روی‌هم)	(iv)	$h_1 + h_2$ ≤ ۰/۰۳t l = ۱۰	
		همه	طولی	(iv),(v)	$h_1 + h_2$ ≤ ۰/۱t	
	نقص در نفوذ ریشه	لب‌به‌لب یک‌طرفه	عرضی	(iii)	h≤D+۰/۰۵t (Av. 50)	ترمیم
			طولی	(iii)	h≤D+۰/۱t (Av. 50)	
	تخلخل	همه	عرضی	(vi)	d ≤ ۲ Σd ≤ ۱۰	ترمیم
			طولی	(vi)	d ≤ ۲ Σd ≤ ۱۰	
	نقص در ذوب	همه			مجاز نیست	ترمیم
	ترک	همه			مجاز نیست	ترمیم
ناپیوستگی در عمق جوش	نقص در ذوب و نفوذ ریشه، نفوذ گل	لب‌به‌لب	عرضی، کل عمق	(vii)	h ≤ ۳ و Σl ≤ ۱/۵t	ترمیم
			عرضی، ناحیه I	(vii)	l ≤ ۱۰ و l' ≥ ۱۰	
			عرضی، ناحیه O	(vii)	Σl ≤ ۱/۵t و h'≥۶	
			طولی	(vii)	h ≤ ۳ و Σl ≤ ۳t	
	فاصله ریشه	گوشه، نفوذ کامل		(i),(v)	h ≤ ۲ (Av. 100) h ≤ ۳	ترمیم
	ترک	همه			مجاز نیست	ترمیم
	گسیختگی لایه‌ای	همه	عرضی، طولی		مجاز نیست	ارجاع به مسئول هماهنگ‌کننده جوش

جوشکاری گل‌میخ‌ها

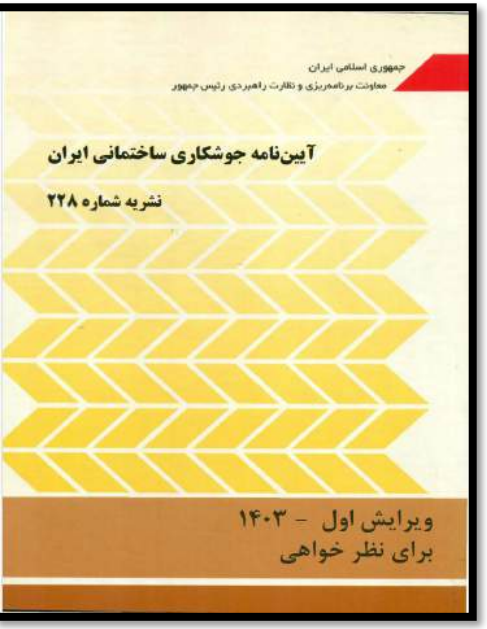
۹-۵- روش جوشکاری گلمیخ

۹-۵-۱- جوشکاری مکانیزه خودکار

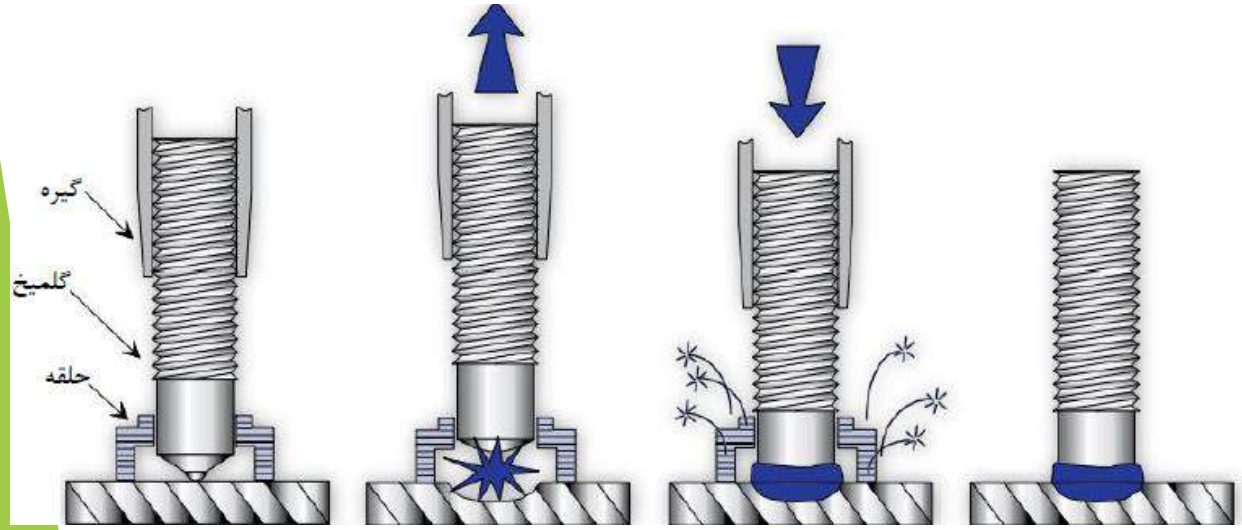
DCEN

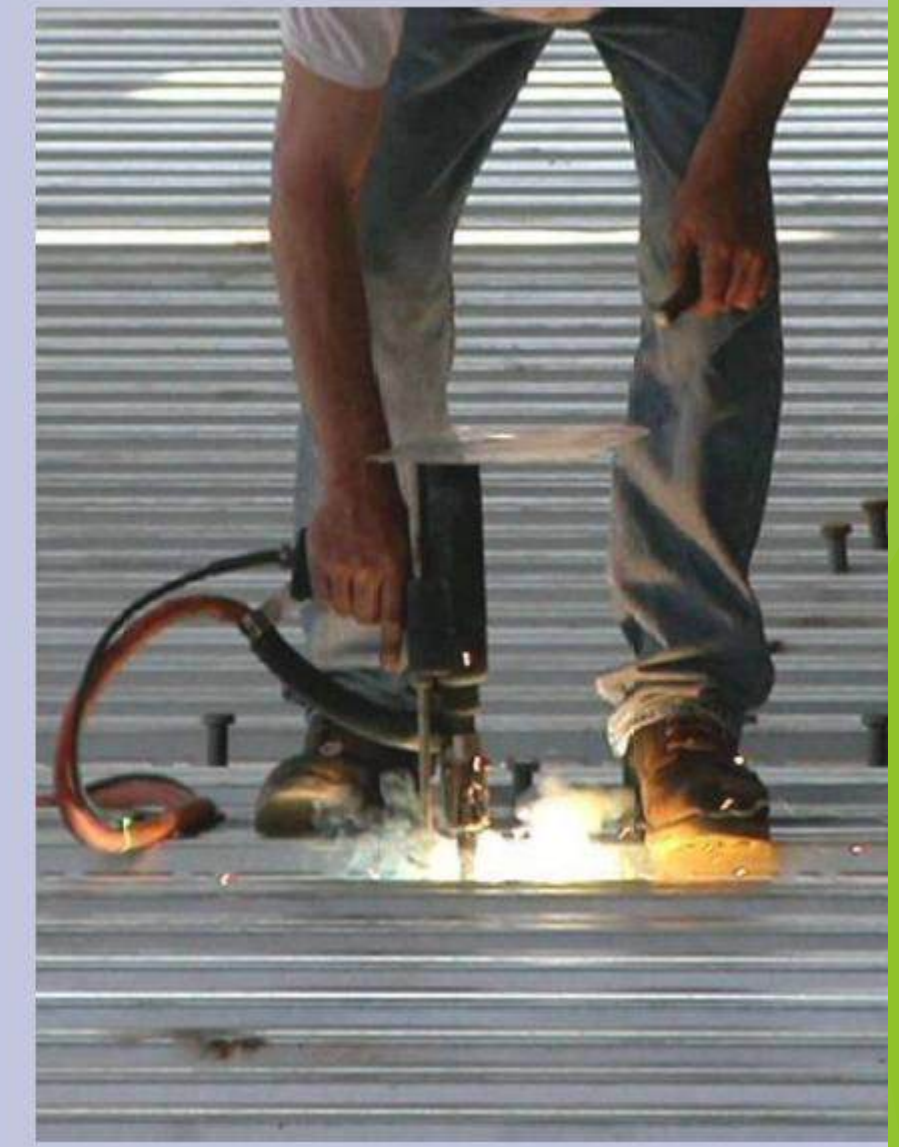
گلمیخ‌ها باید با استفاده از تجهیزات خودکار جوشکاری گلمیخ، که به یک منبع جریان یک سو با قطبیت منفی متصل است، جوش داده شوند. ولتاژ جوشکاری، شدت جریان، زمان و وضعیت تپانچه جوشکاری برای گذاشتن و برداشتن گلمیخ‌ها باید بر اساس تجربیات قبلی و یا توصیه‌های سازندگان گلمیخ و تجهیزات مربوطه و یا هر دو، به صورت بهینه قرار گیرد**.

۱۲-۶- جوشکاری گلمیخ[1]



متداول‌ترین روش برای جوش گلمیخ به فلز پایه، جوشکاری قوسی گلمیخ[2] نام دارد. این روش مشابه جوشکاری قوسی با الکترود می‌باشد که در آن گلمیخ نقش الکترود را بازی کرده و در نتیجه قوس الکتریکی بین پای گلمیخ و فلز پایه به وجود می‌آید. حرارت حاصل باعث ذوب پای گلمیخ و سطح فلز پایه می‌شود. برای کنترل عملیات و حرارت حاصل، گلمیخ درون یک وسیله تپانچه شکل قرار می‌گیرد و برای محافظت حوضچه مذاب، حلقه سرامیکی در پای گلمیخ قرار داده می‌شود. امتداد تپانچه عمود بر فلز قرار گرفته و به آن نزدیک می‌شود تا قوس الکتریکی بین سر گلمیخ و فلز پایه برقرار شود. حوضچه مذاب در داخل حلقه سرامیکی تشکیل می‌شود. بعد از لحظه‌ای کوتاه، تپانچه گلمیخ را بر حوضچه مذاب فرو می‌کند و مقداری از فلز مذاب به صورت ماهیچه‌ای در پیرامون تنه گلمیخ بیرون می‌زند که به آن ترشح می‌گویند. در مدت زمان کمتر از یک ثانیه، جوش نفوذی کامل بین سطح مقطع گلمیخ و فلز پایه به وجود می‌آید.





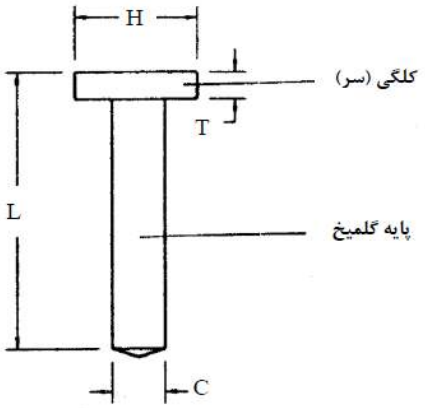
گل‌میخ‌های جوش‌شده

۹-۲-۲- محافظ قوس

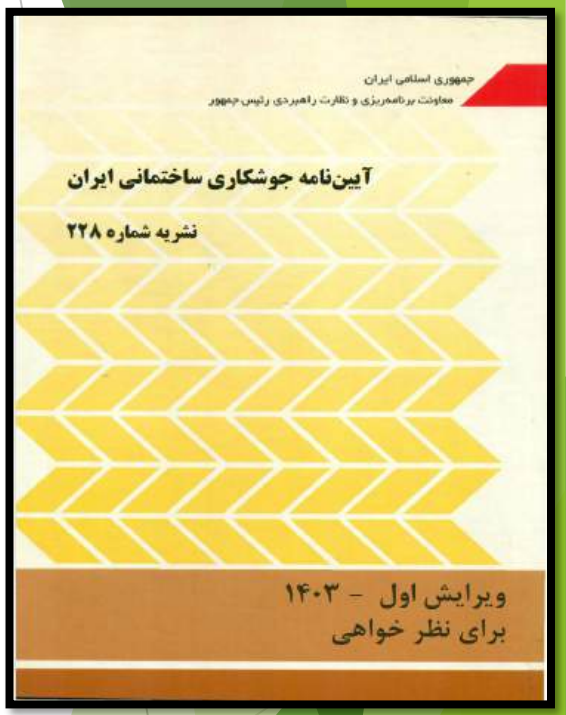
هر گلمیخ باید دارای یک حلقه محافظ قوس از جنس سرامیک[۳] یا مصالح مناسب دیگر باشد

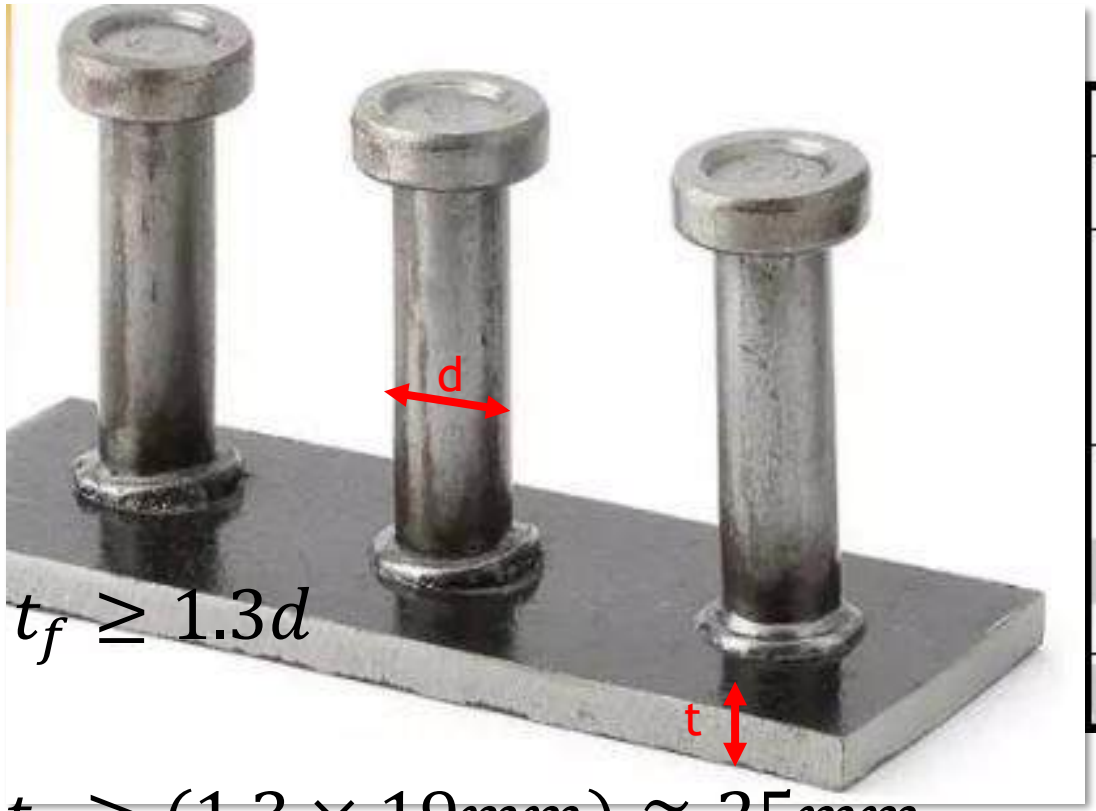
حداقل ضخامت کلگی (T)	قطر کلگی (H)	رواداری سر (L)		قطر تنه (C)
	ابعاد بر حسب میلی‌متر			
۷/۱	۱۹ ± ۰/۴	± ۱/۶	+۰/۲۵ −۰/۲۵	۱۰
۷/۱	۲۵ ± ۰/۴	± ۱/۶	+۰/۲۵ −۰/۲۵	۱۳
۷/۱	۳۲ ± ۰/۴	± ۱/۶	+۰/۲۵ −۰/۲۵	۱۶
۹/۵	۳۲ ± ۰/۴	± ۱/۶	+۰/۴۰ −۰/۴۰	۱۹
۹/۵	۳۵ ± ۰/۴	± ۱/۶	+۰/۴۰ −۰/۴۰	۲۲
۱۲/۷	۴۱ ± ۰/۴	± ۱/۶	+۰/۴۰ −۰/۴۰	۲۵

شکل ۹-۱- ابعاد و رواداری مجاز اتصالات گلمیخ‌های سرپهن استاندارد (بند ۹-۲-۱)



L= طول گلمیخ قبل از جوشکاری





$$t_f \geq 1.3d$$

$$t_f \geq (1.3 \times 19mm) \cong 25mm$$

جدول ۹-۱- خواص مکانیکی گلمیخ‌ها (بند ۹-۳-۱)

	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳
مقاومت کششی (Fu)	۴۲۰ (N/mm²)	۴۲۰ (N/mm²)	۵۵۲ (N/mm²)
مقاومت تسلیم (F_y) (کرنش ۰/۲٪)	۳۴۰	۳۵۰ (N/mm²)	–
کرنش (۰/۵٪)	–	–	۴۸۵ (N/mm²)
ازدیاد طول نسبی در ۵۰ میلی‌متر	حداقل ۱۷٪	حداقل ۲۰٪	–
در ۵ برابر قطر	حداقل ۱۴٪	حداقل ۱۵٪	
کاهش سطح مقطع	حداقل ۵۰٪	حداقل ۵۰٪	–

۹-۲-۷- ضخامت فلز پایه

در صورتیکه گلمیخ بطور مستقیم به فلز پایه جوشکاری شود، ضخامت فلز پایه نباید کمتر از ۱/۳ برابر قطر گلمیخ باشد.

برای جوشکاری روی عرشه فولادی، قطر گلمیخ نباید بزرگتر از ۲/۵ برابر ضخامت فلز پایه باشد. گلیمخ به هیچ وجه نباید به بیش از دو لایه عرشه فولادی جوش داده شود.

$$d \leq 2.5t_f$$

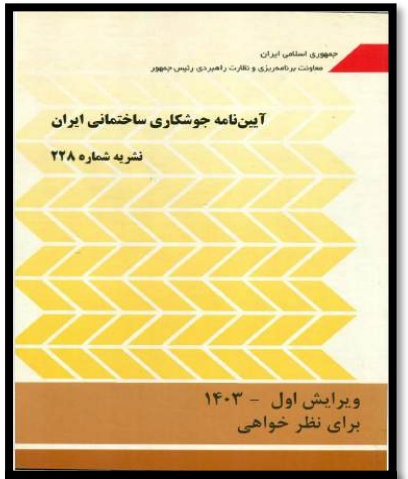
حلقه سرامیکی جهت محافظت جوش

۹-۴-۴- رطوبت

محافظ قوس یا حلقه سرامیکی جوشکاری، باید کاملاً خشک باشد. اگر محافظ به دلایلی مثل رطوبت موجود در هوا یا در اثر باران، مرطوب شده باشد، باید قبل از استفاده به مدت ۲ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس قرار گیرد تا به طور کامل خشک شود.

۹-۴-۶- برداشتن محافظ قوس

در مورد گلمیخ‌هایی که در داخل بتن مدفون می‌شوند، حلقه محافظ باید شکسته و برداشته شود. در مورد سایر گلمیخ‌ها، شکستن حلقه محافظ اجباری نیست، اما بهتر است انجام شود.



۱۱ تمیزکاری قبل از بتن‌ریزی

پیش از آغاز بتن‌ریزی، باید تمامی مصالح باقیمانده شامل قطعات سیم جوش‌ها، سرامیک‌های محافظ جوش گل‌میخ‌ها، اتصال‌های مازاد و سایر قطعات اضافی، از روی سطح جمع آوری گردند.

آیا جوش با الکترود قوس الکتریکی جهت جوشکاری گل میخ مجاز است؟

۹-۵-۵- انتخاب جوش گوشه

بنابر انتخاب پیمانکار، جوشکاری گلمیخ‌ها می‌تواند بصورت جوش گوشه با استفاده از دستورالعمل جوشکاری ارزیابی شده مطابق با ضوابط فصل ۵ و ۶ ، با شرط تأمین ضوابط زیر، انجام شود.

۹-۵-۵-۷- پیش گرمایش

فلز پایه‌ای که گلمیخ‌ها به آن جوش می‌شوند، باید مطابق دستورالعمل جوشکاری پیش‌گرمایش شود.

از 300 MPa تا 380 MPa	E70 یا معادل آن
از 380 MPa تا 460 MPa	E80 یا معادل آن

نوع ۲
۴۲۰ (N/mm²)
۳۵۰ (N/mm²)
حداقل ۲۰٪ حداقل ۱۵٪
حداقل ۵۰٪

جدول ۹-۲- حداقل بعد جوش گوشه برای گلمیخ‌ها

حداقل بعد جوش گوشه برای گلمیخ‌های با قطر کوچک	
حداقل بعد جوش گوشه (mm)	قطر گلمیخ (mm)
۵	۶-۱۱
۶	۱۲
۸	۱۶-۲۰-۲۲
۱۰	۲۵

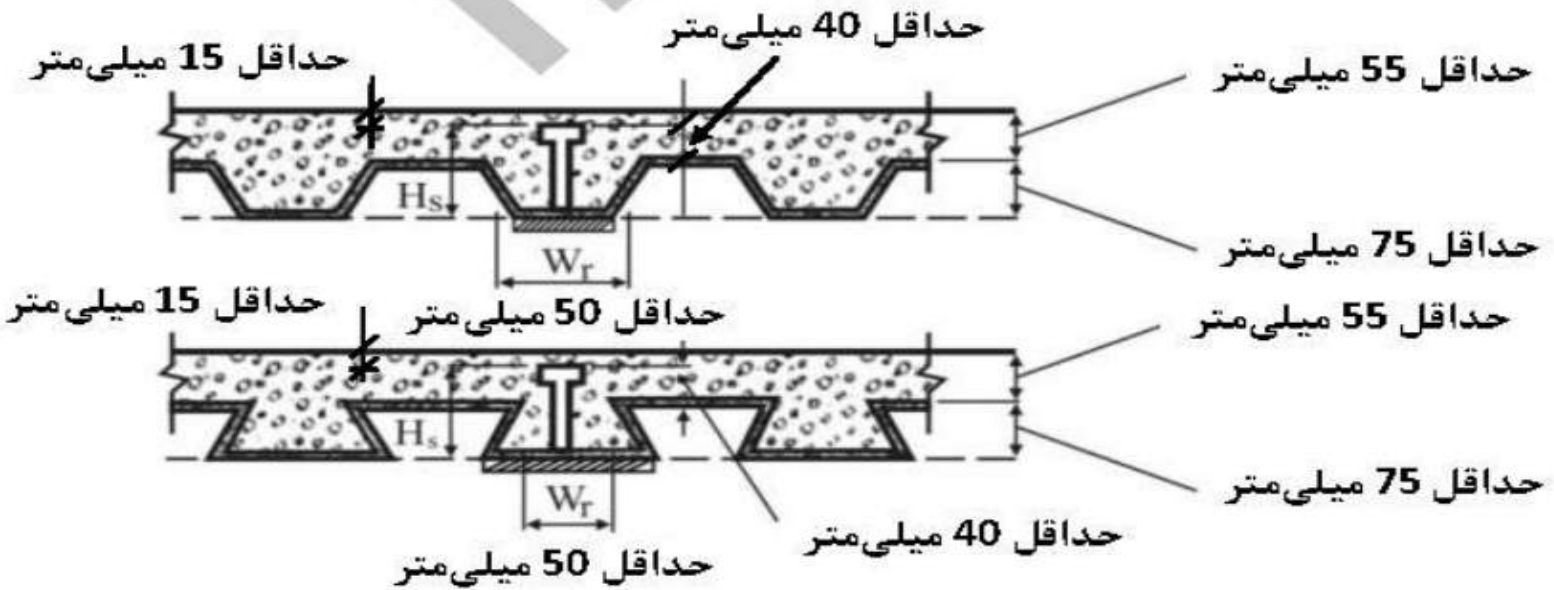
بعد جوش ماکزیمم D=1.25*(قطر الکترود)

۲- دال بتنی باید به‌وسیلهٔ برشگیرهای از نوع گل‌میخ با قطر حداکثر 20 میلی‌متر به مقطع فولادی متصل شوند. گل‌میخ‌ها باید از طریق عرشهٔ فولادی یا به‌طور مستقیم به مقطع فولادی جوش شوند. پس از نصب، ارتفاع گل‌میخ‌ها که از بالای عرشهٔ فولادی اندازه‌گیری می‌شود، نباید از 40 میلی‌متر و نصف ضخامت دال بتنی روی عرشه کوچک‌تر باشد.

۳- پوشش بتن روی گل‌میخ‌ها نباید از 15 میلی‌متر کمتر باشد.

۴- ضخامت دال بتنی در قسمت فوقانی عرشهٔ فولادی نباید کمتر از 55 میلی‌متر باشد.

۵- عرشهٔ فولادی باید در فواصلی حداکثر 450 میلی‌متر به مقطع فولادی و سایر اعضای تکیه‌گاهی مهار شوند. این مهارها می‌توانند برشگیرهای از نوع گل‌میخ، ترکیبی از گل‌میخ‌ها و جوش‌های نقطه‌ای یا هر راهکار فنی دیگر باشد.



همپوشانی ورق های عرشه فولادی


INSO
21973
1st.Edition
2017

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲۱۹۷۳
چاپ اول
۱۳۹۶

سقف‌های مرکب عرشه فولادی

Composite steel deck floors

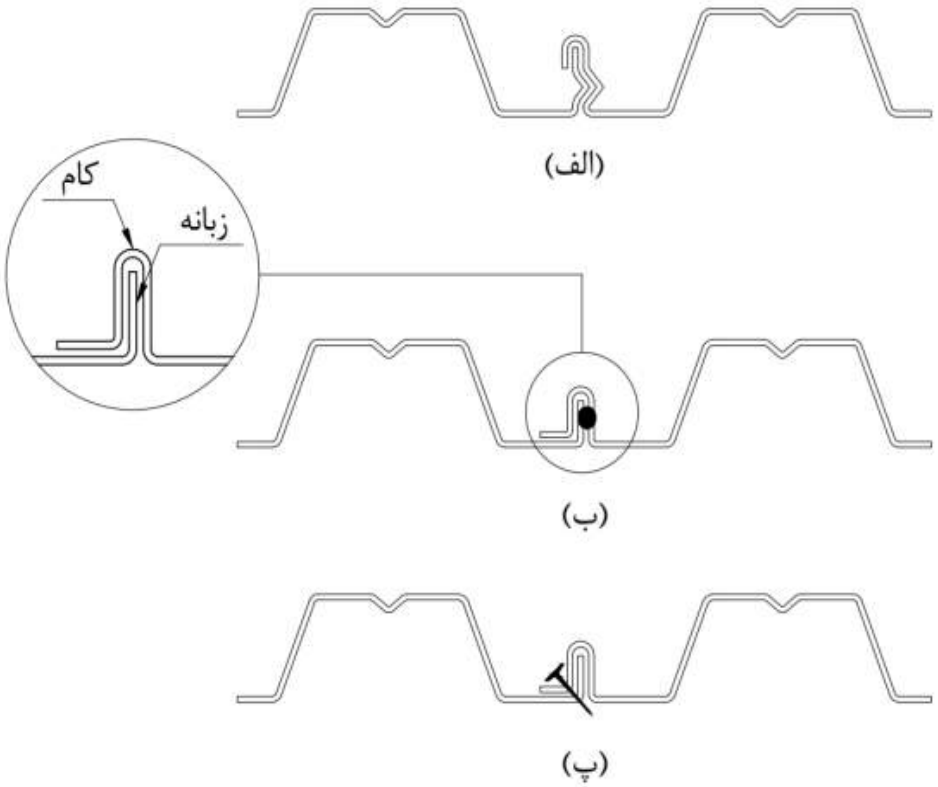
ICS: 77.140.99

۷-۳ اتصال هم‌پوشانی ورق‌های عرشه، برای عرشه‌هایی با دهانه کمتر از ۱٫۵ m، هم‌پوشانی مورد نیاز نیست مگر این‌که براساس طراحی دیافـــراگم ضرورت داشته باشد. برای عرشه‌هایی با دهانه‌های بزرگ‌تـر از ۱٫۵ m اتصال هم‌پوشانی عرشه‌ها در فواصل حداکثر یک متر به یکی از روش‌های زیر لازم است:

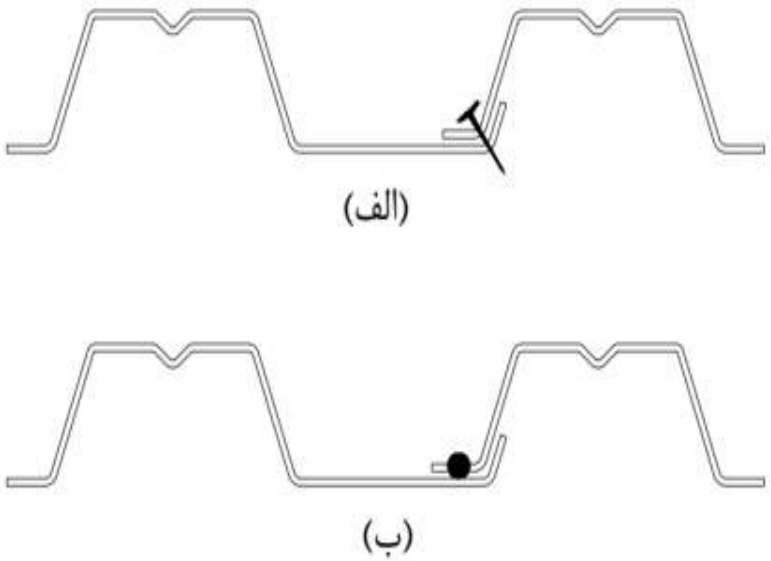
۷-۳-۱ پیچ‌هایی با حداقل قطر ۵ mm؛

۷-۳-۲ تا کردن و بست دکمه‌ای[1] دو ورق عرشه فولادی.

۷-۳-۳ جوش نقطه‌ای با حداقل قطر ۱۶ mm، جوش گوشه با حداقل طول ۴۰ mm و یا سایر جـوش‌هـای معادل دیگر در انطباق با استانداردهای AISI S905 و نشـریه شـماره ۶۱۲ معاونـت برنامـه ریـزی و نظـارت راهبردی ریاست جمهوری.



شکل ۴- انواع اتصال همپوشانی جانبی عرشه‌ها بصورت کام و زبانه: الف-بست دکمه‌ای، ب- جوشی و پ-پیچی



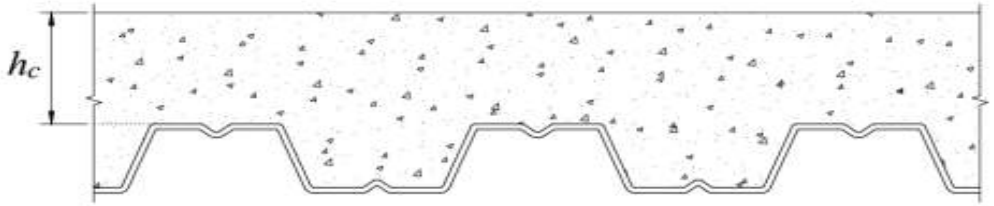
شکل ۵- انواع اتصال همپوشانی جانبی عرشه‌ها بدون کام و زبانه: الف- پیچی، ب-جوشی

پیوست ب

(الزامی)

جدول تعیین ضخامت دال سقف مرکب عرشه فولادی در برابر آتش

در طراحی سقف‌های مرکب عرشه فولادی در برابر آتش، اطلاعات لازم باید توسط تولید کنندگان عرشه‌های فولادی در جداول طراحی ارائه گردد. با این حال، راهنمایی کلی به عنوان طرح مقدماتی در مورد حداقل ضخامت دال (h_c طبق شکل ب-۱) برای زمان‌های معین مقاومت در برابر آتش در جدول ب-۱ ذکر شده است. برای تعیین مدت زمان مقاومت مورد نیاز در برابر آتش باید به فصل ۲۲ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان مراجعه شود. در جدول ب-۱ حداقل ضخامت ورق عرشه برای مقاومت در برابر آتش ۰٫۸ mm است. در صورت نیاز به مقاومت بیشتر در برابر آتش می‌توان از میلگردهای تقویتی درون کنگره عرشه استفاده نمود که محاسبه آن باید مطابق با آئین نامه‌های معتبر صورت پذیرد[۱].



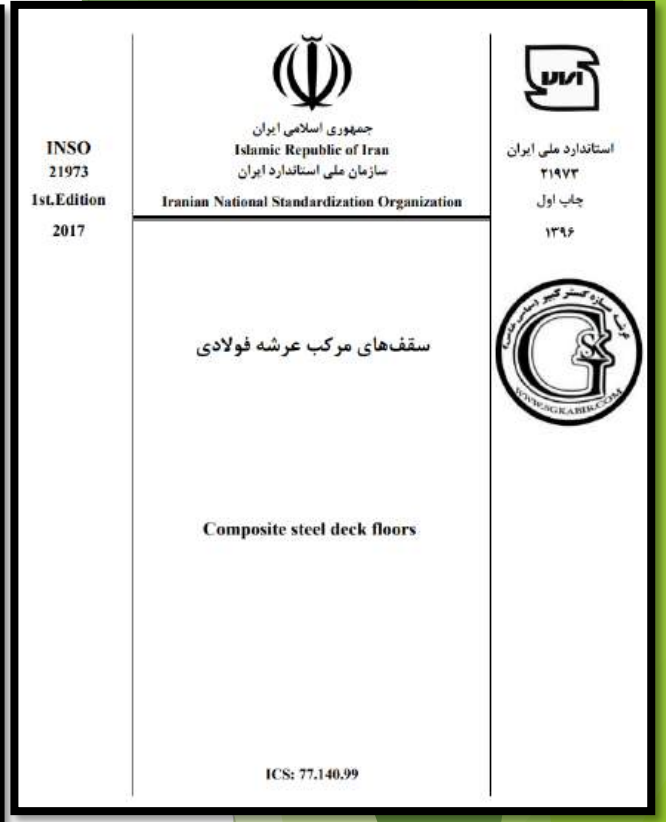
شکل ب-۱- نحوه محاسبه ضخامت دال

جدول ب-۱- تعیین ضخامت اولیه دال بتنی مرکب عرشه‌های فولادی برای مقاومت در برابر آتش

مدت زمان (ساعت)	ضخامت بتن معمولی، h_c (mm)	نیاز به عایق آتش[۲]
۱	۹۰	ندارد
۱/۵	۱۰۰	ندارد
۲	۱۱۵	ندارد
۳	۱۳۵	ندارد
۱	۶۵	دارد
۱/۵	۶۵	دارد
۲	۶۵	دارد
۳	۶۵	دارد
۴	۶۵	دارد

۱ - برای طراحی در برابر آتش می‌توان به نشریه SCI Publication 056 با عنوان زیر مراجعه نمود:
The Fire Resistance of Composite Floors with Steel Decking (2nd Edition)

۲ – روش آزمون مقاومت سقف در برابر آتش مطابق استاندارد ملی ۲-۱۲۰۵۶ انجام می‌گردد.


INSO
21973
1st.Edition
2017

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲۱۹۷۳
چاپ اول
۱۳۹۶

سقف‌های مرکب عرشه فولادی

Composite steel deck floors

ICS: 77.140.99

۹-۶-۵- تعداد نمونه‌ها

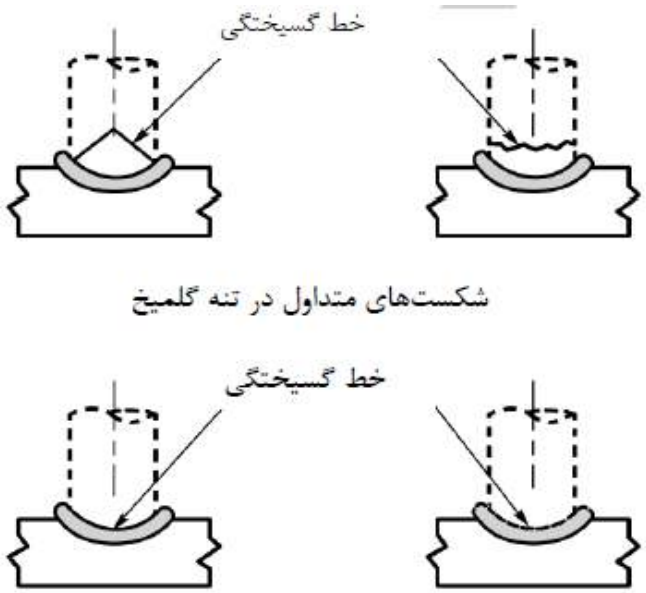
برای هر قطر، وضعیت و هندسه سطح، باید ۱۰ نمونه آزمایشی به طور متوالی براساس دستورالعمل جوشکاری، جوش داده شود.

۹-۶-۶- آزمایش‌های مورد نیاز

تعداد ۱۰ نمونه آزمایشی باید تحت حداقل یکی از آزمایش‌های خمش، پیچش و یا کشش قرار گیرد.

گلمیخ‌ها باید با خمش متناوب ۳۰ درجه در جهت مخالف، در یک دستگاه آزمایش معمولی مطابق شکل ۹-۴ تا زمانی که شکست اتفاق بیافتد، آزمایش شوند. همچنین این آزمایش به وسیله خم کردن گلمیخ به میزان ۹۰ درجه نسبت به محور گلمیخ انجام می‌گیرد. در صورتیکه پس از خم کردن گلمیخ، شکست در ورق یا در تنه گلمیخ اتفاق بیفتد، و هیچگونه شکستی در جوش به وجود نیاید، نتایج قابل پذیرش خواهد بود.

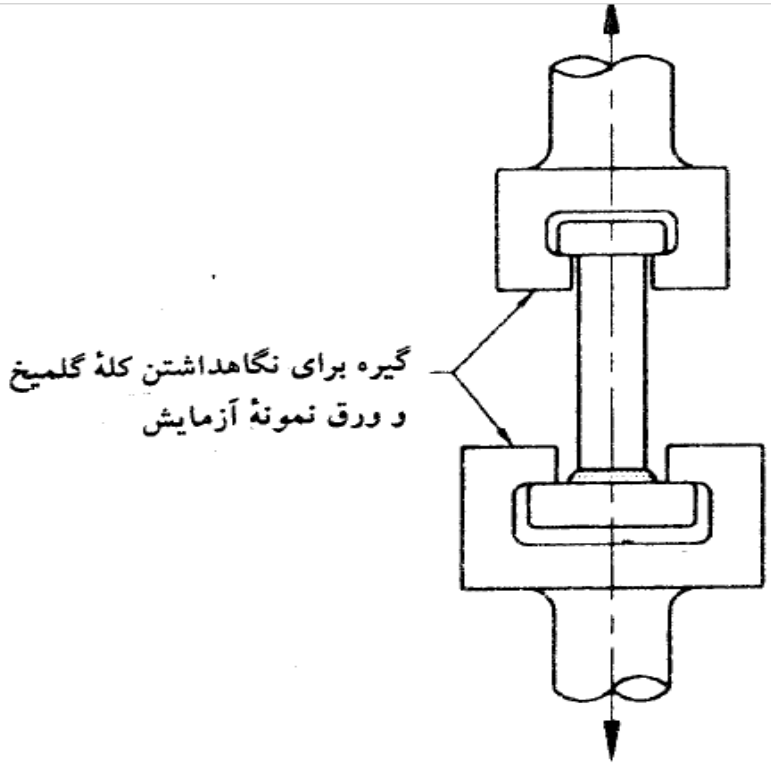
تست خمش کارگاهی یا آزمایشگاهی



شکل ۹-۴- آزمایش خمش گلمیخ

۹-۶-۷-۳- آزمایش کشش

در این آزمایش، گلمیخ با استفاده از دستگاهی که قابلیت اعمال نیروی لازم را داشته باشد، تا مرحله گسیختگی تحت کشش قرار می‌گیرد. در صورتی که محل شکست قطعه آزمایشی از ناحیه جوش نباشد، نتایج آزمایش قابل پذیرش است.

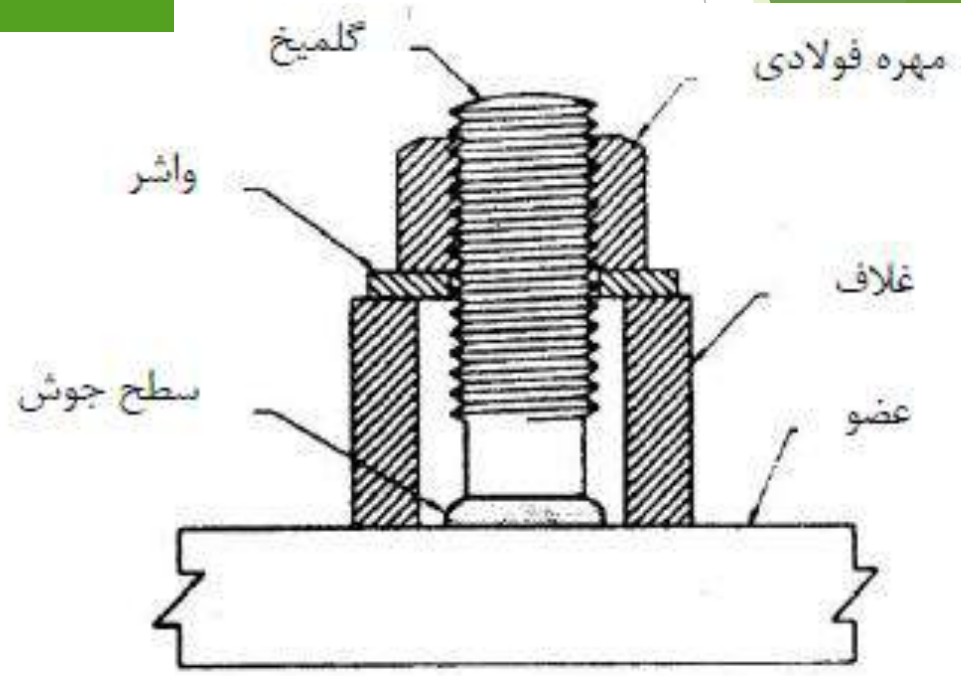


- نمونه از گیرهٔ ثابت آزمایش کشش.

۹-۶-۷-۲- آزمایش پیچش

گلمیخ مطابق شکل ۹-۳ توسط دستگاهی تحت آزمایش پیچش قرار می‌گیرد. در صورتیکه محل شکست قطعه آزمایشی از ناحیه جوش نباشد، نتایج آزمایش قابل پذیرش است.

UNC: رزوه درشت COARSE
UNF: رزوه ریز FINE



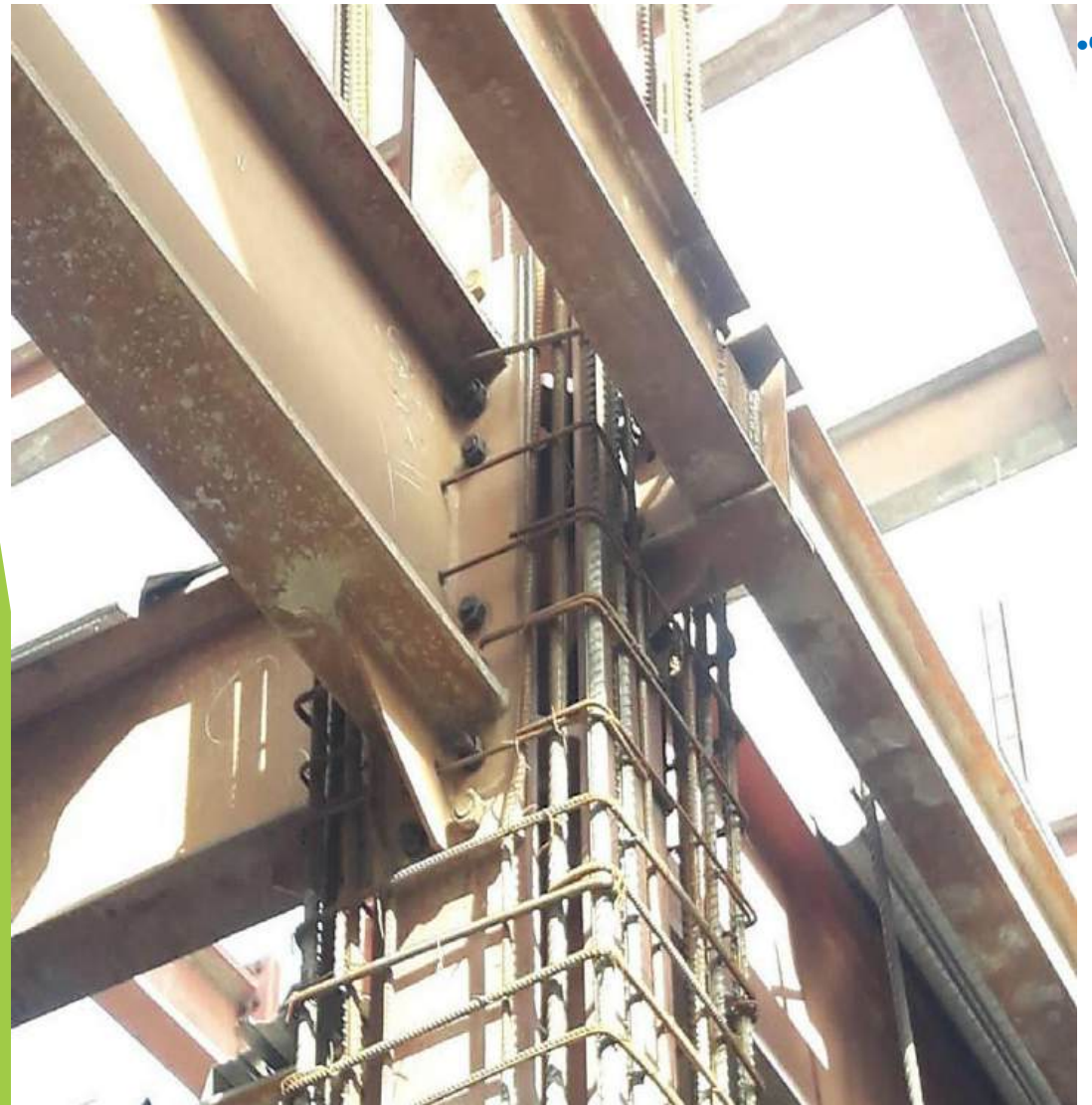
شکل ۹-۳- نحوه آزمایش پیچش (بند ۹-۷-۱-۴)

پیچش لازم در آزمایش گلمیخ‌های رزوه شده		
پیچش اعمال شده (N.m)	تعداد رزوه در هر ۲۵ mm	قطر اسمی گلمیخ (mm)
۹/۰	۲۸ UNF	۶/۴
۷/۸	۲۰ UNC	
۱۸/۱	۲۴ UNF	۷/۹
۱۶/۱	۱۸ UNC	
۳۲/۹	۲۴ UNF	۹/۵
۲۹/۲	۱۶ UNC	
۵۱/۴	۲۰ UNF	۱۱/۱
۴۷/۲	۱۴ UNC	
۷۹/۷	۲۰UNF	۱۲/۷
۷۰/۸	۱۳ UNC	
۱۱۳/۸	۱۸ UNF	۱۴/۳
۱۰۲/۰	۱۲ UNC	
۱۵۸/۸	۱۸ UNF	۱۵/۹
۱۴۰/۸	۱۱ UNC	
۲۷۸/۰	۱۶ UNF	۱۹/۱
۲۴۹/۷	۱۰ UNC	
۴۴۳/۹	۱۴ UNF	۲۲/۲
۴۰۲/۹	۹ UNC	
۶۷۵/۷	۱۲ UNF	۲۵/۴
۶۰۴/۰	۸ UNC	

14UNF: تعداد 14 عدد رزوه در واحد طول اینچ یا 25 میلیمتر

ستون های کامپوزیتی

اولین بار این ستون‌ها برای جلوگیری از تخریب ساختمان در برابر آتش سوزی ابداع شد و این نوع از مقاطع با نام‌های SRC یا RCS رایج شده‌اند (Reinforced Concrete & Steel).



کاربرد این ستون‌ها دامنه بسیار وسیعی دارد از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

ساختمان‌های بلند مرتبه

کارگاه‌های صنعتی بزرگ

پایه پل‌ها

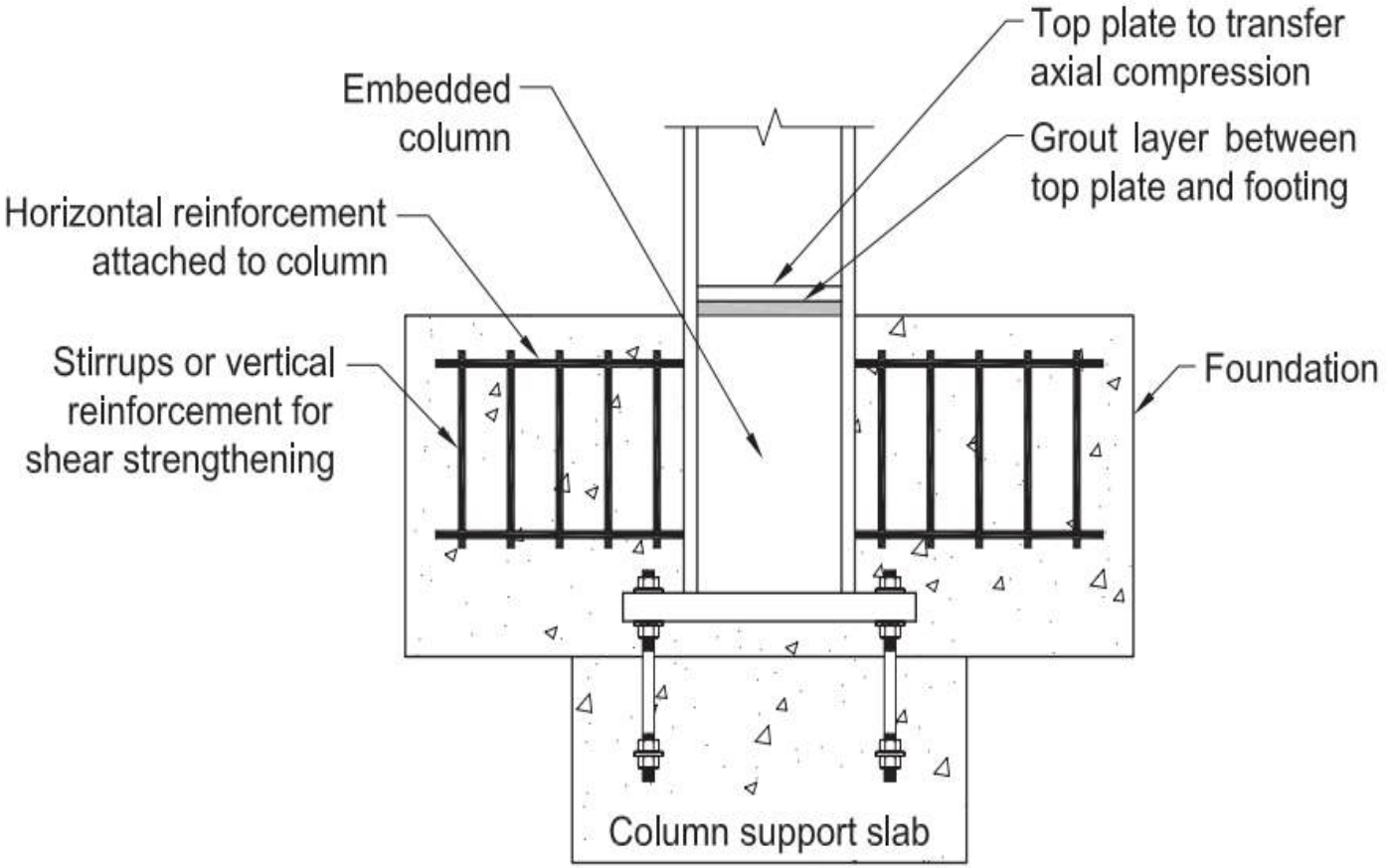
سکوهای ساحلی

شمع‌های فونداسیون

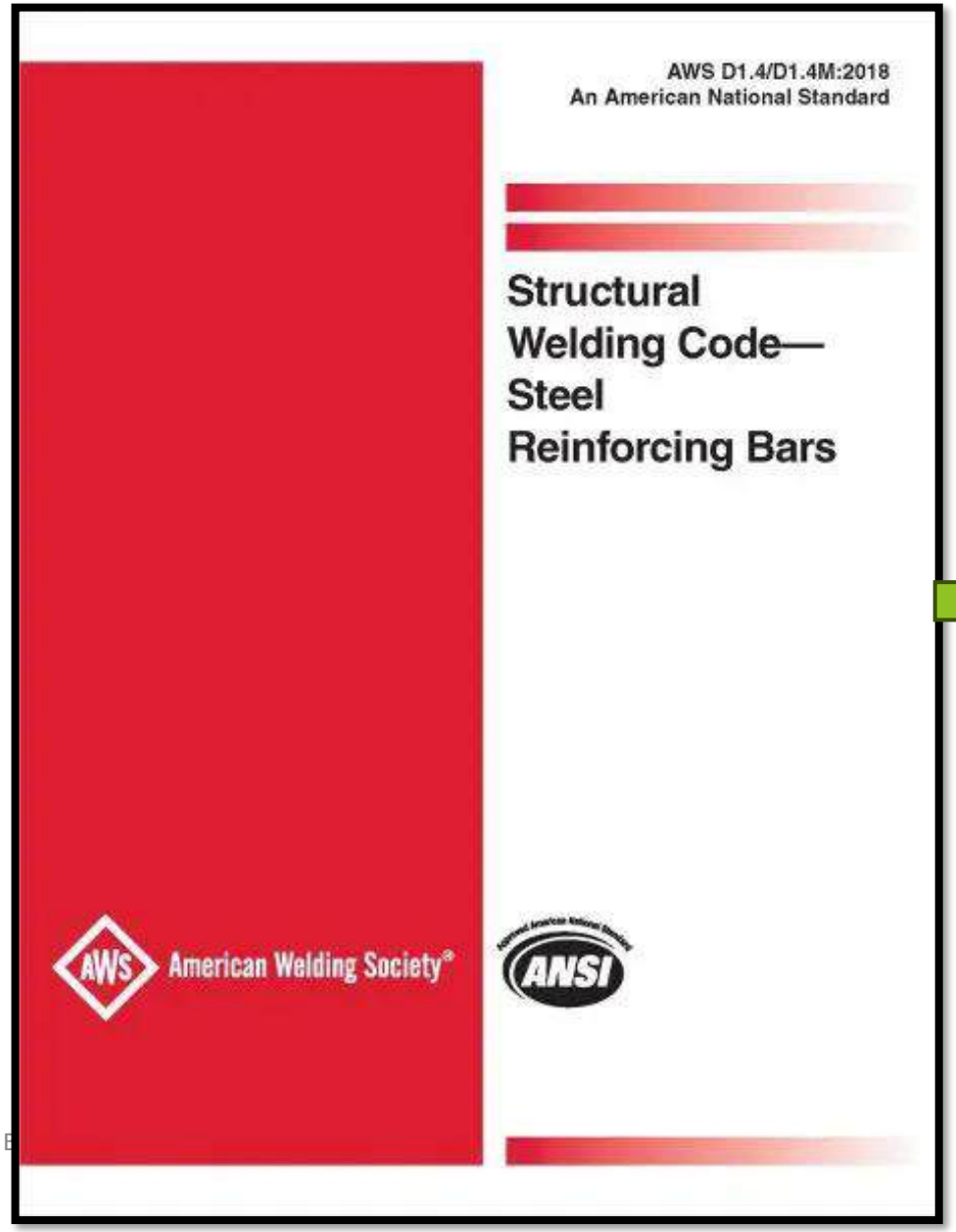
ستون‌های نگهدارنده مخازن

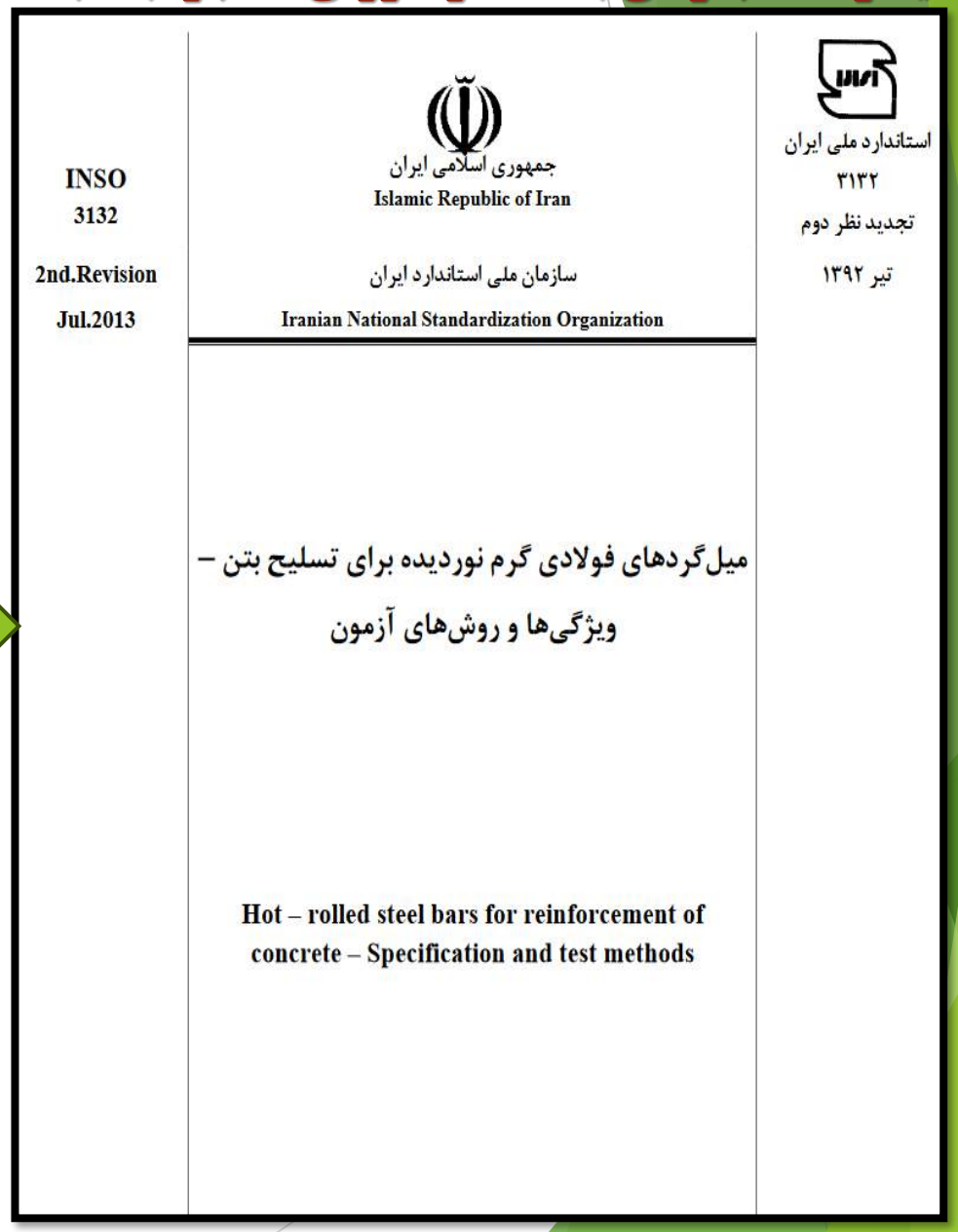
ستون‌های سازه‌های با دهانه‌های بزرگ مقاوم سازی انواع سازه‌ها

نحوه اجرای ستون های کامپوزیت



آیا جوش میلگردها مجاز می باشد؟ در صورتی که جواب مثبت است شرایط آن چگونه است.





استاندارد ملی ایران
۳۱۳۲
تجدید نظر دوم
تیر ۱۳۹۲

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

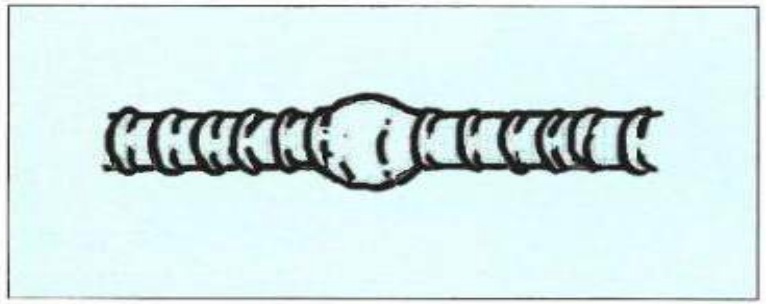
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

INSO
3132
2nd.Revision
Jul.2013

میل‌گردهای فولادی گرم نوردیده برای تسلیح بتن – ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

Hot – rolled steel bars for reinforcement of concrete – Specification and test methods

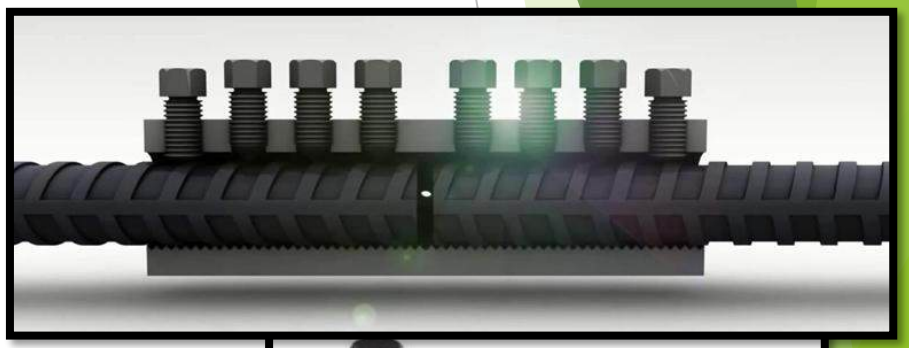
روش های اتصال در میلگردها

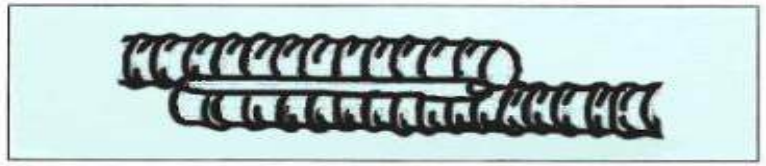


GAS PRESSURE WELDING

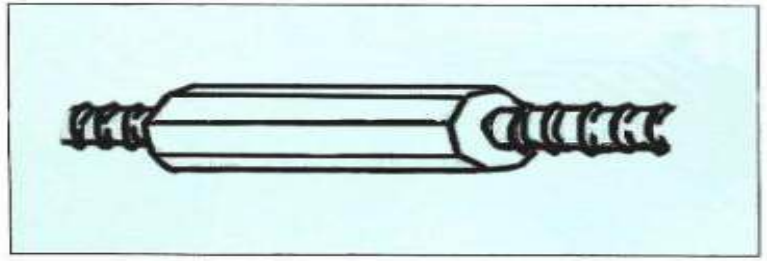
۹-۲۱-۴-۷-۴ در وصله‌های مکانیکی انتقال نیرو از طریق غلاف اتکایی، کوپلر، غلاف کوپل کننده و غیره انجام می‌گیرد.

ARC WELDING JOINT

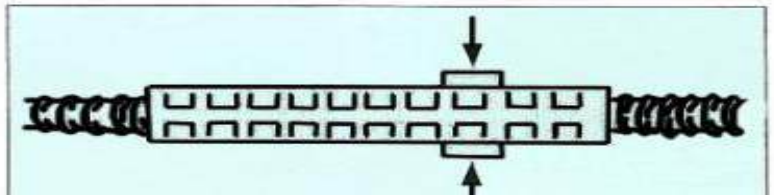




PILE ARC WELDING JOINT



THEADING JOINT



CRIMPING / COMPRESSION JOINT

قاب خمشی متوسط

۹-۲۰-۵-۳-۳-۲ در دو انتهای ستون‌ها در طول l_0 باید دورگیر مطابق بند ۹-۲۰-۵-۳-۳-۳ به کار برده شود. طول l_0، ناحیه‌ی بحرانی، که از بر اتصال به اعضای جانبی اندازه گیری می‌شود، نباید کم‌تر از مقادیر (الف) تا (پ) زیر در نظر گرفته شود:

الف- یک ششم ارتفاع آزاد ستون؛

ب- بزرگ‌ترین بعد مقطع ستون یا قطر مقطع دایره‌ای شکل آن؛

پ- ۴۵۰ میلی متر.

قاب خمشی ویژه

۹-۲۰-۶-۲-۲-۵ استفاده از وصله‌ی پوششی در محل‌های زیر مجاز نیست:

الف- در اتصالات تیرها به ستون‌ها؛

ب- در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع تیر از بر تکیه‌گاه؛

پ- در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع تیر از مقاطع بحرانی که در آن‌ها، در اثر تغییر مکان جانبی غیر الاستیک، امکان وقوع تسلیم آرماتور وجود دارد.

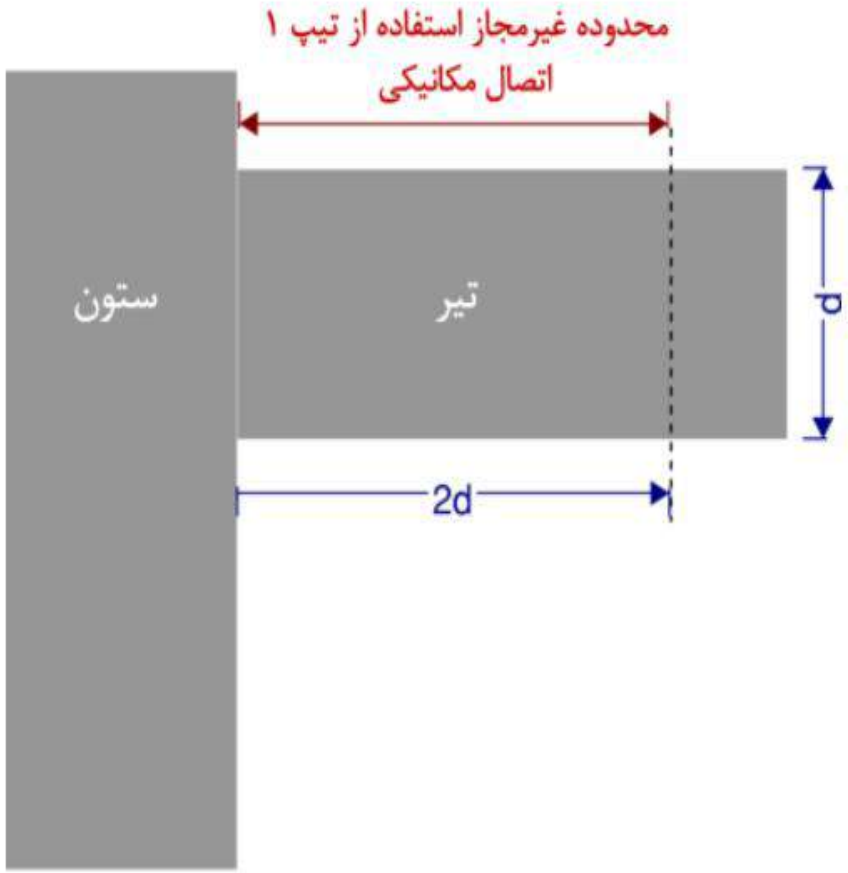
۹-۲۰-۶-۲-۲-۶ وصله های مکانیکی باید شامل یکی از دو طبقه بندی زیر باشند:

الف- گروه یک- وصله‌های مکانیکی مطابق ضوابط بند ۹-۲۱-۴-۷

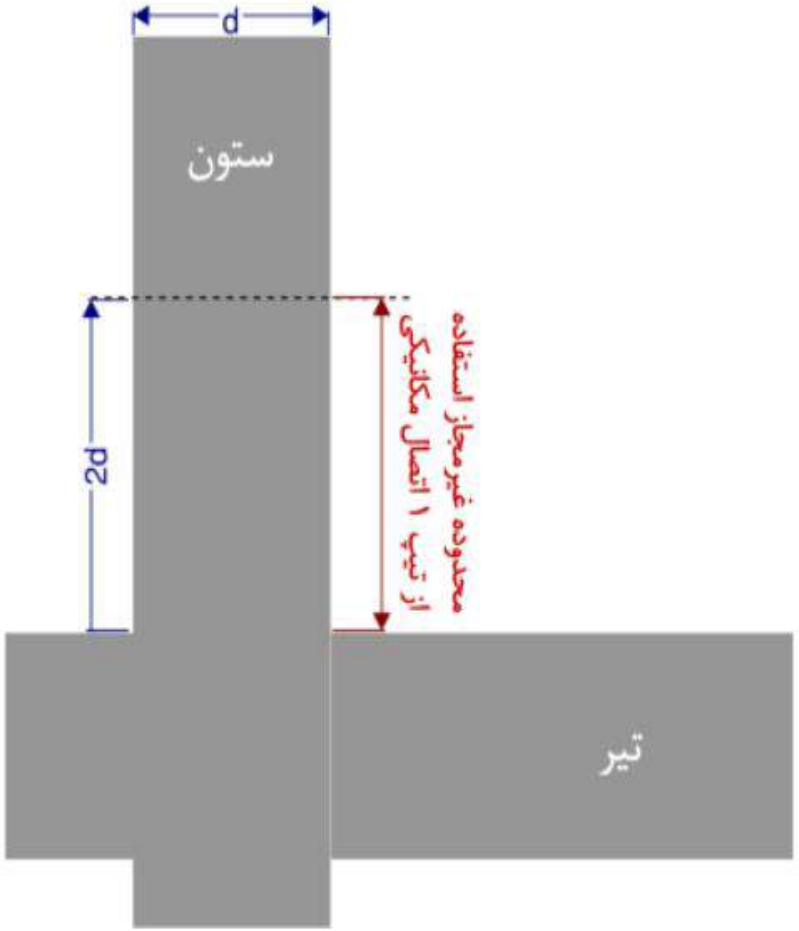
ب- گروه دو- وصله‌های مکانیکی مطابق ضوابط بند ۹-۲۱-۴-۷ که قادر هستند مقاومت گسیختگی کششی اسمی آرماتورهای وصله شده را تحمل نمایند.

۹-۲۰-۶-۲-۲-۷ وصله‌های مکانیکی گروه یک نباید در فاصله‌ای کم‌تر از دو برابر ارتفاع مقطع عضو از بر تیر یا ستون، و یا مقاطع بحرانی که در آن‌ها احتمال تسلیم آرماتورها وجود دارد، واقع شده باشند. استفاده از وصله‌های گروه دو درصورتیکه رده آرماتورها S400 و S420 بوده و تیر پیش‌ساخته نباشد، در هر نقطه مجاز است. در مورد سایر رده‌های آرماتور نیز باید شرایط وصله‌های گروه یک در این بند رعایت شوند.

۹-۲۰-۶-۲-۲-۸ استفاده از وصله‌های جوشی در میلگردهایی که نیروی ناشی از زلزله را تحمل می‌نمایند، باید بر اساس ضوابط بند ۹-۲۱-۴-۷ بوده و نباید در فاصله‌ی کم‌تر از دو برابر ارتفاع مقطع عضو از بر اتصال تیر به ستون، و یا مقاطع بحرانی که در آن‌ها احتمال تسلیم آرماتورها وجود دارد، واقع شده باشند.



محدودیت استفاده از تیپ ۱ رزوه و کوپلر در تیر قاب های خمشی ویژه



محدودیت استفاده از تیپ ۱ رزوه و کوپلر در ستون قاب های خمشی ویژه


金 地

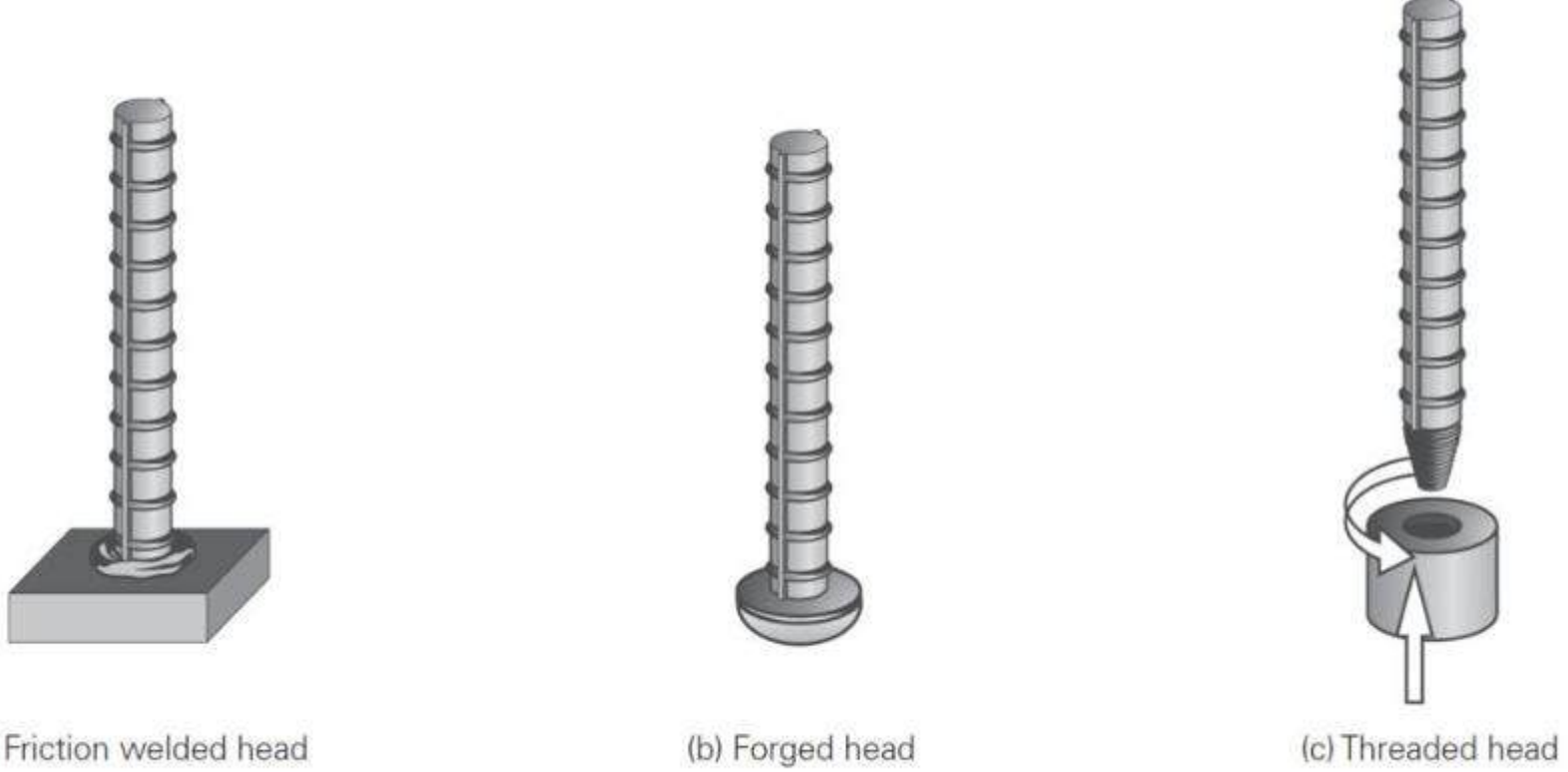


Figure 3 – Methods of head attachment to the end of a reinforcing bar.

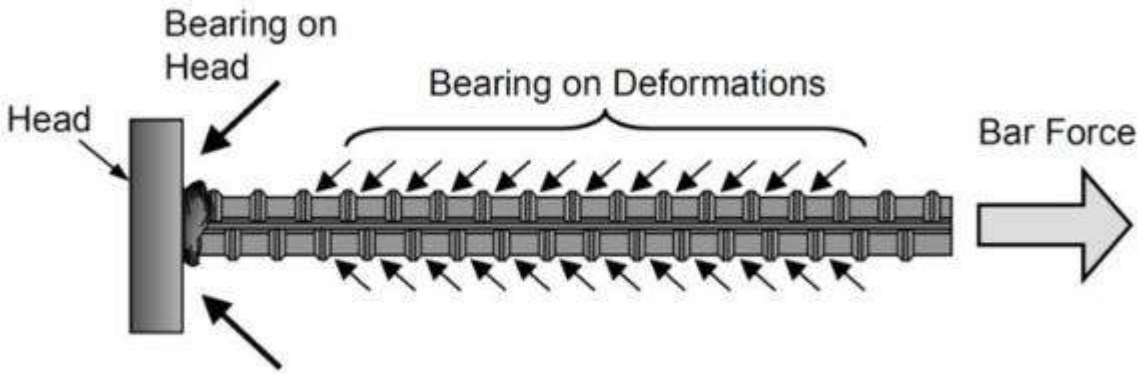
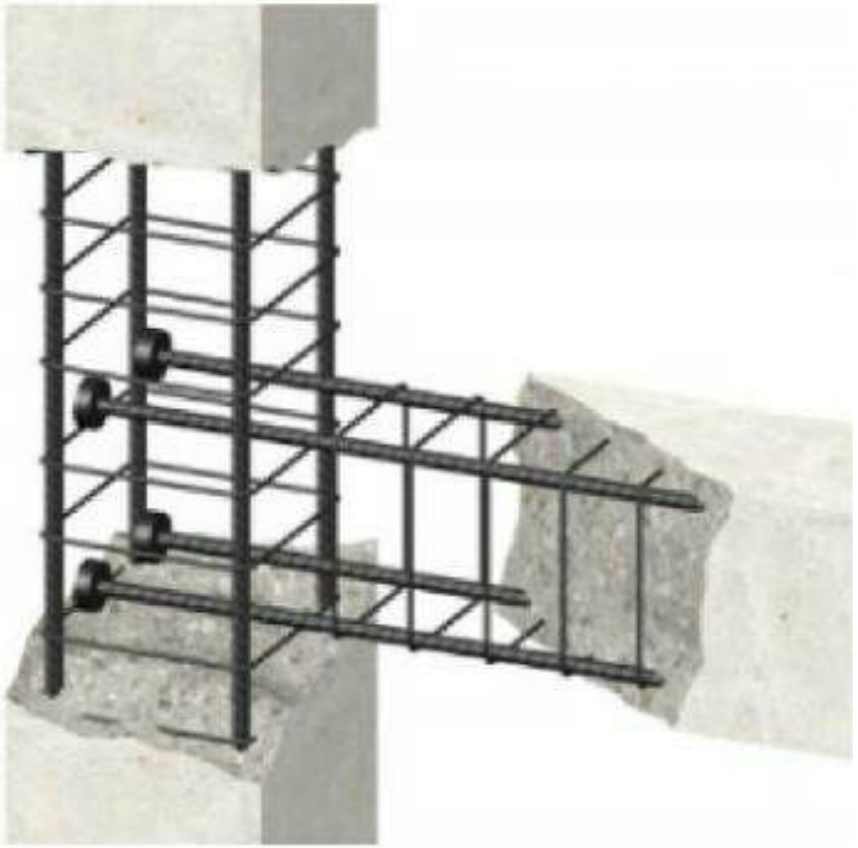
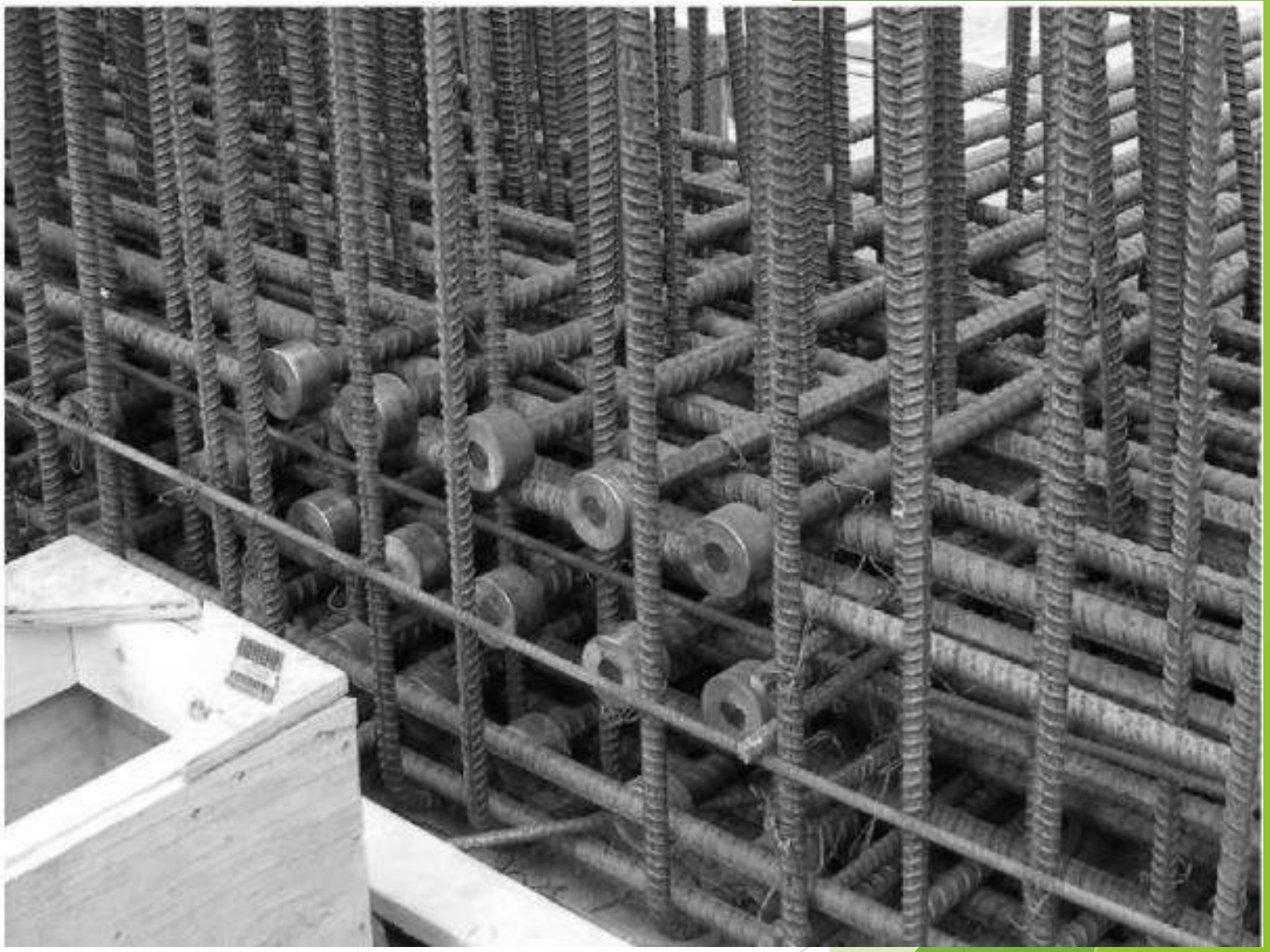


Figure 3-1: Anchorage of a headed bar

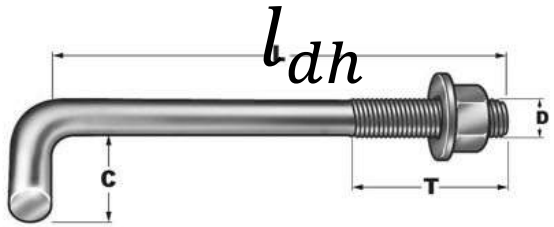


مهار میلگرد کششی توسط میلگرد **سردار**



۹-۲۱-۳-۳ طول گیرایی میلگرد آجدار با قلاب استاندارد در کشش

$$l_{dh} = \frac{\psi_e \psi_r \psi_o \psi_c}{\lambda} \frac{0.043 f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b^{1.5} \qquad (۹-۲۱-۳)$$

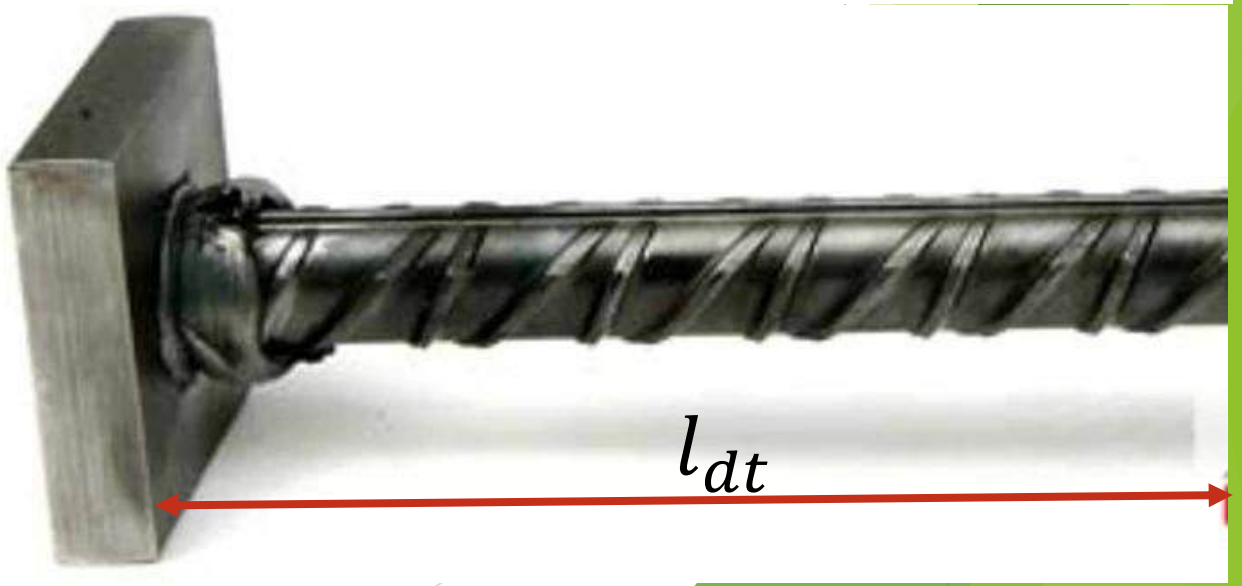


۹-۲۱-۳-۴ طول گیرایی میلگرد آجدار سَر دار در کشش

$$l_{dt} = \frac{\psi_e \psi_c \psi_p \psi_o}{\lambda} \frac{0.032 f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b^{1.5} \qquad (۹-۲۱-۴)$$

$$l_{dt} = \frac{\psi_e \psi_c \psi_p \psi_o}{\lambda} \frac{0.032\,(1.25 f_y)}{\sqrt{f_c'}} d_b^{1.5}$$

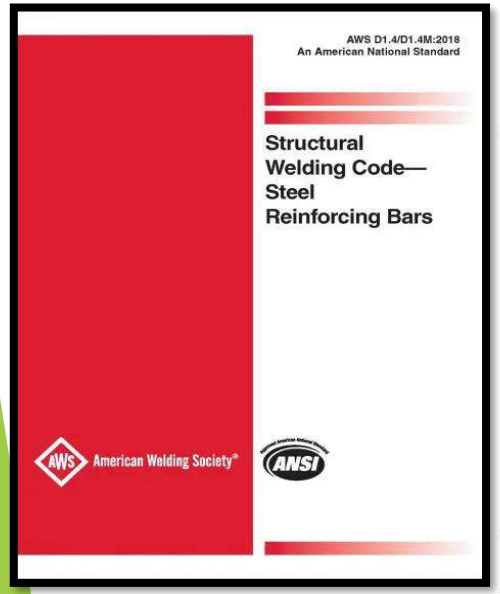
$$l_{dt} = \frac{\psi_e \psi_c \psi_p \psi_o}{\lambda} \frac{0.04\, f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b^{1.5}$$

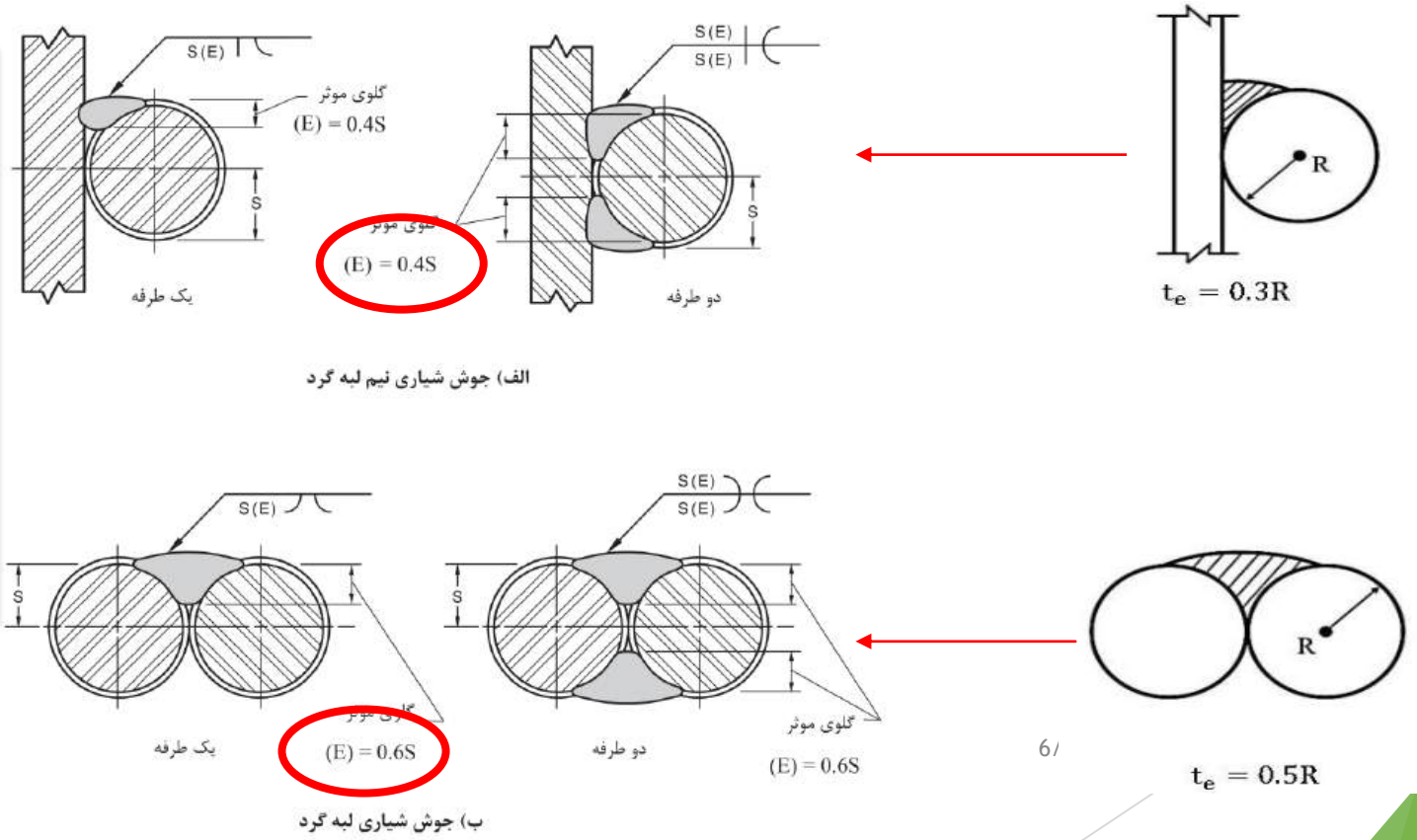


گا م رزوه (mm)	طول کوپلر (mm)	قطر خارجی (mm)	قطر میلگرد (mm)	ردیف
2/5	42	23	16	1
2/5	46	27	18	2
2/5	50	29	20	3
3	55	33	22	4
3	60	37	25	5
3	65	41	28	6
3	70	47	30	7
3	75	49	32	8
3/5	85	53	36	9
3/5	91	58	40	10

۱۰-۲-۹-۲-۱ جوش‌های شیاری

الف) سطح مقطع مؤثر: سطح مقطع مؤثر در جوش‌های شیاری عبارت است از حاصل‌ضرب طول مؤثر در ضخامت مؤثر جوش. طول مؤثر جوش برابر با طول جوش‌شده و ضخامت مؤثر جوش شیاری با نفوذ کامل برابر با ضخامت قطعهٔ نازک‌تر در اتصال لب‌به‌لب و ضخامت قطعهٔ جوش‌شده در اتصال کنج و سپری در نظر گرفته می‌شود. ضخامت مؤثر در جوش شیاری با نفوذ نسبی برابر با عمق شیار جوش منهای 3 میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود. استفاده از جوش شیاری با نفوذ نسبی (ناقص) در وضعیتی که بارگذاری متناوب (اثر خستگی) وجود داشته باشد، مجاز نیست. ضخامت مؤثر جوش شیاری که بین دو لبهٔ گرد (مثل شیار بین دو میلگرد) یا بین یک لبهٔ گرد و لبهٔ تخت (مثل میلگرد در مجاورت ورق) داده می‌شود، باید مطابق شکل ۱۰-۲-۹-۸ در نظر گرفته شود.





الف) جوش شیاری نیم لبه گرد

ب) جوش شیاری لبه گرد

۹-۲۲-۱۲-۳-۳ آزمایش خم کردن آرماتور

الف- آزمایش خم کردن آرماتورها به عنوان ضابطه‌ی دیگری برای شکل پذیری انجام می‌شود؛ و در آن، آرماتورها به دور یک فک خمشی به اندازه‌ی زاویه‌ای خاص خم می‌شوند. در این آزمون در رویه‌ی خارجی آرماتور نباید هیچ گونه ترک، شکستگی، یا عیب دیگری مشاهده شود. مشخصات خم و قطر فک خمشی در هر یک از رده‌های آرماتور در جدول ۹-۲۲-۹ آورده شده اند.

ب- آزمایش خمش به دو صورت خمش سرد و خمش مجدد انجام می‌شود. آزمایش خمش سرد بر روی نمونه‌هایی به طول حداقل ۲۵۰ میلی متر، که مستقیما از خط تولید به دست آمده‌اند و هیچ گونه عملیات مکانیکی از جمله تراش‌کاری بر روی آن‌ها اعمال نشده، انجام می‌شود. در آزمایش خمش مجدد، نمونه‌های مشابه خمش سرد به میزان ۹۰ درجه در دمای محیط خم شده و سپس به مدت ۳۰ دقیقه تا دمای ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس گرم می‌شوند؛ و پس از سرد شدن در دمای محیط با نیروی پیوسته و یک‌نواخت به میزان ۲۰ درجه باز گردانده می‌شوند.

جدول ۹-۲۲-۹ زاویه‌ی خمش و نسبت قطر فک خمش به قطر اسمی میلگردها در آزمایش خمش

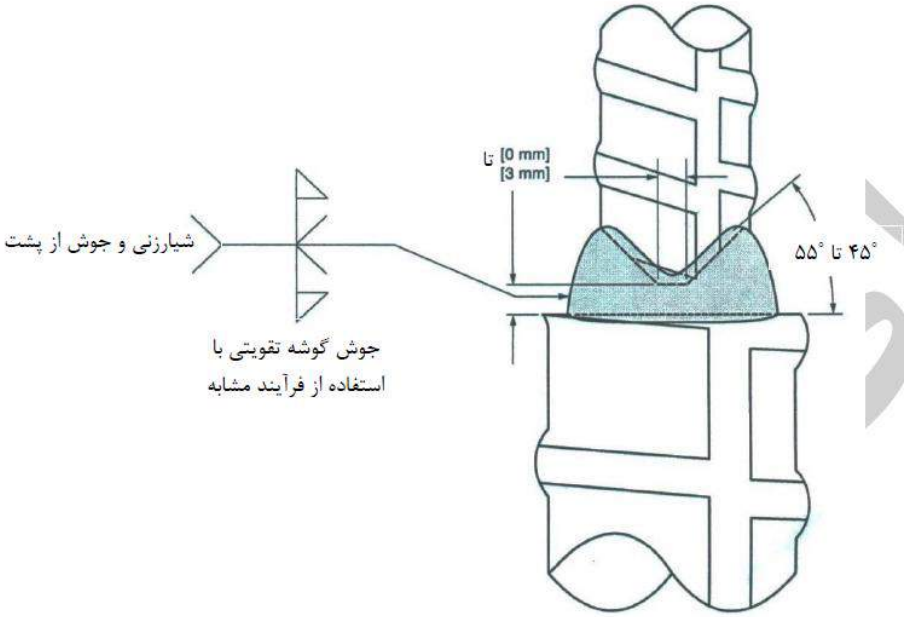
رده‌ی آرماتور	زاویه‌ی خمش (درجه)		نسبت قطر فک خمش به قطر اسمی میلگرد
	خمش سرد	خمش مجدد	
S۲۴۰	۱۸۰	۹۰	۲
S۳۴۰	۱۸۰	۹۰	۳
S۴۰۰	۱۸۰	۹۰	۵
S۵۰۰	۹۰	۹۰	۵

۹-۲۱-۴-۷ وصله‌ی مکانیکی و جوشی میلگردهای آجدار در کشش و فشار

۹-۲۱-۴-۷-۱ استفاده از وصله‌های جوشی عمدتا برای میلگردهای با قطر ۲۰ میلی متر و بیش‌تر توصیه می‌شود.

۹-۲۱-۴-۷-۲ در وصله‌های جوشی برای میلگردهای با قطر زیاد، استفاده از اتصال سر به سر مستقیم با جوش نفوذی ارجحیت دارد.

۹-۲۰-۶-۲-۲-۹ جوش کاری خاموت‌ها، تنگ‌ها، قطعات جاگذاری شده، و مشابه آن‌ها به آرماتورهای طولی که کاربرد محاسباتی دارند، مجاز نمی‌باشد.



شکل پ ۳-۳-۱- اتصال لب‌به‌لب مستقیم و تبدیل در سایزهای مختلف میلگرد

۹-۲۲-۱۲-۴ سایر مشخصات

الف– در مواردی که در میلگردها از وصله‌ی جوشی استفاده می‌شود، میلگردها باید تحت آزمایش جوش پذیری قرار گیرند. در این آزمایش نمونه‌های جوش شده تحت آزمایش کشش و خمش قرار می گیرند. در آزمایش کشش، زمانی میلگرد از نظر جوش پذیری قابل قبول تلقی می‌شود که مقطع گسیخته شده در محل جوش یا در مجاورت آن نباشد. در آزمایش خمش، زمانی میلگرد از نظر جوش پذیری قابل قبول تلقی می‌گردد که پس از خم کردن، ترکی در منطقه‌ی جوش شده به وجود نیامده باشد.

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

آیین‌نامه بتن ایران

(تجدیدنظر دوم)

جلد دوم

مصالح و اجرا

ضابطه شماره ۲-۱۲۰

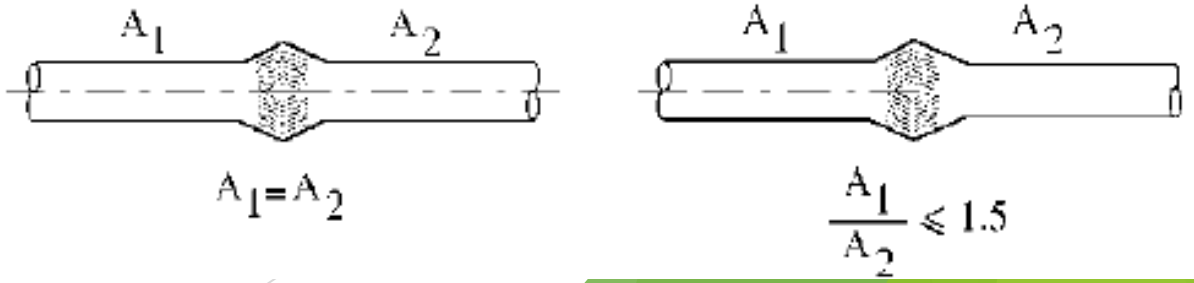
آخرین ویرایش ۱۴۰۲/۰۵/۲۵

ت ۴-۶-۵ جوش آرماتورها

ت ۴-۶-۵-۱ اتصال جوشی میلگردها فقط در مورد آرماتورهایی که حد جاری شدن آن‌ها بیشتر از ۵۰۰ مگاپاسکال نباشد، قابل انجام می‌باشد. اتصال جوشی نباید در محل خم میلگردها واقع شود. نمونه‌های جوش شده نباید دارای تغییر شکل نسبی نظیر گسیختگی کمتر از ۸ درصد محل جوش باشند.

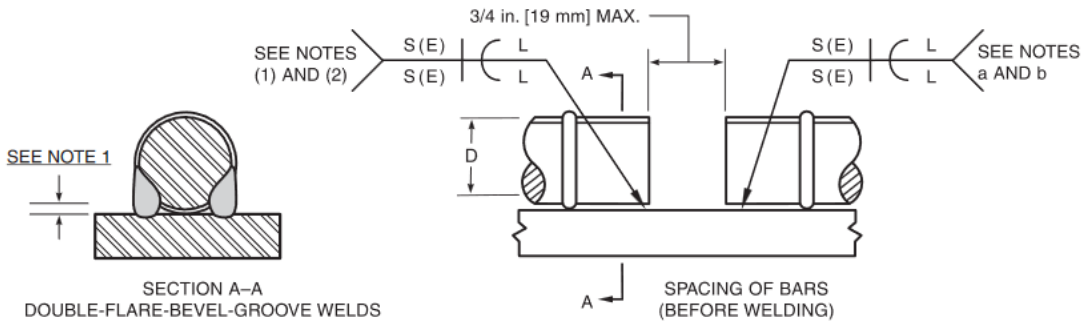
انجام اتصالات جوش در دمای زیر صفر درجه سلسیوس مجاز نیست. اتصال جوشی به دو طریق امکان‌پذیر است:

الف- اتصال به وسیله جوش نوک به نوک خمیری بدون الکترود (جوش الکتریکی تماسی) که فقط در کارخانه یا کارگاه‌های دارای نظارت ویژه مجاز است، شکل ت ۴-۱.

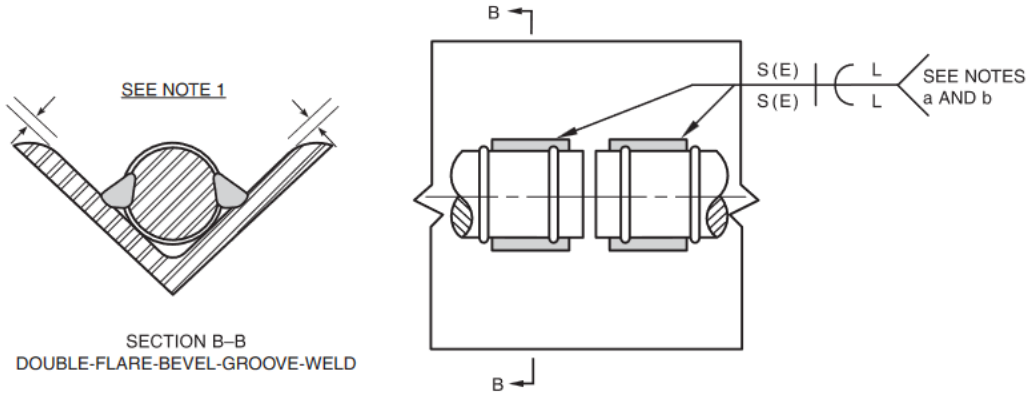


حداقل قطر آرماتورها در این نوع اتصال برای فولاد نرم معمولی ۱۰ میلی‌متر و برای فولادهای اصلاح شده ۱۴ میلی‌متر است. به علاوه قطر دو آرماتور متصل شونده باید طوری باشد که نسبت سطح مقطع آن‌ها از ۱/۵ تجاوز نکند.

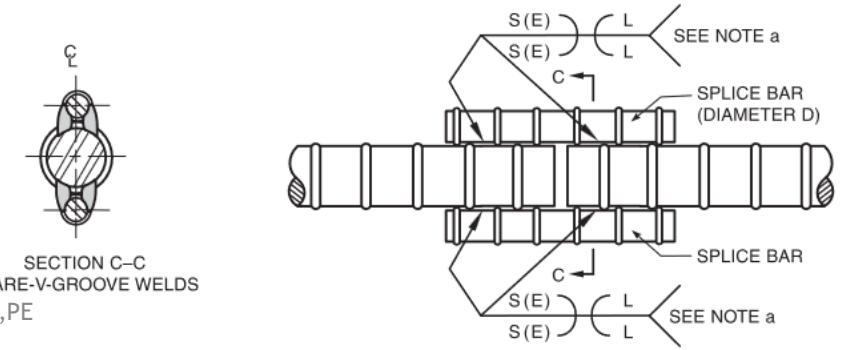
ب – اتصال به وسیله جوش ذوبی یا الکترود (جوش قوس الکتریکی)، به شرطی مجاز است که برای هر نوع فولاد روش جوشکاری صحیح و الکترود مناسب به کار رود. این نوع اتصال به شکل‌های مختلف امکان پذیر است:



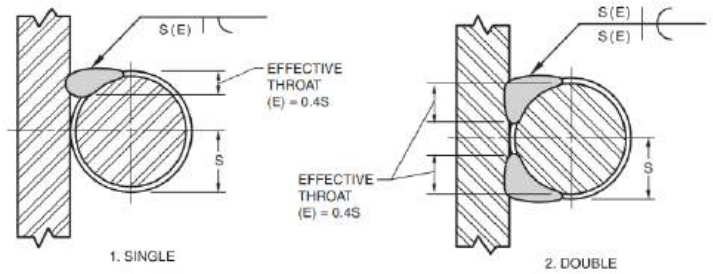
(A) INDIRECT BUTT JOINT WITH A SPLICE PLATE



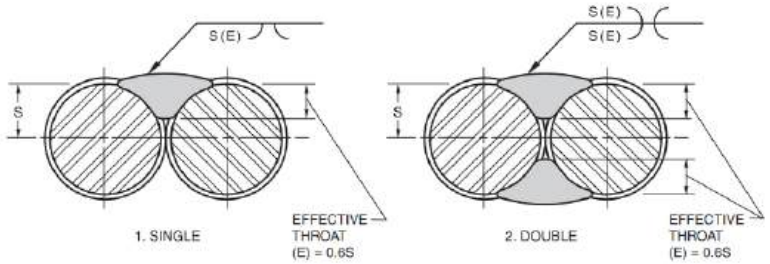
(B) INDIRECT BUTT JOINT WITH A SPLICE ANGLE



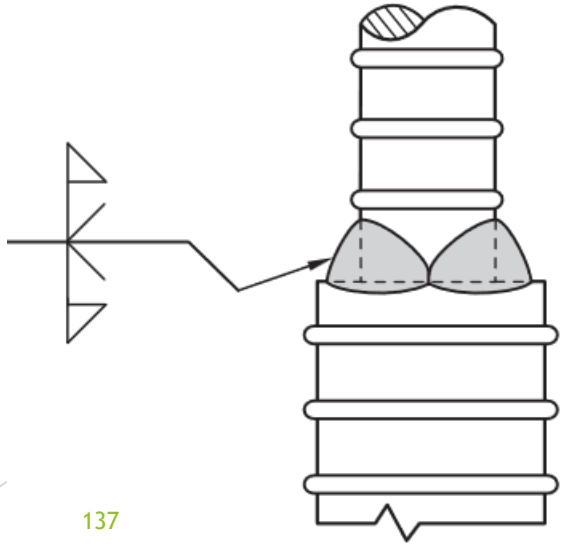
(C) INDIRECT BUTT JOINT WITH TWO SPLICE BARS



(A) FLARE-BEVEL-GROOVE WELD



(B) FLARE-V-GROOVE WELD



الکترود سازگار با میلگرد و دمای پیش گرمایش

نکته:

استفاده از پیش گرم رطوب موجود روی سطح را از بین برده و احتمال وقوع شکست های ناشی از نفوذ هیدروژن در فلز جوش (ترک هیدروژنی، سرد یا تاخیری) را کاهش می دهد.

Table 5.2
Minimum Preheat and Interpass Temperatures[a, b] (see 5.2.1)

Carbon Equivalent (C.E.) Range, %[c, d]	Size of Reinforcing Bar	SMAW with Low-Hydrogen Electrodes, GMAW, or FCAW — Minimum Temperature °F	°C
Up to 0.40	Up to 11 [36] inclusive	none[e]	none[e]
	14 and 18 [43 and 57]	50	10
Over 0.40 to 0.45 inclusive	Up to 11 [36] inclusive	none[e]	none[e]
	14 and 18 [43 and 57]	50	10
Over 0.45 to 0.55 inclusive	Up to 6 [19] inclusive	none[e]	none[e]
	7 to 11 [22 to 36]	50	10
	14 to 18 [43 to 57]	200	90
Over 0.55 to 0.65 inclusive	Up to 6 [19] inclusive	100	40
	7 to 11 [22 to 36]	200	90
	14 to 18 [43 to 57]	300	150
Over 0.65 to 0.75	Up to 6 [19] inclusive	300	150
	7 to 18 [22 to 57] inclusive	400	200
Over 0.75	Up to 6 [19] inclusive	300	150
	7 to 18 [22 to 57] inclusive	500	260

شرایط جوشکاری

شرایط جوشکاری میل‌گردهای مورد استفاده جهت تسلیح بتن و حداقل دمای مورد نیاز پیش‌گرم و انجام عملیات جوشکاری باید بر طبق جدول زیر و یادآوری‌های مربوطه و نیز الزامات سایر دستورالعمل‌ها و استانداردهای جوشکاری مرتبط مانند AWS D1.4، بر مبنای مقدار درصد کربن معادل محاسبه شده از معادله ذکر شده در بند ۹ مورد عمل قرار گیرد.

جدول الف-۱ – دمای پیش‌گرم میل‌گردها در فرایند جوشکاری

کربن معادل %	قطر اسمی میل‌گرد mm	دمای پیش‌گرم °C
تا ۰٫۴۰	تا ۳۶	نیاز ندارد
	۳۶ تا ۵۰	۱۰
از ۰٫۴۱ الی ۰٫۴۵	تا ۳۶	نیاز ندارد
	۳۶ تا ۵۰	۱۰
از ۰٫۴۶ الی ۰٫۵۵	تا ۲۰	نیاز ندارد
	از ۲۰ تا ۳۶	۱۰
	۳۶ تا ۵۰	۹۰
از ۰٫۵۶ الی ۰٫۶۵	تا ۲۰	۴۰
	از ۲۰ تا ۳۶	۹۰
	۳۶ تا ۵۰	۱۵۰
از ۰٫۶۶ الی ۰٫۷۵	تا ۲۰	۱۵۰
	از ۲۰ تا و شامل ۵۰	۲۰۰
بیشتر از ۰٫۷۵	از ۲۲ تا و شامل ۵۰	۲۶۰

یادآوری ۱- عملیات جوشکاری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس و پایین تر نباید انجام شود.

یادآوری ۲- بعد از پایان پذیرفتن جوشکاری باید اجازه داد تا میل‌گرد به طور طبیعی سرد شود؛ شتاب دادن به فرآیند سرد شدن ممنوع می‌باشد.

جوشکاری فورجینگ

INSO
22486
1st Edition
2018

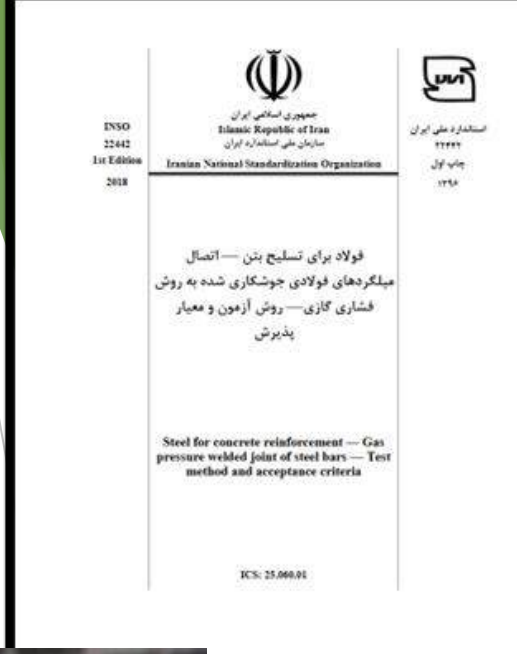
جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲۲۴۸۶
چاپ اول
۱۳۹۶

فولاد برای تسلیح بتن - تأیید فن جوشکاری فشاری گازی میلگردهای فولادی برای تسلیح بتن- روش اجرایی

Steel for concrete reinforcement — Gas pressure welding technique of steel bars for concrete reinforcement — Qualification procedure

ICS: 25.060.01



INSO
22442
1st Edition
2018

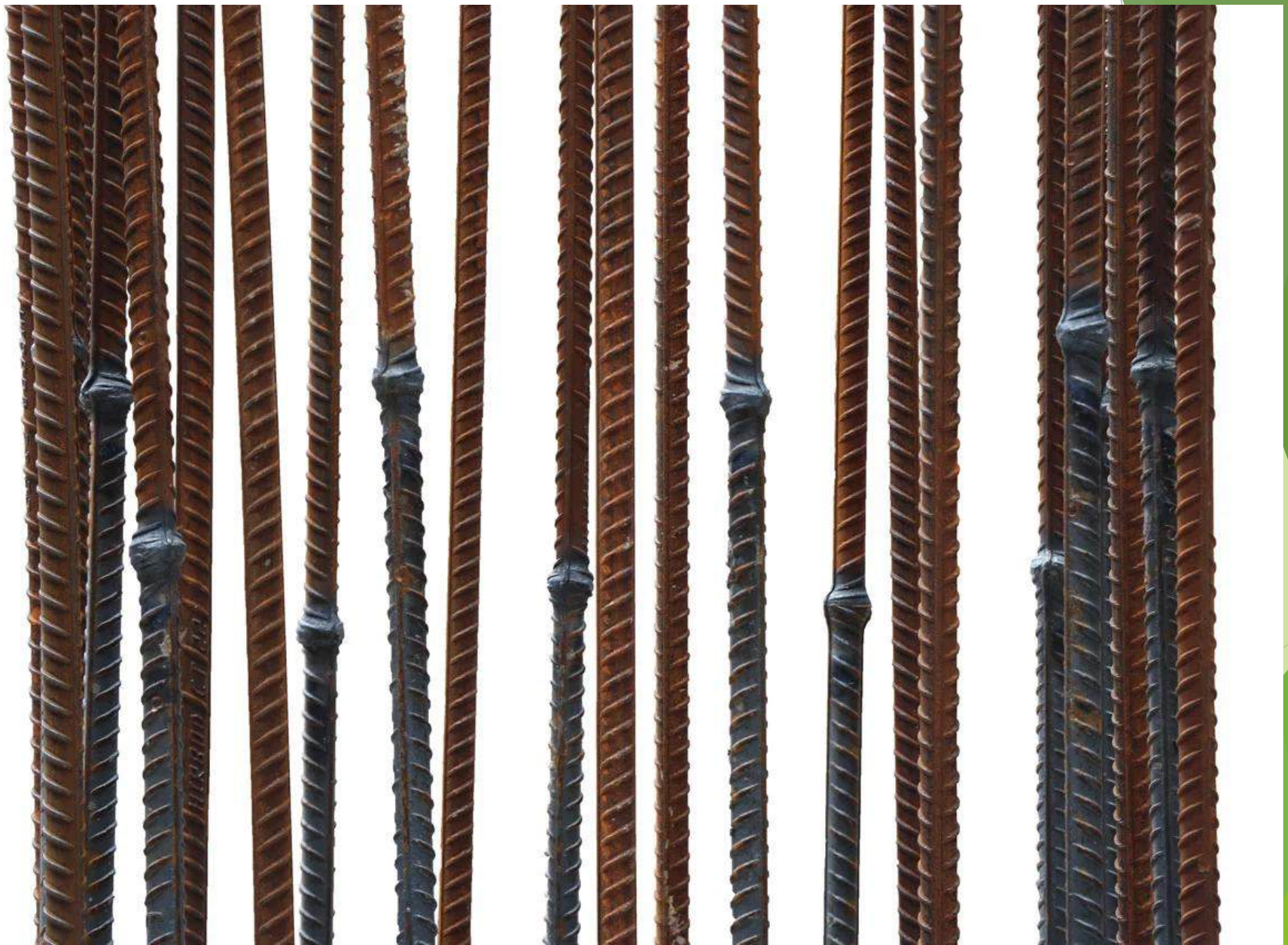
جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲۲۴۴۲
چاپ اول
۱۳۹۸

فولاد برای تسلیح بتن — اتصال میلگردهای فولادی جوشکاری شده به روش فشاری گازی— روش آزمون و معیار پذیرش

Steel for concrete reinforcement — Gas pressure welded joint of steel bars — Test method and acceptance criteria

ICS: 25.060.01

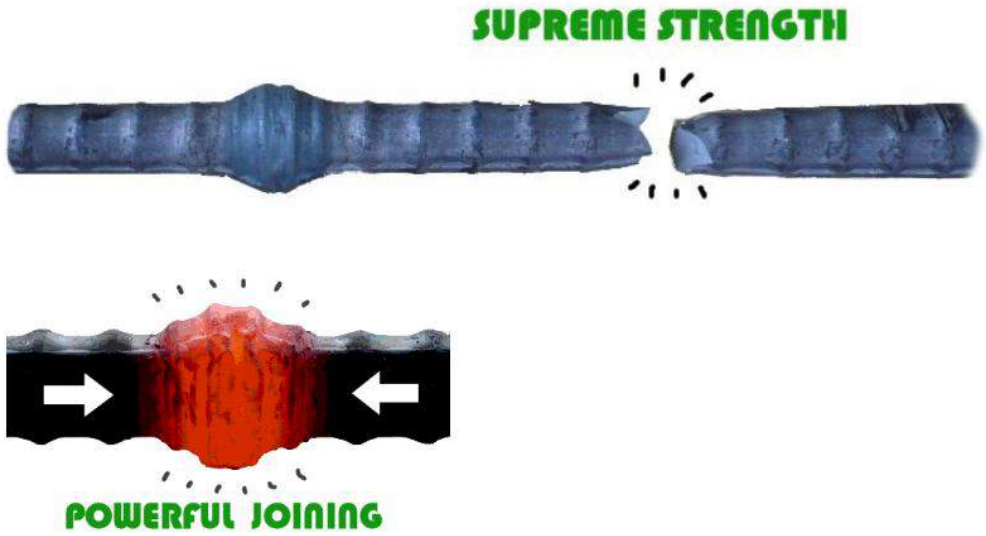


۹-۲۱-۴-۷-۵ برای تامین پوشش بتنی کافی روی میلگرد، اثر افزایش ابعاد میلگرد ناشی از وصله‌ی مکانیکی باید در نظر گرفته شود.

۹-۲۱-۴-۷-۶ وصله‌ی مکانیکی یا جوشی باید قادر به انتقال تنشی حداقل برابر با ۱/۲۵ برابر تنش تسلیم میلگرد در کشش و یا فشار باشد.

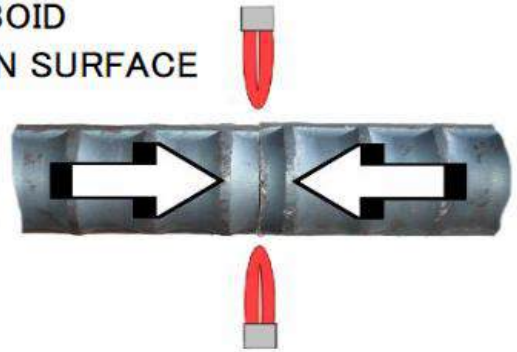
۹-۲۱-۴-۷-۷ یک در میان بودن میلگردهای با وصله‌ی مکانیکی یا جوشی در هر مقطع از عضو، به جز در اعضای کششی بند ۹-۲۱-۴-۷-۸ الزامی نیست.

۹-۲۱-۴-۷-۸ در اعضای کششی نظیر عضو کششی قوس‌ها، عضو کششی که بار را به تکیه گاهی در تراز بالاتر منتقل می‌کند، و عضو کششی خرپاها، وصله‌ی جوشی یا مکانیکی در میلگردهای مجاور باید با فاصله‌ی ۷۵۰ میلی متر در امتداد وصله انجام شود. در نظر گرفتن این ضابطه در اعضای کششی نظیر دیوار مخازن دایروی، که تعداد زیادی میلگرد کششی به صورت یک در میان و با فاصله‌ی زیادی از هم وصله شده‌اند، الزامی نیست.



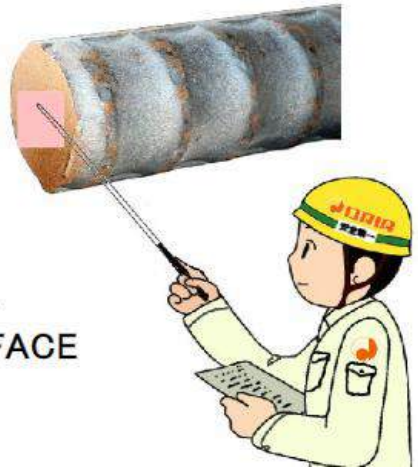
PROCESS OF GAS PRESSURE WELDING

AT FIRST HEATING, USE KANGEN-EN (STRONG FLAME) AND ABOID OXIDATION ON EACH JOIN SURFACE



CUT REINFORCE BAR BY DAIA SAW SURFACE SHOULD BE RIGHT ANGLE.

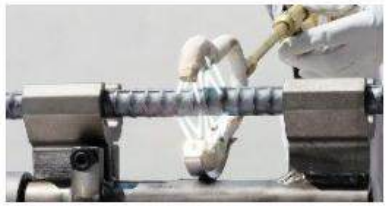
HEAT / PRESSURE START.

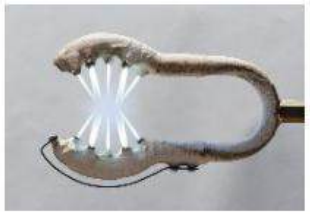
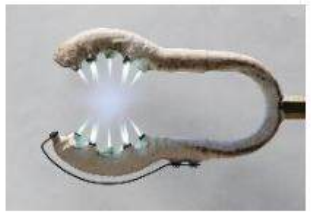


CLEAN UP CROSS SECTION.
RUST, CEMENT,PAINT,SAND,ETC.
LIKE FOREIGN ARTICLE ON SURFACE
ARE STRICTLY PROHIBITED

۷ گازهای مورداستفاده برای آزمون

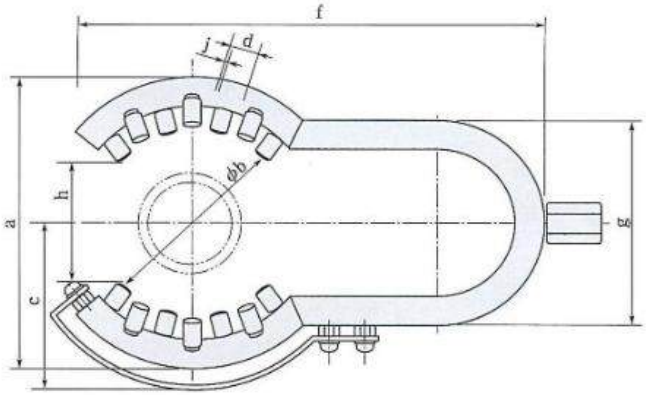
گازهای مورداستفاده برای آزمون باید مطابق با مشخصات کیفی استاندارد JIS K 1101 برای اکسیژن یا استاندارد JIS K 1902 برای استیلن باشد. سایر گازها باید دارای کیفیت مناسب جوشکاری فشاری باشند.

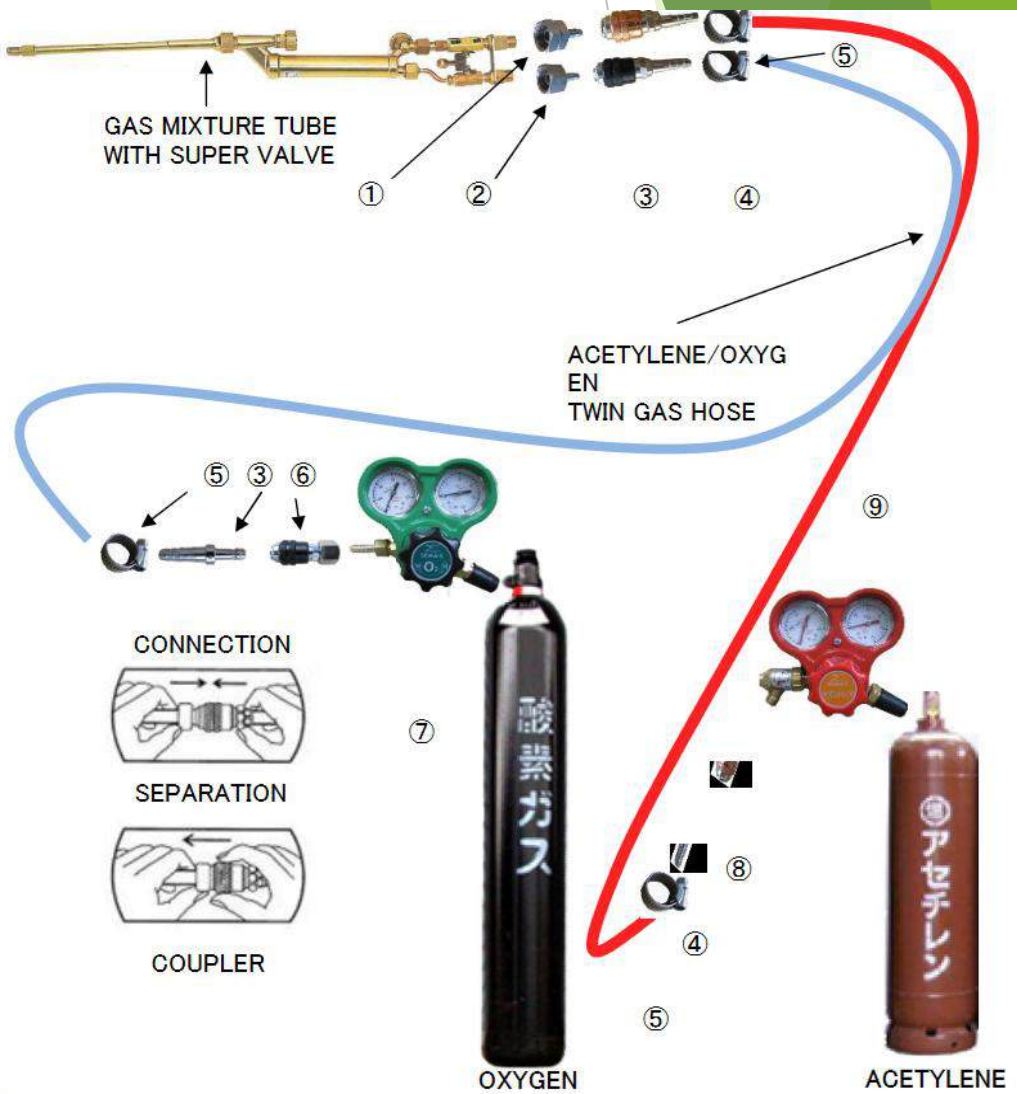



TYPE	REBAR SIZE	CHIPS	a	b	c	d	f	g	h	j	WEIGHT kg
MBD-22B	D19 – D22	14	117	63	70	12	175	83	43.5	2	0.37
MBD-29B	D25 – D29	14	127	73.2	70	12	189	89	50	2	0.40
MBD-32C	D32	16	132	78	70	12	189	89	50	2	0.42
MBD-32B	D32	20	132	78	70	12	196	91	50.7	2	0.43
MBD-35B	D32 – D35	20	138	87	69	12	205	93	58	2	0.58
MBD-38BS	D35 – D38	26	147	94	87	12	222	99	59.4	2	0.58
MBD-38B	D35 – D38	26	161	94	87	12	230	115	59.4	2	0.58
MBD-41B	D38 – D41	26	171	102	86	12	240	119	66	2	0.66
MBD-51B	D51	32	188	120	95	12	265	128	70	2	0.77

MDB-38B / MDB-41B / MDB-51B ARE AIR-COOLED TYPE





۸ دستگاه جوشکاری فشاری گازی

۸-۱ دستگاه جوشکاری فشاری گازی دستی

برای دستگاه جوشکاری فشاری گازی دستی و ملحقات آن باید از موارد زیر استفاده شود:

الف- برای فشار دهنده، یک پمپ برقی با ظرفیت دست‌کم ۳۰MPa برای ایجاد فشار بر روی سطح مقطع عرضی نامی ماده آزمون.

ب-مشعل گرمایش مطابق استاندارد JIS B 6801.

۸-۲ دستگاه جوشکاری فشاری گازی خودکار

برای دستگاه جوشکاری فشاری گازی خودکار و ملحقات آن باید از موارد زیر استفاده شود:

الف- دستگاه جوشکاری فشاری گازی خودکار با توانایی کنترل خودکار فرایندهای گرمایش، کاربرد فشار، و عملیات مشعل.

ب-برای فشار دهنده، یک پمپ برقی با ظرفیت دست‌کم ۳۰MPa برای ایجاد فشار بر روی سطح مقطع عرضی نامی ماده آزمون.

پ-مشعل گرمایش مطابق استاندارد JIS B 6801.

۸-۳ دستگاه جوشکاری فشاری گازی با پیرایش داغ

برای دستگاه جوشکاری فشاری گازی با پیرایش داغ و ملحقات آن باید از موارد زیر استفاده شود:

الف- دستگاه جوشکاری فشاری گاز با پیرایش داغ دارای تیغه برش برای برداشتن فوری سطحی پیرایش جوش پس از جوشکاری فشاری.

ب-برای فشار دهنده، یک پمپ برقی با ظرفیت دست‌کم ۳۰MPa برای ایجاد فشار بر روی سطح مقطع عرضی نامی ماده آزمون.

پ-مشعل گرمایش مطابق استاندارد JIS B 6801.

بسمه تعالی

با توجه به استعلام‌های متعدد جامعه مهندسی در خصوص ضوابط و شرایط وصله‌ی آرماتورها به روش جوشکاری فشاری گازی (فورجینگ) کمیته‌ی تخصصی مبحث نهم مقررات ملی ساختمان توضیحات زیر را در این خصوص ارائه نموده است:

در روش جوش سر به سر میلگردها یا جوش فشاری گازی (Gas Pressure Welding, GPW) که فورجینگ نیز نامیده می‌شود، میلگردها به صورت سر به سر و بدون هیچ گونه مواد افزودنی، توسط حرارت حاصل از سوختن گاز استیلن و اکسیژن، به دمای خمیری شدن (حدود ۱۲۵۰ درجه سلسیوس) می‌رسند و توسط فشار حاصل از سیلندر هیدرولیک، به یکدیگر فورج می شوند.

فورجینگ نوعی وصله جوشی می باشد و باید کلیه‌ی ضوابط مربوط به وصله‌های جوشی مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (ویرایش پنجم، ۱۳۹۹) در آن رعایت گردد. شرایط جوشکاری آرماتورهای مورد استفاده در بتن‌آرمه و حداقل دمای مورد نیاز پیش گرمایش و انجام عملیات جوشکاری باید بر مبنای استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۳۱۳۲ و ۱-۲۱۰۵۶ باشند. ضمناً جوش میلگردها در وصله جوشی باید الزامات مبحث دهم مقرارت ملی ساختمان را تامین نماید.

وصله‌های جوشی باید قادر به انتقال تنشی حداقل برابر با ۱/۲۵ برابر تنش تسلیم مشخصه میلگرد در کشش و یا فشار باشند. در وصله‌ی فورجینگ، در هر مقطع از عضو باید حداکثر ۵۰٪ میلگردها و به صورت یک در میان وصله شوند.

مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (ویرایش پنجم، ۱۳۹۹) وصله های جوشی در میلگردهایی که نیروی ناشی از زلزله را تحمل می‌نمایند، نباید در فاصله‌ی کم‌تر از دوبرابر ارتفاع مقطع عضو از بر اتصال تیر به ستون، و یا مقاطع بحرانی که در آن ها احتمال تسلیم آرماتورها وجود دارد، واقع شده باشند. رعایت ضابطه‌ی فوق در سازه‌های با شکل‌پذیری کم ضروری نیست.

فرآیند بازرسی، نظارت و کنترل وصله‌ی فورجینگ باید در سه مرحله قبل از عملیات جوشکاری، در حین عملیات جوشکاری و بعد از جوشکاری و بر اساس استاندارد ملی ۲۲۴۴۲ (سال ۱۳۹۶) تحت عنوان «فولاد برای تسلیح بتن – اتصال میلگردهای فولادی جوشکاری شده به روش فشاری گازی – روش آزمون و معیار پذیرش» یا استانداردهای ژاپنی JIS Z 3120[1] و JIS Z 3881[2] صورت گیرد. بعد از عملیات جوشکاری باید تست‌های غیرمخرب[3] مانند آزمون نفوذ[4] و آزمون التراسونیک[5] انجام گیرد. همچنین برای دریافت گزارش تأیید دستورالعمل جوشکاری[6]، انجام تست مخرب مطابق استاندارد مربوطه مانند آزمون خمش و کشش میلگرد وصله شده الزامی است.

بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، در صورتی که قرار است در میلگردها از وصله‌ی جوشی استفاده شود، باید این میلگردها تحت آزمایش جوش‌پذیری قرار گیرند. در این آزمایش نمونه‌های جوش شده باید تحت آزمایش کشش و خمش قرار گیرند. در آزمایش خمش، زمانی میلگرد از نظر جوش پذیری قابل قبول تلقی میگردد که پس از خم کردن، ترکی در منطقه جوش شده و خود جوش به وجود نیاید.

شرکت های مجری عملیات فورجینگ و دستگاه‌های مورد استفاده در این عملیات باید توسط مراجع ذیصلاح تأیید شده باشند. برای تأیید صلاحیت جوشکاران، تأیید صلاحیت کارگاه و تأیید دستورالعمل جوشکاری مورد نظر، تهیه‌ی گواهی صلاحیت جوشکار[7]، دستورالعمل جوشکاری[8] و گزارش تأیید دستورالعمل جوشکاری[6] الزامی است. استفاده از تجهیزات برشکاری و لبه‌سازی با اره تنگستنی مخصوص دور پایین دراین روش جوشکاری الزامی می‌باشد. داشتن گواهینامه جوشکاری برای مجری الزامی است.

کمیته تخصصی مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

۱۴۰۰/۶/۲۳

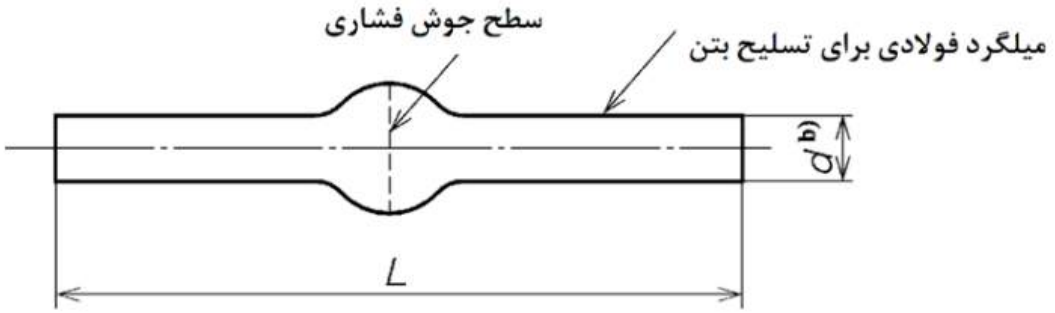
[1] JIS Z 3881, 14th Edition, October 25, 2019: Standard qualification procedure for gas pressure welding technique of steel bars for concrete reinforcement.

استعلام از کمیته مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان در خصوص فورجینگ

۵ قطعه آزمون

شکل و ابعاد قطعه آزمون باید مطابق جدول۱ باشد. برروی قطعه آزمون باید جوشکاری فشاری گازی انجام شود. برای انجام آزمون کشش یا خمش، باید از قطعات آزمون قبول شده در آزمون چشمی استفاده شود. برای قطعات آزمون خمش ساخته شده با جوشکاری فشاری گازی دستی یا خودکار ، به منظور خمش مناسب قطعه آزمون ،گرده در طرف تماس با سنبه تا سطح ماده اصلی برداشته شود.

جدول ۱- ابعاد قطعه آزمون برای اتصال جوشی فشاری گازی



قطعه آزمون	طول L_{mm} میلی متر
قطر قطعه آزمون کشش	[۸d[a] + طول استقرار در گیره] یا بیشتر
قطر قطعه آزمون خمش	[۱۰d +۱۰۰] یا بیشتر اما کمتر از ۳۰۰ mm نباشد

یادآوری:

a) وقتی قطرنامی ۲۵٫۴ mm یا بیشتر برا ی میلگردهای آج دار باشد و وقتی قطر استاندارد مشخص شده در جدول1 استاندارد JIS G 3191 برای میلگردهای ساده بیش از ۲۵ mm باشد، ۸ d با ۵ d عوض شود.

b) d به قطر استاندارد مشخص شده در جدول1 استاندارد JIS G 3191 برای میلگردهای ساده یا به قطر نامی برا ی میلگردهای آج دار در JIS G 3112 (استاندارد ملی ایران به شماره ۳۱۳۲) ارجاع می دهد.

۶ روش‌های آزمون

۶-۱ آزمون چشمی

آزمون چشمی باید روی جوش فشاری به صورت چشمی یا با تجهیزات (مانند ورنیه، پرگار، خط‌کش مدرج) به منظور بررسی قطر و طول گرده جوش؛ جابجایی سطح؛ ناهم‌راستایی محور مرکزی میلگرد تسلیح؛ خمش جوش فشاری، تحدب جزئی؛ تاب برداشتن قابل ملاحظه، چاله‌ای شدن یا ترک ناشی از اضافه گرمایش بیش ازحد انجام شود.

۷ معیار پذیرش

۷-۱ معیار پذیرش برای آزمون چشمی

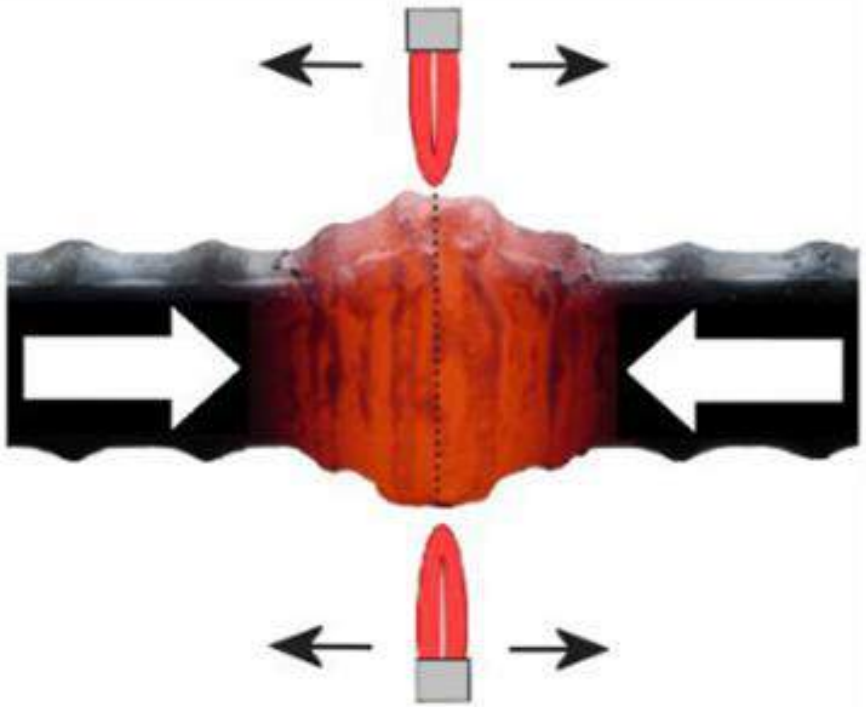
قطعات آزمون هنگامی در آزمون چشمی قبول می‌شوند که تمامی قطعات، معیارهای پذیرش زیر را برآورده نمایند.

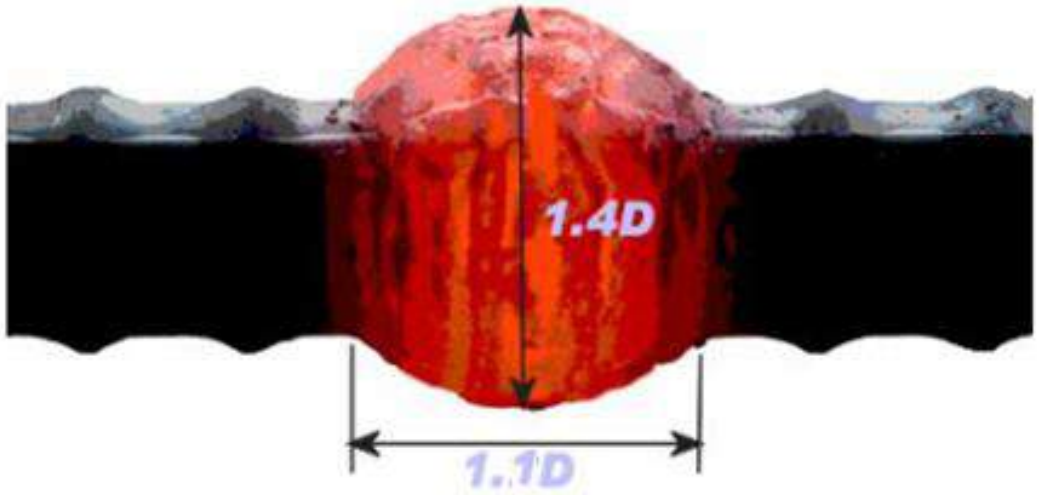
الف- معیار قطعه آزمون آماده شده با جوشکاری فشاری گازی دستی یا خودکار باید مطابق موارد زیر باشد.

۱- قطر (D) گرده جوش فشاری باید دست‌کم ۱٫۴ برابر قطر یا قطر نامی میلگرد تسلیح باشد. برای قطعه آزمون با شناسه SD 490 مشخص شده در استاندارد JIS G 3112، باید دست کم ۱٫۵ برابرقطر باشد (به شکل ۱ مراجعه شود).

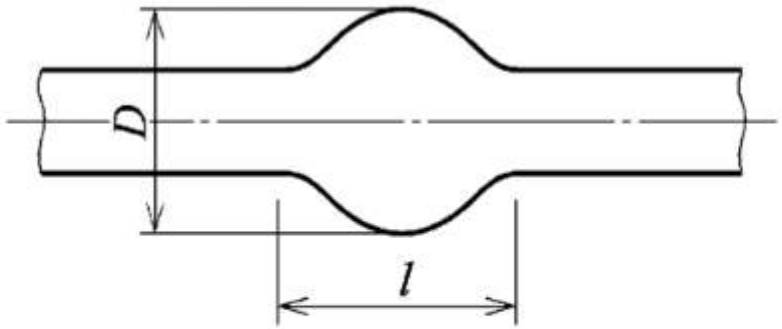
۱- طول (l) گرده جوش فشاری باید دست کم ۱/۱ برابر قطر یا قطر نامی میلگرد تسلیح باشد. برای قطعه آزمون با شناسه SD 490 مشخص شده در استاندارد JIS G 3112، باید دست‌کم ۱٫۲ برابر قطر باشد (به شکل ۱ مراجعه شود) .

JOINING BY HABAYAKI
(HEAT RIGHT AND LEFT SIDE
ABOUT 1D DISTANCE) BY
CHUUSEI-EN (MEDIUM FLAME)



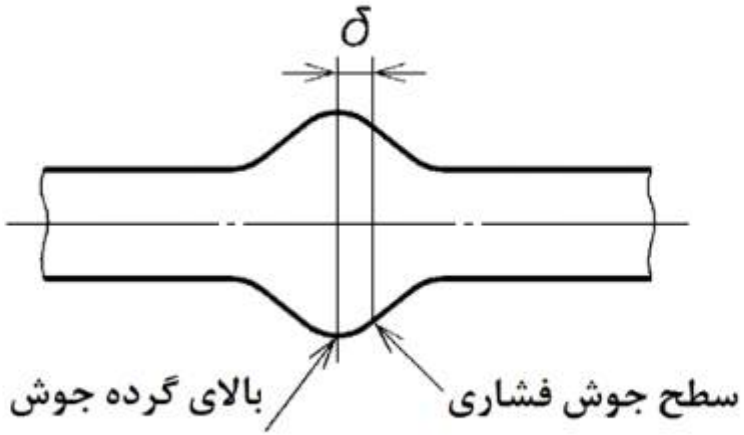


COMPLETED JOIN
SWELL SIZE IS
ABOUT 1.4D TO
OUTER DIAMETER
AND 1.2D TO LENGTH



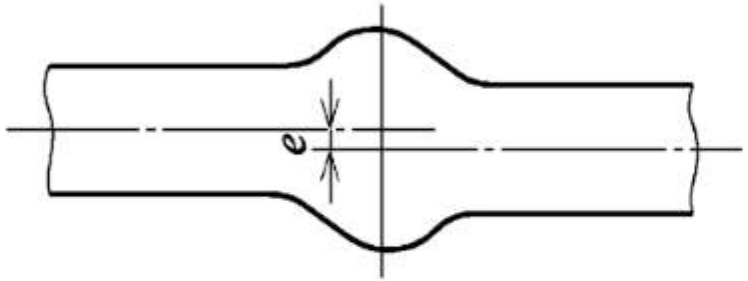
شکل۱- قطر و طول گرده جوش فشاری

۳- جابجایی (δ) سطح جوش فشاری نباید بیشتر از $\frac{1}{4}$ قطر یا قطرنامی میلگرد تسلیح کننده باشد (به شکل۲ مراجعه شود).



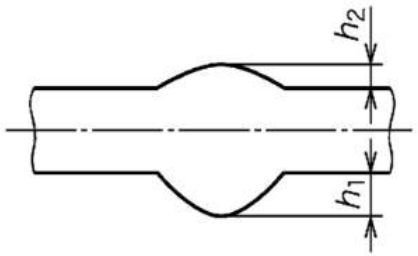
شکل۲ - جابجایی سطح جوش فشاری

۴- ناهم راستایی[1] (e) هر دو محور مرکزی میلگردهای تسلیح در جوش فشاری نباید بیشتر از $\frac{1}{5}$ قطر یا قطر نامی میلگرد تسلیح باشد (به شکل۳ مراجعه شود).



شکل۳- ناهم راستایی

۵- تحدب جزئی (Δh) در جوش فشاری نباید بیشتر از $\frac{1}{5}$ قطر یا قطرنامی میلگرد تسلیح باشد (به شکل۴ مراجعه شود).



$$\Delta h = h_1 - h_2$$

شکل۴ –تحدب جزئی

۶- خمیدگی در جوش فشاری به صورت چشمی مشاهده نشود.

۷- شکم دادگی، چاله‌ای شدن، یا ترک ناشی از گرمایش بیش ازحد در جوش فشاری به صورت قابل ملاحظه‌ای دیده نشود.

تعداد نمونه های تست کشش:

نمره، طولها و تعداد نمونه های تست بایستی بر اساس داده های جدول زیر باشد:

جدول ۱- نوع و میلگرد هدف تأیید عملکرد

نوع تأیید عملکرد	میلگرد هدف جوشکاری فشاری گازی	
	طبقه بندی میلگرد	قطر میلگرد
نوع ۱	SR 235, SR295, SD295A, SD295B, SD345, SD390 مشخص‌شده در استاندارد JIS G 3112	قطر ۲۵ mm یا کمتر شناسه نامی D25 یا کمتر
نوع ۲		قطر ۳۲ mm یا کمتر شناسه نامی D32 یا کمتر
نوع ۳	SR 235, SR295, SD295A, SD295B, SD345, SD390, SD 490 مشخص‌شده در استاندارد JIS G 3112	قطر ۳۸ mm یا کمتر شناسه نامی D38 یا کمتر
نوع ۴		قطر ۵۰mm یا کمتر شناسه نامی D51 یا کمتر

جدول ۳- شناسه‌گذاری، طبقه، طول و تعداد مواد آزمون

طبقه تأیید عملکرد	نوع تأیید عملکرد	شناسه‌گذاری	طبقه	طول mm		تعداد		(آگاهی‌دهنده) تعداد قطعات آماده‌سازی شده برای آزمون	
جوشکاری فشاری گازی دستی	نوع ۱	D25	SD345	۲۵۰±۱۰		۱۰		۵	
	نوع ۲	D32	SD390	۳۰۰±۱۰		۱۰		۵	
	نوع ۳	D38		۳۰۰±۱۰		۱۰		۵	
	نوع ۴	D51		۳۵۰±۱۰		۱۰		۵	
جوشکاری فشاری گازی خودکار	نوع ۲	D25	SD345	۲۵۰±۱۰	۴	کل ۸	۲	کل ۴	
		D32	SD390	۳۰۰±۱۰	۴		۲		
	نوع ۳	D25	SD345	۲۵۰±۱۰	۴	کل ۱۲	۲	کل ۶	
		D32	SD390	۳۰۰±۱۰	۴		۲		
		D38		۳۰۰±۱۰	۴		۲		
	نوع ۴	D25	SD345	۲۵۰±۱۰	۴	کل ۱۶	۲	کل ۸	
		D32	SD390	۳۰۰±۱۰	۴		۲		
		D38		۳۰۰±۱۰	۴		۲		
		D51		۳۵۰±۱۰	۴		۲		
جوشکاری فشاری گازی با پیرایش داغ	نوع ۱	D25	SD345	۲۵۰±۱۰		۱۰		۵	
	نوع ۲	D32	SD390	۳۰۰±۱۰		۱۰		۵	
	نوع ۳	D38		۳۰۰±۱۰		۱۰		۵	
	نوع ۴	D51		۳۵۰±۱۰		۱۰		۵	

جدول ۲- روش آماده‌سازی قطعات آزمون بر اساس طبقه‌بندی و نوع تأیید عملکرد

طبقه تأیید عملکرد	نوع تأیید عملکرد	روش آماده‌سازی قطعات آزمون
جوشکاری فشاری گازی دستی	نوع ۱، ۲، ۳ و ۴	جوشکاری فشاری گازی دستی
جوشکاری فشاری گازی خودکار	نوع ۲، ۳ و ۴	جوشکاری خودکار فشاری گازی
جوشکاری فشاری گازی با پیرایش داغ	نوع ۱، ۲، ۳و ۴	جوشکاری فشاری گازی با پیرایش داغ


جهاد
دانشگاهی
آزمایشگاه متالورژی جهاد تبریز

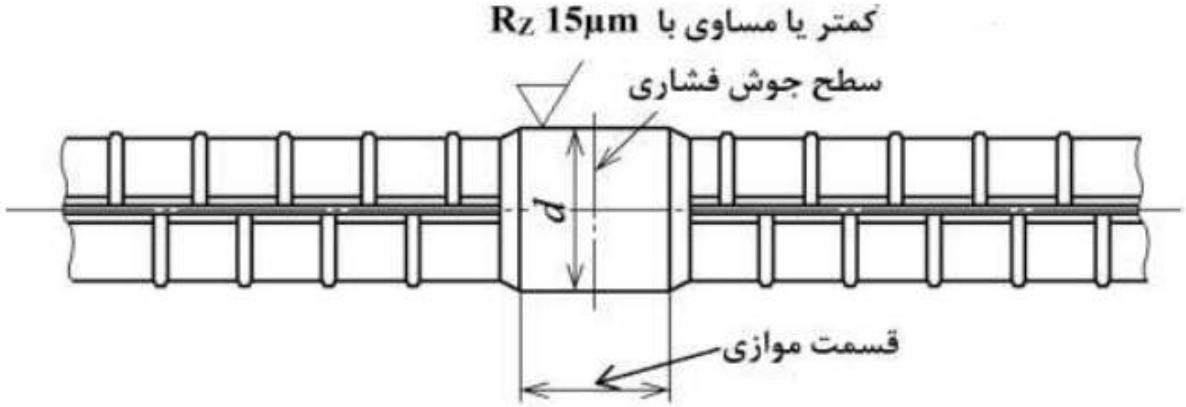

bjjwx.en.alibaba.com

۹-۲ آزمون خمش

۹-۲-۱ آماده‌سازی قطعات آزمون خمش

قطعات آزمون خمش باید از قطعات آزمون ساخته شده با جوشکاری دستی یا خودکار فشاری گازی با ابعاد داده شده در جدول۴ آماده شوند. زبری سطح در قطعات موازی نباید بیشتر از R_z 15µm باشد. قطعات آزمون ساخته شده با جوشکاری فشاری گازی با پیرایش داغ باید به طور مستقیم به عنوان قطعات آزمون خمش استفاده شوند.

جدول ۴- ابعاد قطعه‌آزمون خمش در جوشکاری فشاری گازی دستی و خودکار



شناسه گذاری قطعه آزمون خمش	طول قطعه‌آزمون خمش mm	قطر در قسمت موازی (d) mm
D25	۴۵۰ یا بیشتر	۲۸±۰/۱
D32	۵۰۰ یا بیشتر	۳۵±۰/۱
D38	۵۰۰ یا بیشتر	۴۲±۰/۱
D51	۶۰۰ یا بیشتر	۵۶±۰/۱

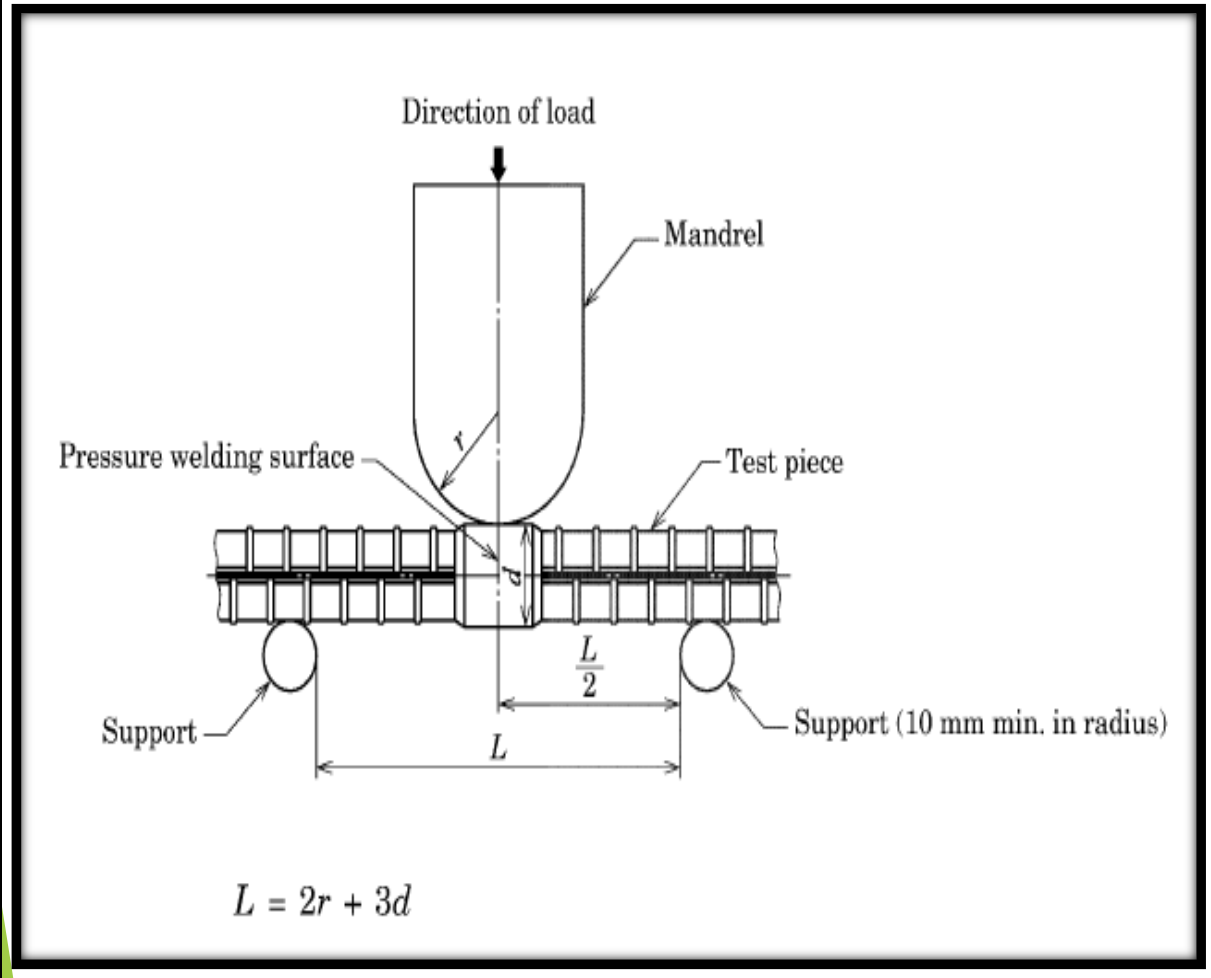
۹-۲-۲ تعداد قطعات آزمون خمش

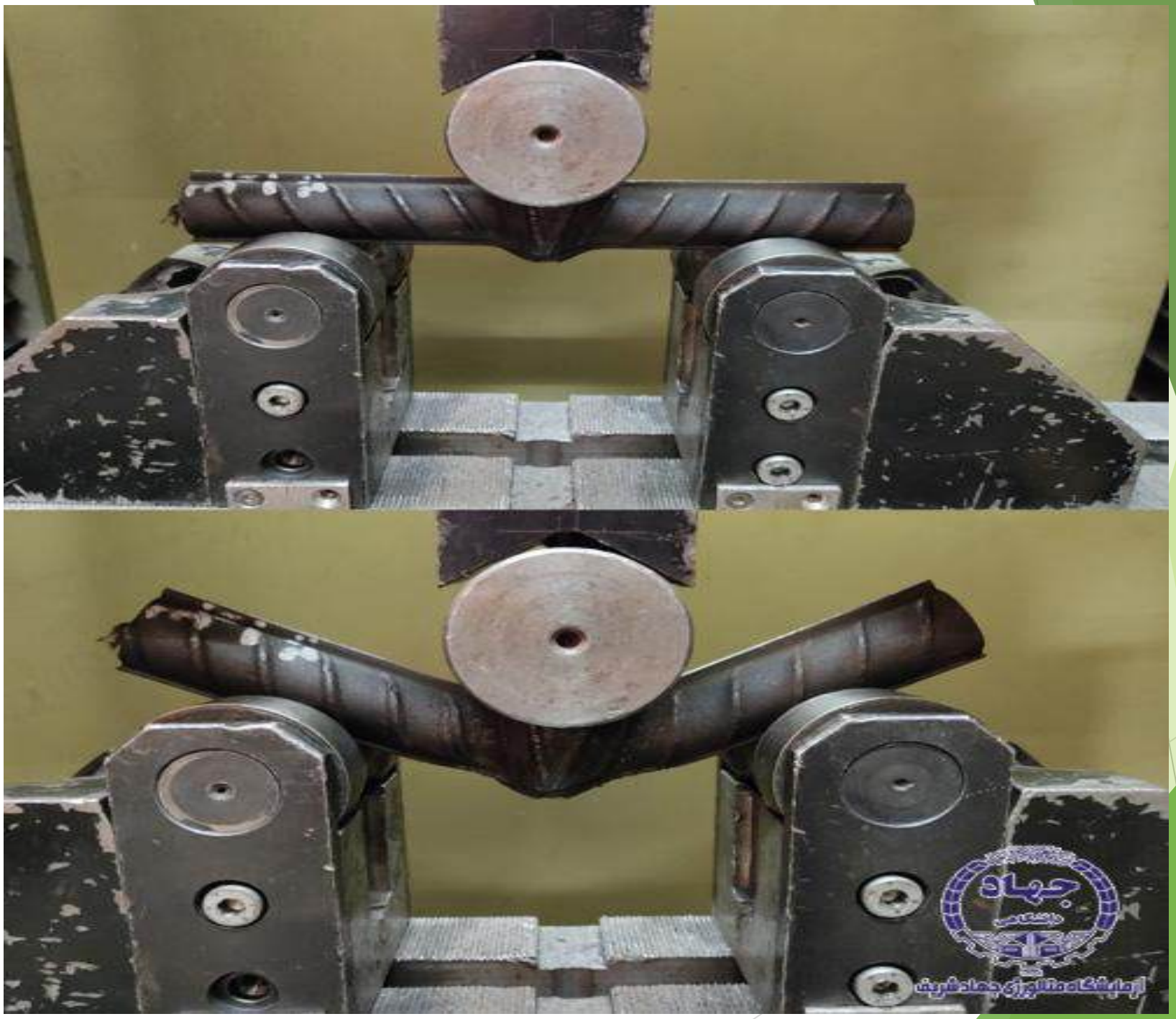
تعداد قطعات آزمون خمش باید مطابق طبقه بندی و نوع تأیید عملکرد مشخص شود، و باید مطابق جدول۵ باشد.

جدول ۵ - تعداد قطعات آزمون خمش

طبقه تأیید عملکرد	نوع تأیید عملکرد	شناسه گذاری قطعه آزمون خمش	تعداد قطعات آزمون خمش	
جوشکاری فشاری گازی دستی	نوع ۱	D25	۵	
	نوع ۲	D32	۵	
	نوع ۳	D38	۵	
	نوع ۴	D51	۵	
جوشکاری فشاری گازی خودکار	نوع ۲	D25	۲	کل ۴
		D32	۲	
	نوع ۳	D25	۲	کل ۶
		D32	۲	
		D38	۲	
	نوع ۴	D25	۲	کل ۸
		D32	۲	
		D38	۲	
		D51	۲	
جوشکاری فشاری گازی با پیرایش داغ	نوع ۱	D25	۵	
	نوع ۲	D32	۵	
	نوع ۳	D38	۵	
	نوع ۴	D51	۵	

طریقه انجام تست خمش نیز بدین صورت است که مطابق با **JIS Z 2248** زاویه خمش بایستی ۹۰ درجه باشد و در زمان انجام تست بسیار اهمیت دارد که محل جوش در وسط دهانه قرار گیرد.




جهاد
آزمایشگاه مطالعاتی جهاد

۱۰ معیار پذیرش

در تأیید عملکرد، قبولی در آزمون چشمی و آزمون خمش زیر الزامی است.

الف- آزمون چشمی- قطعات آزمون هنگامی در آزمون چشمی قبول می‌شوند که ظاهر تمامی قطعات بدون عیوب عمده باشند.

ب- آزمون خمش- قطعات آزمون هنگامی در آزمون خمش قبول می‌شوند که سطح جوش فشاری تمام قطعات وقتی تا زاویه مشخص‌شده در زیر بند ۹-۲-۳ خم شوند، بدون ترک سطحی باشند.

قانون 5P

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:

۱- جوشکاران (Personnel)

۲- فرایند جوشکاری (Process)

۳- آماده‌سازی درز جوش (Preparation)

۴- دستورالعمل جوشکاری (Procedure) **WPS**

۵- بازرسی و تأیید (Prove) **QC** **PQR**

WPS

Example WPS (Single-Process)
WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)

RED Inc.		2010	
Company Name		WPS No.	
J. Jones	12/01/2015	231	No
Authorized by	Date	Supporting PQR(s)	CVN Report

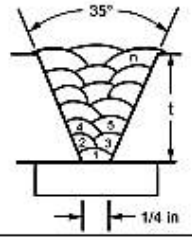
BASE METALS	Specification	Type or Grade	AWS Group No.
Base Material	ASTM A131	A	I
Welded To	ASTM A131	A	I
Backing Material	ASTM A131	A	I
Other			

BASE METAL THICKNESS	As-Welded	With PWHT
CJP Groove Welds	3/4–1-1/2 in	–
CJP Groove w/CVN	–	–
PJP Groove Welds	–	–
Fillet Welds	–	–
DIAMETER	–	–

JOINT DETAILS	
Groove Type	Single V Groove Butt Joint
Groove Angle	35° included
Root Opening	1/4 in
Root Face	–
Backgouging	None
Method	–

POSTWELD HEAT TREATMENT	
Temperature	None
Time at Temperature	–
Other	–

JOINT DETAILS (Sketch)



PROCEDURE								
Weld Layer(s)	All							
Weld Pass(es)	All							
Process	FCAW							
Type (Semiautomatic, Mechanized, etc.)	Semiauto							
Position	OH							
Vertical Progression	–							
Filler Metal (AWS Spec.)	A5.20							
AWS Classification	E71T-1C							
Diameter	0.045 in							
Manufacturer/Trade Name	–							
Shielding Gas (Composition)	100% CO_2							
Flow Rate	45–55 cfh							
Nozzle Size	#4							
Preheat Temperature	60° min.							
Interpass Temperature	60°–350°							
Electrical Characteristics	—							
Current Type & Polarity	DCEP							
Transfer Mode	–							
Power Source Type (cc, cv, etc.)	CV							
Amps	180–220							
Volts	25–26							
Wire Feed Speed	(Amps)							
Travel Speed	8–12 ipm							
Maximum Heat Input	–							
Technique	—							
Stringer or Weave	Stringer							
Multi or Single Pass (per side)	Multipass							
Oscillation (Mechanized, Automatic)	–							
Number of Electrodes	1							
Contact Tube to Work Dist.	1/2–1 in							
Peening	None							
Interpass Cleaning	Wire Brush							
Other	–							

Form ⊥-2 (See http://go.aws.org/D1forms)

PQR

Example PQR (GMAW & FCAW – page 1)
PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)

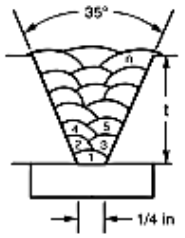
Red Inc.	231
Company Name	PQR No.

BASE METALS	Specification	Type or Grade	AWS Group No.	Thickness	Size (NPS)	Schedule	Diameter
Base Material	ASTM A131	A	I	1 in	–	–	–
Welded To	ASTM A131	A	I	1 in	–	–	–
Backing Material	ASTM A131	A	I	1/4 in			
Other							

JOINT DETAILS	
Groove Type	Single V Groove Butt Joint
Groove Angle	35° included
Root Opening	1/4 in
Root Face	–
Backgouging	None
Method	–

POSTWELD HEAT TREATMENT	
Temperature	–
Time at Temperature	–
Other	–

JOINT DETAILS (Sketch)



PROCEDURE								
Weld Layer(s)	–	–	–	–	–			
Weld Pass(es)	1	2–8	9–11	12–15	16			
Process	FCAW	FCAW	FCAW	FCAW	FCAW			
Type (Semiautomatic, Mechanized, etc.)	Semi-automatic	Semi-automatic	Semi-automatic	Semi-automatic	Semi-automatic			
Position	4G	4G	4G	4G	4G			
Vertical Progression	–	–	–	–	–			
Filler Metal (AWS Spec.)	A5.20	A5.20	A5.20	A5.20	A5.20			
AWS Classification	E71T-1C	E71T-1C	E71T-1C	E71T-1C	E71T-1C			
Diameter	0.045 in	0.045 in	0.045 in	0.045 in	0.045 in			
Manufacturer/Trade Name	–	–	–	–	–			
Shielding Gas Composition	100% CO_2	100% CO_2	100% CO_2	100% CO_2	100% CO_2			
Flow Rate	45–55 cfh	45–55 cfh	45–55 cfh	45–55 cfh	45–55 cfh			
Nozzle Size	#4	#4	#4	#4	#4			
Preheat Temperature	75° min.	75° min.	75° min.	75° min.	75° min.			
Interpass Temperature	75°–350°	75°–350°	75°–350°	75°–350°	75°–350°			
Electrical Characteristics	—	—	—	—	—	—	—	—
Current Type & Polarity	DCEP	DCEP	DCEP	DCEP	DCEP			
Transfer Mode (GMAW)	–	–	–	–	–			
Power Source Type (cc, cv, etc.)	–	–	–	–	–			
Amps	180	200	200	200	200			
Volts	26	27	27	27	27			
Wire Feed Speed	(Amps)	(Amps)	(Amps)	(Amps)	(Amps)			
Travel Speed	8 ipm	10 ipm	11 ipm	9 ipm	11 ipm			
Maximum Heat Input	–	–	–	–	–			
Technique	—	—	—	—	—	—	—	—
Stringer or Weave	Stringer	Stringer	Stringer	Stringer	Stringer			
Multi or Single Pass (per side)	Multipass	Multipass	Multipass	Multipass	Multipass			
Oscillation (Mechanized/Automatic)	–	–	–	–	–			
Number of Electrodes	1	1	1	1	1			
Contact Tube to Work Dist.	3/4–1 in	3/4–1 in	3/4–1 in	3/4–1 in	3/4–1 in			
Peening	None	None	None	None	None			
Interpass Cleaning	Wire Brush	Wire Brush	Wire Brush	Wire Brush	Wire Brush			
Other								

Form ⊥-1 (Front) (See http://go.aws.org/D1forms)

۲- مشخصات دستورالعمل جوشکاری (W.P.S)

شناسایی _____

اصلاح _____ تاریخ _____ متوسط _____

نام شرکت _____ تأیید کننده _____ تاریخ _____

فرآیندجوشکاری _____ نوع ___ دستی ☐ نیمه خودکار ☐

شماره گزارش ارزیابی _____ ماشینی ☐ خودکار ☐

نوع درز

نوع: یک طرفه ☐ دو طرفه ☐

پشت‌بند: بله ☐ خیر ☐

مصالح _____

فاصله ریشه _____ پیشانی ریشه _____

زاویه شیار _____ شعاع (J-U) _____

شیارزنی پشت: بله ☐ خیر ☐ _____

فلز پایه

مشخصات فنی _____

نوع یا رده _____

ضخامت: شیاری _____ گوشه _____

قطر (لوله) _____

مصالح پر کننده

مشخصات فنی AWS _____

طبقه AWS _____

روش جوشکاری _____

پوشش

نوع پودر _____ گاز _____

ترکیب _____

نوع پوشش الکترود _____

پیش گرمایش

دمای پیش گرمایش، حداقل _____

دمای عبورهای میانی حداقل _____ حداکثر _____

وضعیت

وضعیت جوش شیاری _____ گوشه _____

جوشکاری قائم: سربالا ☐ سرپایین ☐

خواص الکتریکی

نوع انتقال (GMAW):

اتصال کوتاه ☐ قطره‌ای ☐ پشتیبانی ☐

جریان: AC ☐ DCEP ☐ DCEN ☐ ضربه‌ای ☐

غیره _____

الکترود تنگستن (GTAW):

اندازه _____

انواع _____

روش جوشکاری

رگه‌ای یا بافته‌ای _____

تک عبور یا چند عبوره _____

تعداد الکترود _____

فواصل الکترود: طولی _____

عرضی _____

زاویه _____

فاصله تماس لوله با قطعه کار _____

کوبش _____

تمیزی بین عبورها _____

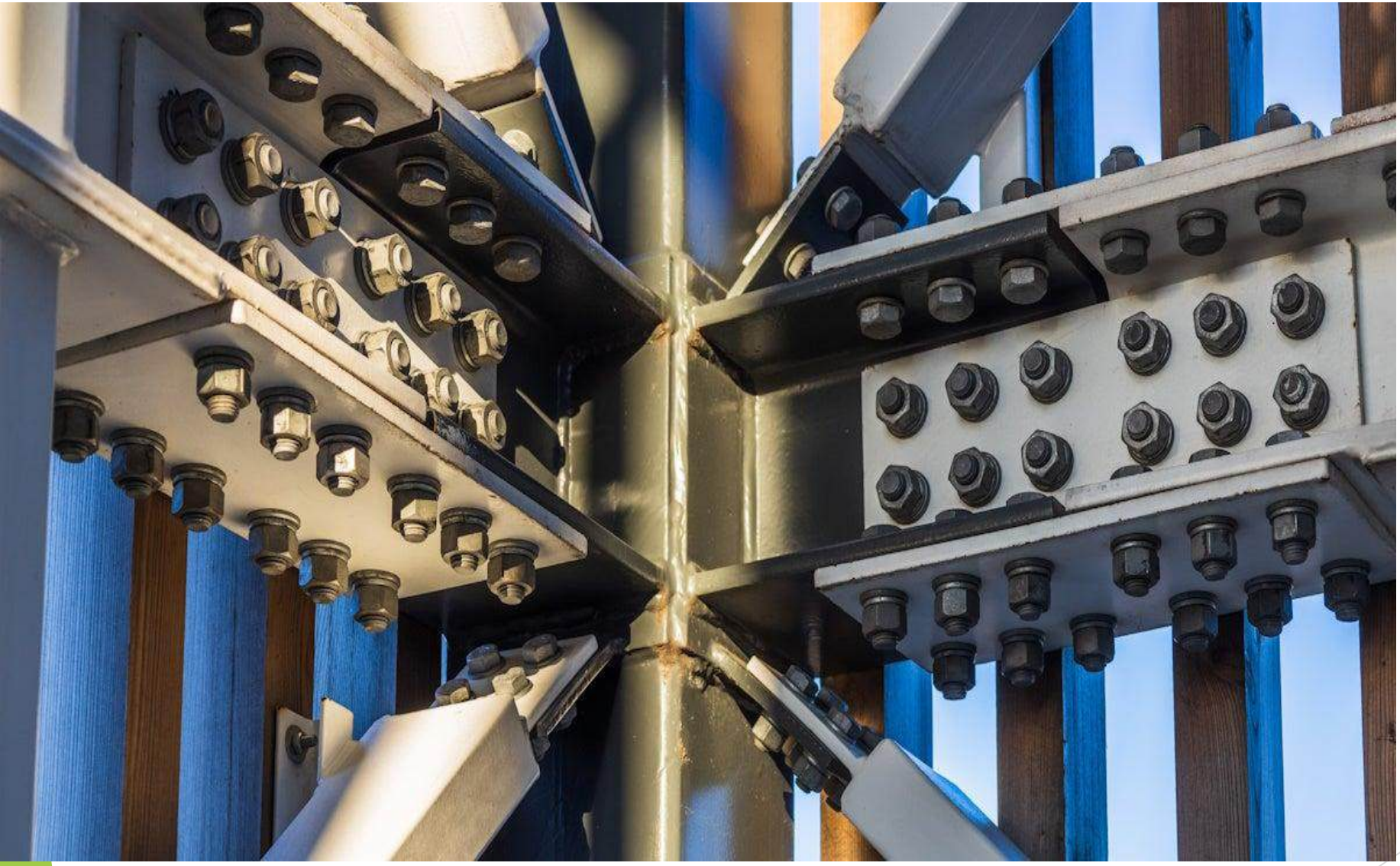
عملیات حرارتی پس از جوشکاری (PWHT)

درجه حرارت _____

زمان _____

هندسه درز	سرعت حرکت	ولتاژ	جریان		مصالح پرکننده		فرآیند جوشکاری	عبور یا لایه جوش‌ها
			آمپراژ یا سرعت تغذیه سیم	نوع و قطبیت	قطر	رده		

انواع اتصالات در سازه های فولادی جوشی یا پیچی



۱-اتصال تیر به ستون
۱-۱ مفصلی یا ساده
۱-۲ نیمه گیردار
۱-۳گیردار
۲-اتصال وصله تیر به تیر
۳-اتصال وصله ستون
۴-اتصال ستون به کف ستون
۵-اتصالات بادبندی

ضوابط کف ستون و میل مهار ها

۱۰-۲-۹-۱-۵ اتصال ستون به ورق کف‌ستون

اتصال ستون به ورق کف‌ستون متناسب با نوع اتصال (ساده یا گیردار) باید برای انتقال نیروهای موجود در پای ستون طراحی گردد. شایان‌ذکر است که در نوع گیردار اتصال کف‌ستون، هرگونه خطا در ساخت یا محاسبات می‌تواند موجب افزایش چشمگیر گریز افقی ساختمان در طبقات شود. در بارگذاری‌های شدید لرزه‌ای، ممکن است کف‌ستون از نوع مدفون در بتن برای جلوگیری از دوران لازم باشد.

در هنگام ساخت، باید انتهای ستون‌ها تراز شده و سطح تماس کف‌ستون نیز برای انتقال نیروی فشاری صاف و آماده شده باشد. بر این اساس درصورتی‌که نیروی پای ستون فشاری تنها و پای ستون کاملاً صاف، صیقلی و گونیا باشد، طراحی پای ستون می‌تواند با رعایت الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱-۳ از طریق اتکا صورت پذیرد. در غیر این صورت محاسبات انتقال نیرو نباید از طریق فشار مستقیم تماسی بین ستون و کف‌ستون انجام شود، بلکه تمامی نیروها باید از طریق اجزاء و وسایل اتصال به کف‌ستون انتقال یابد.

اتصالات کف ستون یا Base Plate

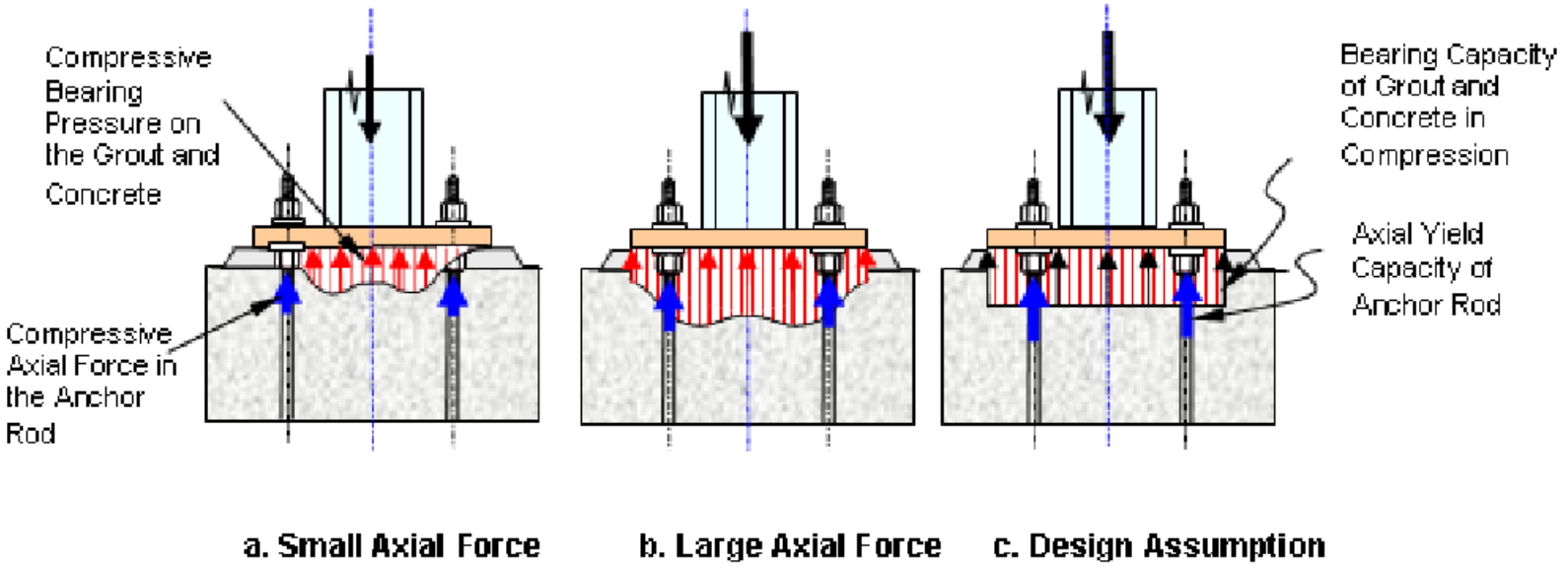
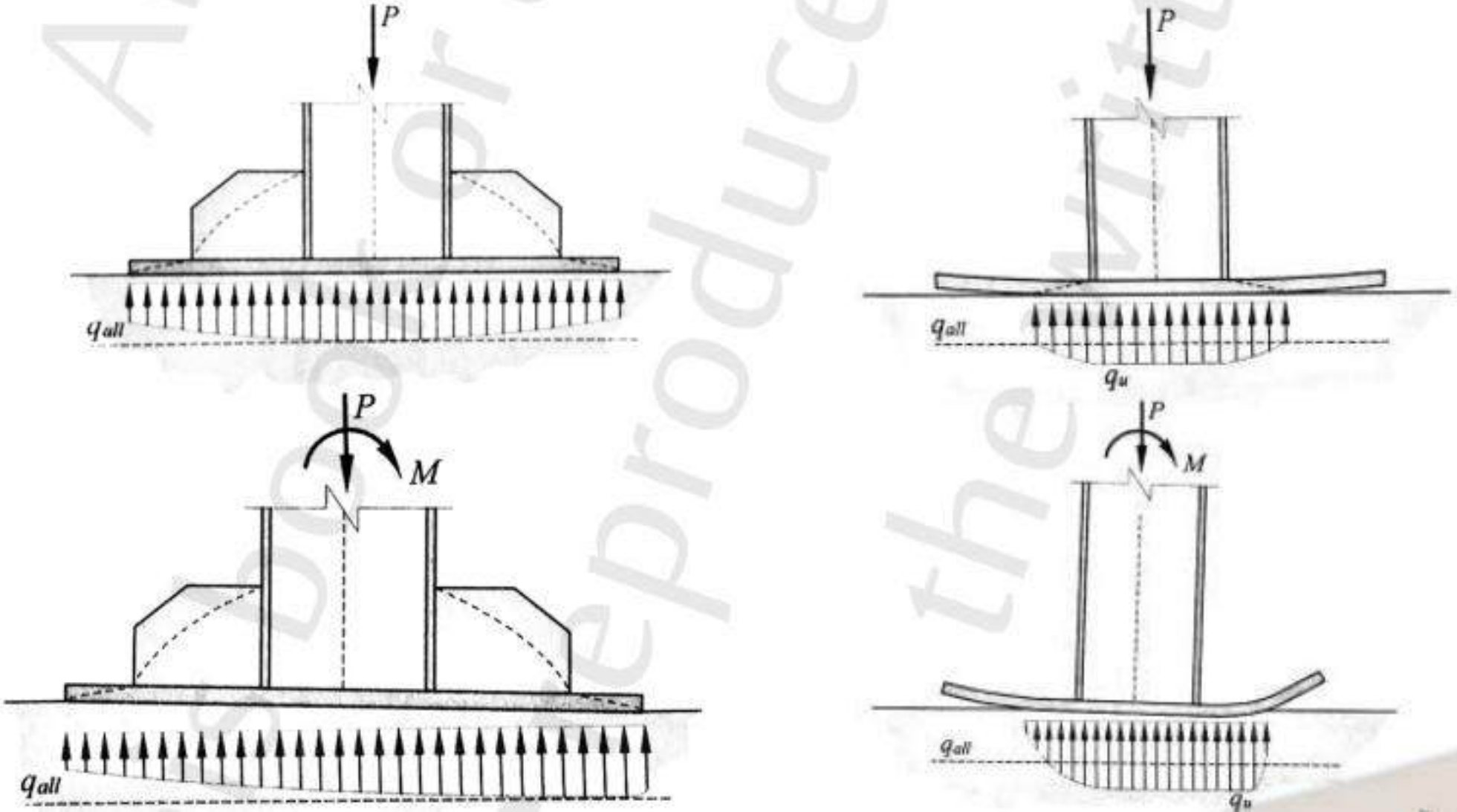
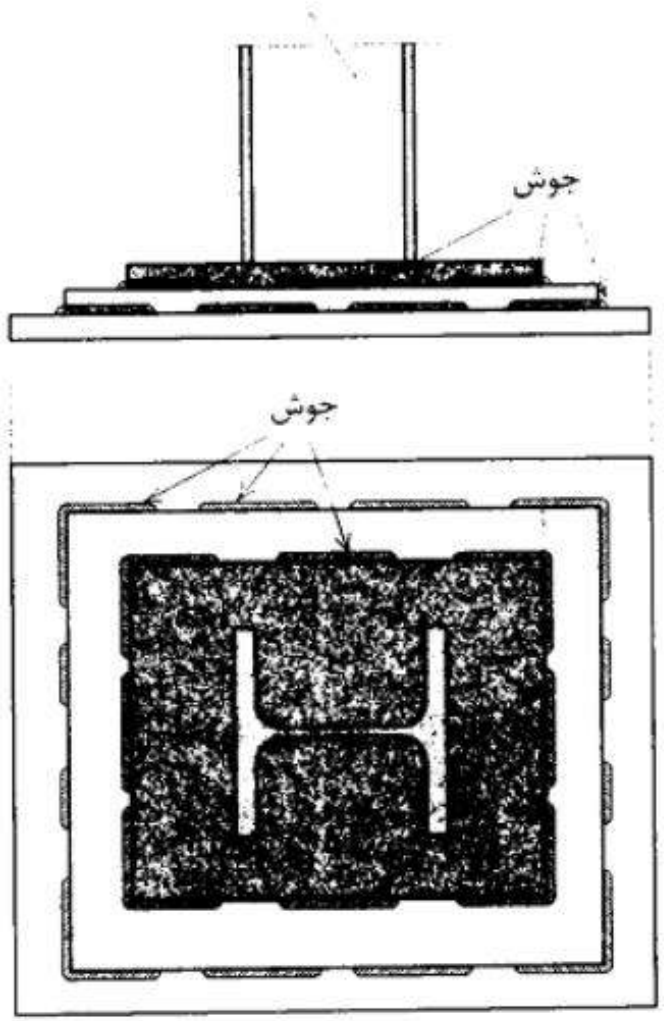


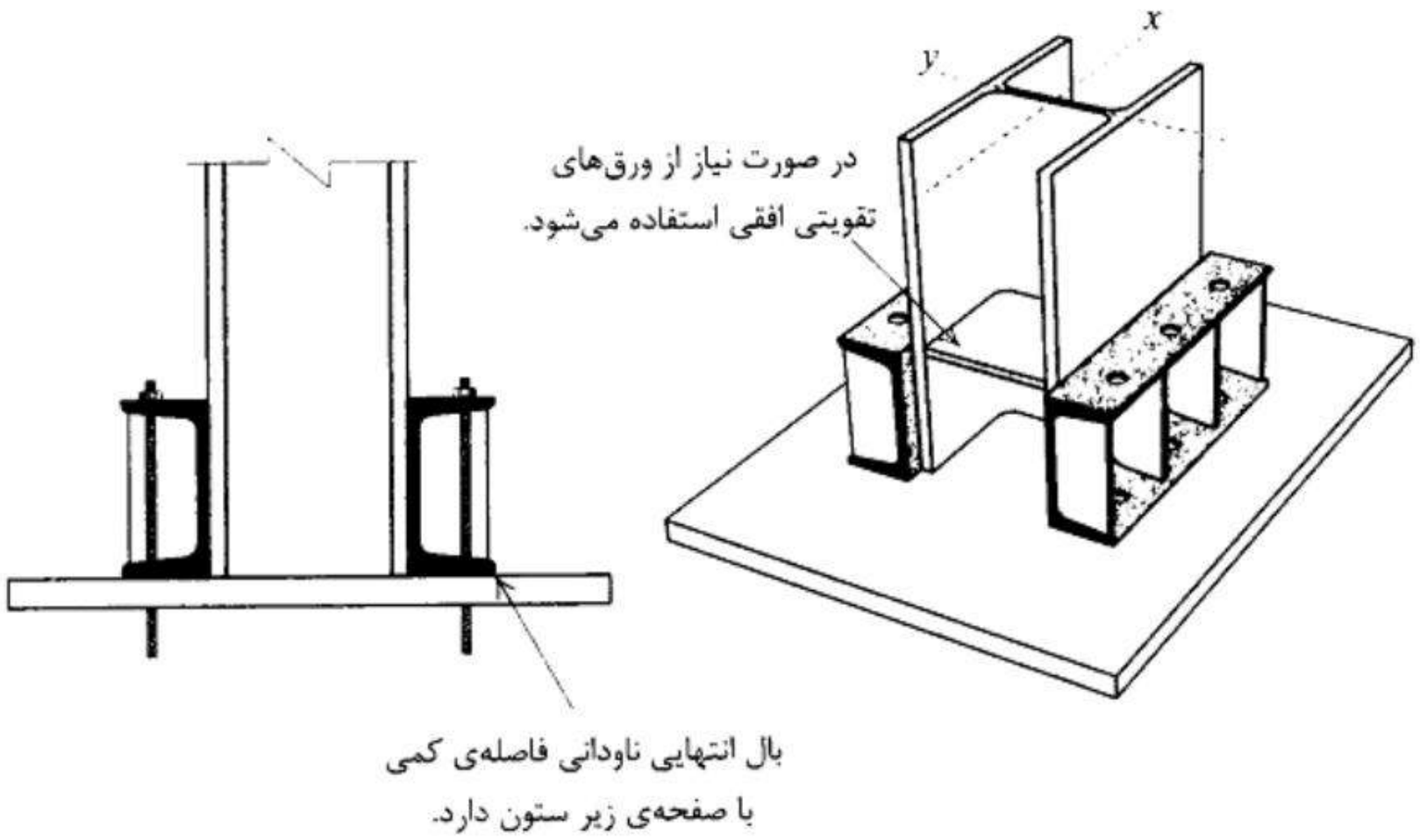
Figure 2.2. Distribution of Pressure under an Axially Loaded Base Plate with Double Nuts on the Anchor Rods
(Ref: Astaneh-Asl 2008)

نقش سخت کننده ها:

استفاده از ورق تقویتی باعث افزایش سطح توزیع بار و کاهش تغییر شکل صفحه ستون و در نتیجه منجر به کاهش ضخامت صفحه می شود.




جوش
جوش

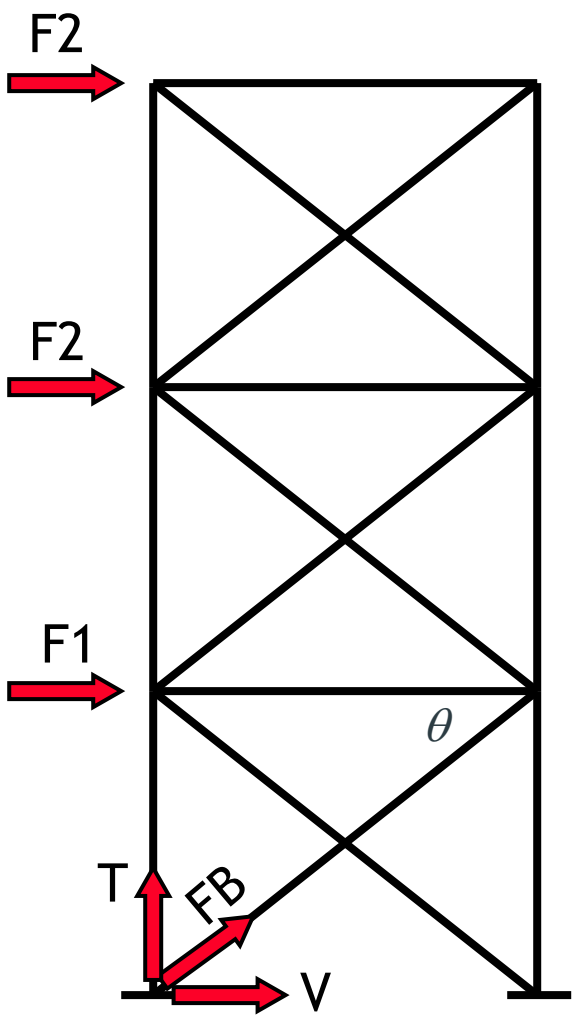

x
y
در صورت نیاز از ورق‌های
تقویتی افقی استفاده می‌شود.
بال انتهایی ناودانی فاصله‌ی کمی
با صفحه‌ی زیر ستون دارد.

سخت کننده‌ها در صفحه ستون

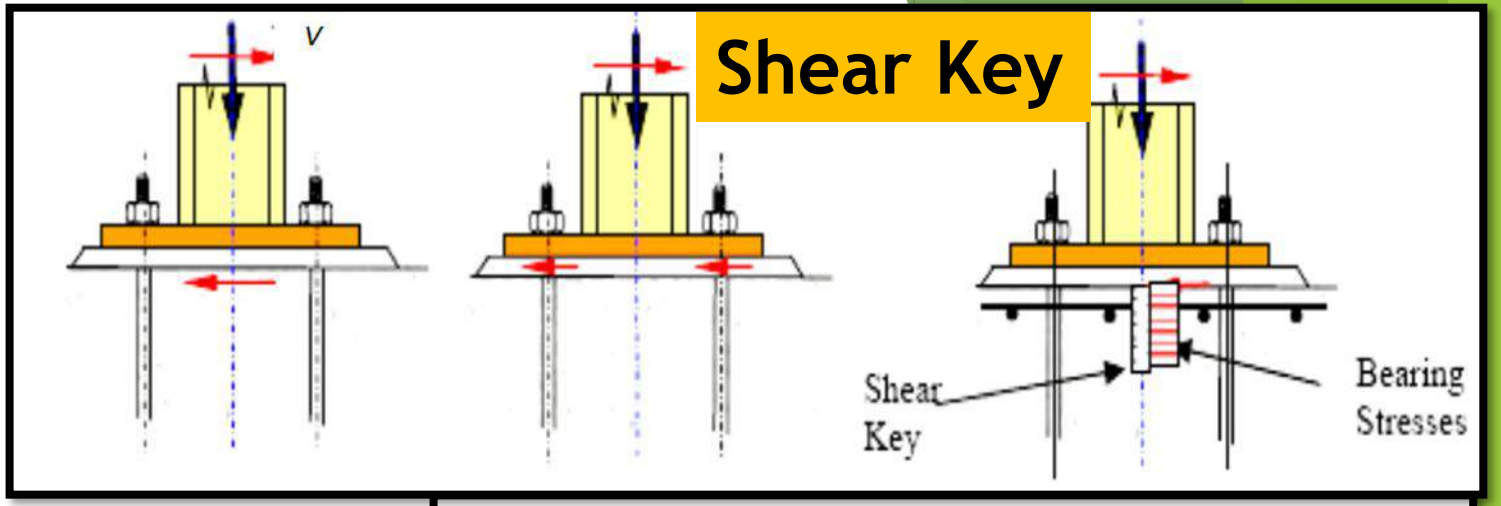
۱- جهت کاهش ضخامت صفحه ستون

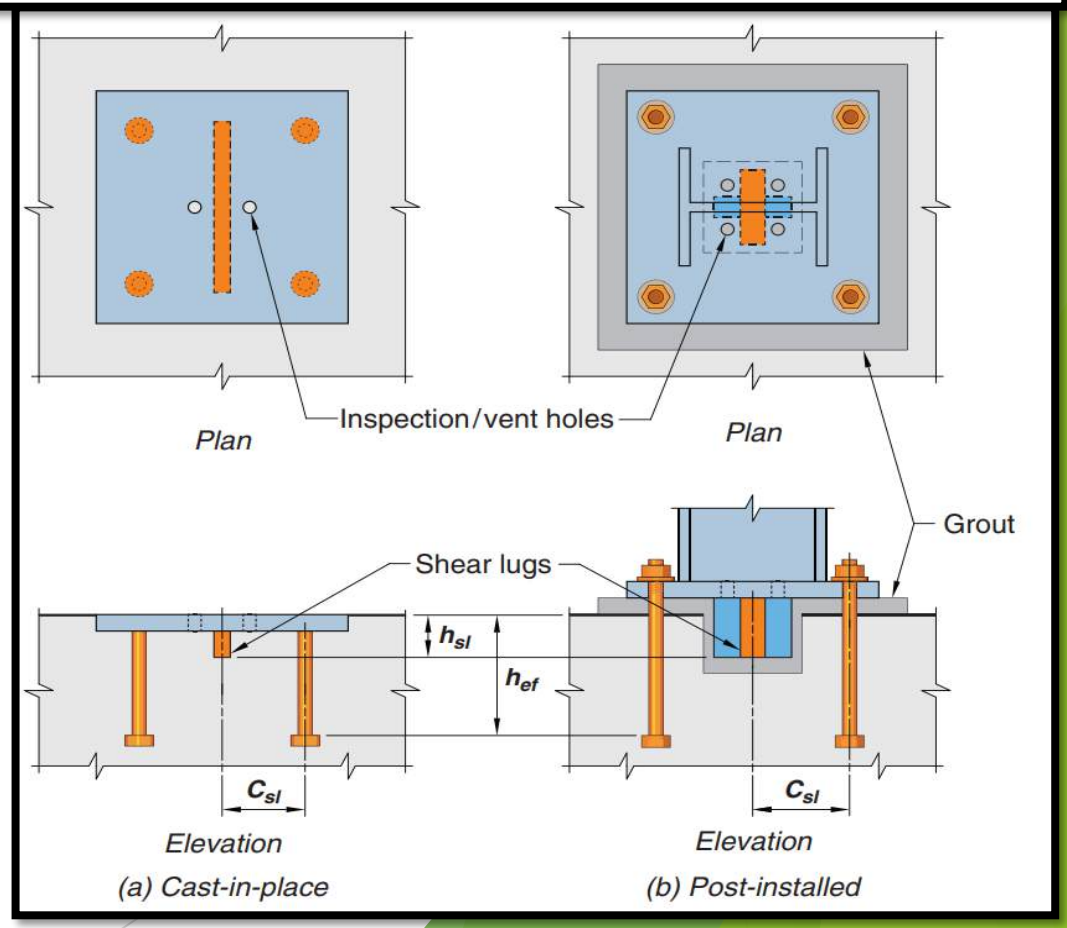
۲- جهت انتقال کشش ستون به صفحه ستون

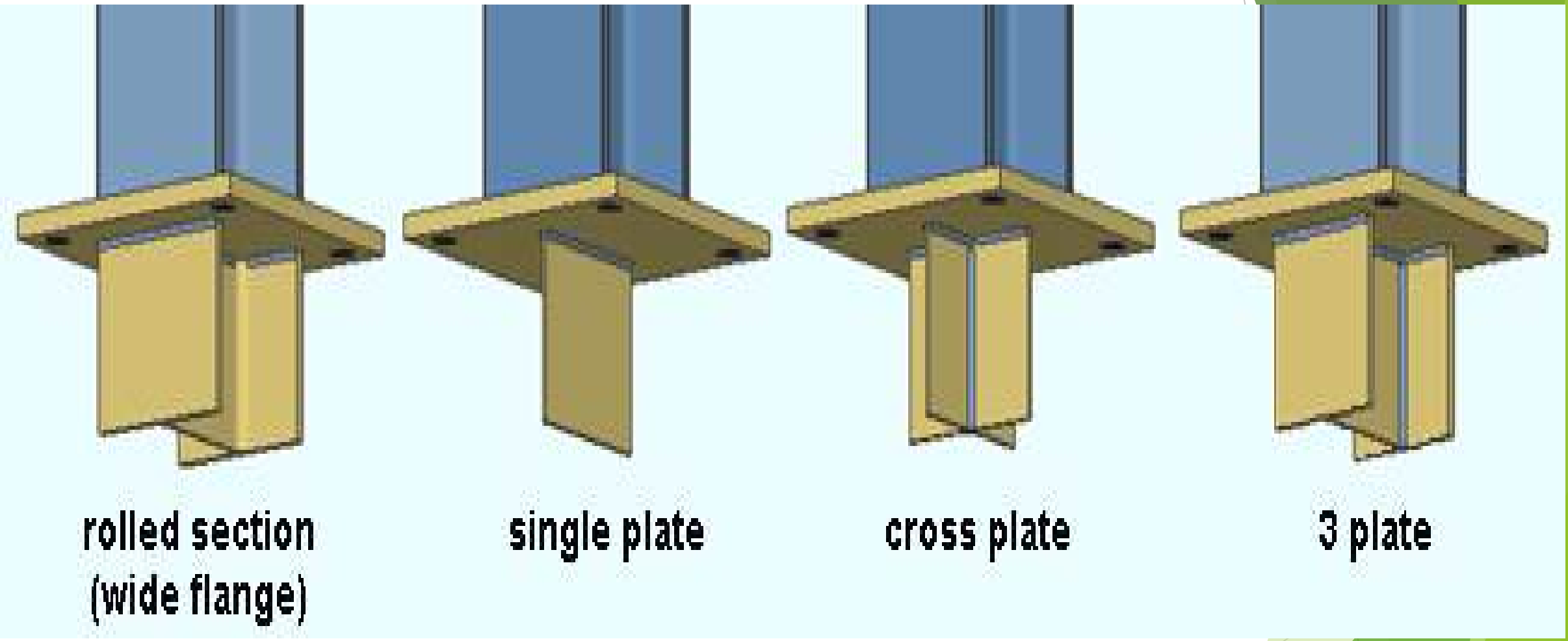
پیش از اجرای صفحه ستون ها، محل قرارگیری بولت ها، ستون، استیفنرها و سایر المان ها کنترل شده تا با یکدیگر تداخلی نداشته باشند.

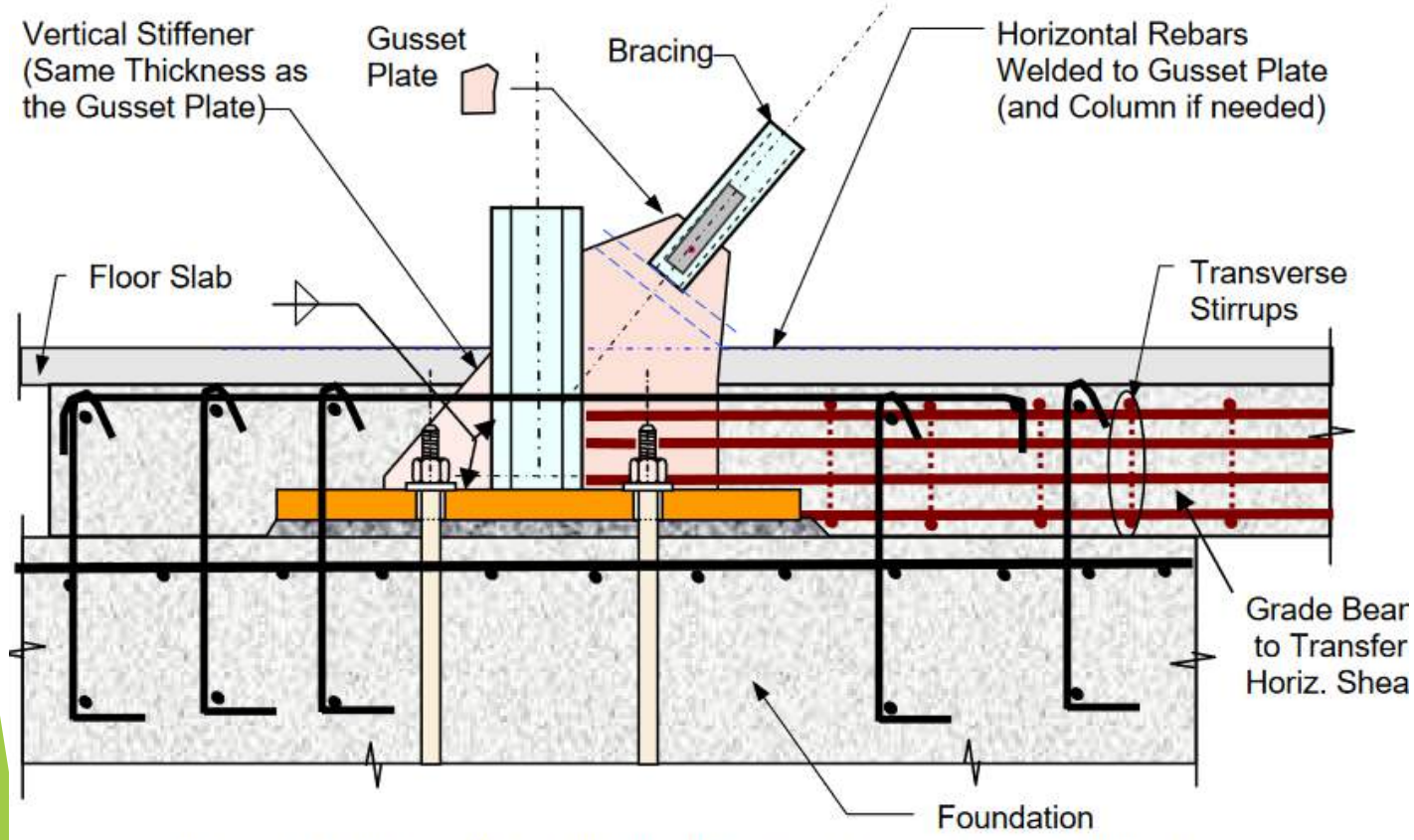

F2
F2
F1
θ
T
FB
V

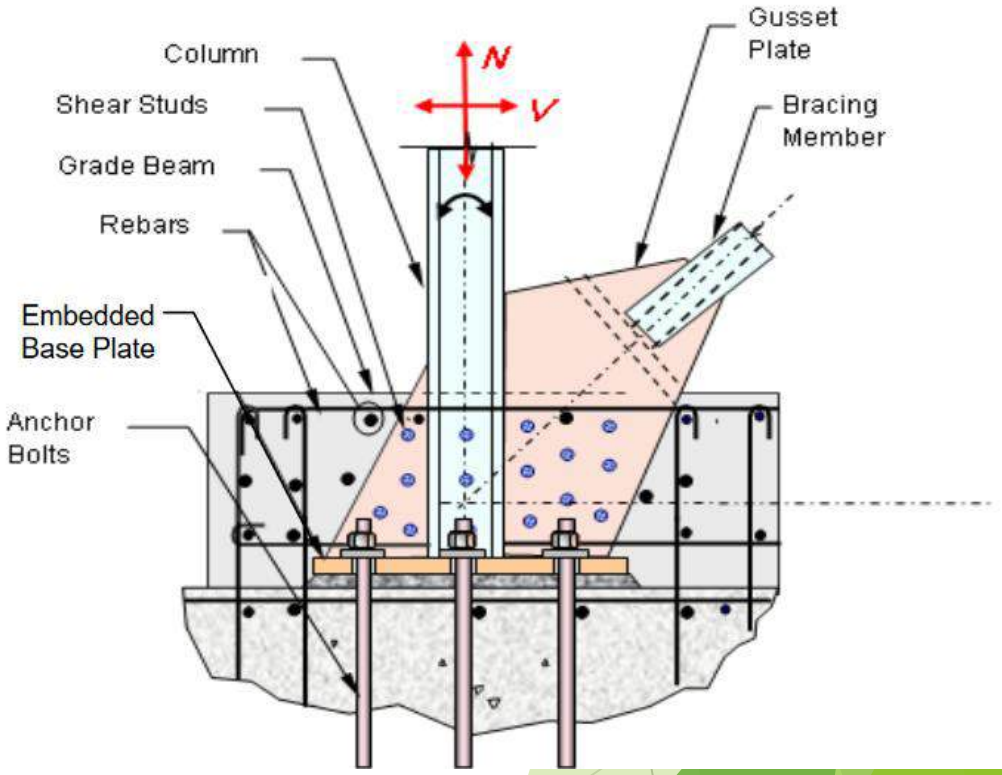
Shear Key

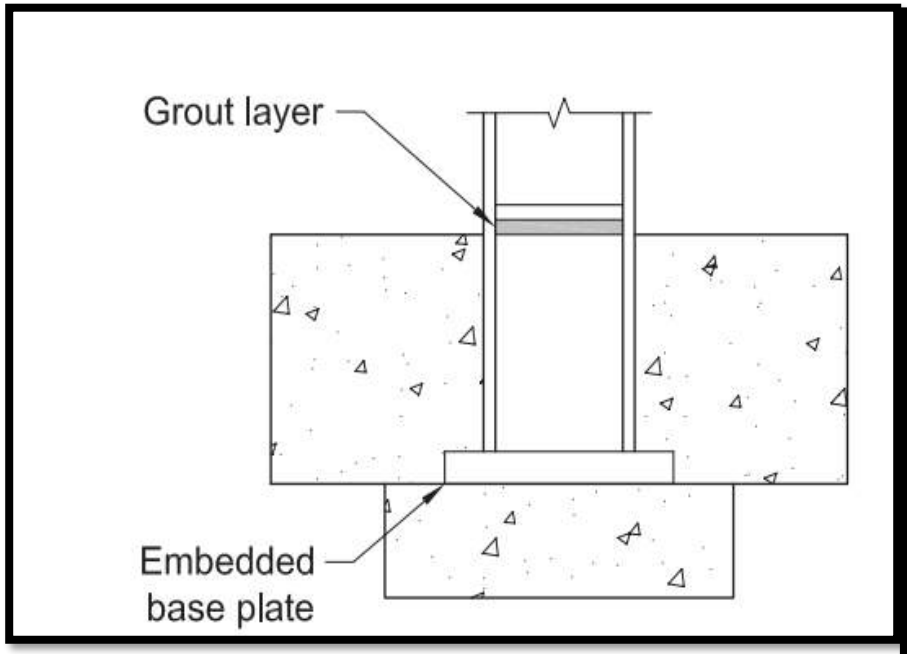

V
Shear Key
Bearing Stresses

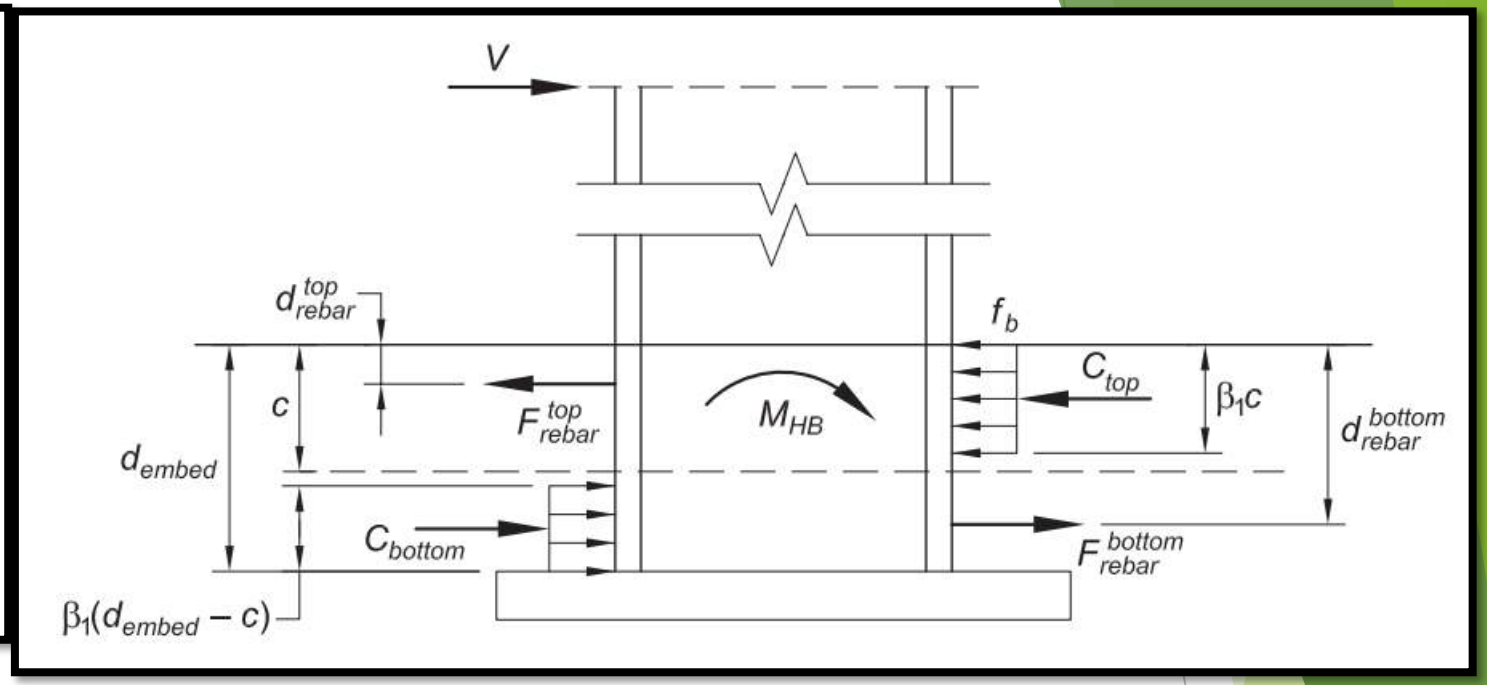

Plan
Inspection/vent holes
Plan
Grout
Shear lugs
h_{sl}
h_{ef}
c_{sl}
c_{sl}
Elevation
Elevation
(a) Cast-in-place
(b) Post-installed

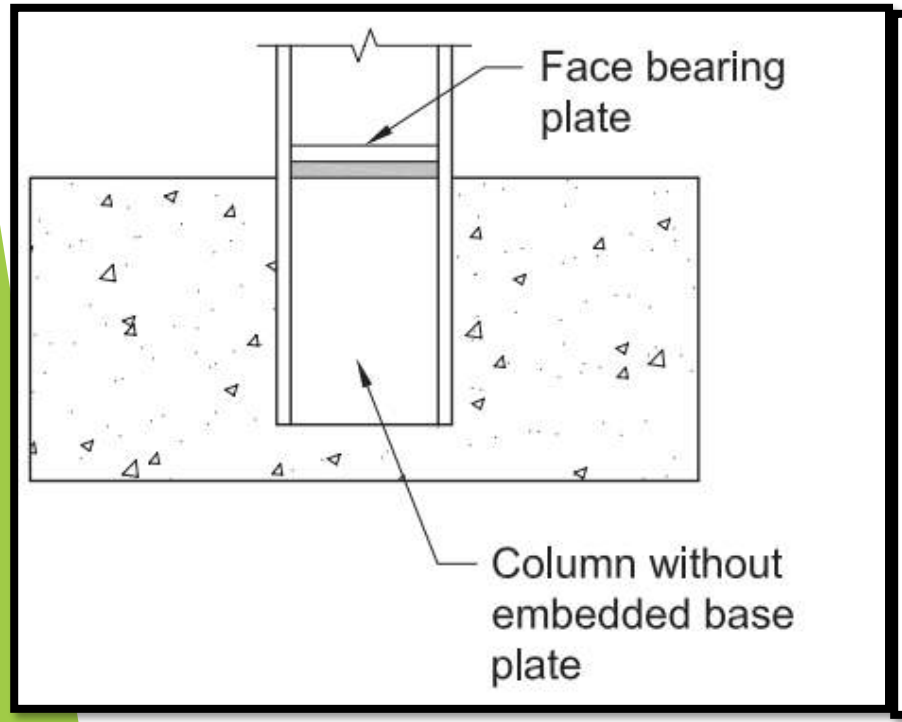

rolled section
(wide flange)
single plate
cross plate
3 plate

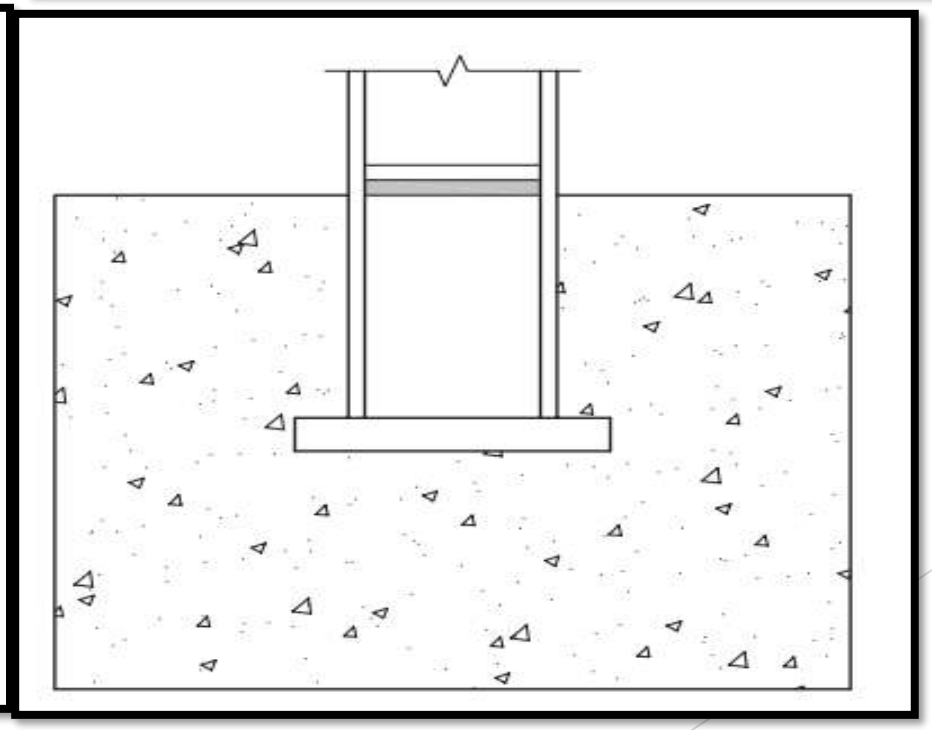






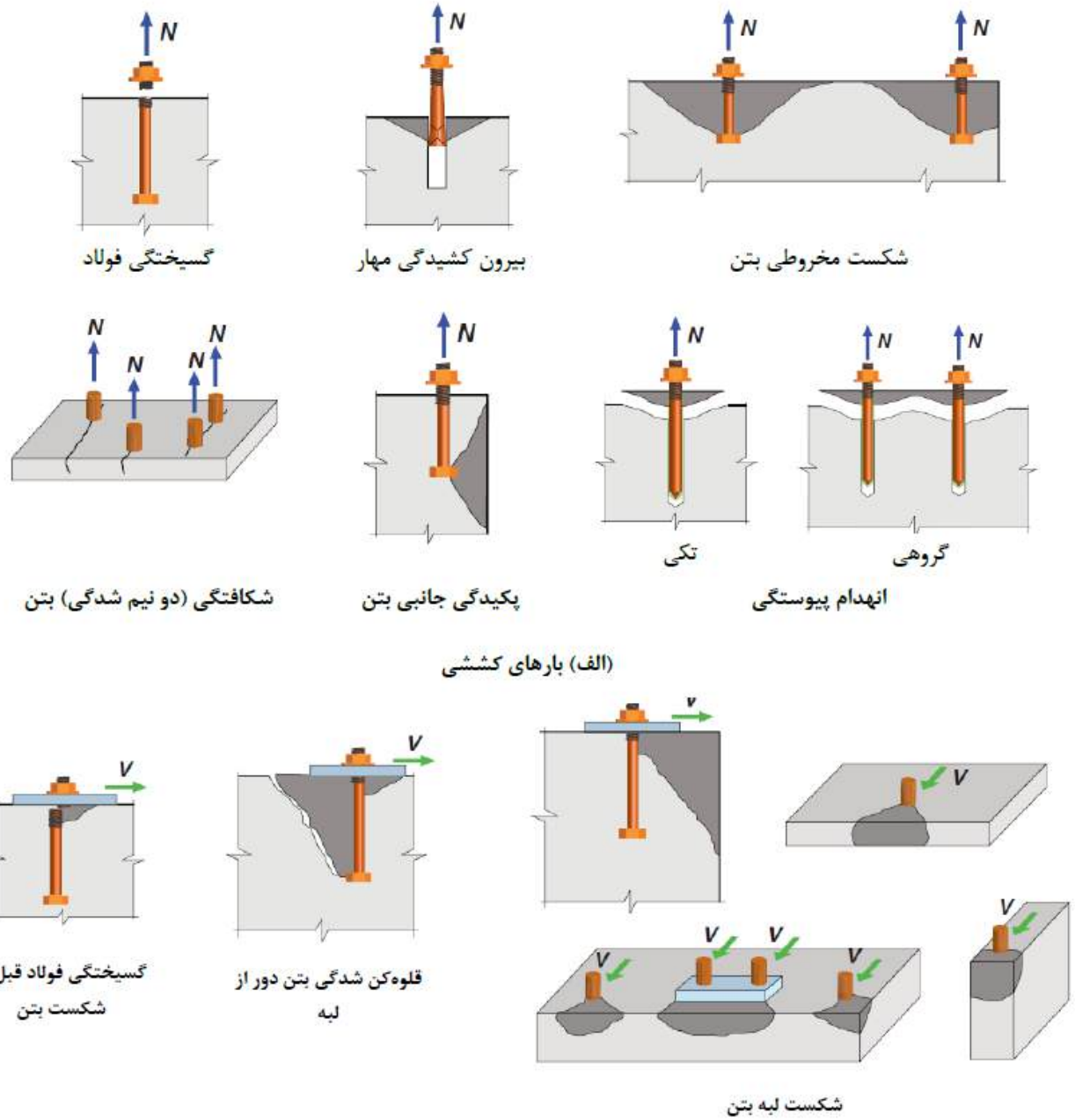




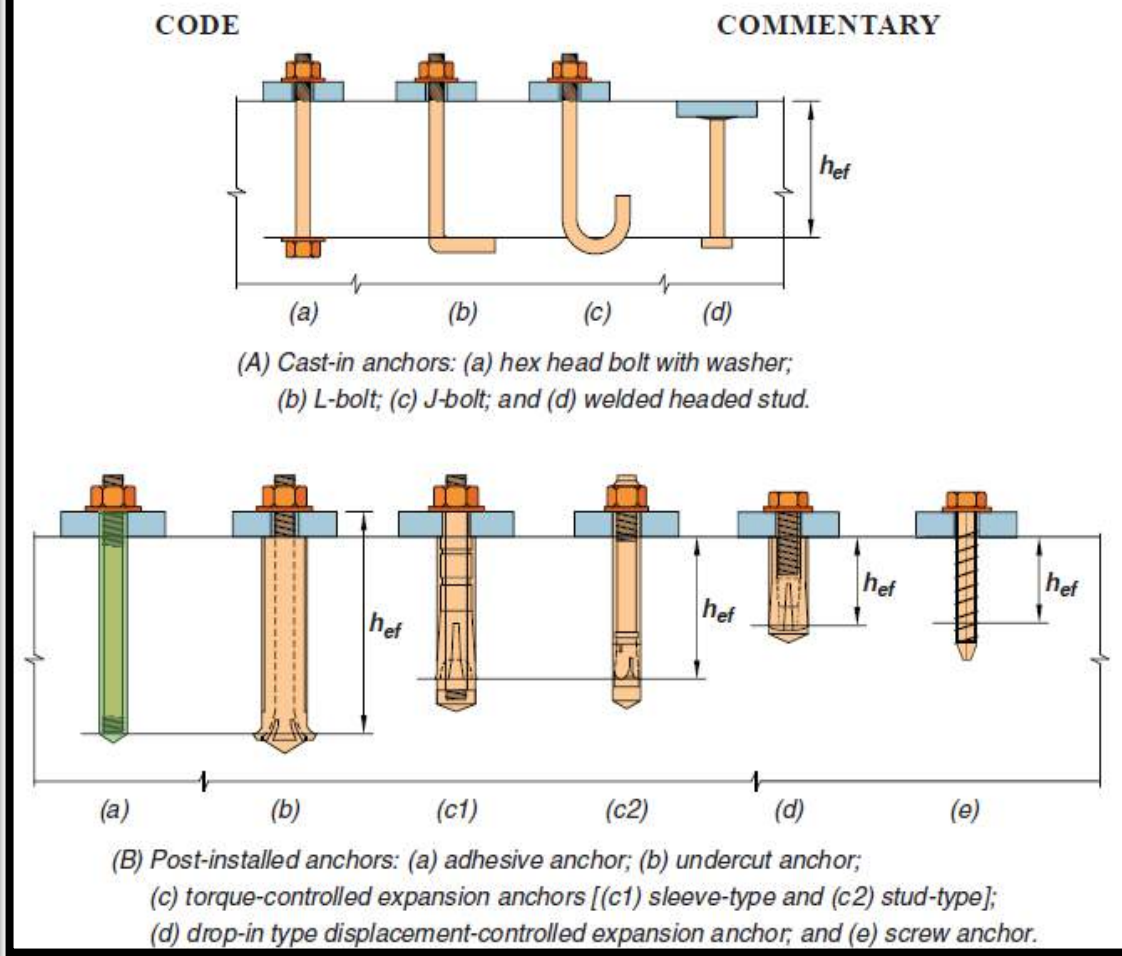


دیتایل های اجرای ستون برای لنگرهای زیاد در محل اتصال به فونداسیون

انواع میل مهار در فونداسیون یا بتن



شکل ۱۸-۳ انواع حالات شکست مهارها در کشش و برش



۱۰-۲-۹-۳-۲ مشخصات و فواصل سوراخ‌ها در اتصالات پیچی

الف) انواع سوراخ‌ها در اتصالات پیچی

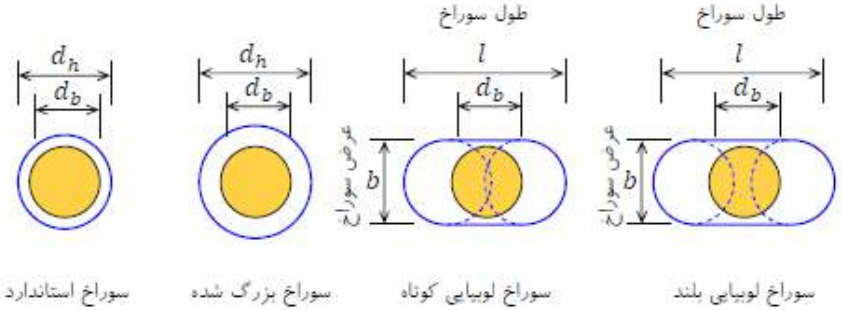
مطابق شکل زیر در اتصالات پیچی سوراخ‌ها باید یکی از انواع زیر باشند:

۱- سوراخ استاندارد

۲- سوراخ بزرگ‌شده

۳- سوراخ لوبیایی کوتاه

۴- سوراخ لوبیایی بلند



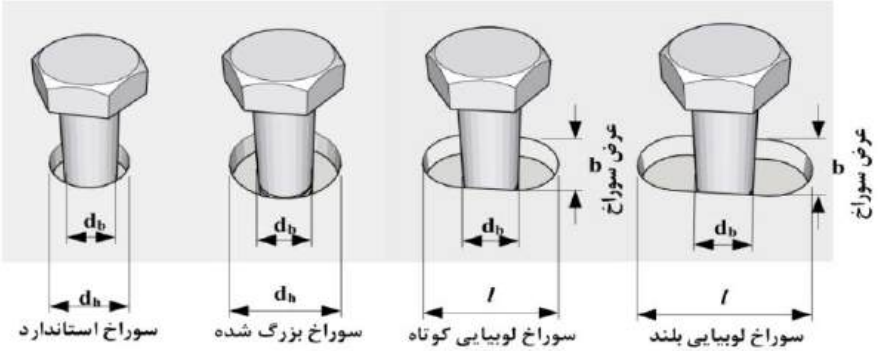
جدول ۱۰-۲-۹-۶: ابعاد اسمی سوراخ پیچ برحسب میلی‌متر

قطر پیچ (mm)	ابعاد اسمی سوراخ (mm)			
	سوراخ استاندارد	سوراخ بزرگ‌شده	سوراخ لوبیایی کوتاه (طول×عرض)	سوراخ لوبیایی بلند (طول×عرض)
M16	18	20	18×22	18×40
M20	22	24	22×26	22×50
M22	24	28	24×30	24×55
M24	27	30	27×32	27×60
M27	30	35	30×37	30×67
M30	33	38	33×40	33×75
≥M36	d_b+3	d_b+8	$\times (d_b+10)$ (d_b+3)	$\times 2.5d_b$ (d_b+3)

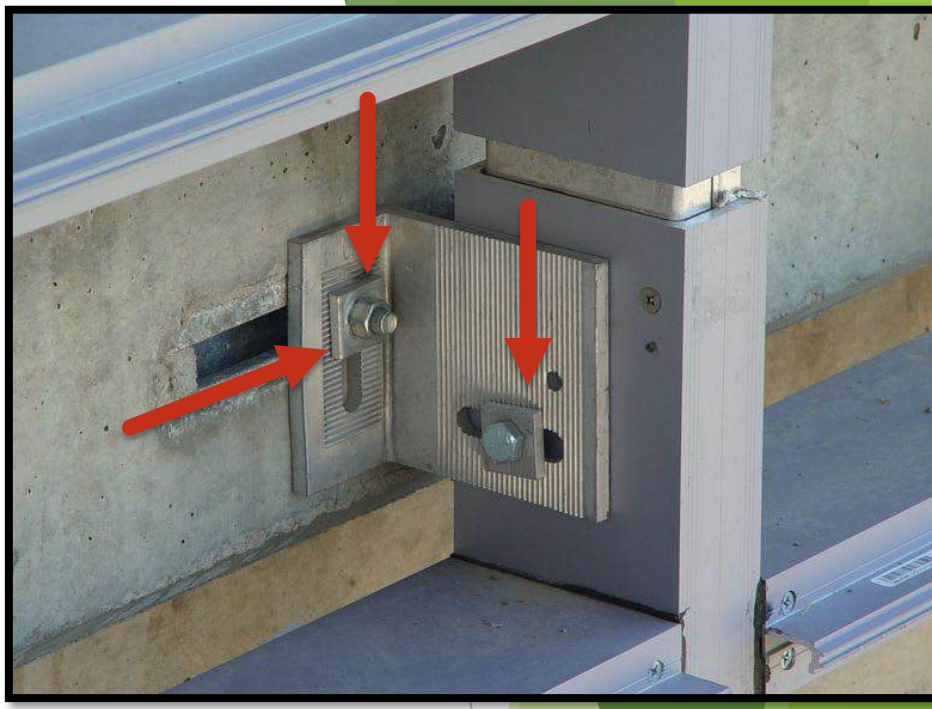
d_b = قطر اسمی پیچ

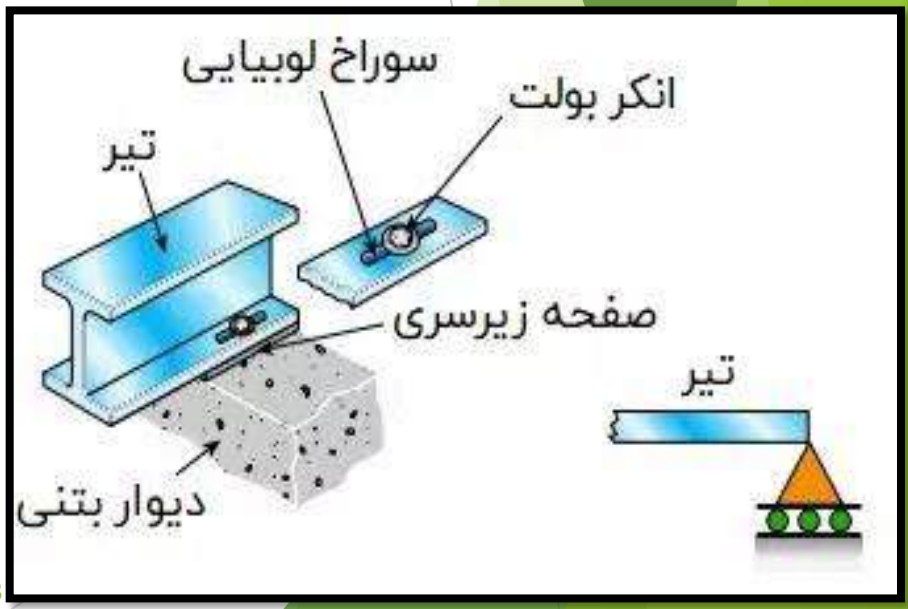
جدول ۷-۱۶- ابعاد اسمی سوراخ پیچ‌ها برحسب میلی‌متر

قطر پیچ (mm)	ابعاد اسمی سوراخ‌ها (mm)			
	سوراخ استاندارد[1]	سوراخ بزرگ‌شده[2]	سوراخ لوبیایی کوتاه[3] (طول×عرض)	سوراخ لوبیایی بلند[4] (طول×عرض)
M۱۶	۱۸	۲۰	۲۲×۱۸	۴۰×۱۸
M۲۰	۲۲	۲۴	۲۶×۲۲	۵۰×۲۲
M۲۲	۲۴	۲۸	۳۰×۲۴	۵۵×۲۴
M۲۴	۲۷	۳۰	۳۲×۲۷	۶۰×۲۷
M۲۷	۳۰	۳۵	۳۷×۳۰	۶۷×۳۰
M۳۰	۳۳	۳۸	۴۰×۳۳	۳۳×۷۵
≤M۳۶	d+۳	d+۸	(d+۳)×(d+۱۰)	(d+۳)× ۲,۵ d



شکل ۷-۲- شکل کلی سوراخ پیچ‌ها در اتصالات پیچی سازه‌های فولادی





۲- سوراخ‌های بزرگ‌شده فقط در اتصالات لغزش بحرانی مجاز است.

۳- سوراخ لوبیایی کوتاه در تمام امتدادها در اتصالات لغزش بحرانی مجاز است اما در اتصالات اتکایی و پیش‌تنیده استفاده از آن‌ها زمانی مجاز است که امتداد طولی سوراخ عمود بر امتداد نیرو باشد.

۴- سوراخ لوبیایی بلند در تمام امتدادها در اتصالات لغزش بحرانی مجاز است اما در اتصالات اتکایی و پیش‌تنیده استفاده از آن‌ها زمانی مجاز است که امتداد طولی سوراخ عمود بر امتداد نیرو باشد. لیکن در هر سه نوع اتصال، سوراخ لوبیایی بلند باید فقط در یکی از ورق‌های اتصال تعبیه شود.

پ) حداقل فاصلهٔ سوراخ‌ها تا لبه

فاصلهٔ مرکز سوراخ‌های استاندارد تا لبهٔ قطعهٔ متصل‌شونده نباید از مقادیر داده‌شده در جدول ۱۰-۲-۹-۷ کوچک‌تر باشد. برای سوراخ‌های بزرگ‌شده و لوبیایی فاصلهٔ مرکز سوراخ تا لبه نباید از آنچه برای سوراخ استاندارد تعیین شده به‌اضافه مقدار C مطابق جدول ۱۰-۲-۹-۸، کوچک‌تر باشد.

جدول ۱۰-۲-۹-۷: حداقل فاصلهٔ مرکز سوراخ استاندارد تا لبه در هر راستا

لبهٔ بریده‌شده با قیچی (گیوتین) (d_b = قطر اسمی پیچ)	لبهٔ نورد شدهٔ ورق- نیمرخ، تسمه و نیز لبه بریده‌شده با شعله اتوماتیک یا اره
$2d_b$	$1.5d_b$

ث) حداکثر فاصلهٔ مرکز سوراخ تا لبه

حداکثر فاصله مرکز سوراخ تا نزدیک‌ترین لبهٔ قطعه در هر راستا به شرح زیر است:

۱- برای قطعات رنگ‌شده و قطعاتی که رنگ نمی‌شوند ولی احتمال زنگ‌زدگی و خوردگی ندارند، فاصله از مرکز هر سوراخ تا نزدیک‌ترین لبهٔ قطعه در هر راستا نباید از 12 برابر ضخامت نازک‌ترین قطعه و 150 میلی‌متر بیشتر شود.

۲- برای قطعات رنگ‌نشده‌ای که تحت اثر خوردگی ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند، فاصله از مرکز هر سوراخ تا نزدیک‌ترین لبه قطعهٔ در هر راستا نباید از هشت برابر ضخامت نازک‌ترین قطعه و 125 میلی‌متر بیشتر شود.

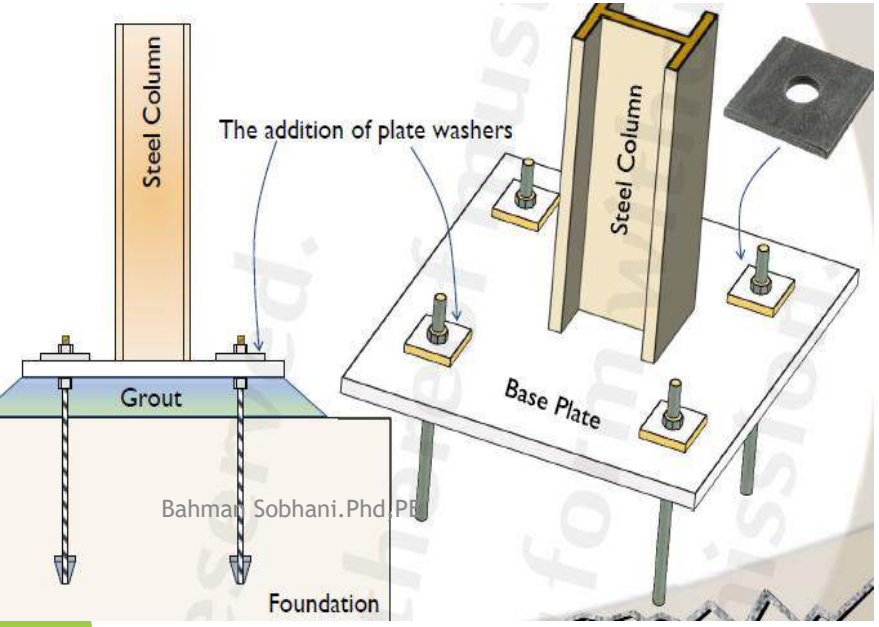
ج) حداکثر فاصلهٔ مرکز تا مرکز سوراخ‌ها در اتصالات پیچی

حداکثر فاصلهٔ مرکز تا مرکز سوراخ‌ها در اتصالات پیچی در هر راستا به شرح زیر است:

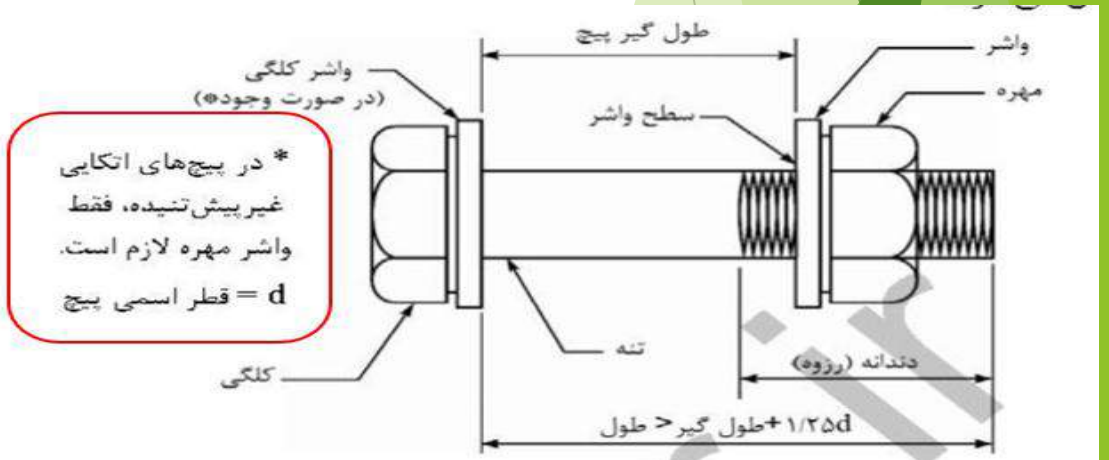
۱- در قطعات رنگ‌شده و قطعاتی که رنگ نمی‌شوند ولی احتمال زنگ‌زدگی و خوردگی ندارند، فاصلهٔ بین مرکز سوراخ‌ها نباید از 24 برابر ضخامت نازک‌ترین قطعهٔ متصل شونده و 300 میلی‌متر بیشتر شود.

۲- در قطعات رنگ نشده‌ای که تحت اثر خوردگی ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند، فاصلهٔ بین مرکز سوراخ‌ها نباید از 14 برابر ضخامت نازک‌ترین قطعهٔ متصل شونده و 180 میلی‌متر بیشتر شود.

۵-در ورق کف‌ستون‌ها برای عبور میل‌مهارها، استفاده از سوراخ استاندارد بدون استفاده از واشر تنظیم‌کنندهٔ اضافی در روی ورق کف‌ستون در محل سوراخ، مجاز است. درصورتی‌که برای نصب سازه نیاز به تعبیهٔ سوراخ‌های با قطر بزرگ‌تر از سوراخ‌های استاندارد باشد، در این صورت لازم است بر روی ورق کف‌ستون در محل سوراخ، از واشر تنظیم‌کنندهٔ اضافی با ابعادی بزرگ‌تر از ابعاد سوراخ کف‌ستون و دارای سوراخ استاندارد که به نحو مناسبی به ورق کف‌ستون جوش می‌شود، استفاده شود. این واشر باید دارای مقاومت موجود کافی در برابر اتکا و اتصال آن به ورق کف‌ستون دارای مقاومت برشی موجود کافی در برابر برش میل‌مهار باشد. درهرحال قطر سوراخ‌های تعبیه‌شده در ورق کف‌ستون نباید از قطر سوراخ‌های بزرگ‌شده به‌اضافهٔ دو میلی‌متر بزرگ‌تر باشد.



تعداد مهره میل مهار۱ یا ۲ یا ۳؟؟؟؟؟



شکل ۱۰-۴-۳: اجزای مختلف پیچ و مهره

واشر پلیت و جوش به صفحه ستون

۱۰-۲-۹-۹ میل‌مهارهای کف‌ستون و اقلام مدفون

الف) میل‌مهارهای کف‌ستون

میل‌مهارها از نظر کشش، برش و آثار توأم آن‌ها باید دارای مقاومت موجود کافی در برابر نیروهای حاصل از ترکیبات مختلف بارگذاری (متناظر با روش طراحی) باشند. مقاومت کششی و برشی موجود میل‌مهارها مطابق ضوابط میله‌های دندانه‌شده (الزامات بند ۱۰-۲-۹-۳-۳) تعیین می‌شود. طراحی میل‌مهارها برای برش می‌تواند به‌صورت اتکایی و با شرایط سفتی کامل صورت گیرد، مگر در مورد ماشین‌آلات و ادوات تحت لرزش و خستگی که در آن‌ها طراحی و اجرای میل‌مهارها باید به‌صورت لغزش بحرانی انجام پذیرد.

درصورتی‌که میل‌مهارهای کف‌ستون‌ها از میلگردهای آج‌دار ساخته شوند، در تعیین مقاومت‌های موجود آن‌ها باید قطر اسمی ناحیهٔ دندانه‌شده ملاک محاسبه قرار گیرد.

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

۱۰-۴-۵-۱ انواع پیچ

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.

استاندارد حروفی DIN :

در این روش از علامت مشخصه **CX** و یک عدد دو رقمی که درصد کربن فولاد را نشان می دهد استفاده می گردد. حرف X شامل مشخصات زیر است:

حرف f برای فولاد با قابلیت سخت کاری شعله ای و القایی (Cf 53)

حرف k برای فولاد نجیب با مقدار پایین فسفر و گوگرد (Ck 35, Ck 45)

حرف m برای فولاد نجیب با محدوده معینی از گوگرد (Cm 35)

حرف q برای فولادهای کربوره و بهسازی جهت کله‌زنی سرد (Cq 35)

Equivalent Grades

AISI/ASTM: 1045

Germany: CK45

BS: 080M46

JIS: S45C

UNI: C45

میل مهارها

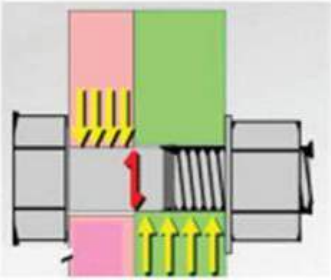
اتصالات پیچی از لحاظ نحوهٔ اجرای پیچ‌ها (سفت کردن آن‌ها) و مقاومت موجود آن‌ها به شرح زیر به سه دستهٔ "اتکایی"، "پیش‌تنیده" و "لغزش بحرانی" تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف) اتصالات پیچی اتکایی: اتصالات پیچی اتکایی اتصالاتی هستند که سفت کردن آن‌ها در حد "سفتی کامل" بوده و به لحاظ مقاومت برشی، پیچ‌ها نیروی برشی را از طریق اتکای تنهٔ پیچ (قلم پیچ) به جدارهٔ سوراخ انتقال می‌دهند و از مقاومت لغزشی موجود بین سطوح تماس اتصال صرف‌نظر می‌شود.

سفتی کامل نحوهٔ سفت کردنی است که با یک آچار ساده و حداکثر توان یک کارگر معمولی یا چند دور آچارهای بادی و الکتریکی قابل حصول فرض می‌شود. در این حالت سطوح اتصال باید در

اتصال محکم شده اولیه
(Snug-tightened Joint)

اتصالی است که در آن پیچ‌ها به اندازه‌ای سفت می‌شوند که مهره‌ها بدون آچار قابل باز شدن نباشند.



معیار طراحی در این اتصال مقاومت آن می باشد

در این نوع اتصال لغزش جزئی بین صفحه های اتصال مجاز می باشد . این لغزش به گونه ای است که بدنه پیچ با با جدار سوراخ تماس پیدا می کند.

ب) اتصالات پیش‌تنیده: اتصالات پیش‌تنیده اتصالاتی هستند که اولاً پیچ‌های آن از جنس فولاد پرمقاومت باشد و ثانیاً به لحاظ مشخصات هندسی قابلیت پیش‌تنیدگی داشته باشند و ثالثاً پیچ‌ها در هنگام سفت کردن پس از حصول حالت سفتی کامل، به روش مناسبی پیش‌تنیده شوند. روش‌های مناسب پیش‌تنیده کردن یک پیچ شامل روش «سفت کردن اضافی مهره»، استفاده از «واشر نیروسنج»، «آچار مدرج کالیبره شده»، «پیچ‌های کشش کنترل» و استفاده از دیگر ابزارهای ویژه هستند. در فصل ۱۰-۴ در مورد این روش‌ها توضیحات بیشتری ارائه شده است. حداقل نیروی پیش‌تنیدگی در این پیچ‌ها باید مطابق مقادیر جدول ۱۰-۲-۹-۵ باشد. مقاومت برشی و اتکایی وجود این نوع اتصالات مطابق اتصالات اتکایی تعیین می‌گردد و در آن‌ها از مقاومت لغزشی موجود سطوح تماس اتصال صرف‌نظر می‌شود در اتصالات پیش‌تنیده به‌غیراز اتصالاتی که ملاک طراحی

استفاده از اتصالات پیش تنیده در چه نوع موضع یا اتصالاتی استفاده می گردد:

تأمین شود، رعایت شرایط اضافی الزامی نیست. استفاده از این نوع اتصالات علاوه بر مواردی که در این مبحث ذکر شده، در شرایط زیر الزامی است:

- در اتصالات اعضای فشاری ساخته‌شده مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۴
- در اتصالاتی که تحت اثر ارتعاش احتمال شُل شدگی پیچ‌ها وجود داشته باشد.
- در مواقعی که اتصال تحت اثر نیروهای رفت و برگشتی قابل‌ملاحظه قرار دارد.
- در مواقعی که اتصال تحت اثر بارهای خستگی‌آور بدون برگشت جهت بار قرار دارد.
- کلیهٔ پیچ‌ها در رده مقاومتی A490 مطابق استاندارد ASTM و 10.9 مطابق استانداردهای EN و ISIRI و بالاتر که تحت اثر نیروی کششی همراه با نیروی برشی یا بدون آن و با یا بدون اثر خستگی قرار دارند.

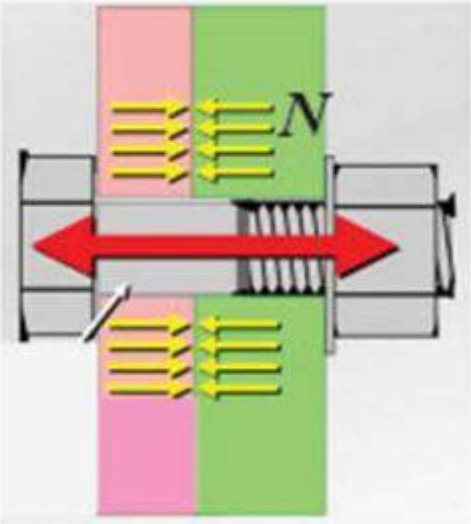
اتصال لغزش بحرانی
(Slip-Critical Joint)

اتصالی است که برای مقاومت در برابر لغزش بر اساس اصطکاک

تحت نیروی عمود بر سطح طراحی می‌گردند

$$F_f = \mu N$$

Faying Surface



در مواردی که قرار است در بارهای سرویس هیچ گونه لغزشی بین صفحه ها اتفاق نیافتد از این اتصال استفاده می گردد .

پ) اتصالات لغزش بحرانی: اتصالات لغزش بحرانی اتصالاتی هستند که در آن‌ها پیچ‌ها مانند پیچ‌های پیش‌تنیده به یکی از روش‌های مجاز سفت می‌شوند؛ لیکن انتقال نیروی برشی در اتصال، توسط مقاومت در برابر لغزش بین سطوح در تماس اتصال انجام می‌پذیرد. در اتصالات لغزش بحرانی، سطوح تماس باید دارای وضعیت سطحی کلاس A یا B مطابق بند ۱۰-۲-۹-۳-۵ باشند. در سطوح در تماس این نوع اتصالات نباید لغزش رخ دهد و پیچ به جدارهٔ سوراخ اتکاء نمی‌یابد.

- در کلیهٔ مواردی که لغزش در اتصال موجب ناپایداری یا کاهش مقاومت موجود سازه می‌شود.
- در مواقعی که اتصال تحت اثر نیروهای دینامیکی با تکرار زیاد توأم با اثر خستگی قرار دارد. مطابق این مبحث، بارهای باد و زلزله در ردیف بارهای دینامیکی با تکرار زیاد قرار نمی‌گیرند.
- در مواردی که در اتصال از سوراخ بزرگ‌شده یا لوبیایی در امتداد نیرو استفاده شده باشد و استفاده از آن‌ها در این مبحث مجاز شمرده شده باشد.
- در اتصال انتهای ورق‌های پوششی بال‌های تیر مطابق بند ۱۰-۲-۵-۱۳.

- 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

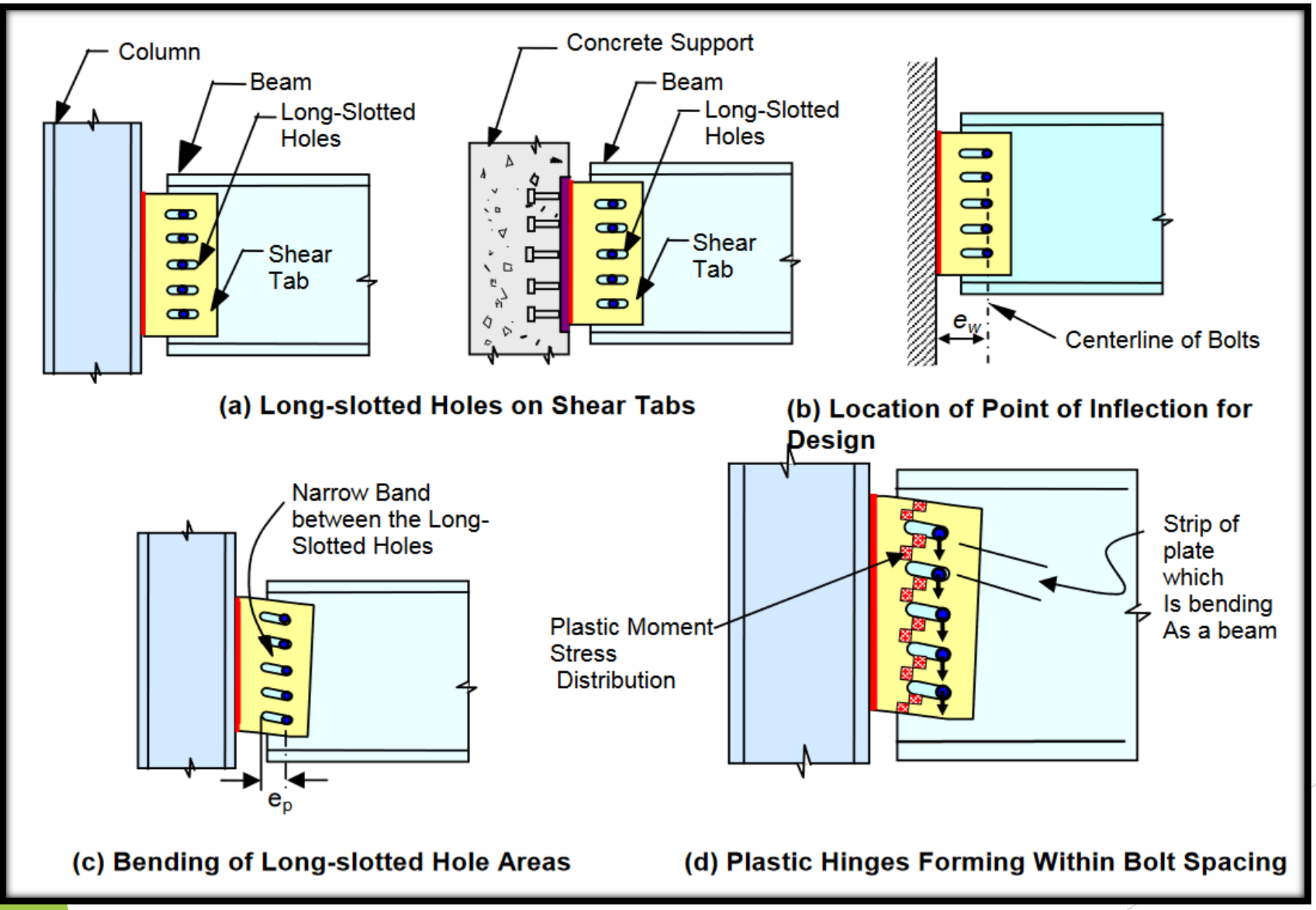
د) سطوح تماس مجاور سوراخ پیچ در اتصالات لغزش بحرانی باید شرایط زیر را برآورده کنند:

۱- در اتصالات بدون پوشش ویژه۱۰، 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 پوشیده شود.

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

کاربرد سوراخ لوبیایی در اتصال شمشیری راه پله و اتصال برشی تیر به ستون



(a) Long-slotted Holes on Shear Tabs

(b) Location of Point of Inflection for Design

(c) Bending of Long-slotted Hole Areas

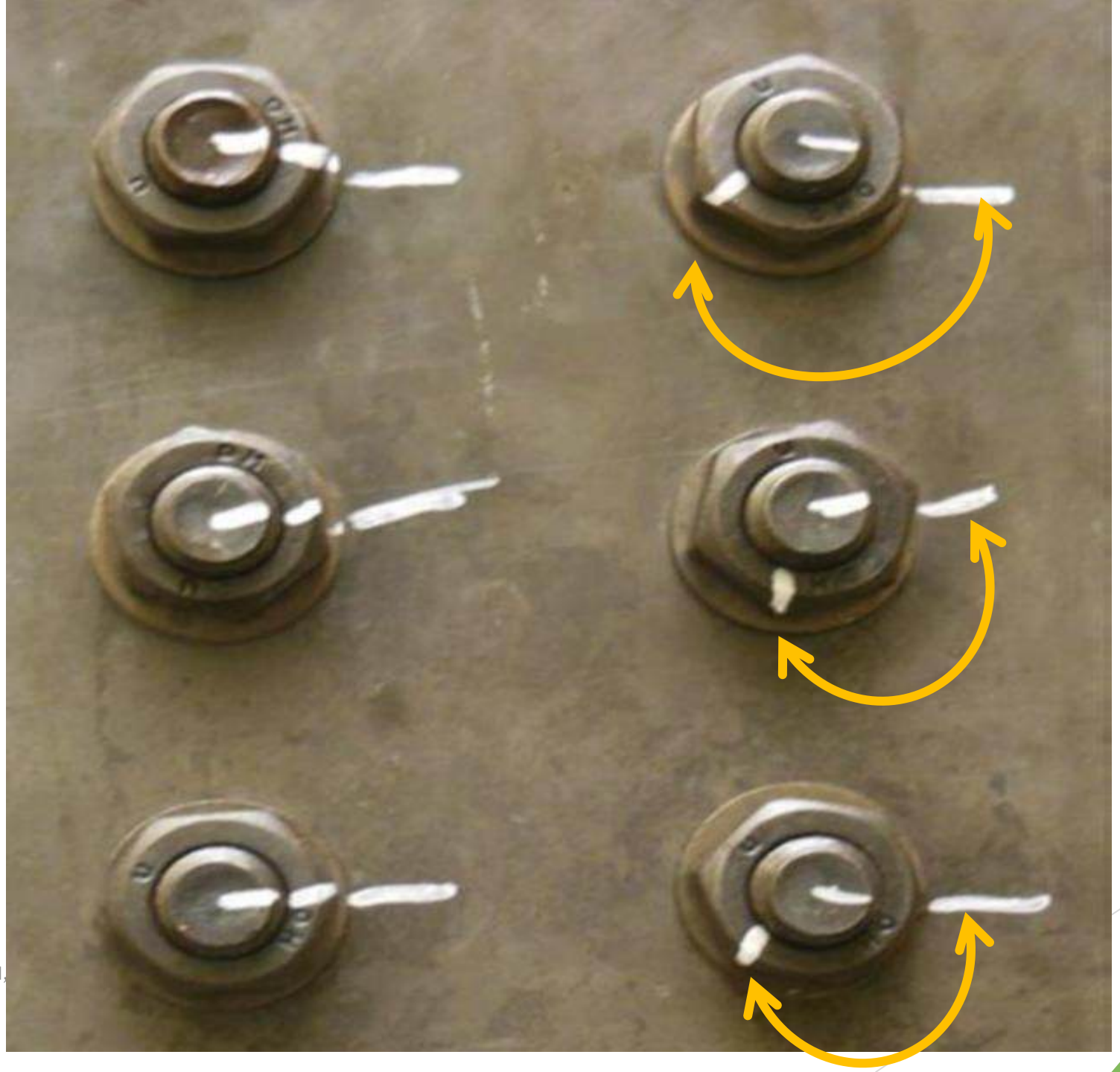
(d) Plastic Hinges Forming Within Bolt Spacing

۱۰-۳-۲-۱۱-۲ اتصالات پیچی

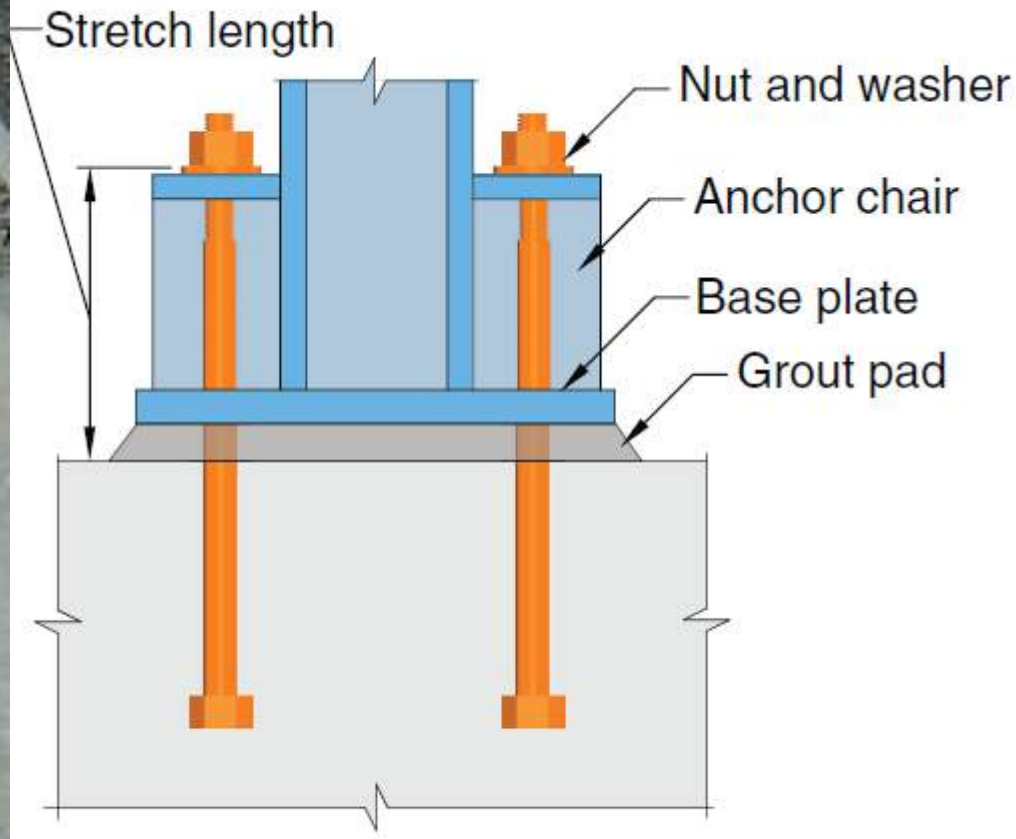
اتصالات پیچی کلیهٔ اعضای باربر جانبی لرزه‌ای می‌تواند از نوع پیش‌تنیده یا لغزش بحرانی باشد، مگر آن که در بخش‌های دیگر این فصل استفاده از اتصال لغزش بحرانی الزام شده باشد. در این‌گونه اتصالات علاوه بر الزامات فصل ۱۰-۲ الزامات زیر نیز باید رعایت شوند:

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

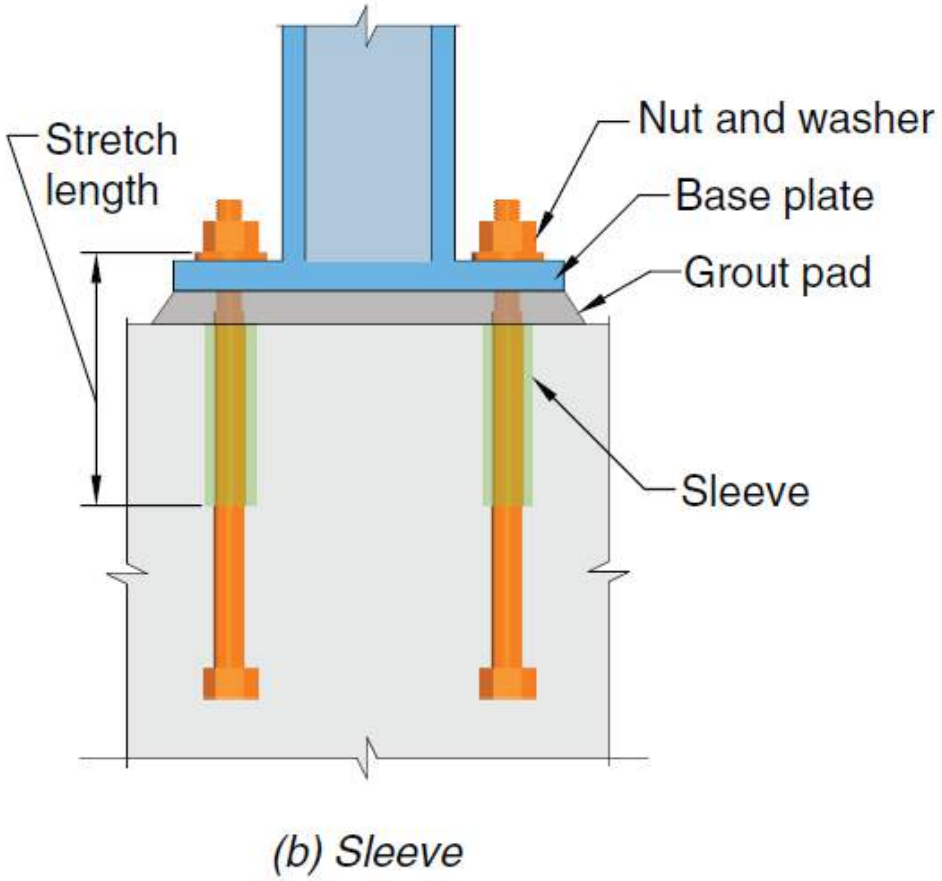
طول پیچ (L)	دو سطح اتصال عمود بر محور پیچ	یک سطح اتصال عمود بر محور پیچ و سطح دیگر شیب‌دار با شیب کمتر از ۱:۲۰	دو سطح اتصال شیب‌دار با شیب کمتر از ۱:۲۰ نسبت به محور پیچ
$L \le 4d_b$	$\frac{1}{3}$ دور	$\frac{1}{2}$ دور	$\frac{2}{3}$ دور
$4d_b < L \le 8d_b$	$\frac{1}{2}$ دور	$\frac{2}{3}$ دور	$\frac{5}{6}$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



$\frac{1}{3}$ دور	$L \leq 4d_b$



(a) Anchor chair



(b) Sleeve

آیا جوش مهره به میل مهار مجاز است؟

4.6.3 Anchor Rod Projection Too Long or Too Short

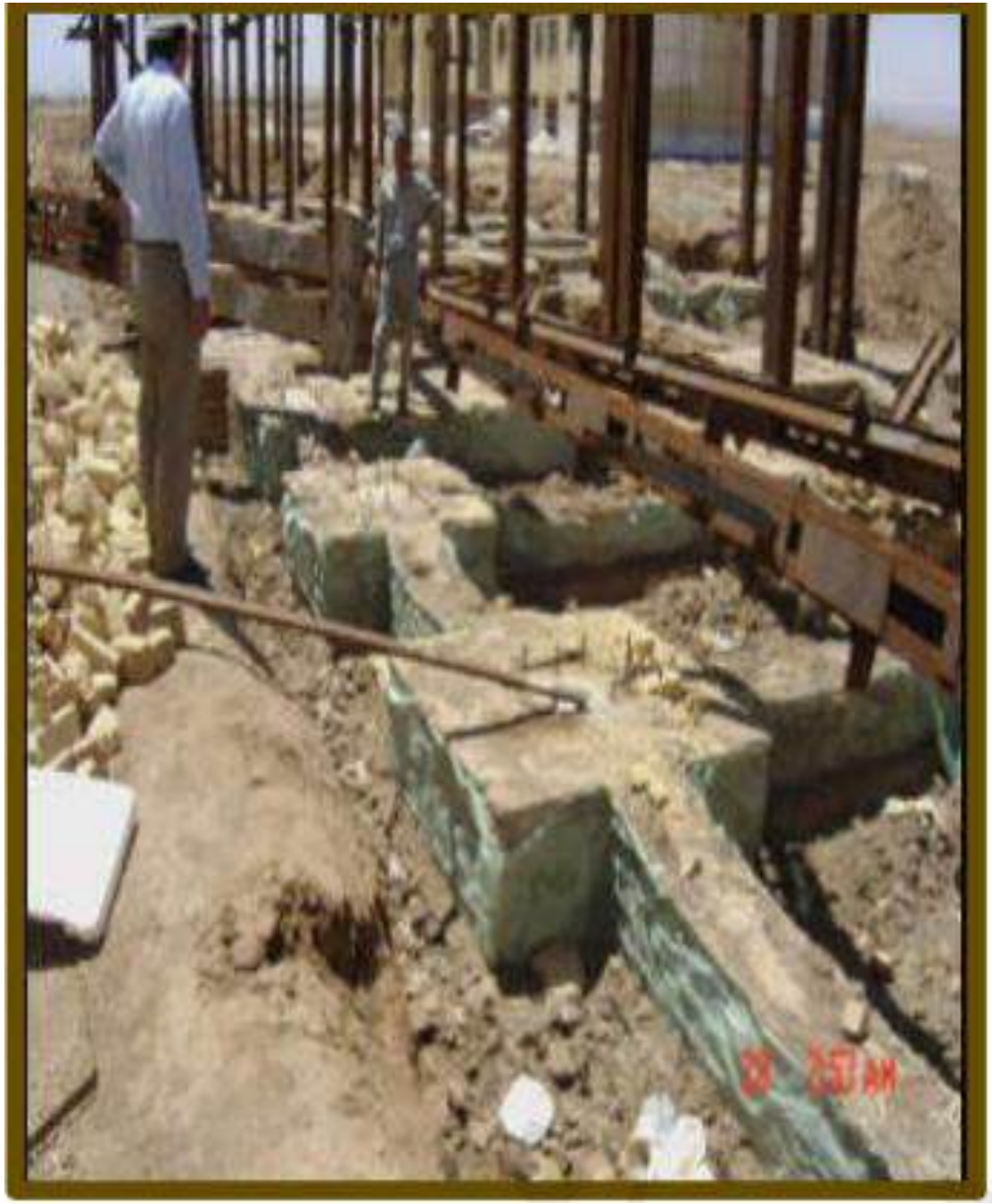
Anchor rod projections that are too short or too long must be investigated to determine if the correct anchor rods were installed. If the anchor rod is too short, the anchor rod may be projecting below the foundation. If the rod projection is too long, the embedment may not be adequate to develop the required tensile strength.AISC DESIGN GUIDE 1, 3rd EDITION / **BASE CONNECTION DESIGN** / 61

Often, when the anchor rod is short, it may be possible to partially engage the nut. A conservative estimate of the resulting nut strength can be made based on the percentage of threads engaged, as long as at least half of the threads in the nut are engaged. Additional information is available in Labelle (2016). Welding the nut to the anchor rod is not a prequalified welded joint and is not recommended. Additionally, ASTM F1554 only considers Grade 36 and Grade 55 (if in compliance with Supplement S1) anchor rod material to be weldable, and in these cases, it may be feasible to weld the anchor rod to the plate washer.

مهره غیر استاندارد و روی آوردن به جوش مهره به میل مهار یا دو مهره ای کردن– درست یا غلط؟


22 2:45AM


22 2:51AM



آیا جوش واشر سخت کف ستون مجاز است؟

Table 5-3. Weldability of Structural Nuts

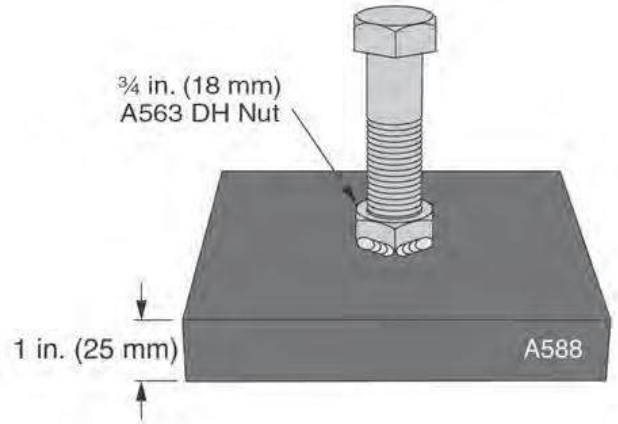
ASTM Spec.	Grade/ Class	Carbon (%)	Alloy Control for Weldability	P (%) Maximum	S (%) Maximum	Minimum Tensile Strength,[a] ksi (MPa)	Heat Treatment	Relative Weldability (High = Poor)
A194	2H	0.40 minimum	Little control[b]	0.040	0.050	150 (140)	Q&T	7
A563	A	0.55 maximum	None	0.12	0.23	100[c] (690[c])	Q&T	11
	C	0.55 maximum	None	0.12	0.15	144 (994)	Q&T option	11
	C3-N	No control	Little control[b]	0.07–0.15	0.050	144 (994)	Q&T option	8
	C3-A	0.33–0.40	Good	0.040	0.050	144 (994)	Q&T option	5
	C3-B	0.38–0.48	Good	0.06–0.12	0.050	144 (994)	Q&T option	6
	C3-C	0.15–0.25	Good	0.035	0.040	144 (994)	Q&T option	3
	C3-D	0.15–0.25	Good	0.040	0.050	144 (994)	Q&T option	4
	C3-E	0.20–0.25	Good	0.040	0.040	144 (994)	Q&T option	3
	C3-F	0.20–0.25	Good	0.040	0.040	144 (994)	Q&T option	3
	D	0.55 maximum	Little control[b]	0.040	0.050	150 (1040)	Q&T option	5
	DH	0.20–0.55	Little control[b]	0.040	0.050	175 (1210)	Q&T	7
	DH3	0.20–0.53	Minimum limits only	0.046	0.050	175 (1210)	Q&T	8

Note: This table is used to estimate weldability. The actual ASTM specification should be used if specific properties are needed.

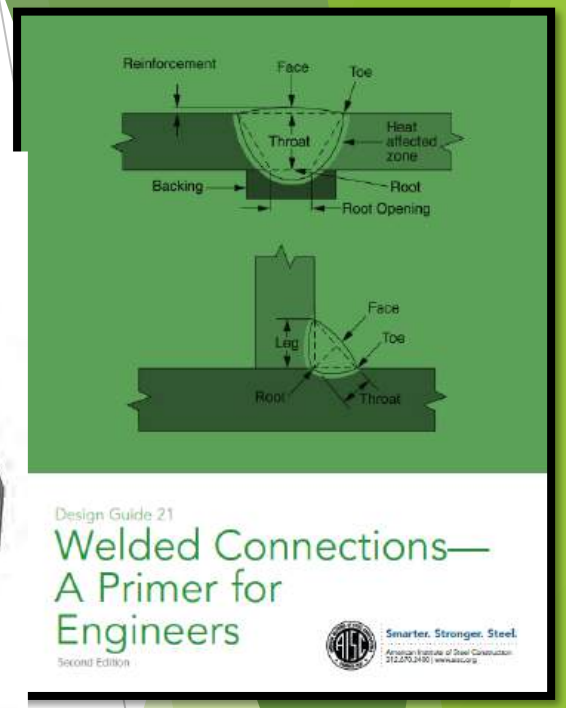
[a] Proof load stress.

[b] The term "Little control" is intended to be applied only in terms of weldability; the suitability of the ASTM designation on the control of the composition of the nut as used as a mechanical fastener is not being drawn into question.

[c] For non-zinc coated nuts; 75 ksi (518 MPa) for zinc coated nuts.



¾ in. (18 mm) A563 DH nut welded on 3 sides with ¼-in. (6 mm) fillets

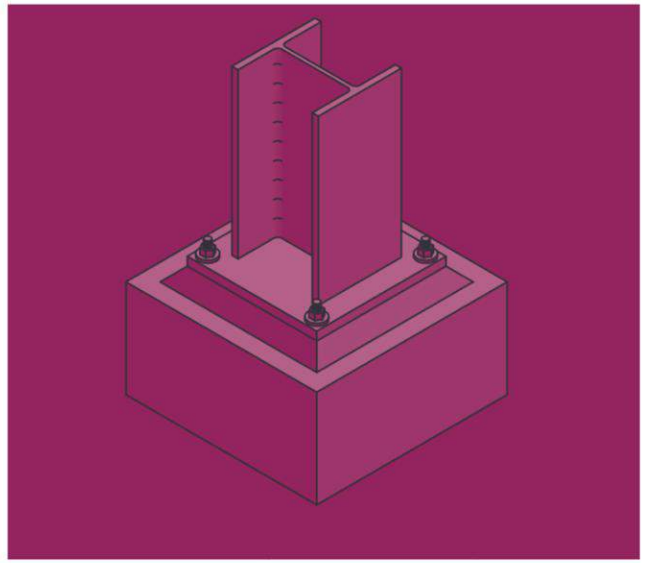


جوش واشر سخت (غیر از واشر فلزی از جنس فلز پایه)

5.4.13 Washers

Welding on hardened washers should be avoided. Weldable washers can be cut from structural steel of known weldability.

ضخامت گروت و مقاومت فشاری گروت



2.5 GROUT MATERIALS

Grout serves as the connection between the steel base plate and the concrete foundation to transfer compression and shear through friction. Grout also serves to assist with maintaining the levelness of column base plates and plumbness of columns during erection. Accordingly, it is important that the grout be properly designed, and placed in a proper and timely manner.

Grout should have a design compressive strength at least twice the strength of the foundation concrete if concrete confinement is used in calculating the available concrete bearing stress. This will ensure that the grout is not the limiting factor when the maximum available bearing strength of the concrete foundation is desired. The design thickness of the grout space will depend on how fluid the grout is and how accurately the elevation of the top of concrete is placed. If the column is set on a finished floor, a 1 in. space may be adequate, but on the top of a footing or pier, normally the space should be 1½ to 2 in. Large base plates, plates with shear lugs, base details with large anchor rods, or applications with leveling nuts may require more space.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
تجدید نظر سوم

جلد چهارم
فولاد و اجرای سازه‌های فولادی
ضابطه شماره ۴-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی — وزارت راه و شهرسازی
امور نظام فنی و اجرایی — مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره: ۱۴۰۳/۵۶۹۲۵۰
	تاریخ: ۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۳۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷هـ مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول:کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی** **جلد دوم: تخریب – ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره ضابطه:	**۵۵**
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند.
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه/اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

۷-۸-۱-۶- دوغاب‌ریزی

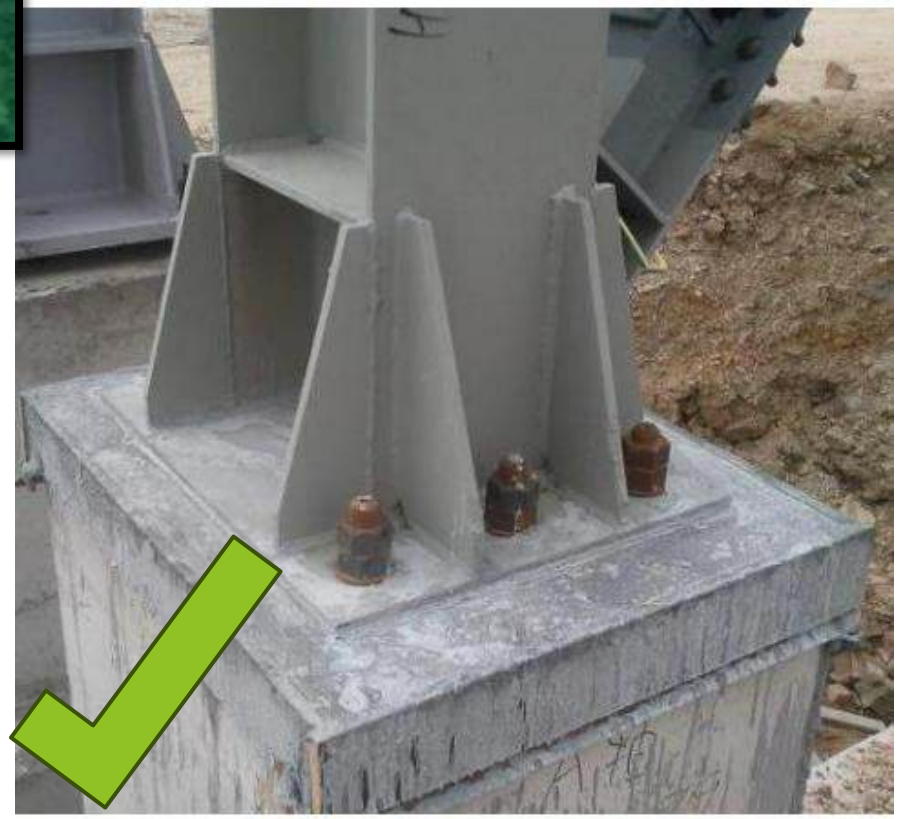
تا زمانی که بخش کافی از سازه هم‌راستا، تراز، شاقول و به‌طور مناسبی مهار نشده باشد، دوغاب‌ریزی زیر کف‌ستون‌ها نباید انجام شود. بلافاصله پیش از دوغاب‌ریزی، فضای خالی زیر کف‌ستون‌ها باید تمیز و عاری از هرگونه جسم خارجی باشد.

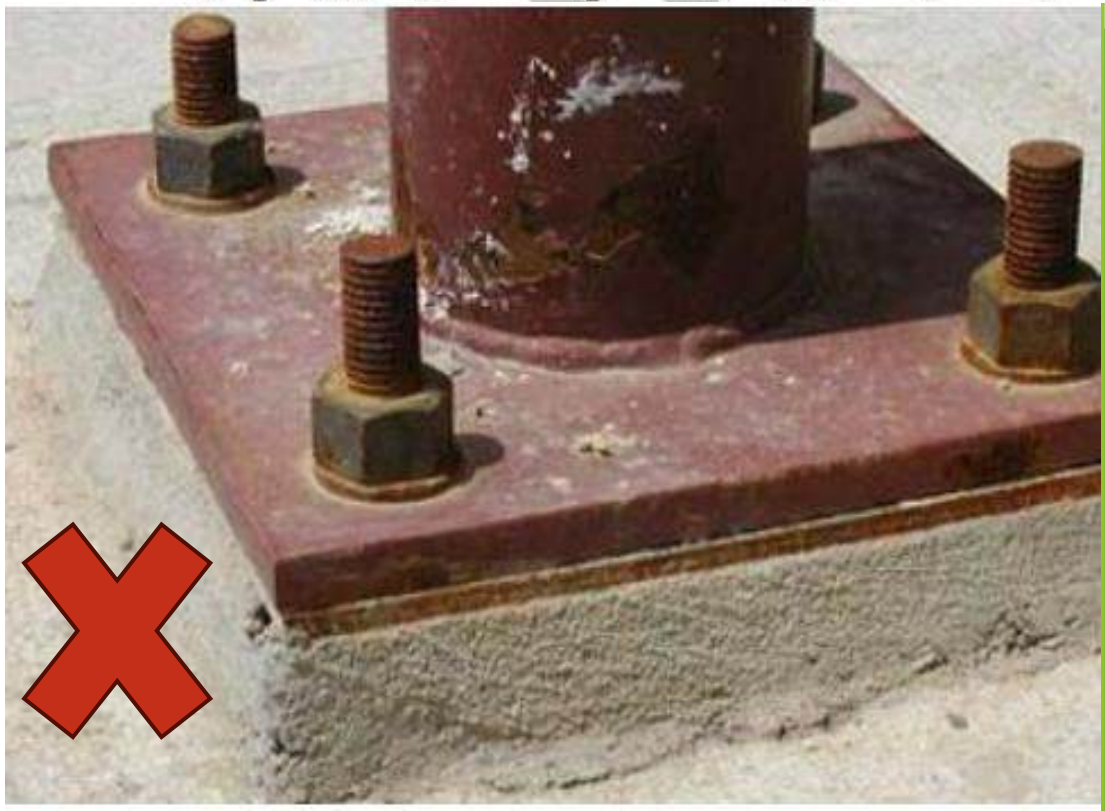
برای تراز نمودن کف‌ستون معمولاً در زیر آن از ملات گروت استفاده می‌شود. در این صورت مقاومت فشاری گروت باید حداقل دو برابر مقاومت فشاری بتن پی باشد و ضخامت آن از ۲۵ میلی‌متر کمتر و از ۸۰ میلی‌متر بیشتر نشود. برای کف‌ستون‌های با ابعاد بزرگ‌تر از ۵۰۰ میلی‌متر، استفاده از سوراخی به قطر ۵۰ میلی‌متر در نواحی وسط ورق کف‌ستون جهت تخلیهٔ هوای گروت توصیه می‌گردد.

۱۰-۲-۹-۱-۵ اتصال ستون به ورق کف‌ستون

برای تراز نمودن کف‌ستون معمولاً در زیر آن از گروت استفاده می‌شود. در این صورت مقاومت فشاری گروت باید حداقل دو برابر مقاومت فشاری بتن پی باشد و ضخامت آن از 40 میلی‌متر کمتر و از 80 میلی‌متر بیشتر نشود. برای کف‌ستون‌های با ابعاد بزرگ‌تر از 500 میلی‌متر استفاده از سوراخی به قطر حداقل 50 میلی‌متر در نواحی وسط ورق برای تخلیهٔ هوای گروت توصیه می‌گردد.

استفاده از حداقل چهار میل‌مهار مناسب برای اتصال ورق کف‌ستون به پی توصیه می‌شود. این میل مهارها باید به نحو مناسب در بتن پی مهار شوند. مقاومت موجود میل‌مهار در بتن براساس الزامات مبحث نهم مقررات ملی ساختمان تعیین می‌گردد.





جریان یا سیال بودن گروت در گروت ریزی

نمونه گیری جهت تست مقاومت فشاری گروت

3.3—Selection

3.3.1 *General*—Both cementitious and epoxy grouts have limitations that must be considered when specifying a grout for a specific project. Two considerations that must be decided on are: 1) the type of load that will be applied to the base plate; and 2) the operating temperature at which the grout must perform. Generally speaking, epoxy grouts can perform at temperatures below 130°F (55°C), whereas cementitious grout can operate at temperatures up to 400°F (200°C).

به طور کلی هر دو گروت سیمانی و اپوکسی دارای محدودیت هایی هستند و هنگام تعیین نوع گروت برای یک پروژه خاص در نظر گرفته می شوند. دو نکته در اینجا دارای اهمیت است و آنها عبارتند از:

۱- نوع باری که به صفحه پایه اعمال می شود.

۲) دمای کاری که گروت باید در آن اجرا گردد. به طور کلی، دوغاب های اپوکسی می توانند در دماهای کمتر ۵۵ درجه سانتیگراد جرا گردند، در حالی که گروت های سیمانی می توانند تا دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد اجرا گردند.

3.3.3 *Dynamic loading*—Dynamic systems relate to two different types. Dynamic loads produced by electric motors or other rotating machines (sinusoidal waveform) are generally less harsh than impacting load produced by reciprocating equipment. Cyclic dynamic loads produce horizontal, vertical uplifting, and downward forces on the base plate and grout pad. This can be addressed by either cementitious or epoxy grouts, depending on the size of the load. When a grout is being specified for dynamic loading systems, take into consideration the severity of the shock load to the base plate and, ultimately, to the grout. Epoxy grouts outperform cementitious grouts in dynamic systems because epoxy grouts are less rigid.

هنگامی که نوع دوغاب یا گروت برای سیستم های بارگذاری دینامیکی مدنظر می باشد، شدت بارهای ضربه ای به کف ستون و در نهایت به گروت را در باید نظر گرفت.

گروت های اپوکسی در سیستم های دینامیکی بهتر از گروت های سیمانی عمل می کنند زیرا گروت های اپوکسی سختی یا صلبیت کمتری دارند (انعطاف پذیر تر هستند).

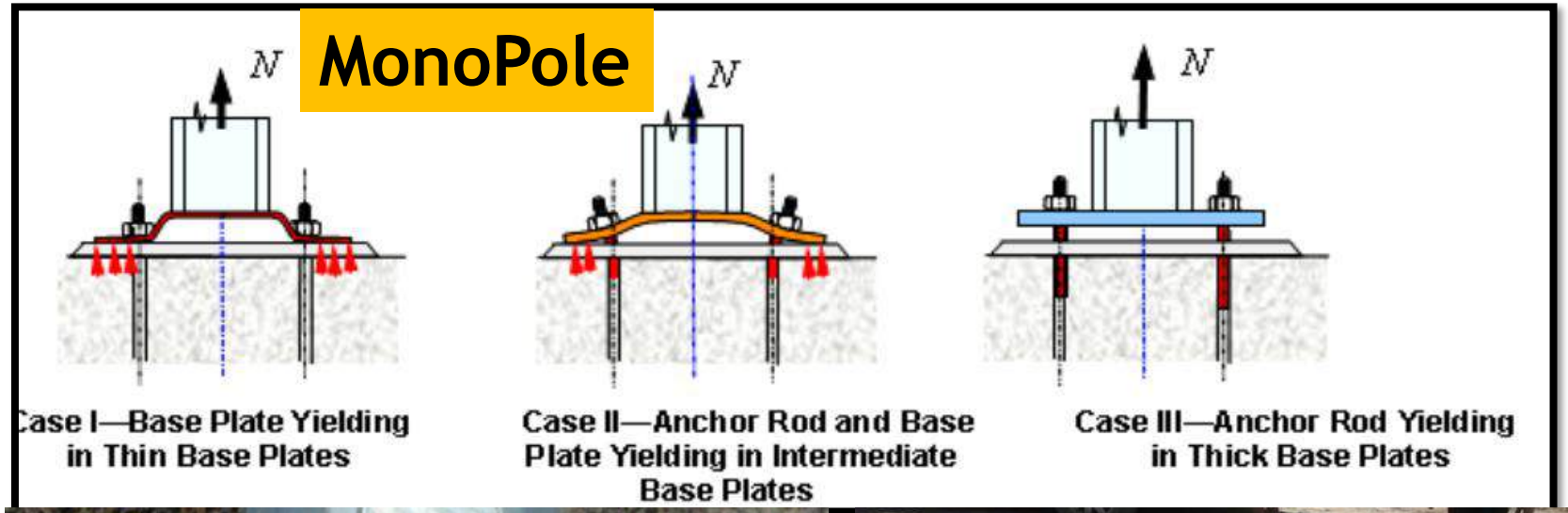
قالب بندی دور صفحه ستون

استفاده از یک قطعه زنجیر برای ویبره

ریختن گروت ازیک سمت

ویبره کردن با یک قطعه زنجیر

MonoPole


N
N
N
Case I—Base Plate Yielding in Thin Base Plates
Case II—Anchor Rod and Base Plate Yielding in Intermediate Base Plates
Case III—Anchor Rod Yielding in Thick Base Plates


Fwind

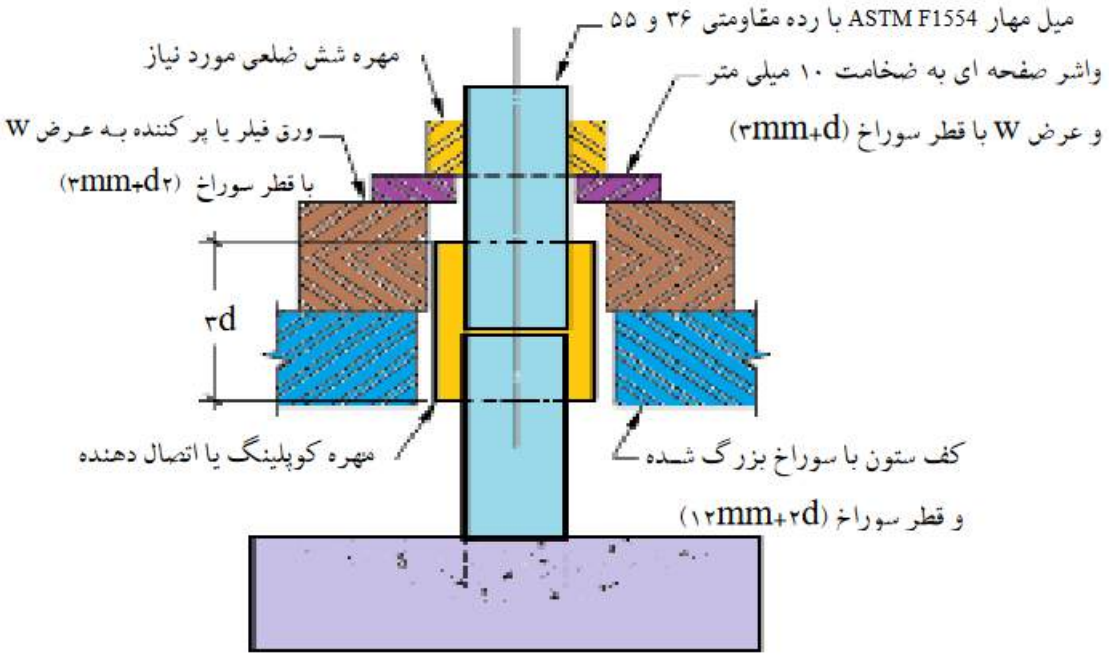
تعمیر یا آسیب دیدگی میل مهار

شکل ۲-۷، خم شدن میل مهارها در اثر عبور جرثقیل روی آن.

۲-۱۱-۲ کج بودن و یا خم شدن میل مهارها

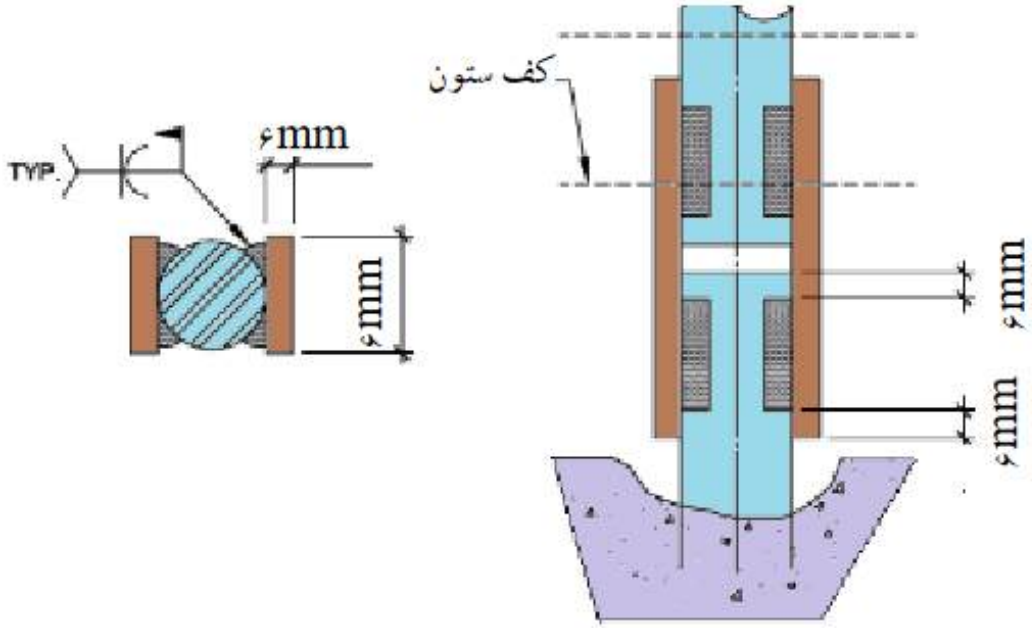
هنگام جایگذاری و تنظیم میل مهارها باید دقت شود که میل مهارها عمودی شاقول باشند و از این مورد اطمینان حاصل نمود. اگر میله‌ها به درستی در قالب جایگذاری نشده باشند، یا با

در استاندارد مصالح ASTM F1554 مجوز خم کردن میل مهارها به شکل قلاب و آن هم به صورت سرد و گرم داده شده است. با این حال، خم کردن میل مهار در ناحیه رزوه شده می‌تواند یک مشکل باشد. توصیه می‌شود فقط میل مهارهای با رده مقاومتی ۳۶ در محل کارگاه خم شوند و زاویه خم آنها نیز به ۴۵ درجه یا کمتر محدود شود. میل مهارهای با قطر حدود ۲۵ میلی متر می‌توانند به صورت سرد خم شوند. میل مهارهای بیش از ۲۵ میلی متر را می‌توان تا ۶۵۰ درجه سانتیگراد گرم کرد تا خم کردن آنها راحت‌تر صورت گیرد. توصیه می‌شود برای خم کردن میل مهار می‌توان از دستگاه خم کن میل مهار با نام هیکی (hickey)



شکل ۲-۸، جزئیات جوش شیاری با ورق جهت افزایش طول میل مهار.

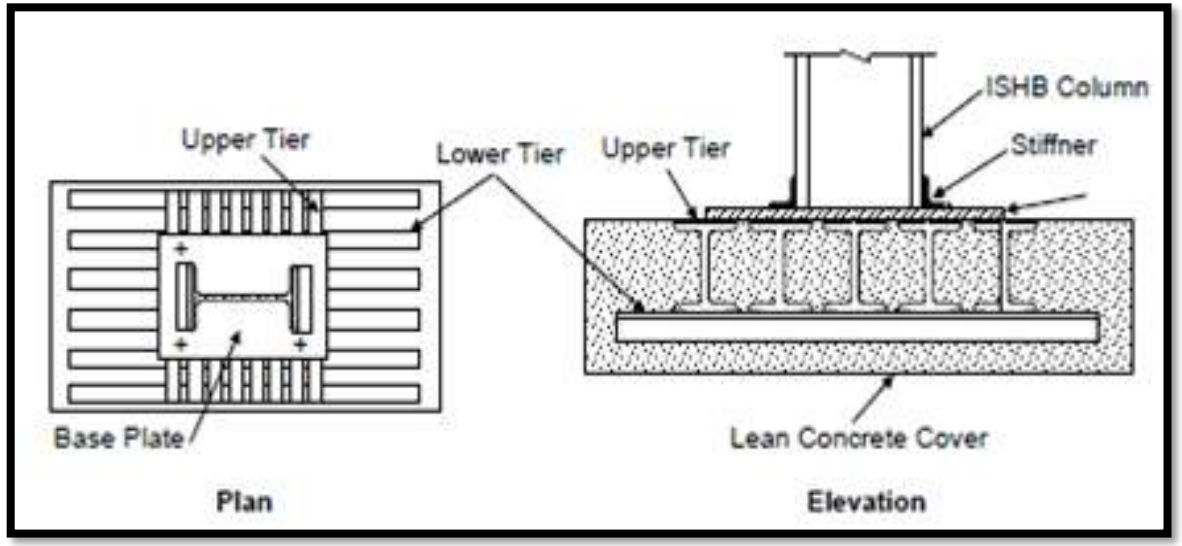
شکل ۲-۹، جزئیات مهره اتصال دهنده (کوپلینگ) جهت افزایش طول میل مهار (d، قطر میل مهار).



الف) جزئیات اتصال

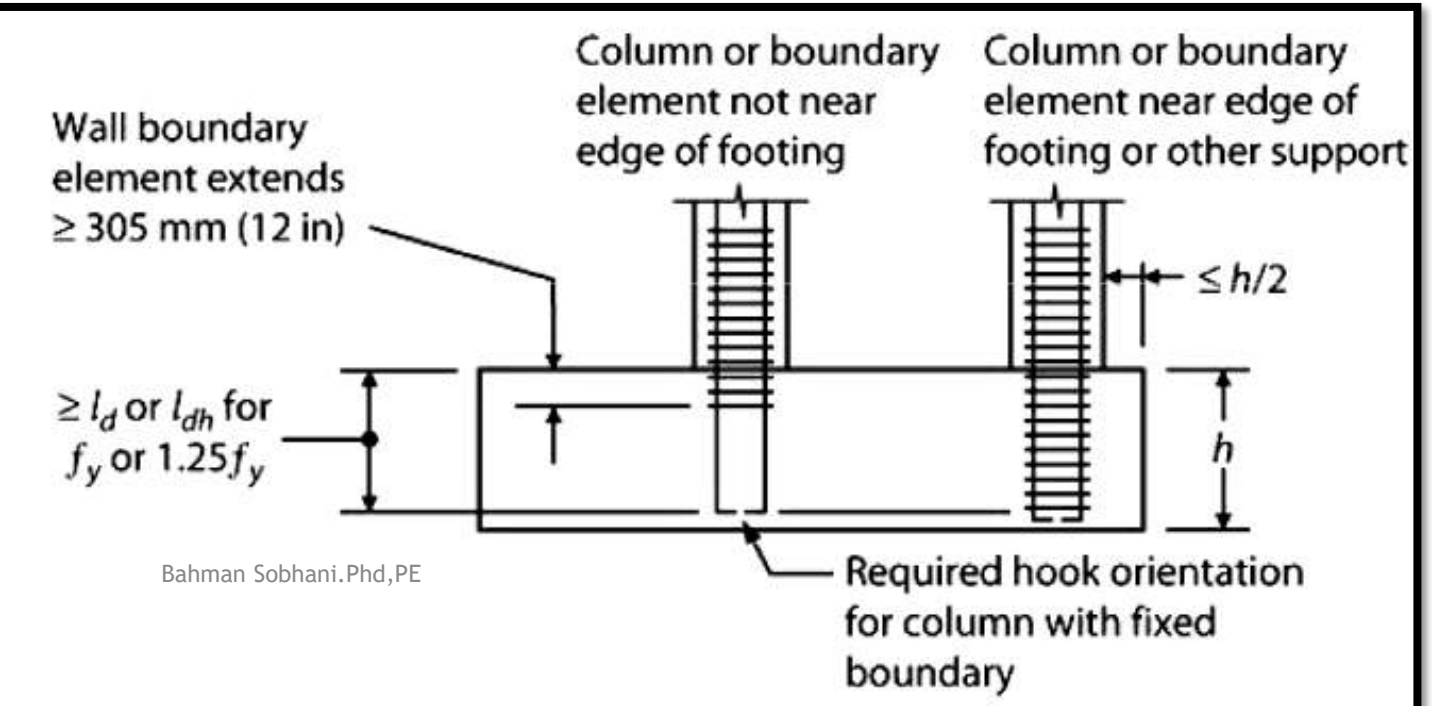
ب) مقطع اتصال

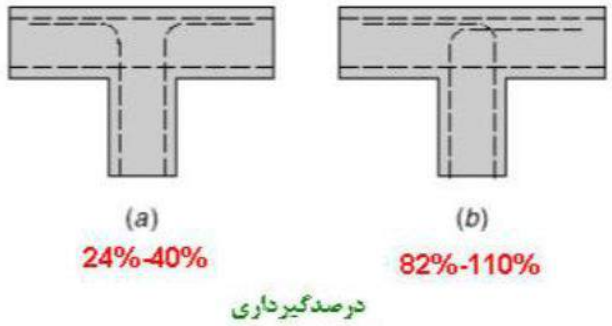
شکل ۲-۱۰، جزئیات اورلب میل مهار با ورق کناری جهت افزایش طول میل مهار.



۹-۲۰-۵-۳-۳-۶ در محل اتصال ستون به شالوده، آرماتور طولی ستون که به داخل شالوده ادامه داده شده است باید در طول حداقل برابر با ۳۰۰ میلی متر با استفاده از آرماتور عرضی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۵-۳-۳-۲ و ۹-۲۰-۵-۳-۳-۳ محصور گردد.

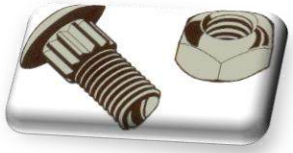
۹-۲۰-۹-۲-۳ در ستون‌هایی که برای اتصال گیردار (صلب) به شالوده طراحی شده‌اند، باید ضوابط بند ۹-۲۰-۹-۲-۲ رعایت شوند؛ و در صورت نیاز به مهاری قلاب‌دار، انتهای آرماتورهای طولی تعبیه شده برای تحمل خمش باید دارای قلاب‌های با خم ۹۰ درجه به طرف مرکز ستون در نزدیک قسمت تحتانی شالوده باشند.





پیچ و مهره

تولید یخ و میوه به روش فوراج سرد و گرم

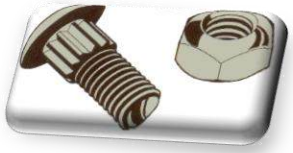


نحوه تولید پیچ و مهره:

پیچ ومهره ها قبل از عملیات تولید در واقع مفتول های فولادی هستند این مفتول ها نزدیک به ۳۰ساعت درمحلولی حرارت می بینند تا آماده برای عملیات تولید شوند.

*****مفتول ها بعد از خارج شدن از محلول گرم داخل محلول اسید سولفوریک قرارداده می شوند تا ذرات زنگ زده و نامطلوب ازسطح مفتول برداشته شود.**

*****درمرحله بعد سطح مفتول در محلول فسفات اندکی فسفاته می شوند تا درحین مراحل تولید سطح آن دچار زنگ زدگی نشود و سطح فولاد را اندکی روغن اندود می کنند تا ساده تر شکل بگیرد.**



نحوه تولید پیچ و مهره:

فورج سرد:

دستگاه فورجینگ ابتدا فولاد را از حالت کلاف خارج کرده و کاملا صاف می کند.

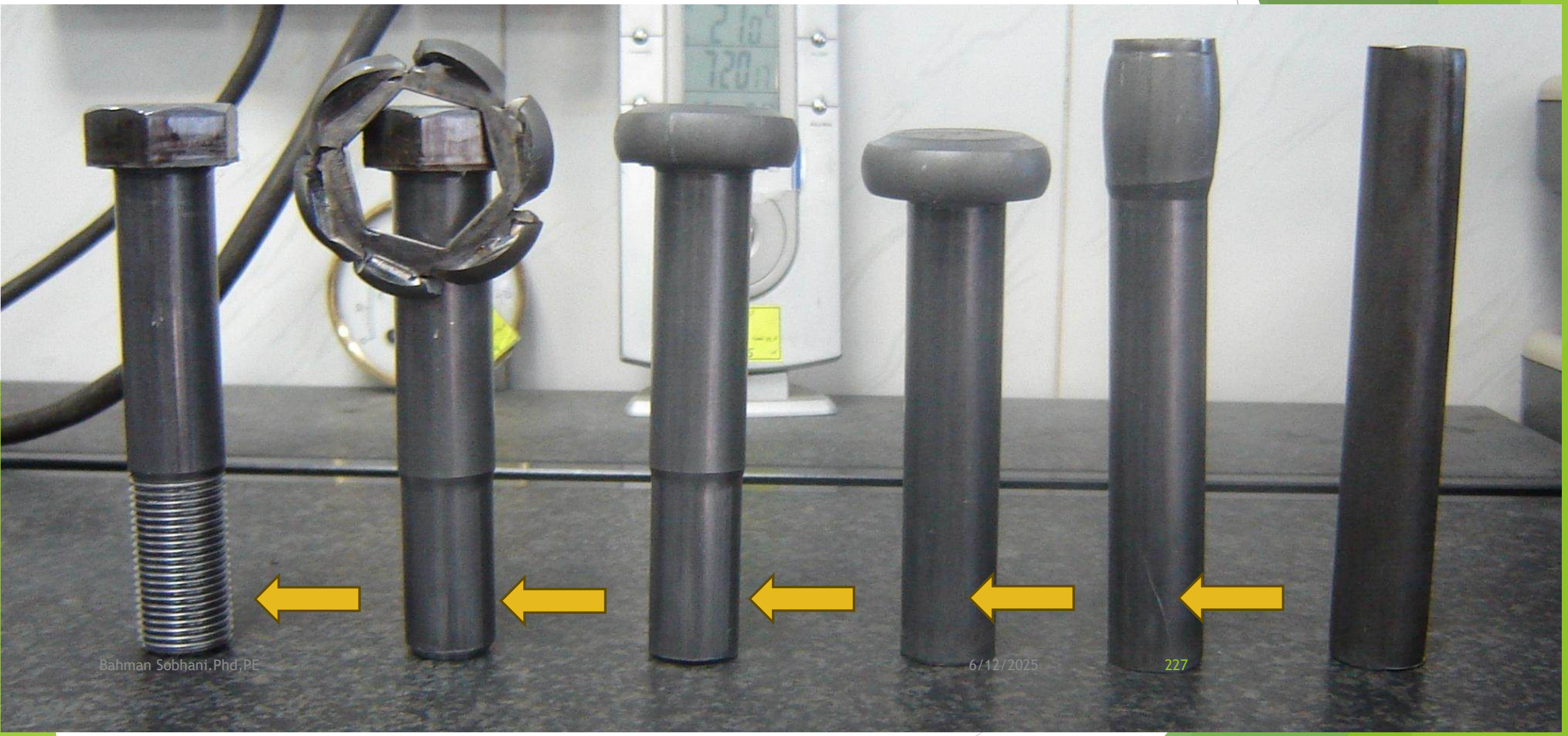
فورج سرد:

فورج سرد:

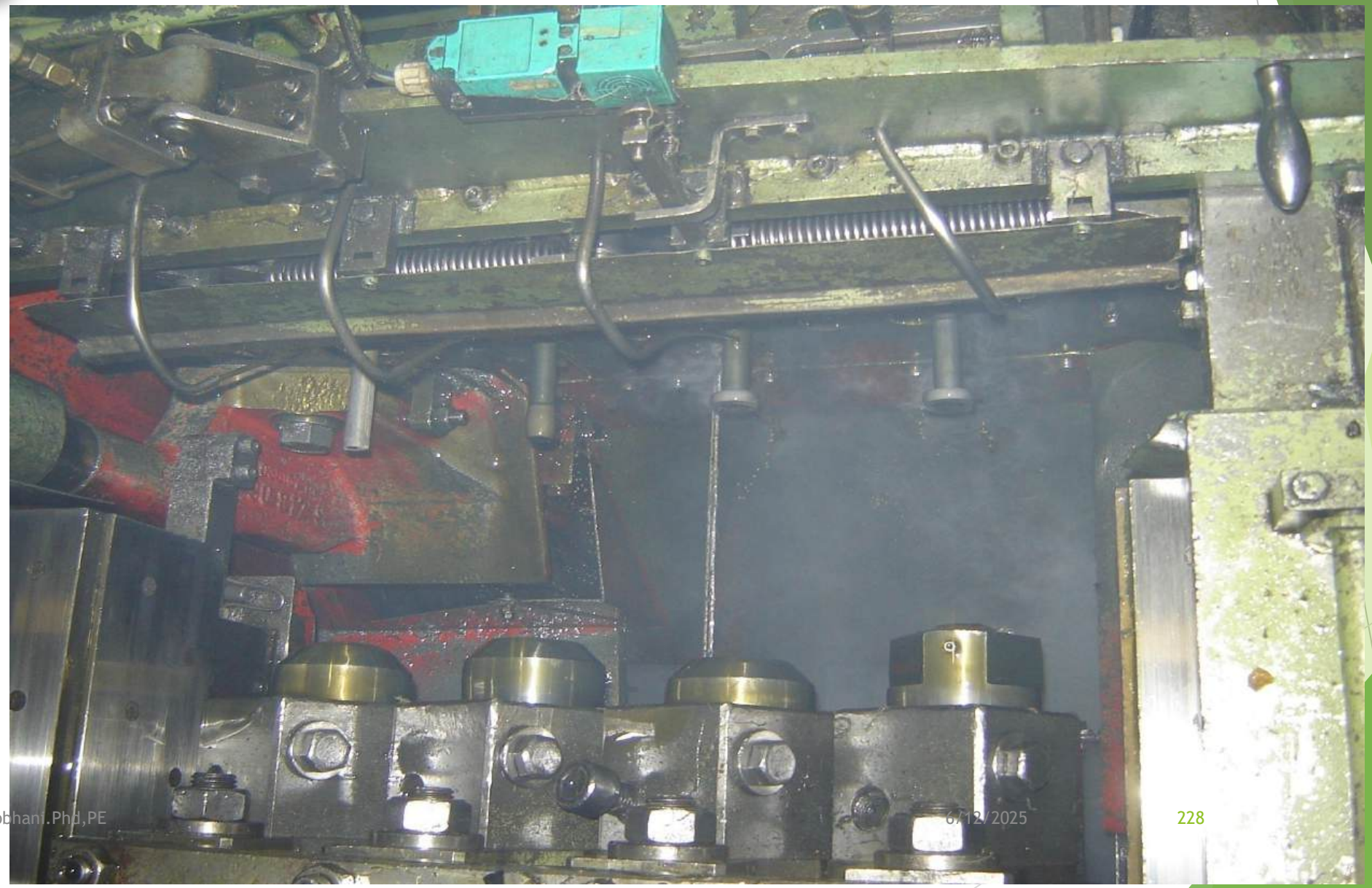
سپس آنها را در طول های معین که کمی بلندتر از طول مورد نظر پیچ است می برد این افزایش طول به این خاطر است که گل پیچ نیز در نهایت بر روی همین قطعه فرم دهی می شود

فورج سرد:

فورج سرد:



ایجاد گل پیچ :



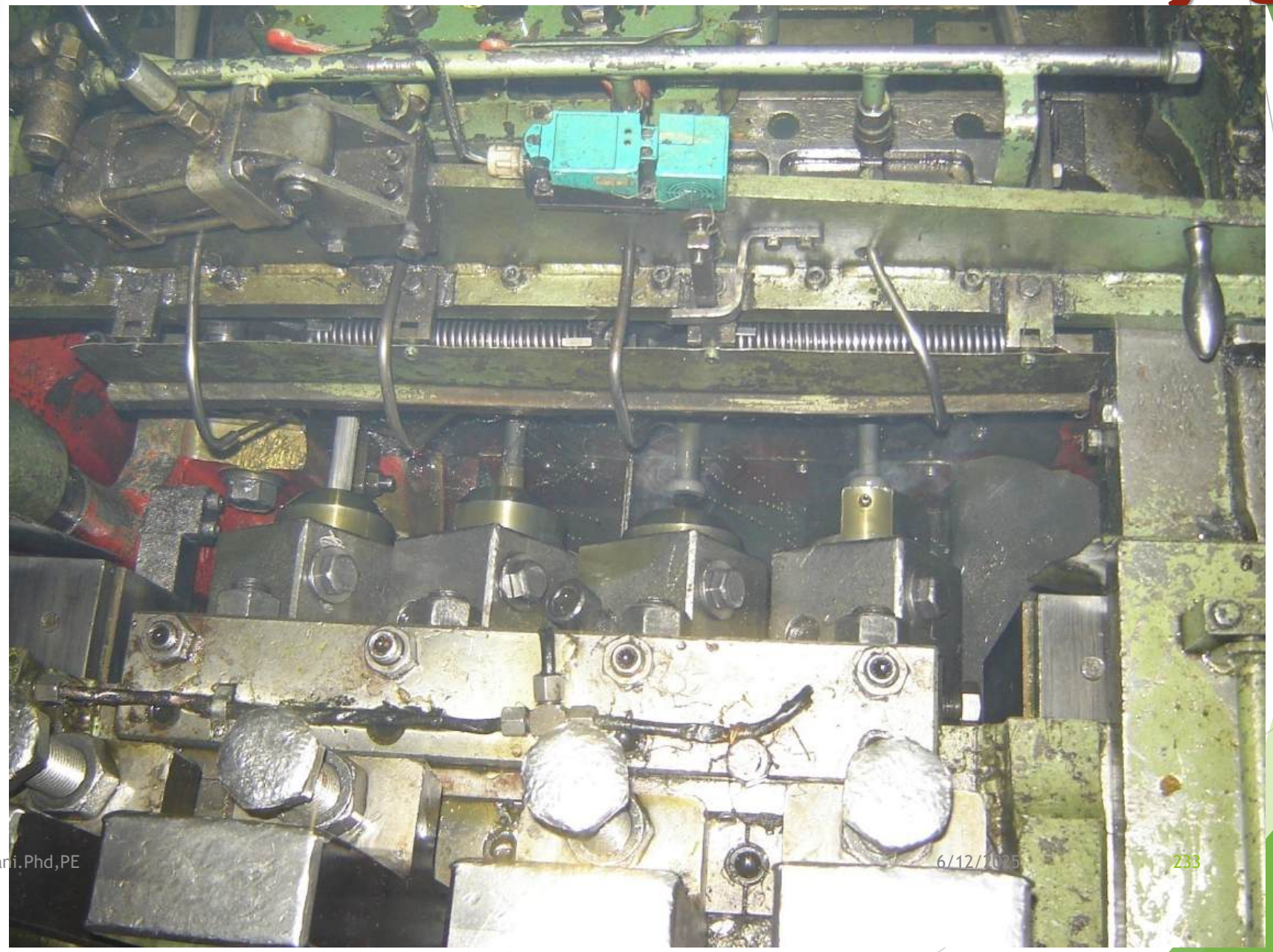
فورج سرد:

نمونه فک :

فورج سرد:

فورج سرد:

فورج سرد:



فورج سرد:

دستگاه قلاویز کاری:

فورج گرم:

فورج گرم:

فورج گرم:

انواع قالبهای فورج گرم:

فورج گرم:

فورج گرم:

فورج گرم:

فورج گرم مهره:

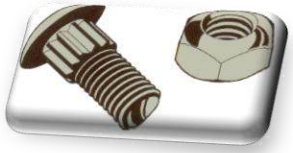
در این روش مفتول فولادی را در قطعاتی بنام اسلاگ برش میدهند و تا دمای ۱۲۰۰ درجه سلسیوس گرم میکنند تا به دمای فرم گیری برسند.

در این دما چکش های هیدرولیک این قطعات را با ضربه به شکل شش گوش در می آورند و یک قالب سوراخ را بوجود می آورد.

در مرحله نهایی یک قلاویز داخل مهره را دنده میزند.

این عملیات در روغن برای کاهش حرارت انجام میگیرد.

فورج گرم:

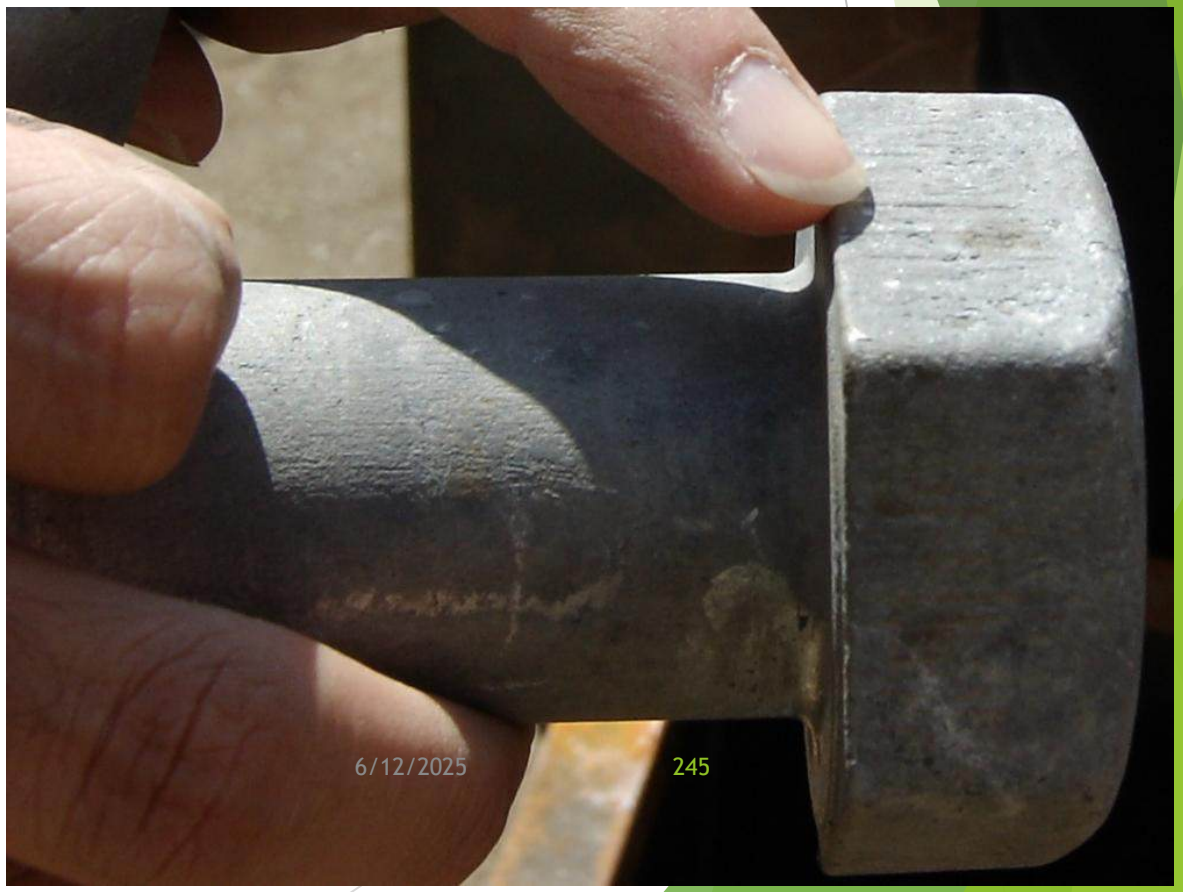


مشکلات فورج گرم:

1-اکسیداسیون سطحی و احتمال قرارگرفتن پوسته های اکسیدی در داخل مقطع پیچ

2-ایجاد زخم و ترک های سطحی

3-عدم یکنواختی در ساختار متالورژیکی



عملیات حرارتی:

در مرحله بعدی یک عملیات سرمایش سریع روغن در پنج دقیقه ساختار داخلی فولاد را محکمتر و مقاوم تر میکند.

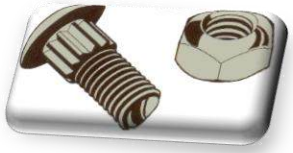
عملیات حرارتی:

در این مرحله فولاد سخت شده اما هنوز ترد است بنابراین پیچ و مهره را برای یک ساعت دیگر حرارات میدهد این عملیات سختی آنهارا حفظ میکند و تردی آنها را از بین میبرد.

کوره تمپر:

وان سیاه کاری:

پیچ های آماده بدون پوشش مقاوم خوردگی:



پوشش های پیچ و مهره:

ممکن است پس از ساخت، پیچ ها برای جلوگیری از خوردگی پوشش دهی شوند.

پوشش های پیچ و مهره:

روش های پوشش دهی پیچ بر اساس استانداردASTM:

الف_پوشش گالوانیزه ی گرم یا غوطه وری گرم

ب–پوشش گالوانیزه ی سرد یا الکترولیز

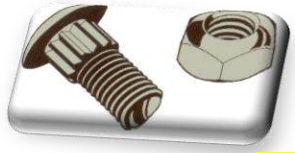
پ -پوشش غیر گالوانیزه یا رنگی

پوشش های پیچ و مهره:

الف_پوشش گالوانیزه ی گرم یا غوطه وری گرمHot Ddip Galvanizing

اغلب برای گالوانیزه‌کردن آهن و فولاد بکار می‌رود. این روش بوسیله غوطه‌ور کردن فلز در حمام روی مذاب در دمای حدود ۴۶۰ ° C انجام می‌شود. پس از خارج کردن نمونه از حمام، روی نخست با اکسیژن و سپس با کربن سطح فولاد واکنش داده و لایه مقاوم به خوردگی $ZnCO_3$ را ایجاد می‌کند. این روش بیشتر برای جلوگیری از زنگ‌زدگی استفاده می‌شود.

پوشش های پیچ و مهره:



پوشش های پیچ و مهره:

ب-پوشش گالوانیزه ی سرد یا الکترولیزZinc Plating or Electro Galvanizing

در این روش با اعمال جریان مستقیم الکتریکی با فرآیند الکترولیز پوشش روی بر سطح قطعه کار که کاتد می باشد اعمال می گردد.

پوشش های گالوانیزه سرد کاربرد گسترده ای در صنایع مختلف دارند که یکی از مهم ترین آنها تولید ورق گالوانیزه می باشد.

پوشش های پیچ و مهره:

پ -پوشش غیر گالوانیزه یا رنگی

پوشش داکرومات : معمولا برای پیچ و مهره از روش DIP SPIN استفاده می شود که پس از آماده سازی سطح قطعات داخل سبد ریخته می شوند و سبد در محلول داکرومات قرار می گیرد و با استفاده از سانتریفیوژ مواد زاید برداشته میشود و سپس عملیات پخت انجام می شود در مورد پیچ های بزرگتر پیچ ها را آویزان کرده و محلول داکرومات بر روی پیچ اسپری می شود و سپس پیچ ها در کوره پخت قرار می گیرند .

پوشش های پیچ و مهره:

آیین‌نامه‌ی ASTM به‌طور اکید توصیه می‌کند که برای پیچ‌های رده ۱۰/۹ از هیچ پوشش فلزی استفاده نشود.

5.4 *Protective Coatings*—The bolts shall not be hot dip, mechanically, or electroplated with zinc or other metallic coatings as such bolts are subject to hydrogen embrittlement with subsequent stress corrosion cracking and delayed brittle failure in service. See Appendix X1 for additional information on hot dip zinc coatings.

4.3 *Protective Coatings*—The bolts shall not be coated by hot-dip zinc coating, mechanical deposition, or electroplating with zinc or other metallic coatings (Note 2).

NOTE 2—For more detail see the H. E. Townsend Report "Effects of Zinc Coatings on Stress Corrosion Cracking and Hydrogen Embrittlement of Low Alloy Steel," published in Metallurgical Transactions, Vol. 6, April

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.

پوشش های پیچ و مهره:

دلیل:

زیرا امکان به وجود آمدن ترک‌های هیدروژنی در پیچ وجود خواهد داشت

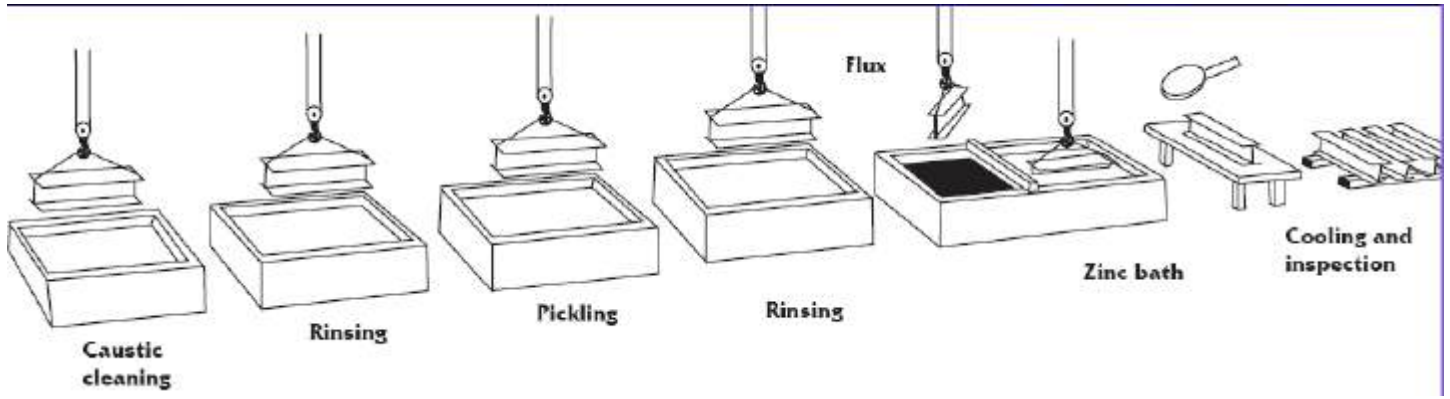
باید توجه داشت که در محیط‌های خورنده از پوشش‌های غیر گالوانیزه یا رنگی استفاده نمود.

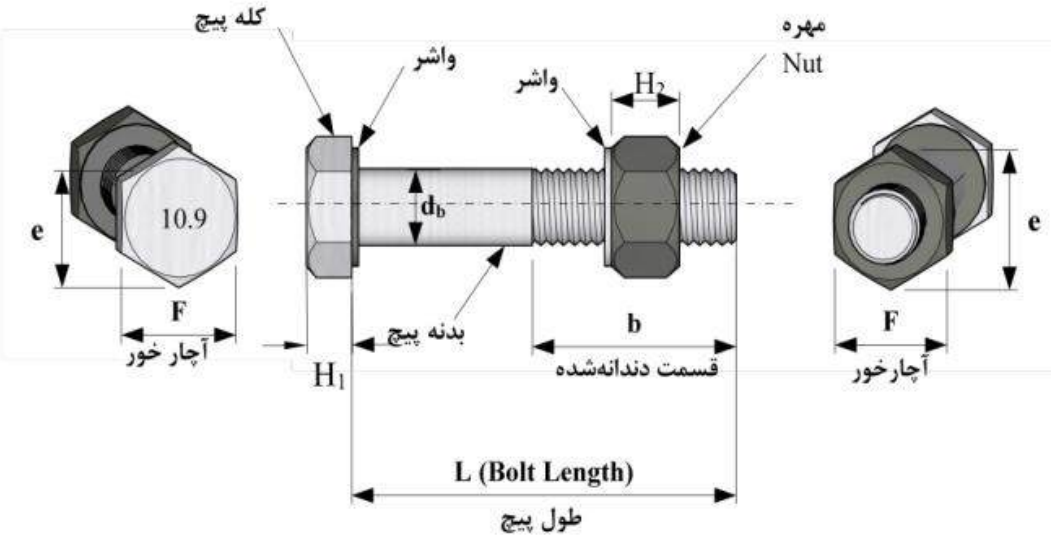
پوشش های پیچ و مهره:

تفاوت روش غیر گالوانیزه با گالوانیزه :

در مرحله اسید شویی بوده که باعث فعال شدن یون هیدروژن در فولاد پیچ می‌شود درحالی‌که درروش غیر گالوانیزه از روش شات بلاست یا پوشش ریزدانه‌ی فولادی به‌جای اسید شویی استفاده می‌شود.

پوشش های پیچ و مهره:





شکل ۷-۱- اجزای مختلف مجموعهٔ پیچ و مهره

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.

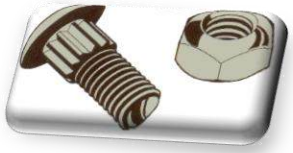
ب) پیچ‌های پرمقاومت

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 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.

پیچ پر مقاومت سر ۶ گوش تخت یا **Hex** HV (رویکرد آلمانی) 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. استاندارد جدید پیچ های شش گوش HV EN 14399-4 بوده و فقط شامل 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 اتصالات 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 است و گسیختگی و ازدیاد طول در رزوه های درون مهره اتفاق می افتد.

پیچ پر مقاومت گل درشت HR (رویکرد بریتانیا) طول رزوه بلندتر داشته، با قابلیت ازدیاد طول پلاستیک در طول پیچ و رده ۸.۸ هم دارد و ارتفاع مهره نیز بیش از 0.9d (ضخیمتر) است. مونتاژ HR به طور کلی نسبت به سفت شدن بیش از حد حساسیت کمتری دارد. اما پیچ HV نسبت به سفت شدن بیش از حد حساس تر است و نیاز به کنترل بیشتری در محل دارد. تغییرشکل پلاستیک در رزوه ها اتفاق می افتد. اجزای هر دو نوع پیچ نباید با هم مخلوط شوند.

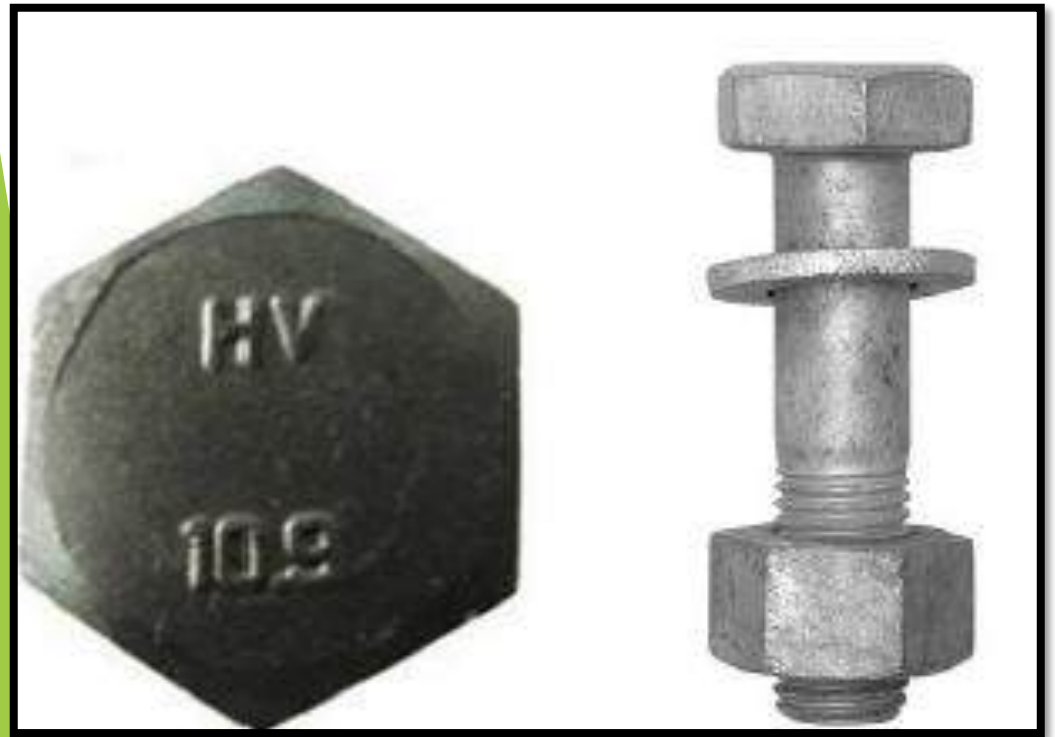


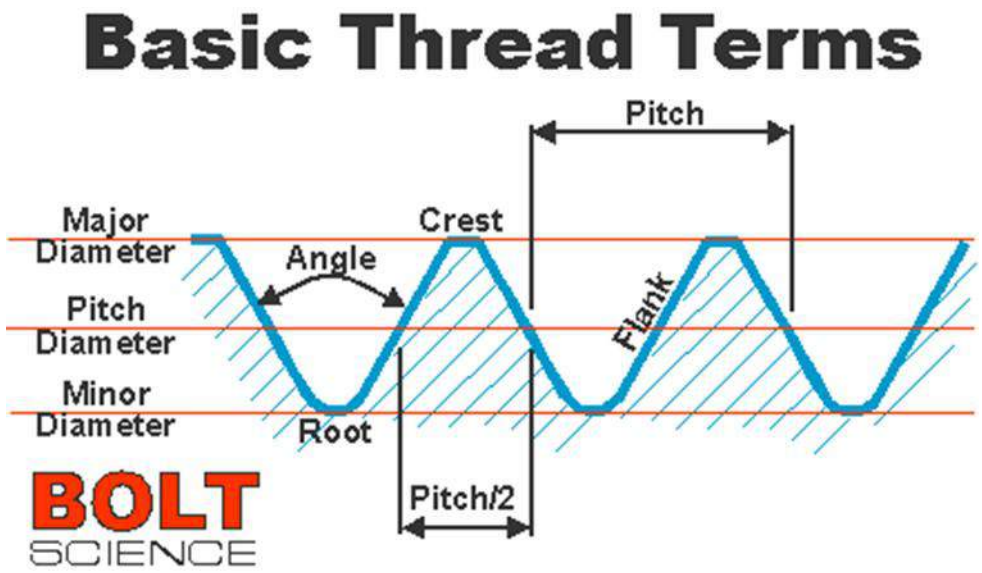
تعریف رده‌ی مقاومتی پیچ:

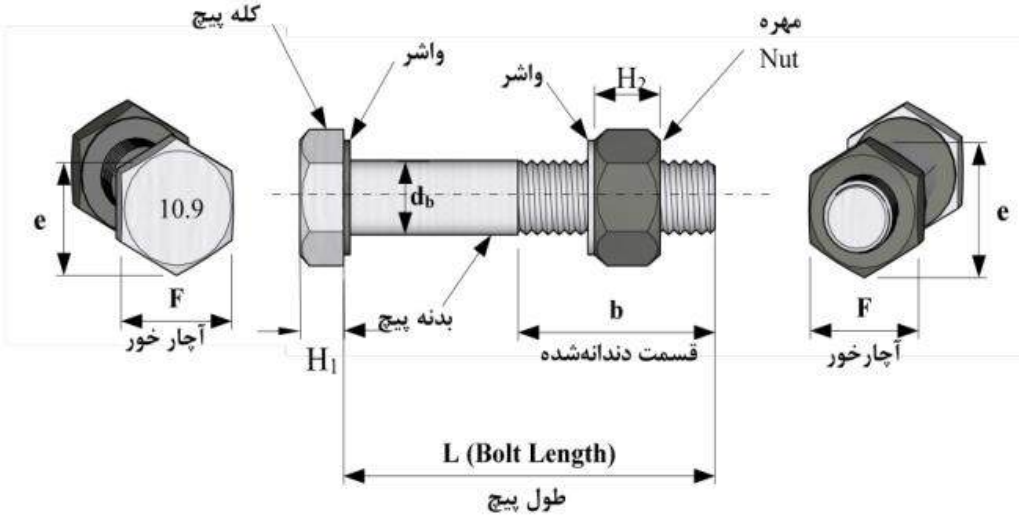
این عدد معرف مقدار تنش جاری‌شدن و تنش گسیختگی پیچ می‌باشد. به عنوان مثال، در رده‌ی مقاومتی ۸.۸، منظور از ۸ اول حداقل مقاومت نهایی پیچ برابر ۸۰۰۰ Kg/cm2، و منظور از .۸ مقدار تنش جاری‌شدن پیچ برابر با ۰.۸×۸۰۰۰=۶۴۰۰ Kg/cm2می‌باشد.

به همین ترتیب برای رده‌ی ۱۰.۹ داریم:

FU=10000Kg/cm2 و Fy=0.9×10000=9000Kg/cm2







شکل ۷-۱- اجزای مختلف مجموعهٔ پیچ و مهره

جدول (۳)- مقایسه استاندارد های پیچ (گام پیچ) (اعداد به میلی متر)

Pitch of Thread			
EN 14399-3	EN 14399-4	ASME B18.2.6	
HR	HV	ASTM	
1.75	1.75	1.75	M12
2	2	2	M16
2.5	2.5	2.5	M20
2.5	2.5	2.5	M22
3	3	3	M24
3	3	3	M27
3.5	3.5	3.5	M30
4	4	4	M36

مشاهده جدول ۳ می توان دریافت که گام رزوه برای هر سه استاندارد یکسان می باشد.

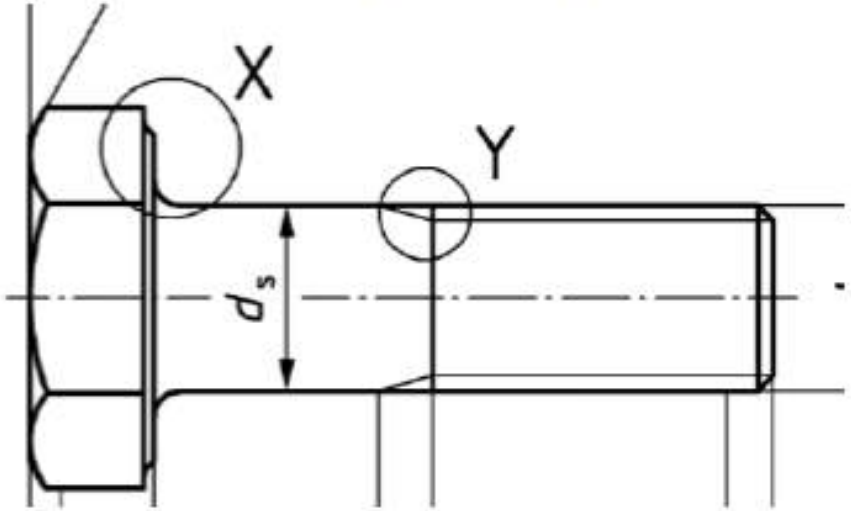
سوال: پیچ های دنده ریز و دنده درشت در چه مواقعی به کار می روند؟

جواب: تمام استانداردهای پیچ های قابل پیش تنیدگی آمریکایی و اروپایی گام رزوه مشخص و یکسانی دارند بنابراین اصطلاح دنده درشت وریز برای پیچ های ساختمانی قابل پیش تنیدگی کاربردی ندارد.

۳-۱-۲- قطر پیچ(d_s)

قطر پیچ در شکل با d_s نشان داده شده است و منظور قطر در ناحیه رزوه نشده است.

قطر پیچ در شکل با d_s نشان داده شده است و منظور قطر در ناحیه رزوه نشده است.



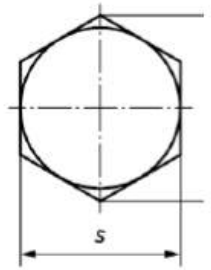
جدول (۳)- مقایسه استاندارد های پیچ (قطرپیچ) (اعداد به میلی متر)

ds						
EN 14399-3		EN 14399-4		ASME B18.2.6		
HR		HV		ASTM		
min	max	min	max	min	max	
11.3	12.7	11.3	12.7	11.3	12.7	M12
15.3	16.7	15.3	16.7	15.3	16.7	M16
19.16	20.84	19.16	20.84	19.16	20.84	M20
21.16	22.84	21.16	22.84	21.16	22.84	M22
23.16	24.84	23.16	24.84	23.16	24.84	M24
26.16	27.84	26.16	27.84	26.16	27.84	M27
29.16	30.84	29.16	30.84	29.16	30.84	M30
35	37	35	37	35	37	M36

با مشاهده جدول ۴ می توان دریافت که قطر پیچ برای هر سه استاندارد یکسان می باشد. برابر بودن قطر پیچ ها نشان می دهد در عملیات طراحی اتصالات تفاوتی ندارد از چه استانداردی استفاده کنیم.

۳-۱-۳-بعد آچارخور پیچ(s)

S فاصله عمودی اضلاع روبروی شش ضلعی تعریف می شود که این بعد (به اینچ یا میلی متر) در اصطلاح کارگاه برای سفت کردن پیچ به اچار با همان شماره معروف می باشد.



شکل (۳)- بعد آچار خور پیچ

جدول (۵)- مقایسه استاندارد های پیچ (آچارخور) (اعداد به میلی متر)

S						
EN 14399-3		EN 14399-4		ASME B18.2.6		
HR		HV		ASTM		
min	max	min	max	min	max	
21.16	22	21.16	22	20.16	21	M12
26.16	27	26.16	27	26.16	27	M16
31	32	31	32	33	34	M20
35	36	35	36	35	36	M22
40	41	40	41	40	41	M24
45	46	45	46	45	46	M27
49	50	49	50	49	50	M30
58.8	60	58.8	60	58.8	60	M36

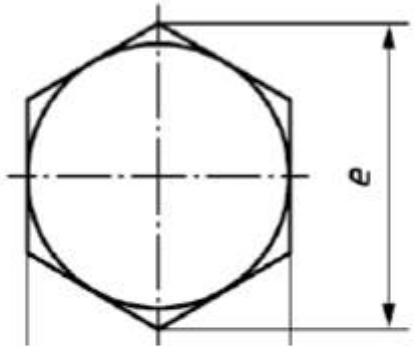
جدول (۵)- مقایسه استاندارد های پیچ (آچارخور) (اعداد به میلی متر)

استاندارد اروپا و آمریکا در پیچ های شماره ۲۰ و ۱۲ متفاوت هستند. استاندارد اروپا دلیل تفاوت پارامتر S را با استاندارد آمریکایی این گونه نوشته است که در پیچ های M12 تنش های فشاری زیر کله پیچ و مهره با S برابر ۲۱ میلیمتر ممکن است بسیار زیاد شود به خصوص اگر مرکز واشر دقیقاً بر مرکز پیچ منطبق نباشد. بنابراین بعد S برای این پیچ ها ۲۲ میلی متر معین شده است و برای پیچ های M20 اگر مقدار S برابر ۳۴ میلی متر باشد پروسه ساخت بسیار سخت خواهد شد بنابراین استفاده از ۳۲ میلی متر به جای ۳۴ میلی متر به خاطر عوامل اقتصادی در استاندارد اروپا وارد شده است و در پروژه ها به کار می رود.

۳-۱-۴-حداکثر بعد گوشه به گوشه پیچ(e)

بزرگترین فاصله راس های شش ضلعی تعریف می گردد به عبارت دیگر e حداکثر طولی است که گل پیچ اشغال می کند.

تفاوت پیچ های شماره ۱۲ و ۲۰ در این پارامتر نیز دیده می شود:



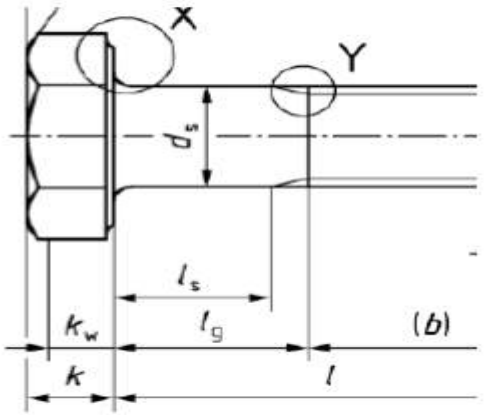
شکل (۴)- گوشه به گوشه پیچ

جدول (۶)- مقایسه استاندارد های پیچ (e) (اعداد به میلی متر)

e			
EN 14399-3	EN 14399-4	ASME B18.2.6	
HR	HV	ASTM	
23.91	23.91	22.78	M12
29.56	29.56	29.56	M16
35.03	35.03	37.29	M20
39.55	39.55	39.55	M22
45.2	45.2	45.2	M24
50.85	50.85	50.85	M27
55.37	55.37	55.37	M30
66.44	66.44	66.44	M36

۳-۱-۵- ضخامت کله پیچ(k)

کله پیچ که اصطلاحاً گل پیچ نیز به ان اطلاق می شود قسمتی از پیچ می باشد که آچار برای سفت کردن پیچ از این قسمت استفاده می کنند.

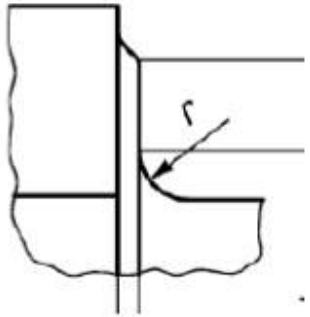


شکل (۵)- ضخامت کله پیچ یا گل پیچ

جدول (۷)- مقایسه استاندارد های پیچ (ضخامت کله پیچ) (اعداد به میلی متر)

Head height (k)			
EN 14399-3	EN 14399-4	ASME B18.2.6	
HR	HV	ASTM	
7.5	8	7.5	M12
10	10	10	M16
12.5	13	12.5	M20
14	14	14	M22
15	15	15	M24
17	17	17	M27
18.7	19	18.7	M30
22.5	23	22.5	M36

۳-۱-۷- شعاع خم کله پیچ(r)

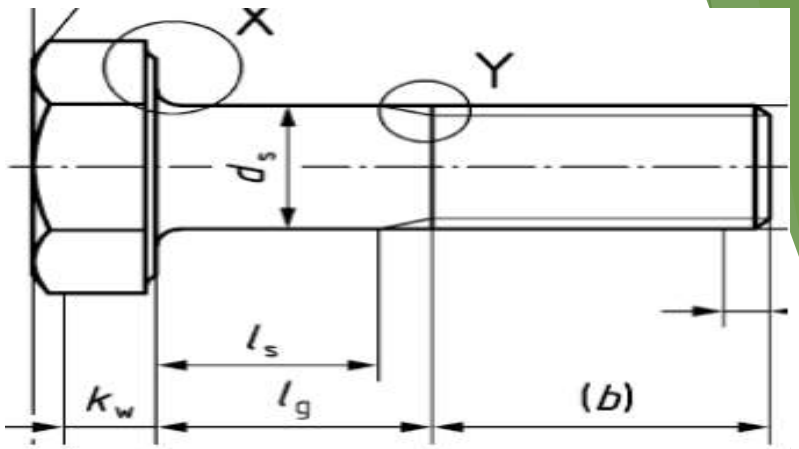


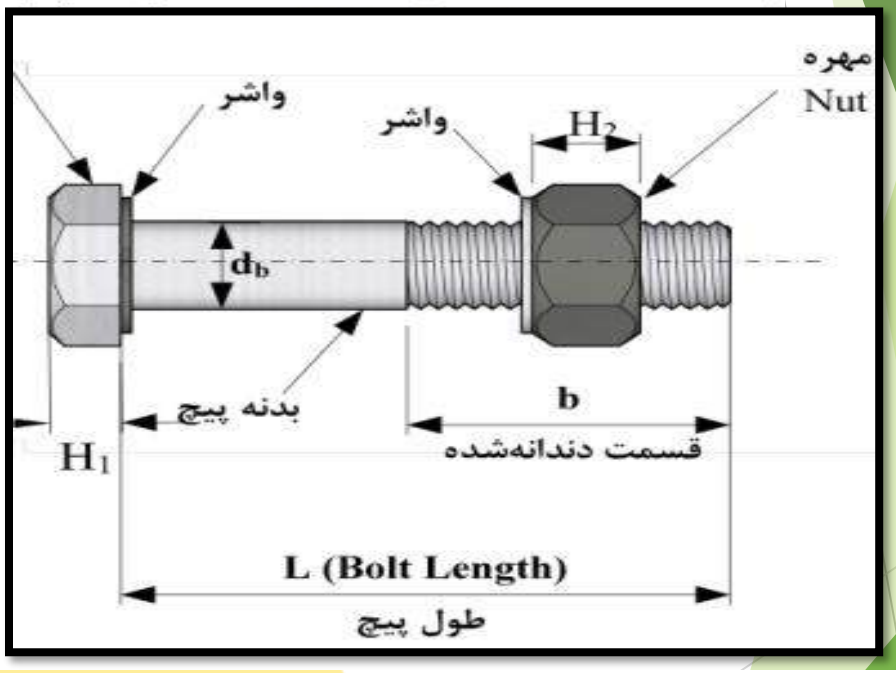
شکل (۷)- شعاع خم کله پیچ

جدول (۹)- مقایسه استاندارد های پیچ (شعاع کله پیچ) (اعداد به میلی متر)

Fillet Radius (r)			
EN 14399-3	EN 14399-4	ASME B18.2.6	
HR	HV	ASTM	
1.2	1.2	0.6	M12
1.2	1.2	0.6	M16
1.5	1.5	0.8	M20
1.5	1.5	0.8	M22
1.5	1.5	1	M24
2	2	1.2	M27
2	2	1.2	M30
2	2	1.5	M36

۳-۱-۸- طول رزوه پیچ(b)





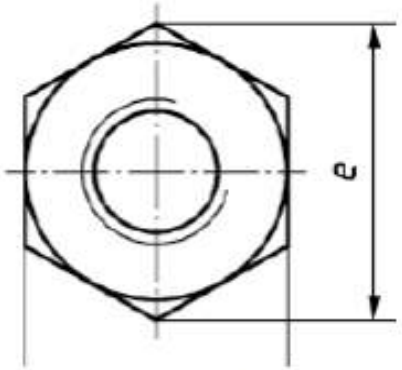
جدول (۱۰)- مقایسه استاندارد های پیچ (طول رزوه) (اعداد به میلی متر)

Thread Length (b)			
EN 14399-3	EN 14399-4	ASME B18.2.6	
HR	HV	ASTM	
30	23	25	M12
44	28	31	M16
52	33	36	M20
56	34	38	M22
60	39	41	M24
66	41	44	M27
72	44	49	M30
84	52	56	M36

همانطور که مشاهده می شود طول رزوه در سیستم HR از دو سیستم دیگر بیشتر می باشد. در سیستم HV کمترین طول رزوه وجود دارد. طول رزوه زیاد انتخاب طول پیچ برای اتصال را آسان تر می کند اما امکان گذر سطح برش از قسمت دندانه شده را زیاد می کند. در سیستم HV تقریبا این حالت رخ نمی دهد.

۳-۲-مقایسه ابعادی مهره:

۳-۲-۱- حداکثر بعد گوشه به گوشه مهره (e)



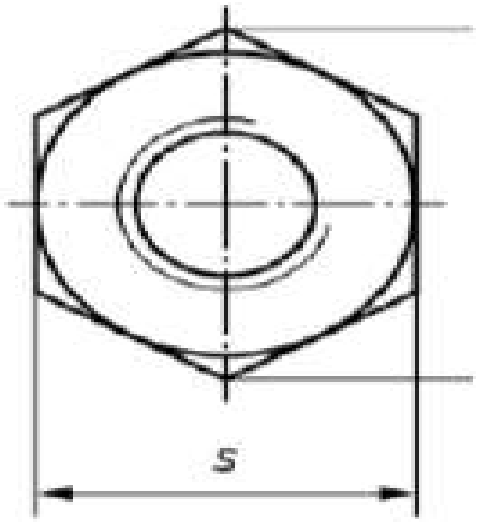
شکل (۱۰)- بعد گوشه به گوشه مهره

جدول (۱۱)- مقایسه استاندارد های مهره (e) (اعداد به میلی متر)

e			
EN 14399-3	EN 14399-4	ASME B18.2.6	
HR	HV	ASTM	
23.91	23.91	22.78	M12
29.56	29.56	29.56	M16
35.03	35.03	37.29	M20
39.55	39.55	39.55	M22
45.2	45.2	45.2	M24
50.85	50.85	50.85	M27
55.37	55.37	55.37	M30
66.44	66.44	66.44	M36

در ابعاد مهره شماره ۱۲ و ۲۰ در بخش پیچ توضیح داده شد.

۳-۲-۲-بعد آچارخور مهره (s)



شکل (۱۱)- آچارخور مهره

جدول (۱۲)- مقایسه استاندارد های مهره (آچارخور مهره) (اعداد به میلی متر)

S						
EN 14399-3		EN 14399-4		ASME B18.2.6		
HR		HV		ASTM		
min	max	min	max	min	max	
21.16	22	21.16	22	20.16	21	M12
26.16	27	26.16	27	26.16	27	M16
31	32	31	32	33	34	M20
35	36	35	36	35	36	M22
40	41	40	41	40	41	M24
45	46	45	46	45	46	M27
49	50	49	50	49	50	M30
58.8	60	58.8	60	58.8	60	M36

با مقایسه جدول ۵ و ۱۲ مشاهده می شود که بعد آچار خور پیچ و مهره با هم برابر هستند.

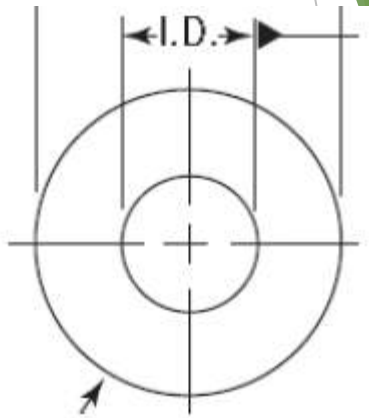
علت تفاوت در ابعاد مهره شماره ۱۲ و ۲۰ در بخش پیچ توضیح داده شد.

در استاندارد اروپایی پیچ هایی وجود دارند که قابل پیش تنیدگی نیستند و تنها بخاطر اینکه مقاومت تسلیم مورد انتظار طراحی را دارند اشتباهاً از آنها استفاده می شود در استاندارد آلمانی آن ها را با DIN931 و DIN933 می شناسند که DIN933 تمام رزوه نیز هست اما قابل پیش تنیده شدن نیستند.

واشر

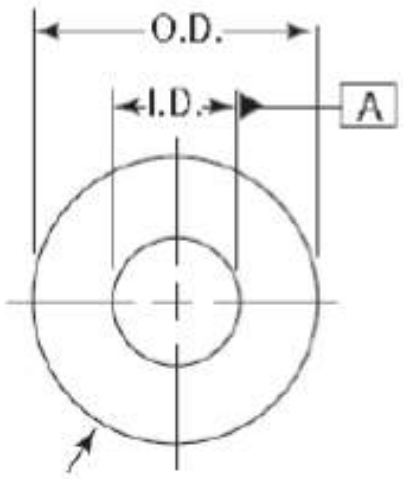
جدول (۱۶)- مقایسه استاندارد های واشر (قطر داخلی واشر) (اعداد به میلی متر)

I.D.		
EN 14399-5	ASME B18.2.6	
EN 14399-6	ASTM	
13.13	14.2	M12
17.13	18.2	M16
21.16	22.25	M20
23.16	24.25	M22
25.16	26.25	M24
28.26	30.25	M27
31.31	33.3	M30
37.31	39.3	M36



شکل (۱۴)- قطر داخلی واشر

۳-۳-۲- قطر خارجی واشر



شکل (۱۵)- قطر خارجی واشر

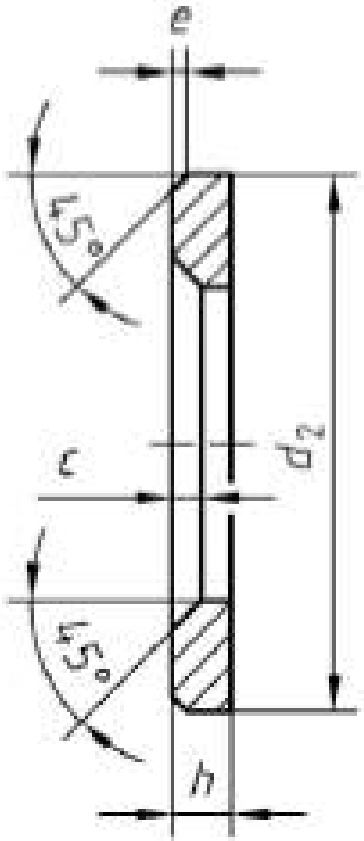
جدول (۱۷)- مقایسه استاندارد های واشر (قطر خارجی واشر) (اعداد به میلی متر)

O.D.		
EN 14399-5	ASME B18.2.6	
EN 14399-6	ASTM	
23.74	26.35	M12
29.74	33.2	M16
36.69	41.2	M20
38.69	43.2	M22
43.69	49.2	M24
49.5	54.95	M27
55.4	58.95	M30
65.4	71.05	M36

۳-۳-۳- ضخامت واشر

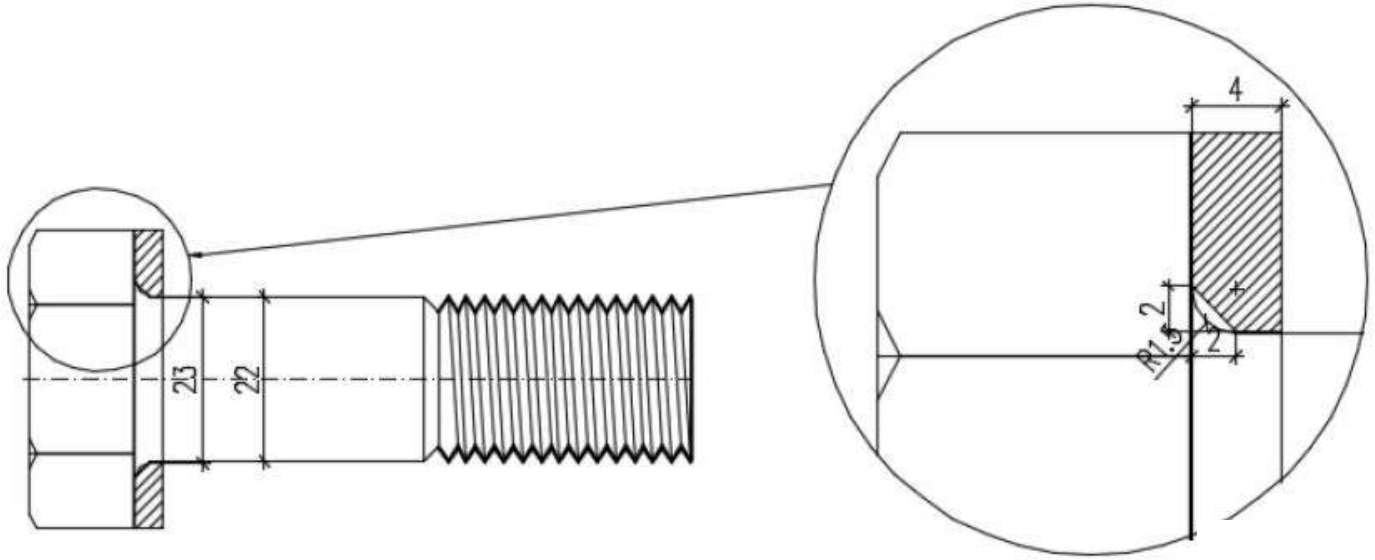
جدول (۱۸)- مقایسه استاندارد های واشر (ضخامت واشر) (اعداد به میلی متر)

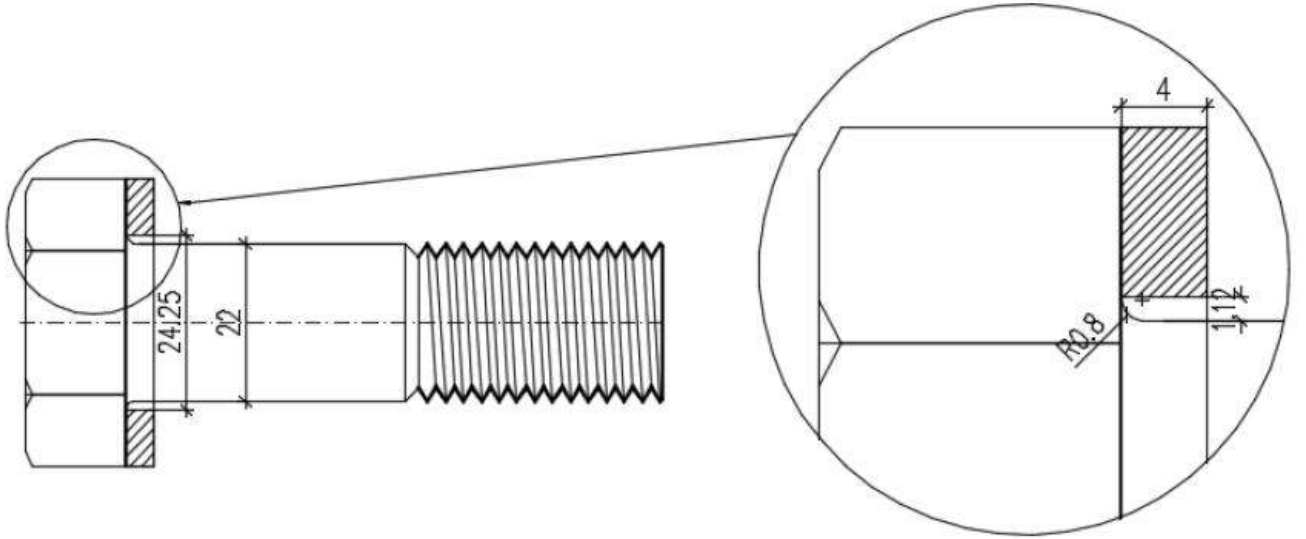
T		
EN 14399-5	ASME B18.2.6	
EN 14399-6	ASTM	
3	3.85	M12
3	3.85	M16
4	3.85	M20
4	4	M22
4	4	M24
5	4	M27
5	4	M30
6	4	M36



شکل (۱۶)- ضخامت واشر

با مقایسه واشر در دو استاندارد اروپایی و آمریکایی نکته مهمی که مشاهده می شود این است که در استاندارد اروپایی بدلیل قطر داخلی کمتر و وجود پخ جهت قرار دادن واشر مهم است اما در استاندارد آمریکایی اهمیتی ندارد واشر از کدام سمت در پیچ قرار گیرد.





کل (۱۸)- در استاندارد ASTM جهت قرار گیری واشر تفاوتی ایجاد نمی کند چون شعاع داخلی واشر بزرگتر است.

- آیا از واشر فنری باید استفاده نمود؟
  - این واشر در کارهای ساختمانی کاربردی ندارد و در صنایع دیگر از این نوع واشر استفاده می گردد.شماره استاندارد واشر در امریکا F436 و در آلمانDIN 6916 ودر استاندارد اروپایی EN14399-5وEN14399-6 می باشد.

- آیا پیچ گرید ۸.۸ قابل پیش تنیدگی نمی باشد؟!
  - استاندارد پیچ های موجود در ایران DIN6914 یا استاندارد جدید EN 14399-4(HV) می باشد و در این استاندارد برخلاف استاندارد های آمریکاییA325 واستاندارد اروپاییEN14399-3(HR) پیچ با گرید ۸.۸ قابل پیش تنیدگی اصلاً وجودندارد پس در بازار ایران پیچ هایی با این گرید وجود ندارد که قابل پیش تنیدگی باشد. اما پیچ های A325 وHR با گرید8.8 پیش تنیده می شوند.

- آیا پیچ شماره ۱۴ و ۱۸ و ۳۳ موجود در ایران قابل پیش تنیدگی نیستند؟!

  - استاندارد پیچ های موجود در ایران DIN6914 یا استاندارد جدید EN 14399-4(HV) می باشد و در این استاندارد پیچ با شماره ۱۴ و ۱۸ و ۳۳ تعریف نشده است. پس پیچ های موجود در بازار با این شماره ها مربوط به استاندارد دیگری هستند که مربوط به پیچ های قابل پیش تنیدگی نمی باشند.

۱۰-۴-۵- اتصال با پیچ

چه موقع از دو واشر در اتصال پیچی استفاده می گردد؟

در اتصالات پیچی الزامات زیر باید رعایت شوند:

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

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

پ) در اتصالات پیش تنیده و لغزش بحرانی با استفاده از پیچ های با تنش تسلیم ۹۰۰ مگاپاسکال درصورتی که مصالح فولادی اعضای متصل شونده دارای حد تسلیم کمتر از ۲۸۰ 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 به منظور جلوگیری از آسیب چرخش روی پوشش، از واشر زیر مهره و واشر زیر کلگی پیچ استفاده شود.


جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
تجدید نظر سوم

جلد چهارم
فولاد و اجرای سازه‌های فولادی
ضابطه شماره ۴-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی — وزارت راه و شهرسازی
امور نظام فنی و اجرایی — مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۲

۷-۶-۳-۳- واشرها

در پیچ‌های با تنش نهایی بزرگ‌تر از ۹۰۰ مگاپاسکال باید هم زیر کلگی پیچ و هم زیر مهره از واشر استفاده شود. در بقیه پیچ‌ها، استفاده از یک واشر زیر قطعه‌ای که چرخانده می‌شود ضروری است. در صورت استفاده از واشر تخت پخ‌دار،

ث) درصورتی که پیچ در سوراخ لوبیایی یا سوراخ بزرگ شده نصب می‌شود، لازم است از واشر مناسب زیر کلگی پیچ و مهره استفاده شود.

ج) درصورتی که سطح فولاد مماس با کلهٔ پیچ یا مهره دارای زاویه‌ای بیش از ۳ درجه نسبت به صفحهٔ عمود بر محور پیچ باشد، باید از واشر سخت گوه ای در زیر پیچ یا مهره استفاده شود.

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

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

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

۱۰-۴-۵- اتصال با پیچ

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

۱- در اتصالات بدون پوشش ویژه، باید هرگونه پوشش یا آلودگی سطحی در محدوده‌های نزدیک تر از یک قطر پیچ و حداقل ۲۵ میلی متر از لبه سوراخ پاک شود.

۲- در اتصالات دارای پوشش تأیید شده، باید سطوح مجاور اتصال به وسیلهٔ ماسه‌پاشی یا ساچمه زنی آماده سازی شده و با پوشش تأییدشده که حداقل ضریب اصطکاک ۰/۳۳ را تأمین نماید، پوشیده شود.

۳- سطوح گالوانیزه شده مجاز بوده و قبل از نصب باید توسط برس دستی خش دار شوند.

آزمایش های پیچ و مهره و واشر:

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

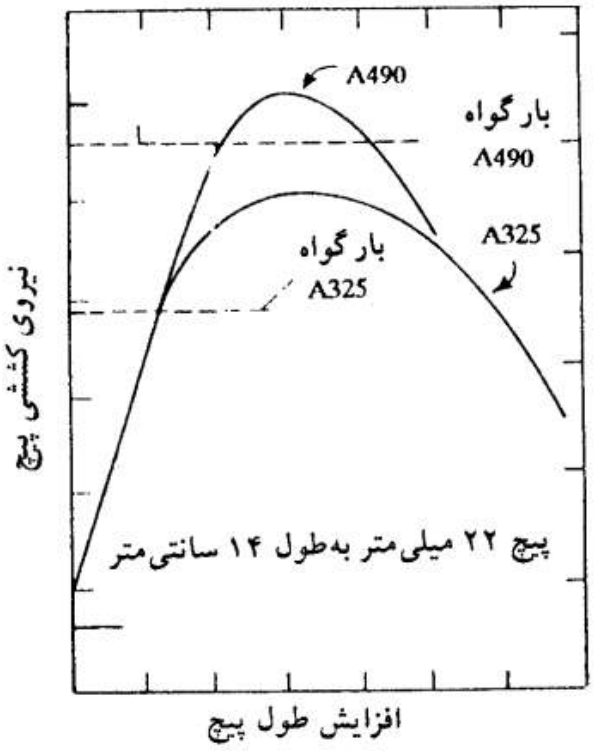
مشخصات	استاندارد
ابعاد و رواداری‌ها	EN 14399-3 ,4
ترکیب شیمیایی	EN ISO 898-2
تنش تحت بار گواه	EN 14399-3 برای سیستم HR EN 20898-2 برای سیستم HV
سختی	EN 14399-3 برای سیستم HR EN 20898-2 برای سیستم HV

(پ) واشرها

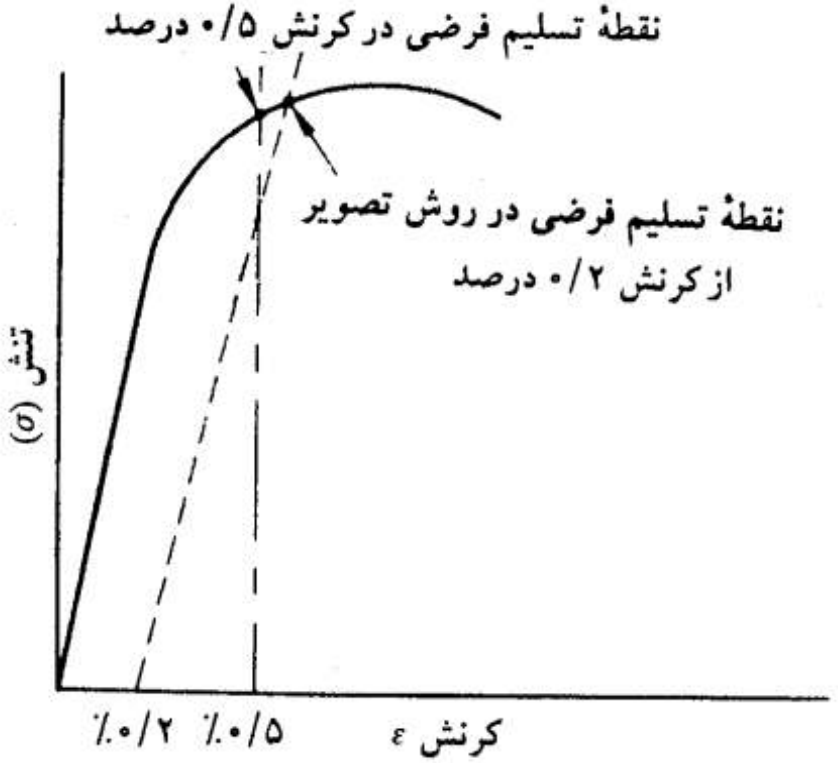
مشخصات	استاندارد
ابعاد و رواداری‌ها	EN 14399-5 ,6
ترکیب شیمیایی	EN ISO 898-3
سختی	EN 14399-5 و EN 14399-6

۲ ـ ۲ ـ ۴ بارگواه[1] (بار معیار)

از آنجا که پیچ‌های پرمقاومت از فولادهای با کربن زیاد ساخته می‌شوند، نقطهٔ تسلیم مشخصی برای آنها وجود ندارد (شکل ۲ ـ ۳). بنابراین در این حالت برای بیان مقاومت تسلیم پیچ، به‌جای اینکه از بار تسلیم واقعی استفاده نماییم، از بار تسلیم قراردادی یا بار گواه استفاده می‌کنیم. بار گواه باری است که از ضرب سطح مقطع خالص زیر دنده‌ها در تنش نظیر کرنش ۰/۲ درصد به‌روش تصویر و یا تنش نظیر کرنش ۰/۵ درصد به‌دست می‌آید (شکل ۲ ـ ۴).



شکل ۲ ـ ۳ نمودار نیرو ـ افزایش طول پیچ‌ها.



شکل ۲ ـ ۴ نقطهٔ تسلیم فرضی برای فولادهای پرمقاومت.

Bahm

آزمایش های پیچ :

۱–آزمایش کشش

۱– آزمایش بار گواه

۲– آزمایش کشش گوه ای بر روی نمونه ی کامل

۳– آزمایش کشش بر روی نمونه ی ماشین کاری شده

۲–آزمایش سختی سنجی

۳–آزمایش ضربه

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

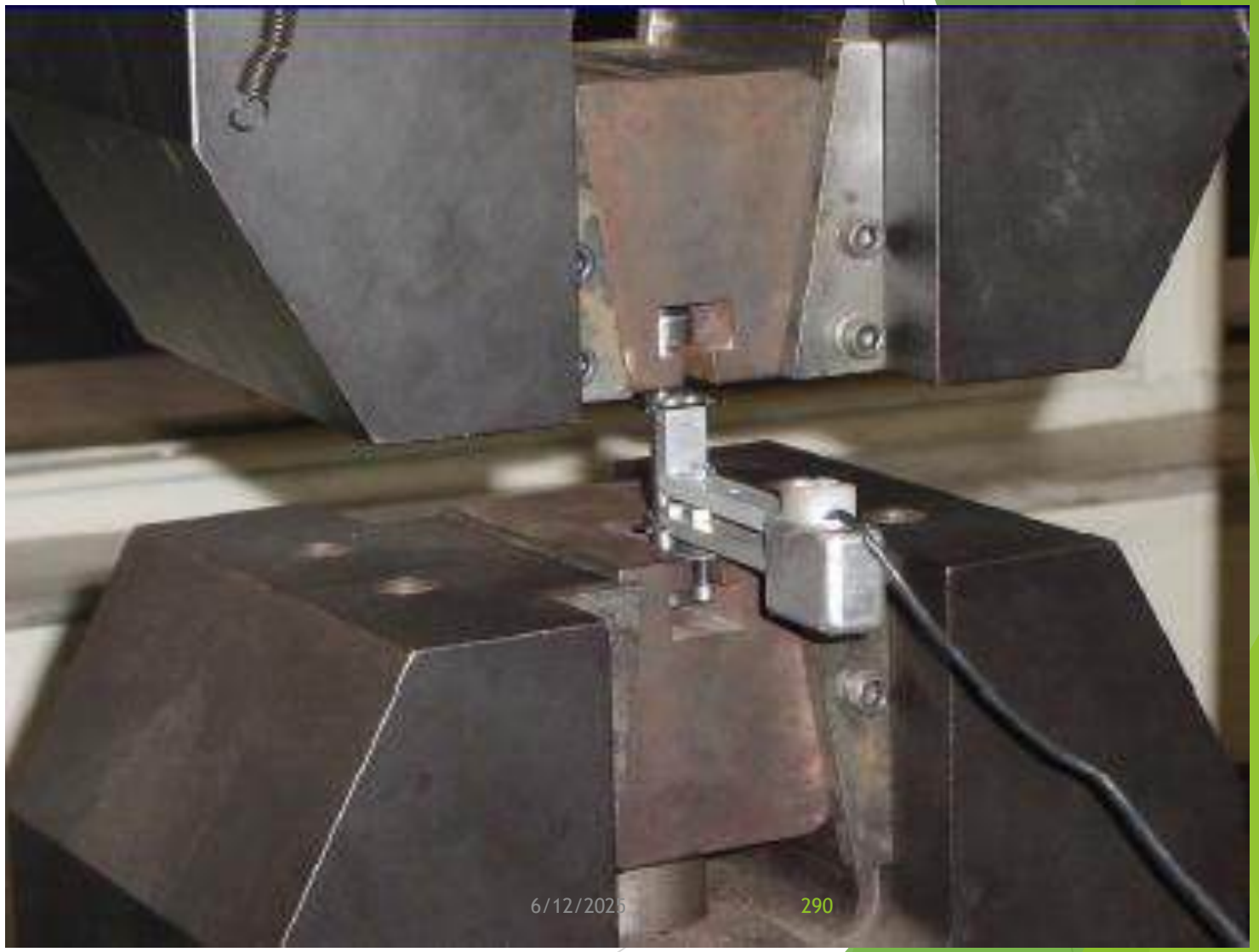
آزمایش های پیچ و مهره و واشر:

۱– آزمایش بار گواه:

این آزمایش از آزمایش‌های بسیار معمول برای پیچ می-باشد.

در آزمایش کشش، پس از بستن کامل پیچ با یک مهره از رده‌ی مقاومتی بالاتر بر روی دستگاه کشش، با سرعتی مناسب پیچ تا حد تنش تسلیم زیر کشش قرار گرفته و سپس به مدت ده ثانیه در همین حالت باقی می‌ماند؛ سپس بار کششی از روی پیچ برداشته می‌شود. در این آزمایش هیچ‌گونه شکست یا افزایش طول همیشگی در پیچ نباید وجود داشته باشد.

آزمایش های پیچ و مهره و واشر:



آزمایش های پیچ و مهره و واشر:

در این آزمایش باید دست-کم به مقدار چهار رزوه‌ی کامل از پیچ بین فک‌های دستگاه قرار بگیرد.

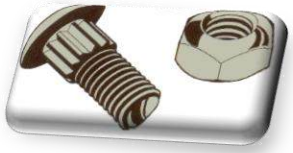
حداکثر سرعت دستگاه نباید از ۲۵ mm/min بیشتر باشد.

شکست به‌وجود آمده تنها باید در بدنه‌ی پیچ باشد.

و در صورت بروز شکست در محل اتصال سرپیچ به بدنه، حتی اگر به مقاومت مورد نیاز نیز رسیده باشد، نمونه مورد پذیرش نیست.

این شکست در پیچ‌های ساخته شده به روش فورج گرم بیشتر مشاهده می‌شود و بر همین اساس تا حد امکان باید از پیچ‌های ساخته شده به روش فورج سرد استفاده شود.

آزمایش های پیچ و مهره و واشر:



آزمایش های پیچ و مهره و واشر:

آزمایش سختی‌سنجی: این آزمایش در رده‌ی آزمایش‌های غیرمخرب پیچ بوده و برای آگاهی از میزان سختی قطعه و برابری آن با مقدار استاندارد انجام می‌شود.

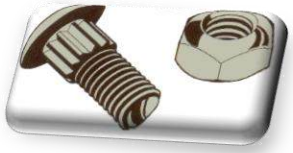
سختی‌سنجی برای بخش انتهایی، سطح صاف بدنه و سطح صاف سرپیچ انجام می‌شود. به‌طورکلی از سه روش برای آزمون سختی‌سنجی استفاده می‌شود که عبارتند از : روش برینل، روش راکول و روش ویکرز.

آزمایش های پیچ و مهره و واشر:

آزمایش های مهره :

۱–آزمایش های مهره
- ۱– آزمایش بار گواه
- ۲– سختی‌سنجی

برای مهره از آزمایش کشش استفاده نمی‌شود و تنها آزمایش‌های بار گواه و سختی‌سنجی بر روی مهره‌ها انجام می‌گیرد.



آزمایش های مهره :

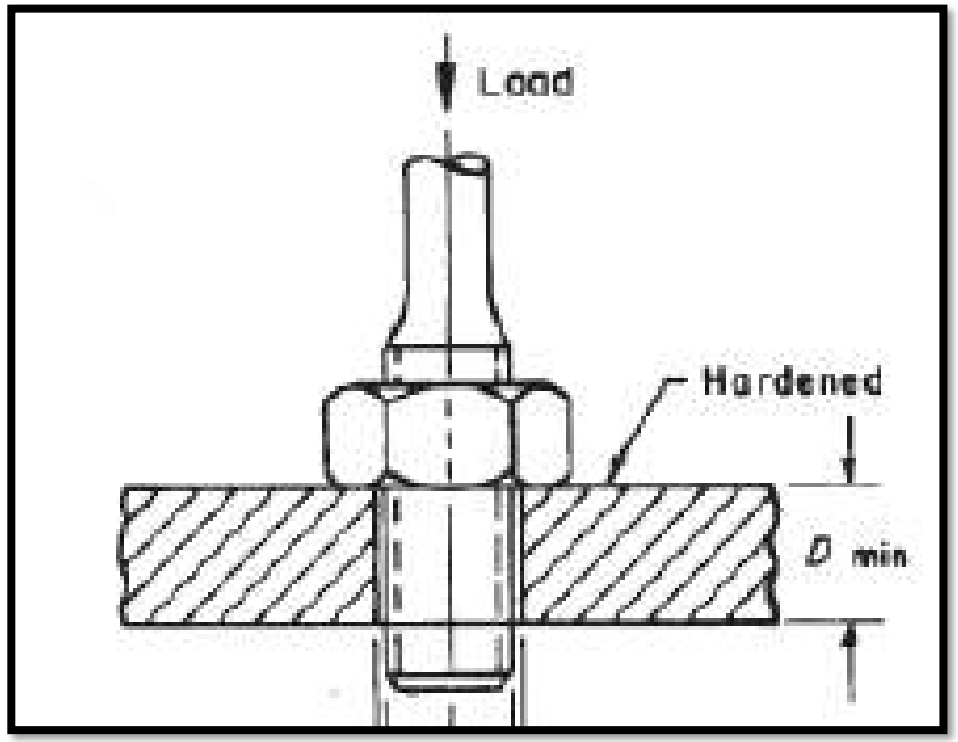
۱– آزمایش بار گواه مهره:

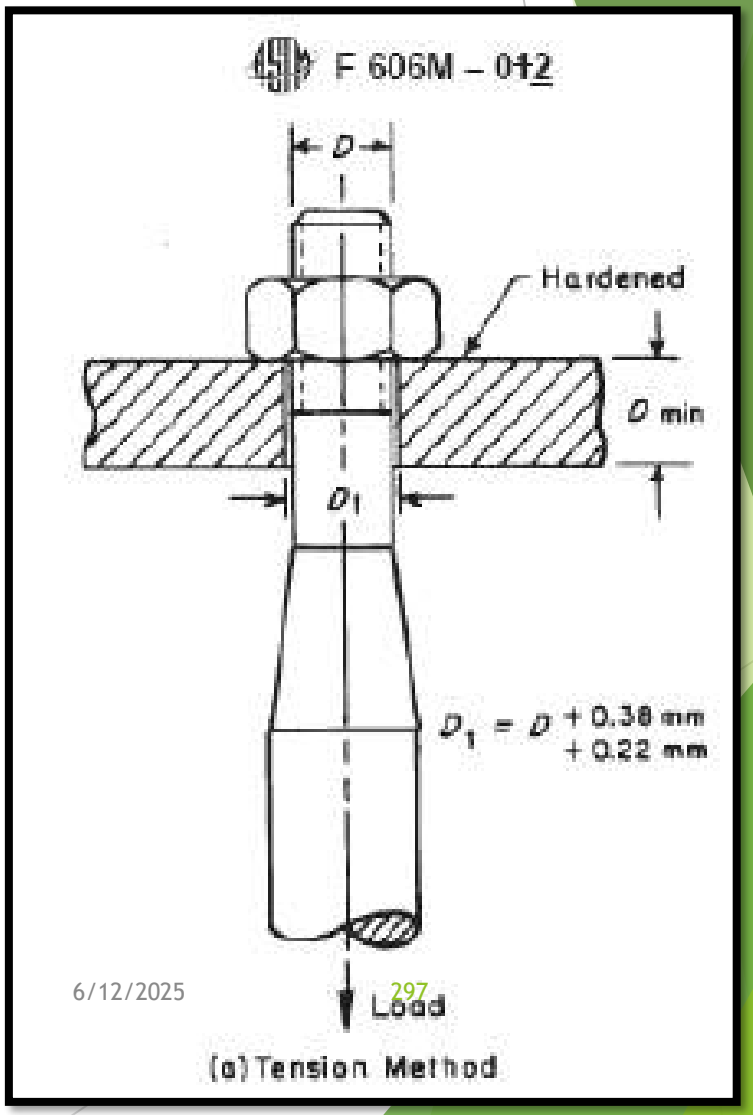
در این آزمایش بعد از بستن مهره با یک پیچ از رده مقاومتی بالاتر ،بر روی دستگاه کشش، با سرعت مناسب تا حد نیروی مشخص شده در استاندارد تحت تنش قرار می گیرد و ۱۰ ثانیه در همان وضعیت باقی مانده و سپس تنش برداشته می شود.

در صورتی که هیچ یک ازدنده ها آسیب نبیند و حرکت مهره بر روی پیچ، بدون نقص انجام شود قطعه در برابر آزمایش موفق بوده است.

آزمایش های مهره :

۱– آزمایش بار گواه مهره می تواند به صورت کششی و فشاری انجام شود.





آزمایش واشر:

برای واشر نیز تنها آزمایش سختی‌سنجی انجام می‌شود.

نمونه نتایج و تفسیر آزمایشات

پیچ و مهره و واشر

Table 3 — Mechanical and physical properties of bolts, screws and studs

No.	Mechanical or physical property		Property class									
			4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9/ 12.9
								$d \leq$ 16 mm[a]	$d >$ 16 mm[b]	$d \leq$ 16 mm		
1	Tensile strength, R_m, MPa	nom.[c]	400		500		600	800		900	1 000	1 200
		min.	400	420	500	520	600	800	830	900	1 040	1 220
2	Lower yield strength, R_{eL}[d], MPa	nom.[c]	240	—	300	—	—	—	—	—	—	—
		min.	240	—	300	—	—	—	—	—	—	—
3	Stress at 0,2 % non-proportional elongation, $R_{p0,2}$, MPa	nom.[c]	—	—	—	—	—	640	640	720	900	1 080
		min.	—	—	—	—	—	640	660	720	940	1 100
4	Stress at 0,0048d non-proportional elongation for full-size fasteners, R_{pf}, MPa	nom.[c]	—	320	—	400	480	—	—	—	—	—
		min.	—	340[e]	—	420[e]	480[e]	—	—	—	—	—
5	Stress under proof load, S_p[f], MPa	nom.	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
	Proof strength ratio $S_{p,nom}/R_{eL,min}$ or $S_{p,nom}/R_{p0,2\,min}$ or $S_{p,nom}/R_{pf,min}$		0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88
6	Percentage elongation after fracture for machined test pieces, A, %	min.	22	—	20	—	—	12	12	10	9	8
7	Percentage reduction of area after fracture for machined test pieces, Z, %	min.	—					52		48	48	44
8	Elongation after fracture for full-size fasteners, A_f (see also Annex C)	min.	—	0,24	—	0,22	0,20	—	—	—	—	—
9	Head soundness		No fracture									

INTERNATIONAL STANDARD **ISO 898-1**

Fifth edition
2013-01-15

Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel

Part 1:
Bolts, screws and studs with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread

Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié

Partie 1: Vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité spécifiées — Filetages à pas gros et filetages à pas fin

Proof Load –بار گواه

تاریخ: ۹۹/۱۲/۳
شماره: ۹۹/۱۰۶۷
پیوست:

بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی شریف

به: شرکت ،

موضوع: نتایج آزمایش بار گواه مهره های ارسالی

با سلام و درود

در پاسخ به درخواست آزمایش مورخ ۹۹/۱۱/۲۸ آن شرکت، جدول نتایج آزمایش بار گواه نمونه های ارسالی ارائه می گردد. نمونه های آزمایش شده تا دو هفته در این آزمایشگاه نگهداری خواهند شد.

نشان درج شده بر روی مهره	نوع مهره	نیروی نهایی (kN)	اتفاق رخ داده هنگام اعمال نیروی نهایی
S 8	M27	422.3	بدون خرابی
	M22	278.8	بدون خرابی
WB 8	M20	225.4	بدون خرابی

توجه: استناد تنها به اصل نامه معتبر می باشد.

-کفایت تعداد نمونه ها و اصالت نمونه برداری بر عهده سفارش دهنده آزمایش است.

شماره ۹۹/۱۲۹۶

بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی شریف

به: شرکت

موضوع: : نتایج آزمایش کشش مجموعه پیچ و مهره

بار نهایی پیچ

با سلام و درود

در پاسخ به درخواست آزمایش مورخ ۹۹/۱۱/۲۸ آن شرکت، جدول نتایج آزمایش کشش نمونه های ارسالی ارائه می گردد. نمونه های آزمایش شده تا دو هفته در این آزمایشگاه نگهداری خواهند شد.

نشان درج شده بر کلگی پیچ	نوع پیچ و مهره	نیروی نهایی (kN)	اتفاق رخ داده هنگام اعمال نیروی نهایی	حداقل نیروی نهایی مورد نیاز* (kN)
NLGS M 8.8	M27-100	406	خرابی رزوه های پیچ و مهره	381
NL M 8.8	M27-90	396	خرابی رزوه های پیچ و مهره	381
	M27-80	428	خرابی رزوه های پیچ و مهره	381
	M27-70	441	خرابی رزوه های پیچ و مهره	381
llb 8.8	M22-90	265	خرابی رزوه های پیچ و مهره	252
NLGS M 8.8	M22-700	272	خرابی رزوه های پیچ و مهره	252
NL M 8.8	M22-60	264	خرابی رزوه های پیچ و مهره	252
NLGS M 8.8	M20-70	225	خرابی رزوه های پیچ و مهره	203
	M20-60	219	شکست از مقطع رزوه شده پیچ	203
PSY 8.8	M20-50	231	خرابی رزوه های پیچ و مهره	203

*حداقل نیروی نهایی مورد نیاز ذکر شده بر اساس استاندارد EN ISO 898-1 جهت قرارگرفتن نمونه در گرید مورد نظر است.

توجه: -استناد تنها به اصل نامه معتبر می باشد.

-کفایت تعداد نمونه ها و اصالت نمونه برداری بر عهده سفارش دهنده آزمایش است.

سختی پیچ

Table 3 *(continued)*

No.	Mechanical or physical property		Property class 4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 $d \leq$ 16 mm[a]	8.8 $d >$ 16 mm[b]	9.8 $d \leq$ 16 mm	10.9	12.9/12.9
10	Vickers hardness, HV $F \geq 98$ N	min.	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
		max.	220[g]				250	320	335	360	380	435
11	Brinell hardness, HBW $F = 30\ D^2$	min.	114	124	147	152	181	245	250	286	316	380
		max.	209[g]				238	316	331	355	375	429
12	Rockwell hardness, HRB	min.	67	71	79	82	89	—				
		max.	95,0[g]				99,5	—				
	Rockwell hardness, HRC	min.	—					22	23	28	32	39
		max.	—					32	34	37	39	44
13	Surface hardness, HV 0,3	max.	—					—			390	435
14	Non-carburization, HV 0,3	max.	—					h			h	h
15	Height of non-decarburized thread zone, E, mm	min.	—					$^1/_2 H_1$			$^2/_3 H_1$	$^3/_4 H_1$
	Depth of complete decarburization in the thread, G, mm	max.	—					0,015				
16	Reduction of hardness after retempering, HV	max.	—					20				
17	Breaking torque, M_B, Nm	min.	—					in accordance with ISO 898-7				
18	Impact strength, K_V [ij], J	min.	—		27	—		27	27	27	27	k
19	Surface integrity in accordance with		ISO 6157-1[l]									ISO 6157-3

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 898-1

Fifth edition
2013-01-15

Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel

Part 1:
Bolts, screws and studs with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread

Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié

Partie 1: Vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité spécifiées — Filetages à pas gros et filetages à pas fin

سختی پیچ

بسمه تعالی

تاریخ

شماره

پیوست

دانشگاه صنعتی شریف

به: شرکت

موضوع: : نتایج آزمایش سختی سنجی پیچ های ارسالی

با سلام و درود

در پاسخ به درخواست آزمایش مورخ ۹۹/۱۱/۲۸ آن شرکت، جدول نتایج آزمایش سختی سنجی نمونه های ارسالی ارائه می گردد. نمونه های آزمایش شده تا دو هفته در این آزمایشگاه نگهداری خواهند شد.

میزان سختی (HRC)	نوع پیچ	نشان درج شده بر کلگی پیچ
35, 33, 34	M27-100	NLGS M 8.8
33, 34, 33	M27-90	NL M 8.8
30, 34, 31	M27-80	
34, 32, 34	M27-70	
31, 33, 31	M22-90	IIb 8.8
35, 34, 35	M22-700	NLGS M 8.8
31, 30, 31	M22-60	NL M 8.8
30, 31, 31	M20-80	NL 8.8
33, 35, 32	M20-70	NLGS M 8.8
34, 31, 34	M20-60	
32, 34, 33	M20-50	PSY 8.8

توجه: استناد تنها به اصل نامه معتبر می باشد.

-کفایت تعداد نمونه ها و اصالت نمونه برداری بر عهده سفارش دهنده آزمایش است.

Proof Load –بار گواه مهره ها

Table 4 -

Thread D	Pitch P	Proof load [a], N Property class 04	05	5	6	8	9	10	12
M5	0,8	5 400	7 100	8 250	9 500	12 140	13 000	14 800	16 300
M6	1	7 640	10 000	11 700	13 500	17 200	18 400	20 900	23 100
M7	1	11 000	14 500	16 800	19 400	24 700	26 400	30 100	33 200
M8	1,25	13 900	18 300	21 600	24 900	31 800	34 400	38 100	42 500
M10	1,5	22 000	29 000	34 200	39 400	50 500	54 500	60 300	67 300
M12	1,75	32 000	42 200	51 400	59 000	74 200	80 100	88 500	100 300
M14	2	43 700	57 500	70 200	80 500	101 200	109 300	120 800	136 900
M16	2	59 700	78 500	95 800	109 900	138 200	149 200	164 900	186 800
M18	2,5	73 000	96 000	121 000	138 200	176 600	176 600	203 500	230 400
M20	2,5	93 100	122 500	154 400	176 400	225 400	225 400	259 700	294 000
M22	2,5	115 100	151 500	190 900	218 200	278 800	278 800	321 200	363 600
M24	3	134 100	176 500	222 400	254 200	324 800	324 800	374 200	423 600
M27	3	174 400	229 500	289 200	330 500	422 300	422 300	486 500	550 800
M30	3,5	213 200	280 500	353 400	403 900	516 100	516 100	594 700	673 200
M33	3,5	263 700	347 000	437 200	499 700	638 500	638 500	735 600	832 800
M36	4	310 500	408 500	514 700	588 200	751 600	751 600	866 000	980 400
M39	4	370 900	488 000	614 900	702 700	897 900	897 900	1 035 000	1 171 000

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 898-2

Third edition
2012-03-15

Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel —

Part 2:
Nuts with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread

Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié —

Partie 2: Écrous de classes de qualité spécifiées — Filetages à pas gros et filetages à pas fin

تفسیر نتایج تست مهره در کشش

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 898-2

Third edition
2012-03-15

Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel —

Part 2:
Nuts with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread

Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié —

Partie 2: Écrous de classes de qualité spécifiées — Filetages à pas gros et filetages à pas fin

9.1.6 Test results

The fact that nut fracture or thread stripping occurs shall be noted.

The fact that the nut has been removed only with the fingers or with the help of a wrench to one half turn maximum shall be noted.

9.1.7 Requirements

The nut shall resist the proof load specified in Table 4 or Table 5 without fracture by thread stripping or nut fracture.

The nut shall be removable using the fingers after the release of the proof load (and, if necessary, after a half turn maximum with a wrench).

In case of dispute, the axial tensile test, in accordance with Figure 1, shall be the reference method for acceptance.

سختی مهره

Table 6 — Hardness properties for nuts with coarse thread

Thread D	Property class															
	04		05		5		6		8		9		10		12	
	Vickers hardness, HV															
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
$M5 \leq D \leq M16$	188	302	272	353	130	302	150	302	200	302	188	302	272	353	295[c]	353
$M16 < D \leq M39$					146		170		233[a]	353[b]					272	
	Brinell hardness, HB															
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
$M5 \leq D \leq M16$	179	287	259	336	124	287	143	287	190	287	179	287	259	336	280[c]	336
$M16 < D \leq M39$					139		162		221[a]	336[b]					259	
	Rockwell hardness, HRC															
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
$M5 \leq D \leq M16$	—	30	26	36	—	30	—	30	—	30	—	30	26	36	29[c]	36
$M16 < D \leq M39$									—	36[b]					26	

Surface integrity shall be in accordance with ISO 6157-2.

Vickers hardness test is the reference method for acceptance (see 9.2.4).

a Minimum value for high nuts (style 2): 180 HV (171 HB).

b Maximum value for high nuts (style 2): 302 HV (287 HB; 30 HRC).

c Minimum value for high nuts (style 2): 272 HV (259 HB; 26 HRC).

تاریخ : ۱۴۰۰/۰۸/۰۳

شماره : ۱۴۰۰۰۷۲۴۱۴

پیوست :

آزمایشگاه و مرکز تحقیقات مقاومت مصالح

و کنترل کیفیت سازه ها

دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)

متقاضی: شرکت تولیدی صنعتی

آزمون : سختی سنجی

سختی مهره

ردیف	مشخصات نمونه		متوسط سختی (HV30)	حداقل - حداکثر استاندارد (HV)	رده معادل سختی
۱	مهره	M36-KP-HV10	336	272-353	10.
۲	مهره	M36-KP-HV10	307	272-353	10.
۳	مهره	M30-SPCO-HV10	314	272-353	10.
۴	مهره	M24-ASA-HV10	403	272-353	----
۵	مهره	M24-ASA-HV10	395	272-353	----
۶	مهره	M20-KP-HV10	332	272-353	10.

توجه : تعیین رده مطابق استاندارد EN 20898 part 2 انجام گرفت.

مسئول آزمون : مهندس بهرام حسن زاده

دکتر یونس علیزاده

سرپرست آزمایشگاه

این برگه بدون شماره ، امضا و مهر برجسته فاقد اعتبار می باشد

تهران - خیابان ولیعصر - مقابل خیابان بزرگمهر - دانشگاه صنعتی امیر کبیر - دانشکده مهندسی مکانیک - تلفن ۶۴۵۴۳۴۹۳ - ۶۶۴۹۸۴۴۱

سختی مهره

تاریخ :
شماره :
پیوست :

بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی شریف

به: شرکت

موضوع: : نتایج آزمایش سختی سنجی مهره های ارسالی

با سلام و درود

در پاسخ به درخواست آزمایش مورخ ۹۹/۱۱/۲۸ آن شرکت، جدول نتایج آزمایش سختی سنجی نمونه های ارسالی ارائه می گردد. نمونه های آزمایش شده تا دو هفته در این آزمایشگاه نگهداری خواهند شد.

نشان درج شده بر مهره	نوع مهره	میزان سختی (HRC)
S 8	M27	32, 31, 32
	M22	33, 34, 35
WB 8	M20	28, 27, 29

توجه: -استناد تنها به اصل نامه معتبر می باشد.

-کفایت تعداد نمونه ها و اصالت نمونه برداری بر عهده سفارش دهنده آزمایش است.

با احترام

مرکز خدمات آزمایشگاهی

دانشگاه صنعتی شریف

سختی واشر—ISO 898-3

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 898-3

First edition
2018-05

Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel —

Part 3:
Flat washers with specified property classes

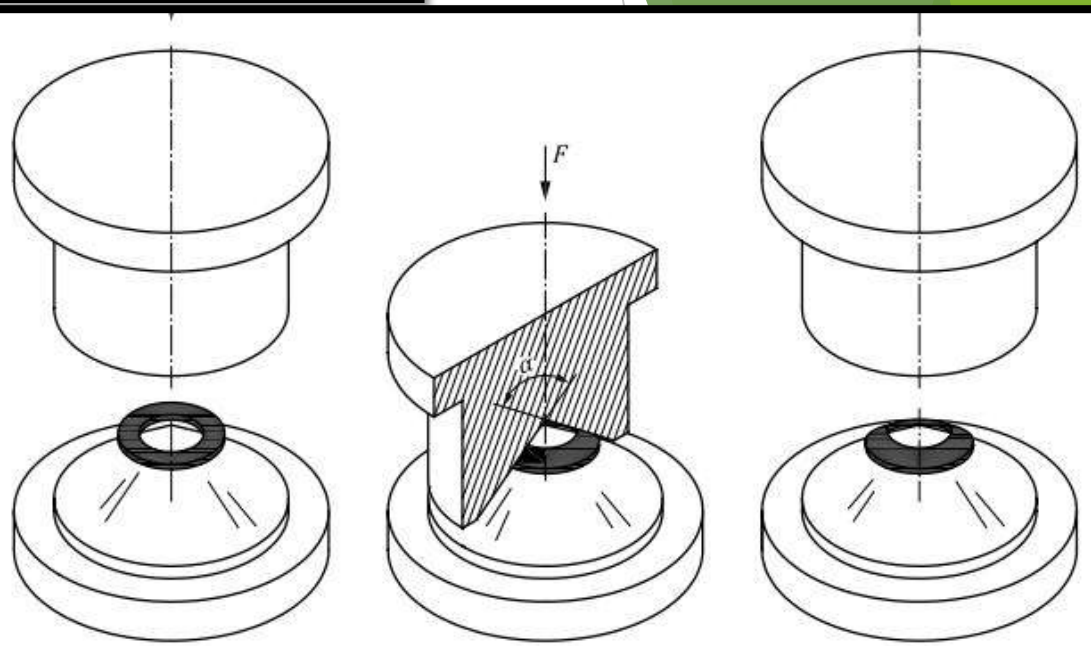
Caractéristiques mécaniques des fixations en acier au carbone et en acier allié —

Partie 3: Rondelles de forme plane de classes de qualité spécifiées

Table 3 — Mechanical and physical properties

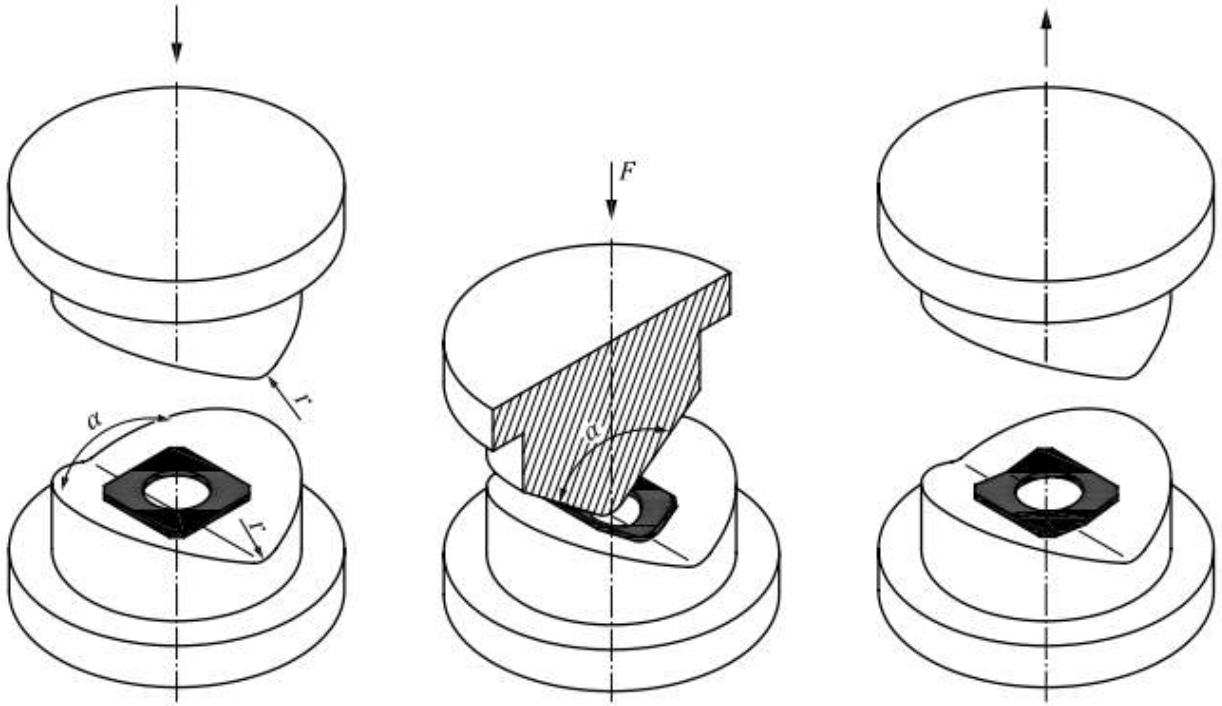
Property class		100HV	200HV	300HV	380HV[a]
Vickers hardness, HV	min.	100	200	300	380
	max.	200[b]	300	370	450
Rockwell hardness, HRC	min.	—	—	30	39
	max.	—	—	39	45
Partial decarburization, HV 0,3	max.	—	—	c	30[d]
Depth of the complete decarburization, G	max.	—	—	c	2 % of t_{eff} or 0,02 mm[e]
Carburization, HV 0,3	max.	—	—	c	30[f]
Reduction of hardness after retempering, HV 10	max.	—	—	20	20

Ductility test for washers of property class 380HV



For washer thickness $t < 4$ mm, $\alpha = 120°$; for washer thickness $t \geq 4$ mm, $\alpha = 160°$.

Figure A.1 — Example of conical shape testing device for washers with concentric round inside and outside diameters



For washer thickness $t < 4$ mm, $\alpha = 120°$ and $r = 4$ mm; for washer thickness $t \geq 4$ mm, $\alpha = 160°$ and $r = 8$ mm.

Figure A.2 — Example of V-shape testing device for washers with other shapes

سختی واشر–DIN6916

UDC 621.882.443 DEUTSCHE NORM October 1989

Round washers
for high-strength structural steel bolting

DIN 6916

Scheiben, rund, für HV-Schrauben in Stahlkonstruktionen

Supersedes March 1979 edition.

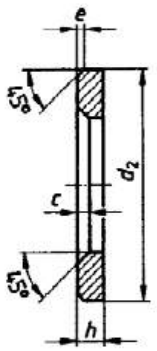
In keeping with current practice in standards published by the International Organization for Standardization (ISO), a comma has been used throughout as the decimal marker.

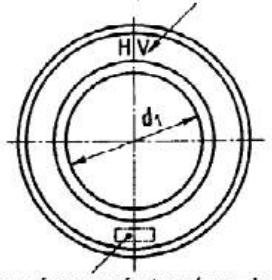
Dimensions in mm

1 Scope and field of application

The washers specified in this standard are intended for use in GV and SL structural steel bolting in accordance with DIN 18 800 Part 1, together with DIN 6914 bolts and DIN 6915 hexagon nuts.

2 Dimensions





Nominal size[1]	For thread size	Hole diameter, d_1 min. = nominal size	Hole diameter, d_1 max.	External diameter, d_2 max. = nominal size	External diameter, d_2 min.	Thickness, h Nominal size	Thickness, h max.	Thickness, h min.	c min. = nominal size	c max.	e ≈	Mass (7,85 kg/dm³), in kg per 1000 units
13	M 12	13	13,27	24	23,48	3	3,3	2,7	1,6	1,9	0,5	7,03
17	M 16	17	17,27	30	29,48	4	4,3	3,7	1,6	1,9	1	14,6
21	M 20	21	21,33	37	36,38	4	4,3	3,7	2	2,5	1	19,6
23	M 22	23	23,33	39	38,38	4	4,3	3,7	2	2,5	1	24,3
25	M 24	25	25,33	44	43,38	4	4,3	3,7	2	2,5	1	30,6
28	M 27	28	28,52	50	49	5	5,6	4,4	2,5	3	1	50,2
31	M 30	31	31,62	56	54,8	5	5,6	4,4	2,5	3	1	63,2
37	M 36	37	37,62	66	64,8	6	6,6	5,4	3	3,5	1,5	115

[1]) Nominal size is equal to $d_{1\,min}$

سختی واشر–DIN6916

Mechanical properties	Material	Steel[1]) quenched and tempered to a hardness from 295 to 350 HV 10.
	As specified in	DIN 17 200
Limit deviations and geometrical tolerances	Product grade	A
	As specified in	DIN 522
Surface finish		Bright. DIN 267 Part 10 shall apply with regard to hot dip galvanizing.
Acceptance inspection		DIN 522 shall apply with regard to acceptance inspection.

1) At the manufacturer's discretion (e.g. C 45).

تاریخ : ۱۴۰۰/۰۸/۰۳

شماره : ۱۴۰۰۰۷۲۴۱۴

پیوست :

ازمایشگاه و مرکز تحقیقات مقاومت مصالح

و کنترل کیفیت سازه ها

دانشگاه صنعتی امیر کبیر(پلی تکنیک تهران)

سختی واشر

آزمون : سختی سنجی واشر

متقاضی: شرکت تولیدی صنعتی

ردیف	مشخصات نمونه		متوسط سختی (HV10)	حداقل - حداکثر استاندارد (HV10)	رده معادل سختی
۱	واشر	M36- HV10	134	295-350	------
۲	واشر	M36- HV10	135	295-350	------
۳	واشر	M36- HV10	168	295-350	------
۴	واشر	M30- HV10	149	295-350	------
۵	واشر	M30	311	295-350	HV.
۶	واشر	M24-SPCO- HV10	307	295-350	HV.
۷	واشر	M24-SPCO- HV10	210	295-350	------
۸	واشر	M20- HV10	148	295-350	------

توجه : تعیین رده مطابق استاندارد DIN 6916 انجام گرفت.

دکتر یونس علیزاده

سرپرست ازمایشگاه

مسئول آزمون : مهندس بهرام حسن زاده

این برگه بدون شماره ، امضا و مهر برجسته فاقد اعتبار می باشد

تهران - خیابان ولیعصر - مقابل خیابان بزرگمهر - دانشگاه صنعتی امیر کبیر - دانشکده مهندسی مکانیک - تلفن ۶۴۵۴۳۴۹۳ - ۶۶۴۹۸۴۴۱

روش های کنترل پیش تنیدگی

آشنایی با وسایل بستن و پیش تنیدگی در اتصالات:

وسایل دستی: این ابزار شامل آچار رینگی، بست Spannerو ابزاری از این دست بوده که بیشتر برای بستن پیچ‌ها در اتصالات اتکایی کاربرد دارد. این ابزار برای پیش‌تنیدگی اتصالات اصطکاکی کاربردی ندارد.

آشنایی با وسایل بستن و پیش تنیدگی در اتصالات:

وسایل ماشینی: چون یک کارگر توانایی لازم برای پیش‌تنیدگی پیچ‌های اتصالات اصطکاکی را ندارد، به ناچار باید از وسایل ماشینی برای این مقصود استفاده نمود. این وسایل شامل ابزار مختلفی است که پرکاربردترین آن‌ها عبارتند از:

آشنایی با وسایل بستن و پیش تنیدگی در اتصالات:

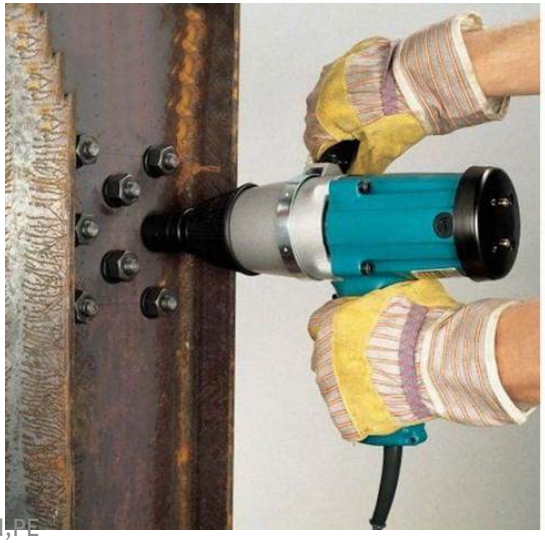
آچار هیدرولیک: این وسیله با فشار روغن کار کرده و در سازه‌های فولادی کاربرد زیادی نداشته و بیشتر در مخازن تحت فشار استفاده می‌شود.

آچار بادی: در کشور ما، برای سازه‌های فولادی بیشتر از این وسیله استفاده می‌شود. این وسیله دارای انواع و اندازه‌های گوناگون بوده و کارکرد آن با فشار باد می‌باشد. به همین دلیل باید از کمپرسور باد برای تامین نیروی آن استفاده نمود. در این روش با استفاده از باد پرفشار و ضربه زدن، پیچ‌ها سفت می‌شود.

آشنایی با وسایل بستن و پیش تنیدگی در اتصالات:

آچار برقی: این وسایل همان‌گونه که از نامشان پیداست با برق کار می‌کند. این ابزار در کشور ما رایج نیست که شاید به دلیل گرانی ابزار و هزینه‌ی تامین و نگهداری بالا باشد.

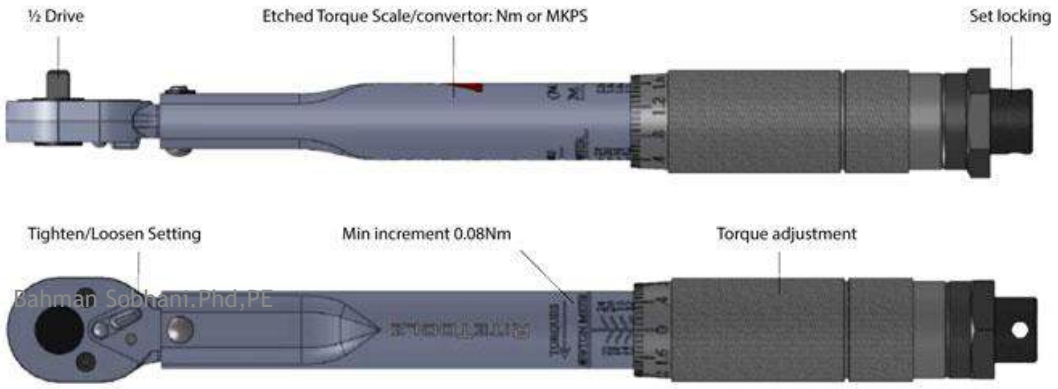
به طور کلی به ابزار سفت کردن و پیش‌تنیدن پیچ‌ها Impactor گفته می-شود. نکته‌ی مهم هنگام استفاده از این ابزار عدم آگاهی از میزان گشتاور ایجاد شده و میزان پیش‌تنیدگی پیچ می‌باشد که مورد بسیار مهمی در زمینه‌ی ایجاد یک اتصال درست در هنگام اجراست.



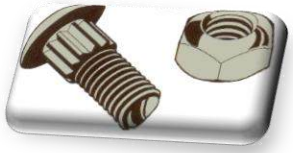
آشنایی با وسایل بستن و پیش تنیدگی در اتصالات:

ترک‌متر Torque Meter همان‌گونه که اشاره شد، با استفاده از ابزار دستی یا ماشینی برای سفت کردن پیچ‌های اتصال سازه، نمی‌توان میزان گشتاور ایجاد شده و پیش‌تنیدگی حاصل از آن را به‌دست آورد.

برای رسیدن به پیش-تنیدگی در پیچ‌های یک مجموعه اتصال، باید میزان گشتاور پیچشی مشخص شود که برای این کار از وسیله‌ای به نام ترک‌متر استفاده می‌شود. این وسیله دارای نشانگری‌ست که به کمک آن می‌توان مقدار گشتاور پیچشی وارد بر پیچ را اندازه‌گیری نمود.

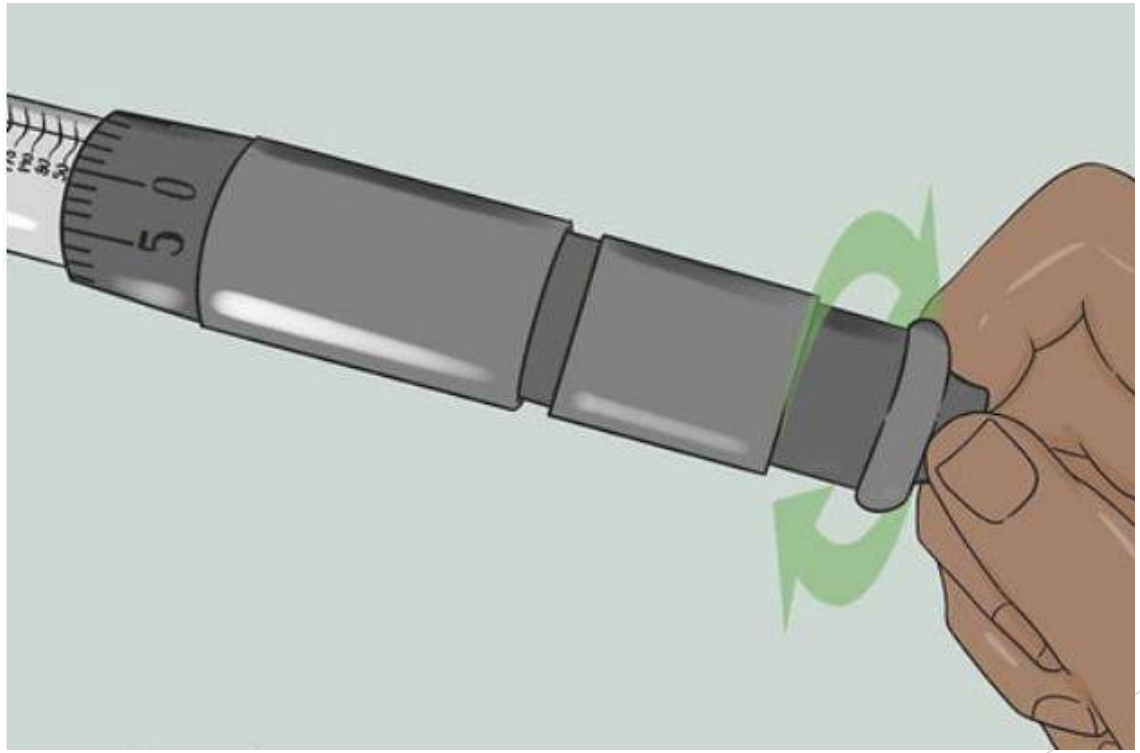


آشنایی با وسایل بستن و پیش تنیدگی در اتصالات:



Manual Wrench (1)

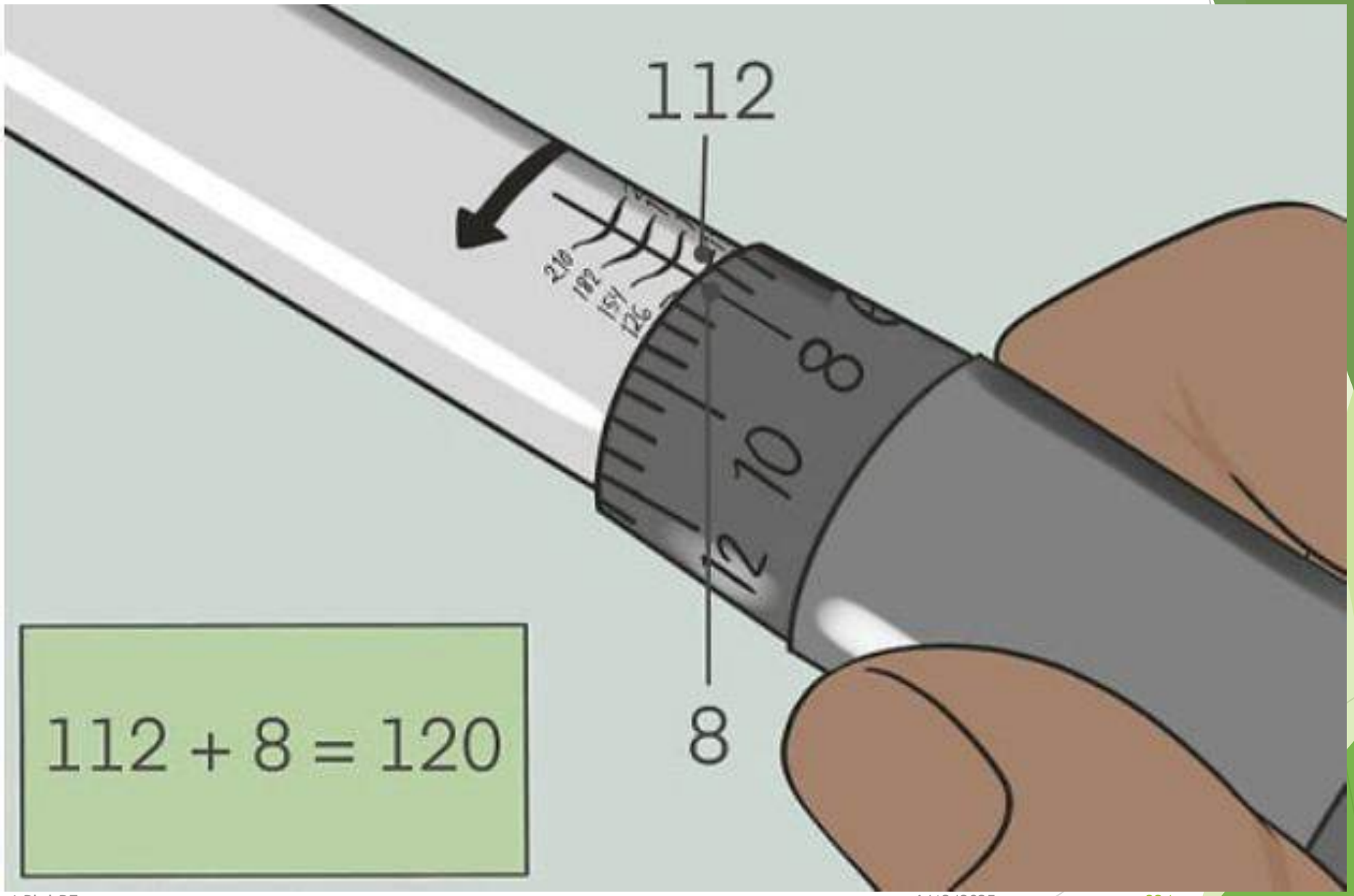

Pivot Pin
Beam
Roller Pin and Bearing
Adjustment Spring
Reversible Ratchet Head
Handle Body
Adjustment Handle
Locking Nut




INCH POUNDS
Align 0 mark


STORE AT
LOWEST SETTING
FOOT POUNDS
150
130
110
90
70
50
30
10
140
120
100
80
60
40
20
2 0 8 6


STORE AT
LOWEST SETTING
NEWTON METER
203.5
176.3
149.2
122.0
94.9
67.8
40.7
13.6
189.9
162.7
135.6
108.5
81.4
54.2
27.1
4 2 0 8


112
8
112 + 8 = 120

آشنایی با وسایل بستن و پیش تنیدگی در اتصالات:

چندکاره :**Multi Player** در مورد **پیچ‌های تا سایز M20 سایزهای پایین می‌توان انتظار داشت که نیروی یک کارگر معمولی توان سفت‌کردن آن‌را داشته** باشد؛ اما، برای سایزهای بزرگتر از آن که نیروی **کارگری تامین‌کننده‌ی میزان سفت‌شدگی نیست، باید از دستگاه «چندکاره» که در اصطلاح به آن «مولتی‌پلایر» گفته** می‌شود استفاده نمود.

این دستگاه دارای انواع گوناگونی است **که براساس شاخصه‌ی نسبی با افزایش نیروی دست کارگر تقسیم‌بندی شده است. به عنوان مثال، مولتی‌پلایر ۱:۲ میزان نیروی دست کارگر را دو برابر و مولتی-پلایر** ۱:۵ میزان نیروی دست کارگر را پنج برابر می‌کند.

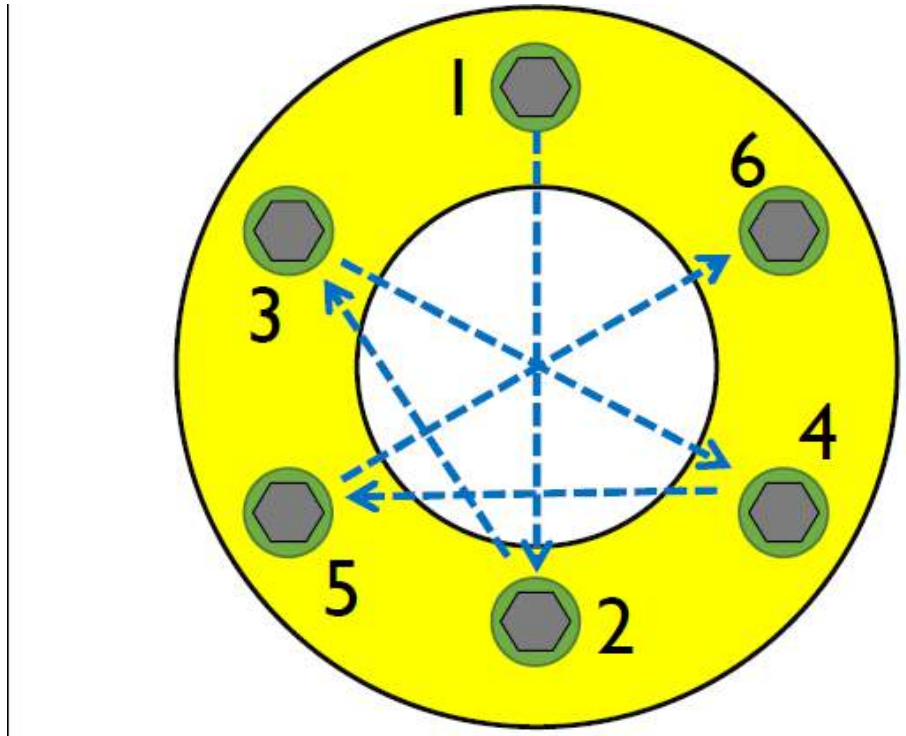
آشنایی با وسایل بستن و پیش تنیدگی در اتصالات:

آشنایی با وسایل بستن و پیش تنیدگی در اتصالات:

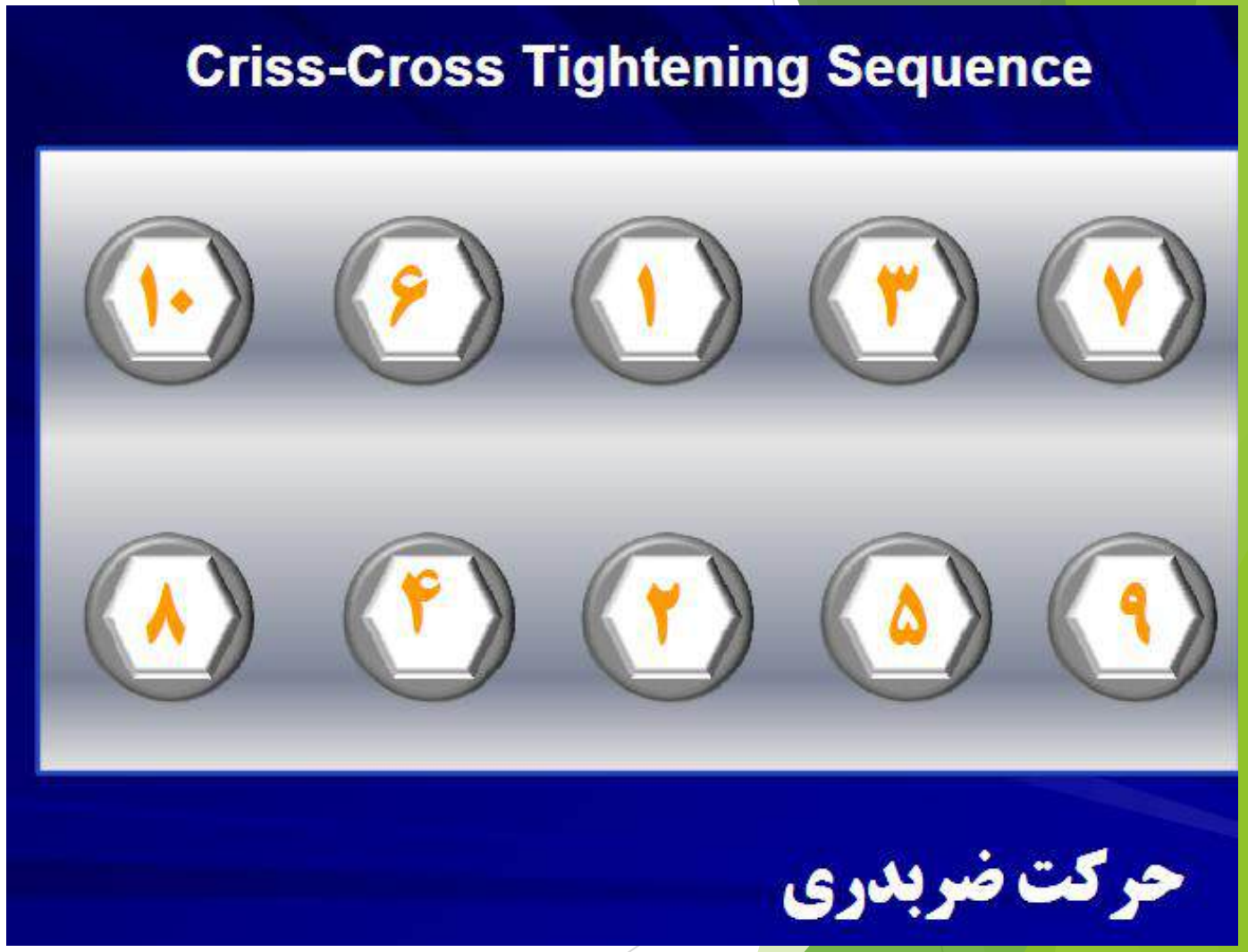
۱۰-۴-۵-۷ روش های کنترل پیش تنیدگی

سازنده موظف است کنترل کیفیت دقیقی بر عملیات بستن پیچ ها و مهره ها و نیز پیش تنیده کردن پیچ ها در کارگاه نصب اعمال داشته و گزارش های مربوط به این کنترل ها را جهت بررسی و تأیید نمایندهٔ کارفرما ارائه نماید. نمایندهٔ کارفرما می تواند به طور مستقل یا از طریق آزمایشگاه با صلاحیت، پیش تنیدگی پیچ ها را کنترل نماید. تصمیم نمایندهٔ کارفرما در مورد کفایت پیش تنیدگی پیچ ها قطعی خواهد بود. برای پیچ های پرمقاومت به کارگرفته شده در اتصالات پیش تنیده و لغزش بحرانی، نیروی پیش تنیدگی لازم برای سفت‌کردن پیچ ها باید مطابق مقادیر جدول های ۱۰-۴-۸-الف و ب انتخاب شود.

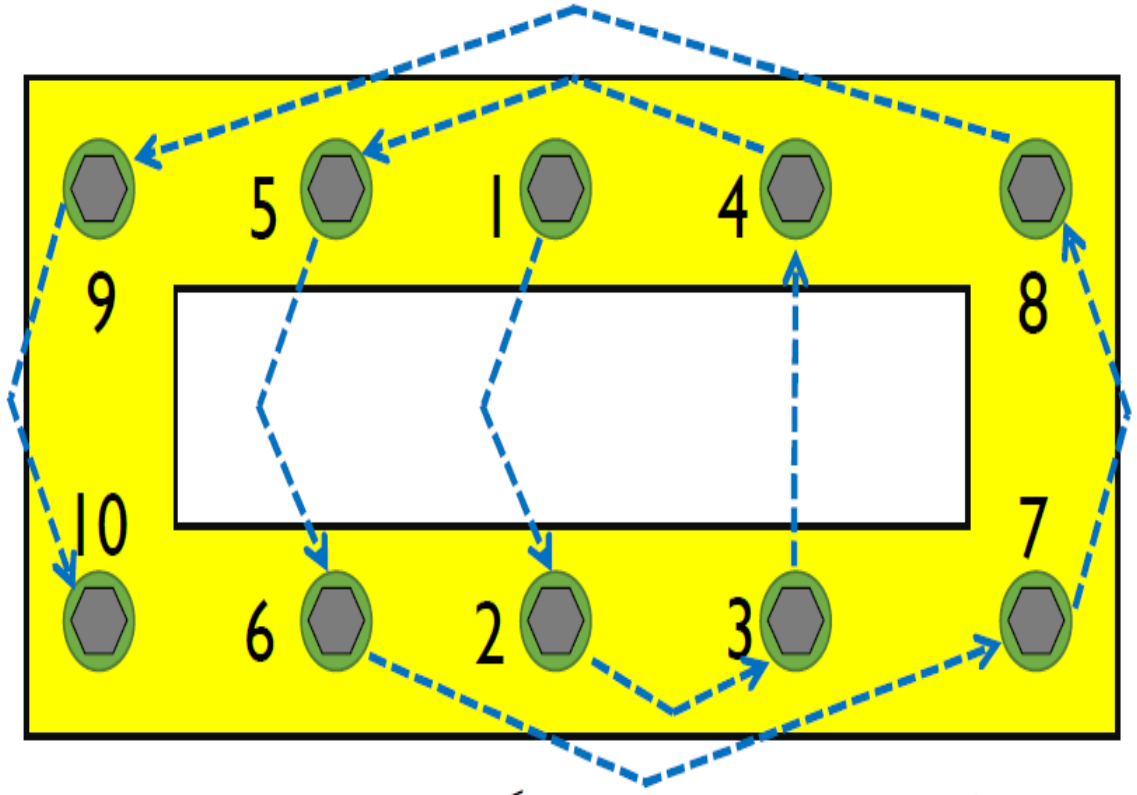
ترتیب و توالی محکم کردن اولیه و پیش تنیدن پیچ ها:



ترتیب سفت کردن ضربدری برای پیچ‌های با الگوی دایره



ترتیب و توالی محکم کردن اولیه و پیش تنیدن پیچ ها:



ترتیب سفت کردن مارپیچی برای پیچ‌های با الگوی غیردایره و شروع از پیچ میانی

ترتیب و توالی پیش تنیدن پیچ ها:

ترتیب و توالی پیش تنیدن پیچ ها:

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:

$$M_t = KT_b d_b \qquad (۱-۵-۴-۱۰)$$

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.

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

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

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

گشتاور پیچشی برای پیچ ۱۰.۹ سایز ۲۰

$$M_t = KdT = 0.12*178.5*.02*1000 = 430\ N.m$$

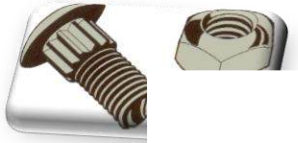
پیش تنیده کردن به روش چرخاندن مهره با علامت گذاری

شکل ۱۰-۴-۴: دستورالعمل چرخش مهره

جدول ۱۰-۴-۲ چرخش اضافی لازم برای پیش‌تنیده کردن پیچ‌ها

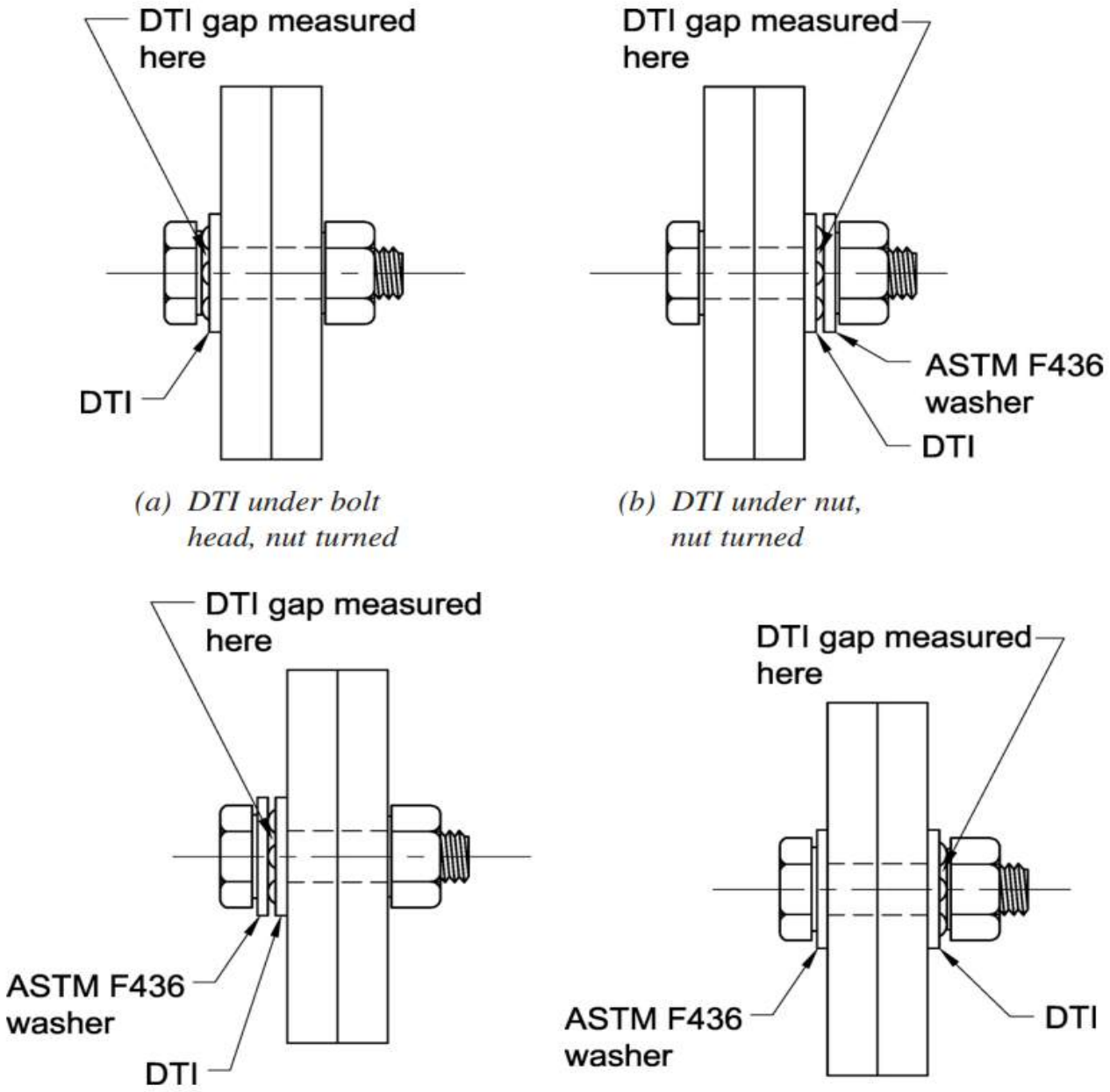
طول پیچ (L)	تعداد دور اضافه برای پیش‌تنیده کردن پیچ‌ها
$L \le 4D$	$\frac{1}{3}$ دور
$4D < L \le 8D$	$\frac{1}{2}$ دور
$8D < L \le 12D$	$\frac{2}{3}$ دور

D قطر پیچ می‌باشد.



روش‌های پیش‌تنیدن پیچ‌ها:

واشرهای Direct Tension Indicator (DTI)



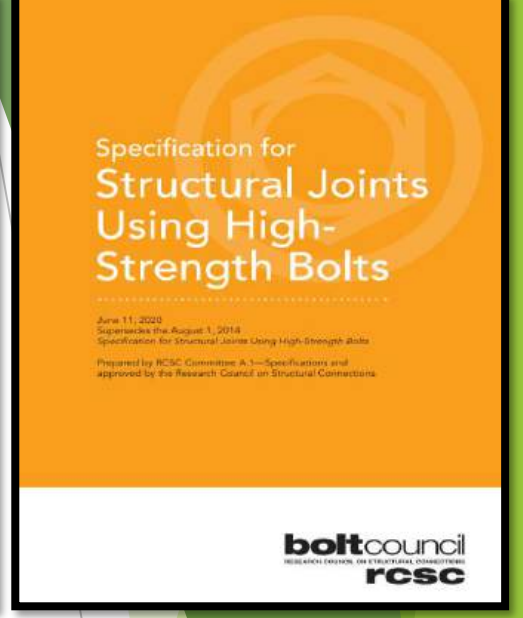
(a) DTI under bolt head, nut turned

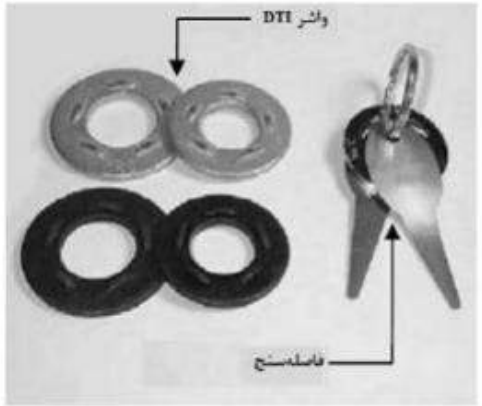
(b) DTI under nut, nut turned

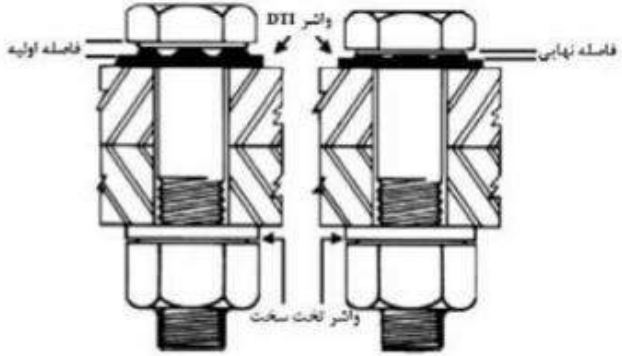
(c) DTI under bolt head, bolt head turned

(d) DTI under nut, bolt head turned

Note: See Section 6 for general requirements



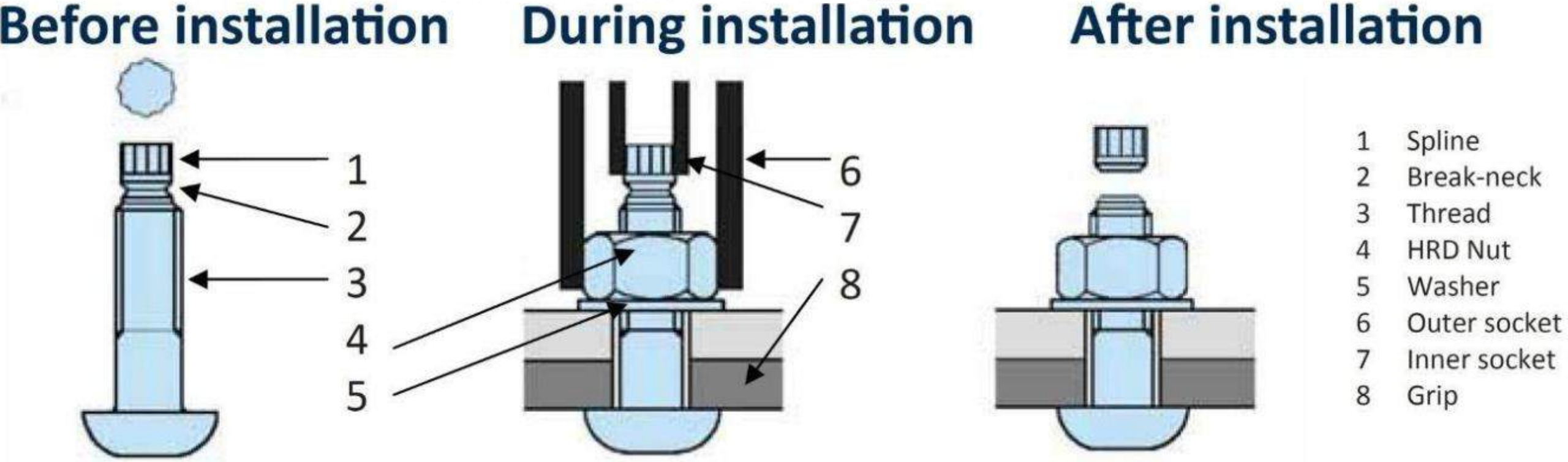




شکل ۱۰-۴-۷: فاصلهٔ قابل‌مشاهده در روش DTI پس از پیش‌تنیده کردن

روش‌های پیش‌تنیدن پیچ‌ها:
Tc bolt

روش‌های پیش‌تنیدن پیچ‌ها:



نمای کلی از پیچ tc bolt که قبل از نصب دارای زائده ای در انتهای آن است، و بعد از نصب و رسیدن به حد پیش تنیدگی لازم از انتهای پیچ جدا میشود.

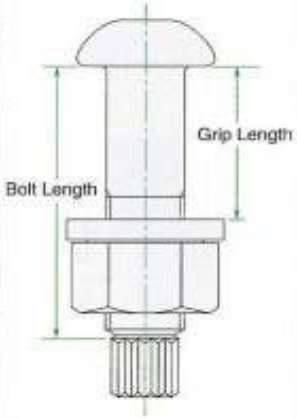
unit:kgs and pounds

Diameter	M16		M20		M22		M24		M27		M30	
Length	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb
35	18.5	40.8										
40	19.1	42.1	31.8	70.1								
45	19.9	43.9	32.8	72.3								
50	20.7	45.6	34.1	75.2	46.3	102.1						
55	21.5	47.4	35.4	78.4	47.8	105.4	63.1	139.1				
60	22.3	49.2	36.7	80.9	49.3	108.7	64.9	145.1				
65	23.1	50.9	38.0	83.8	50.8	112.0	66.7	147.0				
70	23.9	52.7	39.3	86.6	52.3	115.3	68.5	151.0				
75	24.7	54.5	40.6	89.5	53.8	118.6	70.3	155.0				
80	25.5	56.2	41.9	92.9	55.3	121.9	72.1	159.0	97.1	214.0	126.9	279.7
85	26.3	58.0	43.2	95.2	56.8	125.2	73.9	162.9				
90	27.1	59.7	44.5	98.1	58.3	128.5	75.7	166.9	101.6	223.9	132.5	292.0
95	27.9	61.5	45.8	101.0	59.8	131.8	77.5	170.9				
100	28.7	63.3	47.1	103.8	61.3	135.1	79.3	174.8	106.1	233.8	138.0	304.2
105	29.5	65.0	48.4	106.7	62.8	138.5	81.1	178.8				
110			49.7	109.7	64.3	141.8	82.9	182.8	110.6	243.8	143.6	316.5
115			51.0	112.4	65.8	145.1	84.7	186.7				
120			52.3	115.3	67.3	148.4	86.5	190.7	115.1	253.7	149.1	328.6
125			53.6	118.2	68.8	151.7	88.3	194.7				
130			54.9	121.0	70.3	155.0	90.1	198.6	119.6	263.6	154.7	341.0
135					71.8	158.3	91.9	202.6				
140					73.3	161.6	93.7	206.6	124.1	273.5	160.2	353.1
145					74.8	164.9	95.5	210.5				
150							97.3	214.5	128.6	283.4	165.8	365.4
155							99.1	218.5				
160							100.9	222.4	133.1	293.4	171.3	377.5
165												
170									137.6	303.3	176.8	389.7
175												
180									142.1	313.2	182.4	402.0

(Set:Bolt1, Nut1 ,Washer1)

Bolt Length unit:mm

Nominal size	To determine required bolt length add to grip
M16	25
M20	30
M22	35
M24	40
M27	45
M30	60



کنترل های اجرایی
پیچ و مهره

۱۰-۴-۵-۶ بستن و محکم کردن پیچ ها در اتصالات پیش تنیده و لغزش بحرانی

محکم کردن پیچ های هر اتصال در دو مرحله انجام میگیرد.

در مرحله اول تا حد سفتی کامل محکم میشوند، تا اطمینان حاصل شود که سطوح تماس کاملا بهم چسبیده اند.

در مرحله دوم، با چرخاندن اضافی مهره، پیچ ها پیش تنیده می شوند.

در هریک از مراحل محکم کردن پیچ ها، باید از قسمتی که اتصال صلب تر است و صفحات تغییر شکل کمتری می دهند، شروع به بستن پیچ ها کرد.

در وصله ها، قسمت صلب اتصال، وسط ورق وصله است.

بعد از محکم کردن پیچ های وسط با حفظ تقارن و ترتیب، پیچ های کناری تا لبه آزاد ورق اتصال محکم می شوند.

سپس می توان به پیچ های وسط پرداخت تا اطمینان حاصل شود سفت کردن پیچ های کناری، آن ها را از حالت کاملا سفت خارج نکرده است.

در تمام مراحل محکم کردن پیچ ها باید دقت کرد از چرخیدن پیچ و مهره با هم جلوگیری به عمل آید.

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.

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.

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

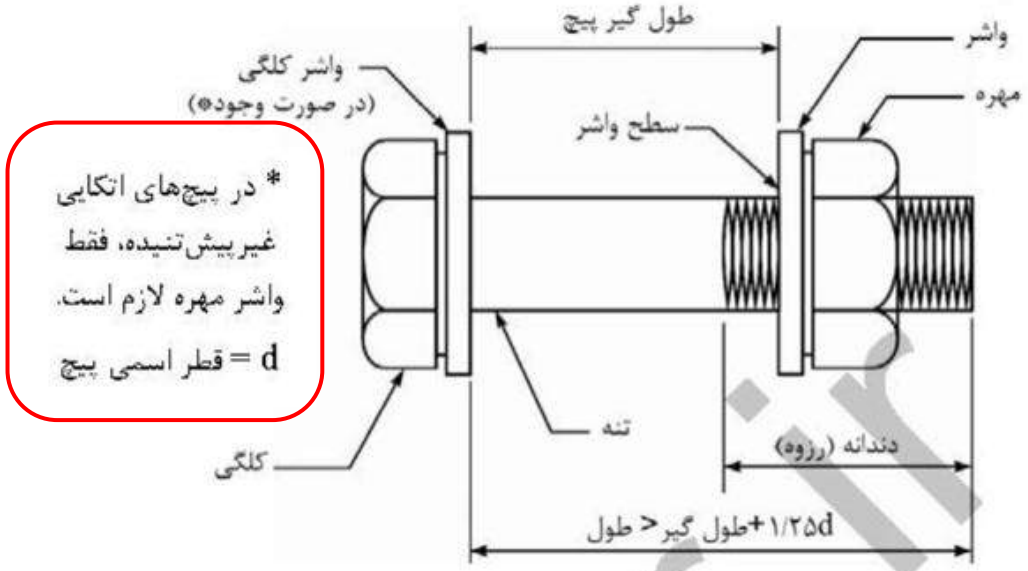
استفادهٔ مجدد از پیچ‌هایی که تا حد سفتی اولیه محکم شده‌اند، بلامانع است. استفادهٔ مجدد از پیچ‌های پیش‌تنیده‌شده و مهره‌های آن‌ها مجاز نیست.

۷-۶-۳-۷- دور انداختن پیچ

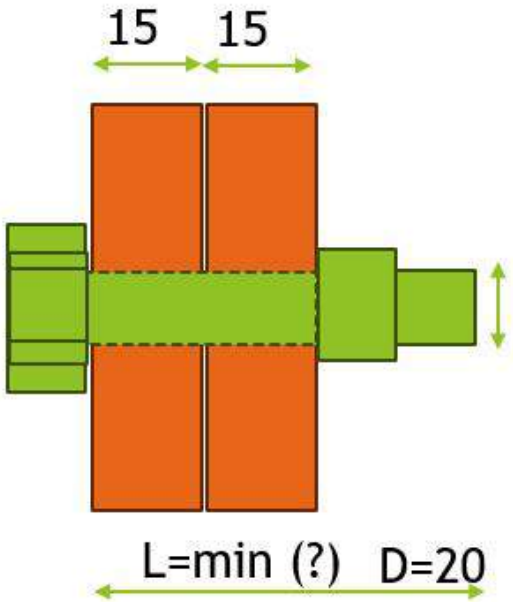
درصورتی‌که پس از تکمیل عملیات پیش‌تنیدگی، در یک پیچ شل‌شدگی ایجاد شود یا پیچ توسط عوامل کار باز شود، پیچ، مهره و واشر مربوط باید دور انداخته شده و به‌جای آن‌ها از پیچ، مهره و واشر دیگری استفاده شود. باز کردن و استفاده مجدد از پیچ‌های پیش‌تنیده شده به همراه مهره و واشرهای مربوط، مجاز نمی‌باشد.

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



دو واشر 3میلیمتر دو ورق 15 میلی متر 1.25 برابر قطر پیچ

D=2*3.5mm+2*15mm+1.25*20=
=7+30+25=62mm

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.

۷-۶-۳- سرهم‌بندی پیچ‌های با قابلیت پیش‌تنیدگی

۷-۶-۳-۱ ترکیب پیچ و مهره

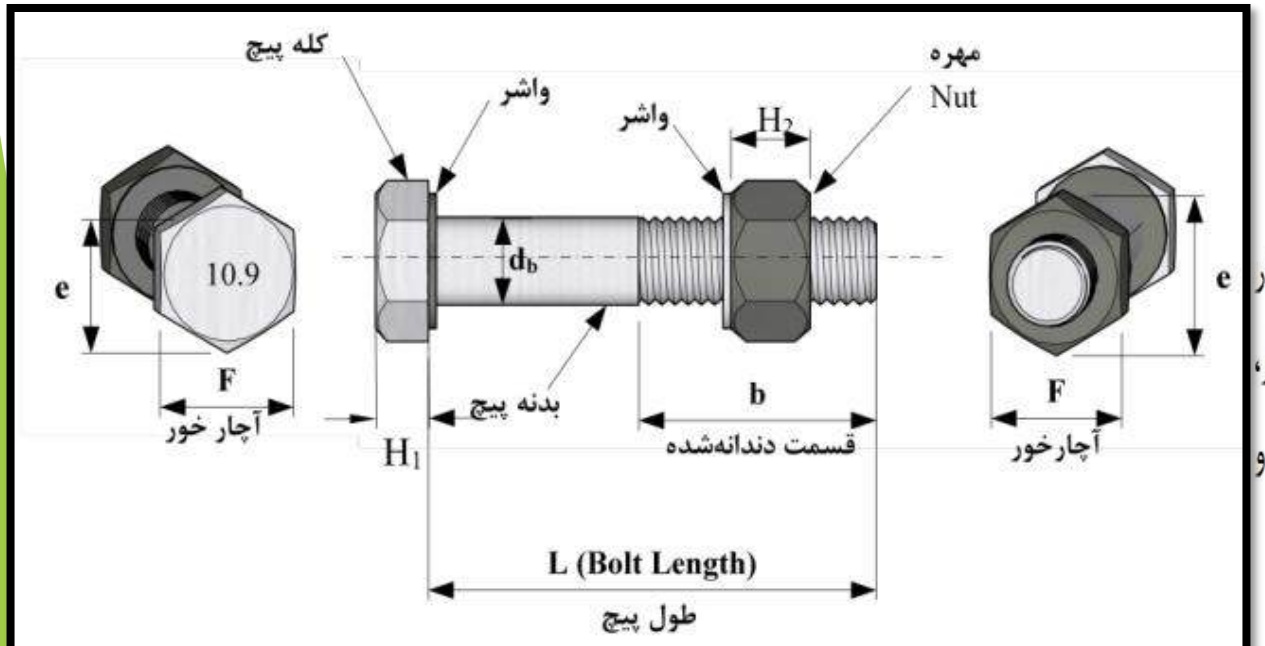
ترکیب مصالح پیچ‌ها، مهره‌ها و واشرها باید مطابق استاندارد مربوط باشد.

۷-۶-۳-۲- طول پیچ

طول پیچ باید به‌گونه‌ای در نظر گرفته شود تا پس از محکم شدن آن، حداقل طول چهار رزوه کامل به اضافه اولین رزوه بین مهره تحت نیرو و ساق رزوه نشده پیچ، فضای خالص باشد و همچنین طول بیرون زده آن حداقل یک گام رزوه کامل از انتهای مهره تا انتهای پیچ باشد. استفاده از واشر اضافی برای تنظیم این طول‌ها بلامانع است.

۷-۶-۳-۳- واشرها

در پیچ‌های با تنش نهایی بزرگ‌تر از ۹۰۰ مگاپاسکال باید هم زیر کلگی پیچ و هم زیر مهره از واشر استفاده شود. در بقیه پیچ‌ها، استفاده از یک واشر زیر قطعه‌ای که چرخانده می‌شود ضروری است. در صورت استفاده از واشر تخت پخ‌دار، سمت پخ‌دار واشر باید به سمت مهره یا کلگی پیچ باشد. درصورتی‌که قطعات متصل شونده دارای پوشش حفاظتی بوده و



شکل ۷-۱- اجزای مختلف مجموعهٔ پیچ و مهره

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 که 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.

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.

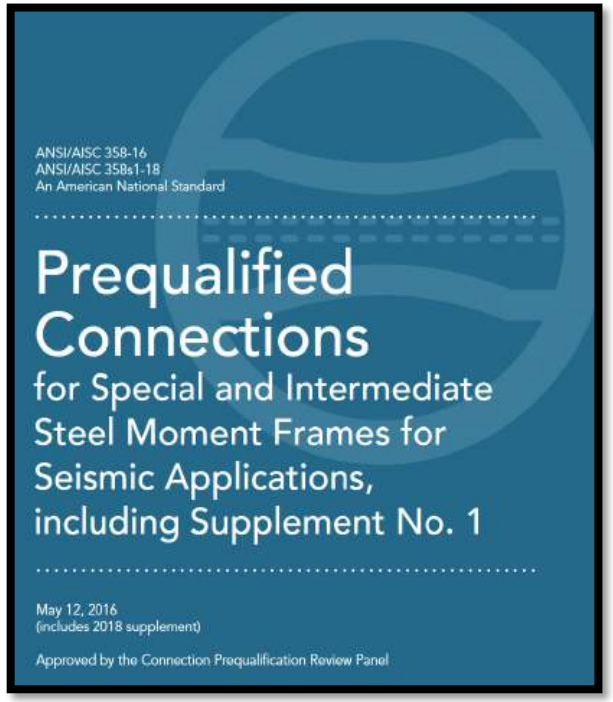
(۲) شرایط ملایم، شرایط آب و هوایی با رطوبت نسبی متوسط مساوی یا کمتر از 50%

(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%

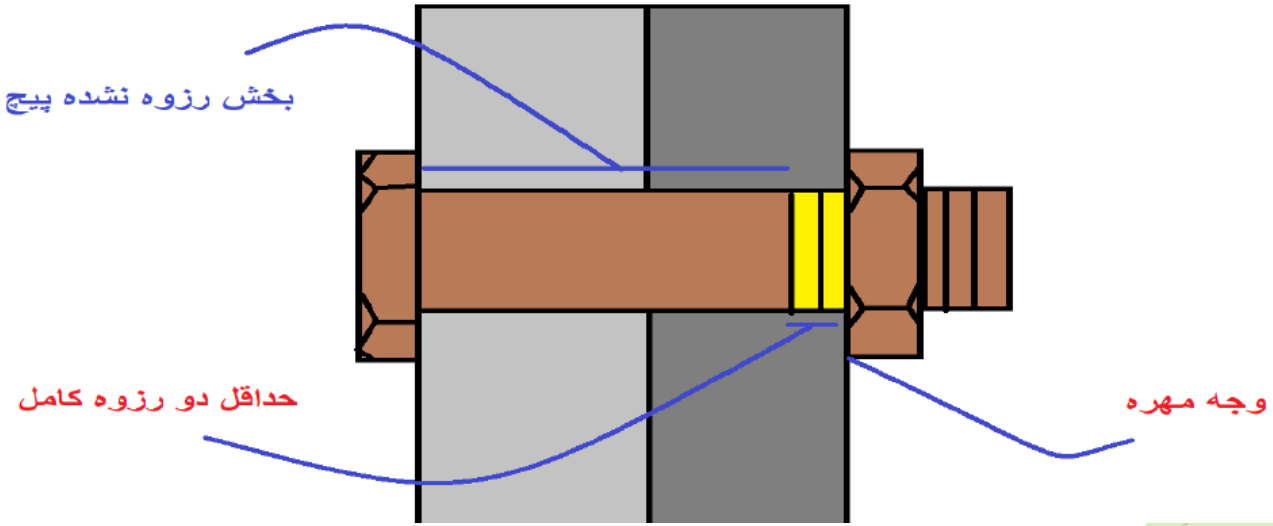
(۵) در این حالت آماده‌سازی Sa 1 و یا St 2 نیز موردقبول است.

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



6.6. BOLTS

Prequalification tests have been conducted with both pretensioned ASTM F3125 Grade A325 and A490 bolts. Bolt length should be such that at least two complete threads are between the unthreaded portion of the shank and the face of the nut after the bolt is pretensioned. Slip-critical connection provisions are not required for end-plate moment connections.

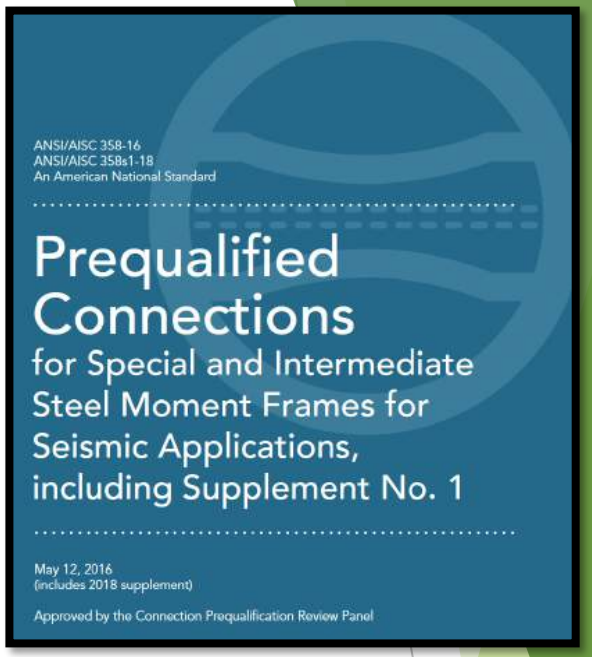


6.5. BOLTS

Prequalification tests have been conducted with both pretensioned ASTM F3125 Grade A325 and A490 bolts. Bolt length should be such that at least two complete threads are between the unthreaded portion of the shank and the face of the nut after the bolt is pretensioned. Faying surface requirements in Section D2.2(d) of the AISC *Seismic Provisions* are not required for end-plate moment connections.

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.

EN 14399-4 and EN 14399-8 nominally at least two full threads



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.

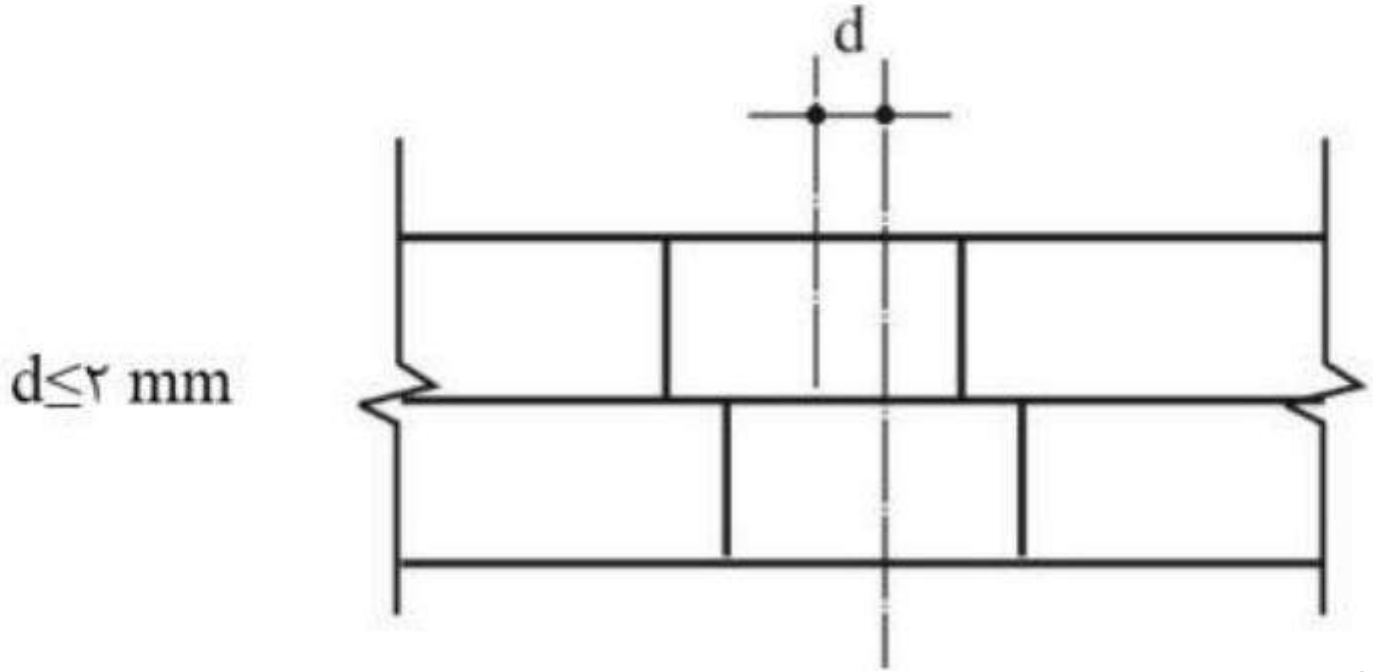
۱۰-۴-۵-۱۱ استفادهٔ مجدد از پیچ‌های پیش‌تنیده‌شده

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

۱۰-۴-۸-۷ رواداری مرکز سوراخ پیچ‌ها

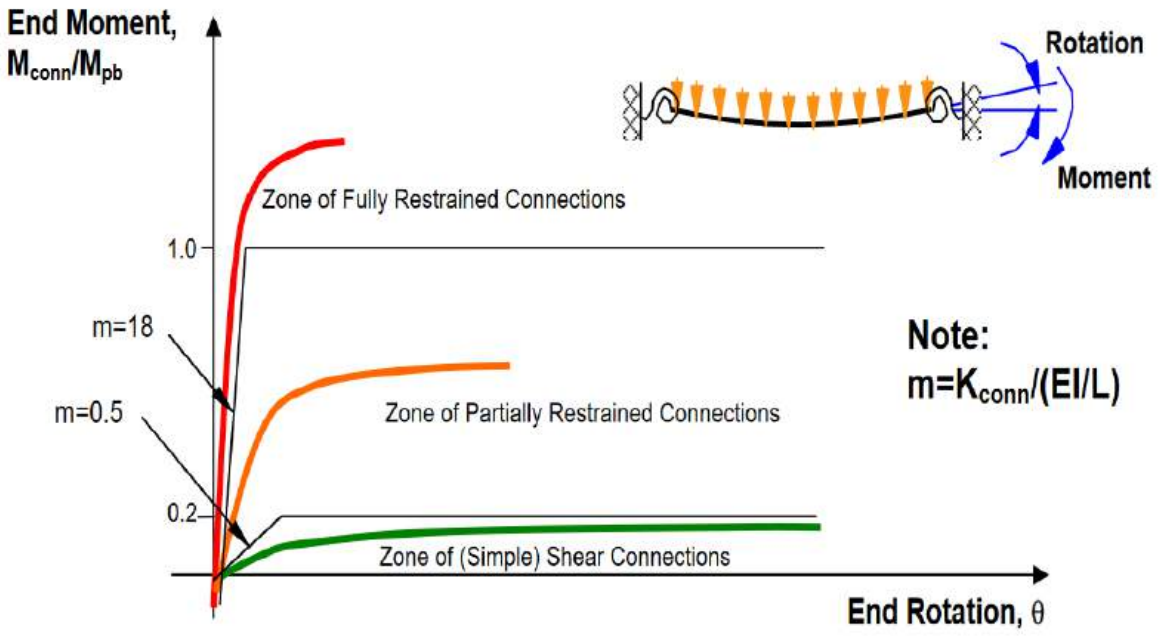
در خصوص رواداری مرکز سوراخ پیچ‌ها، رعایت الزامات زیر ضروری است:

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



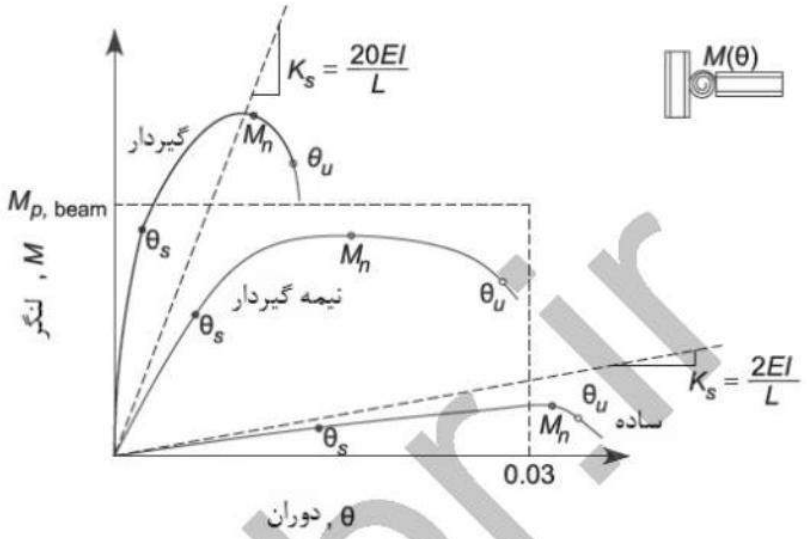
اتصالات ساده یا مفصلی

انواع اتصالات مفصلی یا ساده در سازه های فولادی جوشی یا پیچی



۱۰-۲-۹-۱-۲ انواع اتصالات سازه‌ای

به‌طورکلی اتصالات تیر به ستون در قاب‌های ساختمانی به سه دستهٔ ساده[1] (S)، گیردار[2] (FR) و نیمه گیردار[3] (PR) تقسیم‌بندی می‌شوند. در اتصالات سازه‌ای، این تقسیم‌بندی براساس جزئیات استاندارد شده و آزمایشات فیزیکی بر روی آن‌ها و با توجه به منحنی لنگر-دوران اتصال (مطابق شکل ۱۰-۲-۹-۳) انجام می‌پذیرد.

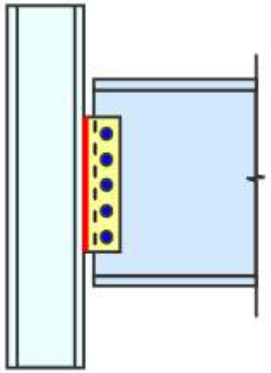


شکل ۱۰-۲-۹-۳: نمونهٔ منحنی لنگر - دوران و دسته‌بندی اتصالات

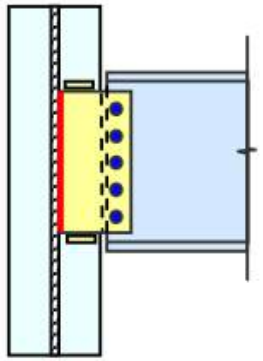
تبصره: هرگونه مغایرت جزئیات اتصالات با جزئیات استاندارد باعث تغییر در منحنی لنگر-دوران شده و به‌عنوان نمونه، با یک جوشکاری اضافی ممکن است اتصالی را از حالت ساده به حالت نیمه گیردار یا گیردار تبدیل کند. ازاین‌رو استفاده از جزئیات استاندارد برای هر نوع اتصال اکیداً توصیه


S09030

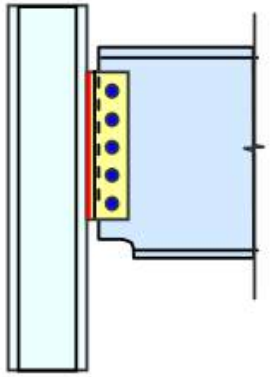
انواع اتصالات مفصلی یا ساده در سازه های فولادی جوشی یا پیچی



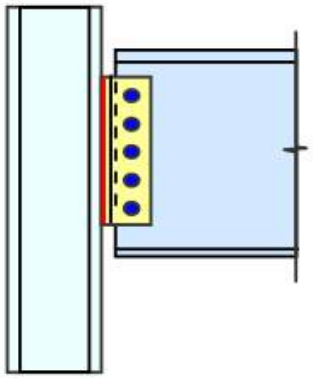
Shear Tab on
Column Flange



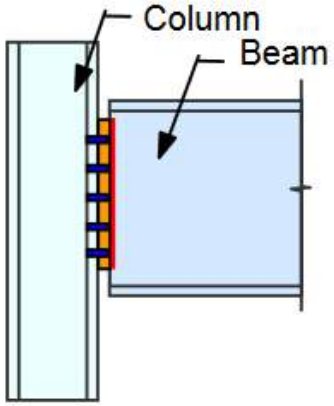
Shear Tab on
Column Web



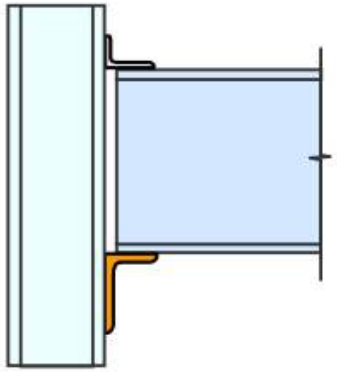
Double Angles



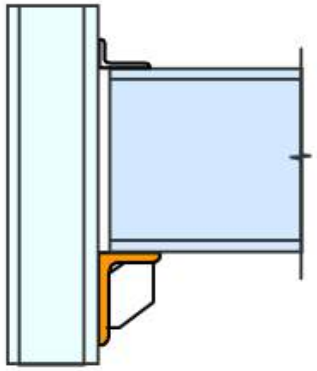
Tee



Shear End Plate

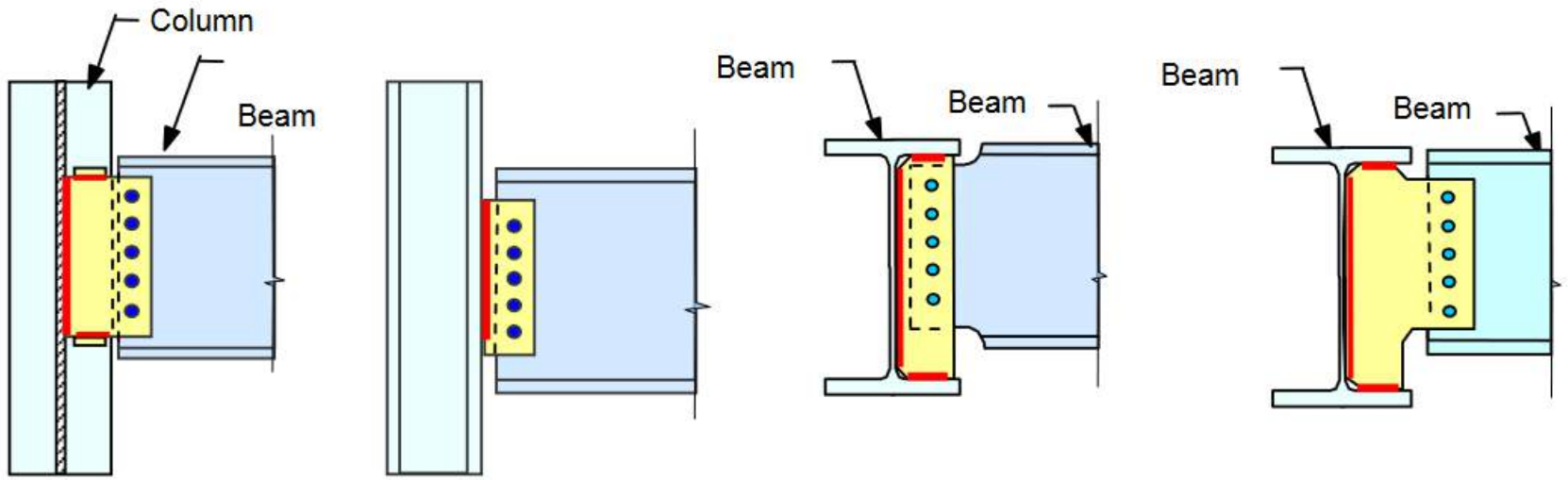


Seat Angle

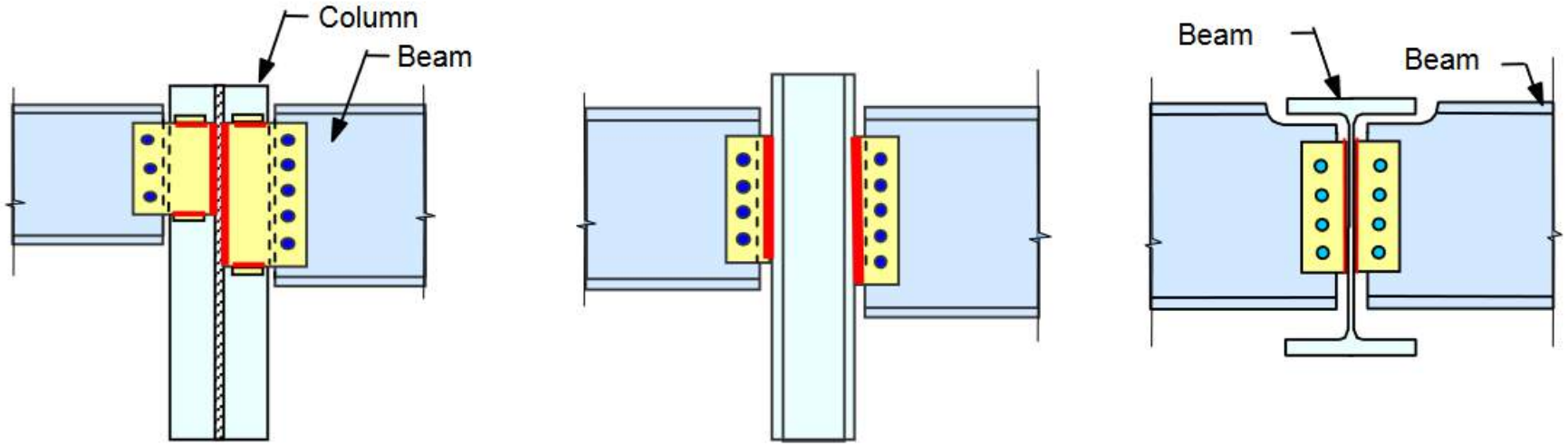


Stiffened Seat

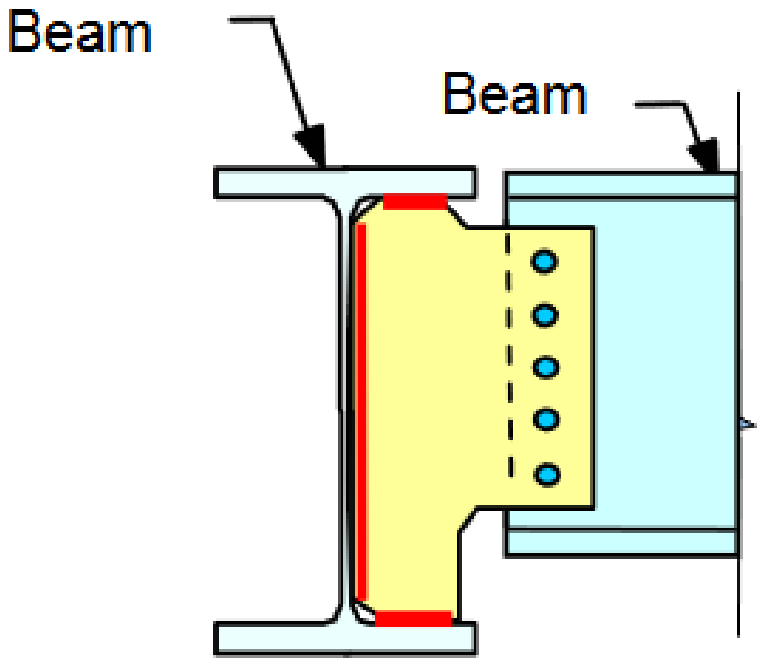
اتصالات مفصلی یا ساده با ورق برشی

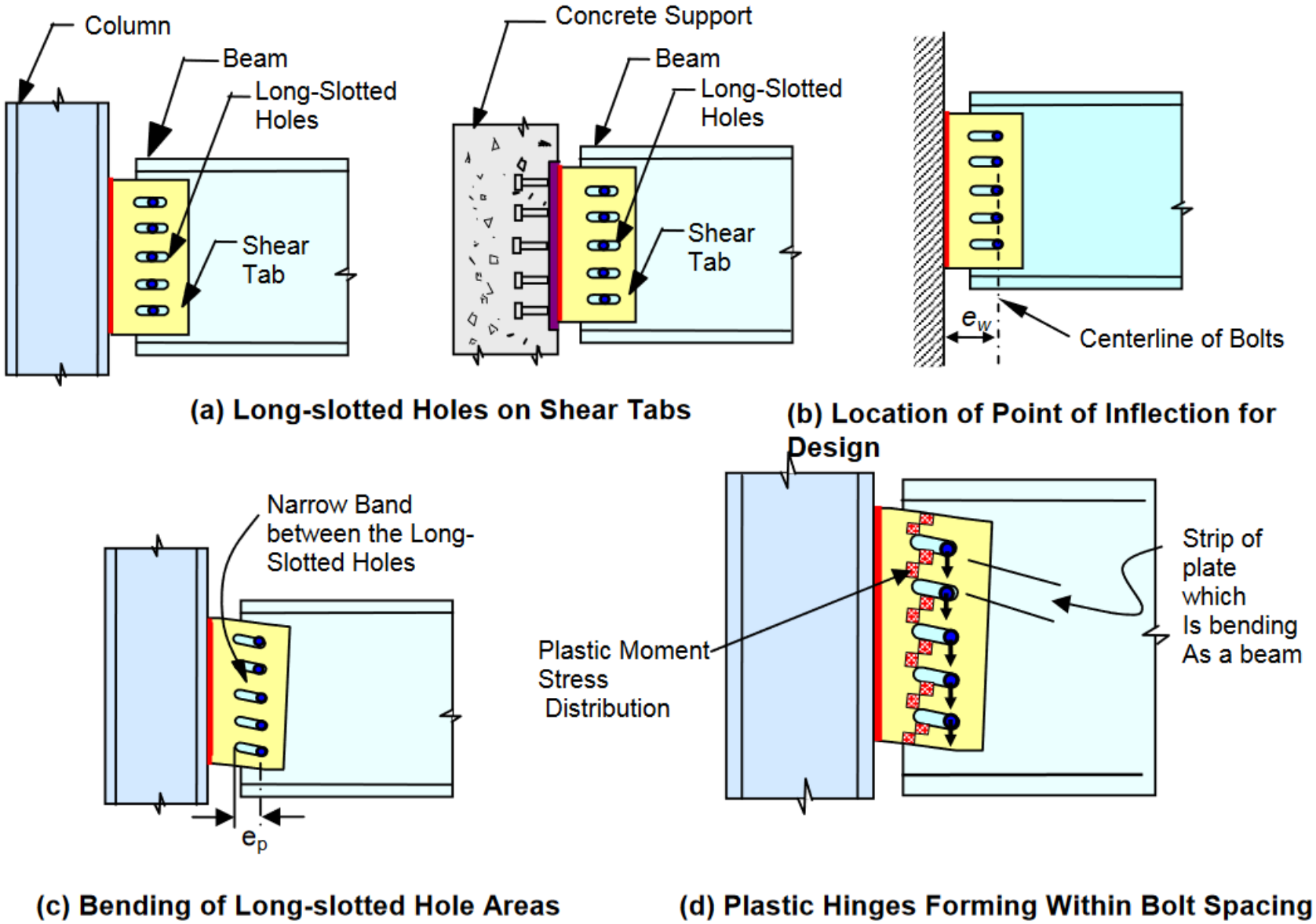


(a) One-Sided Shear Tab Connections



(b) Double-Sided Shear Tab Connections


Beam
Beam



(a) Long-slotted Holes on Shear Tabs

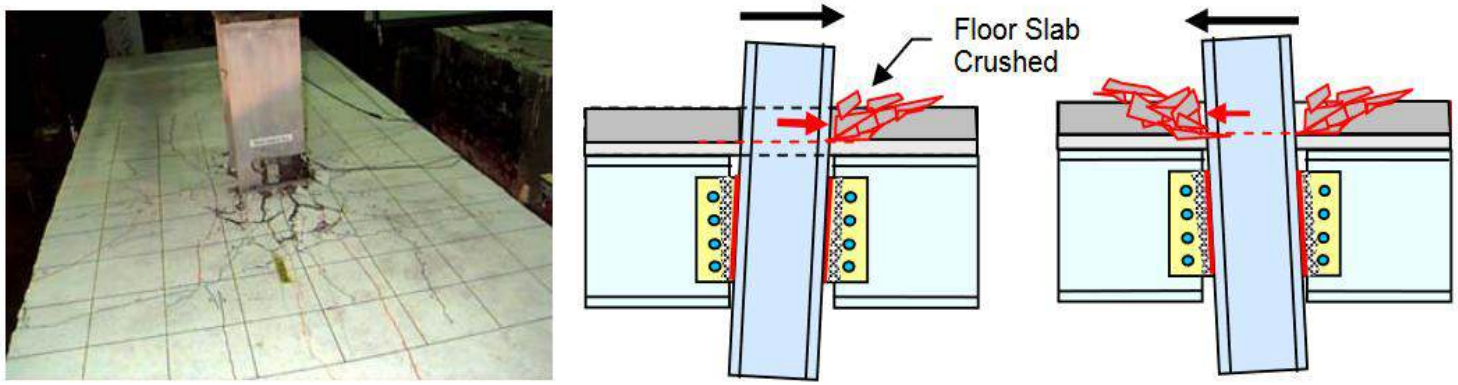
(b) Location of Point of Inflection for Design

(c) Bending of Long-slotted Hole Areas

(d) Plastic Hinges Forming Within Bolt Spacing

Figure 2.4. Shear Tabs with Long-Slotted Holes

اتصالات مفصلی یا ساده با ورق برشی در زلزله و اثرات آن در سقف



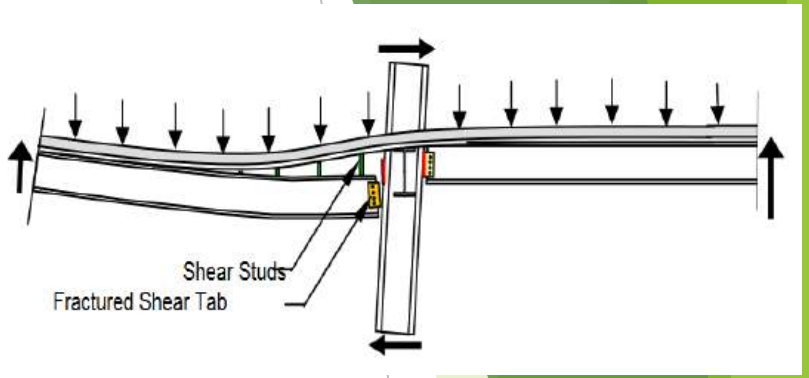


Figure 3.5. Damage to the Floor Slab during Cyclic Rotation of the Column

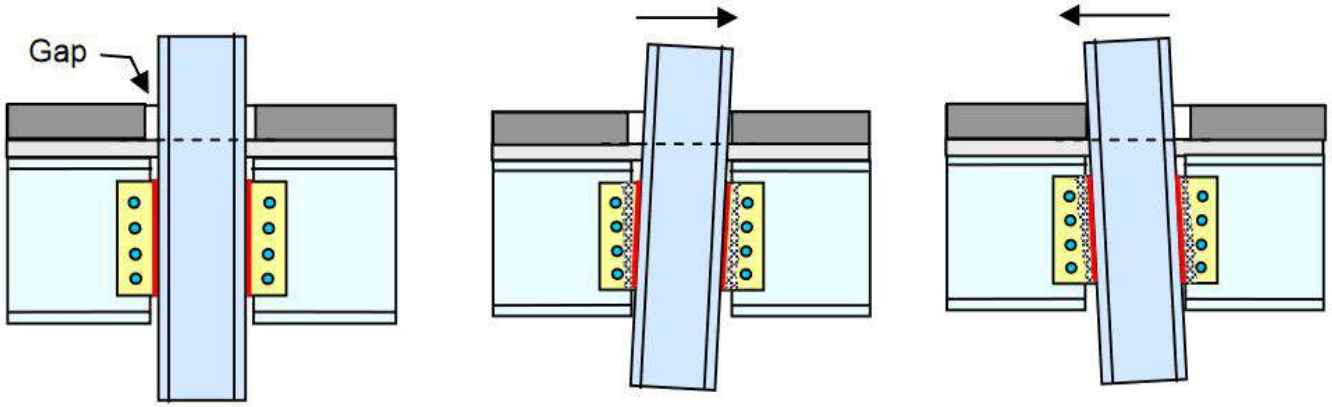


Figure 3.6. Gap around the Steel Column Prevents Damage to the Floor Slab

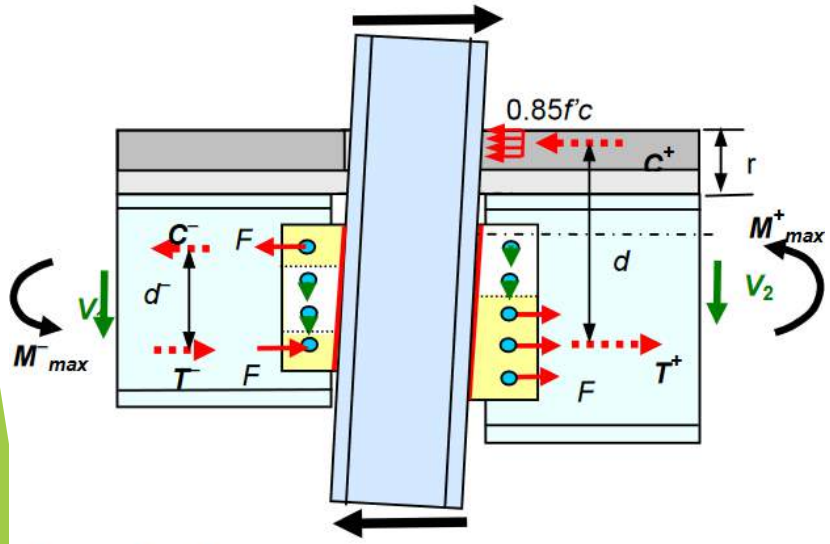
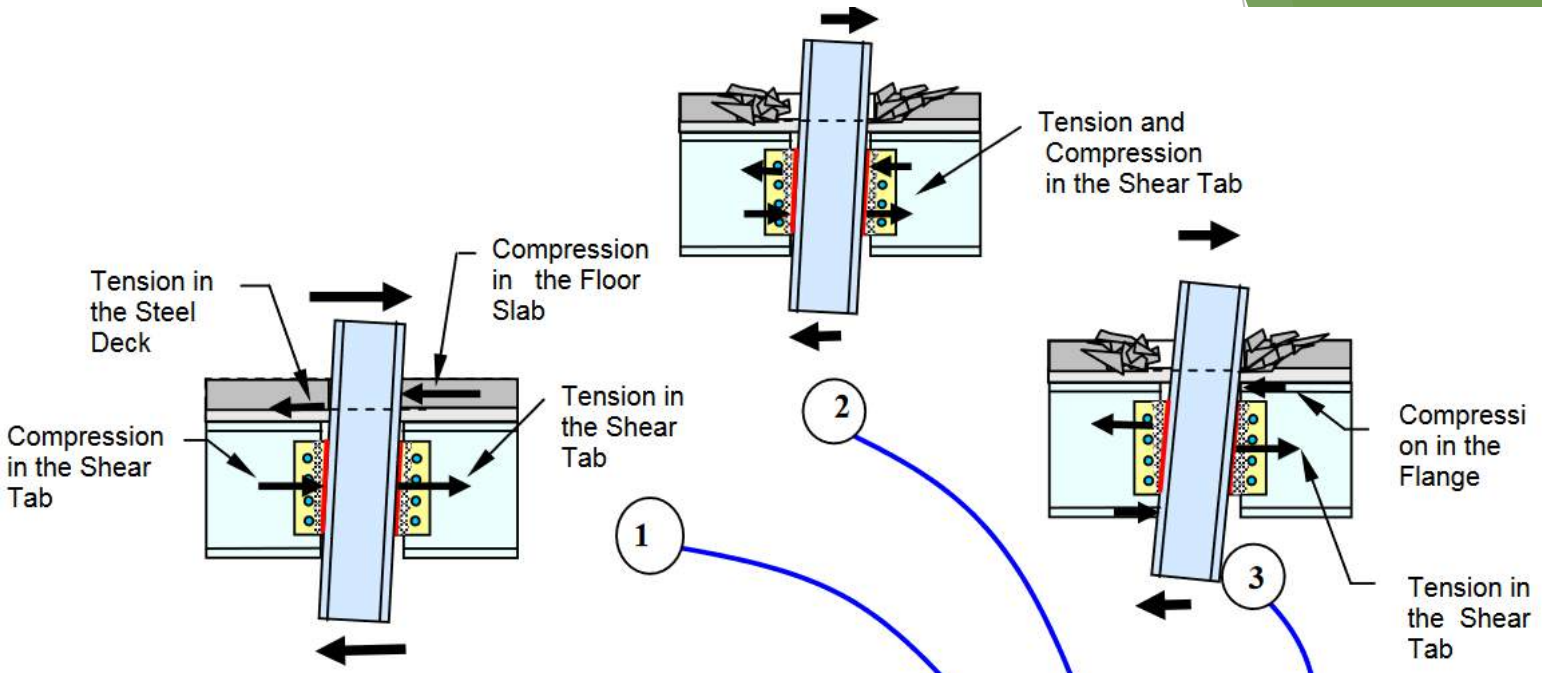
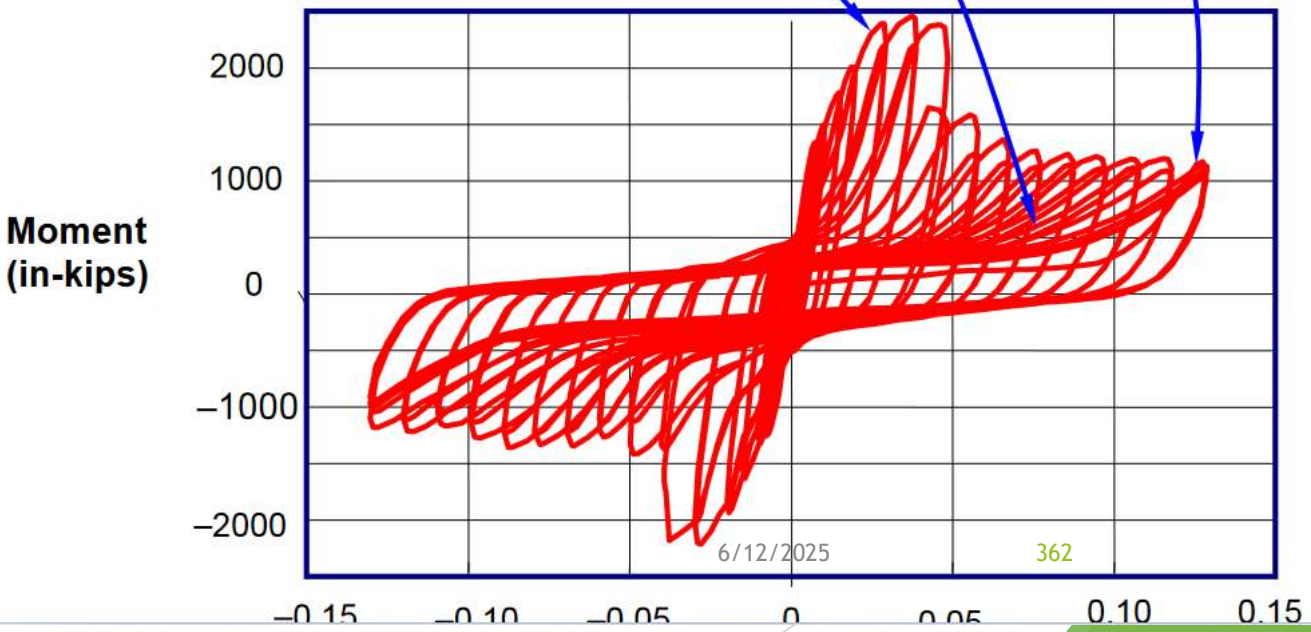
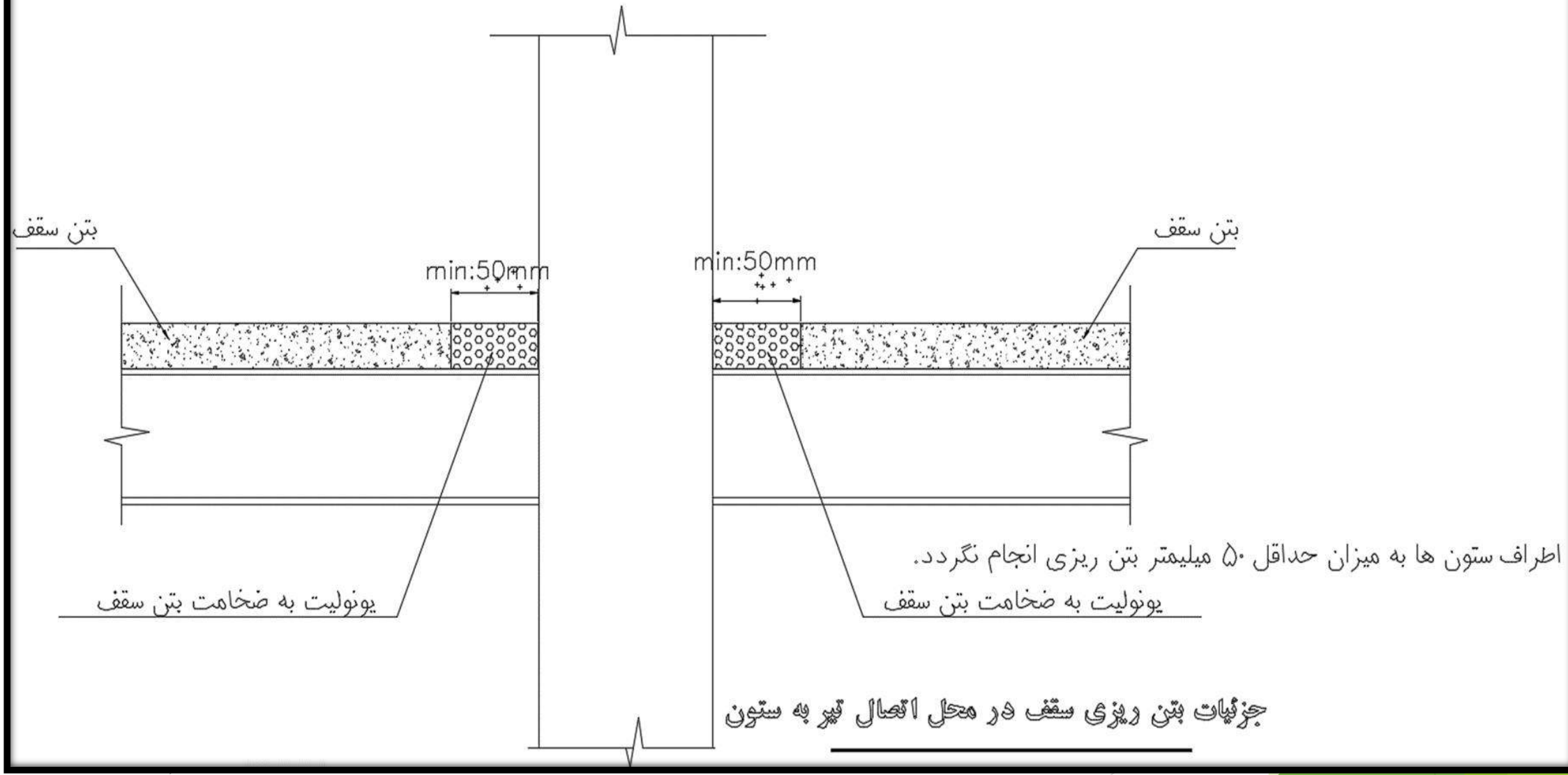


Figure 3.11. Forces Acting on Connection Elements







اطراف ستون ها به میزان حداقل ۵۰ میلیمتر بتن ریزی انجام نگردد.

جزئیات بتن ریزی سقف در محل اتصال تیر به ستون

اتصالات ورق برشی به عنوان کلکتور و اثر نیروی محوری در آن جهت طراحی

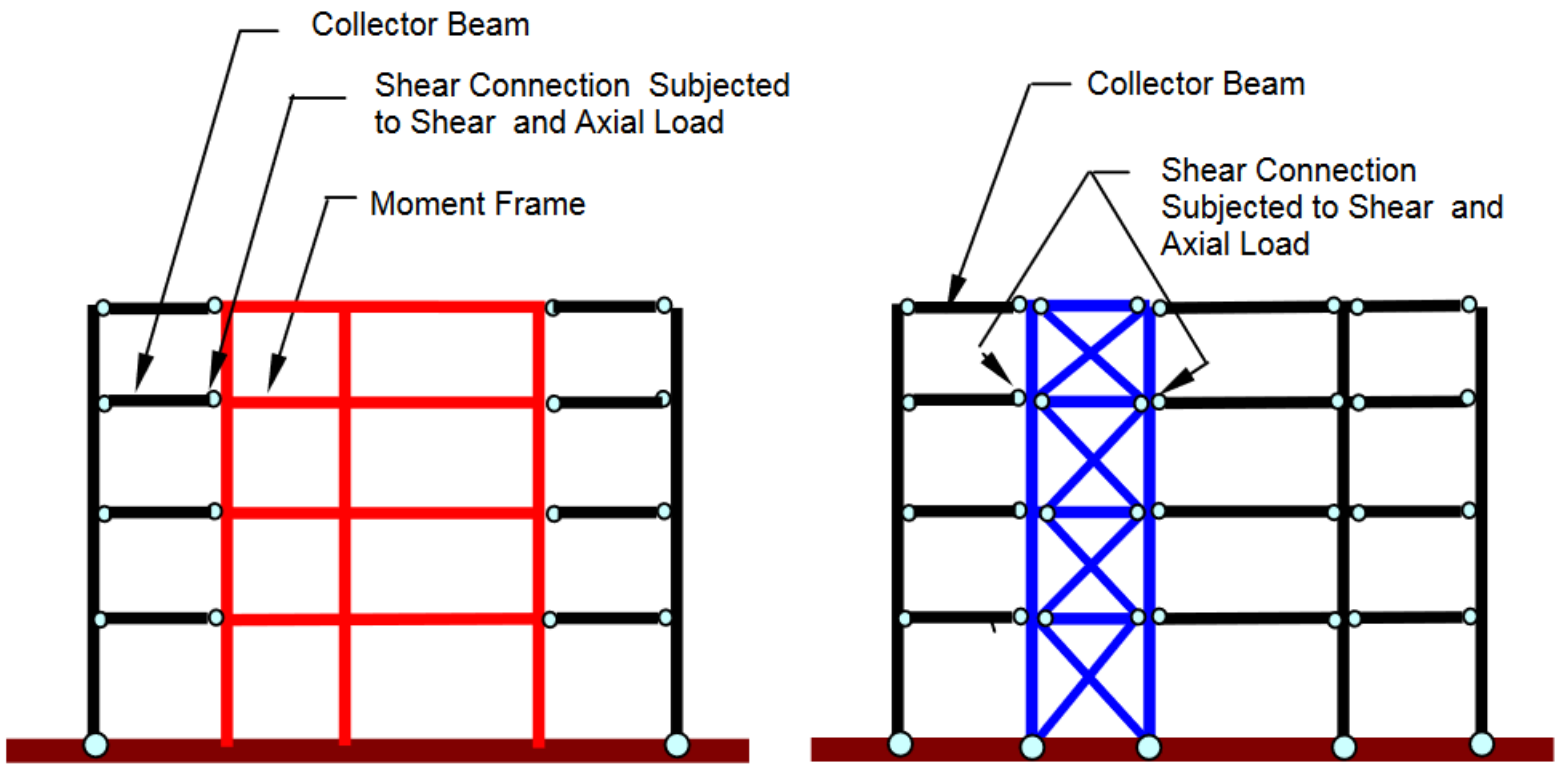


Figure 3.12. Shear Connectors of Collector Beams in Moment Frames and Braced Frames

جزئیات پیشنهادی اتصال ساده ورق برشی به عنوان کلکتور

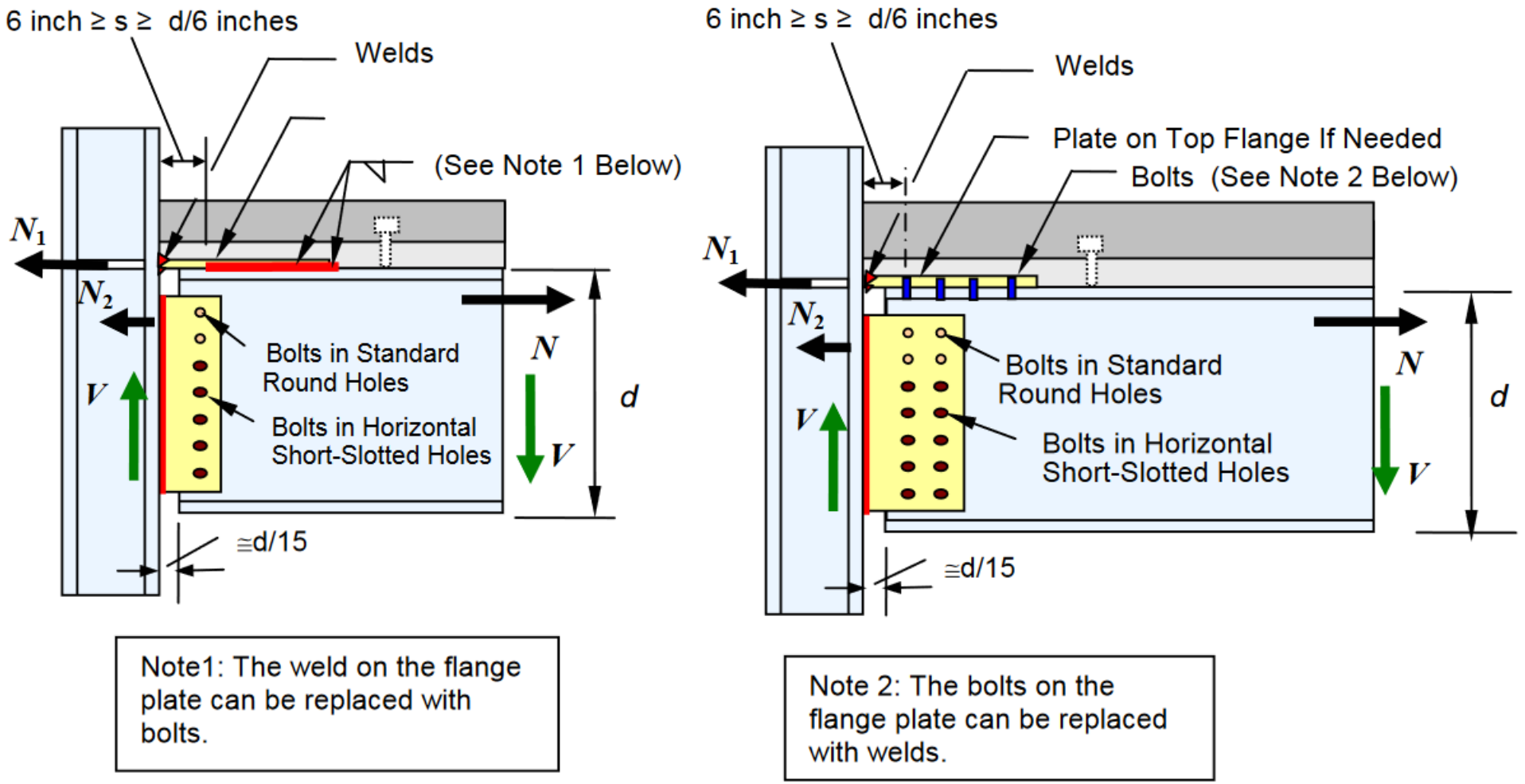
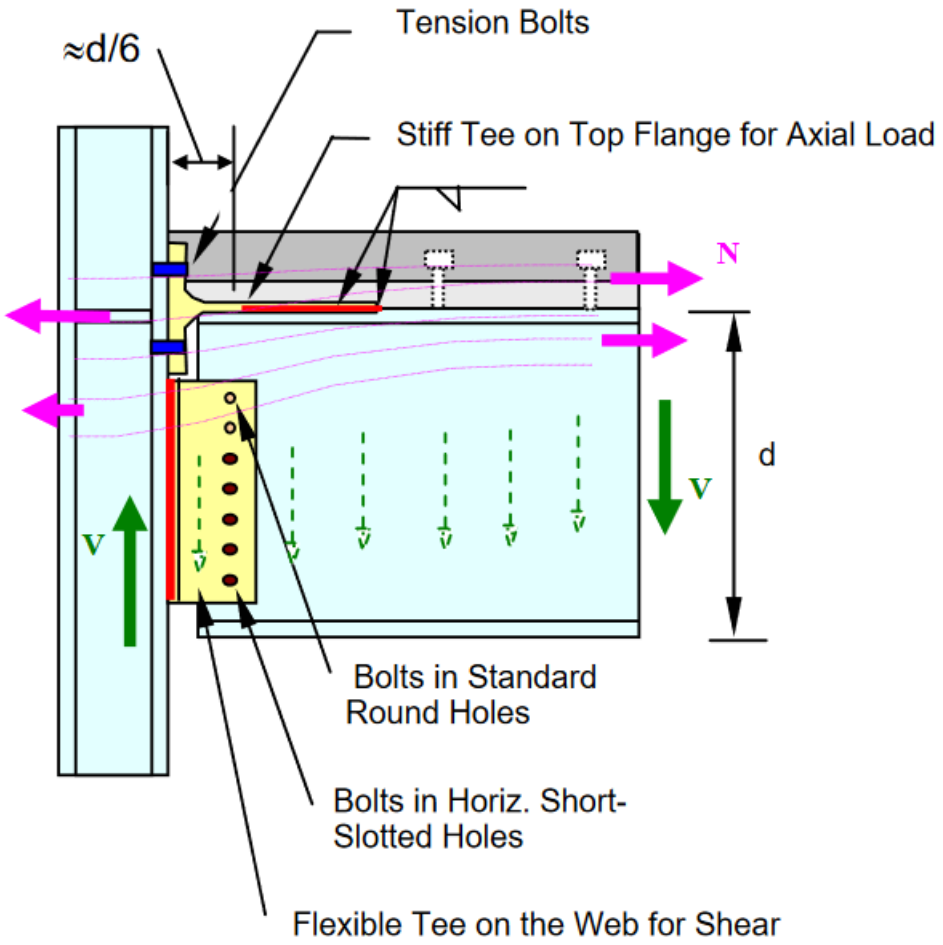
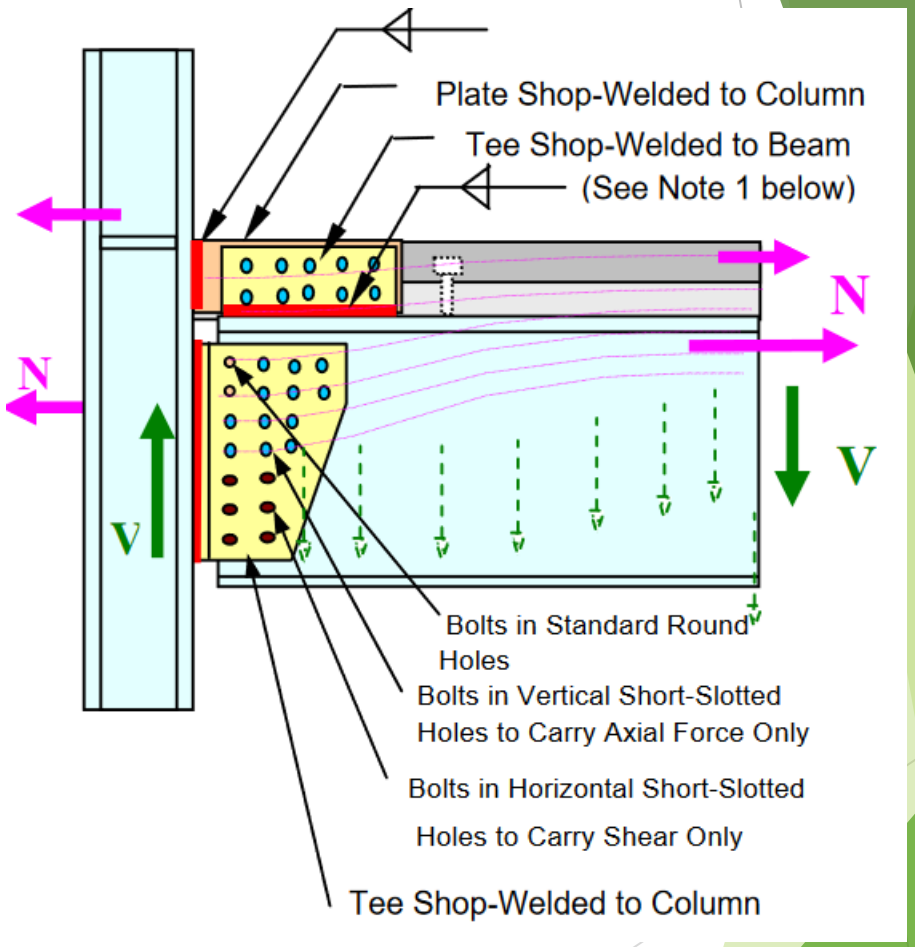


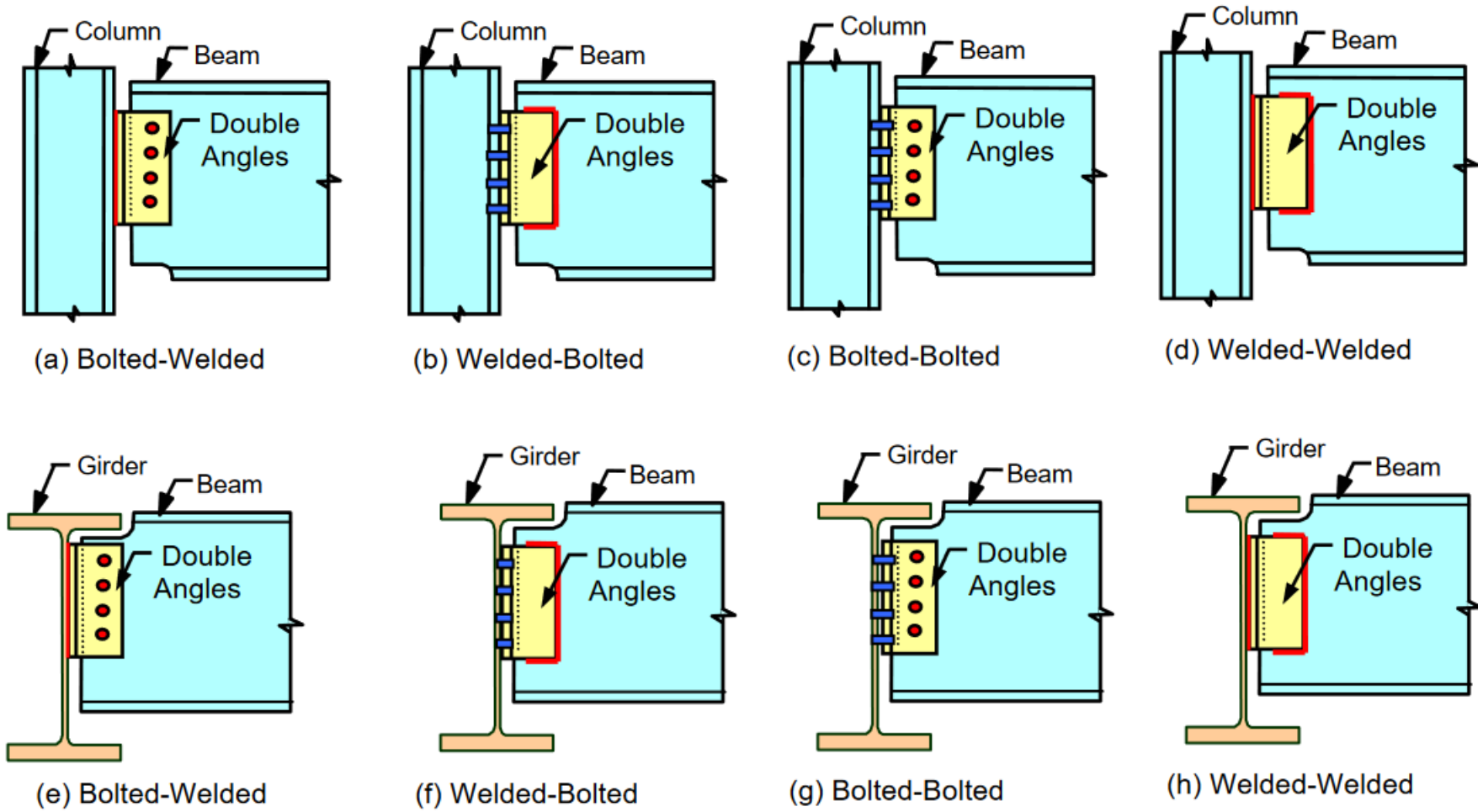
Figure 3.22. Suggested Details for Shear Connections Subjected to Combined Shear and Large Axial Load

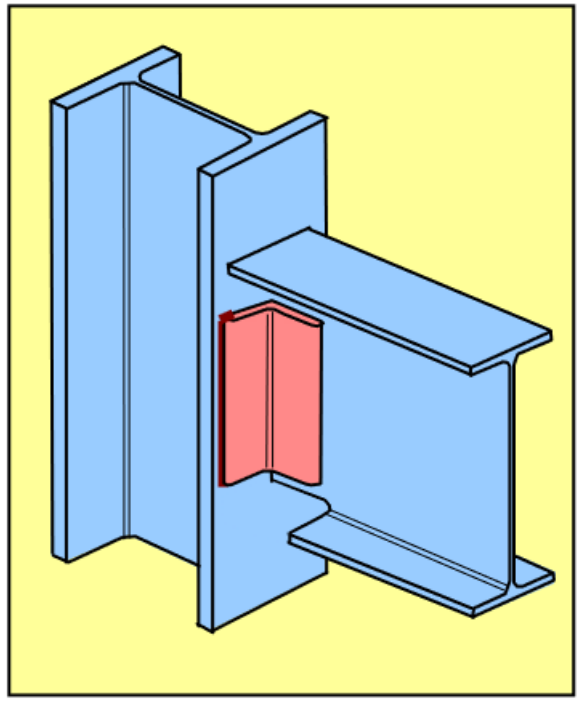
جزئیات پیشنهادی اتصال ساده سپری تحت برش و نیروی محوری



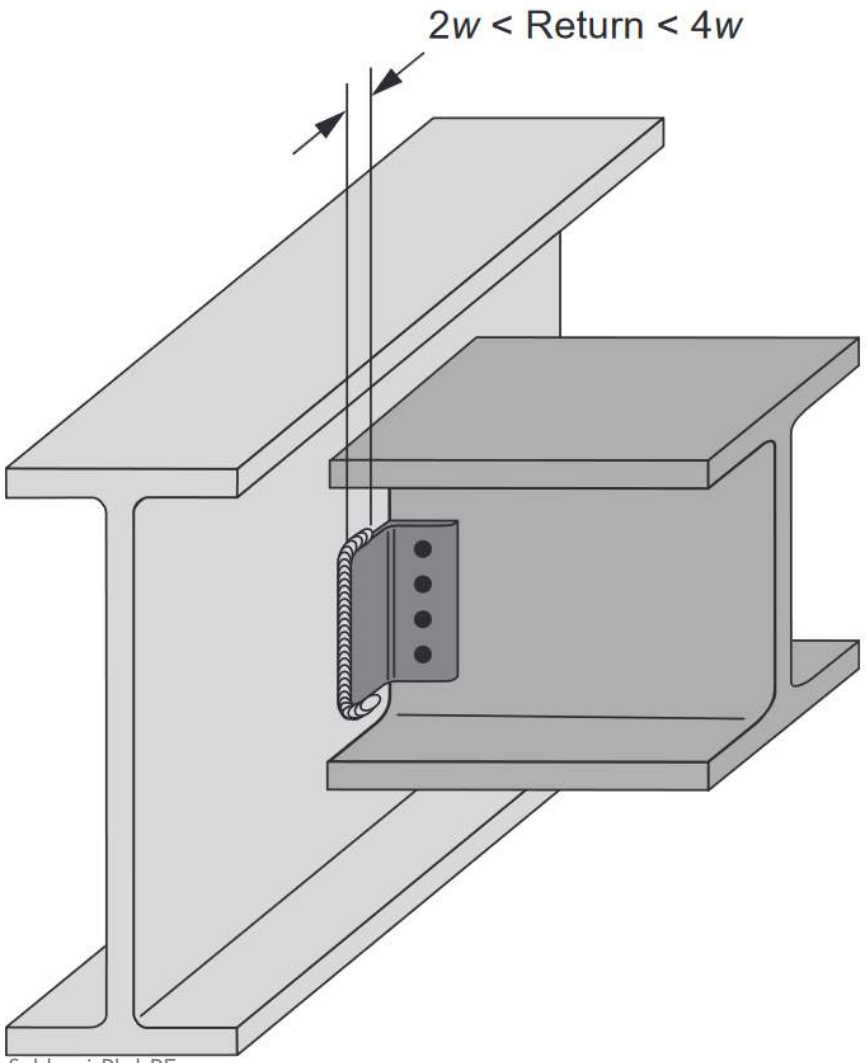


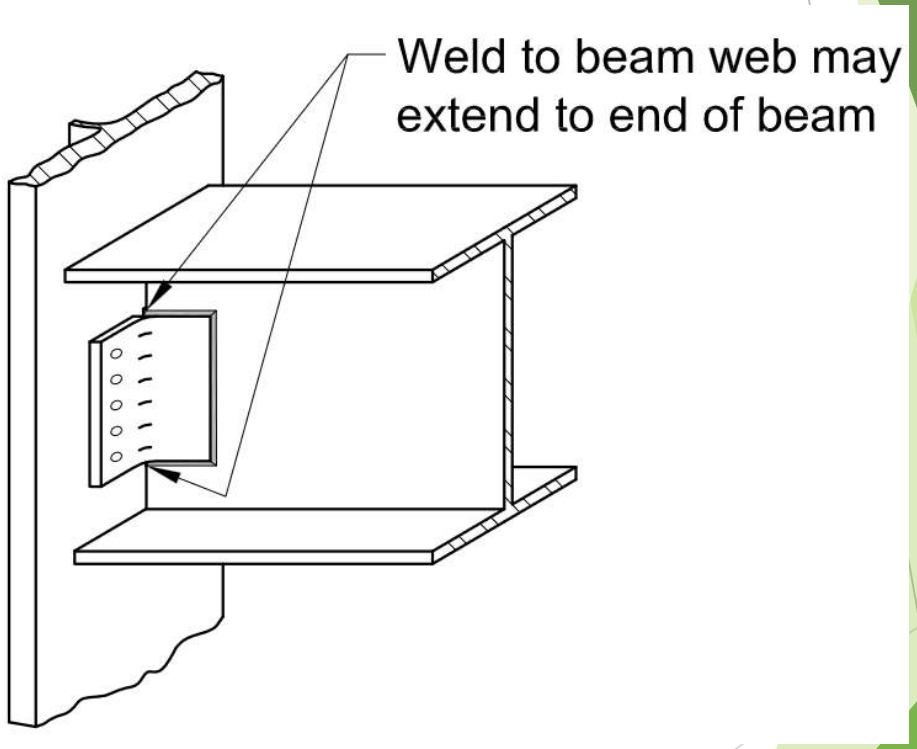
اتصال ساده دوبل نبشی جان



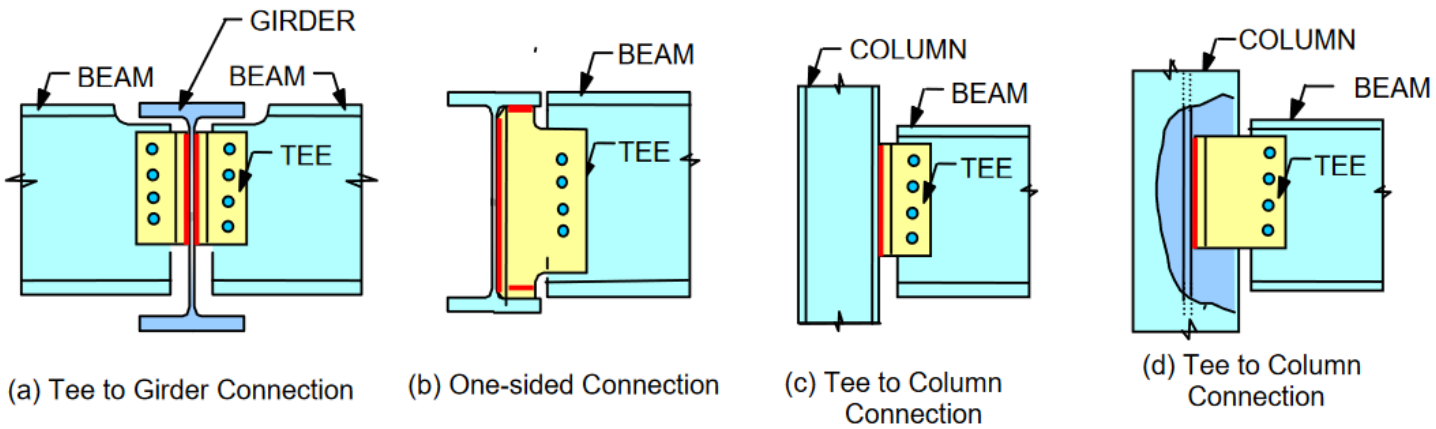


جزئیات جوشکاری اتصال ساده دو بل نبشی

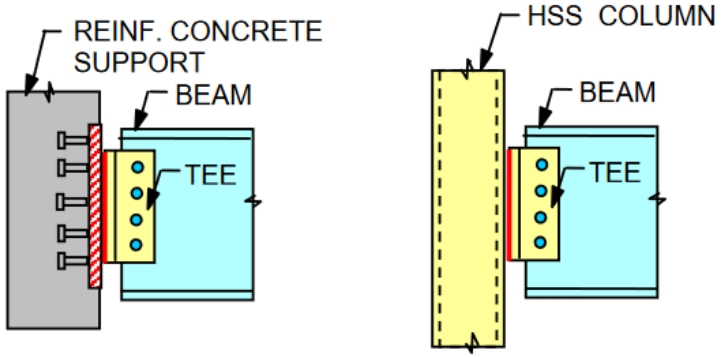




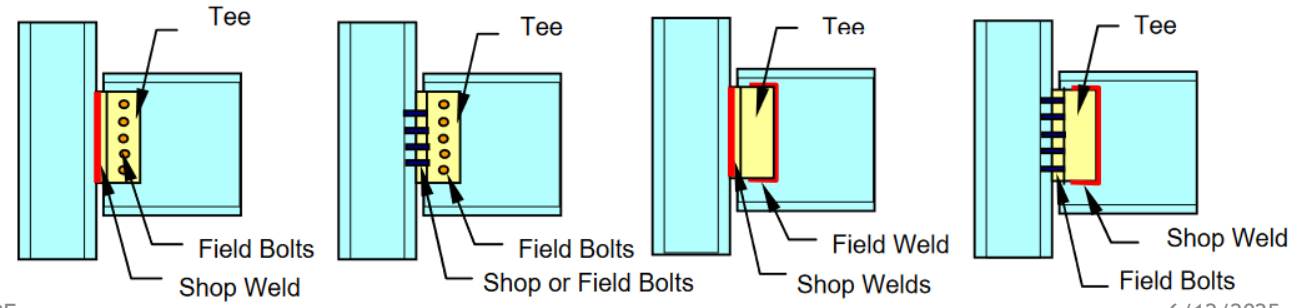
اتصال ساده با سپری یا T شکل

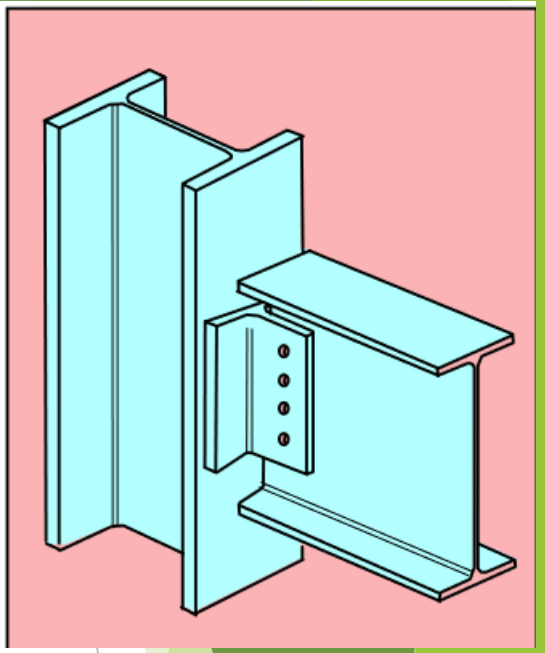


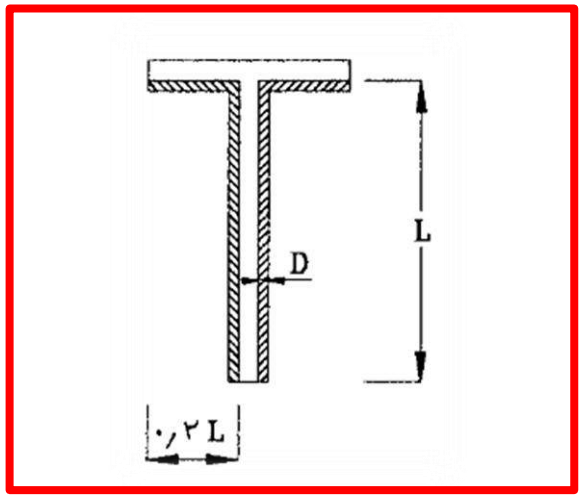
(a) Tee to Girder Connection (b) One-sided Connection (c) Tee to Column Connection (d) Tee to Column Connection

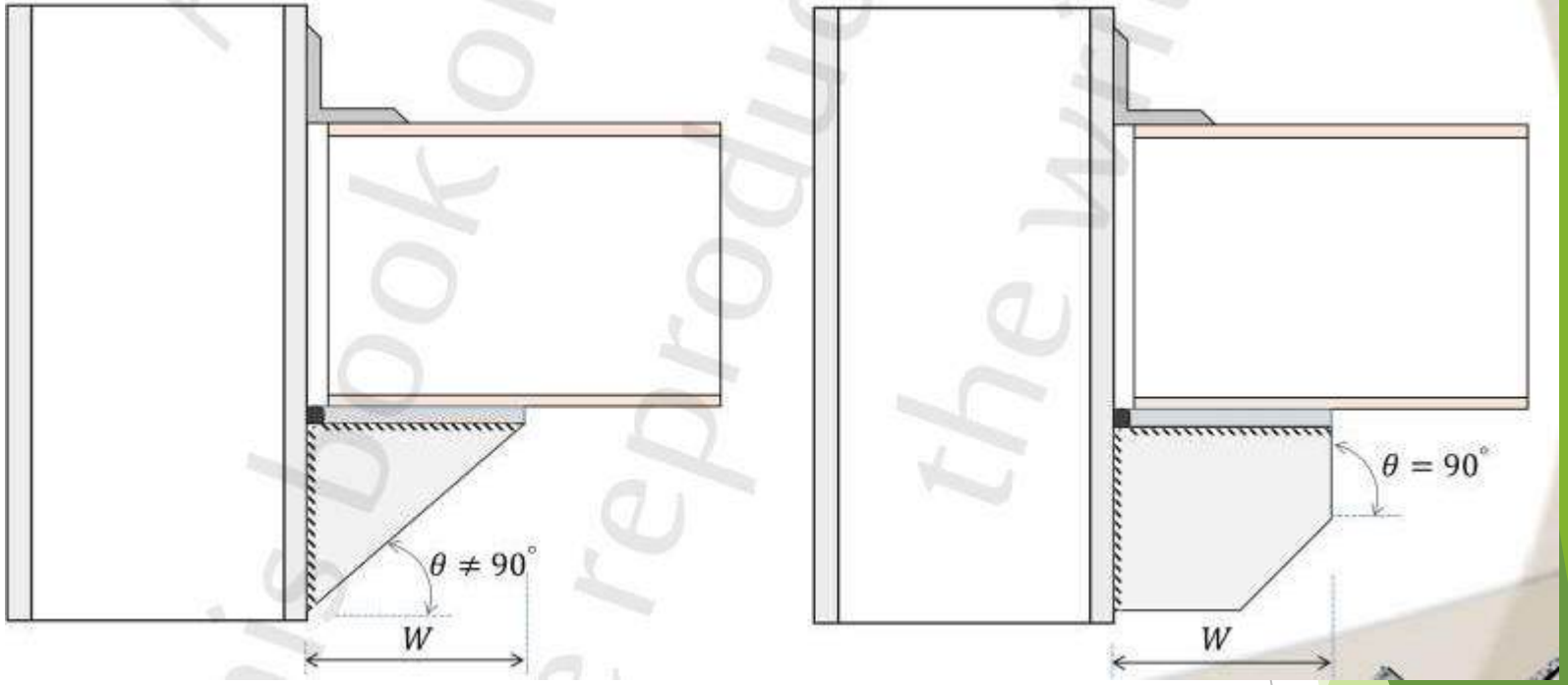


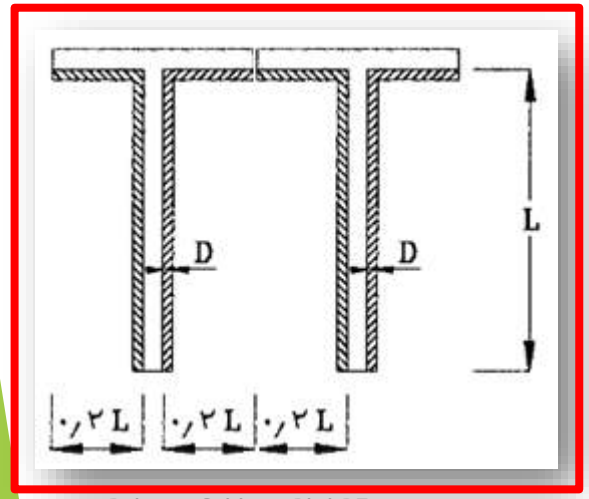
(e) Tee to RC Wall Connection (f) Tee to HSS Column Connection

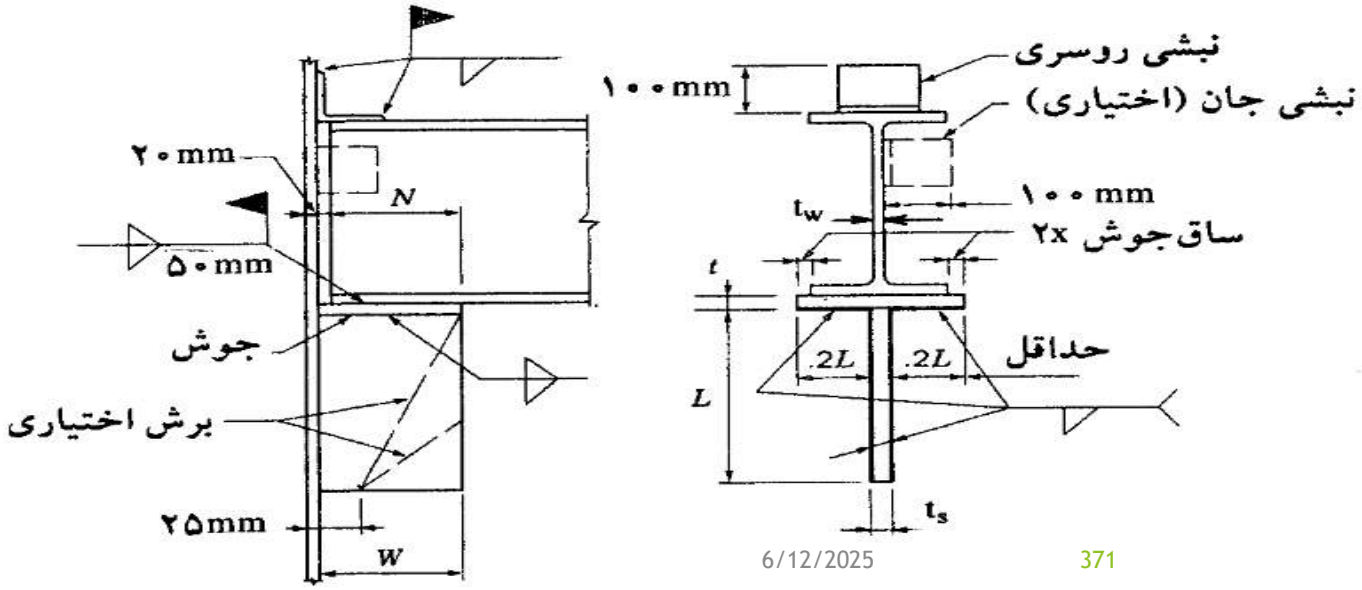




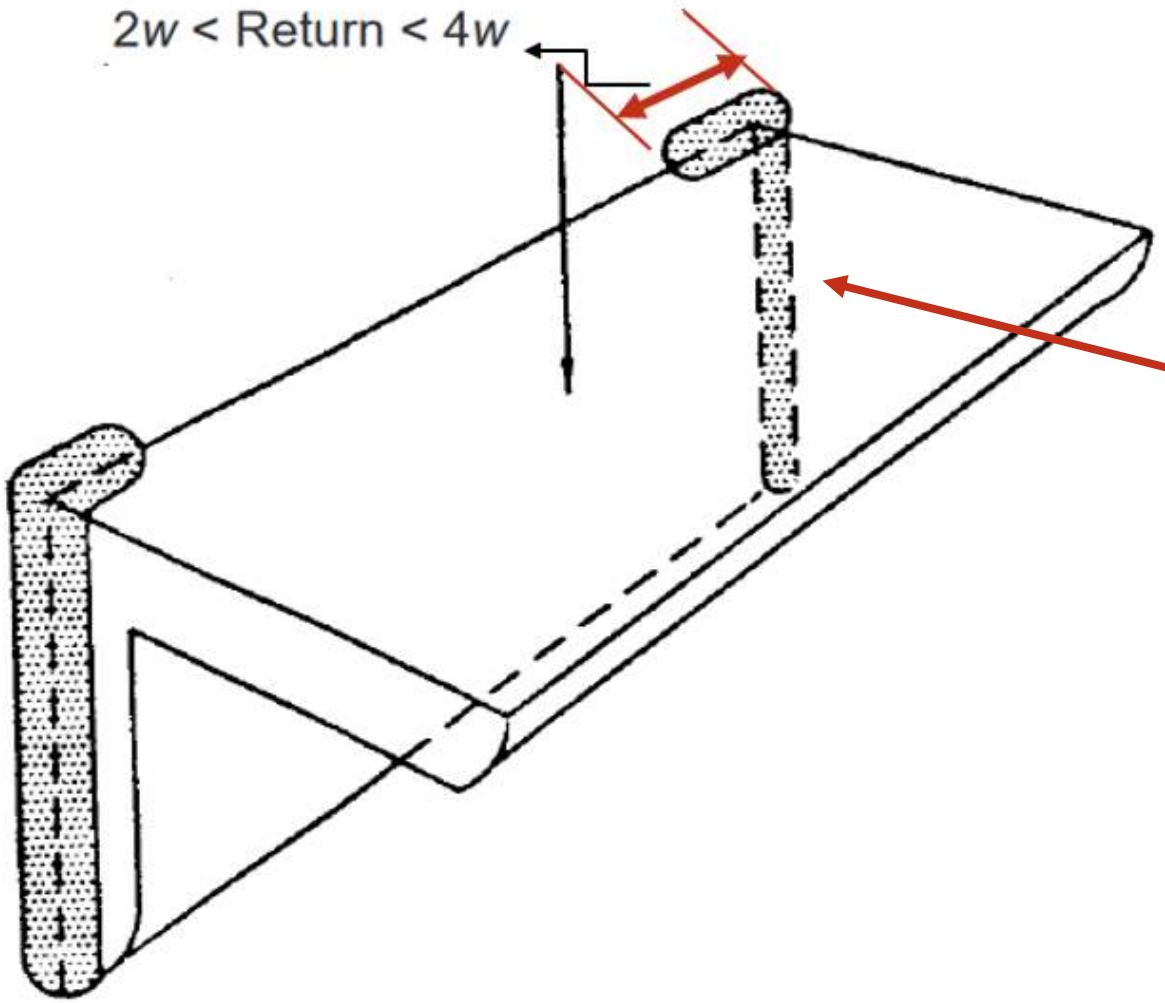

D
L
۰٫۲L


θ ≠ 90°
W
θ = 90°
W

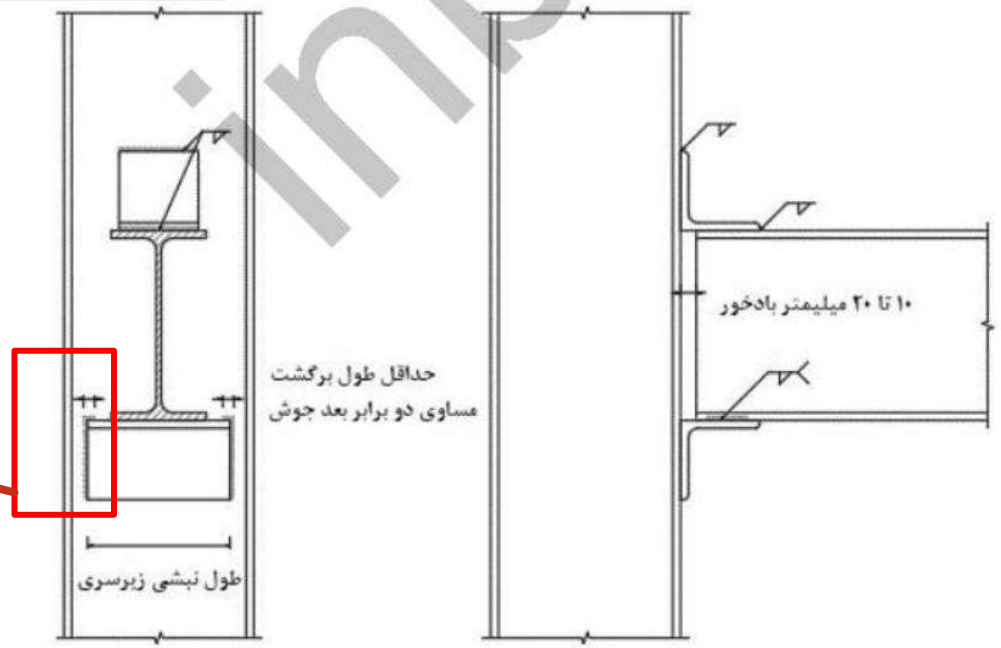

D
D
L
۰٫۲L
۰٫۲L
۰٫۲L


۲۰mm
N
۵۰mm
جوش
برش اختیاری
۲۵mm
W
۱۰۰mm
نبشی روسری
نبشی جان (اختیاری)
۱۰۰mm
t_w
ساق‌جوش ۲x
t
.2L
.2L
حداقل
L
t_s

جزئیات پیشنهادی اتصال ساده با نبشی نشیمن



(ب) قلاب در نبشی نشیمن

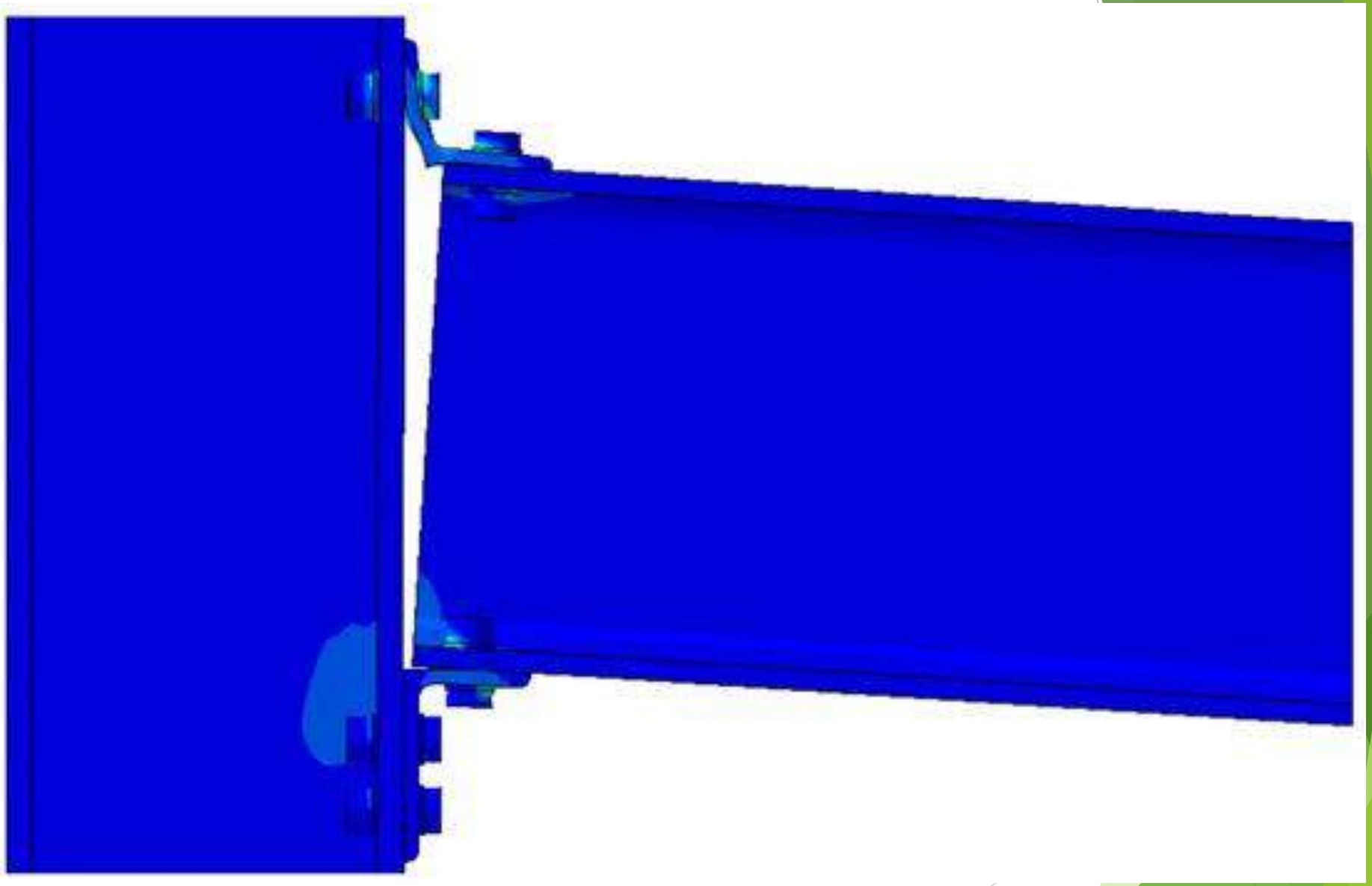


e= برون‌محوری P از مقطع بحرانی خمش

e_t= برون‌محوری P از بَر ستون

توجه: حداکثر تلرانس فاصلهٔ آزاد مونتاژ

در حین اجرا ۲+ میلی‌متر می‌باشد



جزئیات جوشکاری -ضوابط اجرایی

جلوگیری از زخمه در ابتدای جوشکاری ورق گاست و ورق تقویتی با تیر و ستون

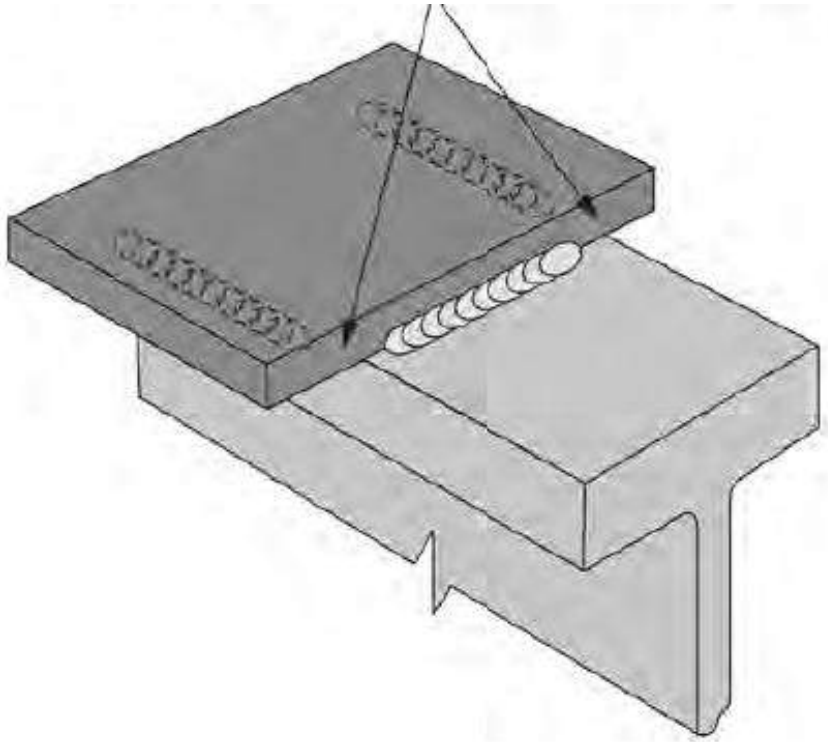


Fig. 4-39. Welds on opposite sides of a common plane.

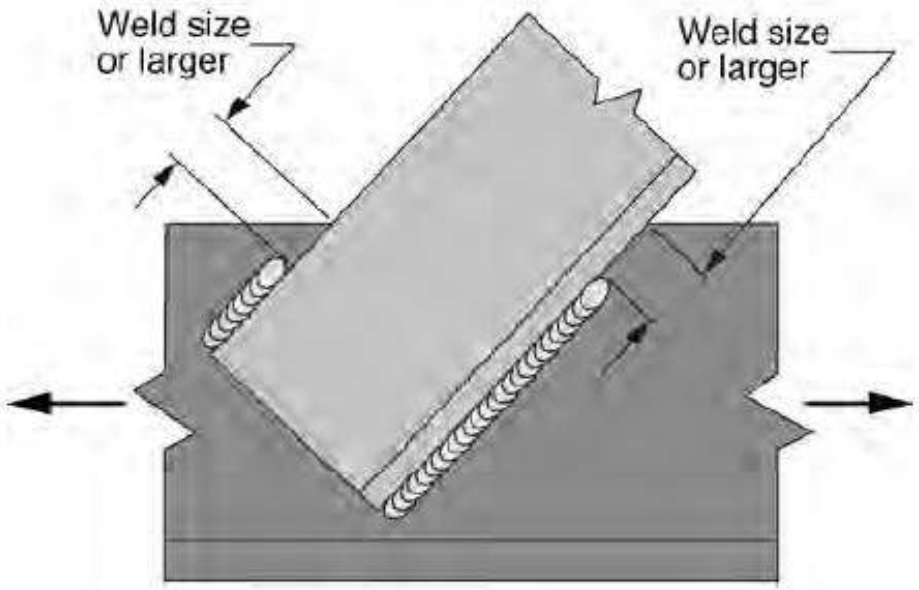


Fig. 4-40. Termination of welds near edges.

اثر حرارت در جوشکاری ورق های مدفون در بتن بعد از سخت شدن بتن

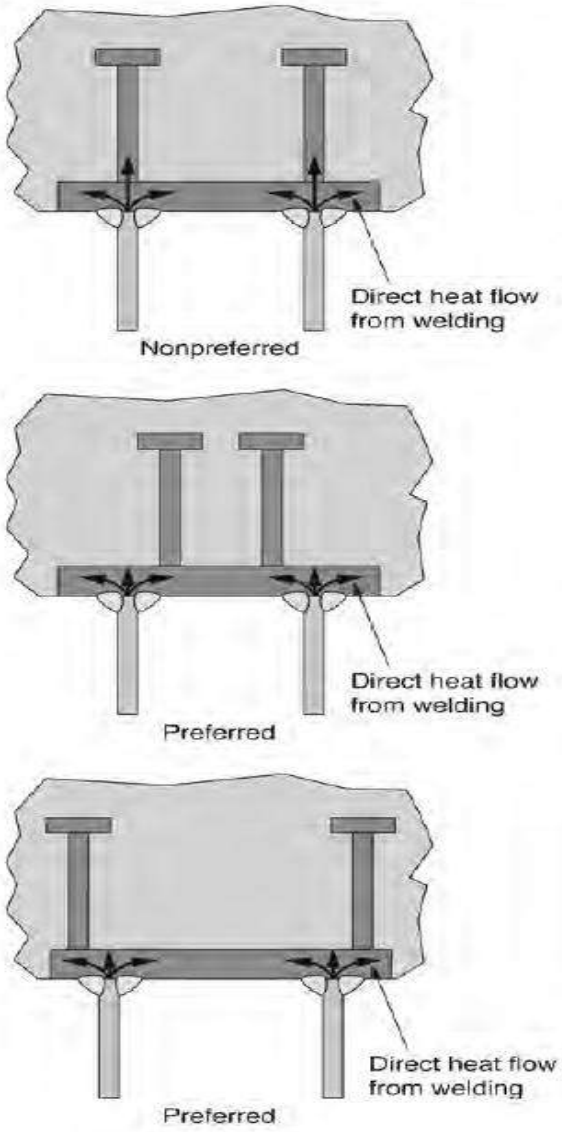


Fig. 14-14. Embed detailing to avoid anchorage damage due to heat from welding.

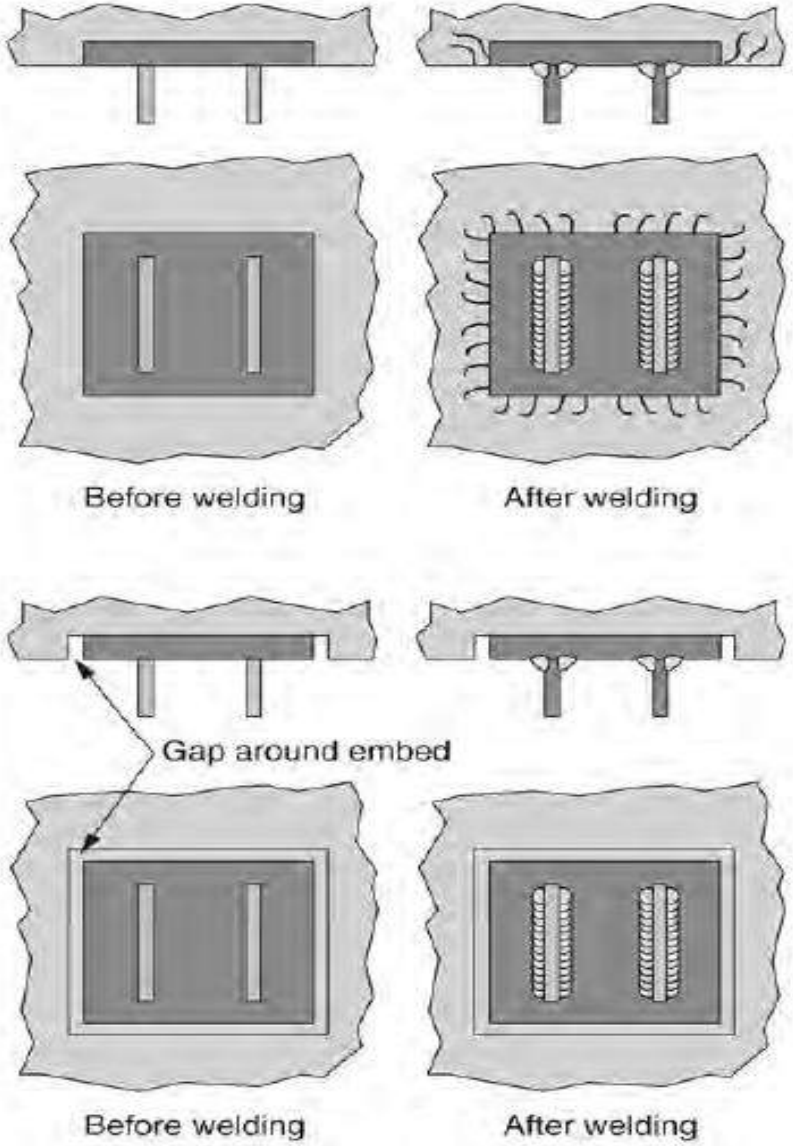
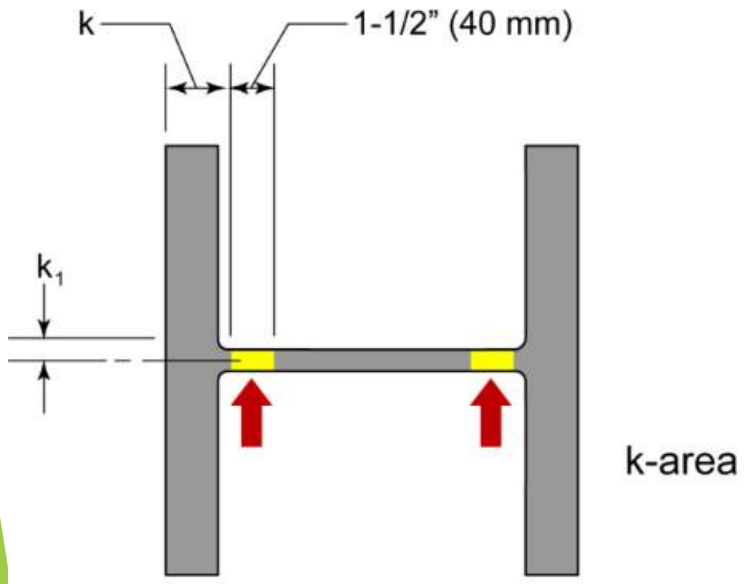
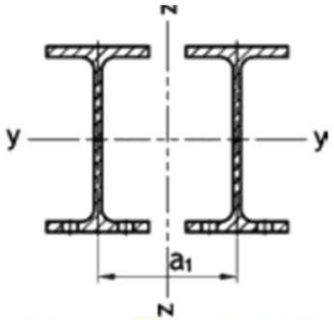


Fig. 14-13. Embed detailing to limit concrete cracking.





تیر I باریک

ردیف I PE، I PEv، I PEo

طول‌های استاندارد

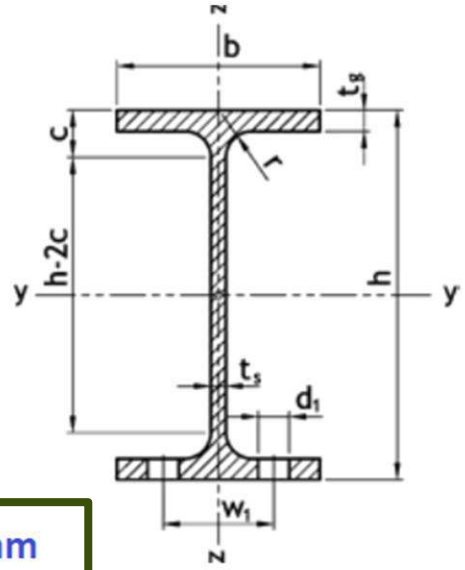
برای ارتفاع پروفیل کمتر از 300 میلیمتر 8 تا 16 متر

برای ارتفاع پروفیل 300 میلیمتر و بیشتر 8 تا 18 متر

مقررات فنی حفاظت در برابر خوردگی برای a_1 طبق استاندارد DIN EN ISO 12944-3 را در صفحه 56 ملاحظه شود.

مقادیر برش پلاستیک M_{pl}، N_{pl}، V_{pl} و مقادیر محاسباتی تکمیلی W_{pl}، S_y، I_T، I_ω و $i_{z,g}$ در صفحه ملاحظه شود.

مساحت روکش U در صفحه 44 ملاحظه شود.



K=25.5mm+38mm=63.5mm

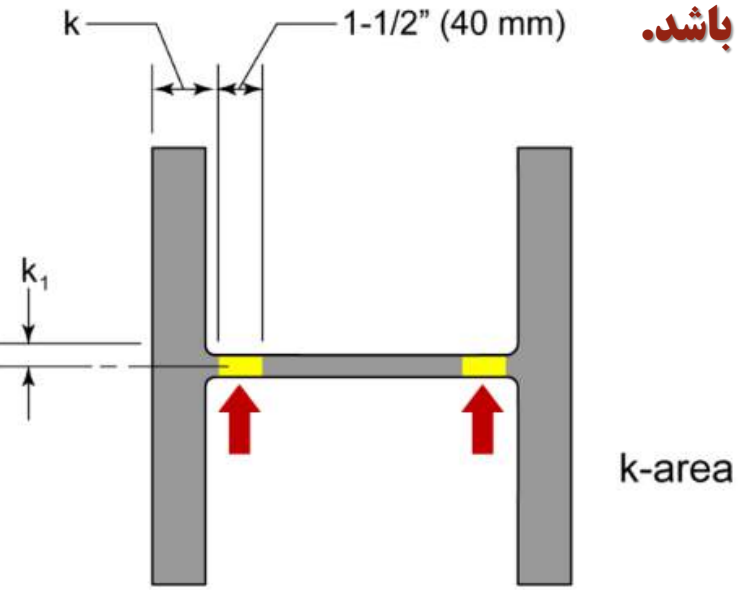
C: FOR IPE270: 270-219=51mm/2=25.5mm

علائم قدیم

علامت اختصاری	اندازه برحسب میلیمتر						A_{Steg}	A	G	محورهای خمش y-y			محورهای خمش z-z			s_y	سوراخ‌های لبه طبق DIN 997 چاپ اکتبر 1970 (*)	
	h	b	t_s	t_g	r	h-2c				I_y	W_y	i_y	I_z	W_z	i_z		d_1	w_1
							cm^2	cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	mm	mm
			s	t				F		J_x	W_x	i_x	J_y	W_y	i_y	s_x		
I PE	تیر I باریک با لبه‌های موازی، ردیف I PE (گرم نورد شده) طبق DIN 1025 قسمت پنجم، چاپ مارچ 1994 و استاندارد اروپا 19-57 مقادیر مجاز و تلرانس طبق DIN EN 10034، چاپ مارچ 1994																	
80	80	46	3.8	5.2	5	59	2.84	7.64	6.00	80.1	20.0	3.24	8.49	3.69	1.05	6.9	6.4	26
100	100	55	4.1	5.7	7	74	3.87	10.3	8.10	171	34.2	4.07	15.9	5.79	1.24	8.6	8.4	30
120	120	64	4.4	6.3	7	93	5.00	13.2	10.4	318	53.0	4.90	27.7	8.65	1.45	10.5	8.4	36
140	140	73	4.7	6.9	7	112	6.26	16.4	12.9	541	77.3	5.74	44.9	12.3	1.65	12.3	11	40
160	160	82	5.0	7.4	9	127	7.63	20.1	15.8	869	109	6.58	68.3	16.7	1.84	14.0	13 **)	44
180	180	91	5.3	8.0	9	146	9.12	23.9	18.8	1320	146	7.42	101	22.2	2.05	15.8	13	50
200	200	100	5.6	8.5	12	159	10.7	28.5	22.4	1940	194	8.26	142	28.5	2.24	17.6	13	56
220	220	110	5.9	9.2	12	177	12.4	33.4	26.2	2770	252	9.11	205	37.3	2.48	19.4	17	60
240	240	120	6.2	9.8	15	190	14.3	39.1	30.7	3890	324	9.97	284	47.3	2.69	21.2	17	68
270	270	135	6.6	10.2	15	219	17.1	45.9	36.1	5790	429	11.2	420	62.2	3.02	23.9	21/17	72

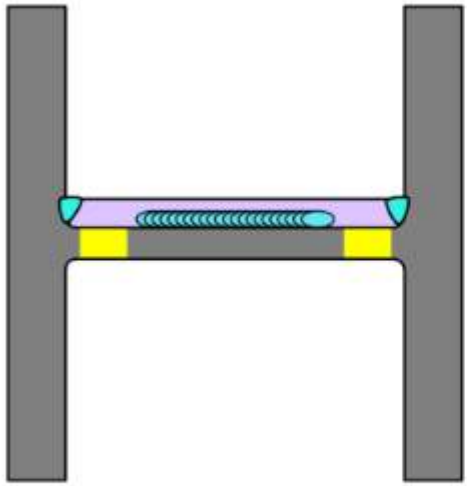
جوشکاری ورق تقویتی در جان یا ورق مضاعف در جان ستون های I و h شکل

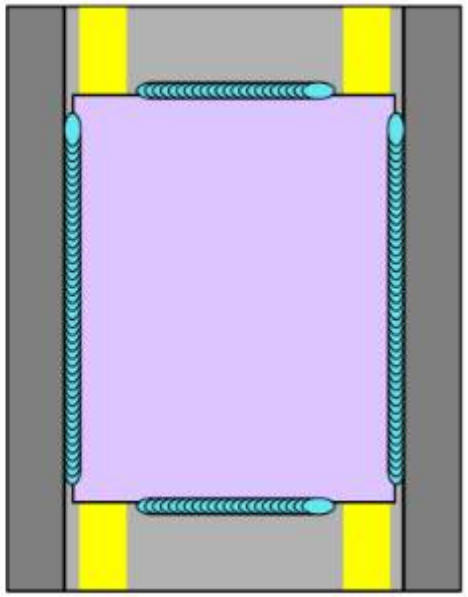
در مبحث ۱۰ مقررات ملی ویرایش ۱۴۰۱ این عدد ۳۸ میلی متر می باشد.

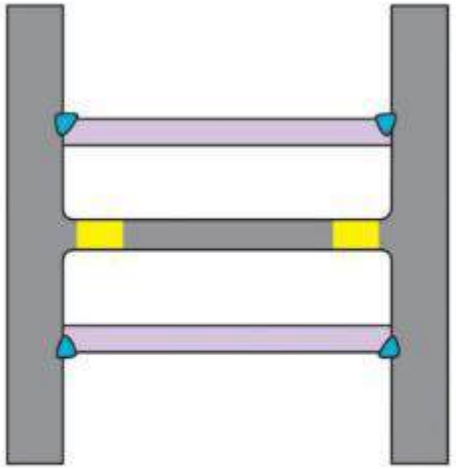


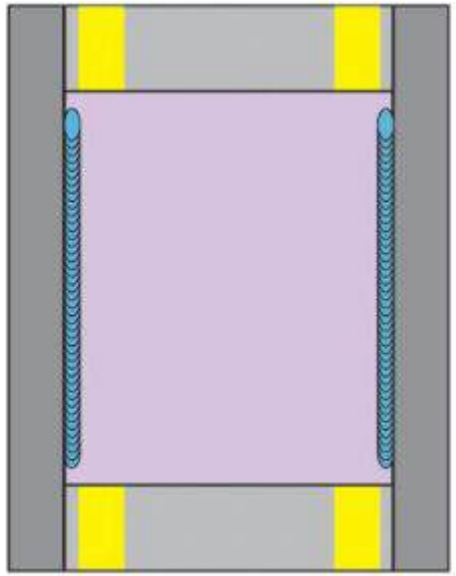
۱۰-۴-۴-۱ کنترل کیفیت و تضمین کیفیت جوش

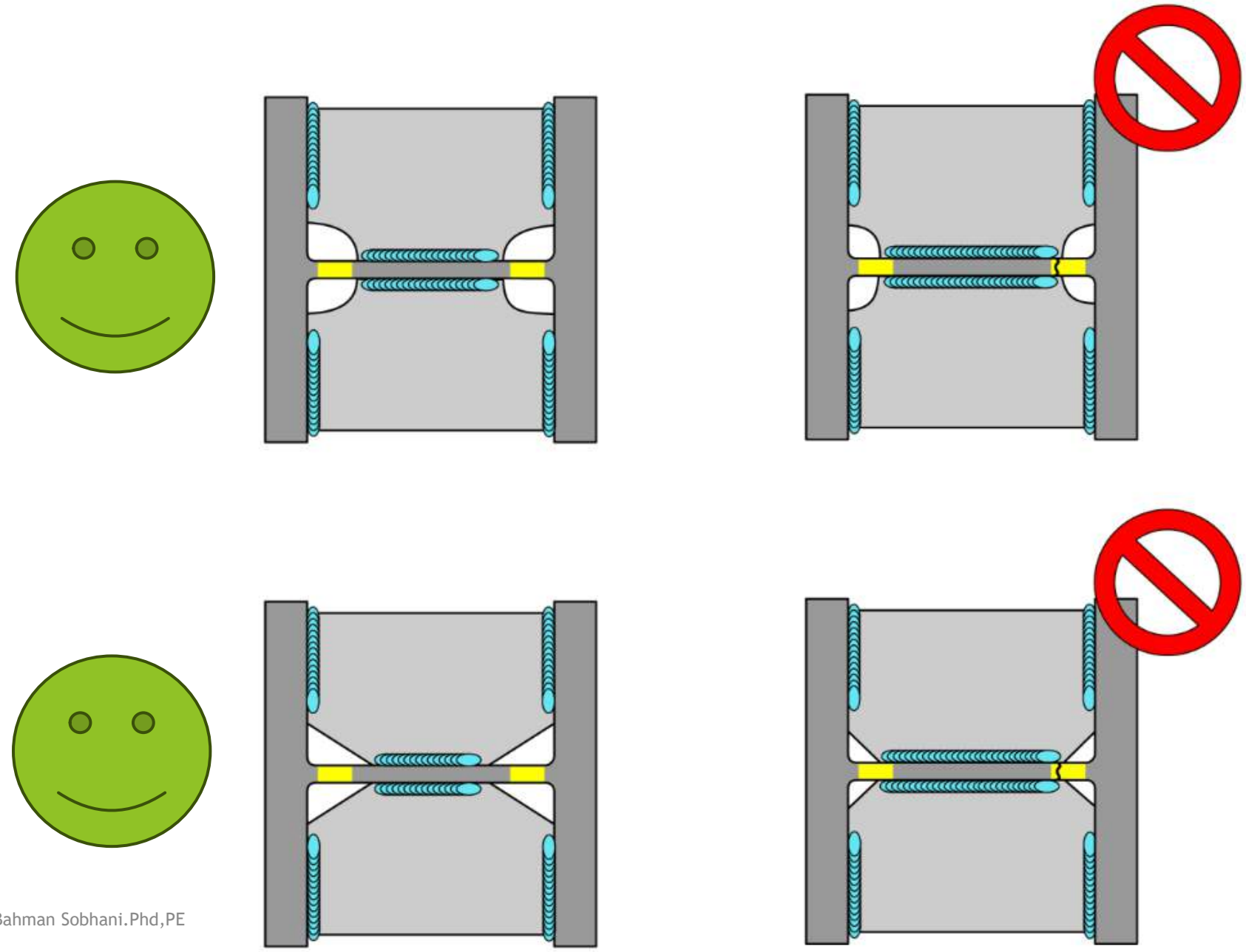
* هنگام جوشکاری ورق‌های مضاعف، ورق‌های پیوستگی و سخت‌کننده‌ها، بازرسی چشمی برای کشف ترک در ناحیهٔ k ورق جان تا فاصلهٔ 75 میلی‌متر بالا و پایین جوش انجام شود. ناحیهٔ k مطابق شکل ۱۰-۴-۲، به حدفاصل نقطهٔ شروع گردی ریشهٔ اتصال بال به جان تا 38 میلی‌متر بعدازآن اطلاق می‌شود.











اتصالات گیردار پیش تأئید شده

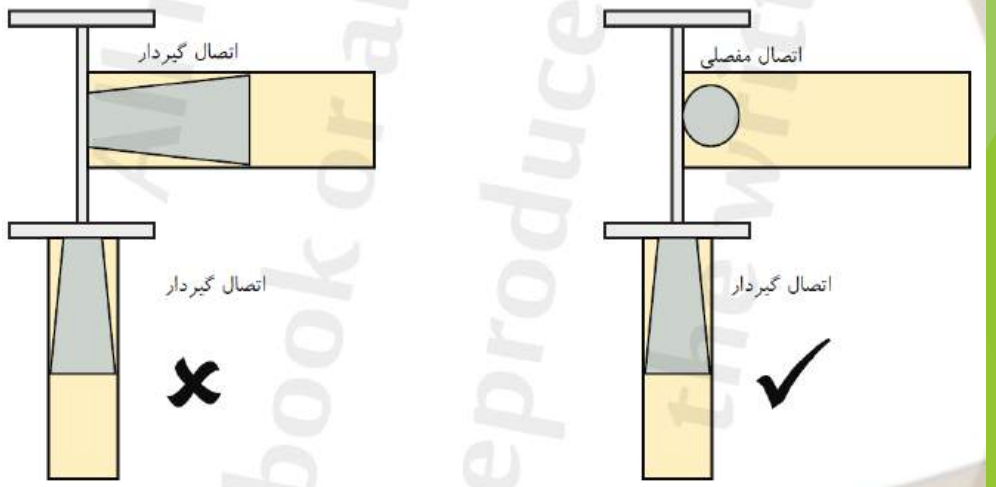
اتصالات گیردار مطابق ضوابط AISC358-22 و مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان

۱۰-۳-۷ اتصالات گیردار پیش‌تأییدشده

ضوابط عمومی طراحی لرزه‌ای سازه‌ها در بخش ۱۰-۳-۲ این مبحث و الزامات خاص مربوط به قاب‌های خمشی متوسط و ویژه برای اقناع نیازهای لرزه‌ای، در بخش ۱۰-۳-۳ ارائه شده است.

مطابق ضوابط بندهای ۱۰-۳-۳-۲-۶ و ۱۰-۳-۳-۳-۸ در این نوع قاب‌ها، اتصالاتی در محل تقاطع تیر به ستون باید مورد استفاده قرار گیرند که از طریق انجام اقدامات و آزمایشات مقرر شده در بخش ۱۰-۳-۸ تائید شوند.

اتصالات گیردار ارائه‌شده در جدول ۱۰-۳-۷-۱ در صورت تأمین الزامات و محدودیت‌های این بخش به‌عنوان اتصالات گیردار پیش‌تأییدشده محسوب می‌شوند و برای استفاده از آن‌ها نیازی به انجام اقدامات و آزمایشات مقرر شده در بخش ۱۰-۳-۸ نیست.



جدول ۱۰-۳-۷-۱: انواع اتصالات گیردار پیش‌تأییدشده

ردیف	نوع اتصال	مخفف	سیستم سازه‌ای قابل‌کاربرد	بخش مربوطه
۱	اتصال تیر با مقطع کاهش‌یافته	RBS	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	۱۰-۳-۷-۲
۲	اتصال فلنجی چهار پیچی بدون استفاده از ورق لچکی	BUEEP	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	۱۰-۳-۷-۳
۳	اتصال فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی	BSEEP	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	۱۰-۳-۷-۳
۴	اتصال پیچی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری	BFP	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	۱۰-۳-۷-۴
۵	اتصال جوشی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری	WFP	قاب‌های خمشی متوسط	۱۰-۳-۷-۵
۶	اتصال مستقیم تقویت‌نشدهٔ جوشی	WUF-W	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	۱۰-۳-۷-۶
۷	اتصال پیچی با جفت سپری	DT	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	۱۰-۳-۷-۷
۸	اتصال تیر با مقطع کاهش‌یافته و دیافراگم عبوری از ستون	TD-RBS	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	۱۰-۳-۷-۸
۹	اتصال تقویت‌نشدهٔ جوشی با دیافراگم عبوری از ستون	TD-WUFW	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	۱۰-۳-۷-۹
۱۰	اتصال تیر با بال پهن‌شده و دیافراگم عبوری از ستون	TD-Widened	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	۱۰-۳-۷-۱۰

۱۰-۳-۸ روش تأیید اتصالات گیردار

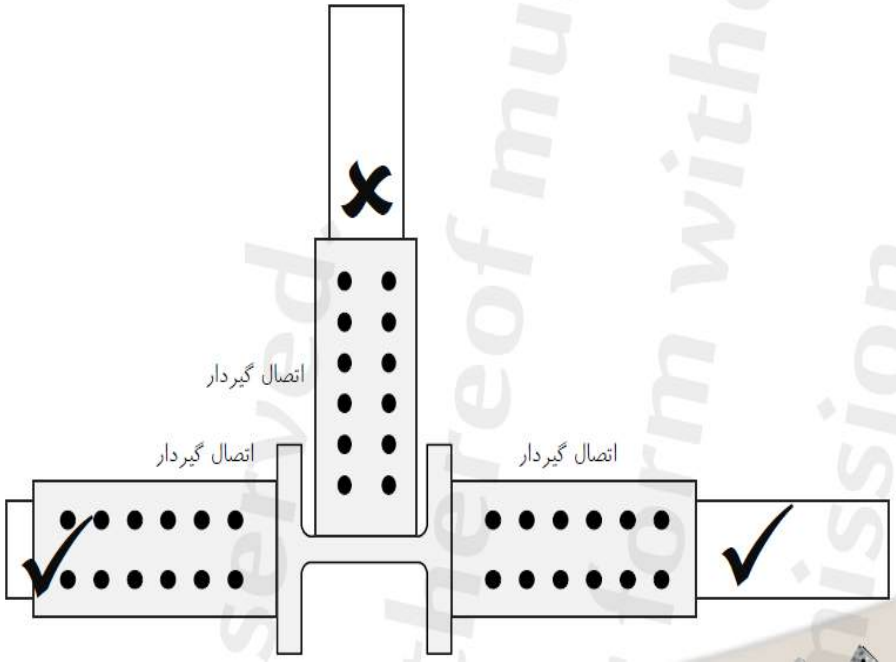
اتصالات گیرداری که برای استفاده در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه پیشنهاد می‌شوند، باید قبلاً مورد تأیید قرار گیرند. اتصالات گیردار معرفی‌شده در بخش ۱۰-۳-۷ در صورت تأمین الزامات و محدودیت‌های آن بخش، به‌عنوان اتصالات گیردار پیش‌تأییدشده محسوب می‌شوند و نیازی به تائید مجدد آن‌ها نیست. استفاده از سایر انواع اتصالات یا اتصالات پیش‌تاییدشده در خارج از محدوده‌های مجاز بر طبق بندهای ۱۰-۳-۷-۲ الی ۱۰-۳-۷-۱۰، در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه، مشروط به طی مراحل تائید مطابق الزامات این بخش است.

۱۰-۳-۸-۱ الزامات عمومی

اتصالات گیردار پیشنهادی باید با انجام آزمایش‌ها، مطالعات تحلیلی پشتیبان و ارائهٔ روش‌های طراحی تائید شوند. مجموعهٔ این مدارک باید نشان دهد که اتصال قادر به تحمل تغییرشکل‌های دورانی متناظر با تغییرمکان نسبی طبقه به میزانی حداقل برابر مقادیر موردنظر بند ۱۰-۳-۳-۲-۶ برای استفاده در قاب‌های خمشی متوسط یا بند ۱۰-۳-۳-۳-۸ برای استفاده در قاب‌های خمشی ویژه، حسب مورد، است. تمام حالت‌های حدی که بر سختی، مقاومت و شکل‌پذیری اتصال تأثیر می‌گذارند، باید شناسایی شده و اثر متغیرهای طراحی بر آن‌ها موردتوجه قرار گیرد.

۱۰-۳-۸-۲ مرجع تائید اتصال

مجموعه مدارک تهیه‌شده برای تأیید اتصال پیشنهادی باید توسط کمیته‌ای متشکل از حداقل 3 نفر متخصص به انتخاب کمیتهٔ تخصصی مبحث دهم بررسی شده و طی یک گزارش مکتوب موردقبول قرار گیرد و سپس توسط کمیتهٔ مبحث دهم تائید شود.



طول ناحیه محافظت شده تیر

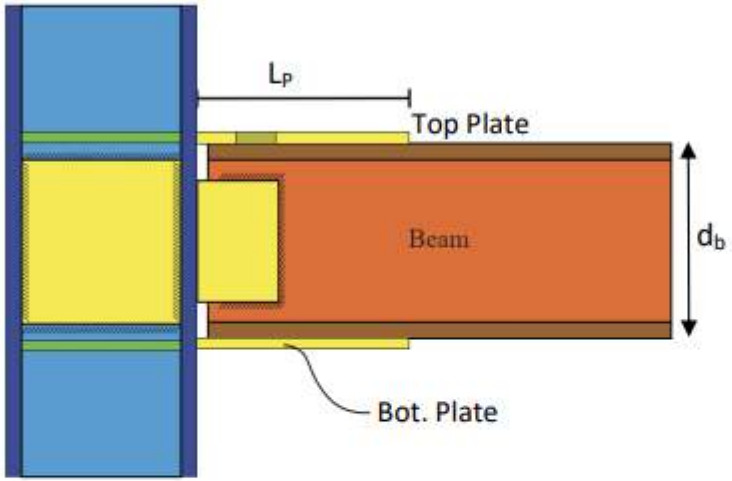
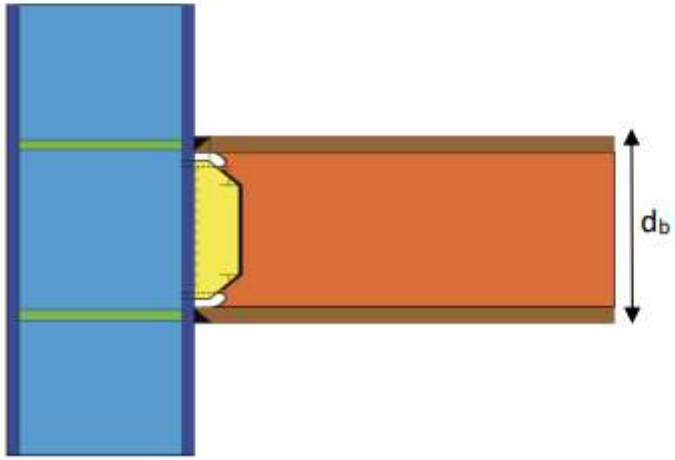
در ناحیه محافظت شده محدودیت‌های زیر می‌باید رعایت گردد.

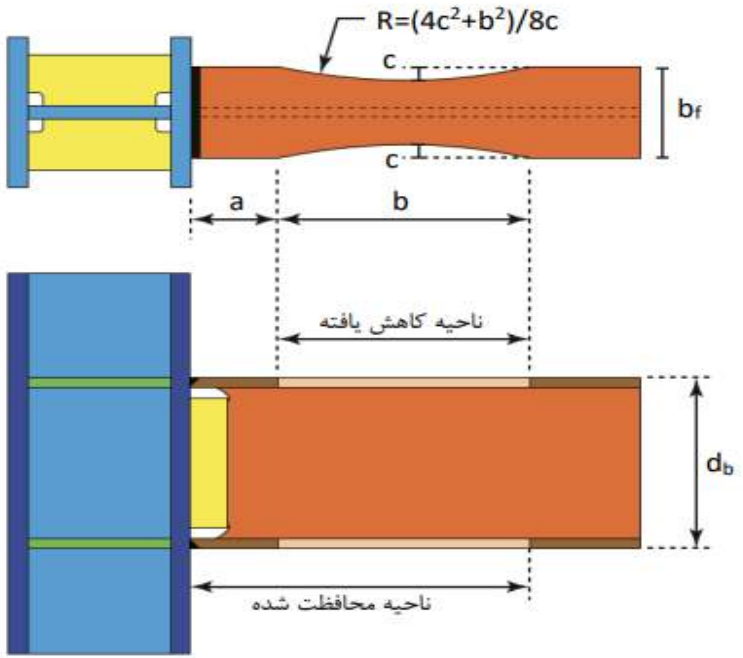
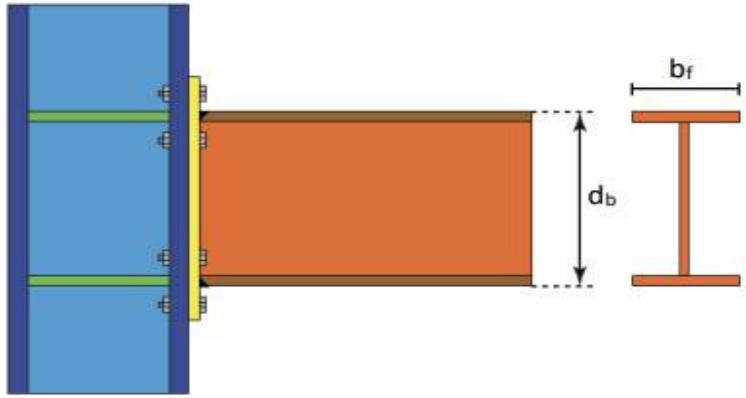
الف- هر گونه وصله نیمرخ یا اجزای مقطع ممنوع می‌باشد.

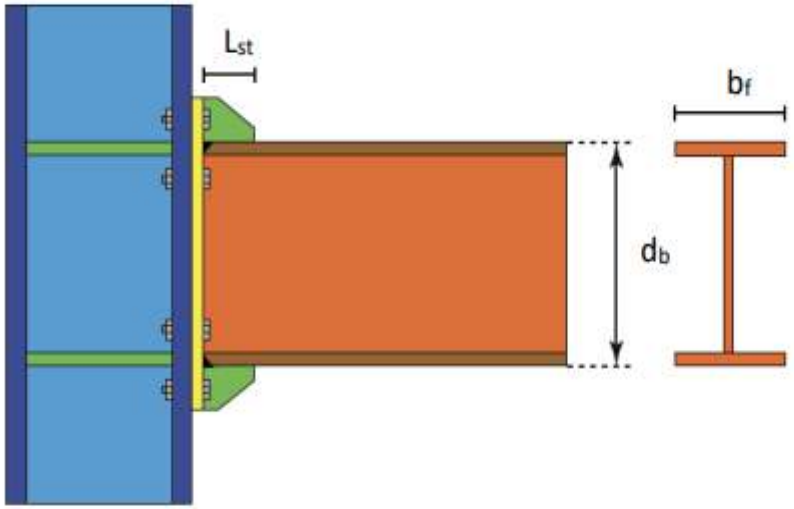
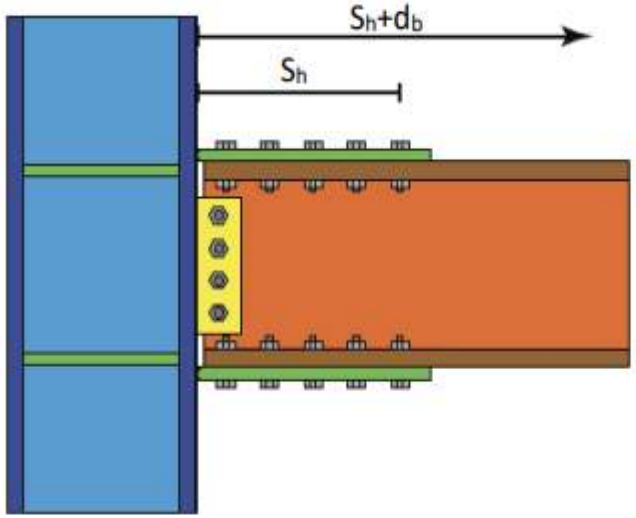
ب- به کارگیری گل میخ و هر نوع برشگیر ممنوع می‌باشد.

ج- اتصال عناصر سازه ای مانند تیرهای فرعی ممنوع می‌باشد.

د- اتصال اجزای غیر سازه ای مانند وادار دیوارها، اجزای نما و نگه دانده های تاسیساتی ممنوع می‌باشد.

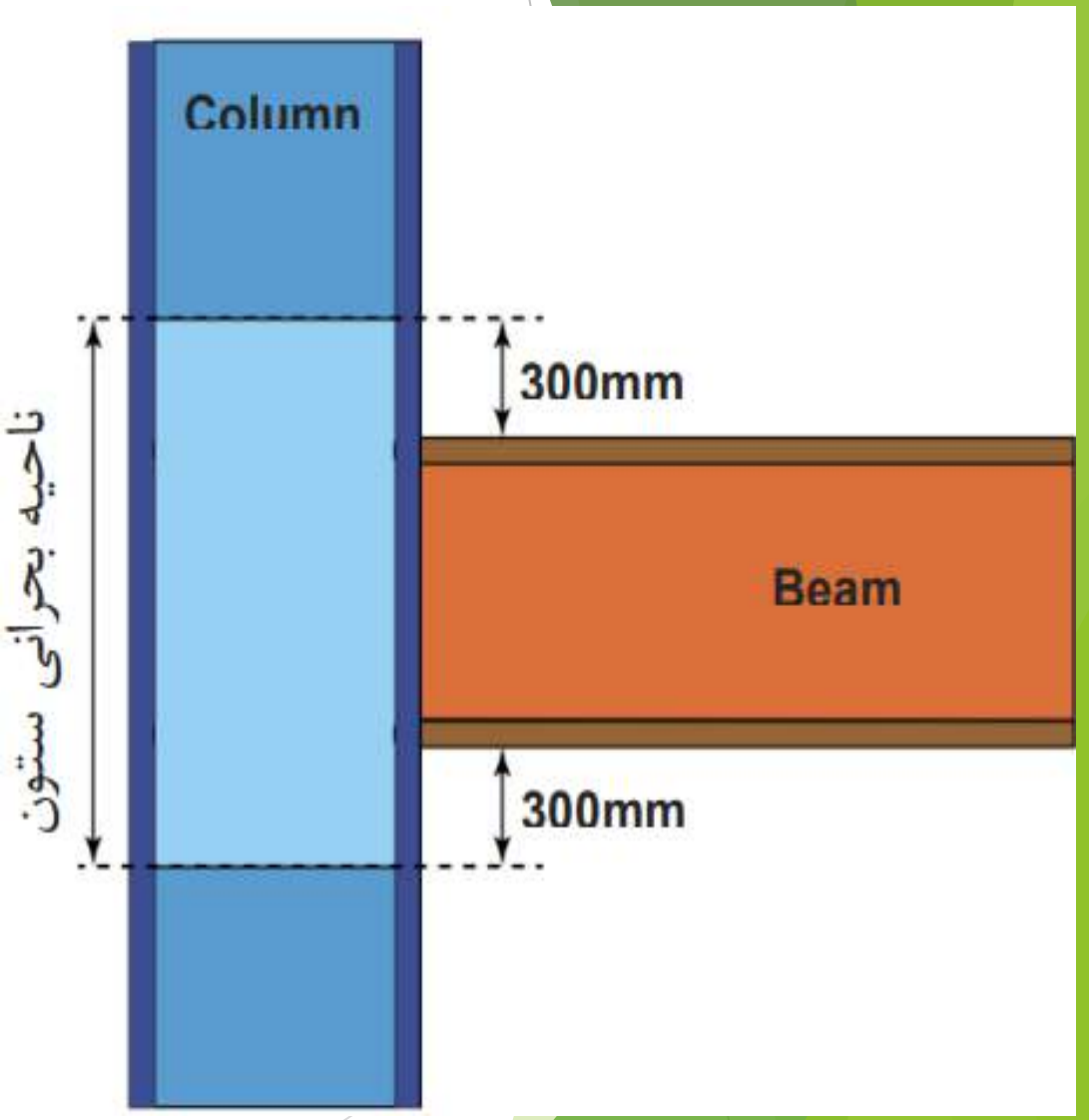
نوع اتصال تیر	طول ناحیه محافظت شده	شکل اتصال
اتصال گیردار با ورق روسری و زیرسری جوشی	$L_P+d_b/2$	
اتصال گیردار تقویت نشده جوشی	d_b	

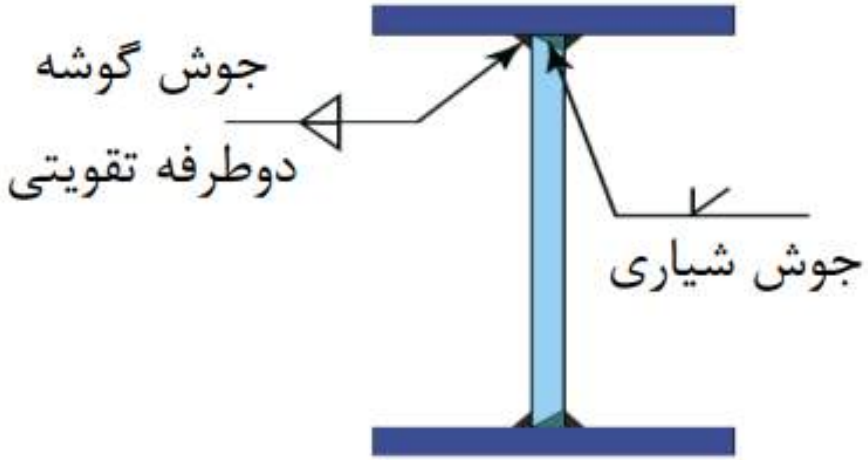
نوع اتصال تیر	طول ناحیه محافظت شده	شکل اتصال
اتصال گیردار با مقطع کاهش یافته	a+b	
اتصال گیردار فلنجی بدون سخت کننده	Min(db,3bf)	

نوع اتصال تیر	طول ناحیه محافظت شده	شکل اتصال
اتصال گیردار فلنجی با سخت کننده	Min(Lst,3bf)	
اتصال گیردار با ورق روسری و زیرسری پیچی	Sh+db	

ناحیه بحرانی ستون بند ۱۰-۳-۷-۱ صفحه ۳۹۳ مبحث ۱۰

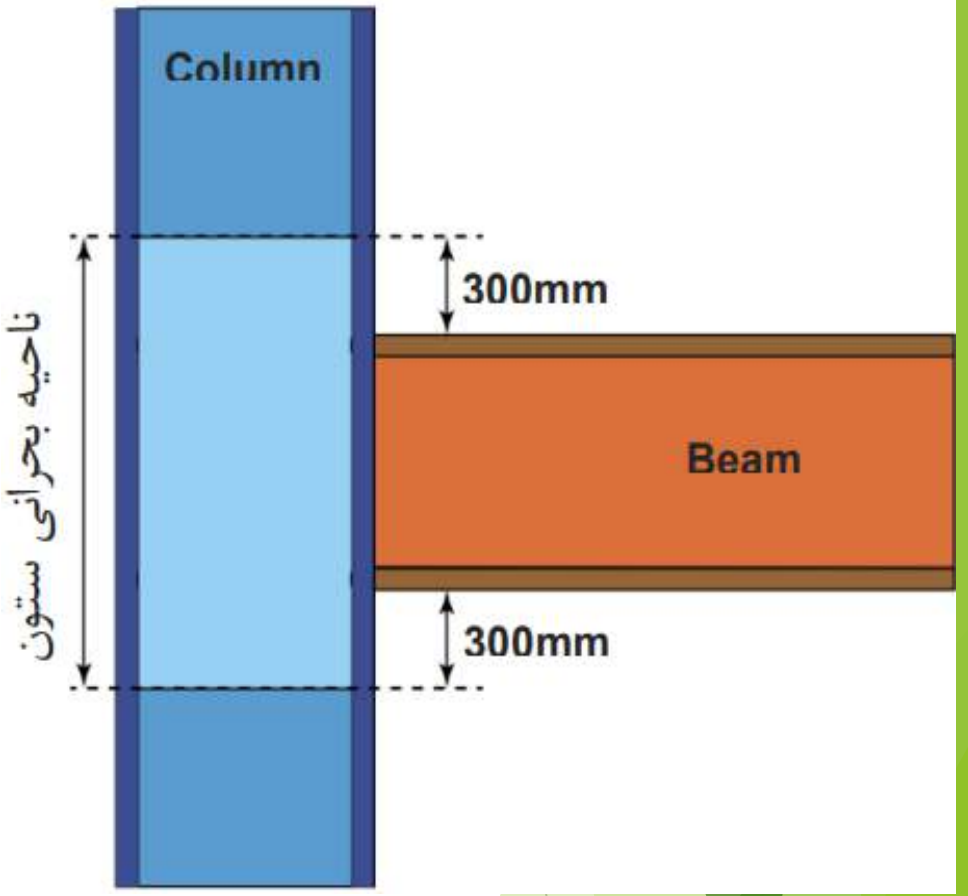
در دو انتهای ستون های I شکل ساخته شده از ورق، در محل اتصال تیر به طول حداقل برابر عمق تیر به علاوه ۳۰۰ میلی متر بال و پایین آن که به عنوان ناحیه بحرانی ستون نامیده می شود، اتصال بال به جان باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل همراه با جوش گوشه تقویتی در دوطرف جان باشد . بعد جوش گوشه نباید از کوچکترین دو مقدار ضخامت جان و ۸ میلیمتر کمتر باشد.

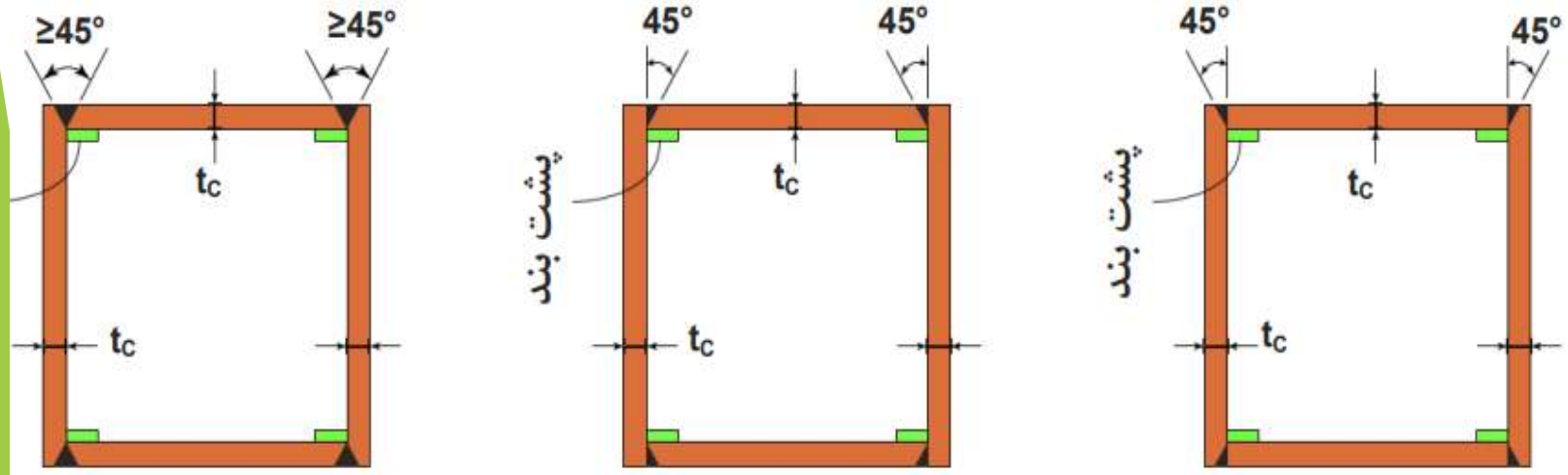


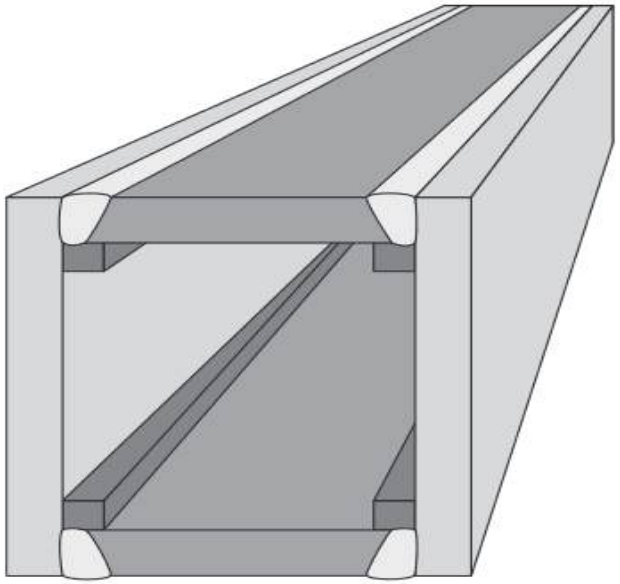


مقطع ستون I شکل در ناحیه بحرانی

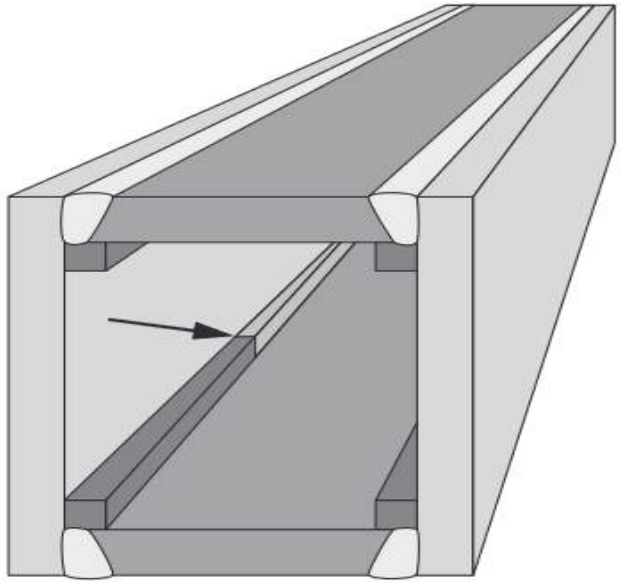
در دو انتهای ستون های جعبه ای ساخته شده از ورق و ستون های Hشکل جعبه ای شده، در محل اتصال تیر به طول حداقل برابر عمق تیر به علاوه ۳۰۰ میلی متر بالا و پایین آن که به عنوان ناحیه بحرانی ستون نامیده می شود، اتصال بال به جان باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل همراه با ورق پشت بند باشد.



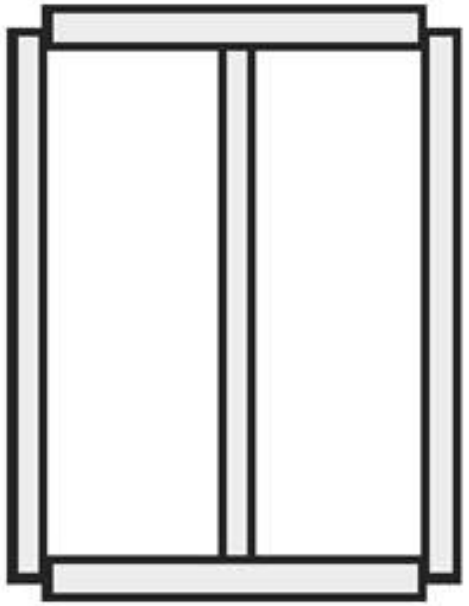




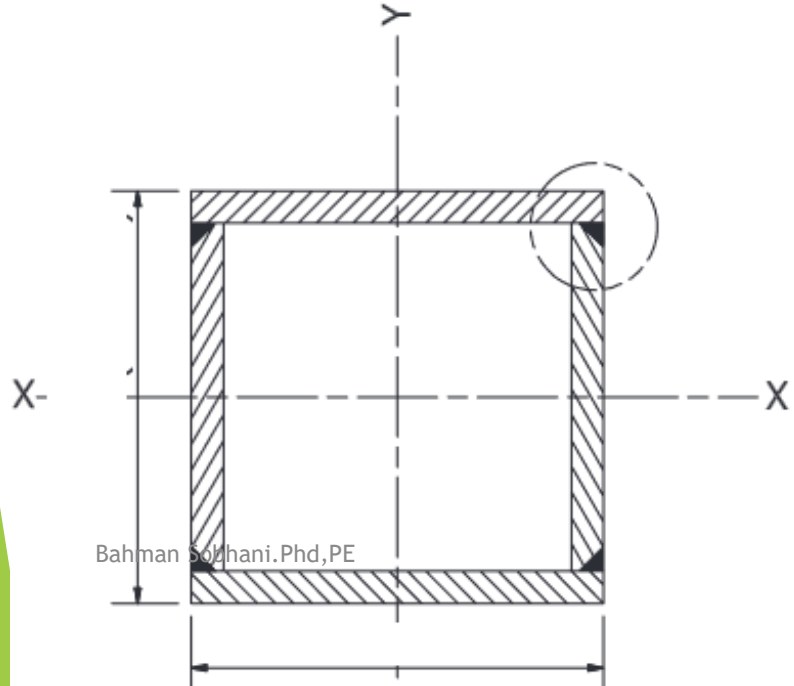
Continuous backing
(a)

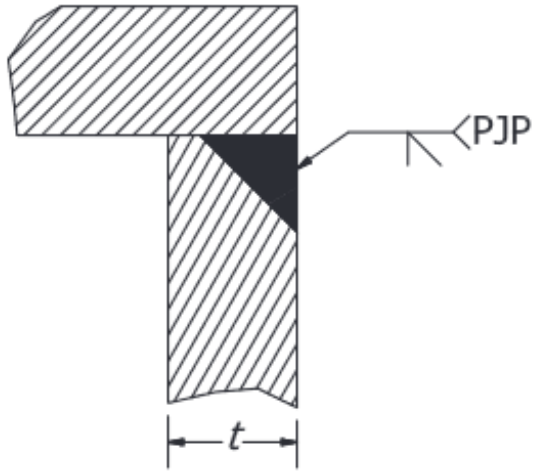


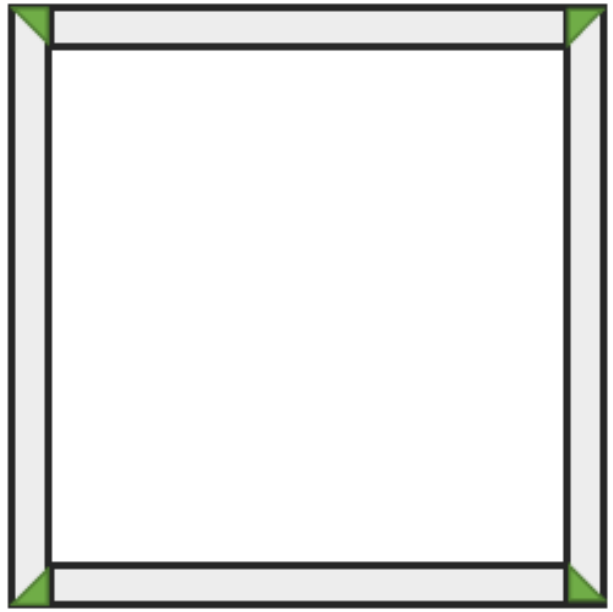
Discontinuous backing
(b)



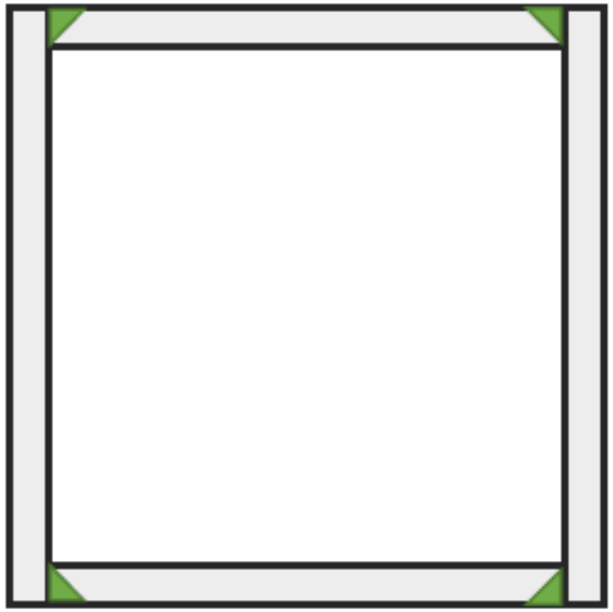
مقطع ا شکل جعبه‌ای شده



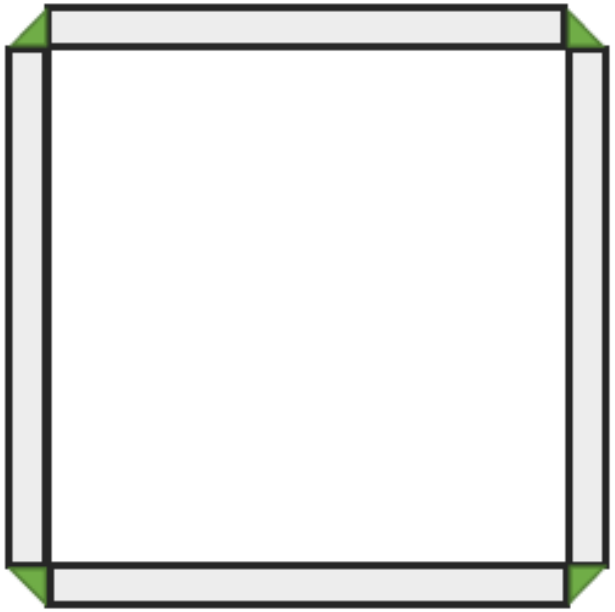




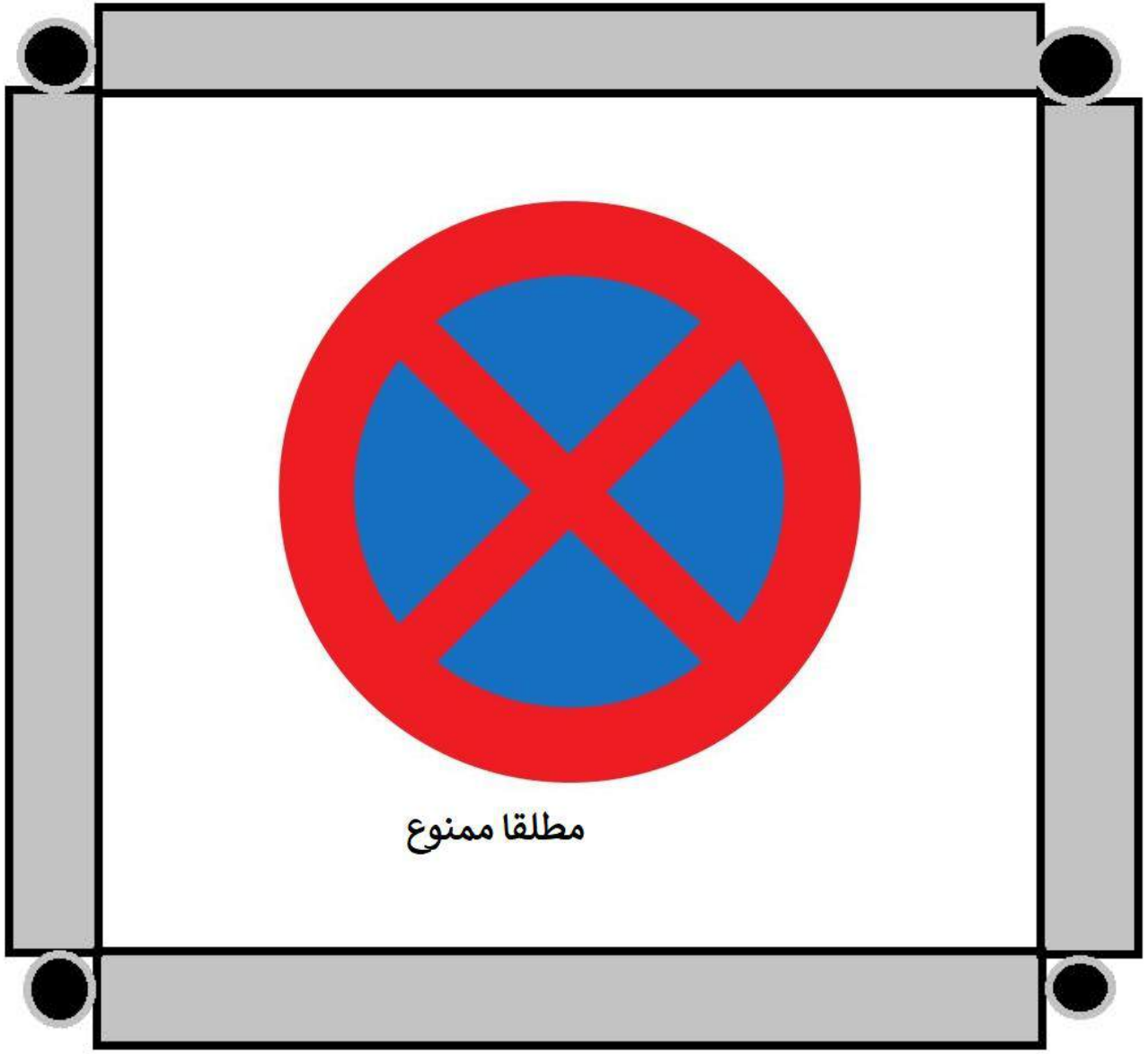
درست یا غلط؟



درست یا غلط؟

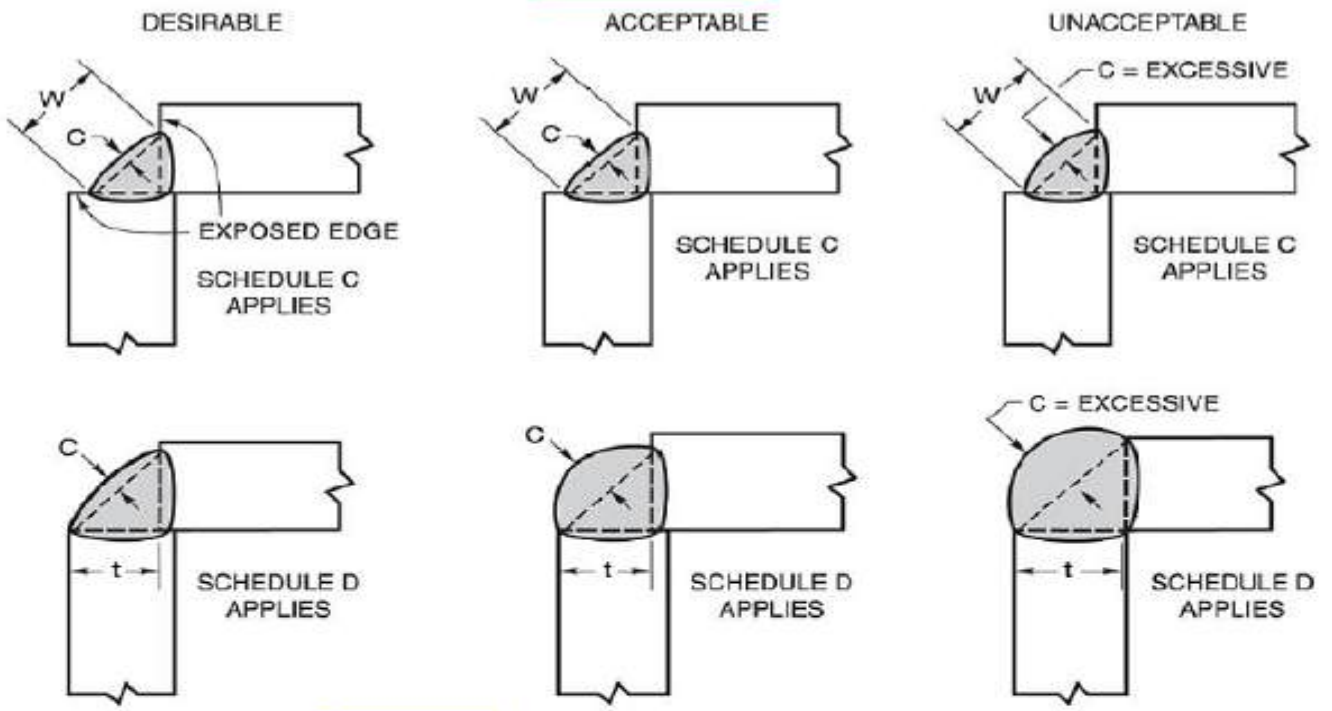


غلط



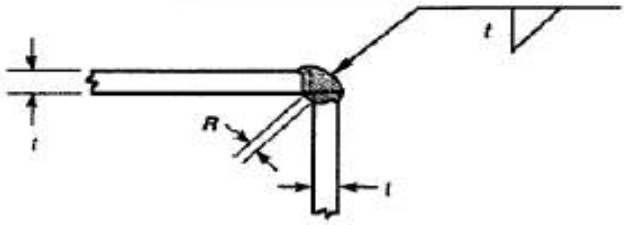
اتصال نیش به نیش

AWS D1.1



(F) FILLET WELD PROFILES FOR OUTSIDE CORNER JOINTS

AWS D1.3



Welding Process	Thickness	R = Root Opening	Positions
All	18 Ga. MIN., 11 Ga. MAX.	0 MIN., t/4 MAX.	All

Note: See Annex D for metric equivalents of U.S. Customary Units.

Figure 3.2A—Fillet Weld in Corner Joint (see 3.2.2)

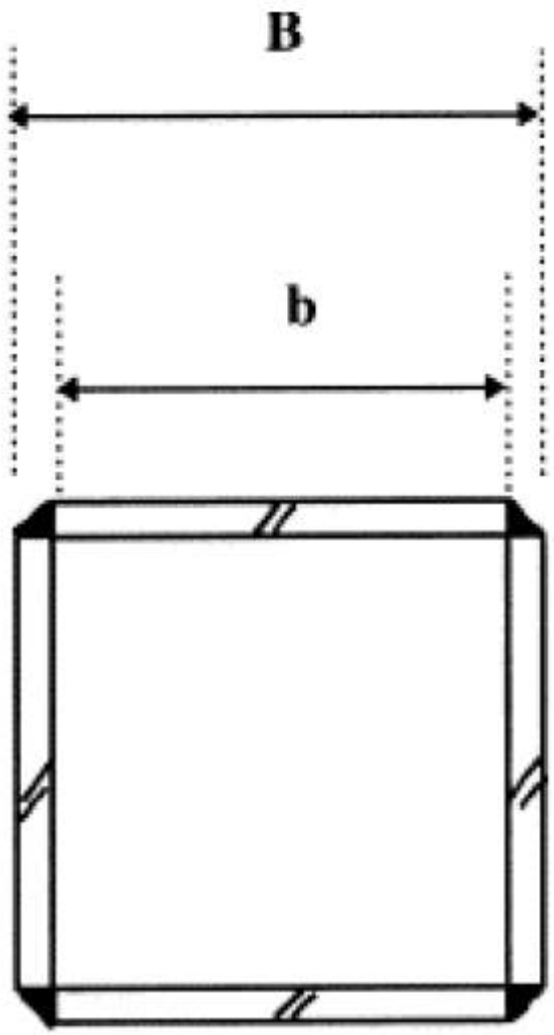
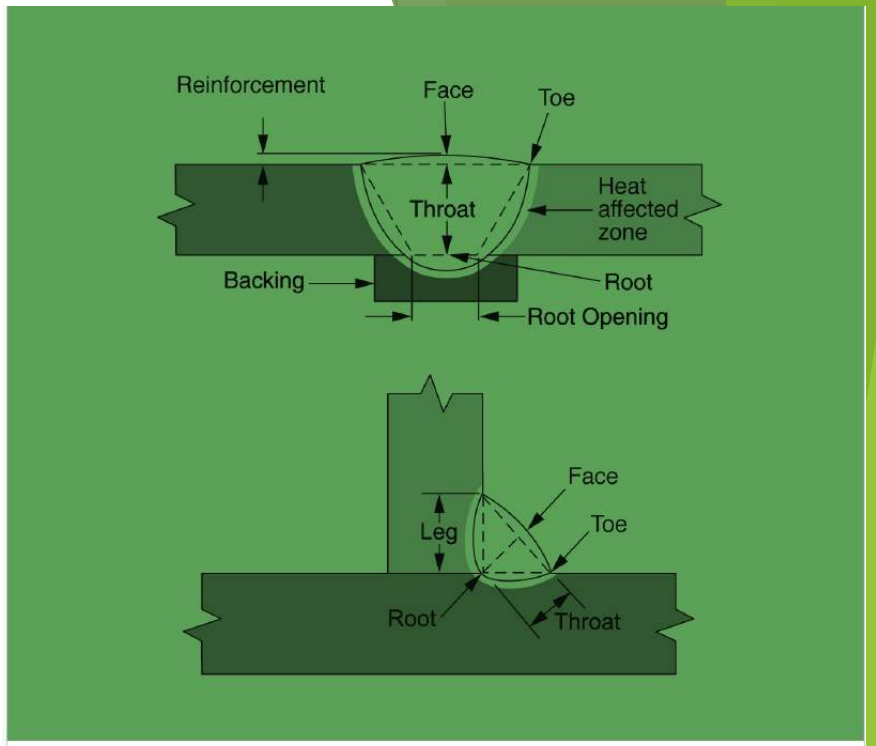


Table 3-3. Weld Load Considerations			
Butt Joints	**Loading Level**	**Normal to the Weld Axis**	**Parallel to the Weld Axis**
Tension	Light	PJP	PJP
	Heavy	CJP	PJP
Compression	Light	PJP	PJP
	Heavy	PJP with bearing considered, CJP	PJP
Shear	Light	—	PJP
	Heavy	—	CJP
Tee Joints	**Loading Level**	**Normal to the Weld Axis**	**Parallel to the Weld Axis**
Tension	Light	Fillet	Fillet
	Heavy	Fillet, PJP, PJP/fillet, CJP	Fillet
Compression	Light	Fillet	Fillet
	Heavy	PJP with bearing considered, CJP	Fillet
Shear	Light	—	Fillet
	Heavy	—	Fillet, PJP, PJP/fillet, CJP
Corner Joints—Outside	**Loading Level**	**Normal to the Weld Axis**	**Parallel to the Weld Axis**
Tension	Light	Fillet, PJP	Fillet, PJP
	Heavy	CJP	Fillet, PJP
Compression	Light	PJP	PJP
	Heavy	PJP with bearing considered, CJP	PJP
Shear	Light	—	PJP
	Heavy	—	CJP
Corner Joints—Inside	**Loading Level**	**Normal to the Weld Axis**	**Parallel to the Weld Axis**
Tension	Light	Fillet	Fillet
	Heavy	Fillet, PJP, PJP/fillet, CJP	Fillet
Compression	Light	Fillet	Fillet
	Heavy	PJP with bearing considered, CJP	Fillet
Shear	Light	—	Fillet
	Heavy	—	Fillet, PJP, PJP/fillet, CJP
Lap Joints	**Loading Level**	**Normal to the Weld Axis**	**Parallel to the Weld Axis**
Shear	Light	—	Fillet, plug/slot
	Heavy	—	Fillet, plug/slot, fillet/plug/slot

Note: For all joint types, loading levels and loading conditions, discretion should be used to preclude rotation about the root of the weld.



الزامات عمومی اتصالات گیردار از پیش تائید شده مطابق ضوابط AISC358-22 و مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان

الف) مصالح

۱- فولاد مورد استفاده باید ضوابط بند ۱۰-۳-۲-۱-۱ را رعایت نماید.

۲- در مواردی که بال تیر مستقیماً یا با واسطه به بال ستون جوش می‌شود، در محدودهٔ اتصال تیر به ستون، مصالح ورق بال‌های ستون که دارای ضخامت مساوی یا بیش از 30 میلی‌متر هستند، باید دارای خواص تاییدشده در امتداد ضخامت بوده و از نظر طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی، حداقل از ردهٔ J0 باشند.

تبصره: 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.

ب) اعضا

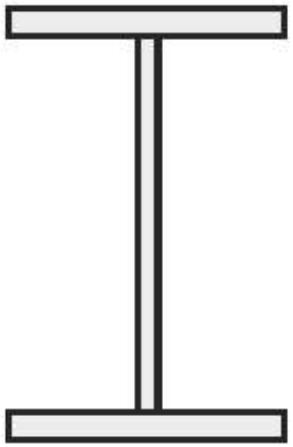
به‌طورکلی مقاطع تیرها و ستون‌ها باید یکی از انواع زیر باشند. محدودیت استفاده از هر یک از این مقاطع در انواع اتصالات پیش‌تاییدشده، در بخش مربوطه آمده است.

۱- مقاطع نوردشدهٔ I یا H شکل

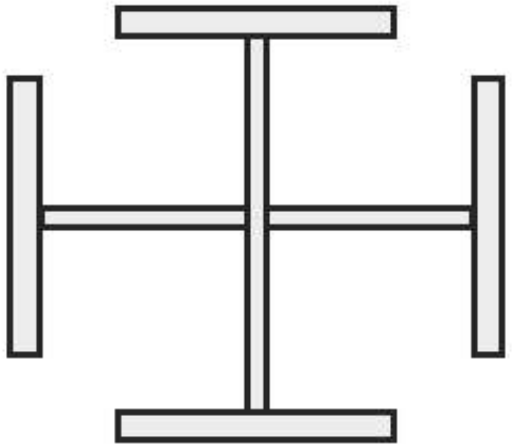
۲- مقاطع قوطی‌شکل (HSS) برای ستون‌ها

۳- مقاطع ساخته‌شده

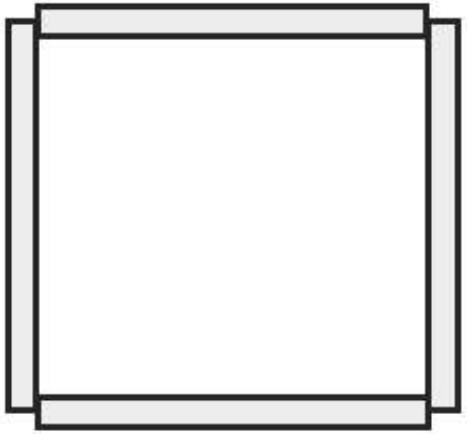
مقاطع فوق باید دارای دو محور تقارن باشند. تیرها می‌توانند دارای مقطع I یا H شکل (نوردشده یا ساخته شده از ورق) و ستون‌ها دارای مقطع قوطی‌شکل (HSS)، مقطع H شکل (نوردشده یا ساخته شده از ورق)، مقطع جعبه‌ای ساخته شده از ورق یا ساخته شده از مقاطع H شکل همراه با ورق‌های کناری (مقاطع H شکل جعبه‌ای‌شده) و مقطع صلیبی‌شکل ساخته شده از ورق یا ساخته شده از نیمرخ‌های نوردشده باشد.



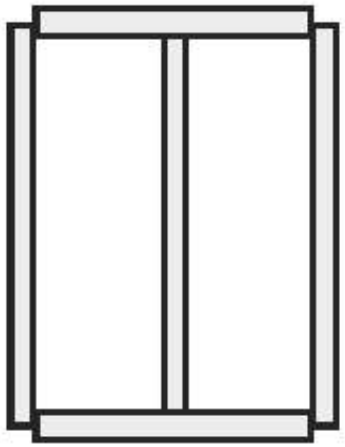
الف) مقطع I شکل



ب) مقطع صلیبی شکل

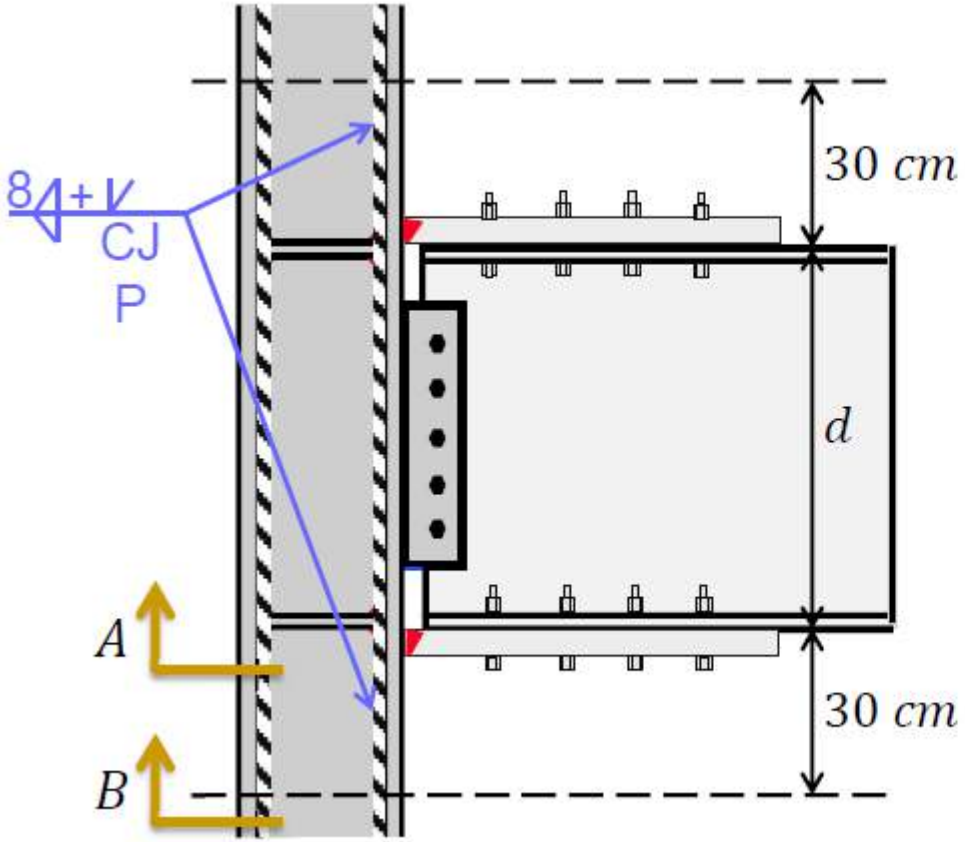


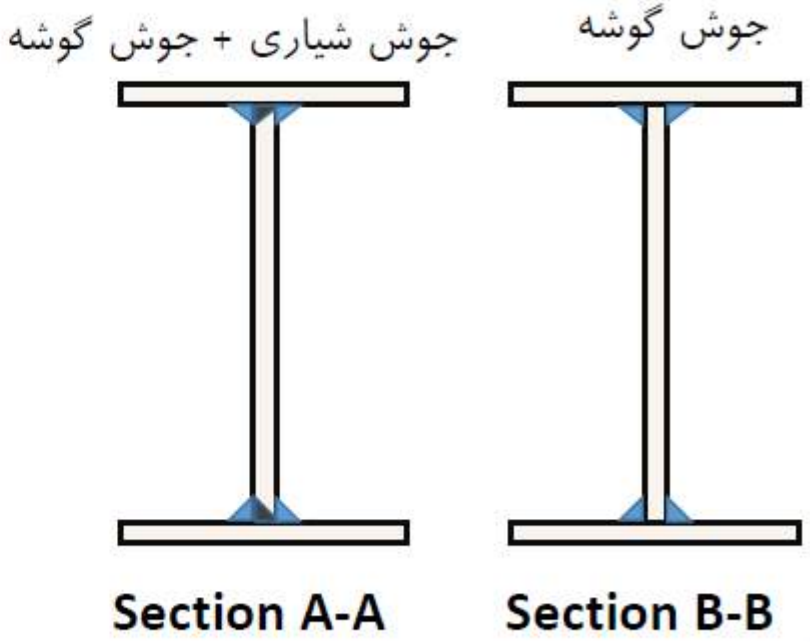
پ) مقطع جعبه‌ای

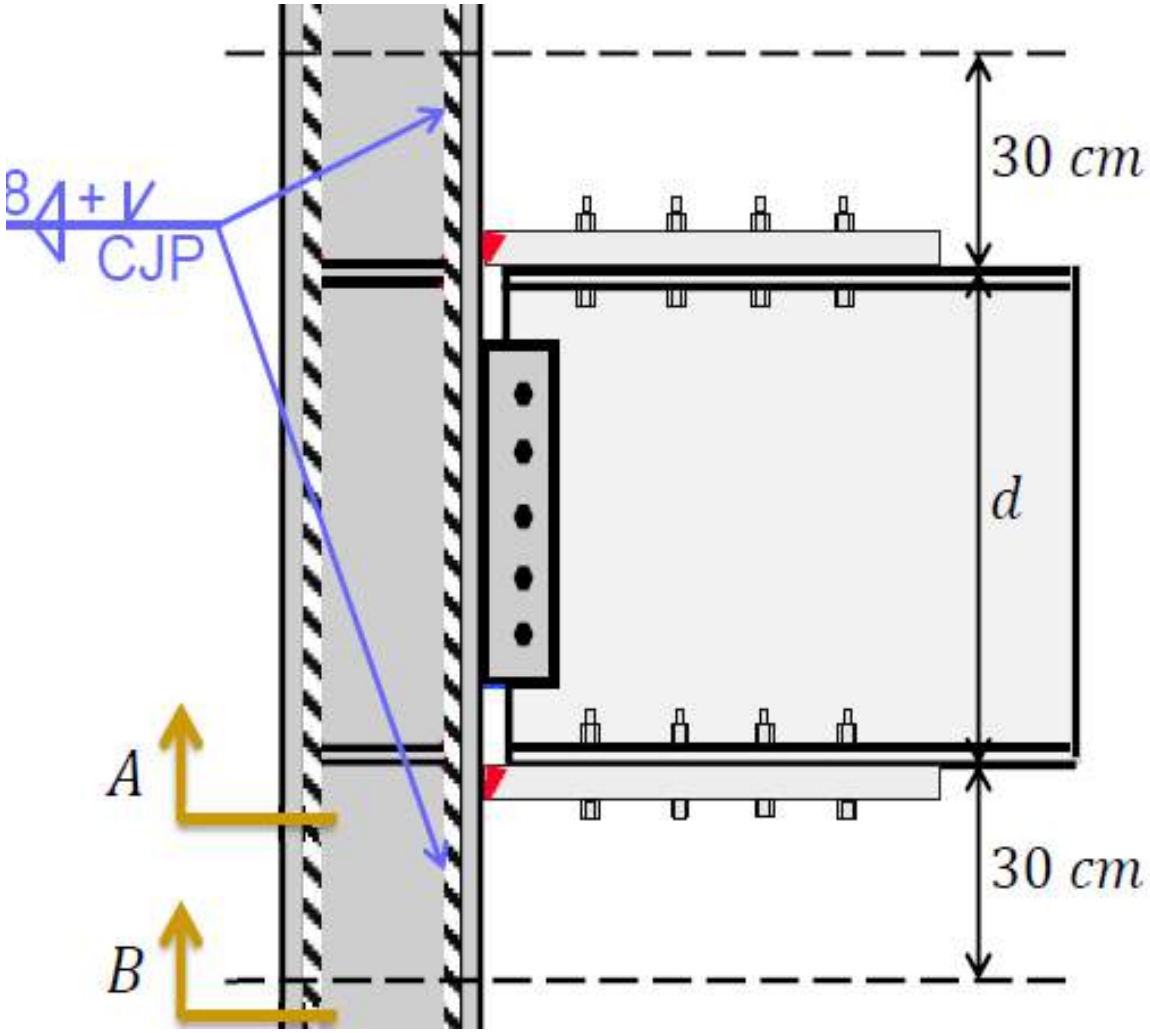


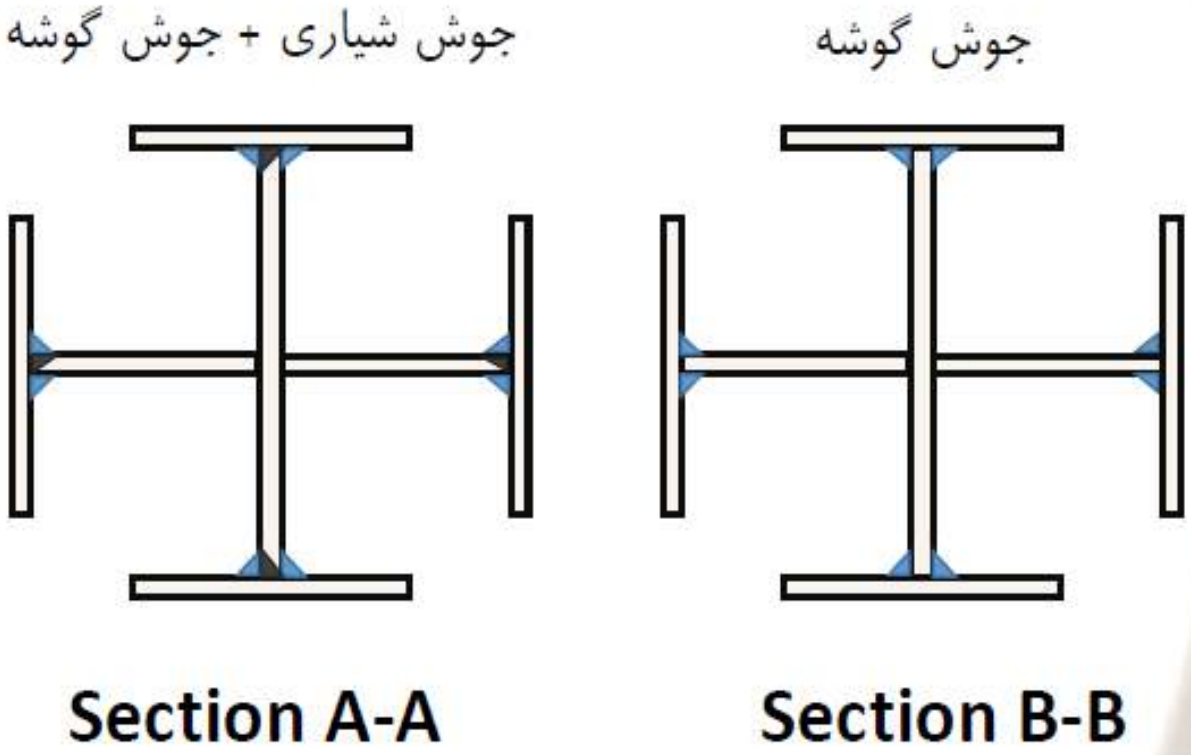
ت) مقطع I شکل جعبه‌ای شده

- در ستون‌های H شکل ساخته شده از ورق، در محل اتصال تیر به ستون به فاصله‌ای شامل عمق تیر به‌علاوهٔ 300 میلی‌متر بالا و پایین بال‌های تیر که به‌عنوان نواحی بحرانی ستون نامیده می‌شوند، اتصال جان به بال‌های مقطع ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل با جوش گوشهٔ تقویتی در هر دو طرف جان باشد. بعد جوش‌های گوشهٔ تقویتی در هر طرف جان ستون نباید از کوچک‌ترین دو مقدار ضخامت جان و 8 میلی‌متر، کمتر باشد.

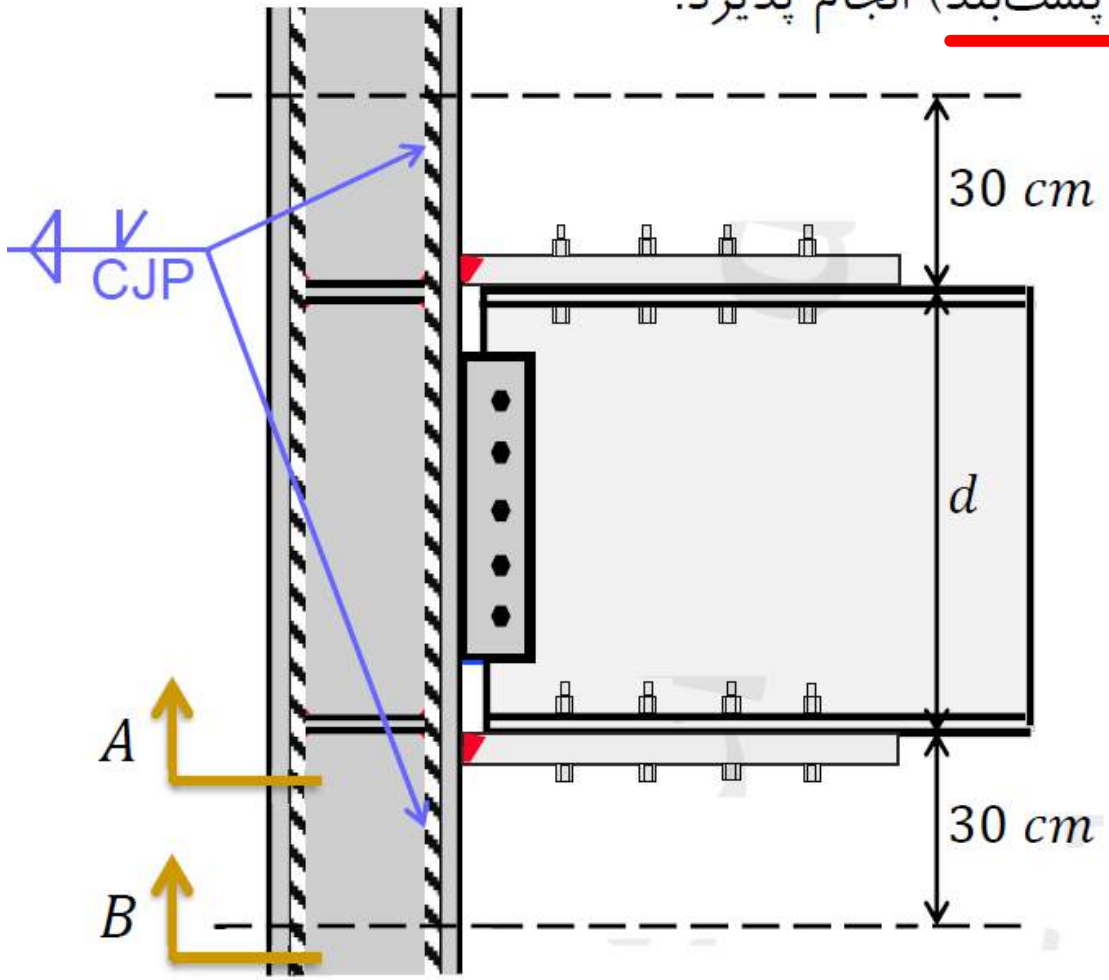


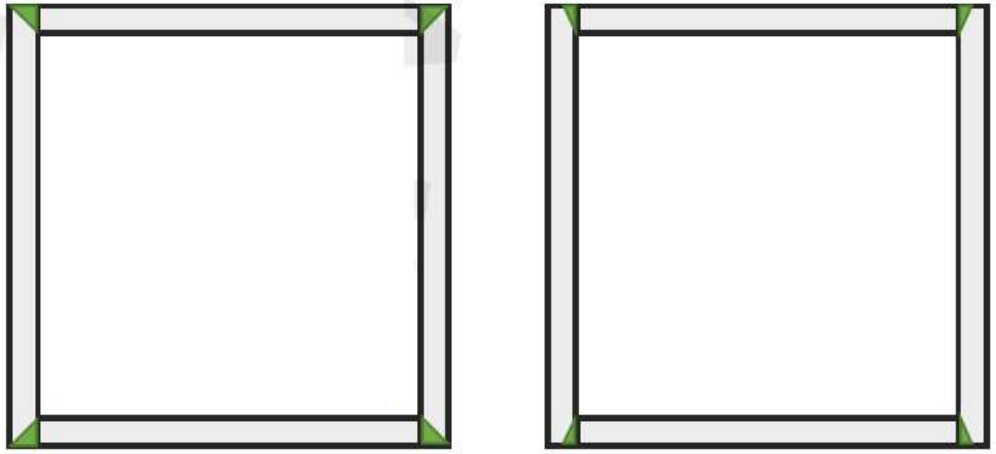



B
+ V
CJP
30 cm
d
30 cm
A
B


جوش شیاری + جوش گوشه
جوش گوشه
Section A-A
Section B-B

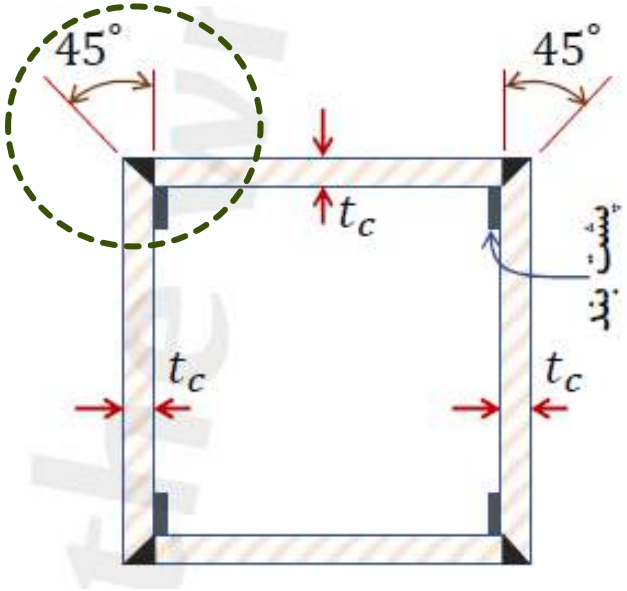
• در ستون‌های جعبه‌ای ساخته شده از ورق یا ساخته شده از مقاطع H شکل همراه با ورق‌های کناری (مقاطع H شکل جعبه‌ای شده)، در محل اتصال تیر به ستون به فاصله‌ای شامل عمق تیر به علاوهٔ ۳۰۰ میلیمتر بالا و پایین بال تیر که به عنوان نواحی بحرانی ستون نامیده می‌شوند، اتصال جان‌ها به بال‌های مقطع ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل همراه با ورق پشت‌بند باشد. در خارج از نواحی بحرانی طول ستون، اتصال جان‌ها به بال‌های مقطع ستون می‌تواند با استفاده از جوش شیاری با نفوذ ناقص (بدون استفاده از ورق پشت‌بند) انجام پذیرد.

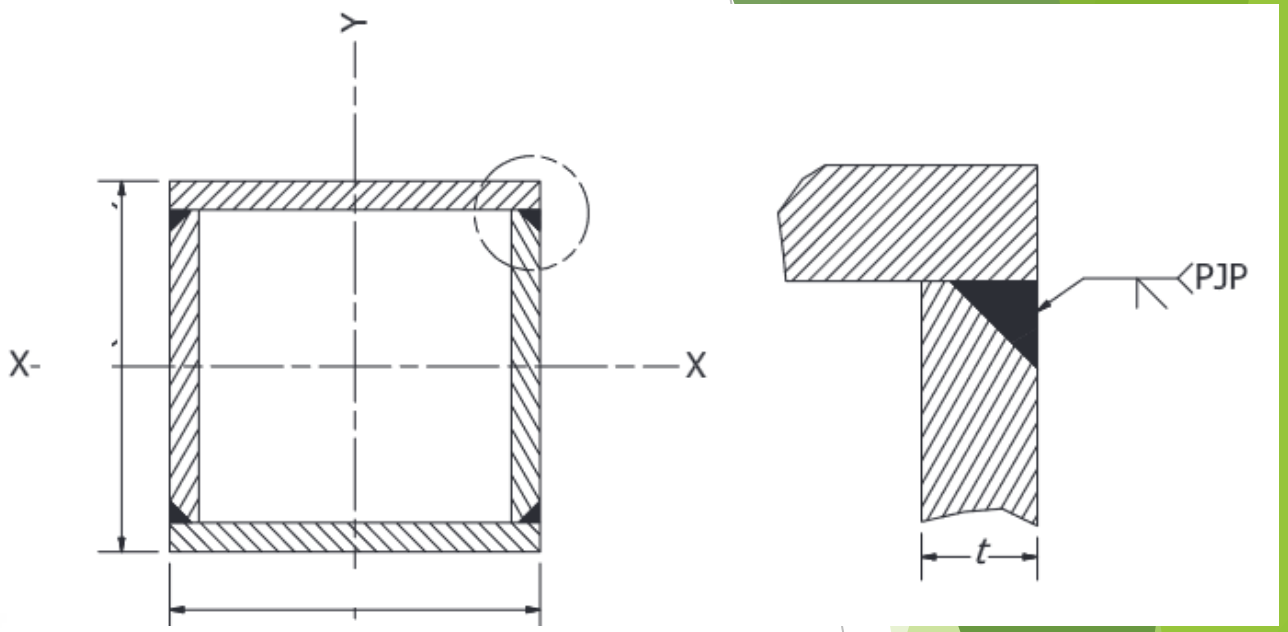




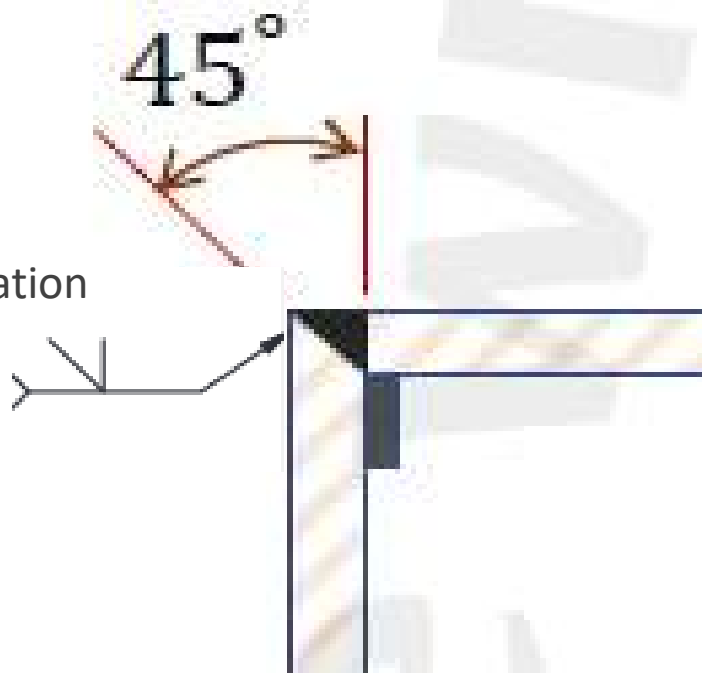
Section A-A

Section B-B





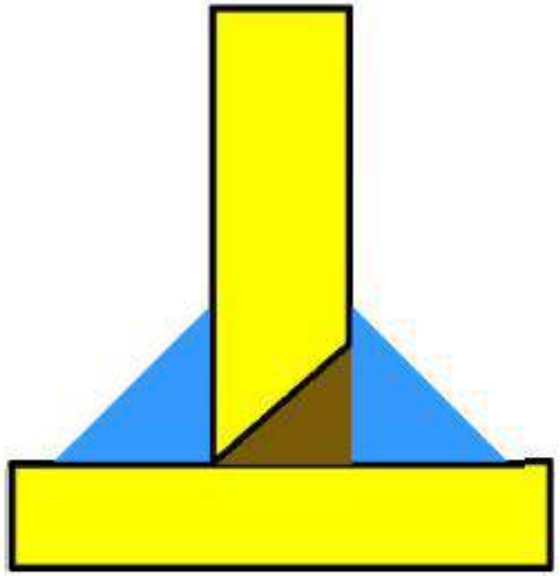
Partial Joint Penetration

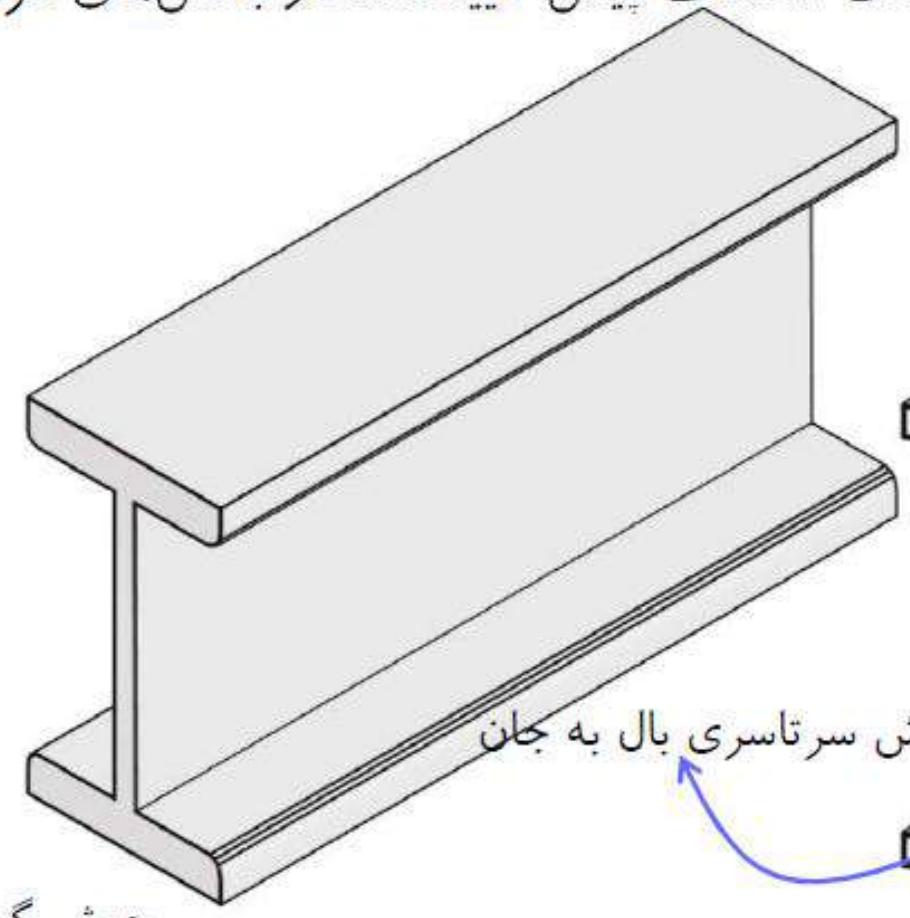


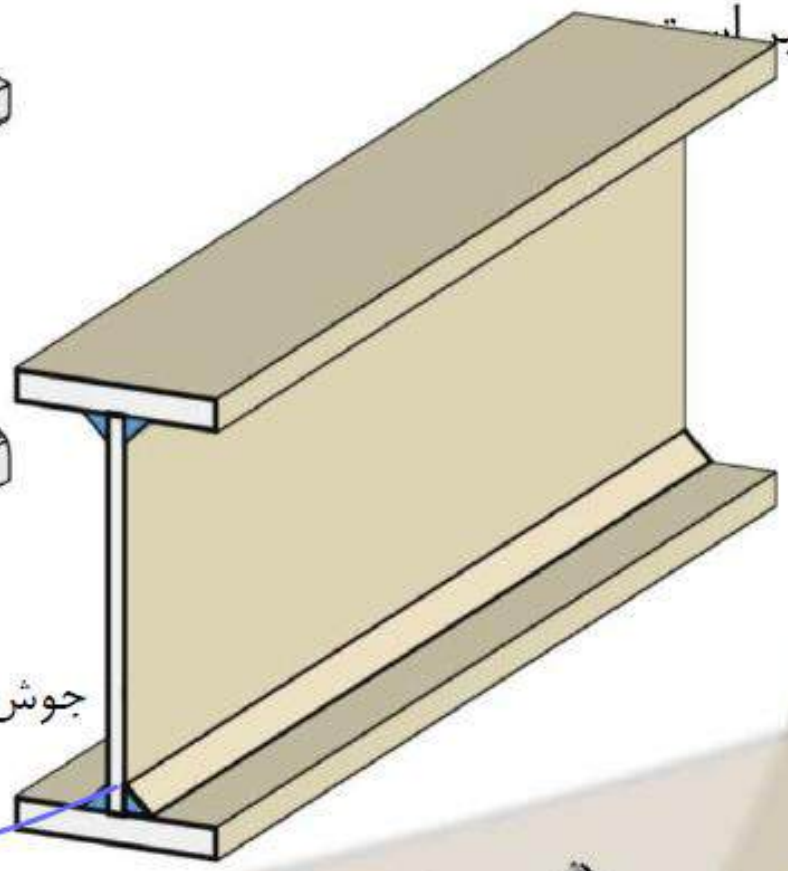
Complete Joint Penetration

جان مقاطع ساخته شده باید به طور پیوسته به بال آنها با رعایت ضوابط زیر متصل باشد:

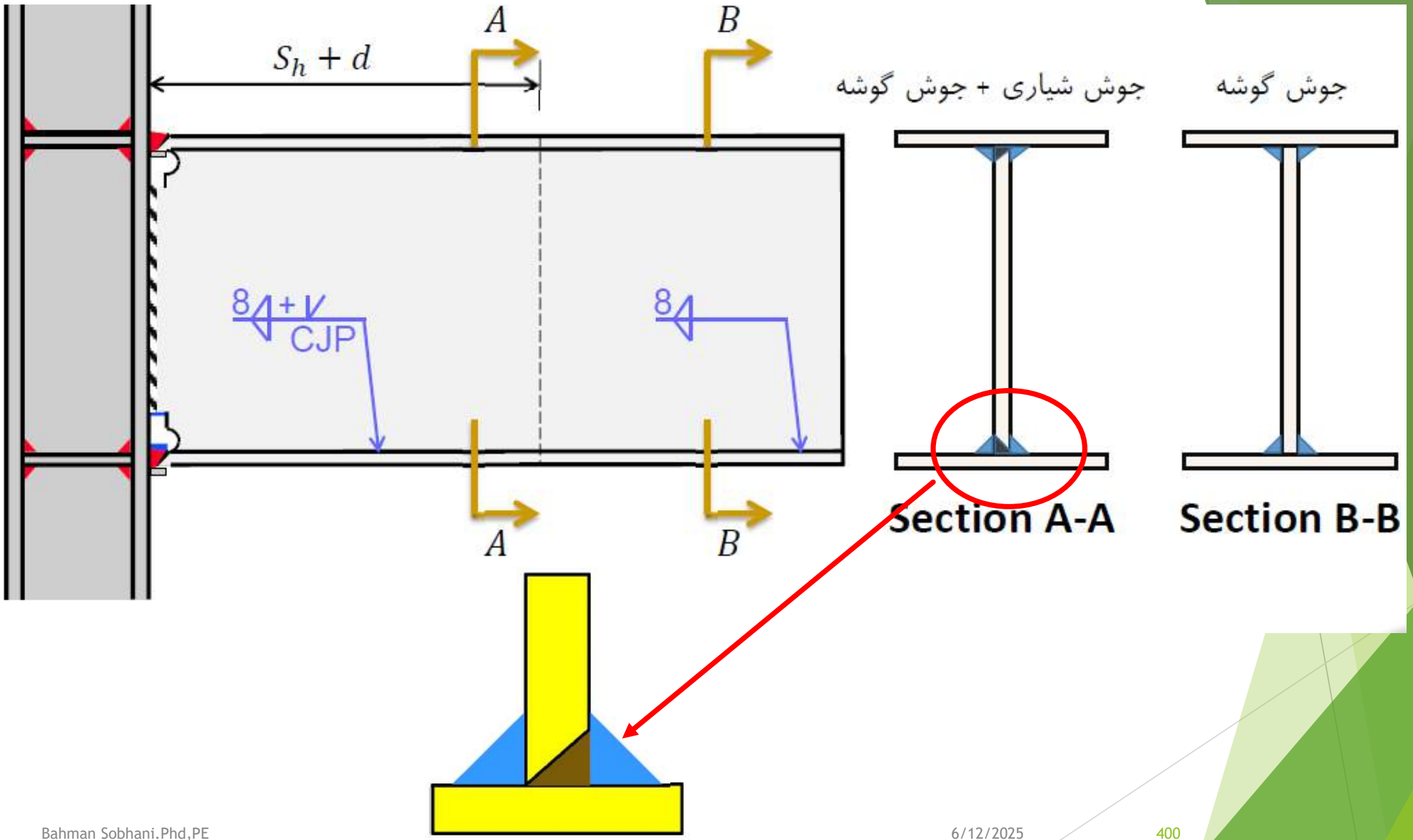
- در دو انتهای تیرهای I و H شکل ساخته شده از ورق، به طول حداقل S_h+d_b اتصال جان به بال باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل همراه با جوش گوشهٔ تقویتی در هر دو طرف جان باشد. بعد جوش‌های گوشهٔ تقویتی در هر طرف جان تیر نباید از کوچکترین دو مقدار ضخامت جان و ۸ میلیمتر، کمتر باشد. S_h فاصلهٔ بین مفصل پلاستیک در داخل تیر تا بر ستون است که برای انواع مختلف اتصالات پیش تاییدشده در بخش‌های مربوطه ارائه شده است و d_b عمق تیر است.





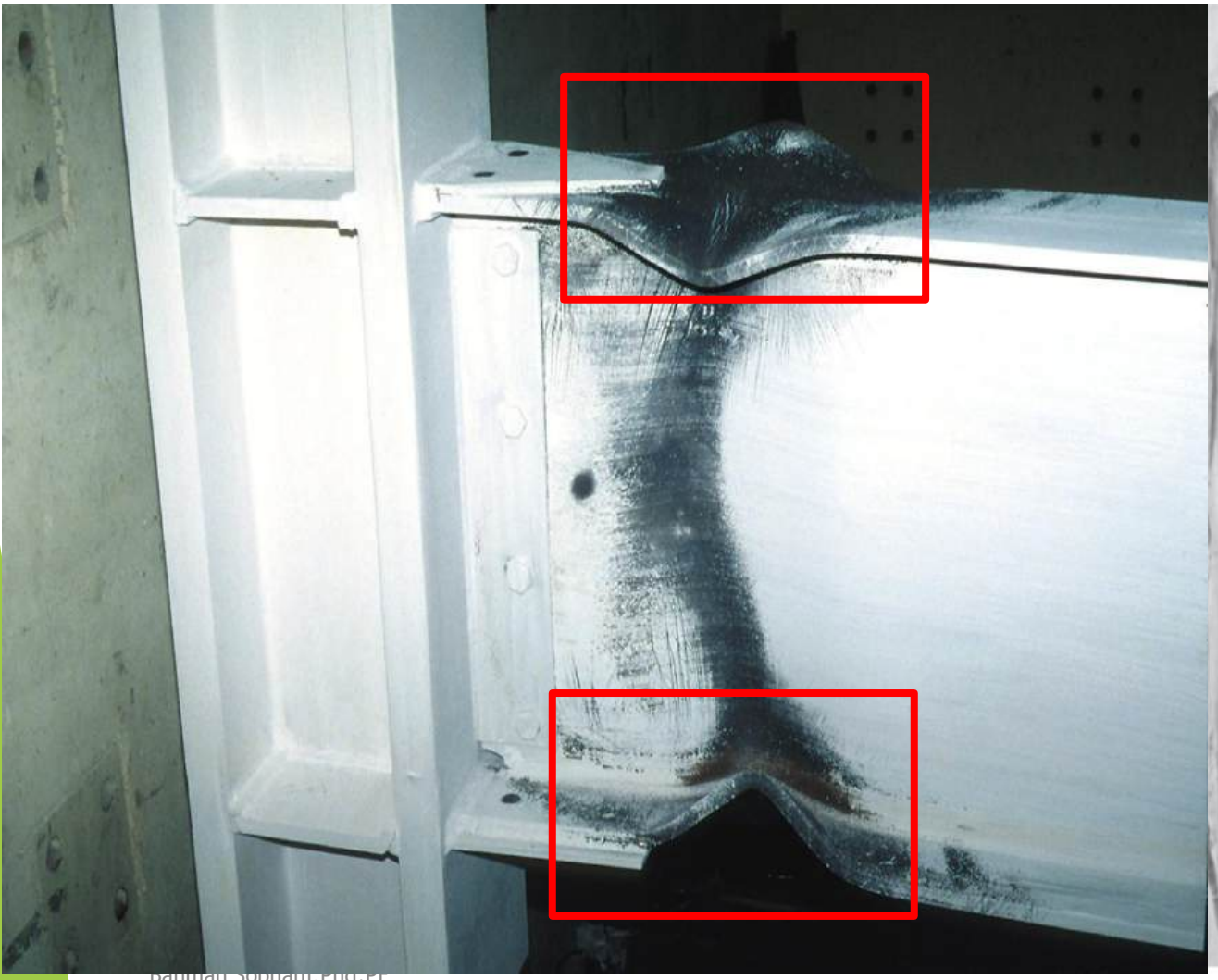


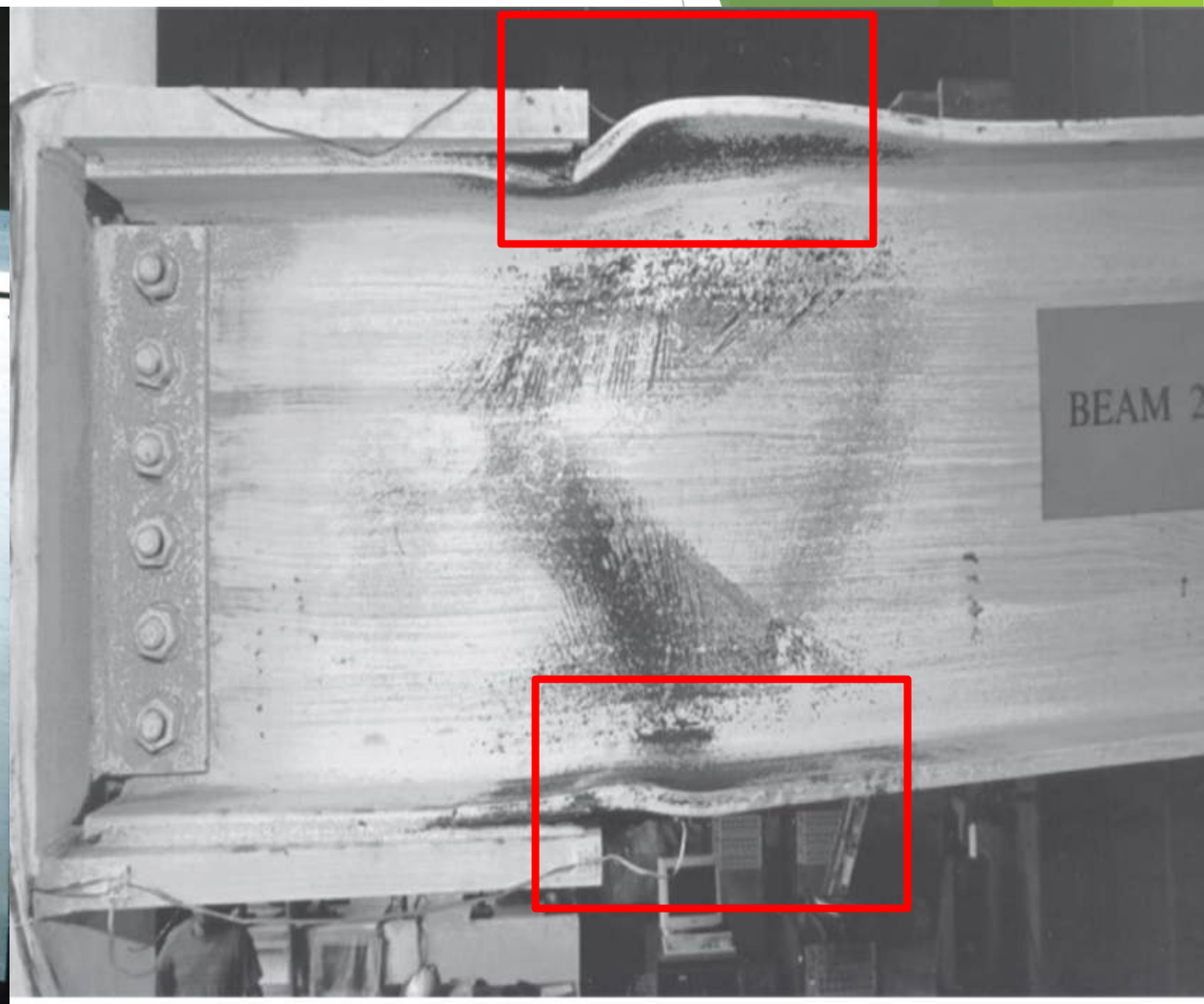
جوش گوشه تقویتی+ جوش شیاری با نفوذ کامل



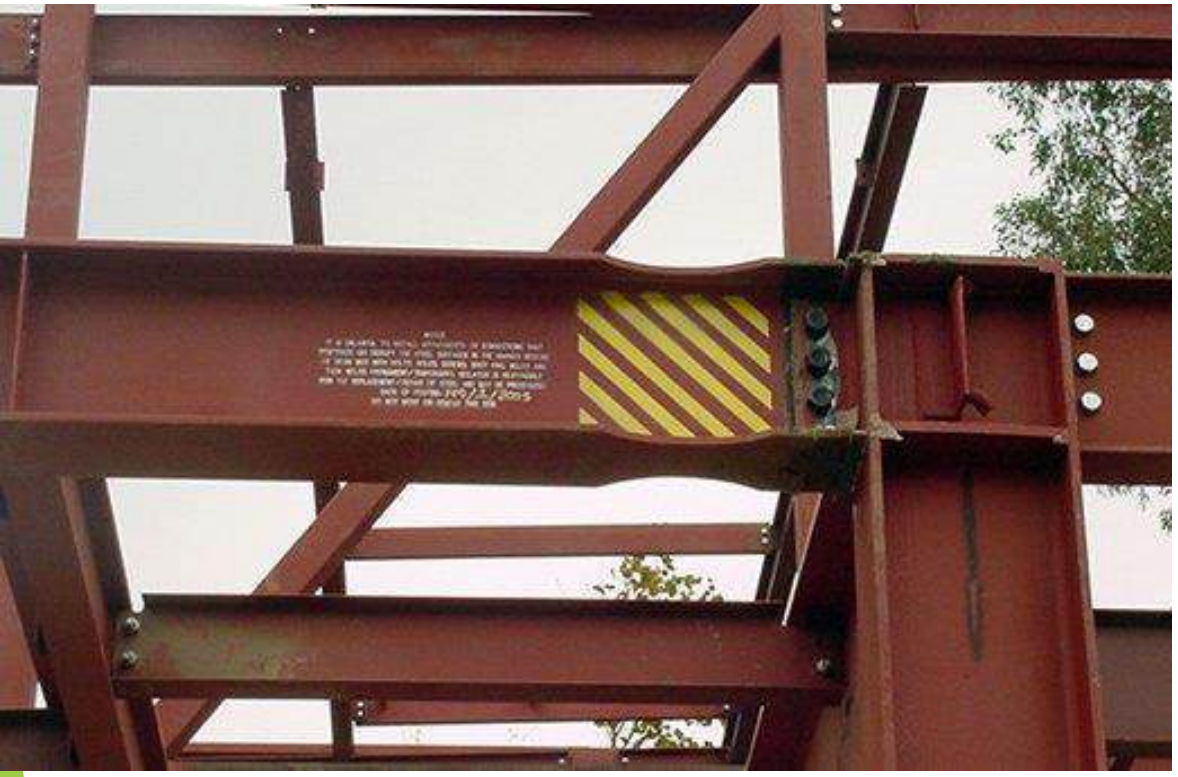
جوش گوشه تقویتی+ جوش شیاری با نفوذ کامل

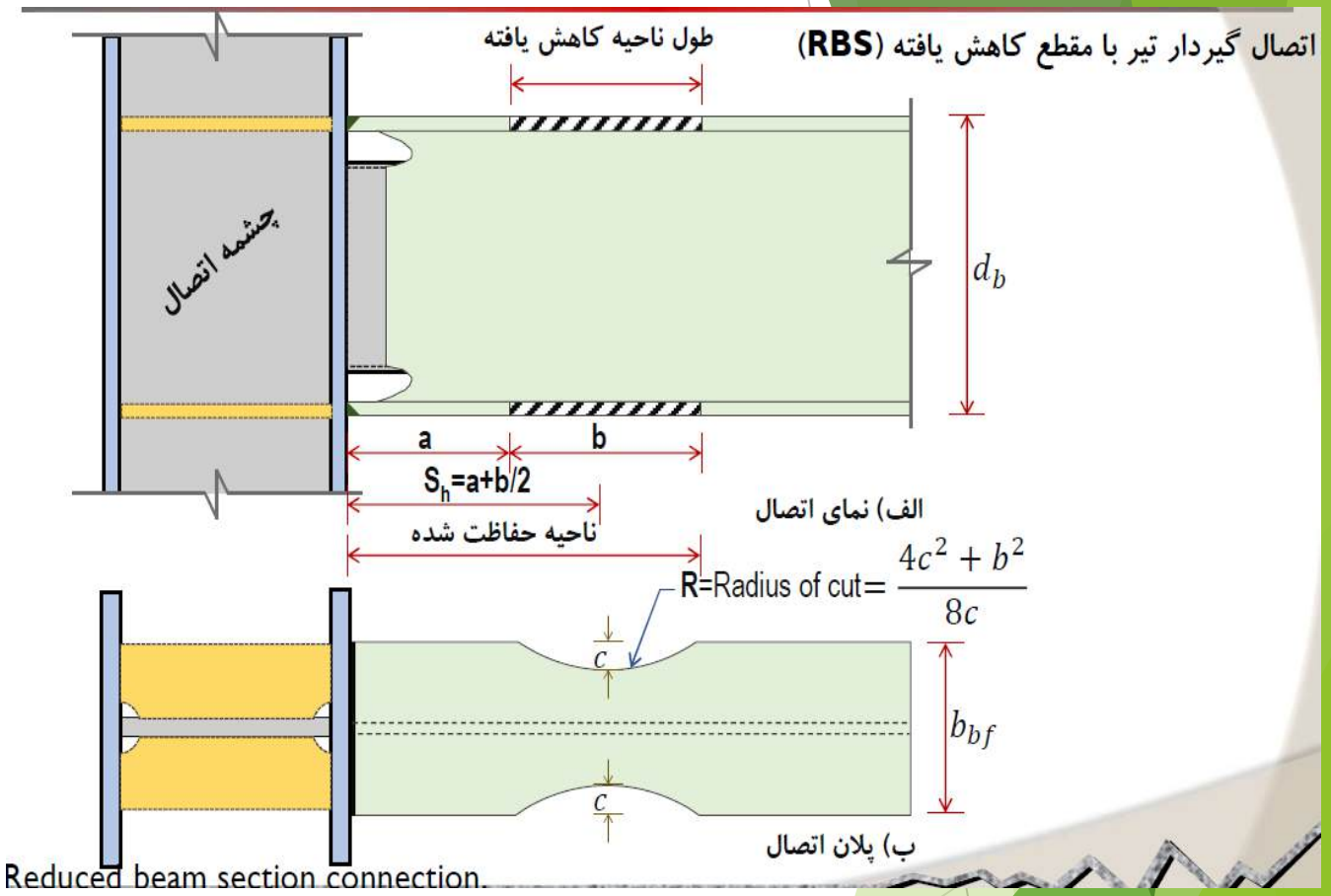
مفهوم مفصل و مفصل پلاستیک





۱–اتصالات گیردار از پیش تائید شده با مقطع کاهش یافتهR.B.S

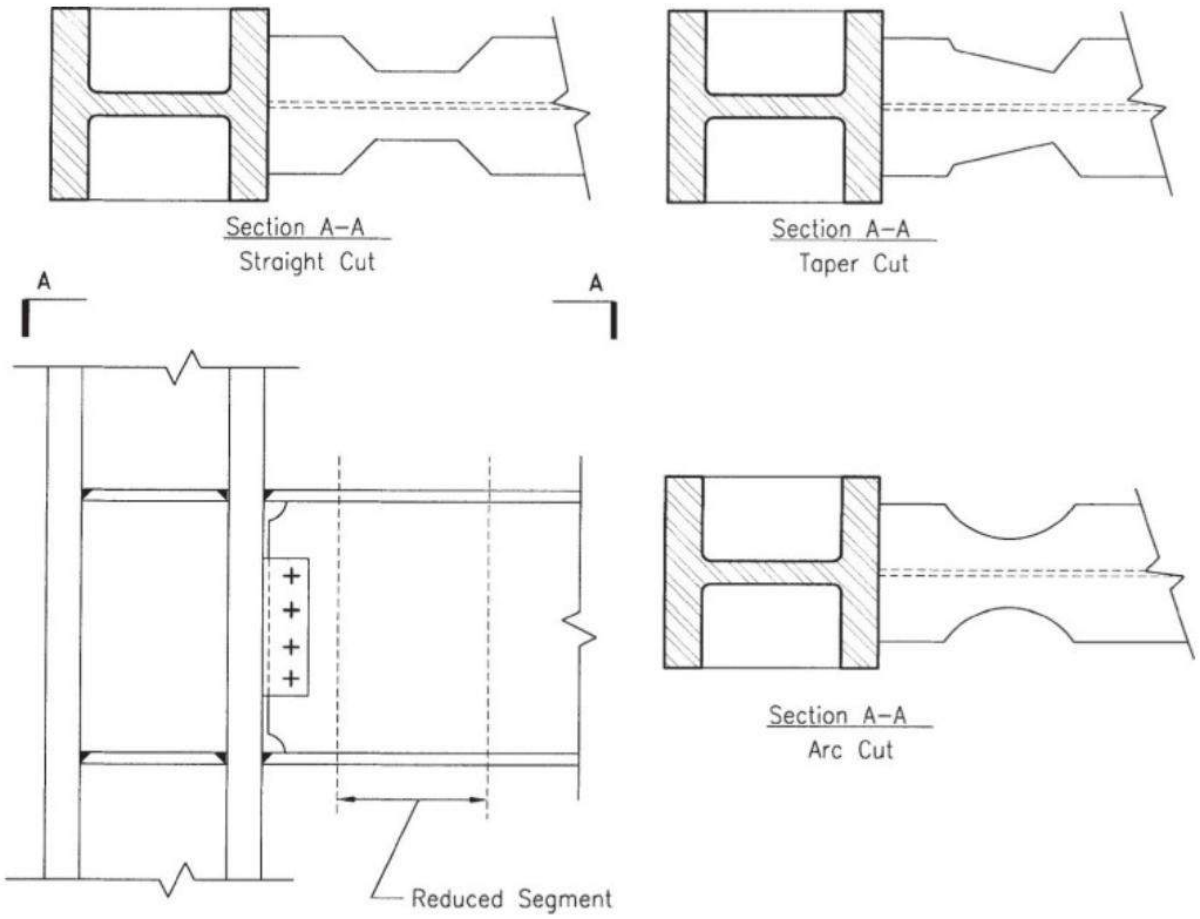




Reduced beam section connection.

ناحیه محافظت شده و مفصل پلاستیک

نمونه هایی دیگر از اتصال مقطع تیر تضعیف شده یا کاهش یافته



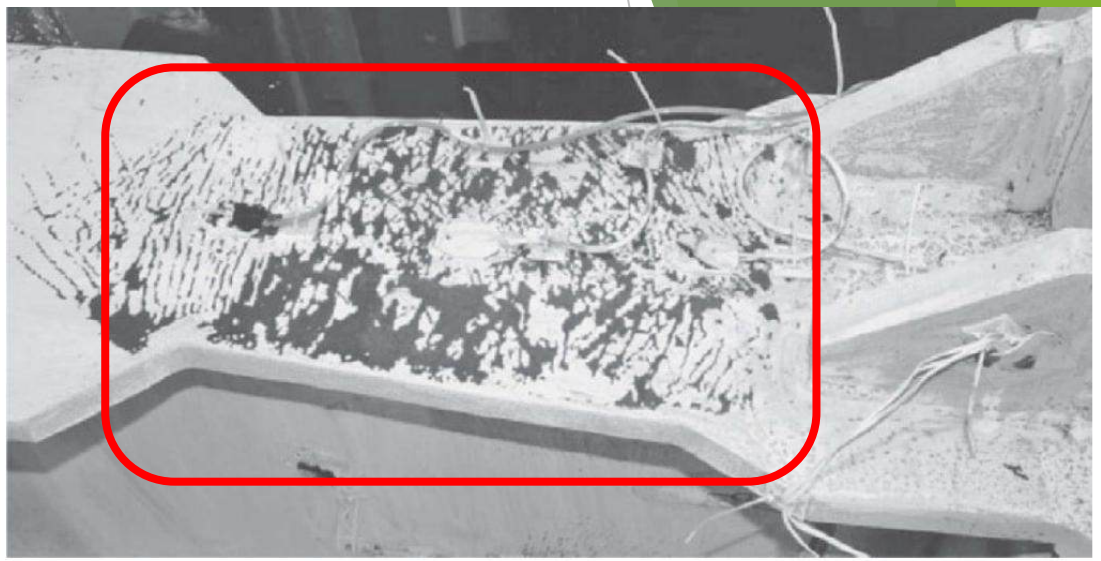
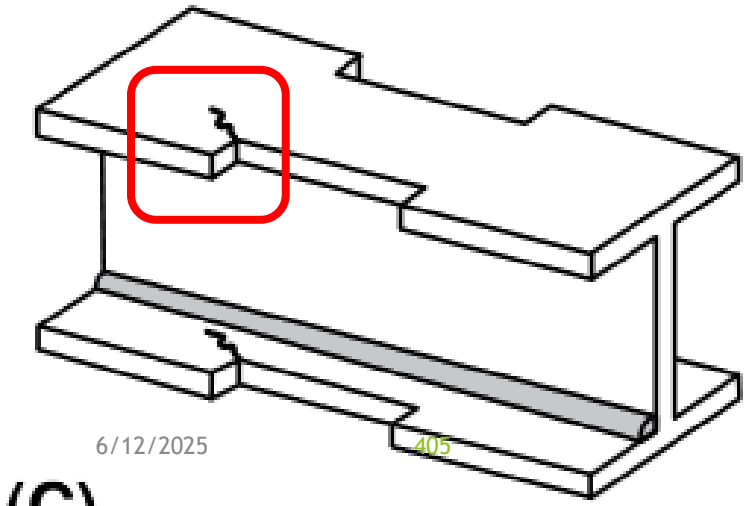


FIGURE 5.11 Yielding in the reduced section of a "taper-cut" beam flange subjected to cyclic loading. (*Courtesy of Ove Arup and Partners, Los Angeles, CA.*)



(C)

۱۰-۳-۷-۲-۱ تیرها

در این نوع اتصال استفاده از مقاطع نوردشدهٔ I یا H شکل و مقاطع ساخته شده از ورق دارای مقطع I یا H شکل، برای تیر مجاز است. همچنین:

(۱) عمق مقطع تیر نباید از 1100 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۲) جرم تیر نباید از 600 کیلوگرم بر متر بیشتر باشد.

(۳) ضخامت بال مقطع تیر نباید از 55 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۴) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از 7 در قاب‌های خمشی ویژه و از 5 در قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

(۷) در دو انتهای تیر، ناحیهٔ حفاظت‌شده باید برابر a+b در نظر گرفته شود. a و b در شکل ۱۰-۳-۷-۲ نشان داده شده است.

(۸) فاصلهٔ محل تشکیل مفصل پلاستیک از بر ستون، باید برابر $S_h = a + b/2$ در نظر گرفته شود. a و b در شکل ۱۰-۳-۷-۲ نشان داده شده است.

آیا مقطع تیر F250X20W500X15 برای این اتصال با دهانه ۶ متری مناسب است؟

شکل پذیری متوسط و ویژه

۱۰-۳-۷-۲-۲ ستون‌ها

در این نوع اتصال استفاده از مقاطع نوردشده H شکل، مقاطع ساخته‌شده دارای مقطع H شکل، جعبه‌ای ساخته شده از ورق یا ساخته شده از مقاطع H شکل همراه با ورق‌های کناری (مقاطع H شکل جعبه‌ای شده) و مقاطع صلیبی‌شکل ساخته شده از ورق یا ساخته شده از نیمرخ‌های نوردشده برای ستون مجاز است. همچنین:

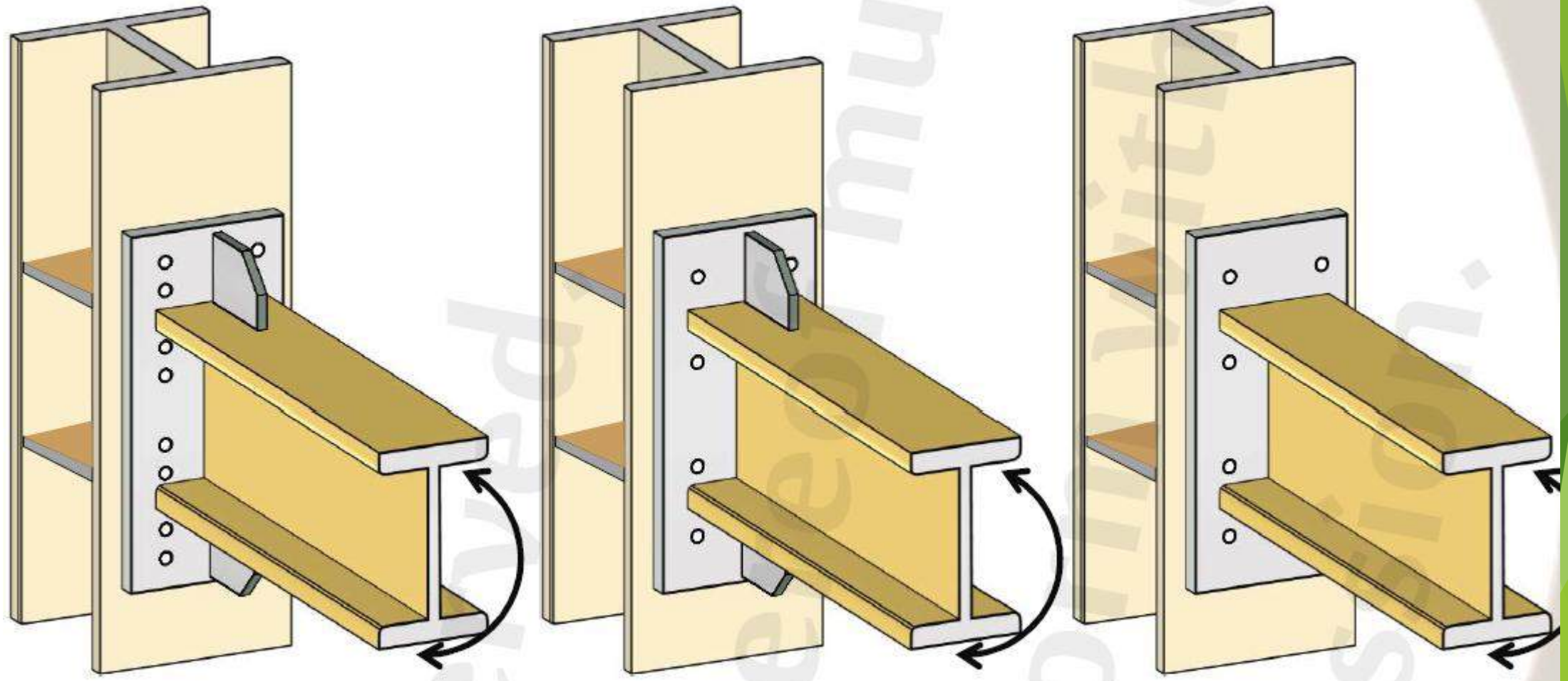
(۱) عمق مقاطع H شکل و عمق و پهنای مقاطع صلیبی شکل نباید از 1000 میلی‌متر و عمق و پهنای مقاطع جعبه‌ای‌شکل و H شکل جعبه‌ای‌شده نباید از 750 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۲) در ستون‌های جعبه‌ای ضخامت مقطع ستون باید به نحوی باشد که در ناحیهٔ چشمهٔ اتصال نیاز به ورق‌های مضاعف نباشد.

BUEEP:BOLTED UNSTIFFENED EXTENDED END-PLATE

BUEEP:BOLTED STIFFENED EXTENDED END-PLATE

۱۰-۳-۷-۳ اتصال گیردار فلنجی چهار پیچی بدون استفاده از ورق لچکی(BUEEP) و اتصال گیردار فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی (BSEEP)



الف) چهار پیچی بدون ورق سخت‌کننده

ب) چهار پیچی با ورق سخت‌کننده

پ) هشت پیچی با ورق سخت‌کننده

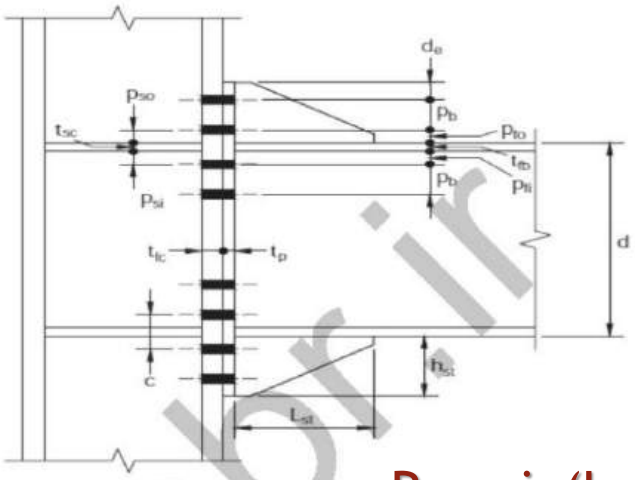
B

۱۰-۳-۷-۳-۱ تیرها

در این نوع اتصال گیردار، استفاده از مقاطع نوردشدهٔ I یا H شکل و مقاطع ساخته‌شده دارای مقطع I یا H شکل، برای تیر مجاز است. همچنین:

(۱) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از 7 در قاب‌های خمشی ویژه و از 5 در قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

(۲) در دو انتهای تیر، تعبیهٔ سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوش شیاری با نفوذ کامل بال تیر به ورق انتهایی، مجاز نیست.



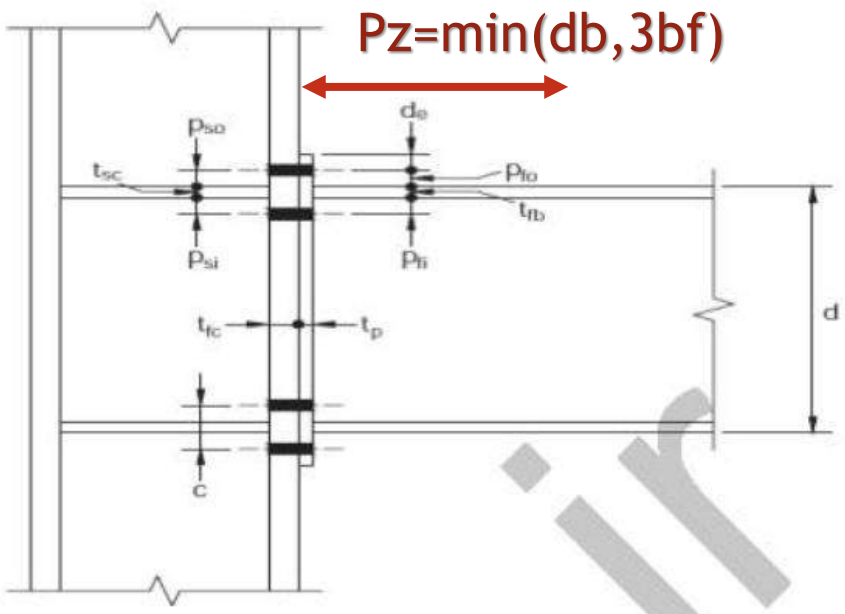
ج) هندسهٔ اتصال فلنجی هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی

(۳) در دو انتهای تیر، ناحیهٔ حفاظت‌شده باید به شرح زیر در نظر گرفته شود:

- در اتصال فلنجی بدون استفاده از ورق لچکی، برابر کوچک‌ترین دو مقدار عمق تیر و سه برابر پهنای بال تیر از بر ستون؛
- در اتصال فلنجی با استفاده از ورق لچکی، برابر کوچک‌ترین دو مقدار طول ورق لچکی به‌علاوه نصف عمق تیر و سه برابر پهنای بال تیر از بر ستون.

(۴) فاصلهٔ محل تشکیل مفصل پلاستیک از بر ستون (S_h)، باید برابر کوچک‌ترین دو مقدار $d_b/2$ و $3b_{bf}$ برای اتصالات فلنجی بدون استفاده از ورق‌های لچکی و برابر $L_{st}+t_p$ برای اتصالات فلنجی با استفاده از ورق‌های لچکی در نظر گرفته شود که در آن d_b عمق تیر، b_{bf} پهنای بال تیر، L_{st} طول ورق لچکی در روی بال تیر و t_p ضخامت ورق انتهایی است.

(۵) در دو انتهای تیرهای ساخته شده از ورق، به فاصلهٔ حداقل برابر کوچک‌ترین دو مقدار عمق تیر و سه برابر پهنای بال تیر، اتصال جان به بال باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشهٔ دوطرفه باشد. ضخامت جوش‌های گوشهٔ دوطرفه نباید از $0.75t_w$ (t_w ضخامت جان مقطع تیر است) و 6 میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شود.



ت) هندسهٔ اتصال فلنجی چهار پیچی بدون استفاده از ورق لچکی

۱۰-۳-۷-۳-۲ ستون‌ها

در این نوع اتصال گیردار، استفاده از مقاطع نوردشدهٔ Hشکل، مقاطع ساخته‌شدهٔ Hشکل و مقطع صلیبی‌شکل ساخته شده از ورق یا ساخته شده از نیمرخ‌های نوردشده برای ستون مجاز است.

همچنین:

(۱) عمق مقطع ستون نباید از 1000 میلی‌متر بیشتر باشد.

۱۰-۳-۷-۳-۳ سایر الزامات

(۱) اتصالات فلنجی باید محدودیت‌های ابعادی جدول ۱۰-۳-۷-۲ را تأمین نمایند.

تبصره: در قاب‌های خمشی ویژه با عملکرد توأم دال بتنی و مقطع فولادی در سرتاسر طول تیر، عمق مقطع تیر نباید از 600 میلی‌متر کمتر باشد.

(۲) پهنای ورق انتهایی نباید از بال تیر متصل‌شونده به آن کوچک‌تر در نظر گرفته شود. همچنین پهنای مؤثر ورق انتهایی که در محاسبات منظور می‌شود، نباید از بال تیر متصل‌شونده به‌علاوه 25 میلی‌متر بزرگ‌تر در نظر گرفته شود.

(۳) اتصال بال تیر به ورق انتهایی باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل بوده و در وجه داخلی بال تیر با جوش گوشه به ضخامت حداقل 8 میلی‌متر تقویت گردد.

(۴) شیارزنی ریشهٔ جوش بال تیر به ورق انتهایی در قسمتی که مستقیماً بالا یا پایین جان تیر قرار می‌گیرد، ضروری نیست. در این قسمت جوش شیاری با نفوذ کامل کفایت می‌نماید.

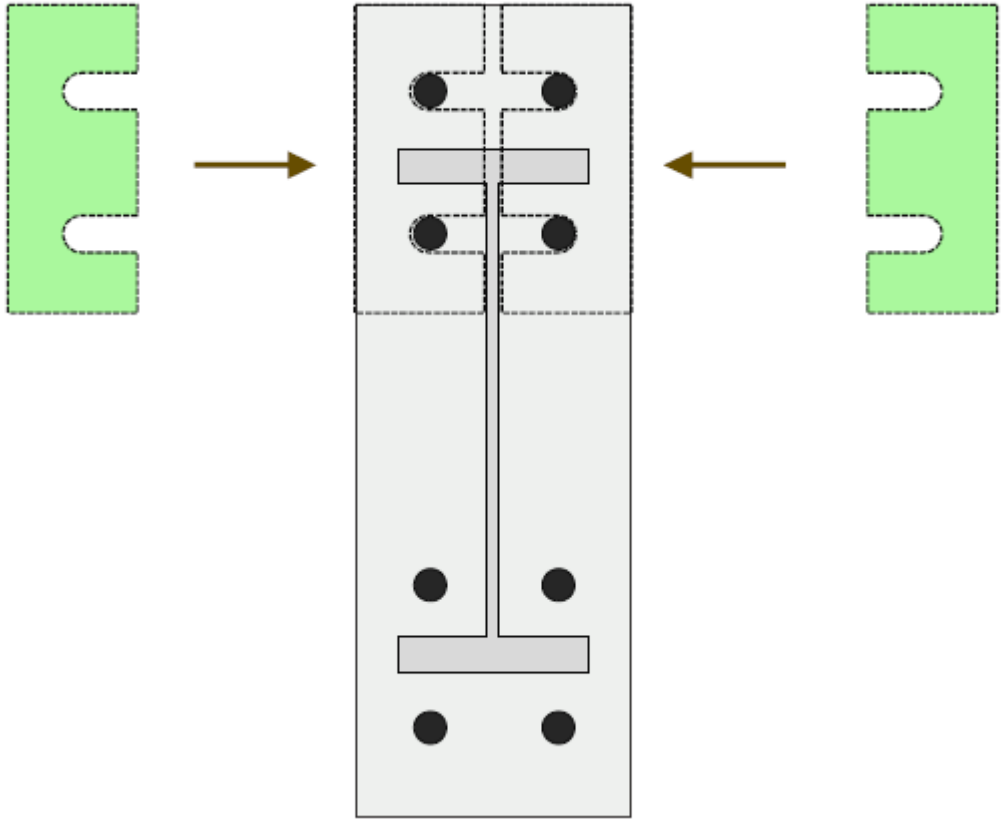
(۵) اتصال جان تیر به ورق انتهایی باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل باشد. چنانچه ضخامت جان مقطع تیر کوچک‌تر یا مساوی 10 میلی‌متر باشد، استفاده از جوش گوشهٔ دوطرفه نیز مجاز است. در صورت استفاده از جوش گوشه، علاوه بر الزامات متعارف طراحی اتصالات، ضخامت آن باید به‌گونه‌ای تعیین شود که در فاصلهٔ بین وجه داخلی بال تیر تا 150 میلی‌متر بعد از اولین ردیف پیچ در اتصالات چهار پیچی و دومین ردیف پیچ در اتصالات هشت پیچی، مجموع مقاومت آن‌ها برابر مقاومت کششی موجود همین بخش جان باشد. درهرحال ضخامت جوش‌های گوشه نباید از $0.8t_w$ و 8 میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شوند.

(۶) فاصلهٔ سوراخ‌های پیچ (g)، نشان داده‌شده در شکل‌های ۱۰-۳-۷- ۳-ت، ث و ج، نباید از پهنای بال تیر بزرگ‌تر باشد. همچنین در این شکل‌ها، حداقل اندازهٔ p_{fi}، p_{fo}، p_{si} و p_{so} برای پیچ‌های تا قطر 25 میلی‌متر برابر قطر پیچ به‌علاوه 13 میلی‌متر و برای پیچ‌های با قطر بزرگ‌تر برابر قطر پیچ به‌علاوه 19 میلی‌متر است. در اتصالات هشت پیچی حداقل اندازهٔ p_b، نشان داده‌شده در شکل ۱۰-۳-۷-۲-ج، 2.7 برابر قطر پیچ است.

(۷) ورق‌های لچکی (در صورت استفاده) باید در امتداد جان تیر و در وسط ورق انتهایی تعبیه شوند. طول ورق‌های لچکی نباید از $1.75h_{st}$ کوچک‌تر در نظر گرفته شود که در آن h_{st} ارتفاع لچکی‌ها در امتداد محور ستون است. ورق‌های لچکی مطابق شکل‌های ۱۰-۳-۷-۳-ث و ج، باید در دو انتهای خود طولی حدوداً 25 میلی‌متر برش‌های عمودی و افقی داشته و سپس به‌صورت مورب بریده شوند. ضخامت ورق‌های لچکی (t_s)، نباید کمتر از ضخامت جان مقطع تیر در نظر گرفته شود. همچنین ضخامت ورق‌های لچکی باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که روابط ۱۰-۳-۷-۵ و ۱۰-۳-۷-۶ اقناع شوند.

(۸) اتصال لچکی‌ها (در صورت استفاده) به ورق انتهایی و بال تیر باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل باشد. چنانچه ضخامت لچکی‌ها کوچک‌تر یا مساوی 10 میلی‌متر باشد، استفاده از جوش گوشهٔ دوطرفه نیز مجاز است. ضخامت جوش‌های گوشه نباید از $0.8t_s$ (t_s ضخامت ورق لچکی است) و 6 میلی‌متر کمتر باشد. گوشهٔ ورق لچکی در محل تقاطع آن با بال تیر و ورق انتهایی باید به‌صورت مثلثی بریده شود تا فاصلهٔ آزاد با جوش بال تیر و ورق انتهایی فراهم شود.

(۹) به کار بردن ورق‌های پرکنندهٔ انگشتی در بالا و پایین ورق انتهایی مطابق شکل ۱۰-۳-۷-۴ مجاز است.



Parametric Limitations on Prequalification

Parameter	Four-Bolt Unstiffened (4E) Maximum in. (mm)	Four-Bolt Unstiffened (4E) Minimum in. (mm)	Four-Bolt Stiffened (4ES) Maximum in. (mm)	Four-Bolt Stiffened (4ES) Minimum in. (mm)	Eight-Bolt Stiffened (8ES) Maximum in. (mm)	Eight-Bolt Stiffened (8ES) Minimum in. (mm)
t_{bf}	3/4 (19)	3/8 (10)	3/4 (19)	3/8 (10)	1 (25)	9/16 (14)
b_{bf}	9-1/4 (235)	6 (152)	9 (229)	6 (152)	12-1/4 (311)	7-1/2 (190)
d	24 (610)	13-3/4 (349)	24 (610)	13-3/4 (349)	36 (914)	18 (457)
t_p	2-1/4 (57)	1/2 (13)	1-1/2 (38)	1/2 (13)	2-1/2 (64)	3/4 (19)
b_p	10-3/4 (273)	7 (178)	10-3/4 (273)	7 (178)	15 (381)	9 (229)
g	6 (152)	4 (102)	6 (152)	3-1/4 (83)	6 (152)	5 (127)
p_{fi}, p_{fo}	4-1/2 (114)	1-1/2 (38)	5-1/2 (140)	1-3/4 (44)	2 (51)	1-5/8 (41)
p_b	–	–	–	–	3-3/4 (95)	3-1/2 (89)

b_{bf} = width of beam flange, in. (mm)

b_p = width of end-plate, in. (mm)

d = depth of connecting beam, in. (mm)

g = horizontal distance between bolts, in. (mm)

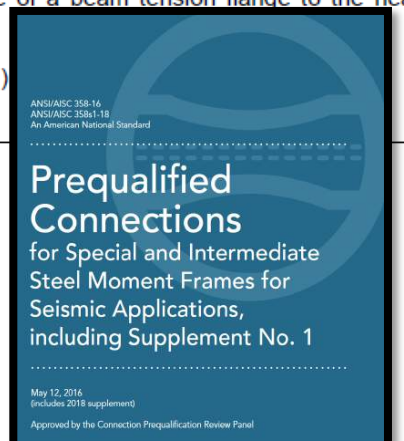
p_b = vertical distance between the inner and outer row of bolts in an 8ES connection, in. (mm)

p_{fi} = vertical distance from the inside of a beam tension flange to the nearest inside bolt row, in. (mm)

p_{fo} = vertical distance from the outside of a beam tension flange to the nearest outside bolt row, in. (mm)

t_{bf} = thickness of beam flange, in. (mm)

t_p = thickness of end-plate, in. (mm)



جدول ۱۰-۳-۷-۲: محدودیت‌های ابعادی اتصالات گیردار فلنجی

BSEEP هشت پیچی حداکثر (mm)	BSEEP هشت پیچی حداقل (mm)	BSEEP چهار پیچی حداکثر (mm)	BSEEP چهار پیچی حداقل (mm)	BUEEP حداکثر (mm)	BUEEP حداقل (mm)	پارامتر
30	15	25	10	25	10	t_{bf}
350	200	250	150	250	150	b_{bf}
1000	440	700	340	700	340	d_b
70	20	50	12	60	12	t_p
400	240	300	180	300	180	b_p
160	120	160	80	160	100	g
50	40	150	50	120	35	p_{fi}, p_{fo}
100	90	-	-	-	-	p_b

در جدول فوق: حداقل و حداکثر ارتفاع تیر مورد استفاده

b_{bf} = پهنای بال تیر

b_p = پهنای ورق انتهایی

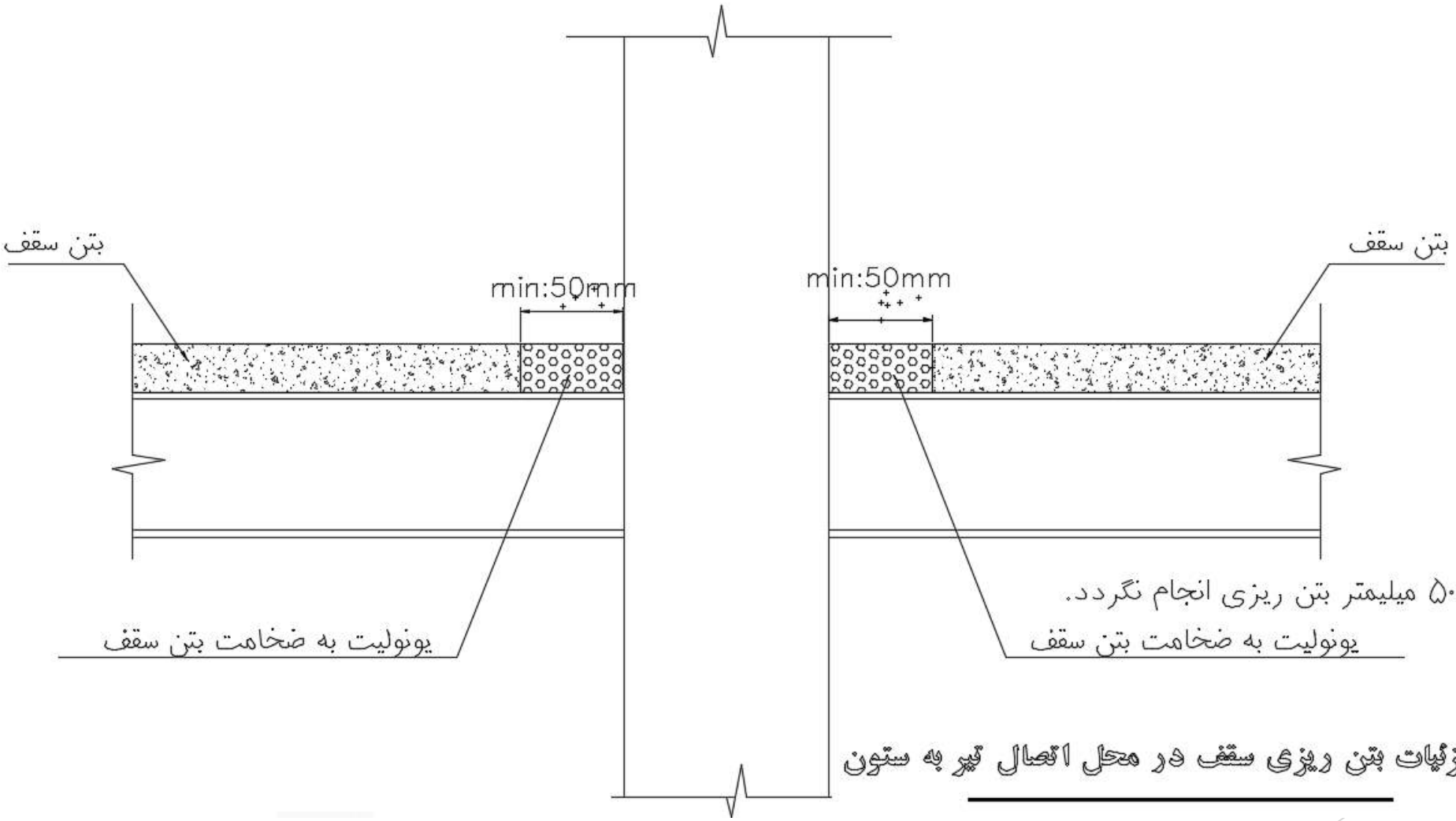
d_b = عمق تیر متصل‌شونده به ورق انتهایی

g = فاصلهٔ افقی بین دو ردیف قائم پیچ

(۱) در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای، به‌جز در اتصالات پیش‌تأییدشدهٔ فلنجی، در نواحی حفاظت‌شدهٔ تیر تعبیهٔ برشگیر در روی بال فوقانی تیر مجاز نیست. در اتصال پیش‌تأییدشدهٔ فلنجی چهار پیچی بدون استفاده از ورق لچکی و نیز در اتصال پیش‌تأییدشدهٔ فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی، در فاصلهٔ 1.5 برابر عمق تیر از بر ستون، تعبیهٔ برشگیر در روی بال فوقانی تیر مجاز نیست.

(۲) در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای، در فاصلهٔ حداقل برابر 25 میلی‌متر از طریق مصالح انعطاف‌پذیر (نظیر یونولیت) باید از اتصال دال بتنی به وجوه ستون اجتناب شود.

تبصره: منظور از دال بتنی سازه‌ای، دال بتن‌آرمه‌ای است که ضخامت آن بیش از 75 میلی‌متر بوده و تنش فشاری مشخصهٔ نمونهٔ استوانه‌ای بتن، بیش از 14 مگاپاسکال باشد. در دال بتنی همراه با عرشهٔ فولادی، ضخامت معادل دال بتنی روی عرشه مدنظر است.

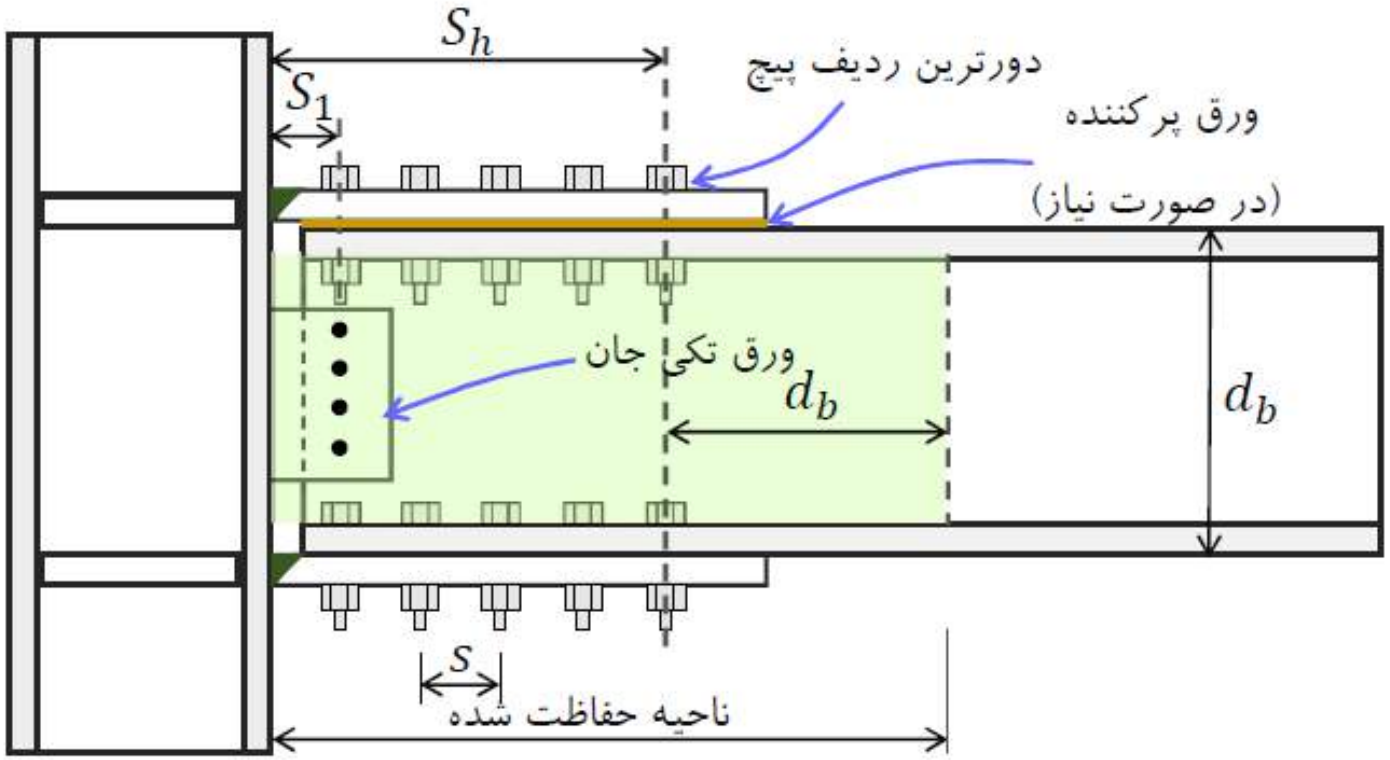


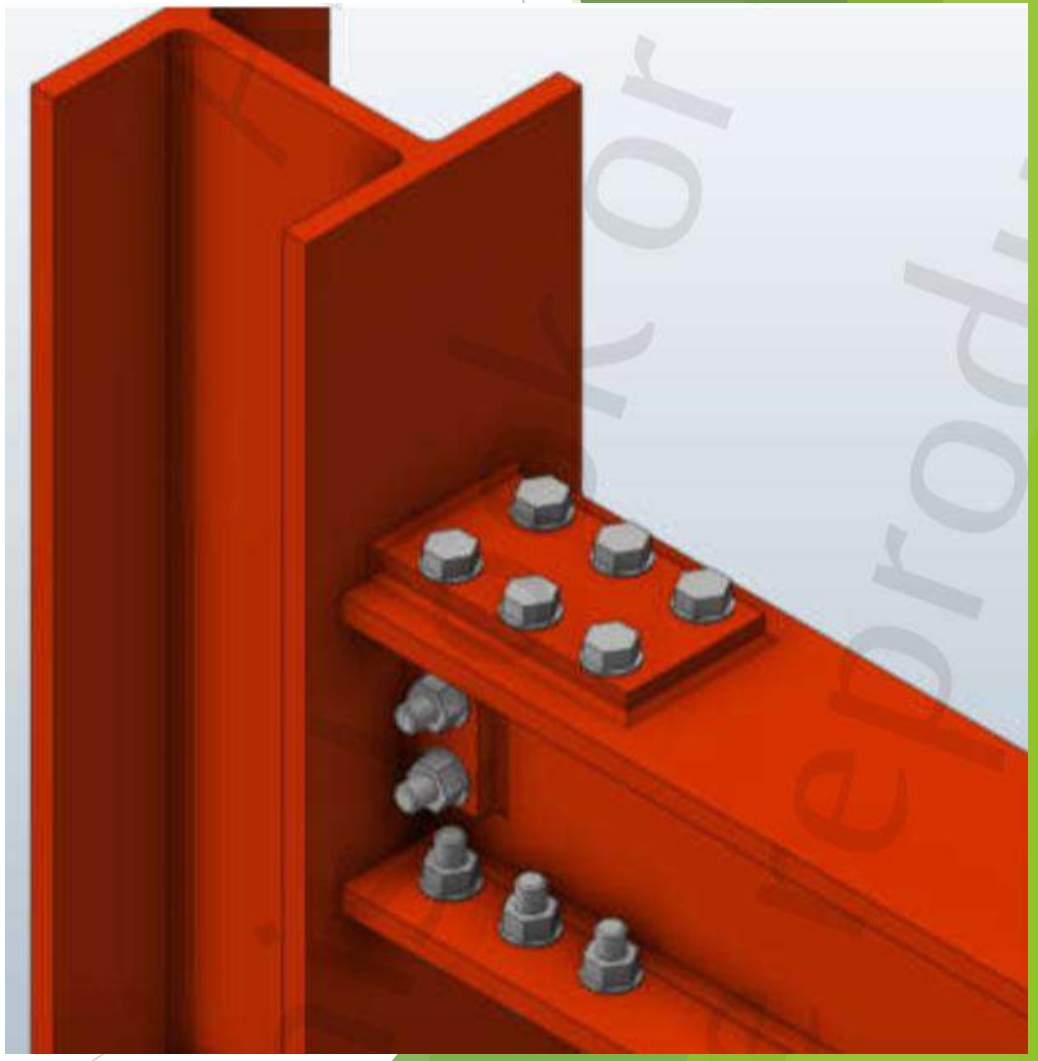
اطراف ستون ها به میزان حداقل ۵۰ میلیمتر بتن ریزی انجام نگردد.

جزئیات بتن ریزی سقف در محل اتصال تیر به ستون

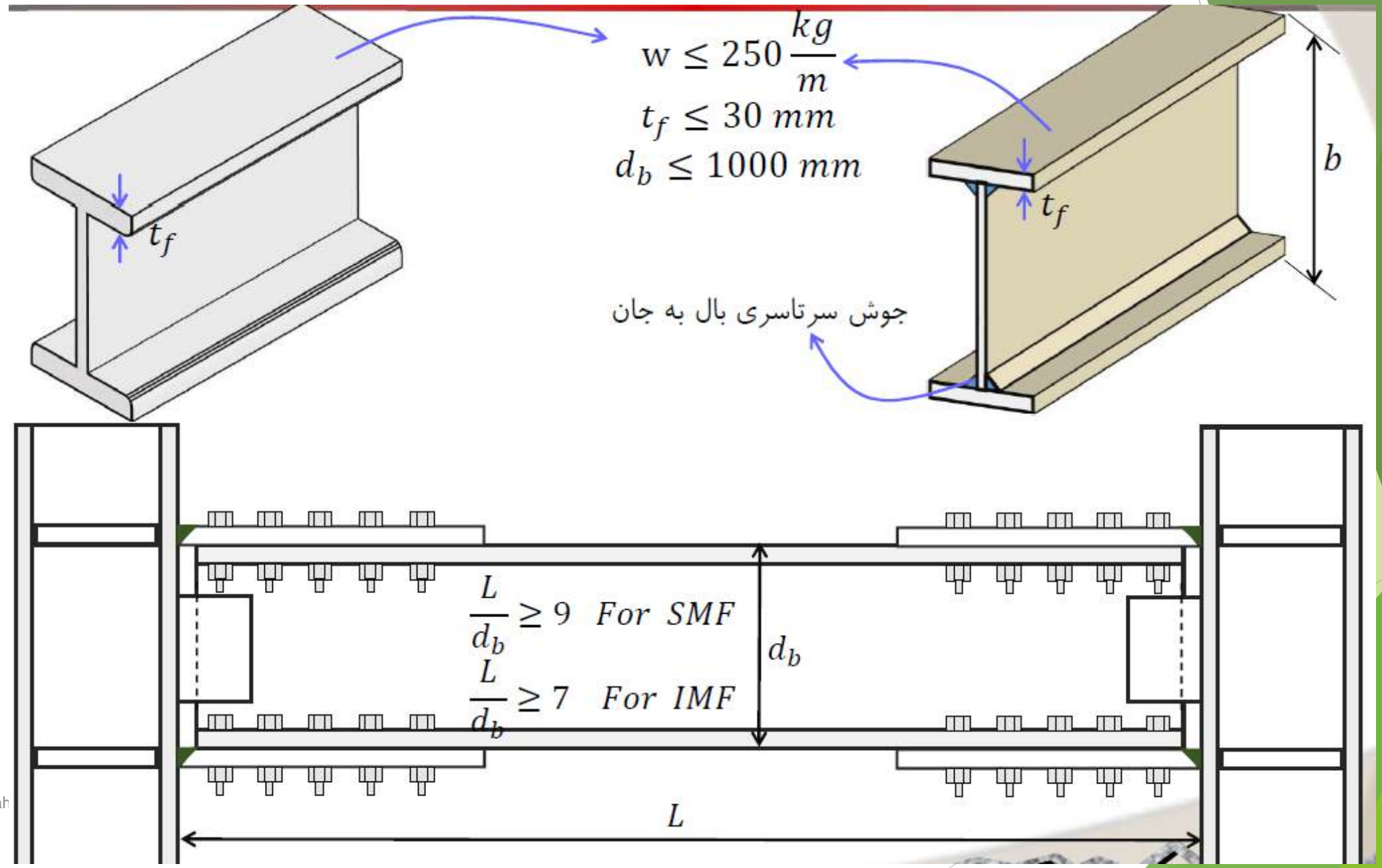
۱۰-۳-۷-۴ اتصال گیردار پیچی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری (BFP)

اتصال ورق‌های روسری و زیرسری به بال‌های تیر باید از نوع پیچی با ردهٔ 10.9 یا معادل آن و با قطر پیچ حداکثر ۲۷ میلیمتر باشد. پیچ‌ها باید در هر ردیف دو عدد و به صورت متقارن در طرفین محور تیر تعبیه شوند.





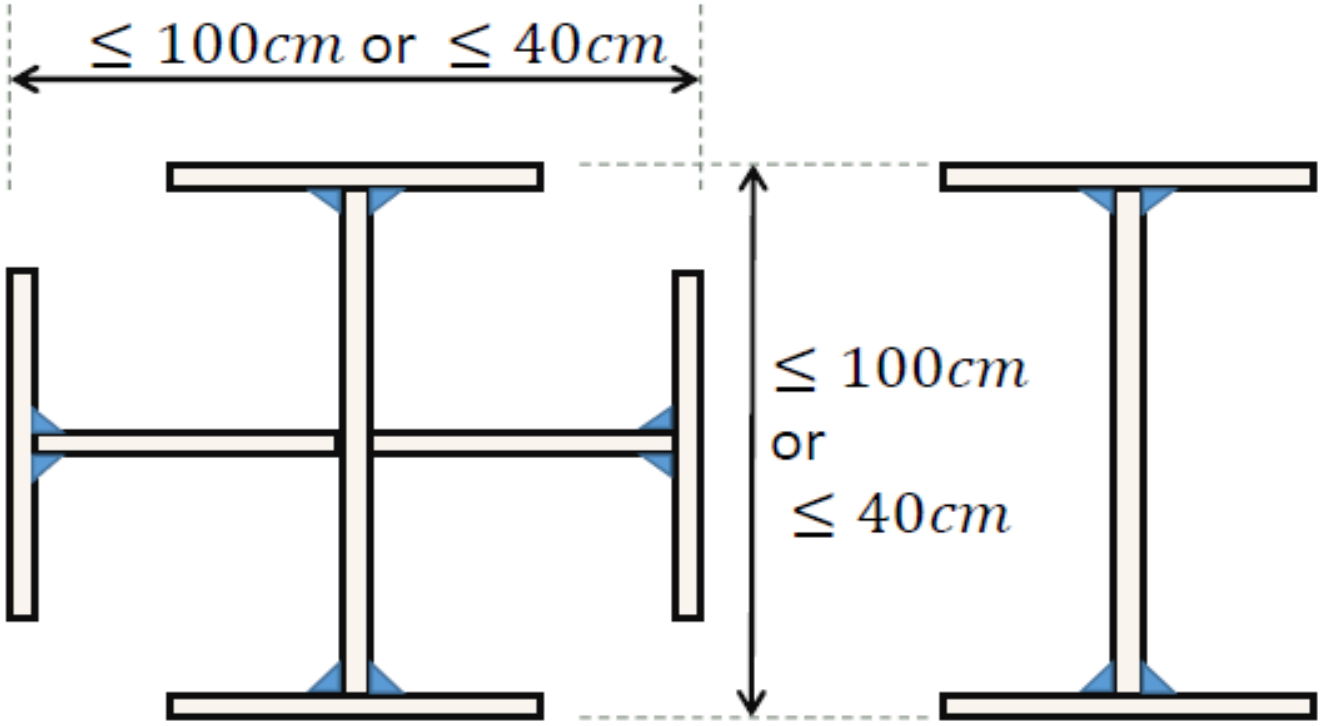
مشخصات تیرها

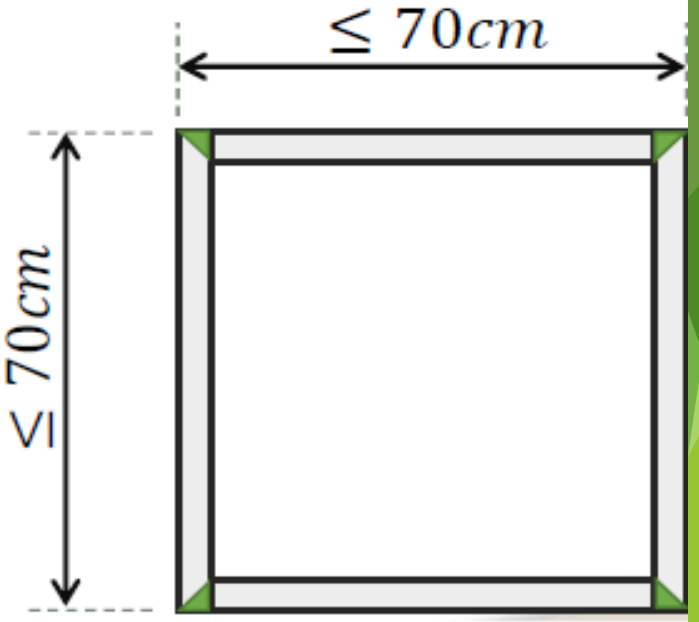


مشخصات ستون ها

(۱) عمق مقطع ستون‌های H شکل و صلیبی شکل در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای و دارای برشگیر فولادی مدفون در بتن در فاصلهٔ بین نواحی محافظت شدهٔ دو انتهای تیر، نباید از ۱۰۰۰ میلیمتر و در غیاب دال بتنی سازه‌ای از ۴۰۰ میلیمتر بیشتر باشد.

(۲) عمق و پهنای مقطع ستون‌های جعبه‌ای ساخته شده از مقطع H شکل و ستون‌های جعبه‌ای ساخته شده از ورق نباید از ۷۰۰ میلیمتر بیشتر باشد.





۱۰-۳-۷-۴-۳ سایر الزامات

(۱) استفاده از ورق‌های پرکننده به ضخامت مجموعاً تا 6 میلی‌متر بین ورق‌های اتصال و بال تیر مجاز است. این پرکننده‌ها می‌توانند به‌صورت انگشتی یا ورق‌های سوراخ‌شده باشند.

(۲) اتصال ورق‌های روسری و زیرسری به بال ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل باشند. این جوش‌ها باید بحرانی لرزه‌ای در نظر گرفته شوند. در صورت استفاده از تسمهٔ پشت‌بند برای اجرای جوش شیاری با نفوذ کامل، پشت‌بندها باید پس از انجام جوشکاری برداشته شوند. پس از برداشتن پشت‌بند، پاس ریشه باید تا رسیدن به فلز جوش سالم شیارزنی شود و با جوش تقویت شود.

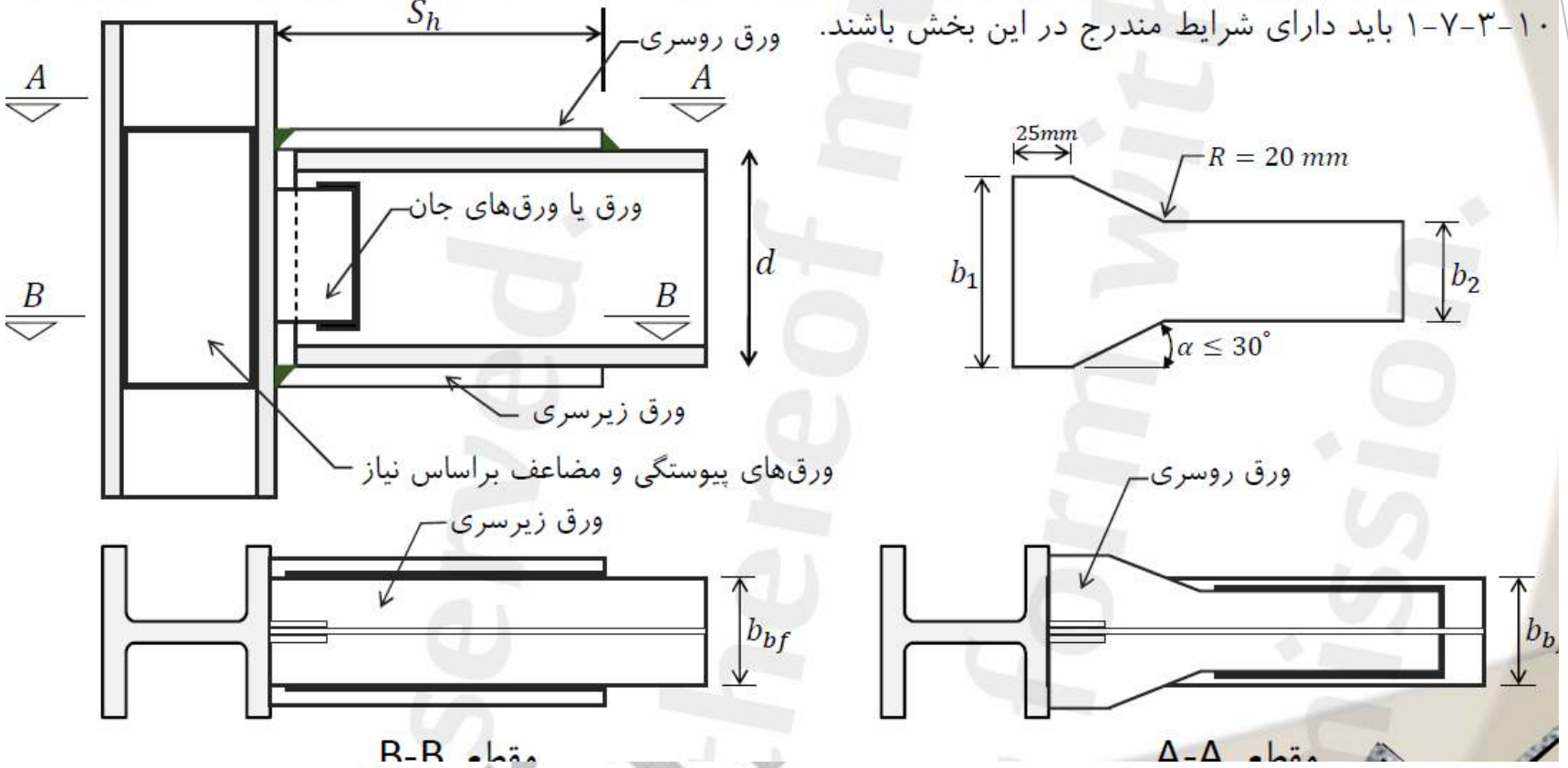
(۳) اتصال ورق تکی جان به بال ستون باید از نوع شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشهٔ دوطرفه باشد. ضخامت جوش‌های گوشه باید براساس مقاومت برشی موردنیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۷-۶ یا ۱۰-۳-۹-۸، حسب مورد) تعیین شود و درهرحال در هر دو طرف نباید از $0.8t_{ws}$ (t_{ws} ضخامت ورق تکی جان است) و 8 میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شود.

(۴) اتصال ورق‌های روسری و زیرسری به بال‌های تیر باید از نوع پیچی با ردهٔ 10.9 یا معادل آن با قطر پیچ حداکثر برابر 27 میلی‌متر باشد. پیچ‌ها باید در هر ردیف دو عدد و به‌صورت متقارن در طرفین محور تیر تعبیه شوند. طول گروه پیچ‌ها در امتداد محور تیر (فاصله از بر ستون تا مرکز آخرین سوراخ) نباید از عمق تیر بیشتر باشد. سوراخ‌های بال تیر باید استاندارد باشند. سوراخ‌های ورق‌های روسری و زیرسری می‌توانند استاندارد یا بزرگ‌شده باشند. سوراخ‌ها باید با مته ایجاد شوند. استفاده از پانچ برای سوراخ‌کاری مجاز نیست.

(۵) اتصال ورق تکی به جان تیر باید از نوع پیچی بوده و سوراخ‌های ایجادشده در یکی از اجزا، یعنی ورق تکی یا جان تیر، می‌تواند به‌صورت لوبیایی کوتاه افقی باشد.

۱۰-۳-۷-۵ اتصال گیردار جوشی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری (WFP)

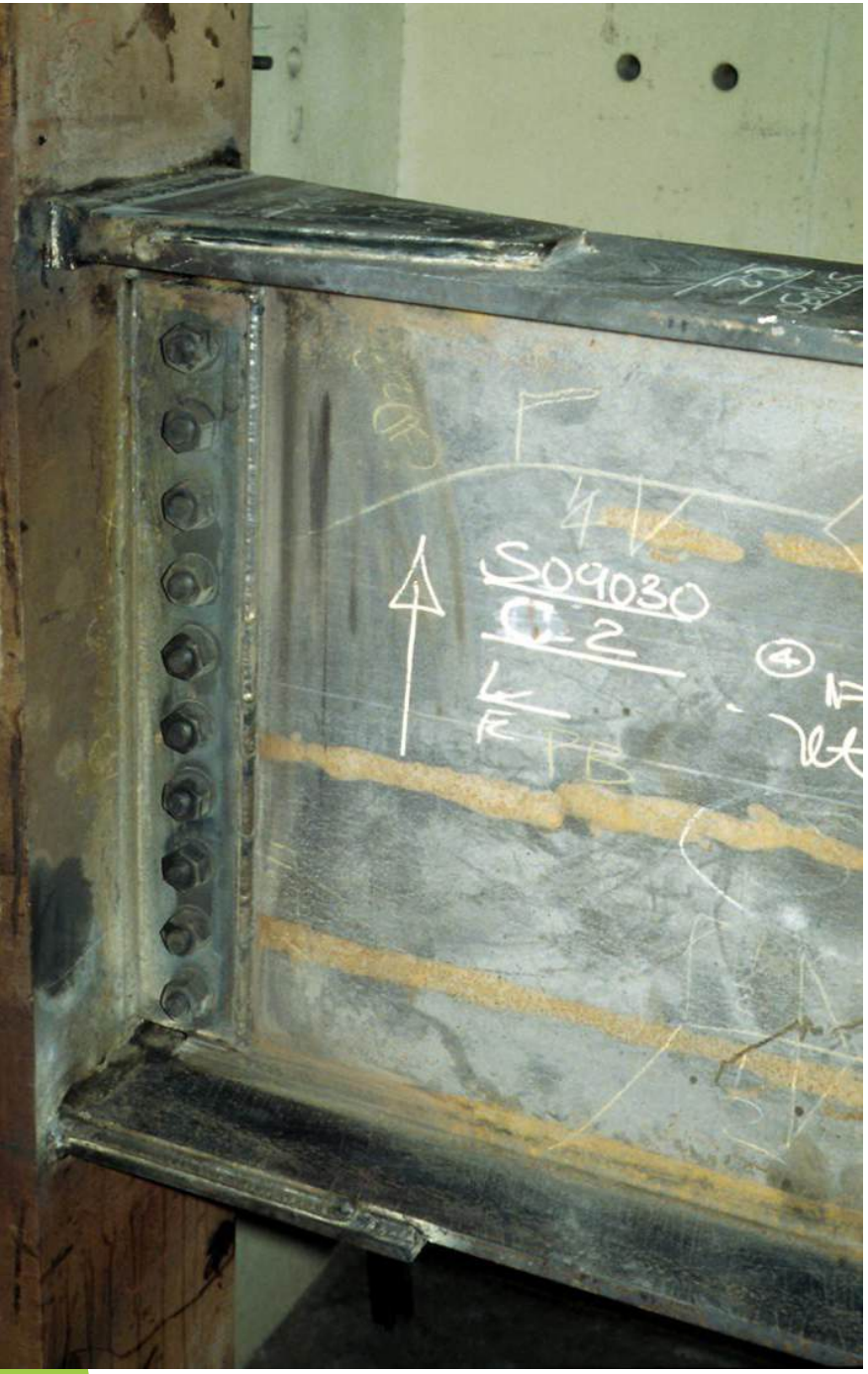
اتصالات گیردار جوشی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری (شکل ۱۰-۳-۷-۶) علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۷-۱ باید دارای شرایط مندرج در این بخش باشند.

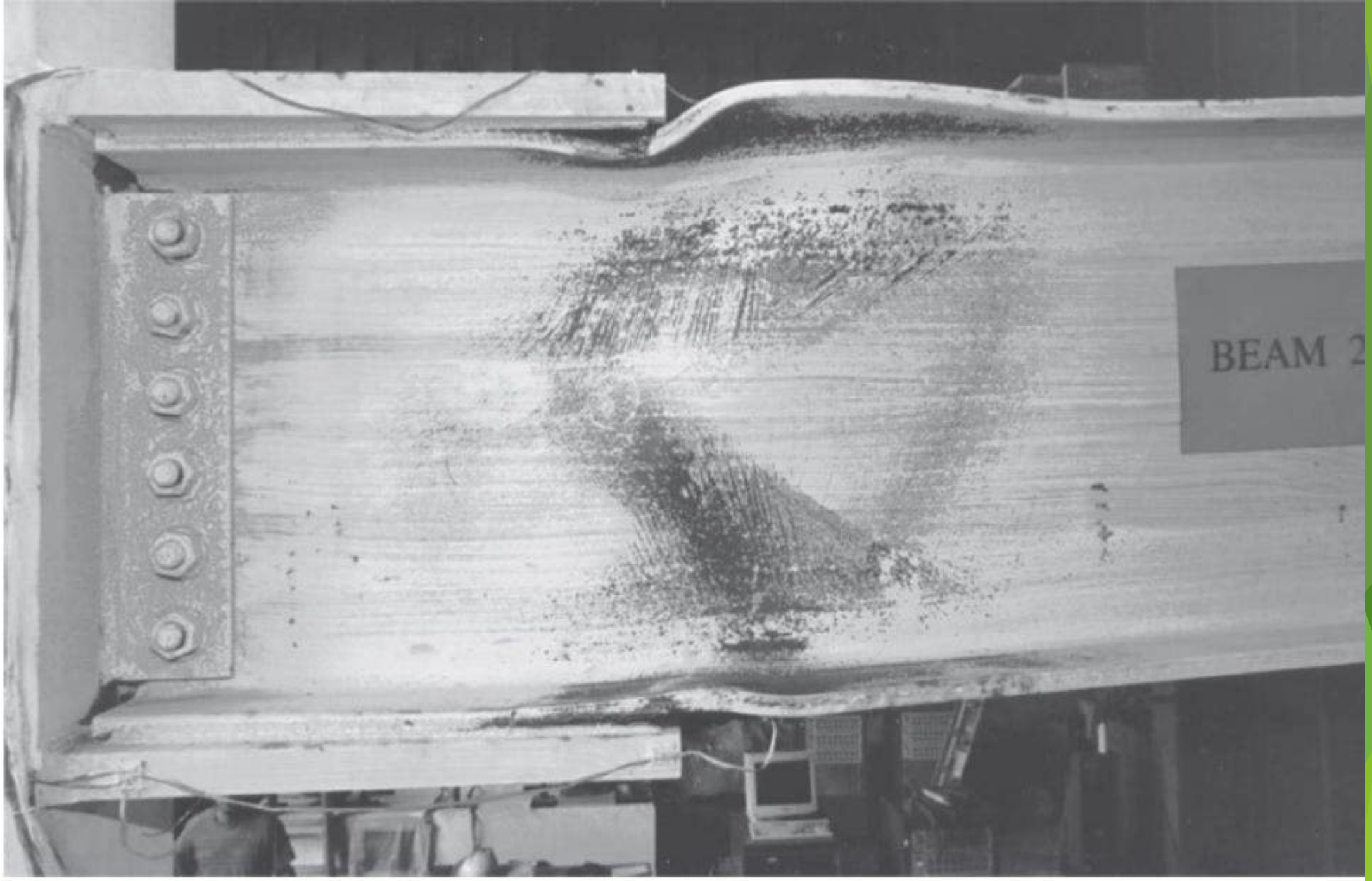


این نوع اتصال از طریق جوش دادن ورق‌های روسری و زیرسری به بال ستون و بال تیر ساخته می‌شود. ضمناً در این نوع اتصال جان تیر نیز از طریق ورق یا ورق‌های جان یا جفت نبشی به بال ستون متصل می‌شود. کاربرد این نوع اتصالات فقط به قاب‌های خمشی متوسط محدود می‌شود.

هدف از ضوابط ارائه‌شده در این بخش این است که وقوع تسلیم و شروع تشکیل مفصل پلاستیک در ناحیه‌ای از تیر در انتهای ورق‌های روسری و زیرسری روی دهد.


TEST C
AISC
TEST
HT# 44050
A572-50


S09030
Q-2
4


BEAM 2

۱۰-۳-۷-۵-۱ تیرها

در این نوع اتصال گیردار، استفاده از مقاطع نوردشده I یا H شکل و مقاطع ساخته‌شده دارای مقطع I یا Hشکل، به‌عنوان تیر مجاز است. همچنین:

(۱) در دو انتهای تیر، ناحیهٔ حفاظت‌شده باید برابر فاصله از بر ستون تا انتهای ورق‌های روسری و زیرسری بعلاوه نصف عمق تیر بعدازآن، در نظر گرفته شود.

(۲) محل تشکیل مفصل پلاستیک (S_h) در روی تیر باید در محل انتهای ورق‌های روسری و زیرسری، در نظر گرفته شود.

(۳) عمق مقطع تیر نباید از 900 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۴) جرم تیر نباید از 250 کیلوگرم بر متر بیشتر باشد.

(۵) ضخامت بال مقطع تیر نباید از 30 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۶) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از 5 کمتر در نظر گرفته شود.

۱۰-۳-۷-۵-۲ ستون‌ها

در این نوع اتصال استفاده از مقاطع نوردشده Hشکل، مقاطع ساخته‌شدهٔ Hشکل، جعبه‌ای ساخته شده از ورق یا ساخته شده از مقاطع Hشکل همراه با ورق‌های کناری و مقطع صلیبی ساخته شده از ورق یا ساخته شده از نیمرخ‌های نوردشده به‌عنوان ستون مجاز است. همچنین:

(۱) عمق مقطع ستون‌های H شکل و صلیبی‌شکل در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای و دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن در فاصلهٔ بین نواحی محافظت‌شدهٔ دو انتهای تیر، نباید از 900 میلی‌متر و در غیاب دال بتنی سازه‌ای از 400 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۲) عمق و پهنای مقاطع جعبه‌ای‌شکل و Hشکل جعبه‌ای‌شده نباید از 700 میلی‌متر بیشتر باشد.

۱۰-۳-۷-۵-۳ سایر الزامات

در این نوع اتصالات گیردار، الزامات زیر نیز باید رعایت شوند:

(۱) طول ورق‌های روسری و زیرسری باید برابر باشد.

(۲) ورق روسری می‌تواند به‌صورت پهن‌شده یا دارای پهنای ثابت باشد. در صورت استفاده از ورق پهن‌شده، رعایت تناسبات نشان داده‌شده در شکل ۱۰-۳-۷-۶ الزامی است. در صورت استفاده از ورق با پهنای ثابت، این پهنا با لحاظ عرض ورق‌های گوشواره (ناودان انتهای جوش) نباید از پهنای بال ستون بیشتر باشد. در این حالت جوش گوشهٔ اتصال ورق روسری به بال تیر باید تا انتهای تیر ادامه یابد.

(۳) اتصال ورق‌های روسری و زیرسری به بال ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل و به بال‌های تیر از نوع جوش گوشه باشد. استفاده از جوش کام و انگشتانه به همراه جوش‌های گوشه در اتصال این ورق‌ها به بال تیر نیز مجاز است.

(۴) در صورت استفاده از تسمه‌های پشت‌بند در جوش‌های ورق‌های روسری و زیرسری به بال ستون، تسمه‌های پشت‌بند می‌توانند پس از انجام جوشکاری برداشته شوند. در این حالت پس از برداشتن پشت‌بند، پاس ریشه باید تا رسیدن به فلز جوش سالم شیارزنی شود و با جوش تقویت گردد. درصورتی‌که پشت‌بندها برداشته نشوند، این پشت‌بندها باید با جوش گوشه به ضخامت حداقل 8 میلی‌متر به بال ستون جوش داده شوند.

(۵) اتصال ورق (یا ورق‌های) جان تیر به بال ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه باشد. در صورت استفاده از ورق تکی جان و جوش گوشه، این جوش باید به‌صورت دوطرفه اجرا شود. در صورت استفاده از جفت نبشی برای اتصال جان تیر به بال ستون، این اتصال باید از نوع جوش گوشه باشد.

(۶) اتصال ورق جان (یا ورق‌ها یا نبشی‌ها) به جان تیر باید از نوع جوش گوشه باشد.

۱۰-۳-۷-۶ اتصال گیردار تقویت‌نشدهٔ جوشی (WUF-W)

اتصالات گیردار تقویت‌نشدهٔ جوشی (اتصال شکل ۱۰-۳-۷-۷) علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۷-۱، باید دارای شرایط مندرج در این بخش باشند.

۱۰-۳-۷-۶-۱ تیرها

در این نوع اتصال گیردار، استفاده از مقاطع نوردشده I یا H شکل و مقاطع ساخته‌شده دارای مقطع I یا H شکل، به‌عنوان تیر مجاز است. همچنین:

(۱) در دو انتهای تیر، برای انجام جوش شیاری با نفوذ کامل بال تیر به بال ستون، تعبیهٔ سوراخ‌های دسترسی الزامی بوده و هندسهٔ آن‌ها باید مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۲-۱۱-۵ باشد.

(۲) در دو انتهای تیر، ناحیهٔ حفاظت‌شده باید برابر فاصله از بر ستون تا یک برابر عمق مقطع تیر در نظر گرفته شود.

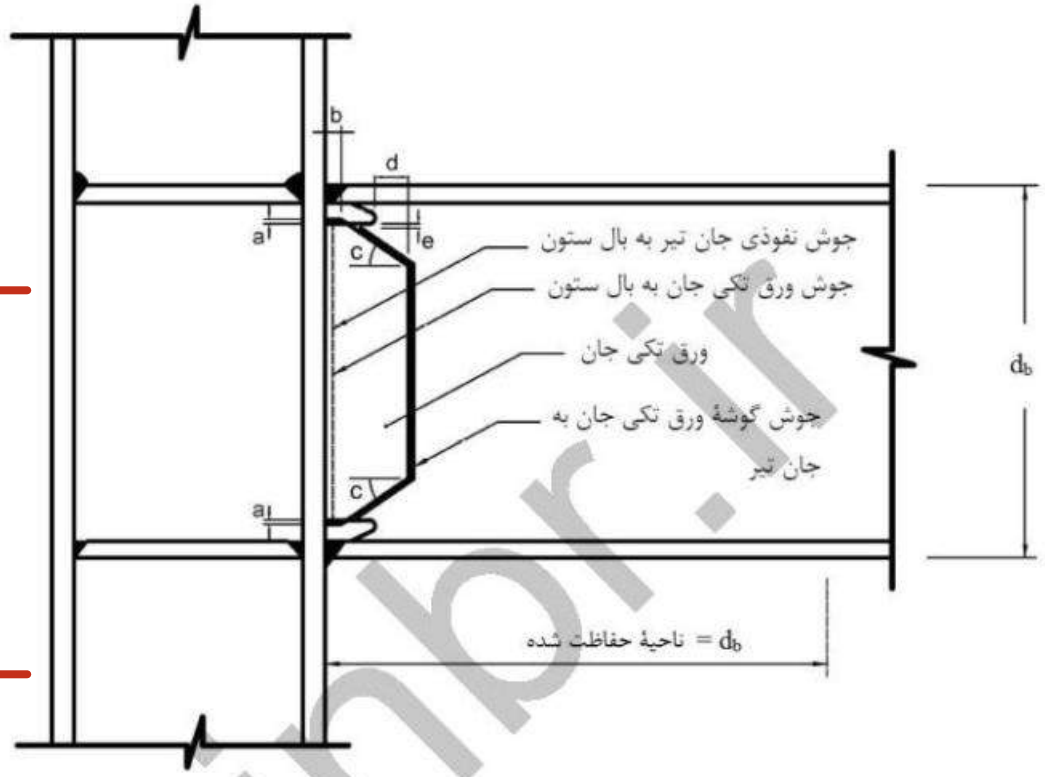
(۳) در این نوع اتصال $S_h=0$ در نظر گرفته می‌شود.

(۴) عمق مقطع تیر نباید از 1000 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۵) جرم تیر نباید از 300 کیلوگرم بر متر بیشتر باشد.

(۶) ضخامت بال مقطع تیرها نباید از 30 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۷) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق آن نباید از 7 برای قاب‌های خمشی ویژه و از 5 برای قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.



شکل ۱۰-۳-۷-۷: اتصال گیردار تقویت نشدهٔ جوشی (WUF-W)

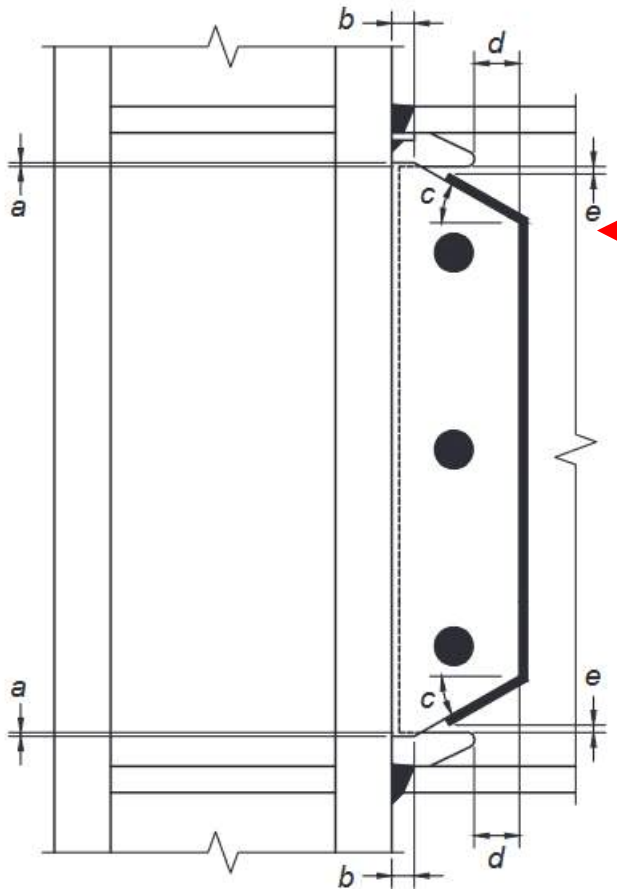
۱۰-۳-۷-۶-۲ ستون‌ها

در این نوع اتصال گیردار، استفاده از مقاطع نوردشده H شکل، مقاطع ساخته شده دارای مقطع H شکل، جعبه‌ای ساخته شده از ورق یا ساخته شده از مقاطع H شکل همراه با ورق‌های کناری و مقطع صلیبی ساخته شده از ورق یا ساخته شده از نیمرخ‌های نوردشده به‌عنوان ستون مجاز است.

همچنین:

(۱) عمق مقطع ستون‌های H شکل و عمق و پهنای ستون‌های با مقطع صلیبی‌شکل نباید از 1000 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۲) عمق و پهنای مقاطع جعبه‌ای‌شکل و Hشکل جعبه‌ای‌شده نباید از 750 میلی‌متر بیشتر باشد.

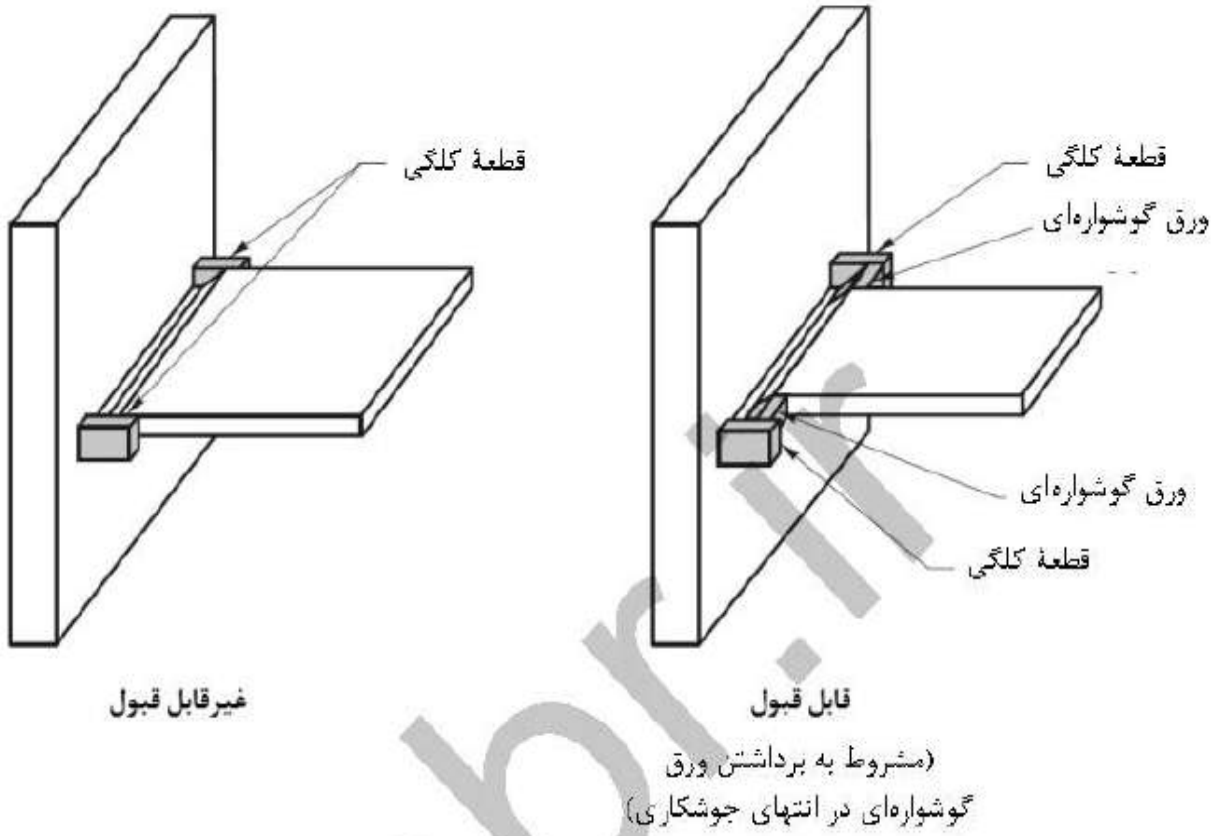


جدول ۱۰-۳-۷-۳: محدودیت‌های ابعادی ورق تکی جان در اتصال گیردار تقویت‌نشدهٔ جوشی (WUF-W)

ردیف	شرح	محدودیت*
۱	هم‌پوشانی ورق جان با سوراخ دسترسی	$6\ mm \le a \le 12\ mm$
۲	شیب پهنای ورق جان	$20^\circ \le c \le 40^\circ$
۳	فاصلهٔ قائم انتهای جوش ورق جان به جان تیر تا سوراخ دسترسی	$12\ mm \le e \le 25\ mm$
۴	برگشت عمودی انتهای ورق جان	$b \ge 25\ mm$
۵	فاصلهٔ افقی انتهای پهنای ورق جان تا انتهای سوراخ دسترسی	$d \ge 50\ mm$

۱۰-۴-۹-۹-۱ الزامات اجرایی و بازرسی

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.

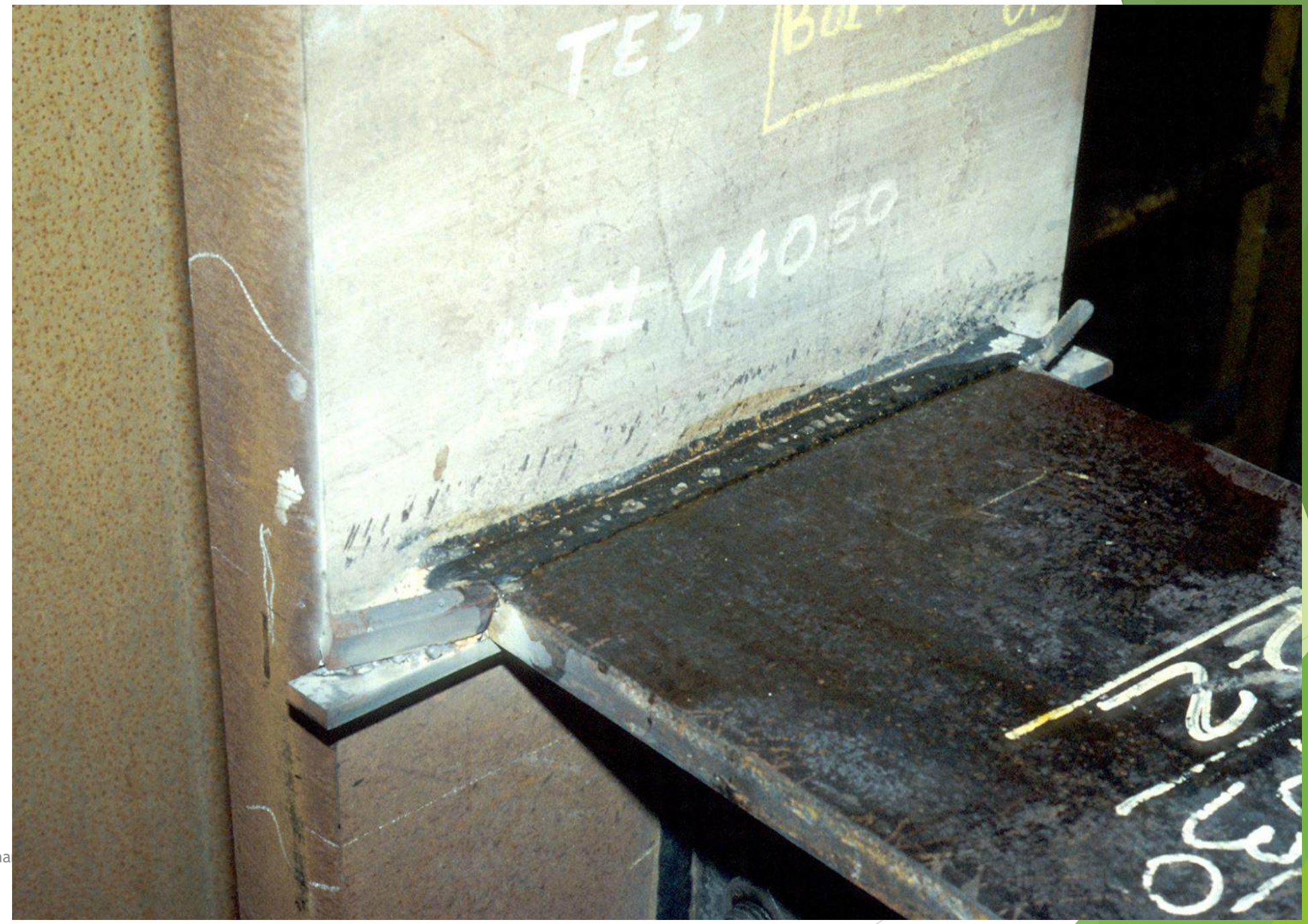


شکل ۱۰-۴-۲۵: شرایط پذیرش قطعهٔ کلگی

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

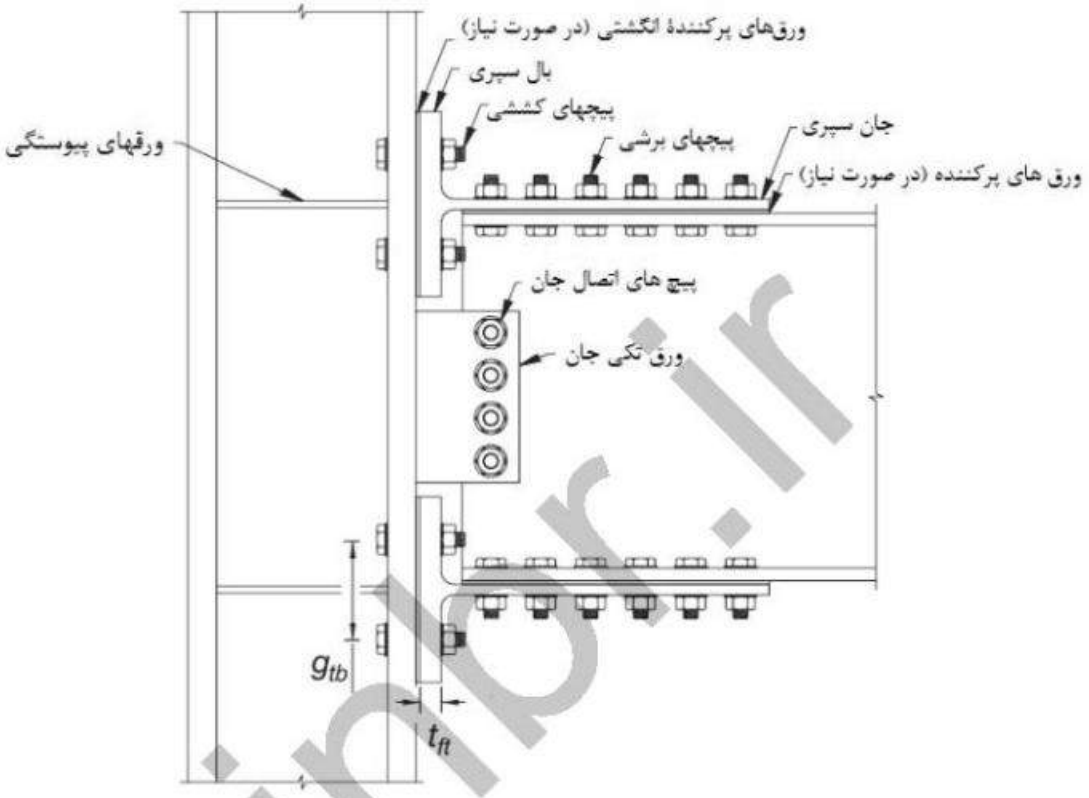
	ناودان انتهای جوش	پشت‌بند
قاب‌های خمشی		
اتصال بال فوقانی تیر به بال ستون	برداشته شود	باقی بماند و با جوش گوشه به ستون (نه به تیر) جوش داده شود
اتصال بال تحتانی تیر به بال ستون	برداشته شود	برداشته شود
ورق‌های پیوستگی	توصیه می‌شود در گوشهٔ اتصال بال به جان ستون (نزدیک ناحیهٔ k) استفاده نشود. در صورت استفاده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


1050


TES
#14050

۱۰-۳-۷-۷ اتصال گیردار پیچی با جفت سپری (DT)

اتصالات گیردار پیچی با جفت سپری (شکل ۱۰-۳-۷-۸)، علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۷-۱، باید دارای شرایط مندرج در این بخش باشند.



شکل ۱۰-۳-۷-۸: اتصال گیردار پیچی با جفت سپری (DT)

۱۰-۳-۷-۷ -۲ ستون‌ها

در این نوع اتصال، استفاده از مقاطع نوردشدهٔ H شکل، مقاطع ساخته‌شده دارای مقطع H شکل و مقطع صلیبی ساخته شده از ورق یا از نیمرخ‌های نوردشده، به‌عنوان ستون مجاز است. همچنین:

(۱) عمق و پهنای مقطع ستون‌های با مقطع Hشکل و صلیبی نباید از 1000 میلی‌متر بیشتر باشد.

این نوع اتصال با استفاده از مقاطع سپری بریده‌شده از مقاطع I یا H شکل نوردشده یا مقاطع سپری ساخته شده از ورق و پیچ کردن آن‌ها به بال‌های تیر و ستون اجرا می‌شود. مقاطع سپری متصل به بال‌های بالا و پایین تیر باید یکسان بوده و از طریق چهار پیچ یا هشت پیچ به بال ستون متصل شوند. جان تیر نیز با پیچ‌هایی به ورق تکی که به بال ستون جوش شده، متصل می‌شود. رفتار این نوع اتصالات توسط تسلیم ناشی از خمش مقطع تیر در نزدیکی آخرین ردیف پیچ‌های اتصال بال تیر به جان سپری کنترل می‌شود. شکل ۱۰-۳-۷-۹ پارامترهای مشخص‌کنندهٔ ابعاد این اتصال را نشان می‌دهند.

۱۰-۳-۷-۷ -۱ تیرها

در این نوع اتصال، استفاده از مقاطع نوردشده یا ساخته‌شدهٔ I یا H شکل، به‌عنوان تیر مجاز است، اما استفاده از مقاطع نوردشده با بال دارای ضخامت متغیر نظیر INP مجاز نیست. همچنین:

(۱) عمق مقطع تیر نباید از 700 میلی‌متر بیشتر باشد.

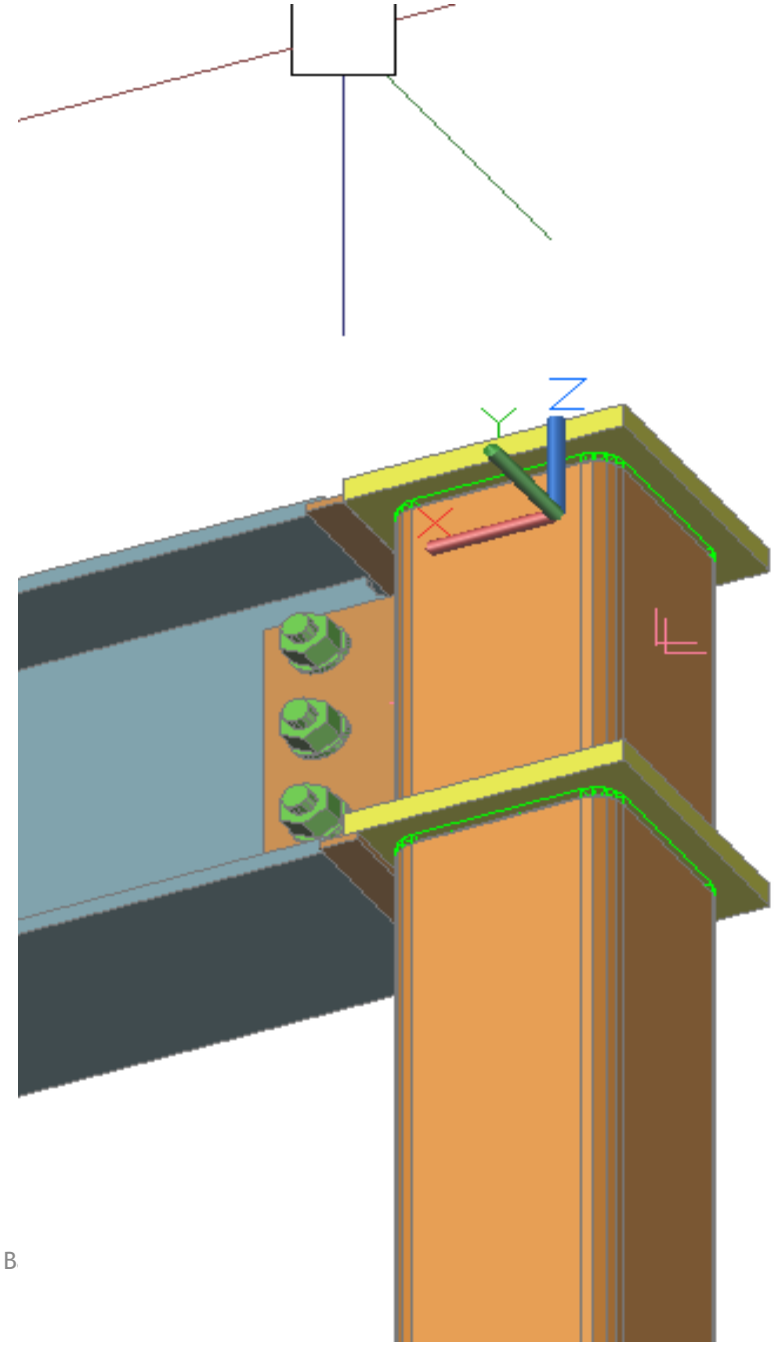
(۲) جرم تیر نباید از 120 کیلوگرم بر متر بیشتر باشد.

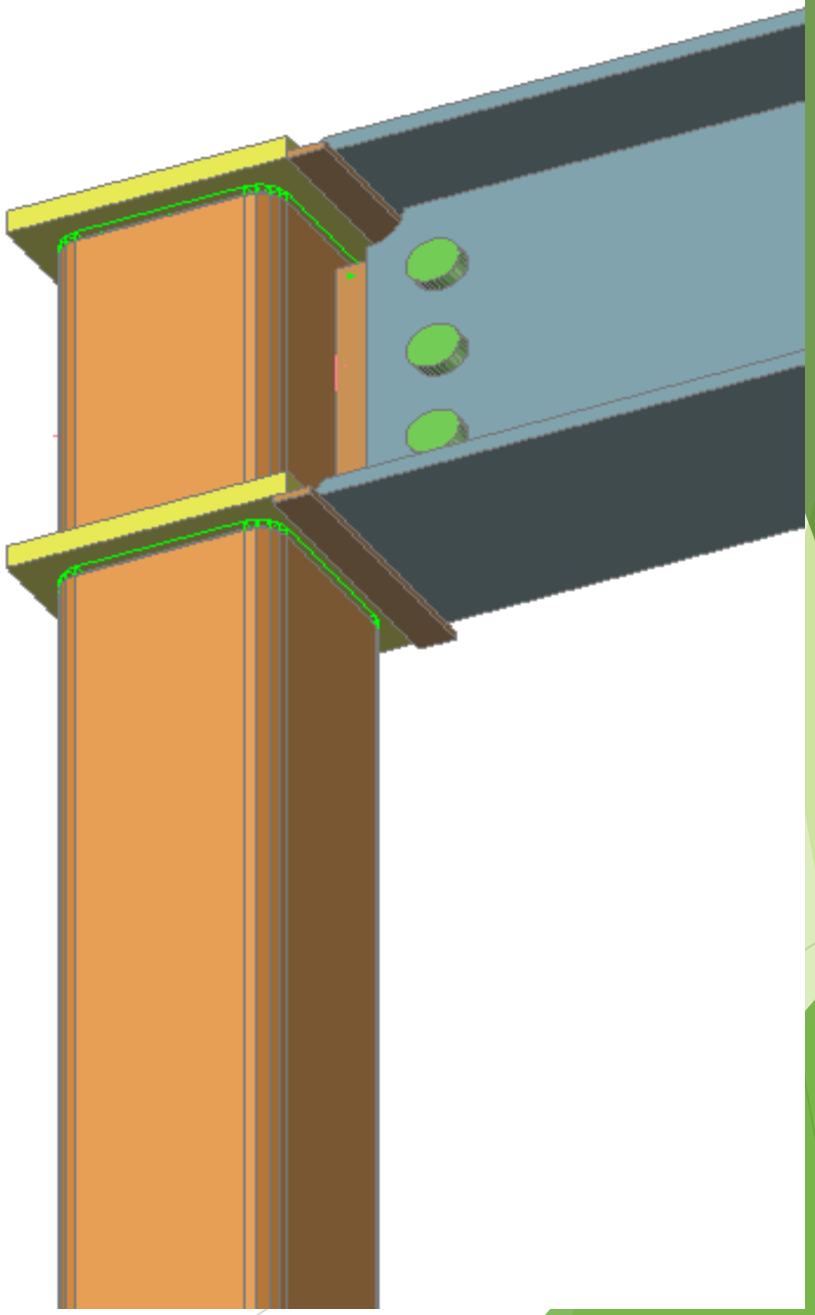
(۳) ضخامت بال مقطع تیر نباید از 20 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۴) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از 9 برای قاب‌های خمشی ویژه و از 7 برای قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

(۵) در دو انتهای تیر، ناحیهٔ حفاظت‌شده برابر فاصلهٔ بر ستون تا دورترین ردیف پیچ در روی بال تیر نسبت به بر ستون به‌علاوه عمق تیر، در نظر گرفته می‌شود.

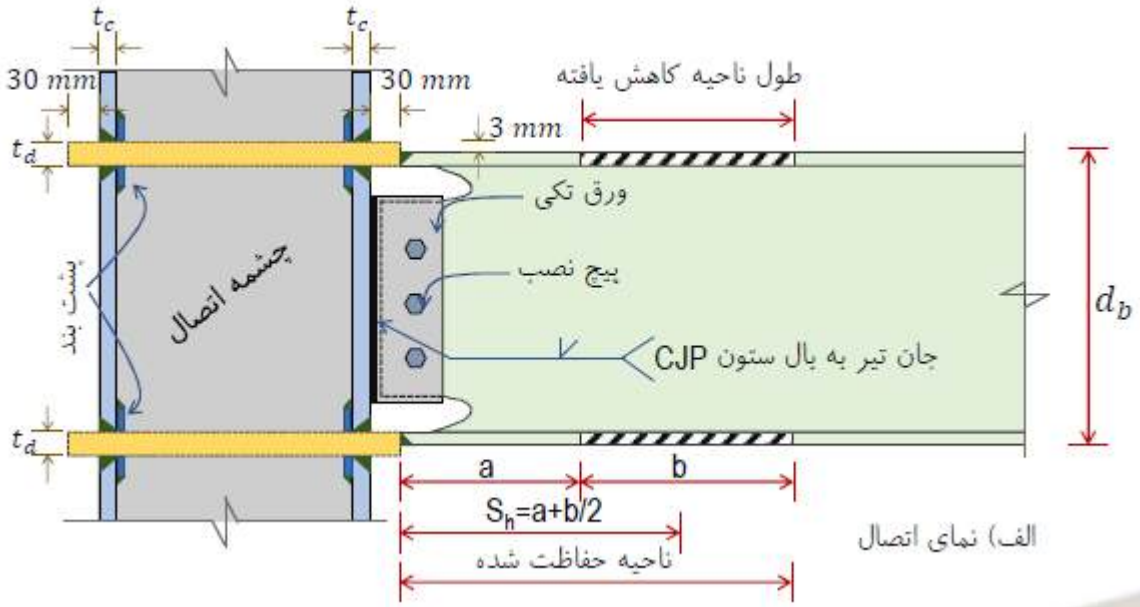
(۶) محل تشکیل مفصل پلاستیک (S_h) در روی تیر باید در محل دورترین ردیف پیچ در روی بال تیر نسبت به بر ستون، در نظر گرفته شود.



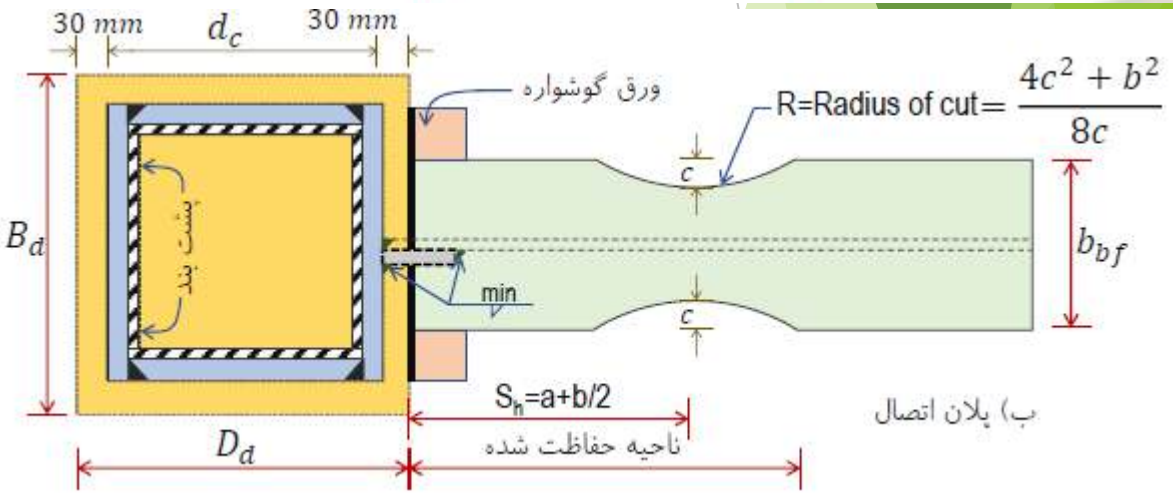


B

تصال گیردار تیر با مقطع کاهش یافته و دیافراگم عبوری از ستون (TD-RBS)



الف) نمای اتصال



ب) پلان اتصال

۱۰-۳-۷-۸-۱ تیرها

در این نوع اتصال استفاده از مقاطع نوردشده I یا Hشکل و مقاطع ساخته‌شده دارای مقطع I یا H شکل، به‌عنوان تیر مجاز است. همچنین:

(۱) عمق مقطع تیر نباید از 1100 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۲) جرم تیر نباید از 600 کیلوگرم بر متر بیشتر باشد.

(۳) ضخامت بال مقطع تیر نباید از 55 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۴) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از 7 در قاب‌های خمشی ویژه و از 5 در قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

(۵) نسبت پهنا به ضخامت بال و جان تیر باید ضوابط بندهای ۱۰-۳-۳-۲-۲ یا ۱۰-۳-۳-۳-۲ را، حسب مورد، اقناع نماید. در محاسبهٔ این نسبت، پهنای بال را می‌توان برابر عرض بال در انتهای دوسوم میانی ناحیهٔ کاهش‌یافتهٔ بال در نظر گرفت.

(۶) در دو انتهای تیر، ناحیهٔ حفاظت‌شده باید برابر a+b در نظر گرفته شود. پارامترهای a و b در شکل (۱۰-۳-۷-۱۰) نشان داده شده است.

(۷) محل تشکیل مفصل پلاستیک باید برابر S_h=a+b/2 از بر ستون در نظر گرفته شود.

۱۰-۳-۷-۸-۲ ستون‌ها

در این نوع اتصال استفاده از مقاطع جعبه‌ای ساخته شده از ورق یا مقاطع قوطی‌شکل (HSS) به‌عنوان ستون مجاز است. همچنین:

(۱) عمق و پهنای ستون نباید از 750 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۲) ضخامت بال‌ها و جان‌های مقطع ستون باید به نحوی باشد که در ناحیهٔ چشمهٔ اتصال نیازی به ورق‌های مضاعف نباشد.

۱۰-۳-۷-۸-۳ ورق‌های دیافراگم

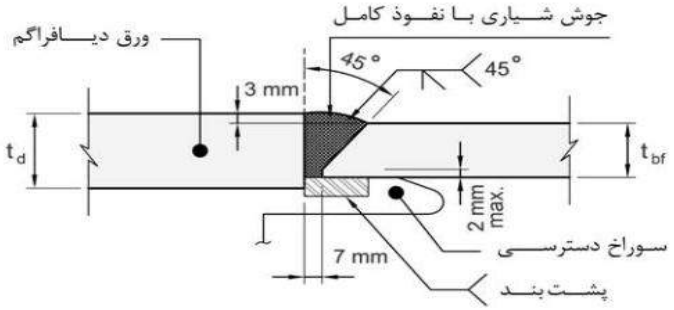
(۱) مصالح ورق‌های دیافراگم که دارای ضخامت مساوی یا بیش از 30 میلی‌متر هستند، باید دارای خواص تاییدشده در امتداد ضخامت بوده و از نظر طاقت نمونهٔ شیار دادهشدهٔ شارپی، حداقل از ردهٔ J0 باشند.

(۲) ضخامت ورق‌های دیافراگم باید حداقل 5 میلی‌متر از ضخامت بال‌های تیر و حداقل 3 میلی‌متر از ضخامت ورق‌های ستون بزرگ‌تر باشد. همچنین ضخامت ورق‌های دیافراگم باید به نحوی

۱۰-۳-۷-۸-۴ سایر الزامات

(۱) برشکاری مقطع کاهش‌یافتهٔ تیر باید الزامات بند ۱۰-۳-۷-۲-۴ را اقناع نماید.

(۲) اتصال بال‌های تیر به ورق‌های دیافراگم باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل باشد. برای این منظور در دو انتهای تیر، تعبیهٔ سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوش شیاری با نفوذ کامل بال تیر به ورق دیافراگم، مطابق الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱-۴ این مبحث الزامی است. برای اتصال بال‌های تیر به ورق‌های دیافراگم استفاده از ورق پشت‌بند الزامی است (شکل ۱۰-۳-۷-۱۱). اتصال ورق‌های پشت‌بند به بال‌های تیر مجاز نیست.



شکل ۱۰-۳-۷-۱۱: اتصال بال تیر به ورق دیافراگم با استفاده از سوراخ دسترسی و ورق‌های پشت‌بند

(۳) برای اتصال بال‌های تیر به ورق‌های دیافراگم استفاده از ورق‌های گوشواره الزامی است. ورق های گوشواره باید حداقل به‌اندازهٔ 25 میلی‌متر یا ضخامت قطعه (هرکدام بزرگ‌تر بود)، از لبهٔ درز امتداد داشته باشد؛ ولی نیازی نیست که بلندتر از 50 میلی‌متر باشد. برای تأمین این الزام پهنای بال تیر باید به نحوی انتخاب شود که رابطهٔ زیر برقرار باشد:

$$B_d \geq \left[b_{bf} + \max(2t_{bf} \text{ و } 50\ \text{mm})\right] \qquad (۱۰-۳-۷-۷)$$

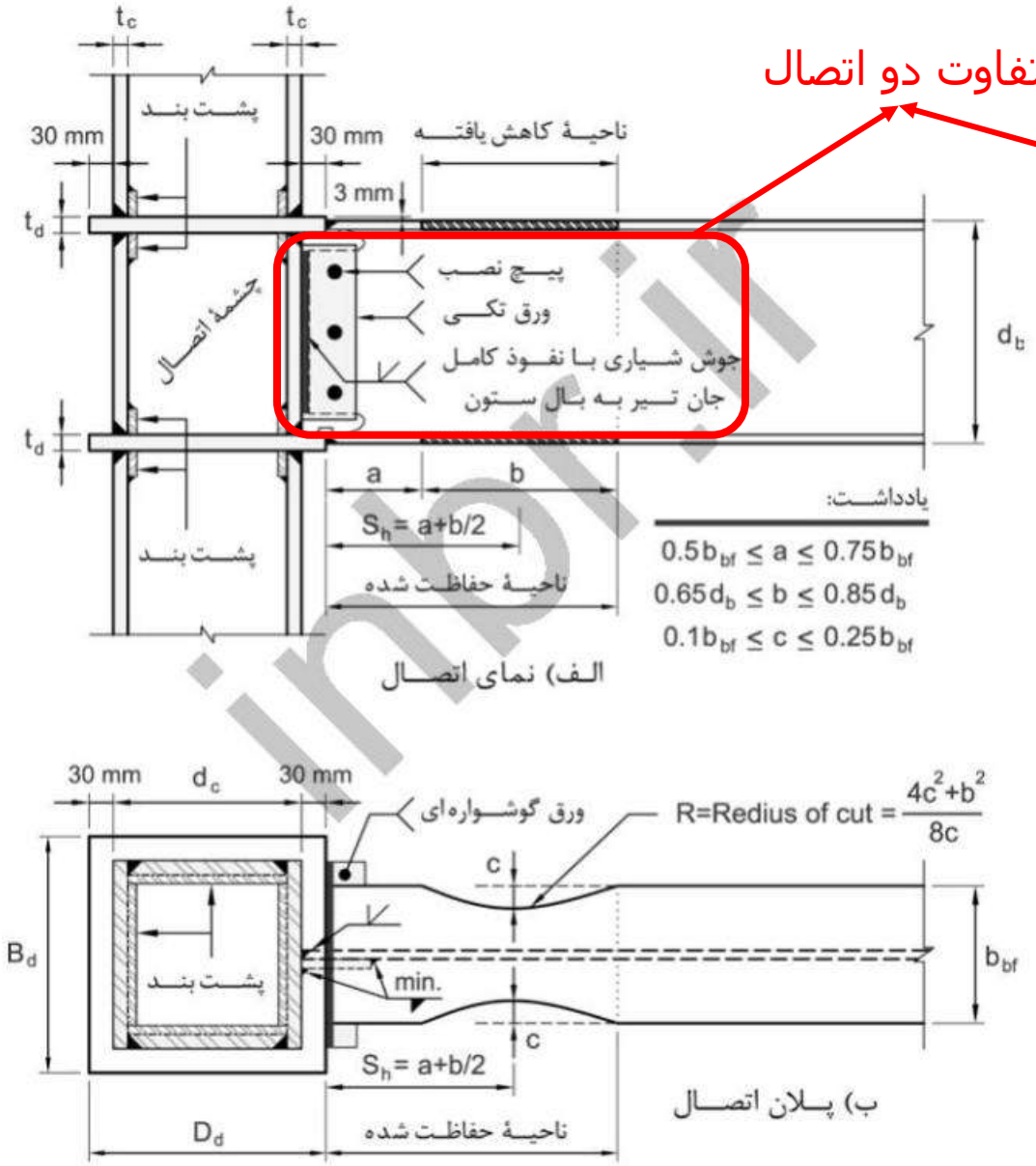
که در آن:

B_d = پهنای ورق دیافراگم

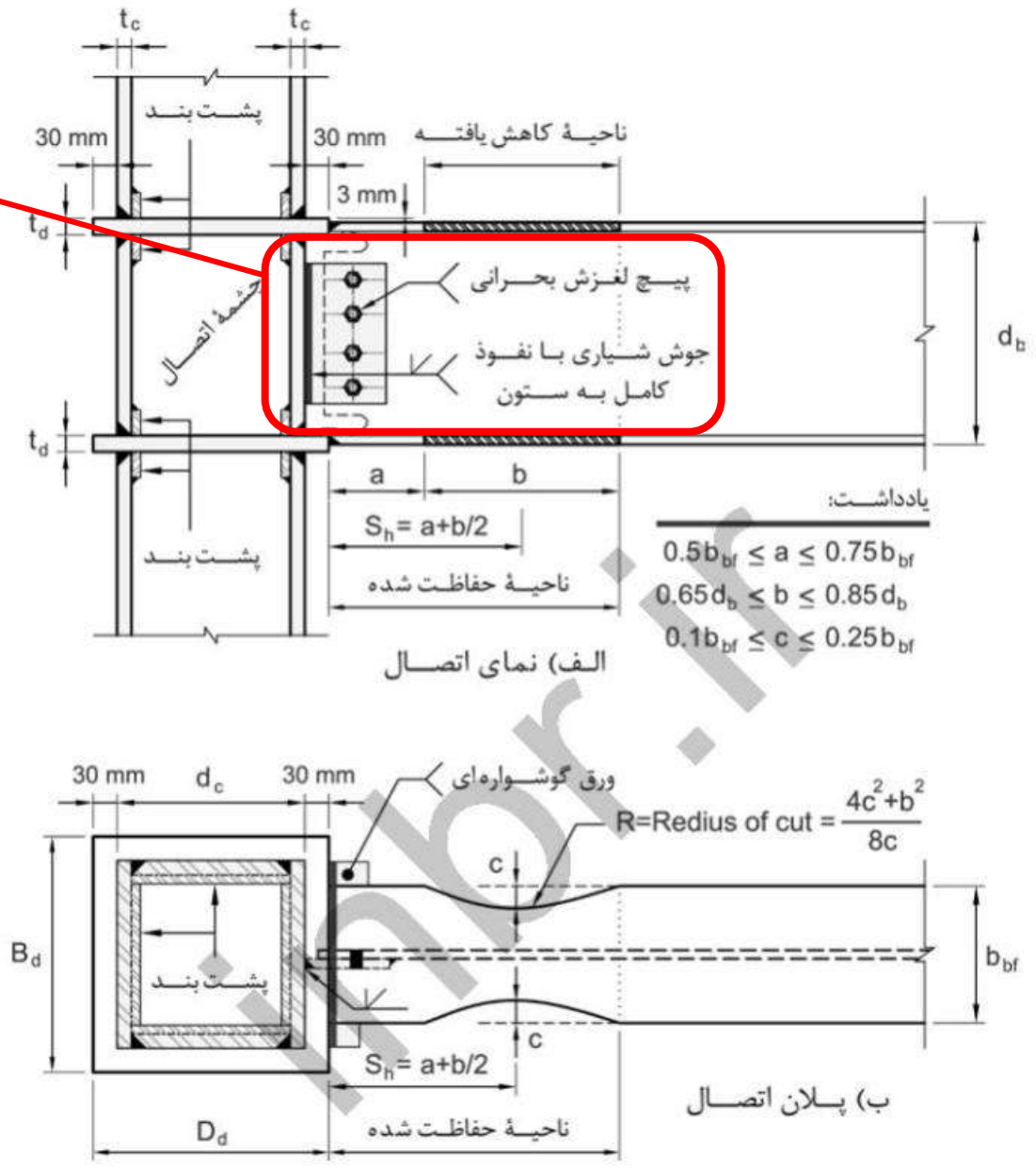
t_{bf} = ضخامت بال تیر

b_{bf} = پهنای بال تیر

تفاوت دو اتصال



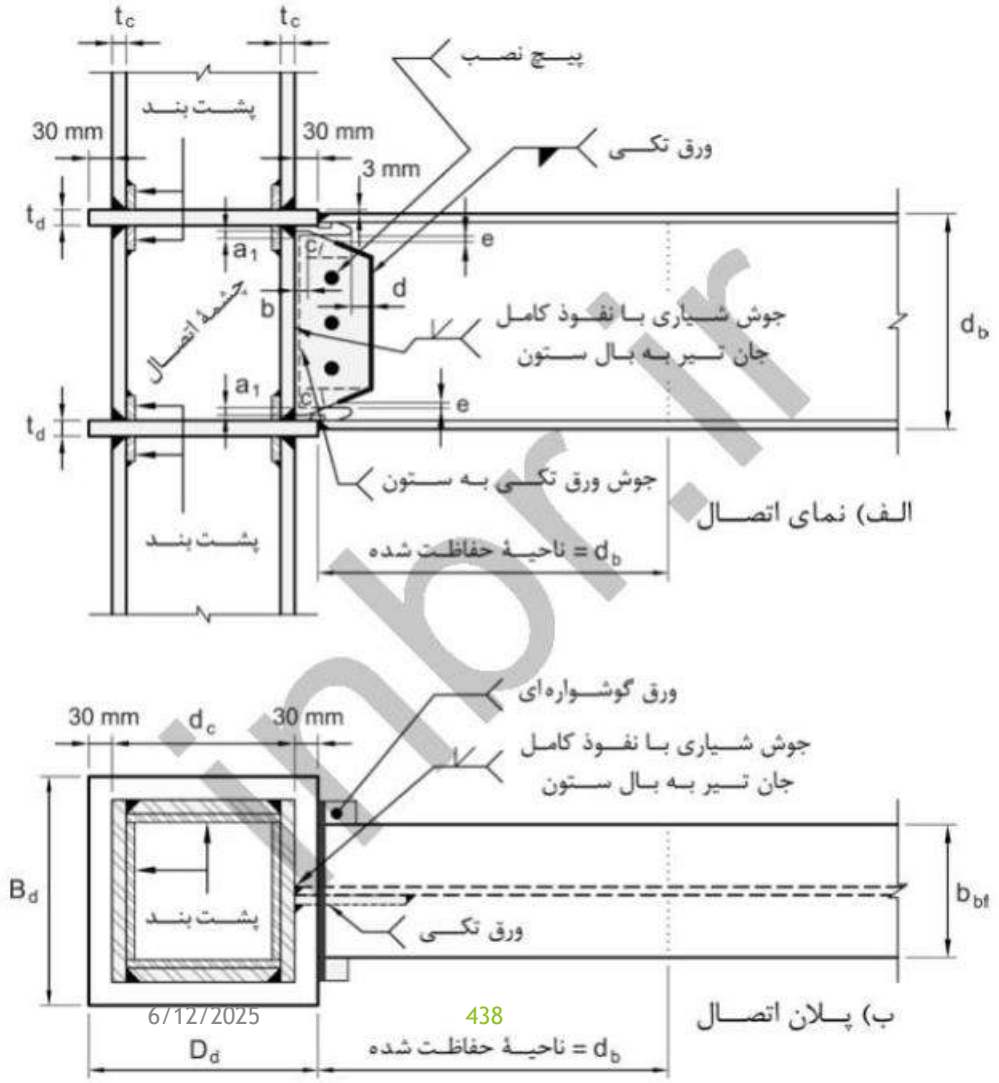
شکل ۱۰-۳-۷-۱۰: اتصال گیردار تیر با مقطع کاهش‌یافته و دیافراگم عبوری از ستون (TD-RBS)



شکل ۱۰-۳-۷-۱۲: اتصال گیردار تیر با مقطع کاهش‌یافته و دیافراگم عبوری از ستون در قاب‌های خمشی متوسط

۱۰-۳-۷-۹ اتصال گیردار تقویت‌نشدهٔ جوشی با دیافراگم عبوری از ستون (TD-WUFW)

اتصال گیردار تقویت‌نشدهٔ جوشی با دیافراگم عبوری از ستون (شکل ۱۰-۳-۷-۱۳) علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۷-۱، باید دارای شرایط مندرج در این بخش باشد.



شکل ۱۰-۳-۷-۱۳: اتصال گیردار تقویت‌نشدهٔ جوشی با دیافراگم عبوری از ستون (TD-WUFW)

در این نوع اتصال چرخش غیرالاستیک از طریق تسلیم تیر در ناحیه‌ای نزدیک به بر ورق‌های دیافراگم تأمین می‌شود. نحوهٔ تسلیم در این نوع اتصال به‌واسطهٔ اعمال ضوابط خاص این بخش در

۱۰-۳-۷-۹-۱ تیرها

در این نوع اتصال، استفاده از مقاطع نوردشده I یا Hشکل و مقاطع ساخته‌شده دارای مقطع I یا H شکل، به‌عنوان تیر مجاز است. همچنین:

(۱) عمق مقطع تیر نباید از 1000 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۲) جرم تیر نباید از 300 کیلوگرم بر متر بیشتر باشد.

(۳) ضخامت بال مقطع تیرها نباید از 30 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۴) در دو انتهای تیر، ناحیهٔ حفاظت‌شده باید برابر فاصله از بر ورق دیافراگم تا یک برابر عمق مقطع تیر در نظر گرفته شود.

(۵) در این نوع اتصال $S_h=0$ در نظر گرفته می‌شود.

(۶) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق آن نباید از 7 برای قاب‌های خمشی ویژه و از 5 برای قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

۱۰-۳-۷-۹-۲ ستون‌ها

در این نوع اتصال، استفاده از مقاطع جعبه‌ای ساخته شده از ورق یا مقاطع قوطی‌شکل (HSS) به‌عنوان ستون مجاز است. همچنین:

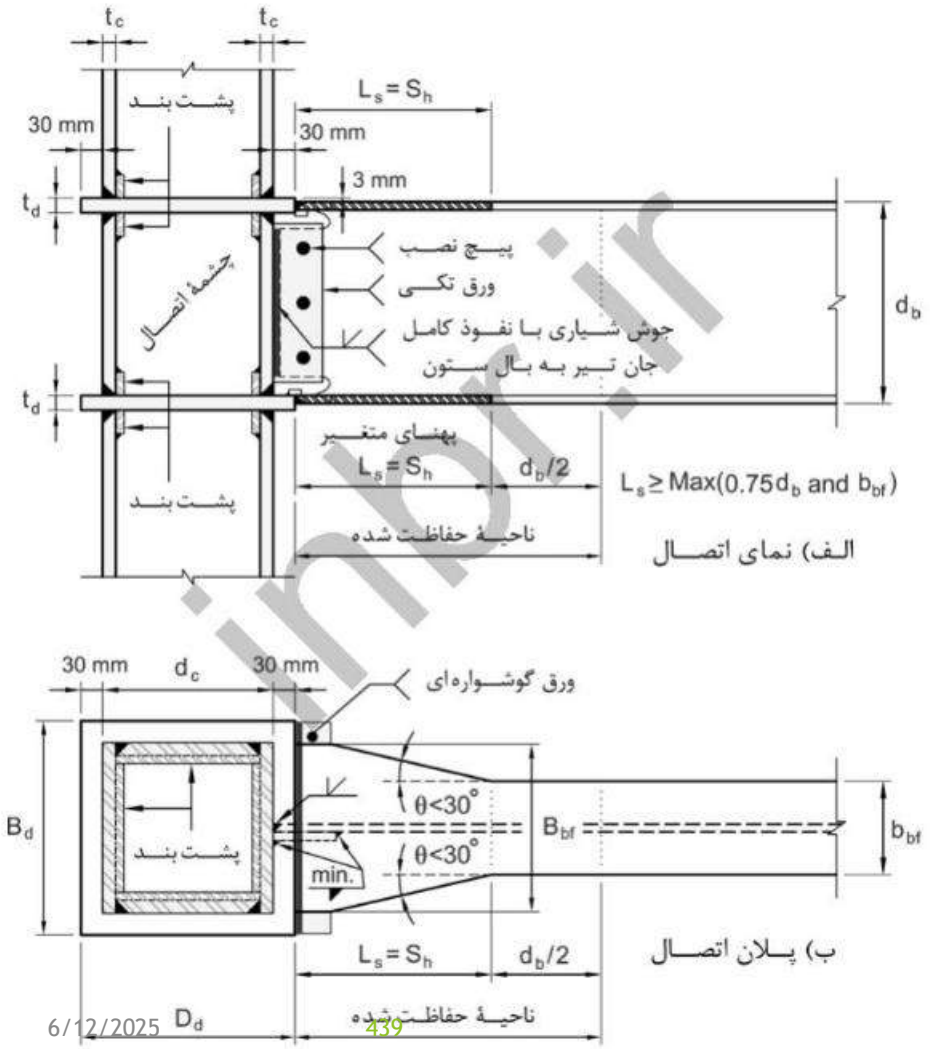
(۱) عمق و پهنای ستون نباید از 750 میلی‌متر بیشتر باشد.

(۲) ضخامت بال‌ها و جان‌های مقطع ستون باید به نحوی باشد که در ناحیهٔ چشمهٔ اتصال نیازی به ورق‌های مضاعف نباشد.

(۷) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق آن نباید از 7 برای قاب‌های خمشی ویژه و از 5 برای قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

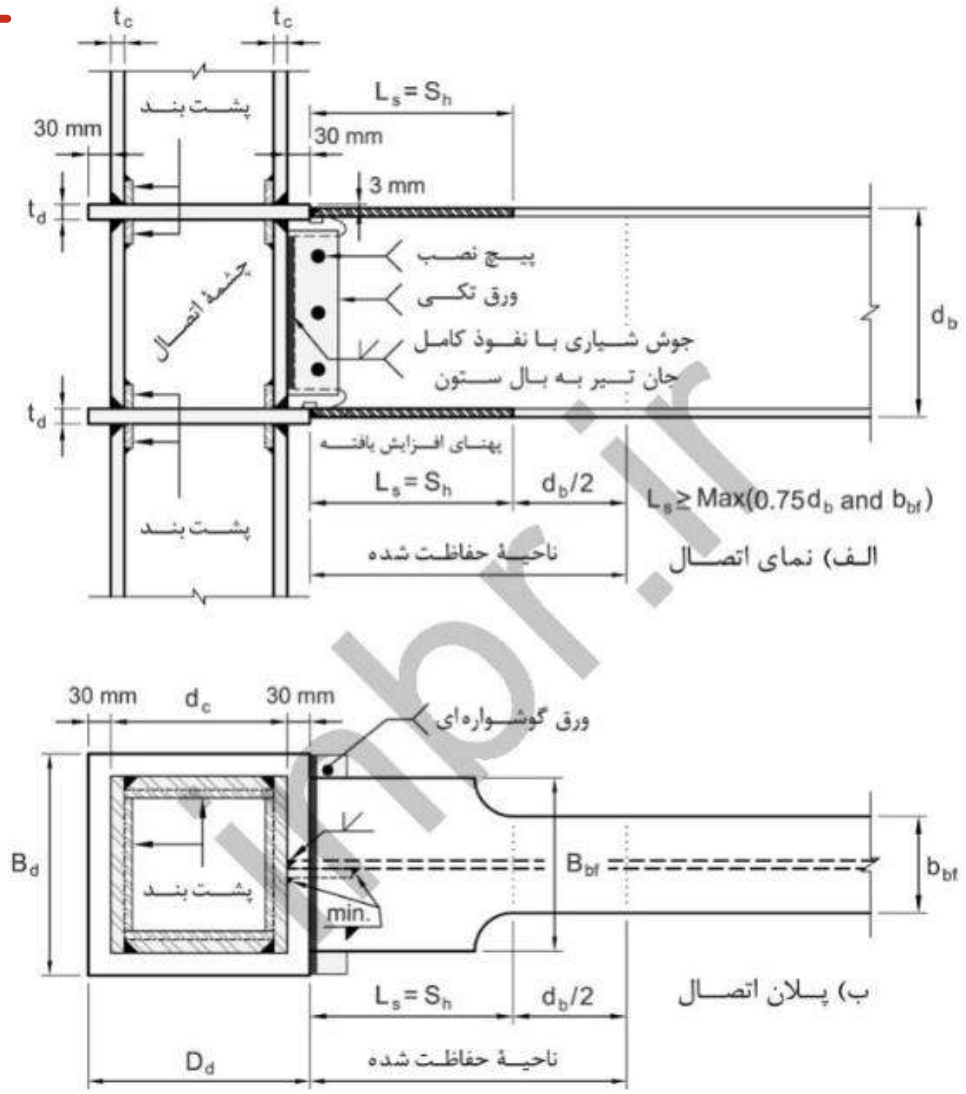
۱۰-۳-۷-۱۰ اتصال گیردار تیر با بال پهن‌شده و دیافراگم عبوری از ستون (TD-Widened)

اتصال گیردار تیر با بال پهن‌شده و دیافراگم عبوری از ستون (شکل ۱۰-۳-۷-۱۴) علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۷-۱، باید دارای شرایط مندرج در این بخش باشد.



شکل ۱۰-۳-۷-۱۴: اتصال گیردار تیر با بال پهن‌شده و دیافراگم عبوری از ستون (TD-WIDENED)

(۷) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق آن نباید از 7 برای قاب‌های خمشی ویژه و از 5 برای قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.



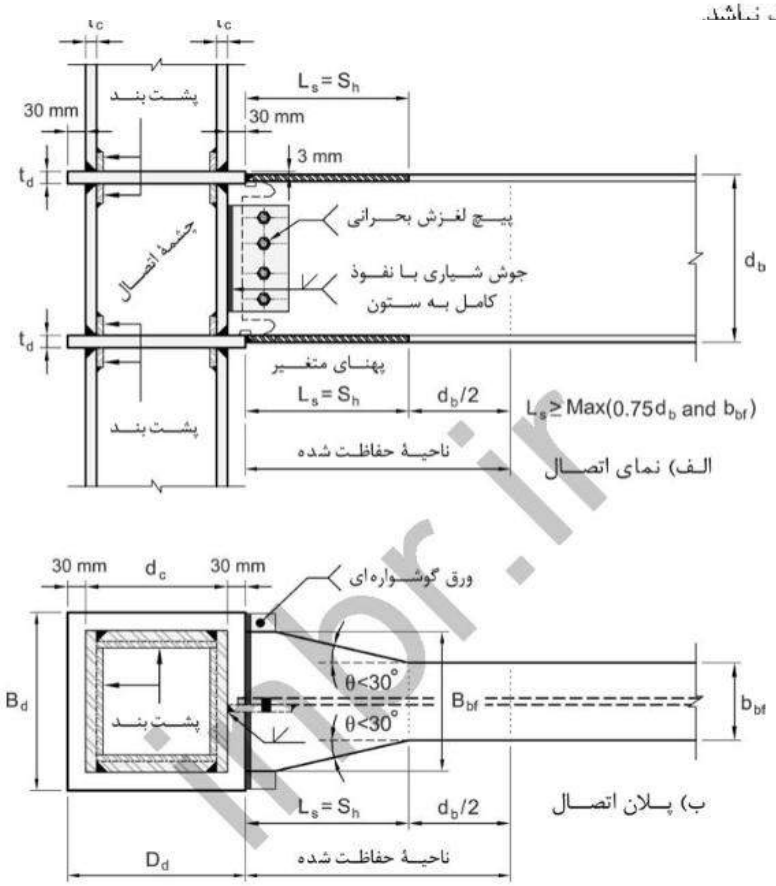
شکل ۱۰-۳-۷-۱۵: گزینهٔ دیگر برای اتصال گیردار تیر با بال پهن‌شده و دیافراگم عبوری از ستون

۱۰-۳-۷-۲-۱۰ ستون‌ها

در این نوع اتصال، استفاده از مقاطع جعبه‌ای ساخته شده از ورق یا مقاطع قوطی شکل (HSS) به‌عنوان ستون مجاز است. همچنین:

(۱) عمق و پهنای ستون نباید از 750 میلی‌متر بیشتر باشد.

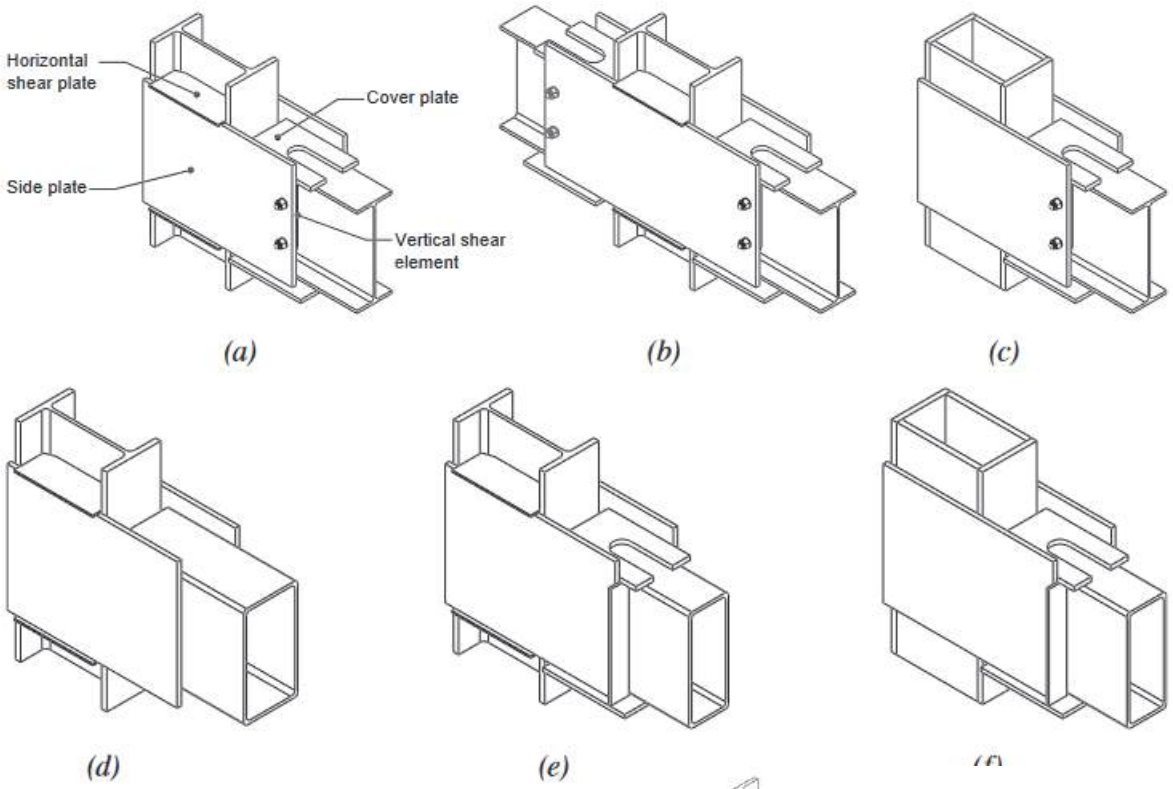
(۲) ضخامت بال‌ها و جان‌های مقطع ستون باید به نحوی باشد که در ناحیهٔ چشمهٔ اتصال نیازی به ورق‌های مضاعف نباشد.

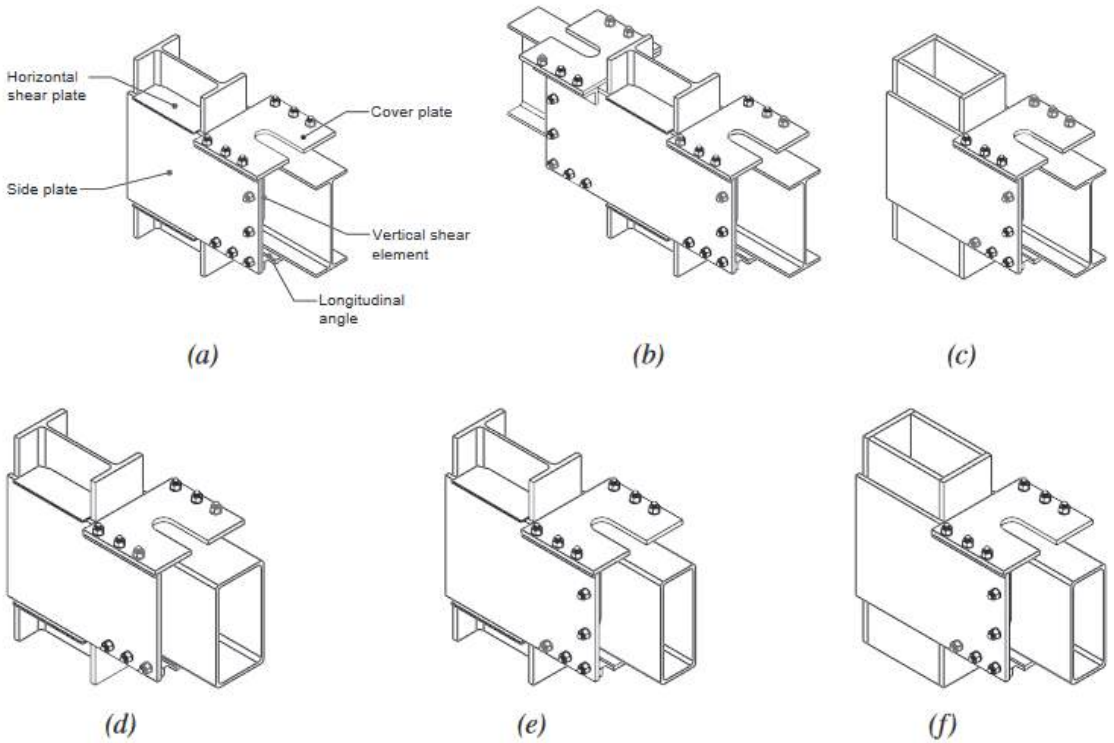


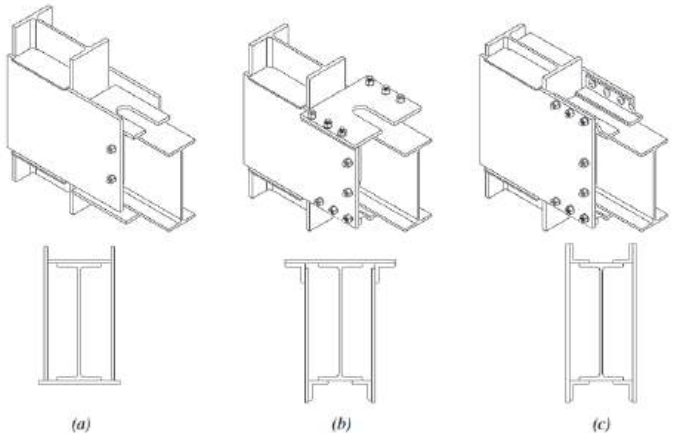
شکل ۱۰-۳-۷-۱۶: اتصال گیردار تیر با بال پهن‌شده و دیافراگم عبوری از ستون (TD-WIDENED) در قاب‌های خمشی متوسط

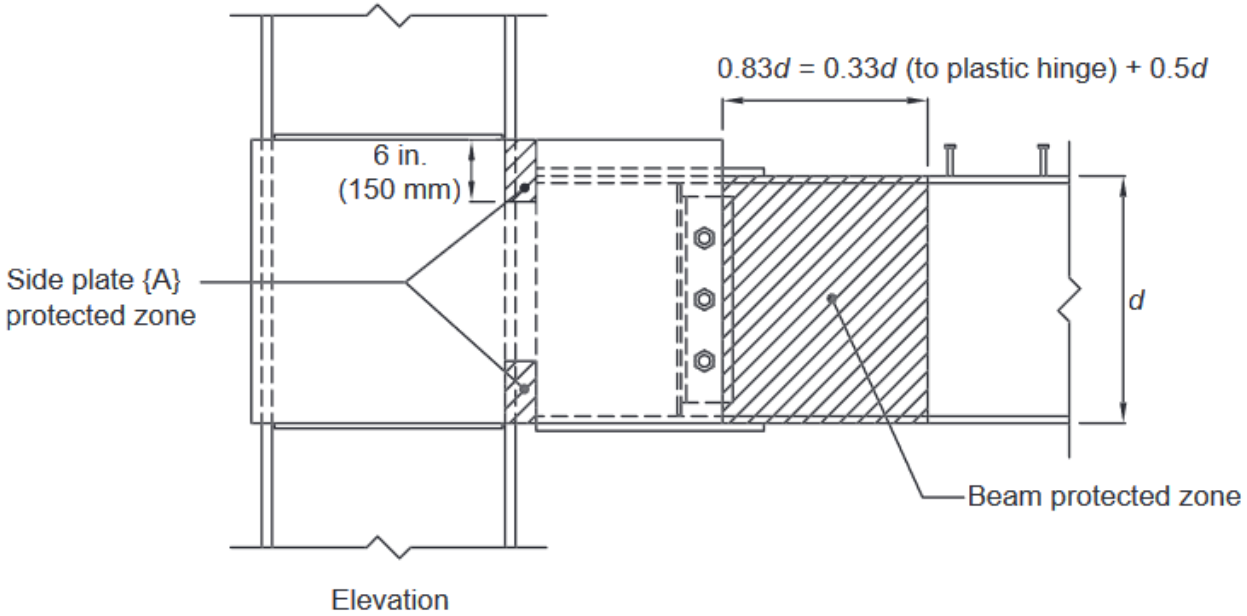
سایر اتصالات پیش تائید شده خارج از مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان موجود در استاندارد AISC358-22

SIDEPLATE MOMENT CONNECTION

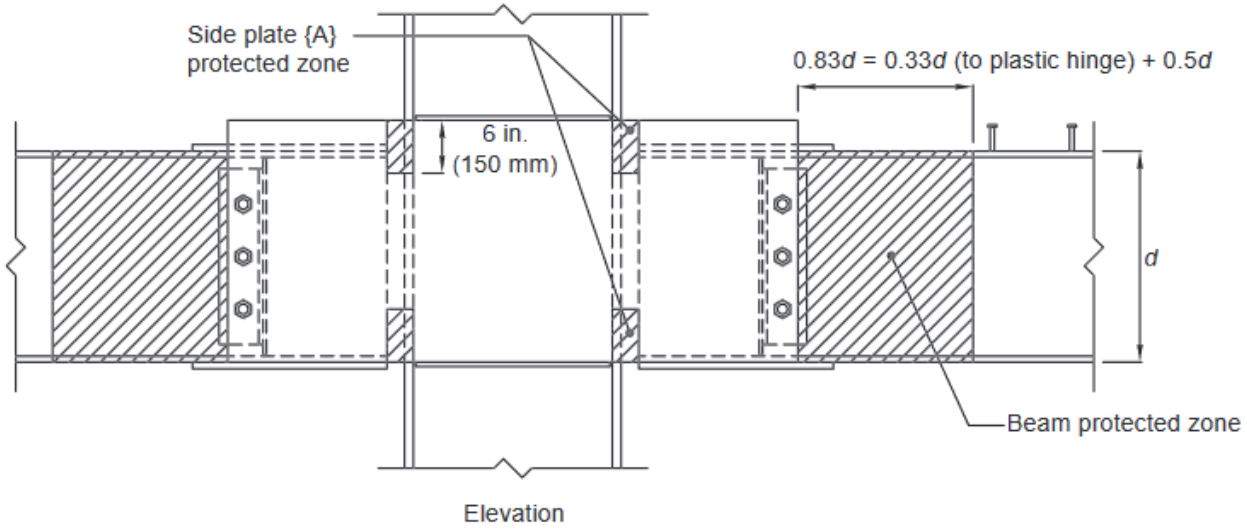






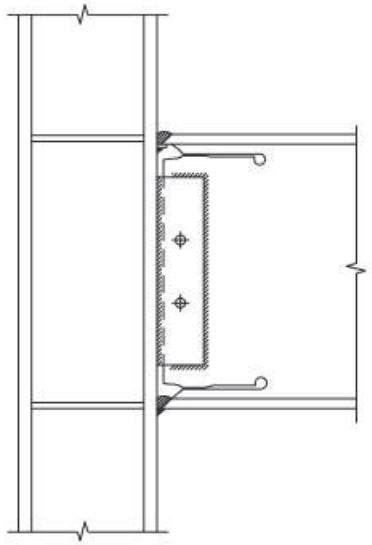

0.83d = 0.33d (to plastic hinge) + 0.5d
6 in.
(150 mm)
Side plate {A}
protected zone
d
Beam protected zone
Elevation

(a)


Side plate {A}
protected zone
0.83d = 0.33d (to plastic hinge) + 0.5d
6 in.
(150 mm)
d
Beam protected zone
Elevation

(b)

SLOTTEDWEB™ (SW) MOMENT CONNECTION



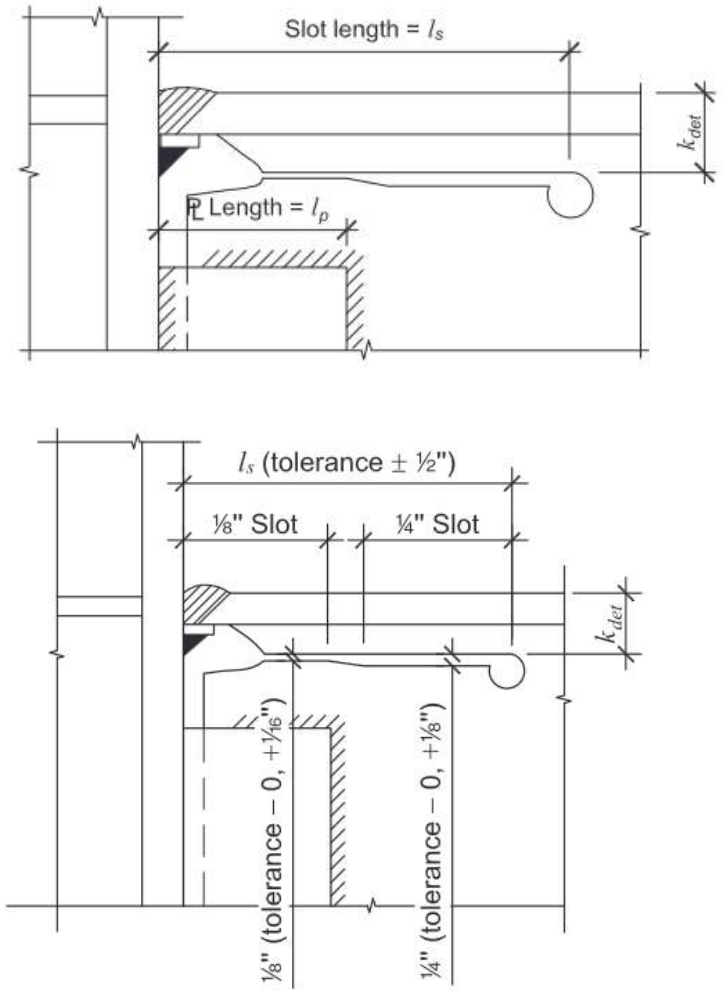


Fig. 14.3. Slot widths and tolerances.

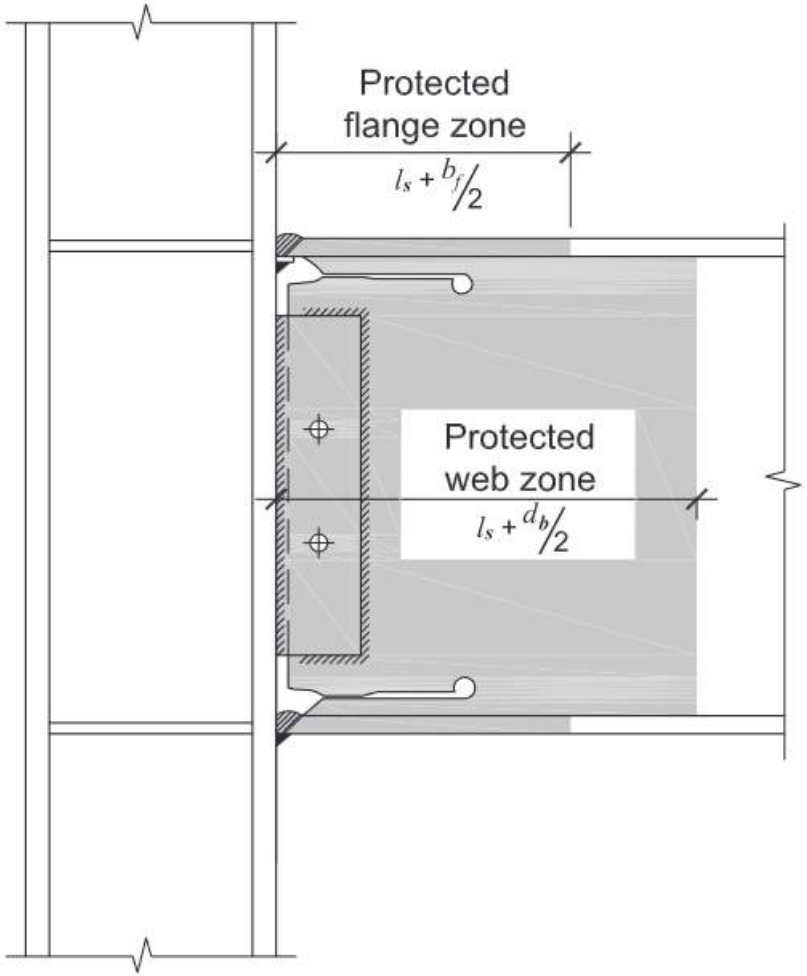
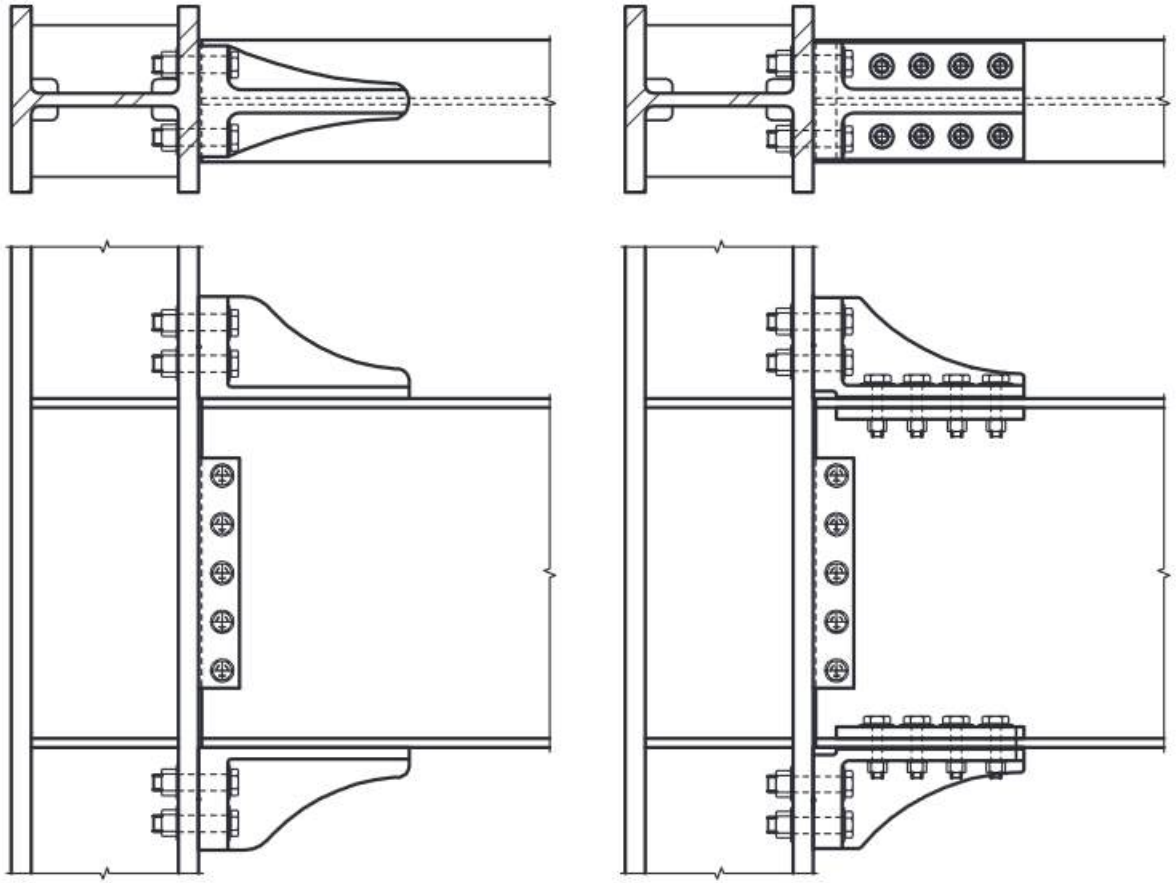


Fig. 14.2 Protected zones.

KAISER BOLTED BRACKET (KBB) MOMENT CONNECTION



(a) (b)

(a) (b) (c)

(a) (b)

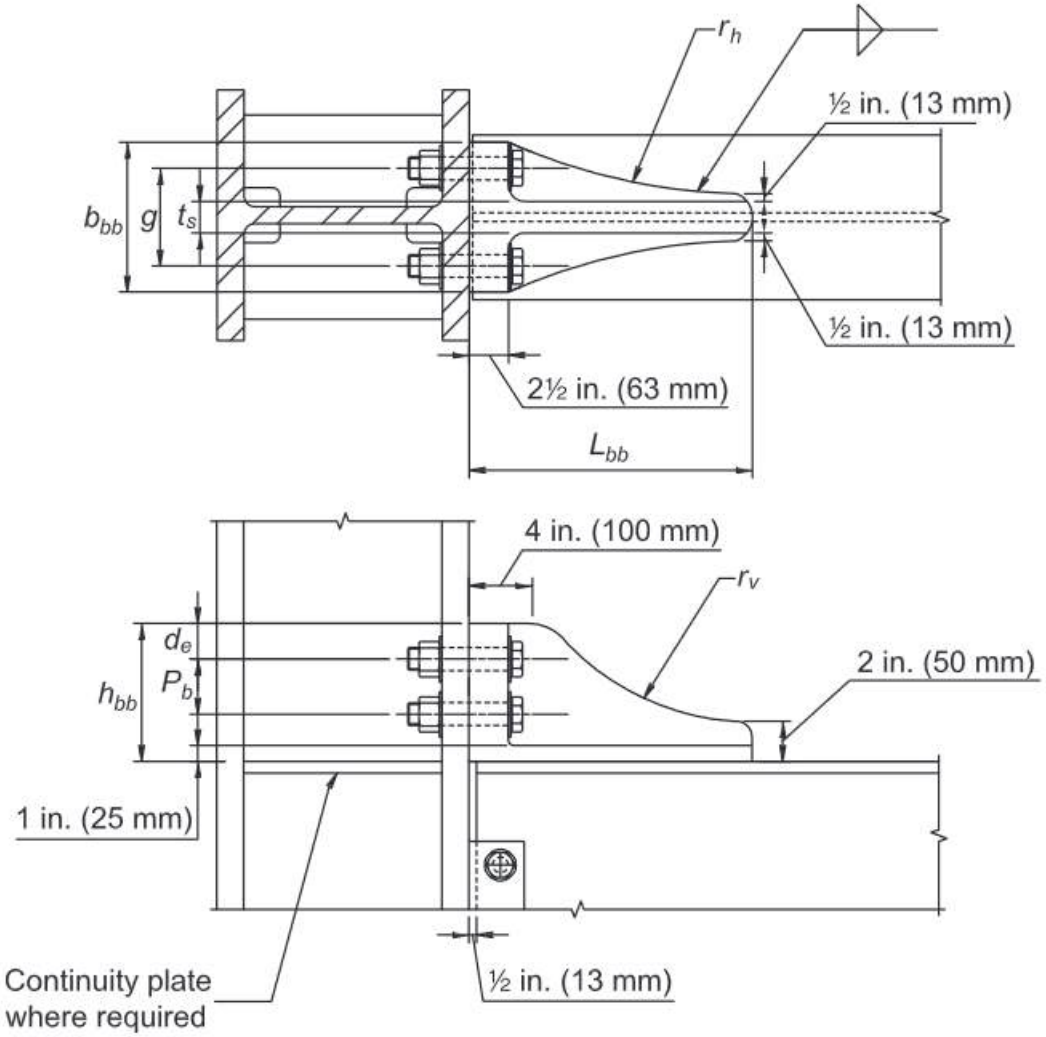
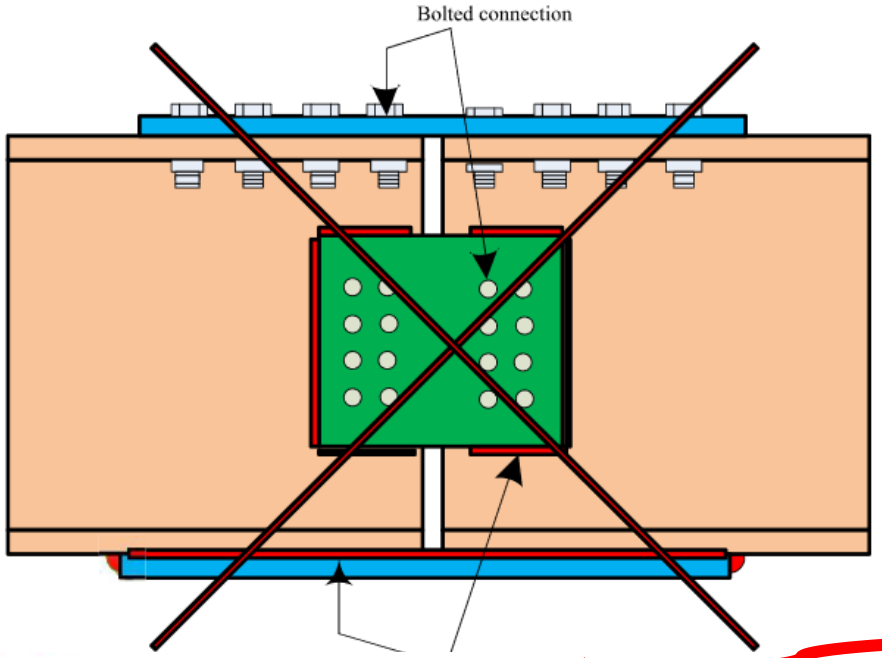


Fig. 9.4. W-series connection detailing.

وصله در اعضای تیر و ستون

اتصالات وصله تیر ، وصله



دلیل : اختلاف سختی این دو نوع قید وعدم هماهنگی و رفتار یکسان جوش و پیچ در انتقال نیروهای رفت و برگشتی ناشی از زلزله

۱۰-۳-۲-۱۱ الزامات عمومی لرزه‌ای اتصالات

۱۰-۳-۲-۱۱-۱ الزامات کلی اتصالات

الف) اتصالات، شامل وسایل اتصال و اجزای اتصال‌دهنده‌ای که بخشی از سیستم‌های باربر جانبی باشند، علاوه بر رعایت الزامات بخش ۱۰-۲-۹، باید الزامات تکمیلی داده‌شده در این بخش را نیز برآورده نمایند.

ب) پیچ‌ها و جوش‌ها نباید به‌طور هم‌زمان در تحمل هر یک از مؤلفه‌های نیروهای ناشی از بارهای زلزله در یک سمت اتصال به کار گرفته شوند.

۱۰-۲-۹-۱-۸ ترکیب پیچ و جوش

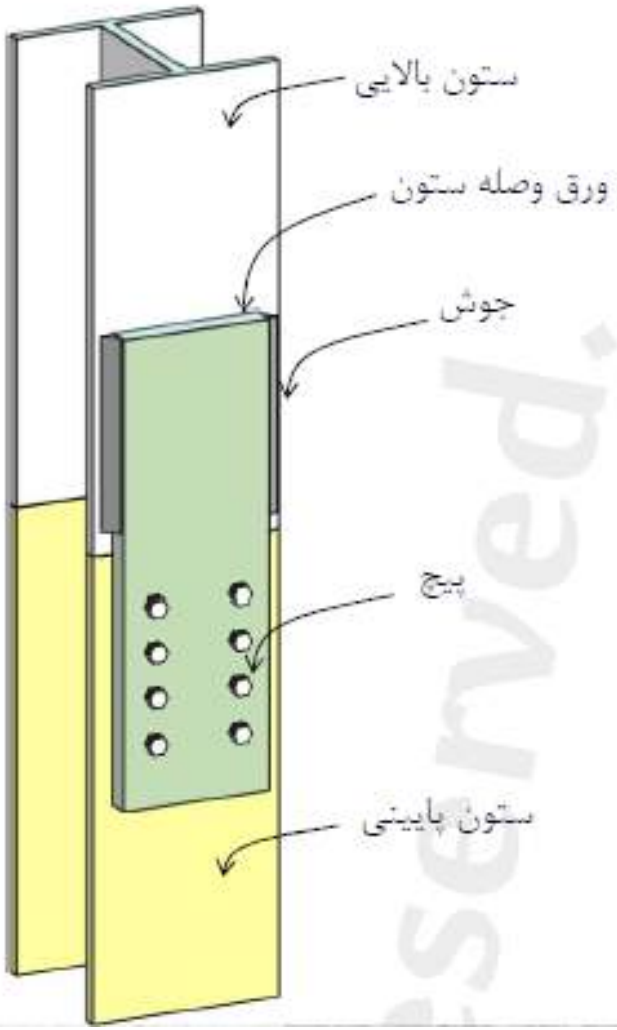
وقتی‌که پیچ‌های معمولی یا پیچ‌های پر مقاومت در حالت اتصال اتکایی (غیر اصطکاکی) بصورت مشترک با جوش استفاده شود، نباید فرض کرد که آنها در تحمل بار با جوش سهیم هستند. دراین صورت کل تنش در اتصال را باید جوش به تنهایی تحمل کند.

در صورت استفاده از ترکیب جوش و پیچ‌های پر مقاومت در اتصال اصطکاکی، می‌توان جوش و پیچ را در تحمل تنش‌ها سهیم فرض کرد مشروط بر اینکه در اتصال‌های برشی سوراخ پیچ‌ها از نوع استاندارد یا دارای شکاف‌های عمود بر جهت بار و جوش‌های گوشه تحت اثر بار طولی در نظر گرفته شده باشند. در چنین اتصال‌هایی، مقاومت موجود در پیچ‌ها را نباید بزرگتر از ۵۰ درصد مقاومت موجود پیچ‌ها در حالت اتکایی در نظر گرفت.

تقویت از طریق جوشکاری در خصوص ساختمان‌های موجودی که اتصالات آنها از نوع پیچی می‌باشد به شرطی مجاز است که پیچ‌های موجود از نوع اصطکاکی طراحی و اجرا شده باشند. در اینگونه موارد پیچ‌های موجود را می‌توان برای انتقال بارهای موجود فرض نموده و جوش باید

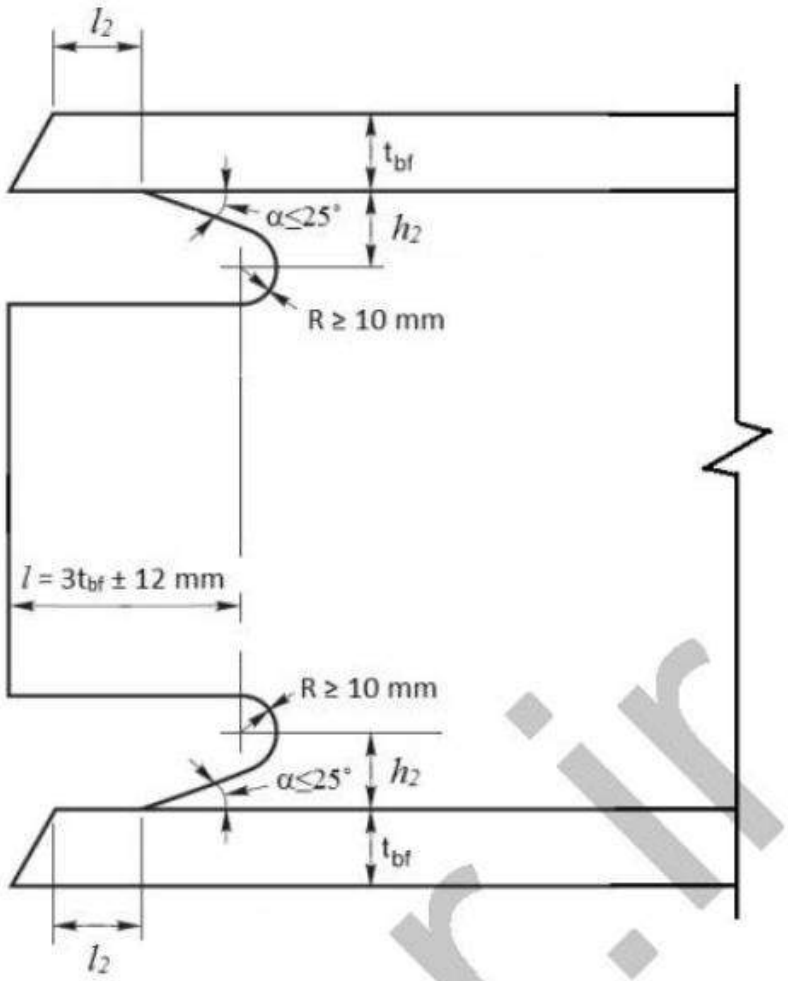
جزئیات‌بندی وصلهٔ ستون‌ها

الف) اتصال وصلهٔ ستون به هر یک از دو قطعهٔ ستون وصله شونده باید با یک نوع وسیلهٔ اتصال، جوش یا پیچ پرمقاومت، انجام شود و در مقطع عدم تقارن ایجاد نکند. اتصال وصله به یکی از قطعات ستون تماماً جوشی و به دیگری تماماً پیچی نیز مجاز است.



۱۰-۳-۲-۱۱-۵ سوراخ‌های دسترسی جایگزین

در بخش‌های مشخص شده در این فصل، باید از دیتیل جایگزین برای سوراخ‌های دسترسی اتصالات خمشی مطابق شکل ۱۰-۳-۲-۱ استفاده شود. لبهٔ جان باید از سطح بال تا سطح تورفتگی سوراخ دسترسی به‌صورت شیب‌دار، کاملاً یکنواخت و بدون گوشه‌های تیز باشد. حداکثر ناهمواری مجاز سطح لبه‌های تمام شدهٔ سوراخ‌های دسترسی برابر 13 میکرون است.

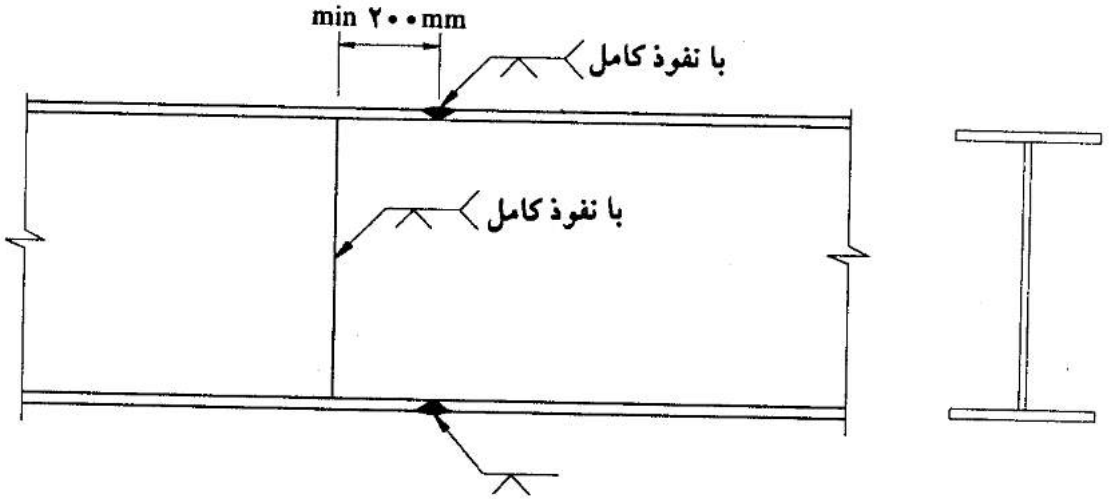


$$[\max(t_{bf}, 12\text{ mm}) - 0.25t_{bf}] \leq l_2 \leq [\max(t_{bf}, 12\text{ mm}) + 0.5t_{bf}]$$

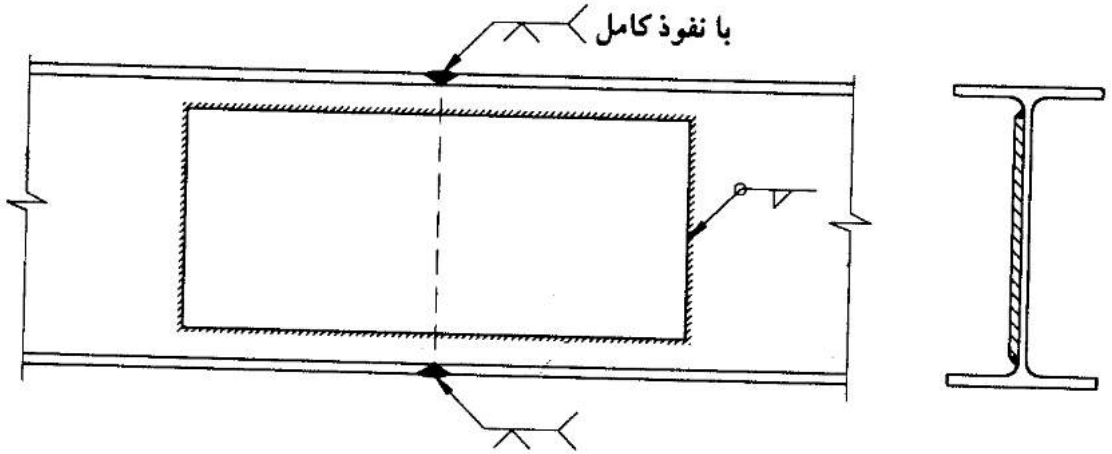
$$\max(0.75t_{bf}, 20\text{ mm}) \leq h_2 \leq t_{bf} + 6\text{ mm}$$

شکل ۱۰-۳-۲-۱: دیتیل جایگزین برای سوراخ‌های دسترسی اتصالات خمشی

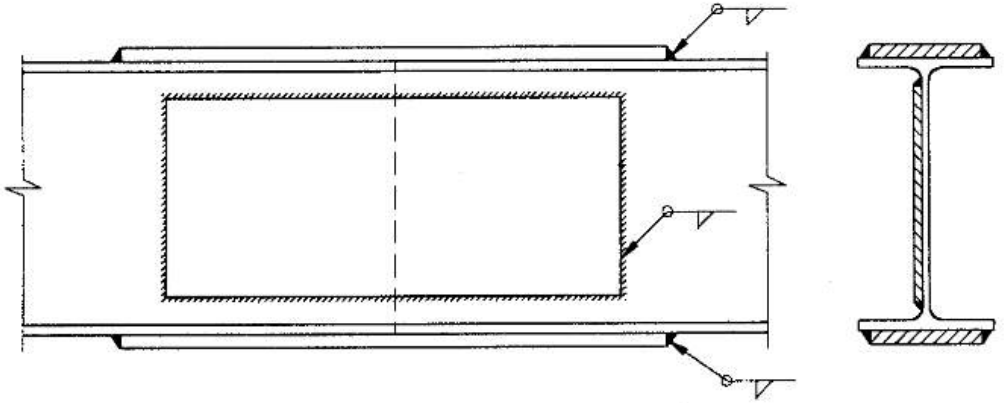
اتصالات نوع الف و ب، فقط به‌صورت جوشی و اتصالات پ، ت، و ث، به‌صورت جوشی و پیچی توصیه می‌شوند. استفاده از اتصال نوع ث، برای شاهتیر پل‌های الزامی است.



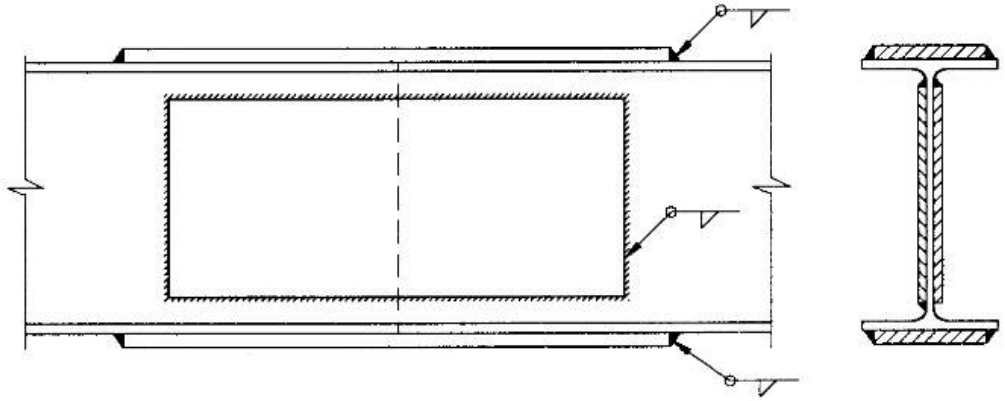
(الف) وصلهٔ تیرورق‌ها اتصال لب به‌لب بال و جان



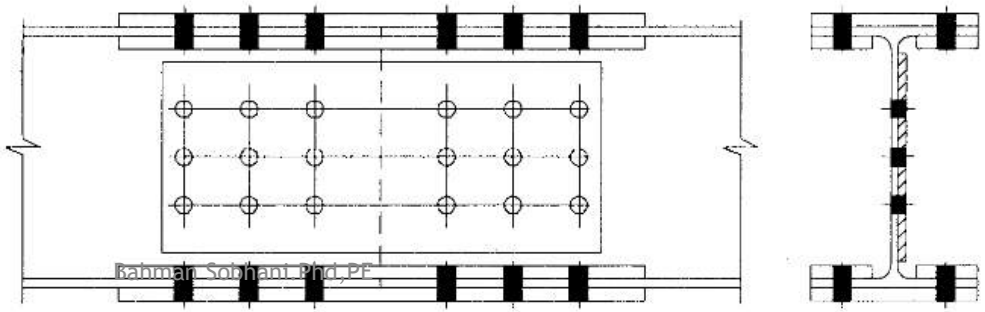
(ب) وصلهٔ تیرهای سبک نوردشده با اتصال لب به‌لب بال و وصلهٔ جان



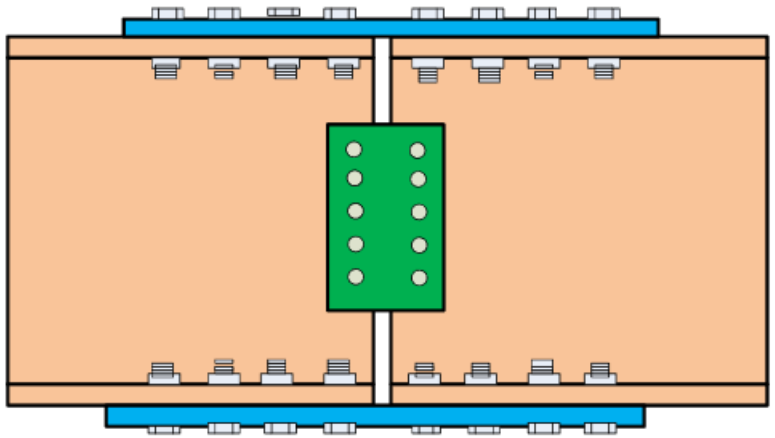
(پ) وصلهٔ سه ورقی



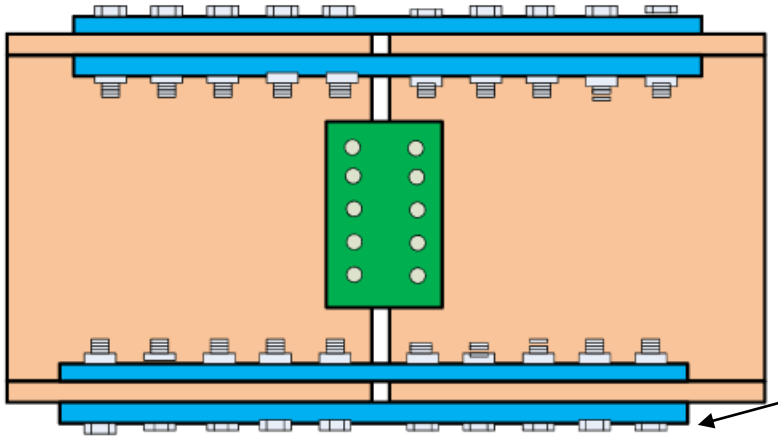
(ت) وصلهٔ چهار ورقی



(ث) وصلهٔ هشت‌ورقی



وصله تیر با ۴ ورق اتصال(۲ ورق بال و ۲ ورق جان)



وصله تیر با ۸ ورق اتصال(۶ ورق بال و ۲ ورق جان)

یک نکته:

یکی از مشکلات اجرایی سقف های عرشه فولادی در سازه های فولادی با اتصالات پیچ و مهره وقتی است که به طور مثال از اتصال BFP (اتصال گیردار پیچی به همراه زیرسری و روسری) یا اتصال به اصطلاح درختی استفاده می شود و گاهی ورق عرشه فولادی را با خم کردن از روی اتصال عبور داده و به دلیل ضخامت بالای ورق روسری و وجود پیچ، گذراندن ورق از روی این ناحیه دشوار و البته ورق نیز له شده، وهمچنین از ضخامت بتن روی عرشه نیز کاسته می شود.

یا به روش دیگر با بریدن ورق عرشه و جوش نبشی به بال بالایی تیر برای ورق عرشه فولادی، نشیمن ایجاد می شود که درست نیست. زیرا اتصال عضو اضافی در این ناحیه که ناحیه محافظت شده است مجاز نمی باشد.

در مورد سیستم درختی با وصله پیچی این مشکل بحرانی تر است.

۱۰-۳-۲-۱۲ وصلهٔ ستون‌ها

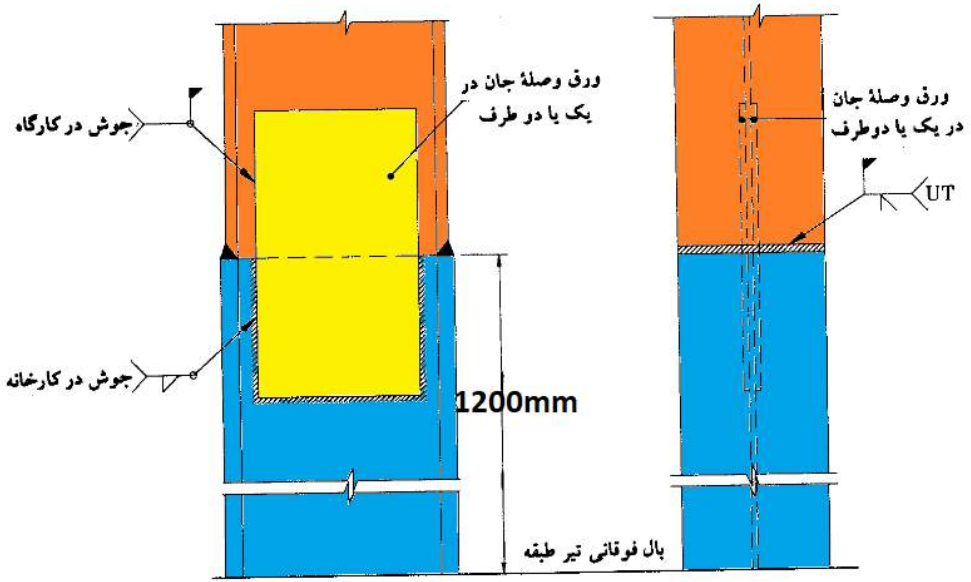
۱۰-۳-۲-۱۲-۱ موقعیت وصله‌های کارگاهی

برای کلیهٔ ستون‌های ساختمان‌ها، شامل ستون‌های باربر و غیر باربر جانبی، فاصلهٔ محل درز وصله نباید از 1200 میلی‌متر به نزدیک‌ترین بال تیر متصل به ستون کوچک‌تر باشد.

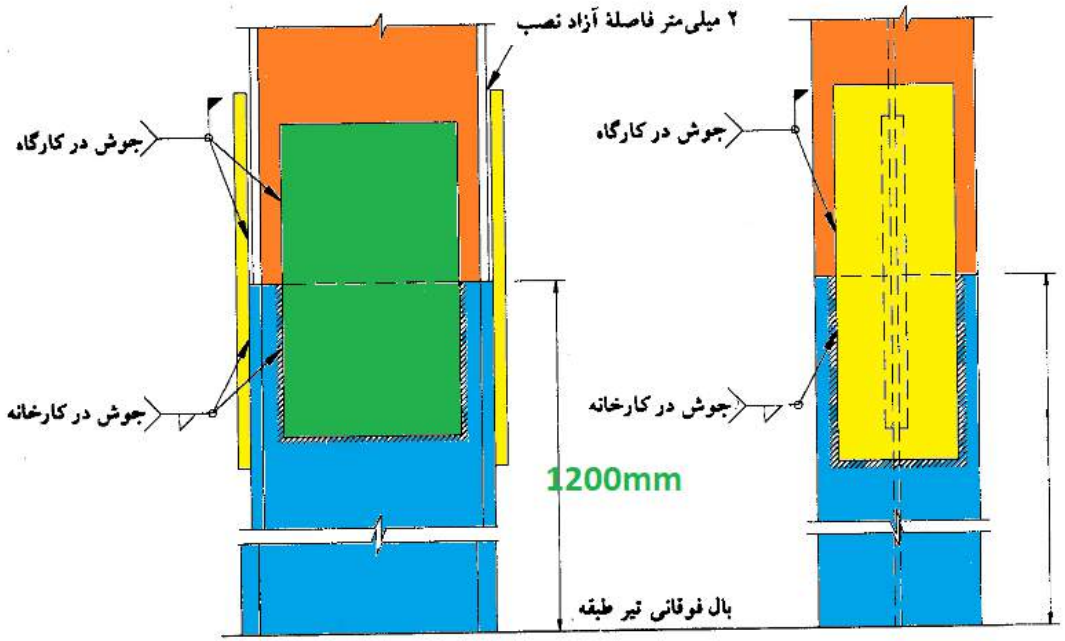
استثناء:

(۱) در جایی که ارتفاع آزاد ستون کمتر از 2.4 متر باشد، محل وصله باید در وسط ارتفاع آزاد ستون در نظر گرفته شود.

(۲) ستون‌هایی که بال‌ها و جان‌های آن‌ها در کارخانه توسط جوش‌های شیاری با نفوذ کامل، وصله می‌شوند، می‌تواند در موقعیتی نزدیک‌تر به اتصال بال تیر به ستون قرار گیرند، مشروط بر آنکه این فاصله از اندازهٔ بعد بزرگ‌تر ستون کوچک‌تر نباشند.



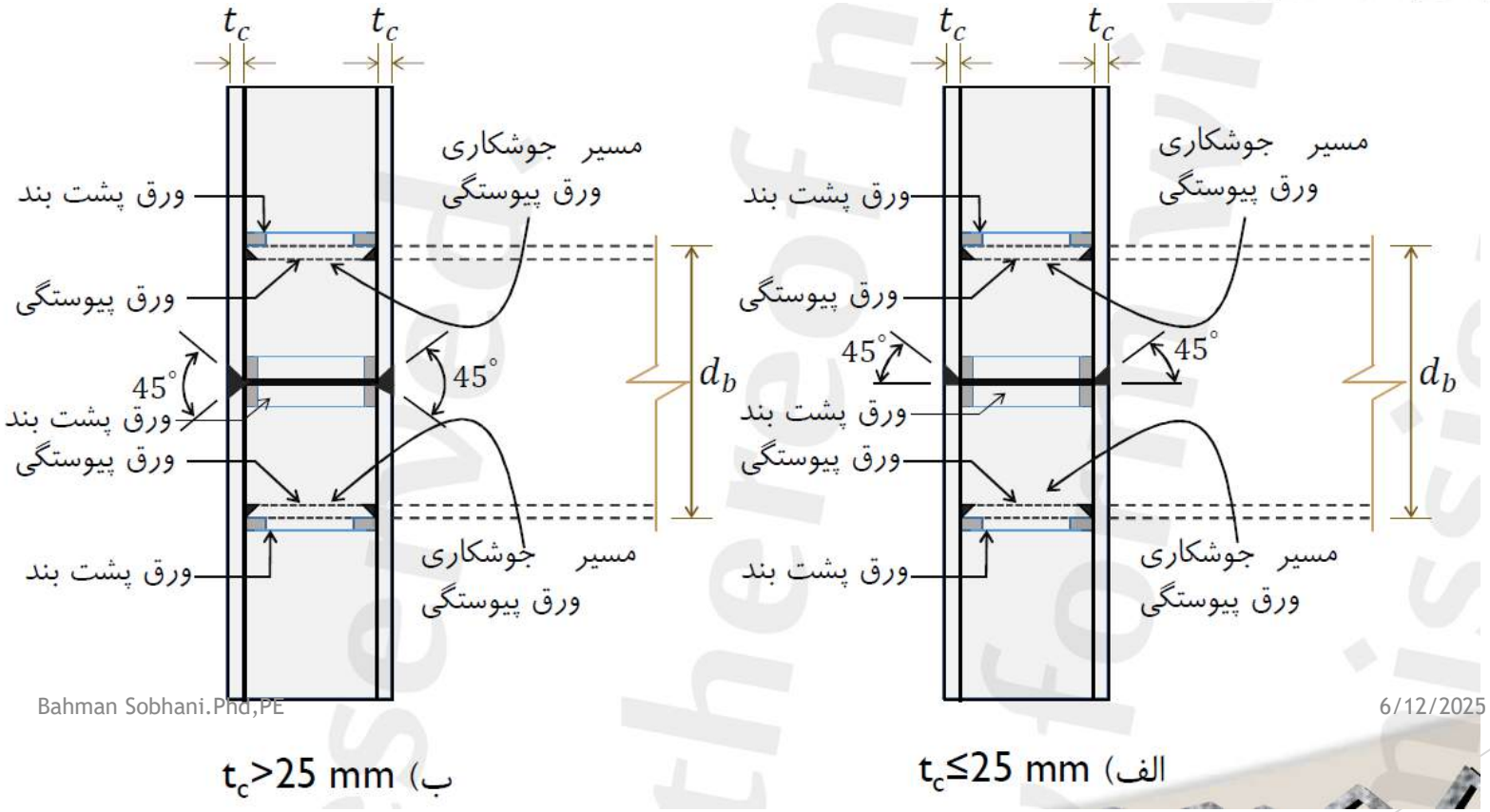
(الف) اتصال لب به‌لب بال و ورق وصلهٔ جان



(ب) اتصال با ورق وصلهٔ بال و جان

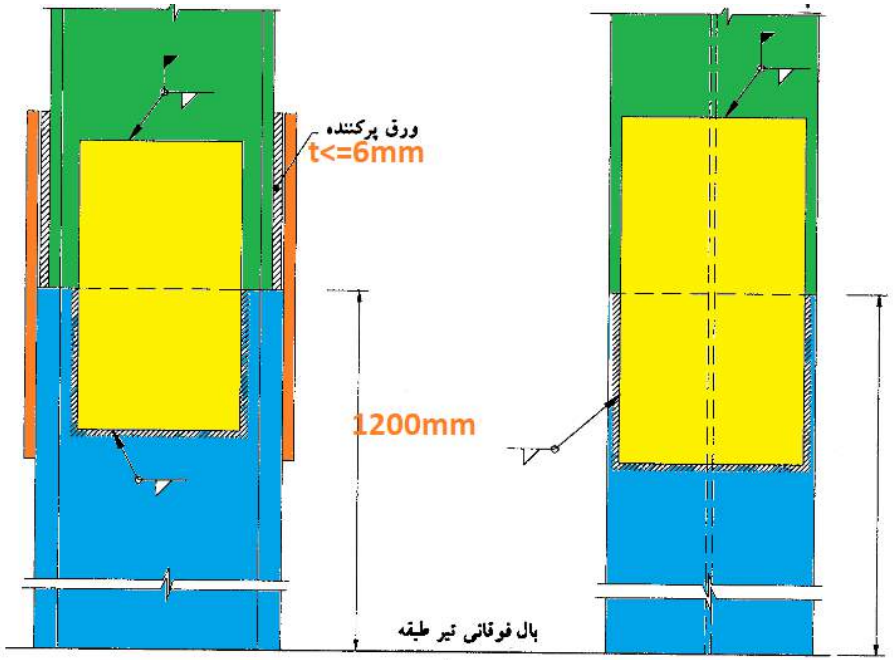
(۳) در ستون‌های جعبه‌ای ساخته شده از ورق، اگر اجرای ورق‌های پیوستگی از طریق بعد چهارم ستون و در کارخانه صورت گیرد، محل درز وصلهٔ ورق بعد چهارم ستون می‌تواند کوچک‌تر از اندازهٔ بعد بزرگ‌تر ستون کوچک‌تر وصله‌شونده باشد، اما درهرحال نباید از نصف بعد بزرگ‌تر ستون کوچک‌تر وصله‌شونده، کمتر باشد.

(۴) در مواردی که درز لب‌به‌لب ورق‌های بال یا جان ستون‌های قوطی‌شکل (HSS) یا جعبه‌ای ساخته شده از ورق در کارخانه و به‌صورت شیاری با نفوذ کامل انجام شود و نیز استفاده از ورق‌های دیافراگم داخلی (ورق‌های پیوستگی) مدنظر باشد، محل درز وصله می‌تواند مطابق شکل ۱۰-۳-۲-۲ درست در وسط چشمهٔ اتصال و در امتداد محور طولی تیر باشد. در این حالت در محل درز وصله برای انجام جوش شیاری با نفوذ کامل استفاده از ورق‌های پشت‌بند اجباری است.

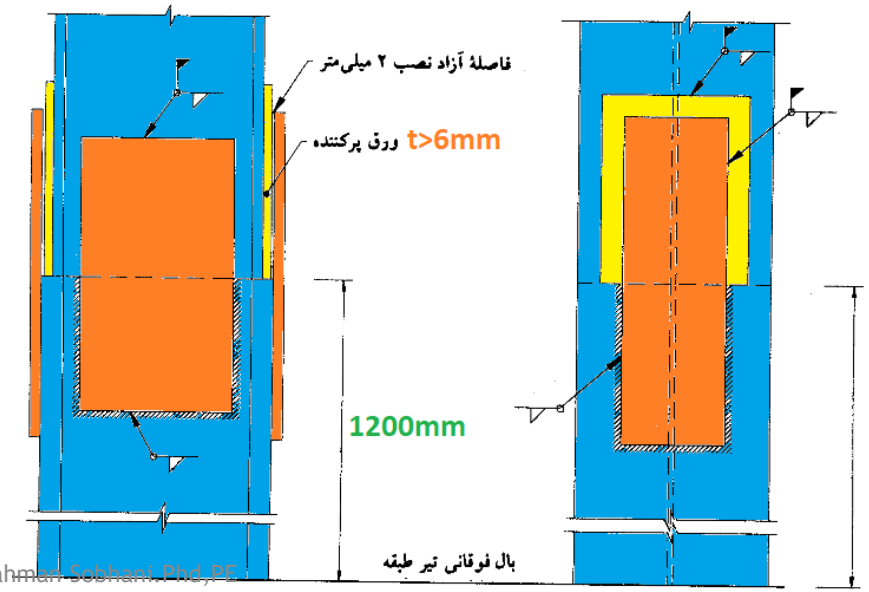


ب) t_c>25 mm

الف) t_c≤25 mm



(ت) اتصال با ورق وصلهٔ بال و جان با ورق پرکننده با ضخامت کمتر از 6mm



(ب) اتصال با ورق وصلهٔ بال و جان با ورق پرکننده با ضخامت بیش از 6mm

ت) در اتصالات پیچی اتکایی و پیش‌تنیده، درصورتی‌که ضخامت ورق‌های پرکننده مساوی یا کوچک‌تر از 6 میلی‌متر باشد، هیچ‌گونه کاهشی بر روی مقاومت برشی موجود پیچ‌ها در نظر گرفته نمی‌شود. در غیر این صورت، باید یکی از الزامات زیر به کار گرفته شود:

۱- مقاومت برشی موجود پیچ‌ها با ضریب $[1-0.0154(t-6)] \geq 0.85$ کاهش داده شود، که در آن t ضخامت کل ورق‌های پرکننده به میلی‌متر است.

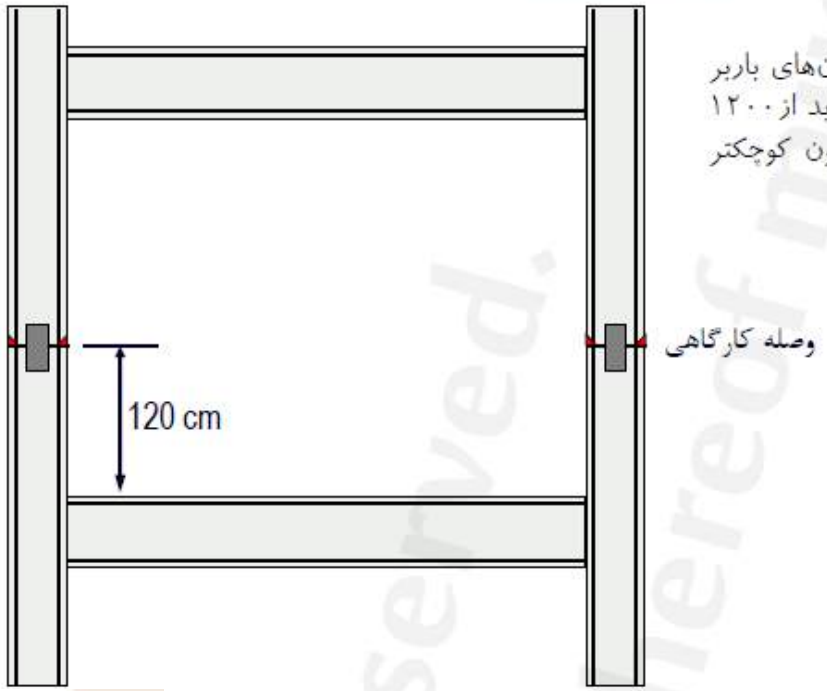
۲- لبه‌های ورق پرکننده به اندازهٔ کافی ادامه یافته و به‌منظور توزیع یکنواخت نیروی کلی در محل وصله، با پیچ‌های اضافی به قطعه‌ای که روی آن قرار می‌گیرند، پیچ شود. در این حالت، اندازهٔ محل اتصال باید به‌منظور سازگاری با تعداد کل پیچ‌ها افزایش یابد.

۳- لبه‌های ورق‌های پرکننده از طریق جوش گوشه به قطعهٔ با ابعاد کوچک‌تر وصله‌شونده متصل شود. درهرحال برای این جوش‌ها رعایت محدودیت‌های مربوط به بعد حداقل و حداکثر جوش گوشه الزامی است.

ث) در اتصالات پیچی لغزش بحرانی در صورت وجود ورق‌های پرکننده در محل وصله، علاوه بر الزامات بند ۱۰-۲-۹-۳-۵، رعایت ضابطهٔ اضافی دیگری الزامی نیست.

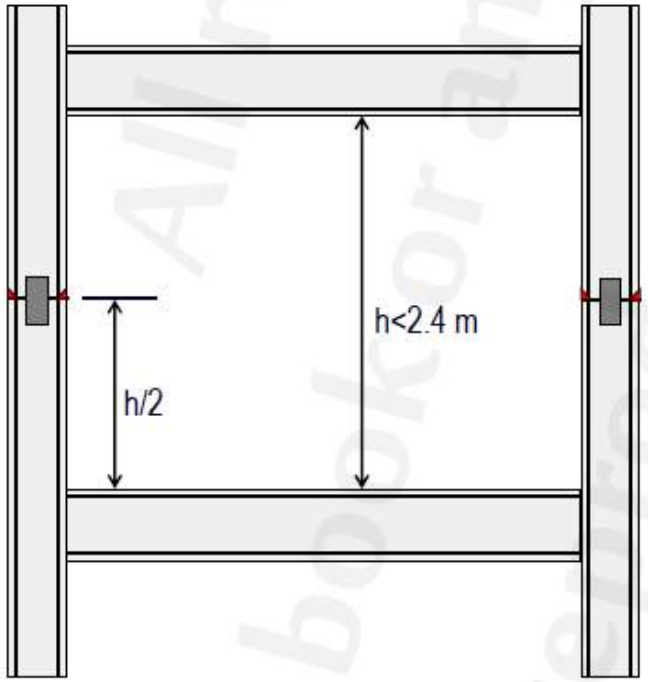
موقعیت وصله‌های کارگاهی

برای کلیهٔ ستون‌های ساختمان‌ها، شامل ستون‌های باربر و غیر باربر جانبی، فاصلهٔ محل درز وصله نباید از ۱۲۰۰ میلیمتر به نزدیکترین بال تیر متصل به ستون کوچکتر باشد.

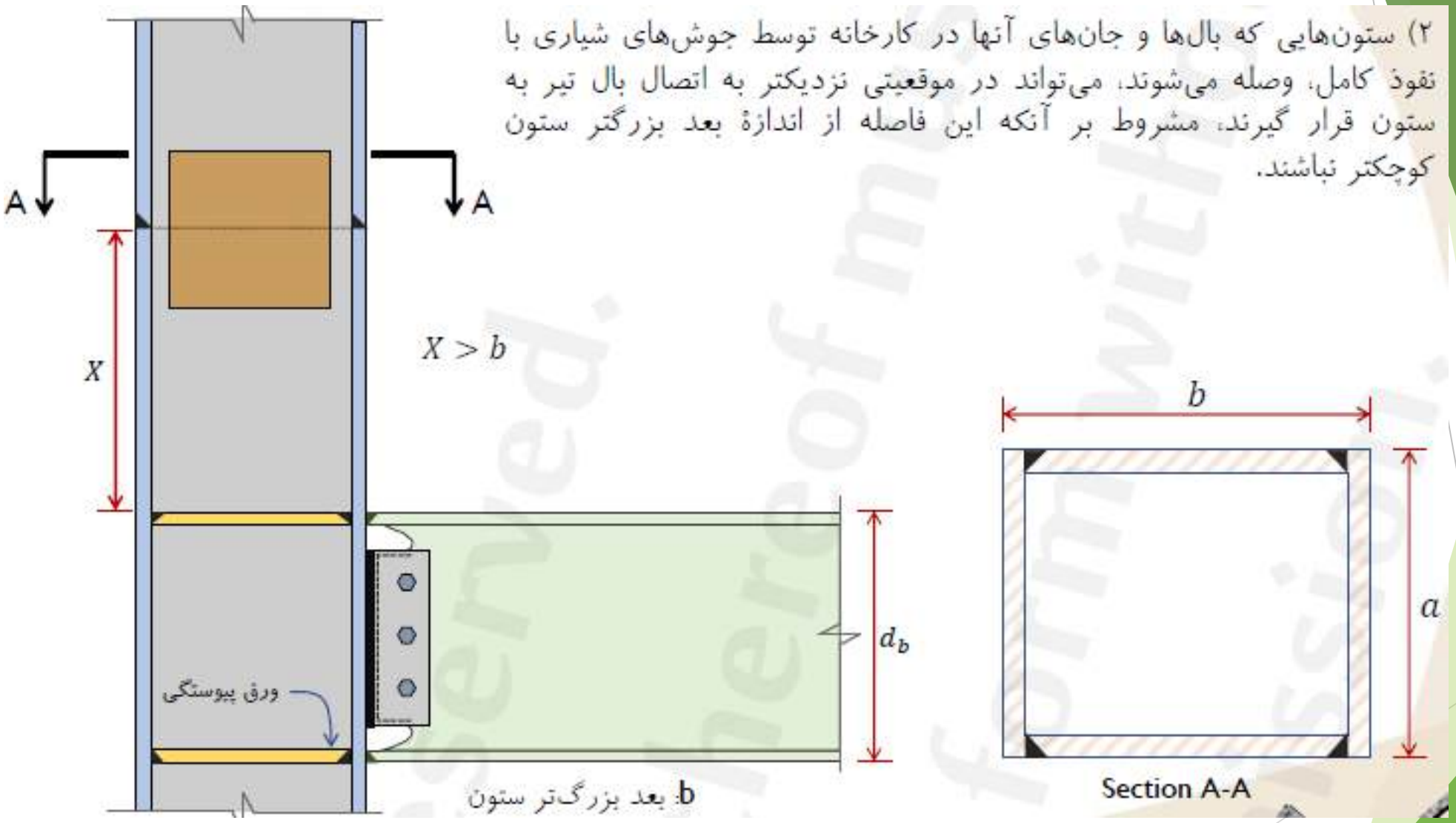


استثناء:

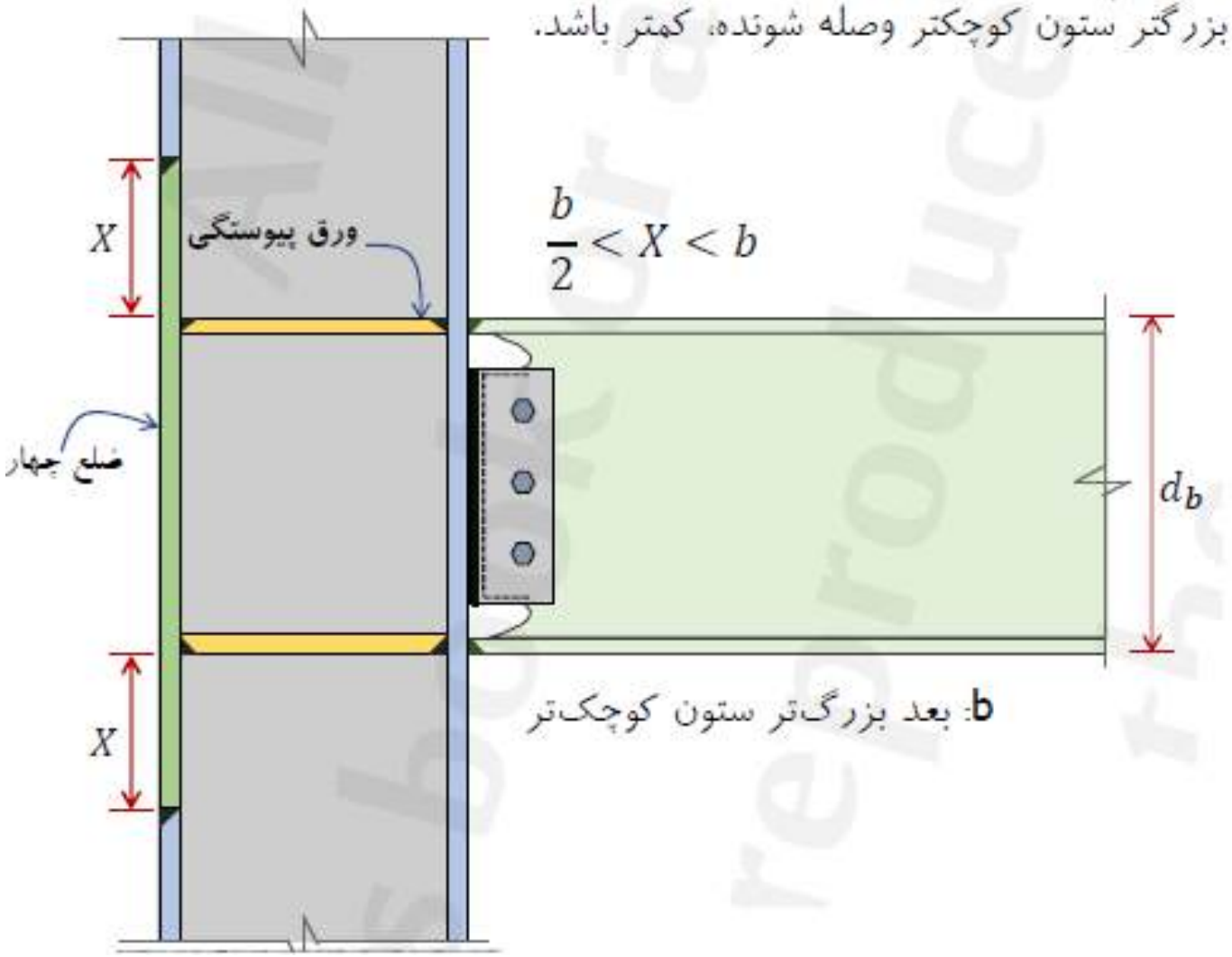
۱) در جایی که ارتفاع آزاد ستون کمتر از **2.4** متر باشد، محل وصله باید در وسط ارتفاع آزاد ستون در نظر گرفته شود.



۲) ستون‌هایی که بال‌ها و جان‌های آنها در کارخانه توسط جوش‌های شیاری با نفوذ کامل، وصله می‌شوند، می‌تواند در موقعیتی نزدیکتر به اتصال بال تیر به ستون قرار گیرند، مشروط بر آنکه این فاصله از اندازهٔ بعد بزرگتر ستون کوچکتر نباشند.

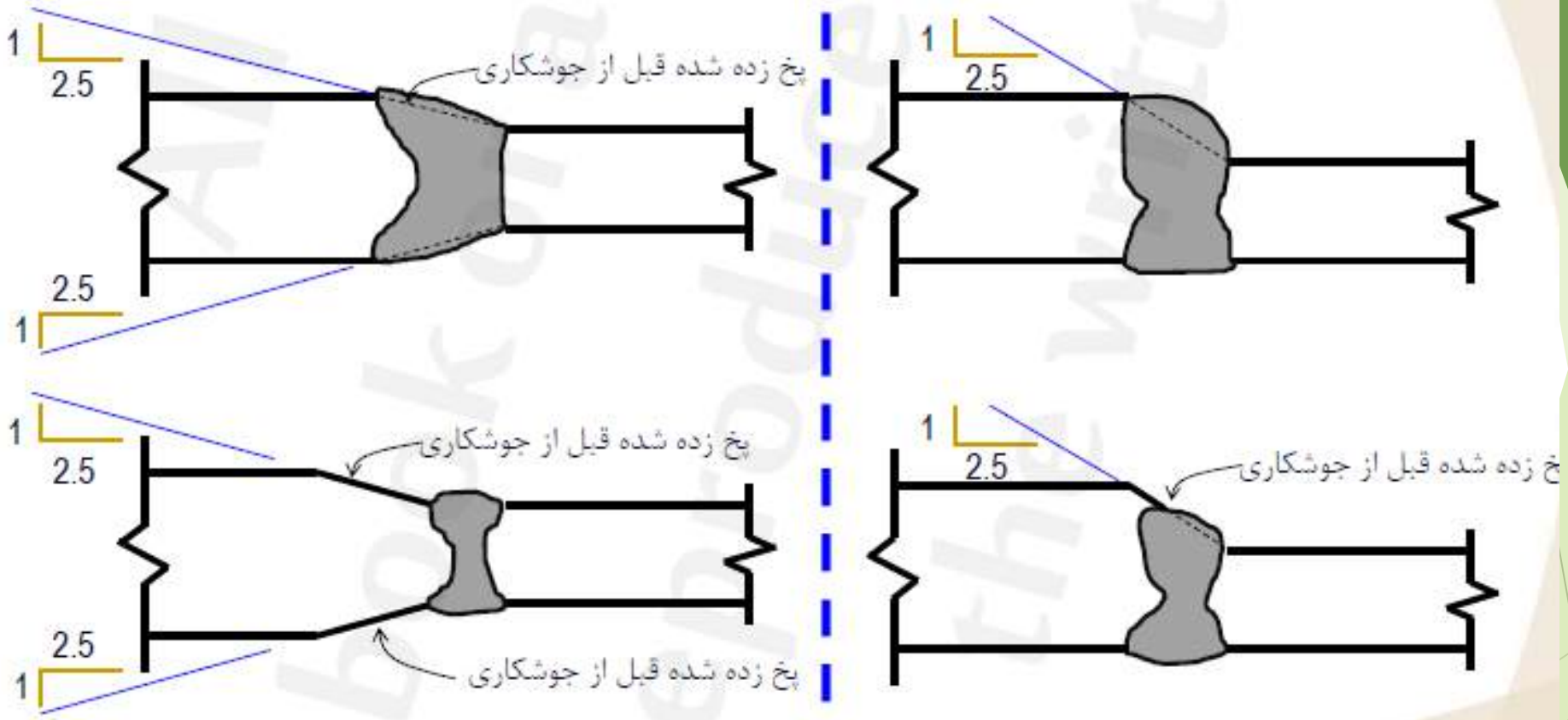


۳) در ستون‌های جعبه‌ای ساخته شده از ورق، اگر اجرای ورق‌های پیوستگی از طریق بعد چهارم ستون و در کارخانه صورت گیرد، محل درز وصلهٔ ورق بعد چهارم ستون می‌تواند کوچکتر از اندازهٔ بعد بزرگتر ستون کوچکتر وصله شونده باشد، اما در هرحال نباید از نصف بعد بزرگتر ستون کوچکتر وصله شونده، کمتر باشد.



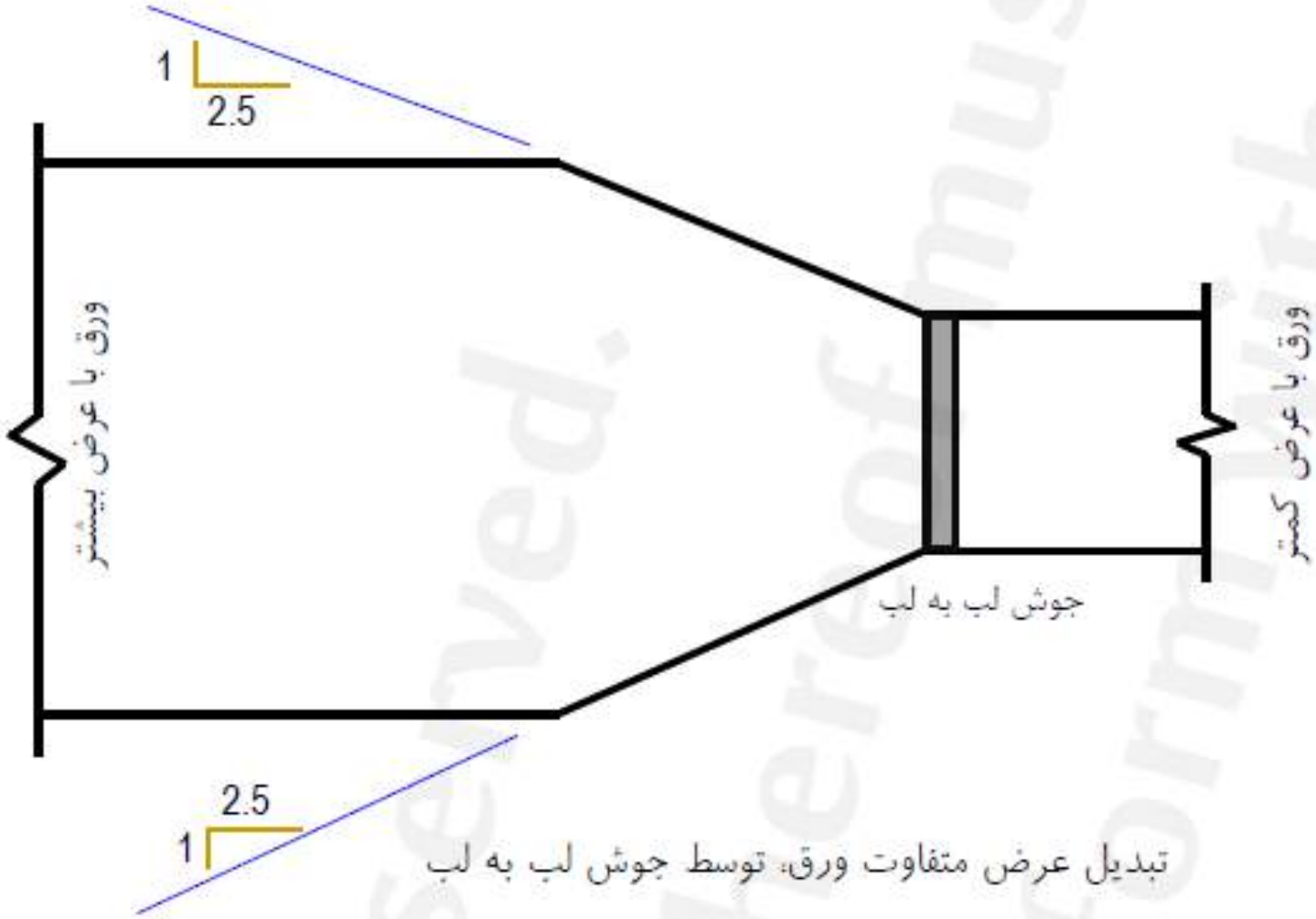
b: بعد بزرگ‌تر ستون کوچک‌تر

ب) در وصلهٔ لب‌به‌لب بین ورق‌های با پهنا یا ضخامت متفاوت که در بال یا جان ستون به کار می‌روند، تغییر تدریجی در پهنا یا ضخامت، از ورق بزرگتر به ورق کوچکتر، باید با شیب حداکثر **1.0** به **2.5** صورت گیرد.



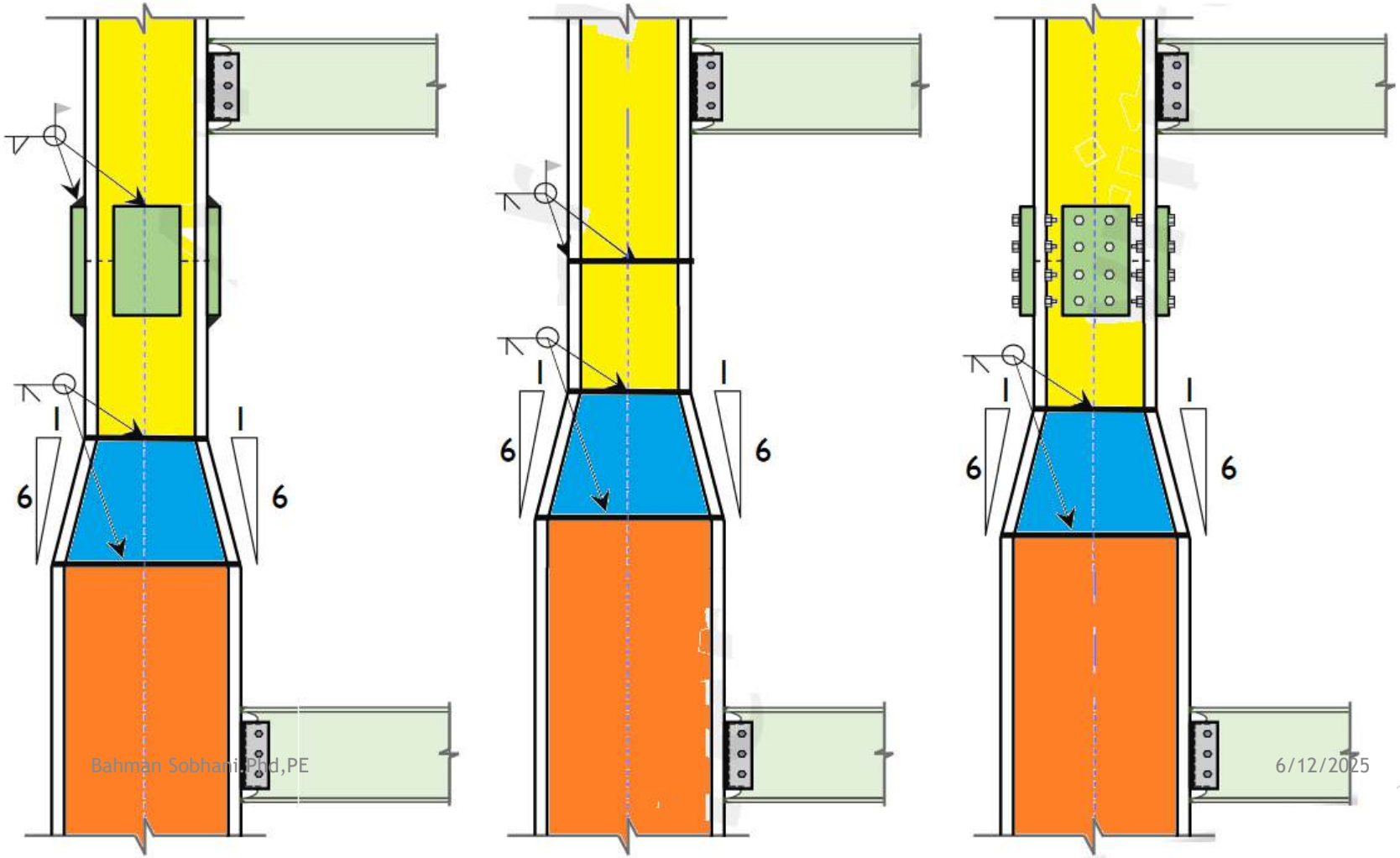
تبدیل ضخامت متفاوت ورق، توسط سطح شیبدار جوش

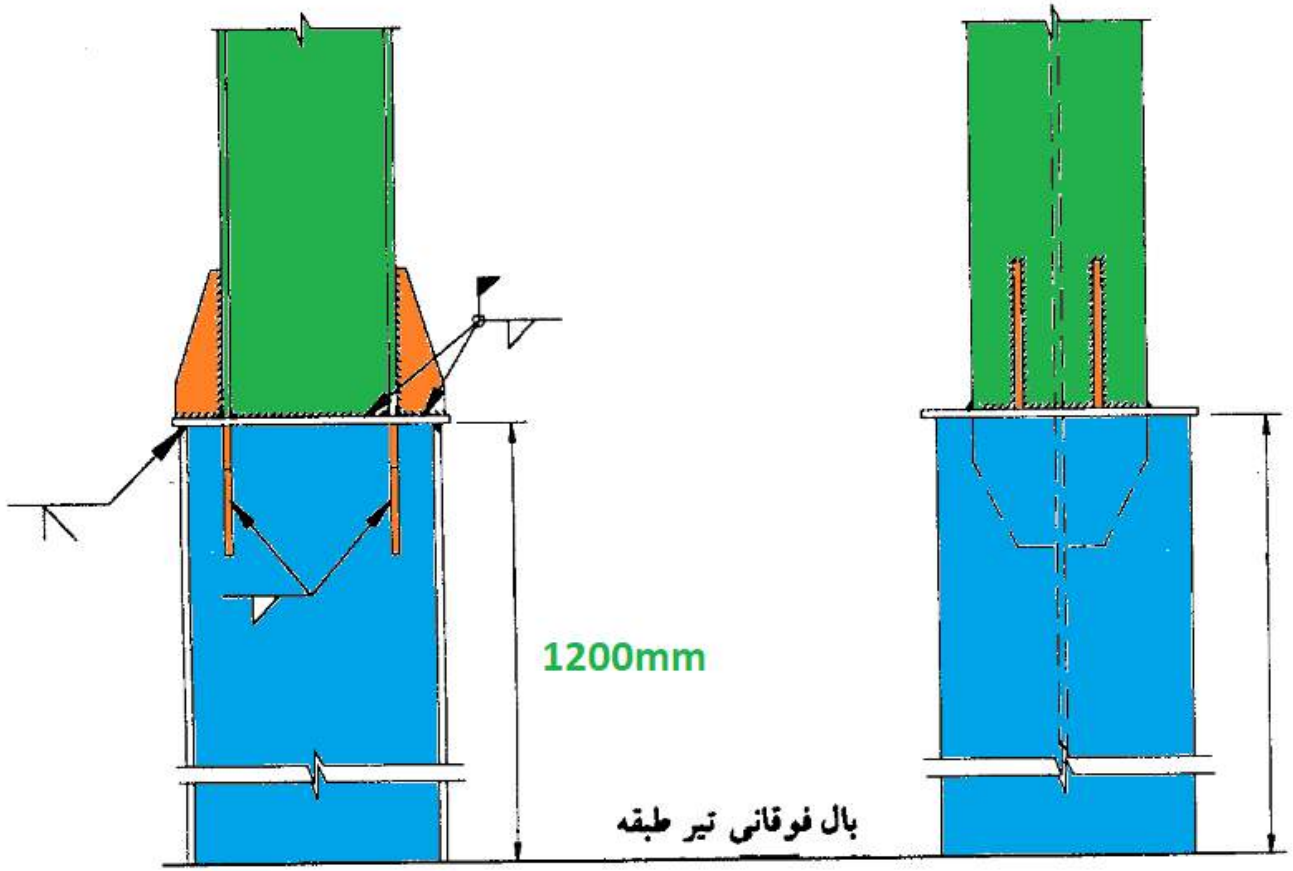
تبدیل ضخامت متفاوت ورق توسط پخ کردن بخش ضخیمتر



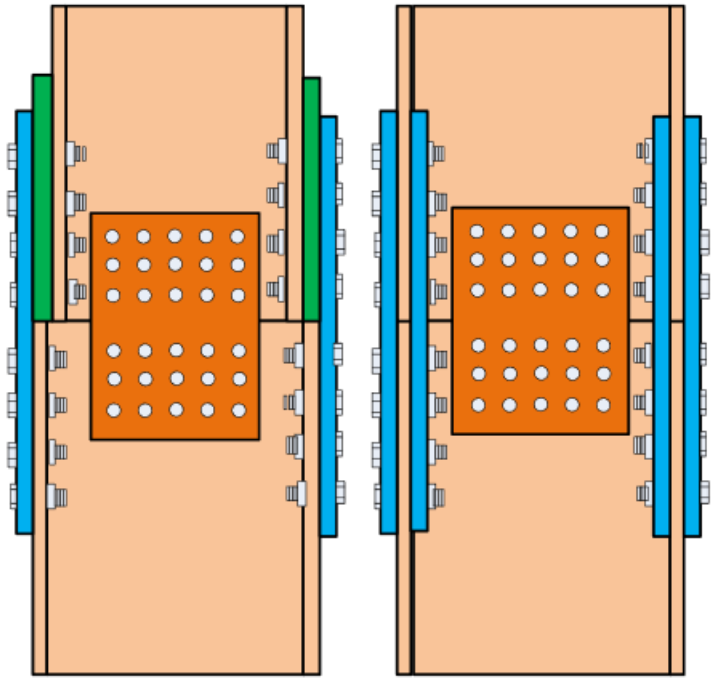
تبدیل عرض متفاوت ورق، توسط جوش لب به لب

تبصره: درصورتی‌که ابعاد مقاطع وصله‌شونده اختلاف قابل‌ملاحظه‌ای داشته و در محل وصله نیازمند تعبیهٔ ورق‌های پرکننده‌ای با ضخامت بزرگ باشند، در این صورت همانند شکل ۱۰-۲-۹-۲۰ توصیه می‌شود ستون‌ها قبل از محل وصلهٔ کارگاهی، در کارخانه هم‌اندازه شده و از طریق جوش شیاری با نفوذ کامل به یکدیگر متصل شوند تا در هنگام نصب نیازی به تعبیهٔ ورق‌های پرکننده نباشد.





(ث) اتصال با ورق سر



الف – وصله ستون بدون استفاده از ورق پر کننده

ب – وصله ستون استفاده از ورق پر کننده

اتصال پیچی وصله ستون


OK
OK

یک نکته: *وصله غیر مستقیم جوشی*

یکی از موارد بسیار مهم در ساخت اسکلت فلزی وصله غیر مستقیم جوشی ستون هاست. (بند ۱۰-۳-۲-۱۲)

با این الزامات طراحی وصله غیرمستقیم که در مبحث دهم آمده اولین راهی که به نظر می رسد این است که اصلاً از وصله غیر مستقیم استفاده نشود و وصله ستون ها بصورت مستقیم انجام شود موضوعی که شدنی است اما غیر از توانایی و مهارت به شهامت، شجاعت و اعتماد به نفس طراح و بخصوص سازنده نیاز است.

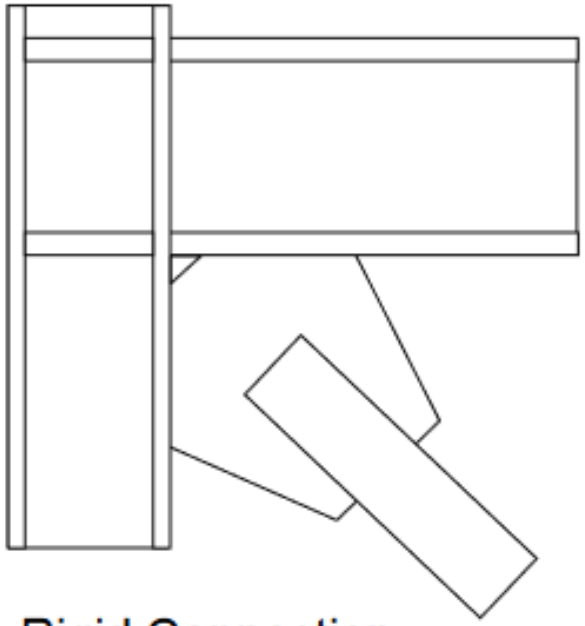
سوالی که می خواهیم برای آن جوابی پیدا کنیم این است که ***برای کاهش ضخامت ورق وصله غیر مستقیم ستون ها و بالطبع کاهش حجم جوش چه پیشنهادی دارید؟***

اتصالات بادبندی معمولی و ویژه

۱۰-۳-۴-۲-۶-۲ اتصال تیر به ستون

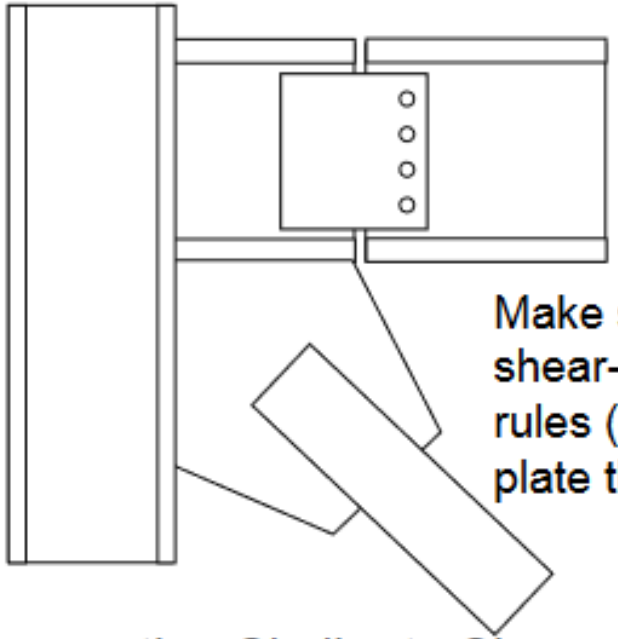
در قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای ویژه اگر اتصال ورق گاست (ورق اتصال) هم به تیر و هم به ستون صورت گیرد، در این صورت اتصال تیر به ستون باید مطابق یکی از حالت‌های زیر باشد:

الف) پیکربندی اتصال مطابق ضوابط بند ۱۰-۲-۹-۱-۲-الف به‌صورت یک اتصال ساده (مفصلی) باشد به‌نحوی‌که حداقل 0.025 رادیان قابلیت دوران داشته باشد. در شکل ۱۰-۳-۴-۲-۲ چند نمونه از پیکربندی‌های متداول اتصال مفصلی تیر به ستون که این الزام قابلیت دوران را تأمین می‌نمایند، نشان داده شده است



Rigid Connection

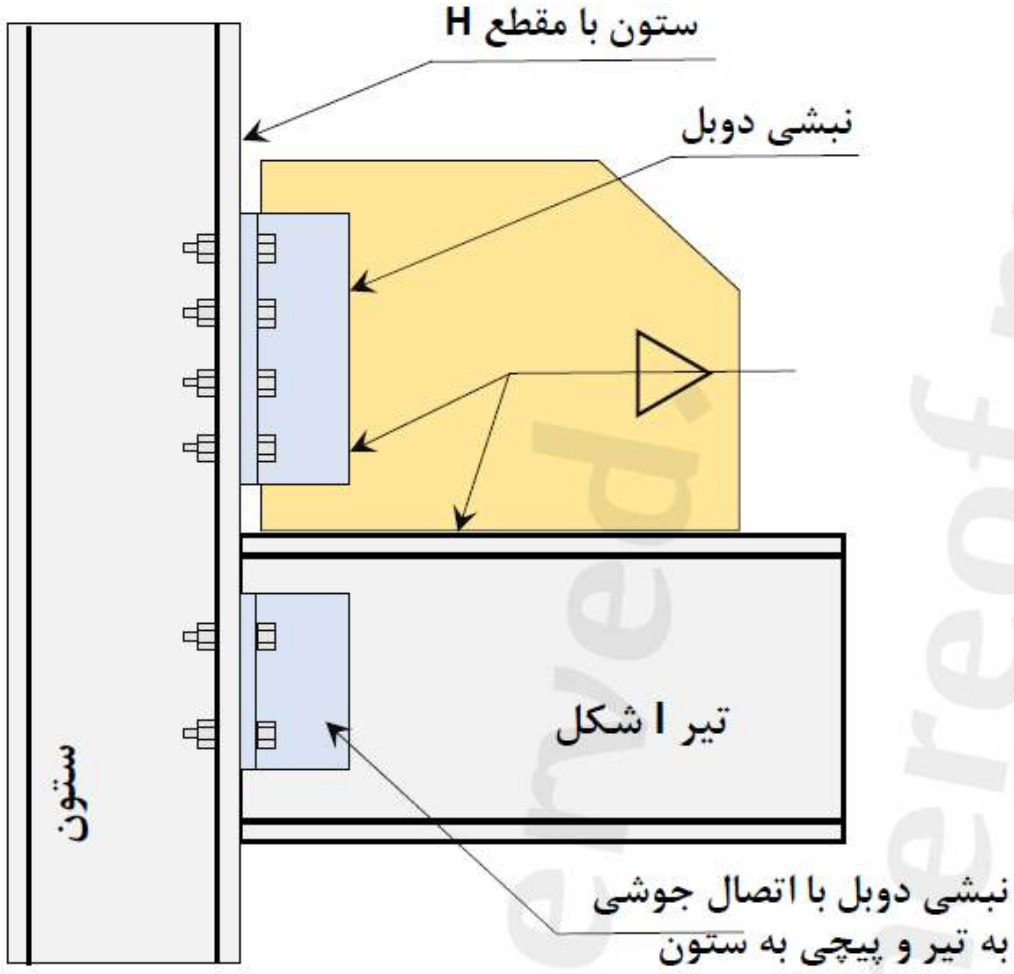
Moments are accounted for in design



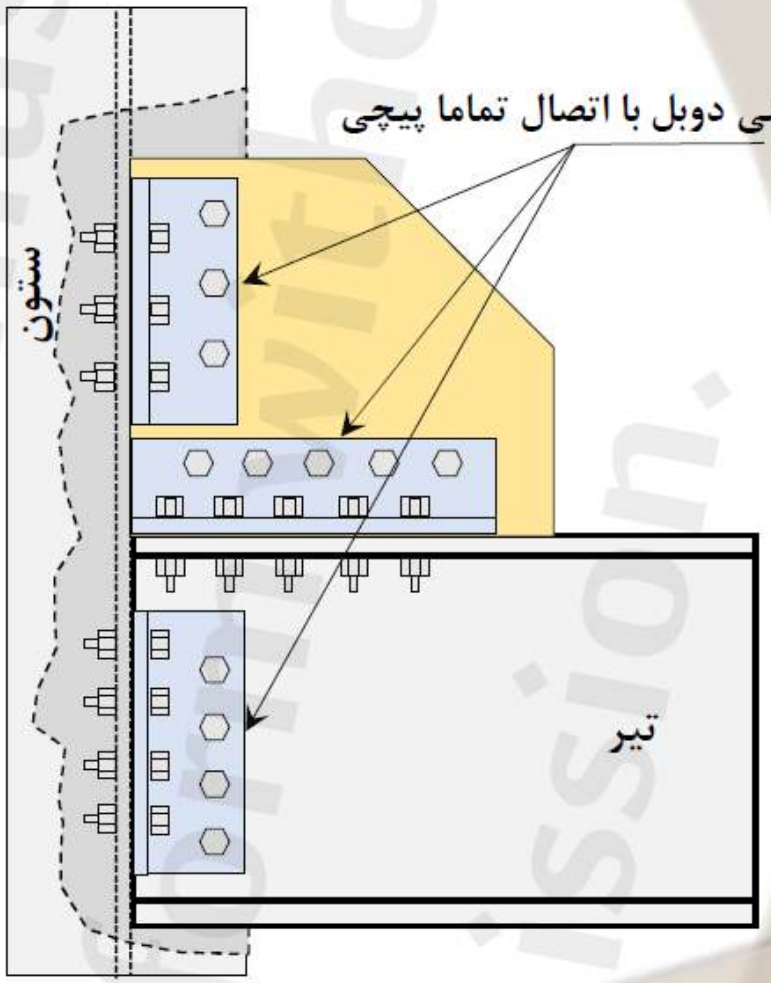
Make sure to follow shear-plate design rules (e.g., max. plate thickness)

Connection Similar to Shear plate

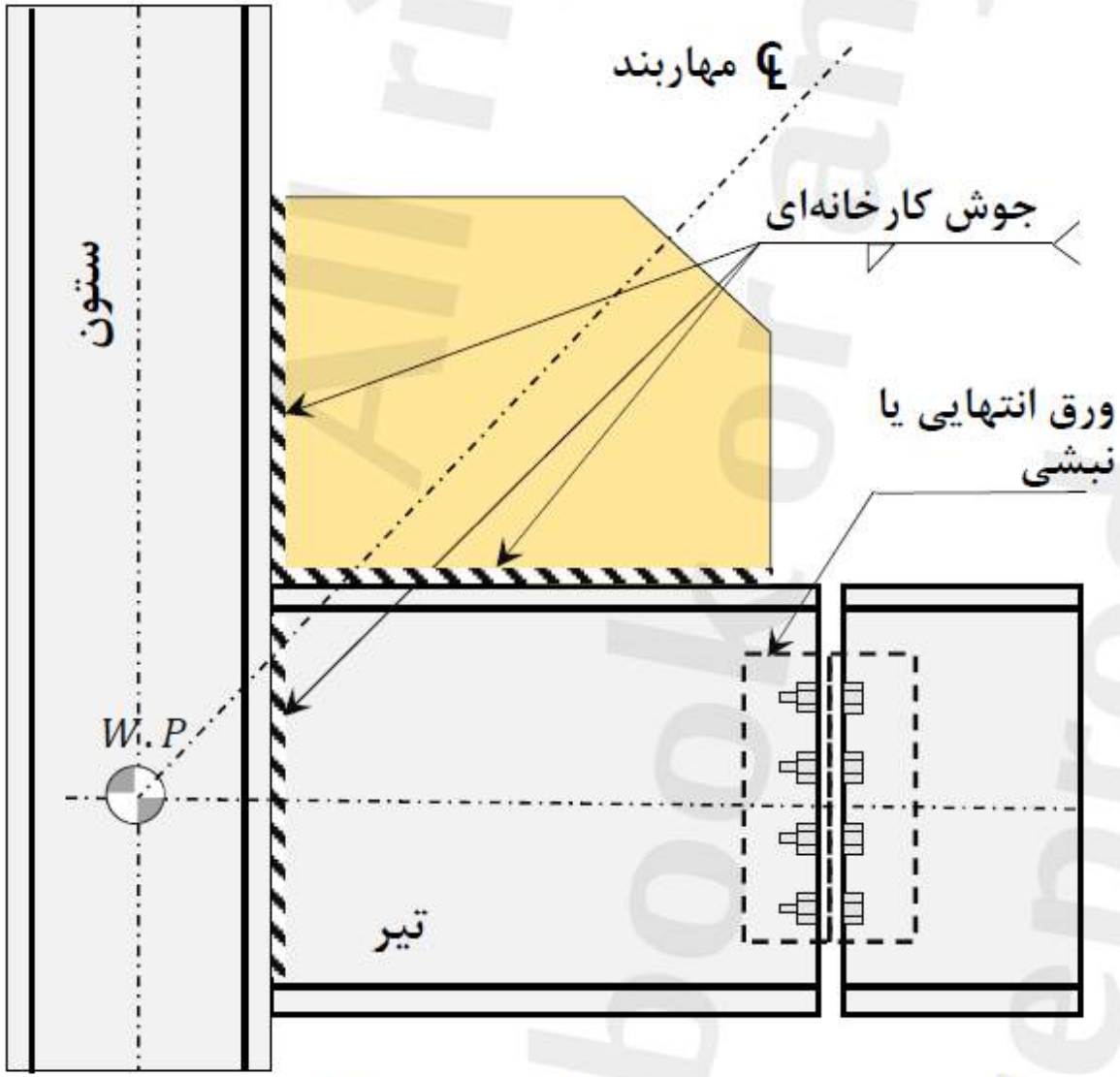
Rotational ductility provided via bolt deformation



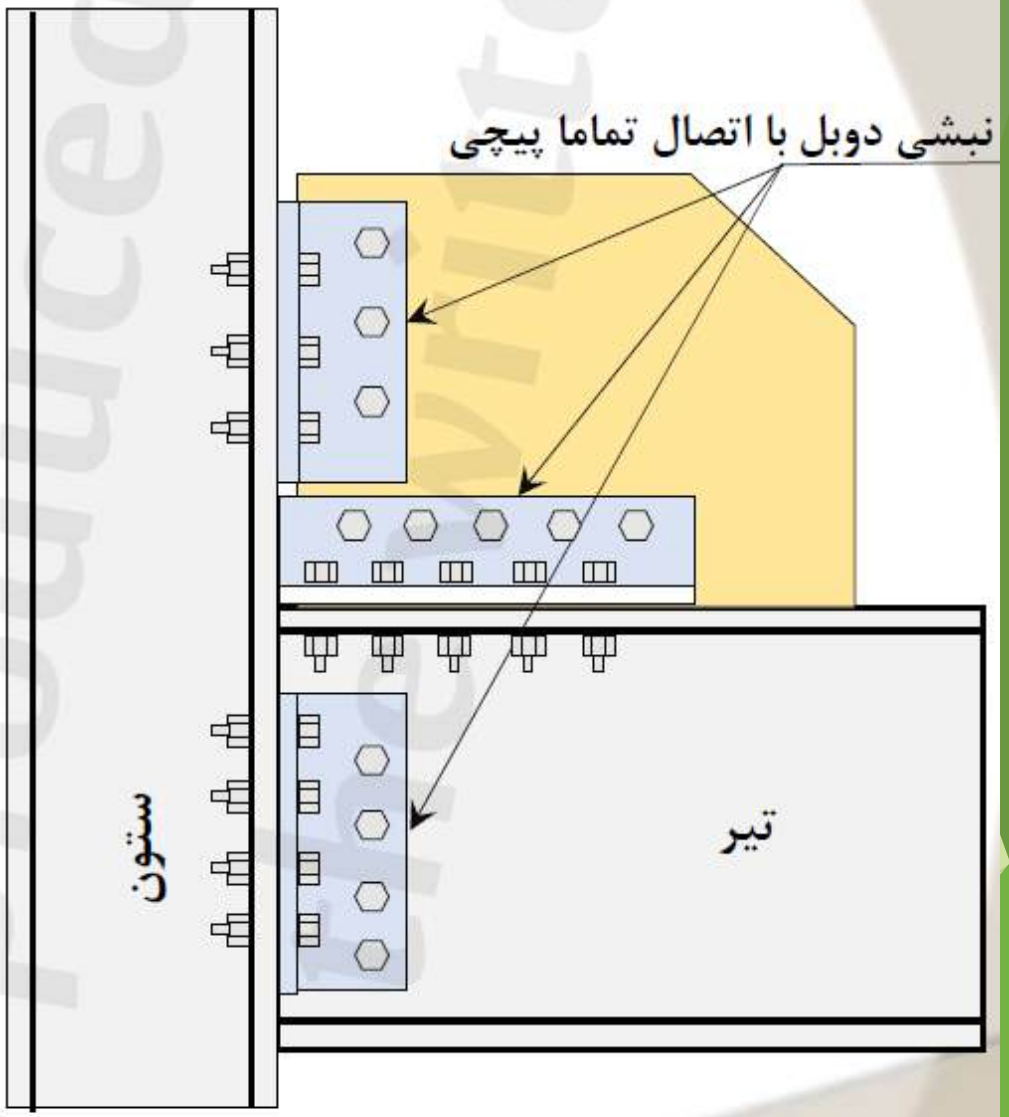
ب) اتصال مفصلی جوشی-پیچشی به بال ستون



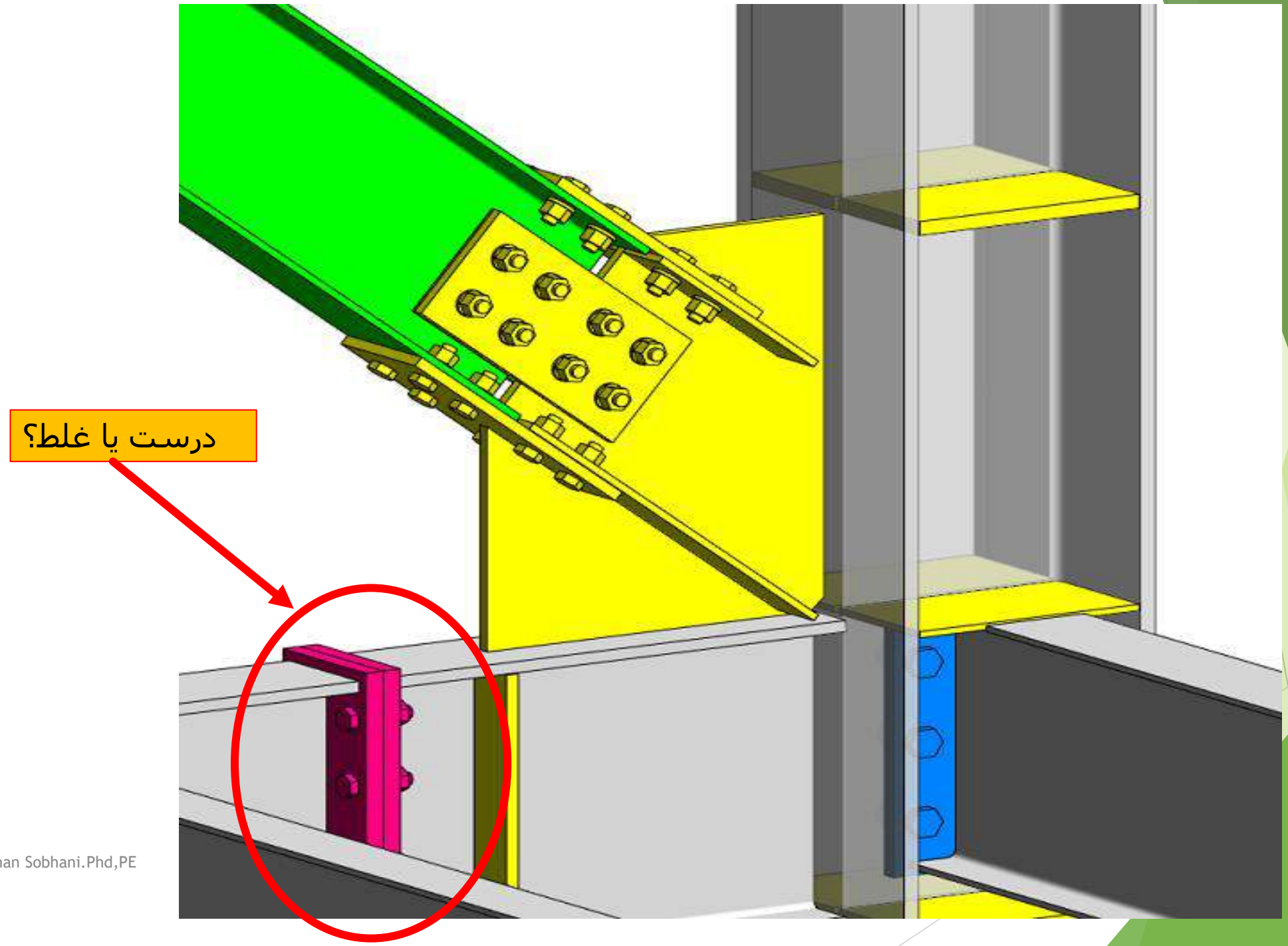
الف) اتصال مفصلی تماماً پیچی به جان ستون

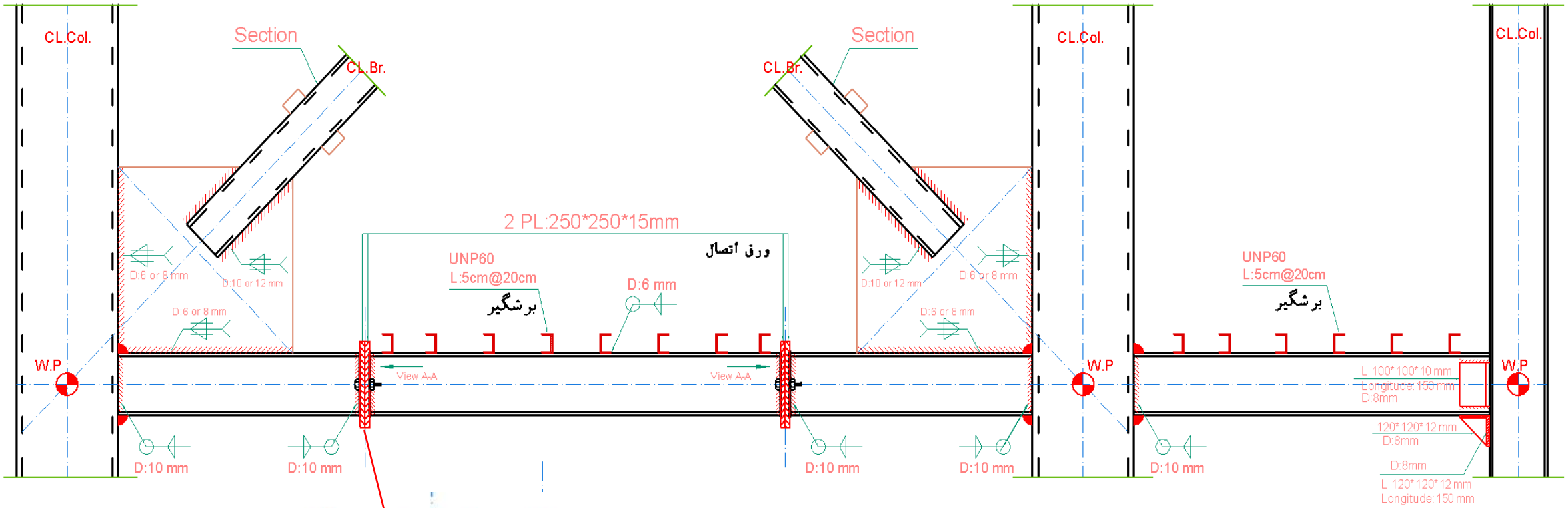


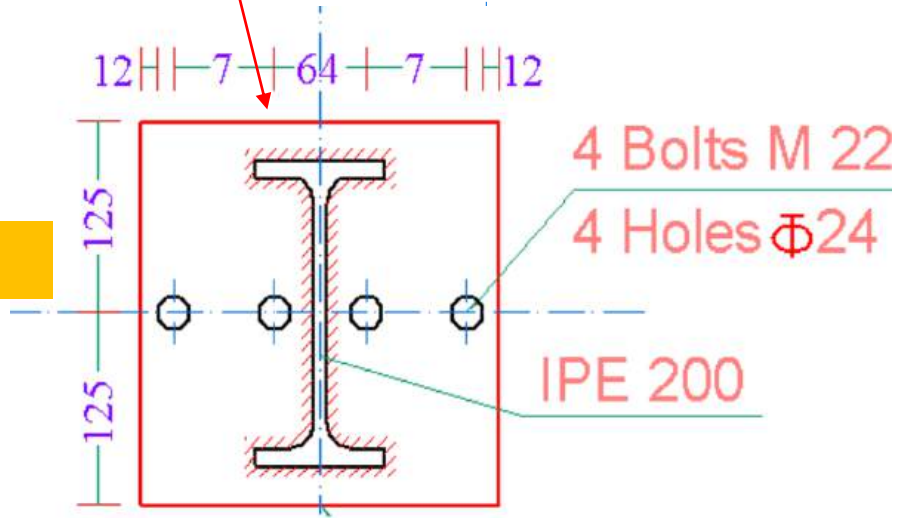
ت) اتصال مفصلی در فاصله دور از محل اتصال تیر به ستون



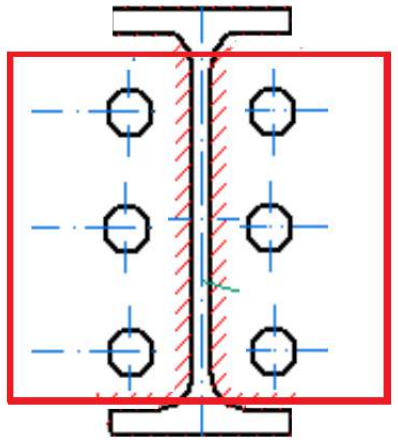
پ) اتصال تماماً پیچی به بال ستون


درست یا غلط؟

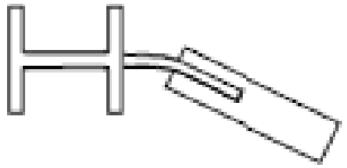




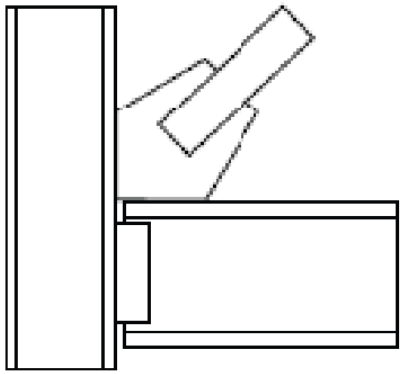
درست یا غلط؟

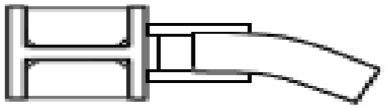


درست یا غلط؟

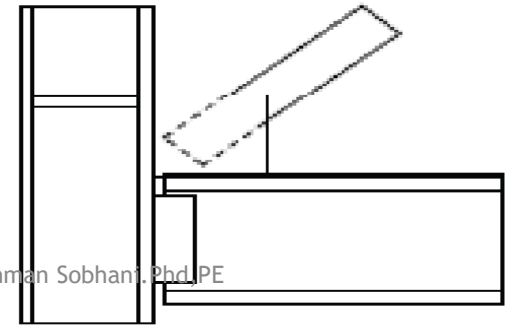


Pin





Fixed



۱۰-۳-۴-۲-۶-۲ اتصال تیر به ستون

در قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای ویژه اگر اتصال ورق گاست (ورق اتصال) هم به تیر و هم به ستون صورت گیرد، در این صورت اتصال تیر به ستون باید مطابق یکی از حالت‌های زیر باشد:

الف) پیکربندی اتصال مطابق ضوابط بند ۱۰-۲-۹-۱-۲-الف به‌صورت یک اتصال ساده (مفصلی) باشد به‌نحوی‌که حداقل 0.025 رادیان قابلیت دوران داشته باشد. در شکل ۱۰-۳-۴-۲-۲ چند نمونه از پیکربندی‌های متداول اتصال مفصلی تیر به ستون که این الزام قابلیت دوران را تأمین می‌نمایند، نشان داده شده است

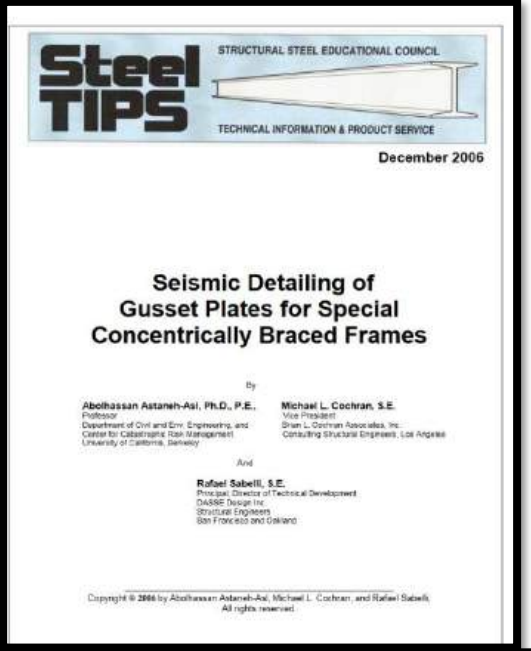
ب) پیکربندی اتصال به‌صورت یک اتصال گیردار باشد و مقاومت خمشی موردنیاز اتصال که باید همراه با مقاومت‌های موردنیاز اتصال مهاربندها در نظر گرفته شود، حداقل برابر کوچک‌ترین دو مقدار زیر باشد:

۱- حداکثر مقاومت خمشی مورد انتظار تیر برابر $1.1R_yM_p/\alpha_s$ که در آن M_p لنگر پلاستیک مقطع تیر، R_y برابر نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به تنش تسلیم مشخصهٔ فولاد تیر و مقدار α_s برابر 1.0 در LRFD و برابر 1.5 در ASD است.

۲- مجموع حداکثر مقاومت خمشی مورد انتظار ستون‌های بالا و پایین اتصال برابر $1.1(\sum R_yF_yZ)/\alpha_s$ که در آن Z برابر اساس مقطع پلاستیک مقطع ستون، R_y برابر نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به تنش تسلیم مشخصهٔ فولاد ستون و F_y برابر تنش تسلیم مشخصهٔ فولاد ستون است.

پ) اتصال تیر به ستون به‌صورت یک اتصال صلب خمشی مطابق الزامات اتصالات گیردار در قاب‌های خمشی معمولی طراحی شود.

توزیع نیرو در ورق بادبند


Steel TIPS
STRUCTURAL STEEL EDUCATIONAL COUNCIL
TECHNICAL INFORMATION & PRODUCT SERVICE
December 2006

Seismic Detailing of Gusset Plates for Special Concentrically Braced Frames

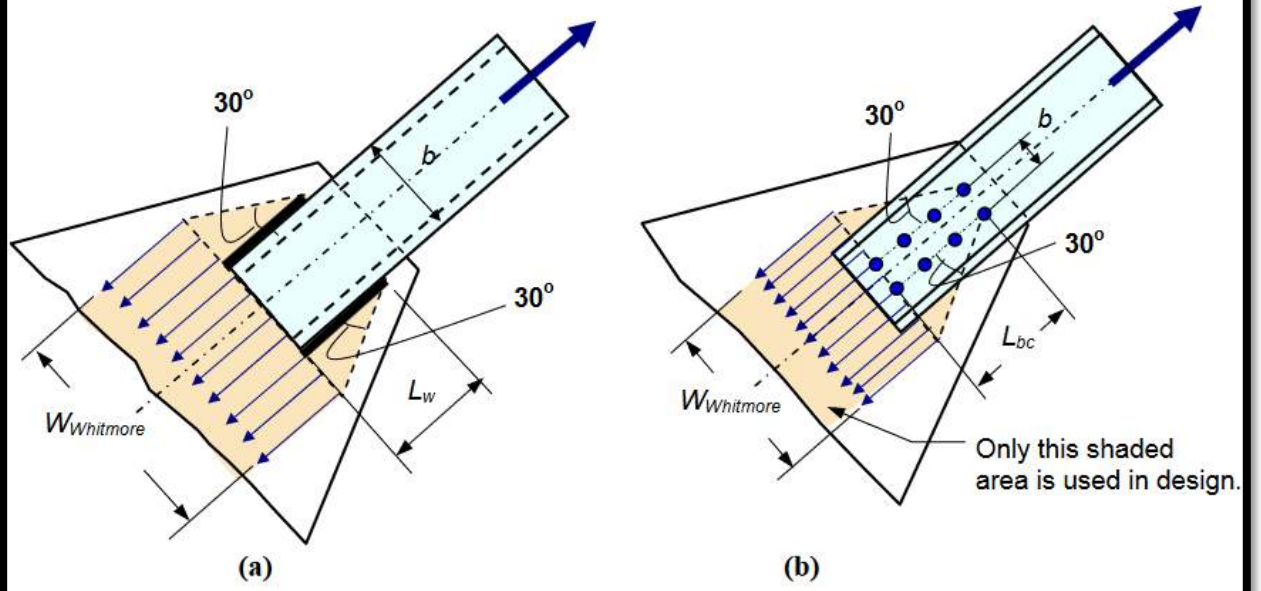
By

Abolhassan Astaneh-Asl, Ph.D., P.E., Professor, Department of Civil and Env. Engineering, and Center for Catastrophic Risk Management, University of California, Berkeley

Michael L. Cochran, S.E., Vice President, Brian L. Cochran Associates, Inc., Consulting Structural Engineers, Los Angeles

And

Rafael Sabelli, S.E., Principal, Director of Technical Development, DASSE Design Inc., Structural Engineers, San Francisco and Oakland

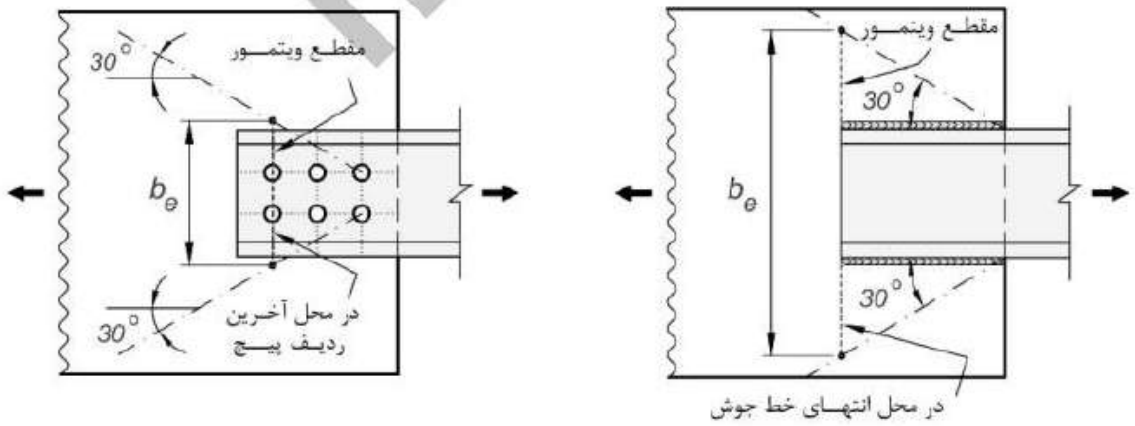


$$W_{Whitmore} = b + 2\sqrt{3}\ L_w \quad \text{(for welded member)} \qquad (2.1a)$$

$$W_{Whitmore} = b + 2\sqrt{3}\ L_{bc} \quad \text{(for bolted member)} \qquad (2.1b)$$

۱۰-۲-۹-۴-۱ مقاومت کششی موجود اجزای اتصال‌دهنده و نواحی تأثیرپذیر اعضا

تبصره: در تعیین سطح مقطع‌های فوق، پهنای مقطع جزء اتصال نباید از پهنای ویتمور مطابق شکل ۱۰-۲-۹-۱۶ بزرگ‌تر در نظر گرفته شود. اگر پهنای ویتمور خارج از پهنای ورق اتصال قرار گیرد، پهنای ورق اتصال ملاک محاسبه خواهد بود.

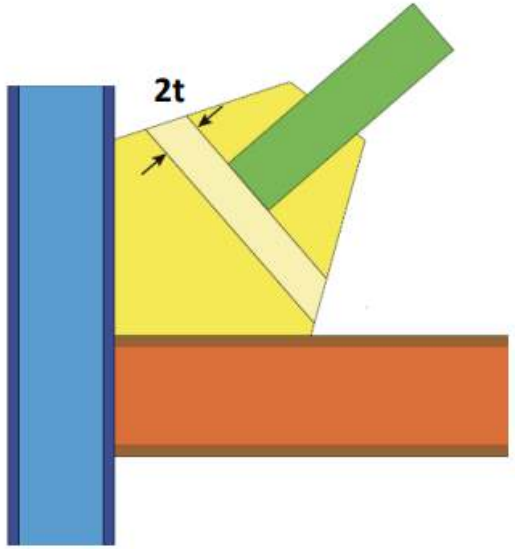


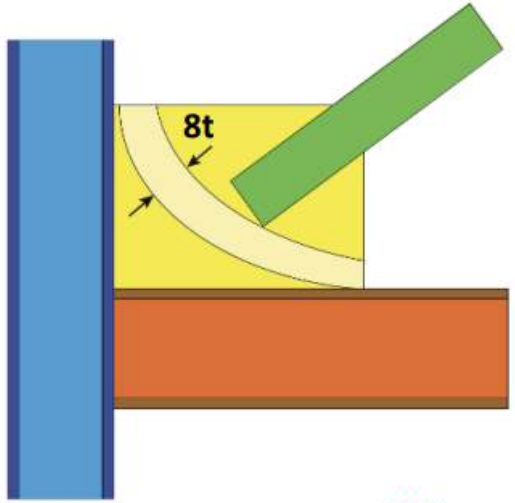
(ب) اتصال پیچی

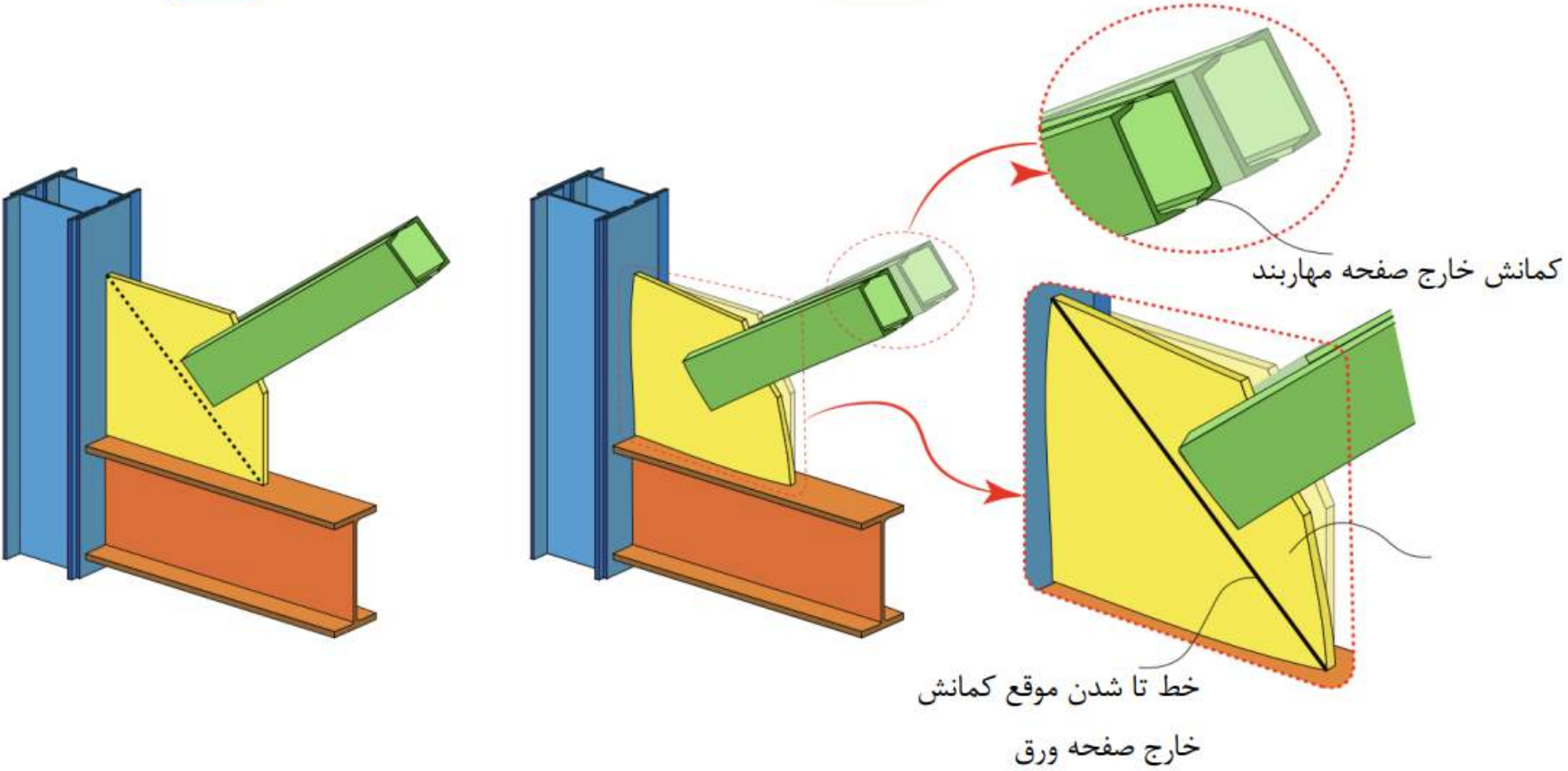
(الف) اتصال جوشی

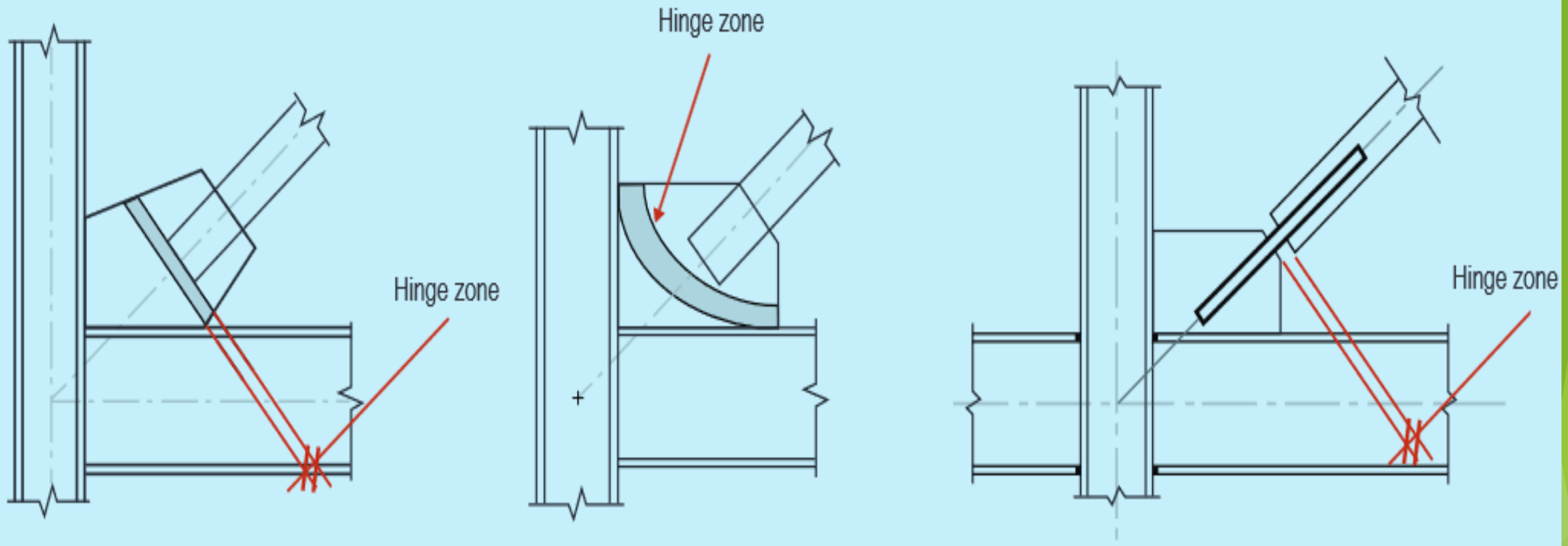
شکل ۱۰-۲-۹-۱۶: پهنای ویتمور در محل اتصال اعضا به ورق اتصال (ورق گاست)

ظرفیت چرخش دورانی مهاربندی ویژه









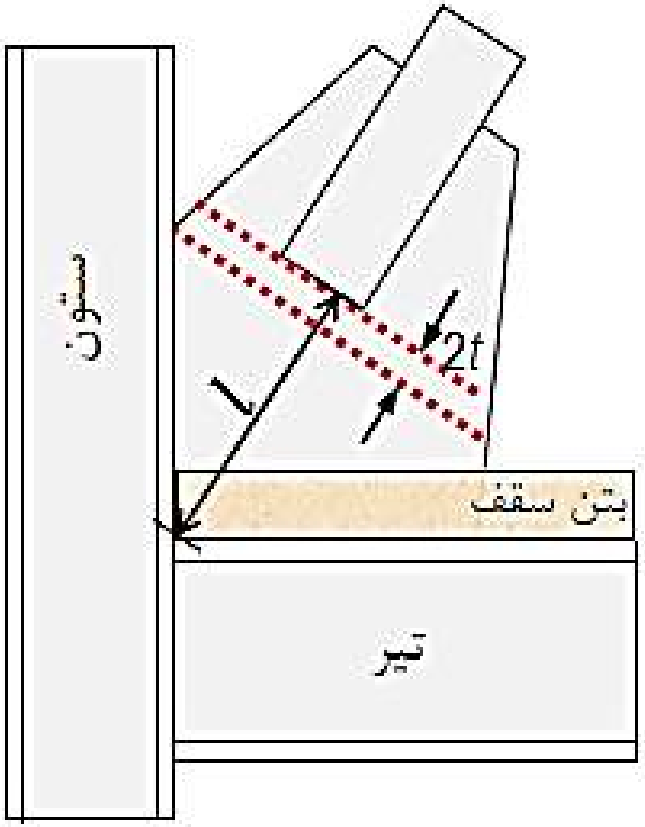
(a) Linear hinge zone configured for out-of-plane buckling

(b) Elliptical hinge zone configured for out-of-plane buckling

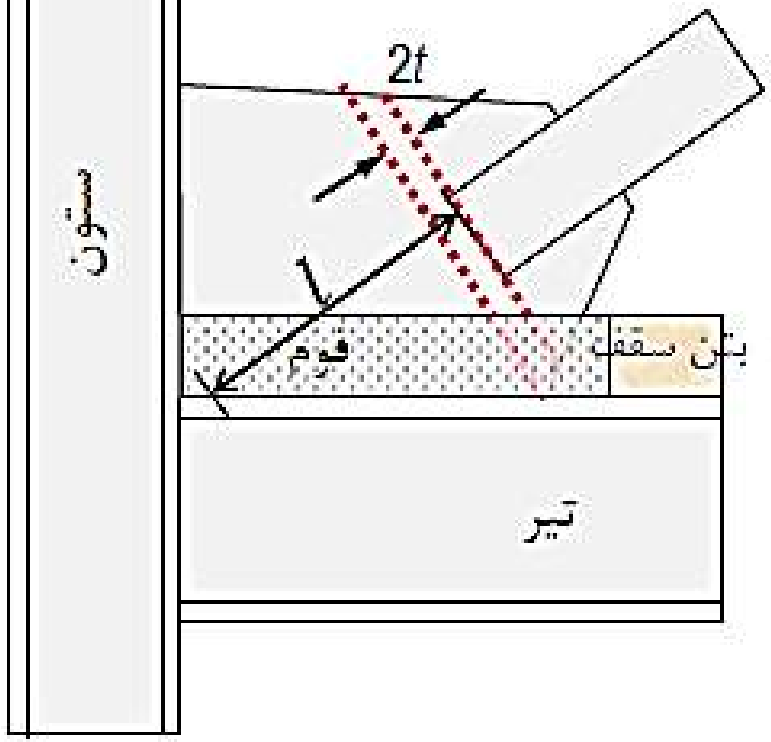
(c) Knife plate configured for in-plane buckling

برای تامین دوران انتهای ورق بایستی به میزان حداقل ۲ و حداکثر ۴ برابر ضخامت ورق با انتهای مهاربند فاصله داشته باشد. (Astaneh-Asl et al., 1986)

$$\frac{l}{r} \leq \frac{3}{4}\sqrt{\frac{E}{F_y}} \approx 22 \ for \ S235JR$$



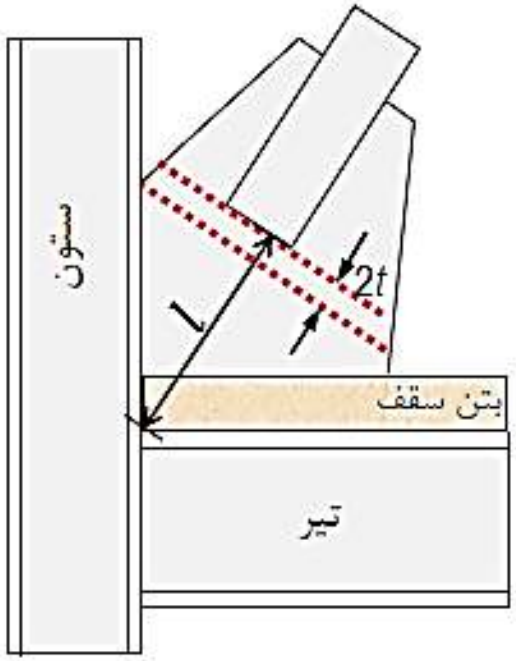
پ) سازگاری دورانی برای کمانش خارج صفحه



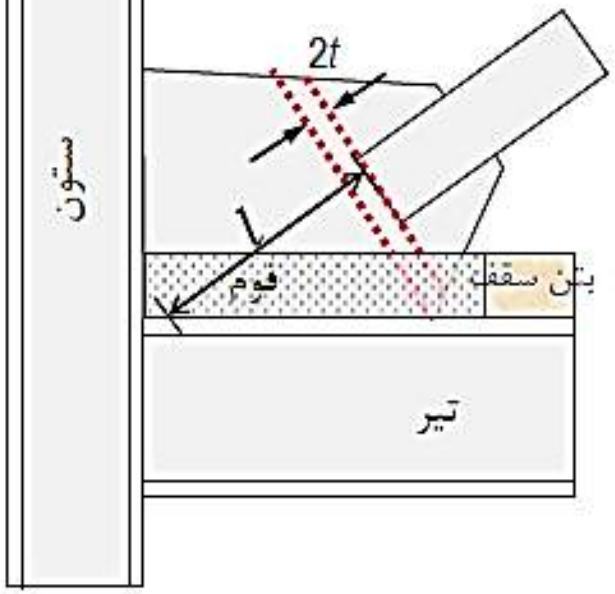
ب) سازگاری دورانی برای کمانش خارج صفحه

ب) سازگاری دورانی برای کمانش درون صفحه

معادل سازی با ورق مستطیلی؟ مجاز یا غیر مجاز

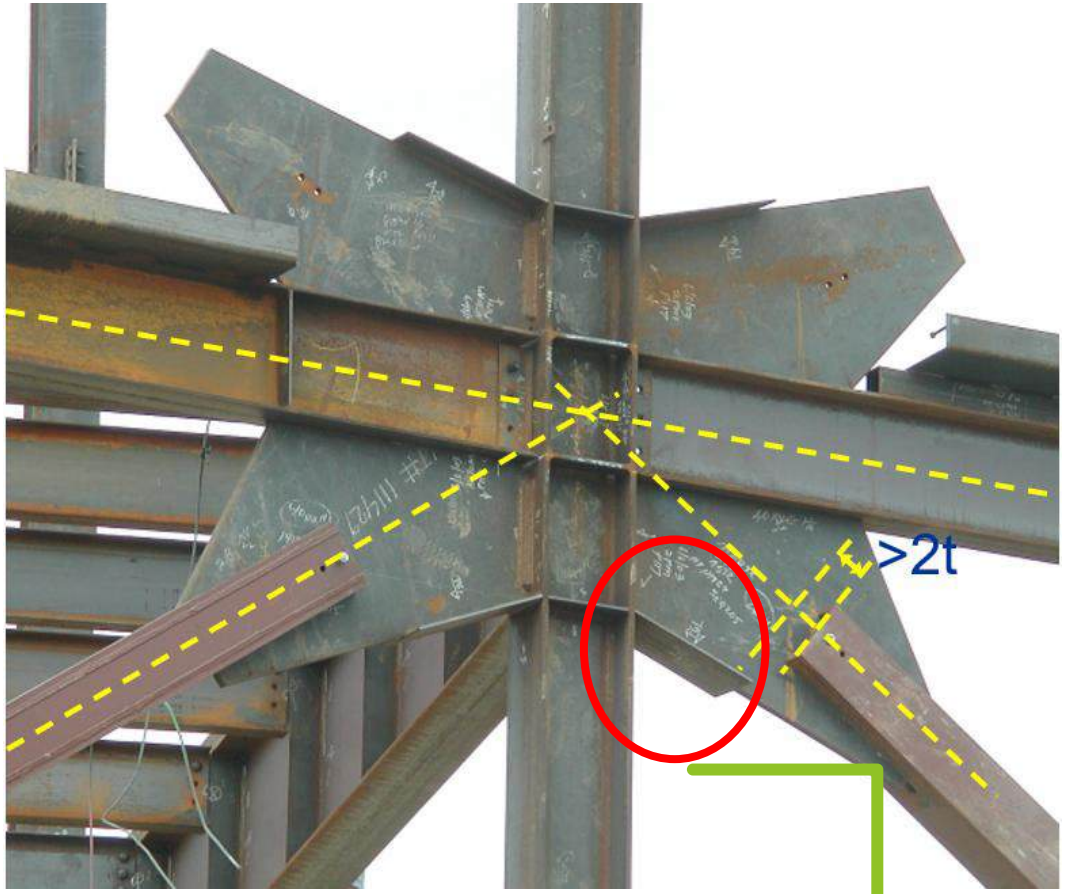


پ) سازگاری دورانی برای کمانش خارج صفحه

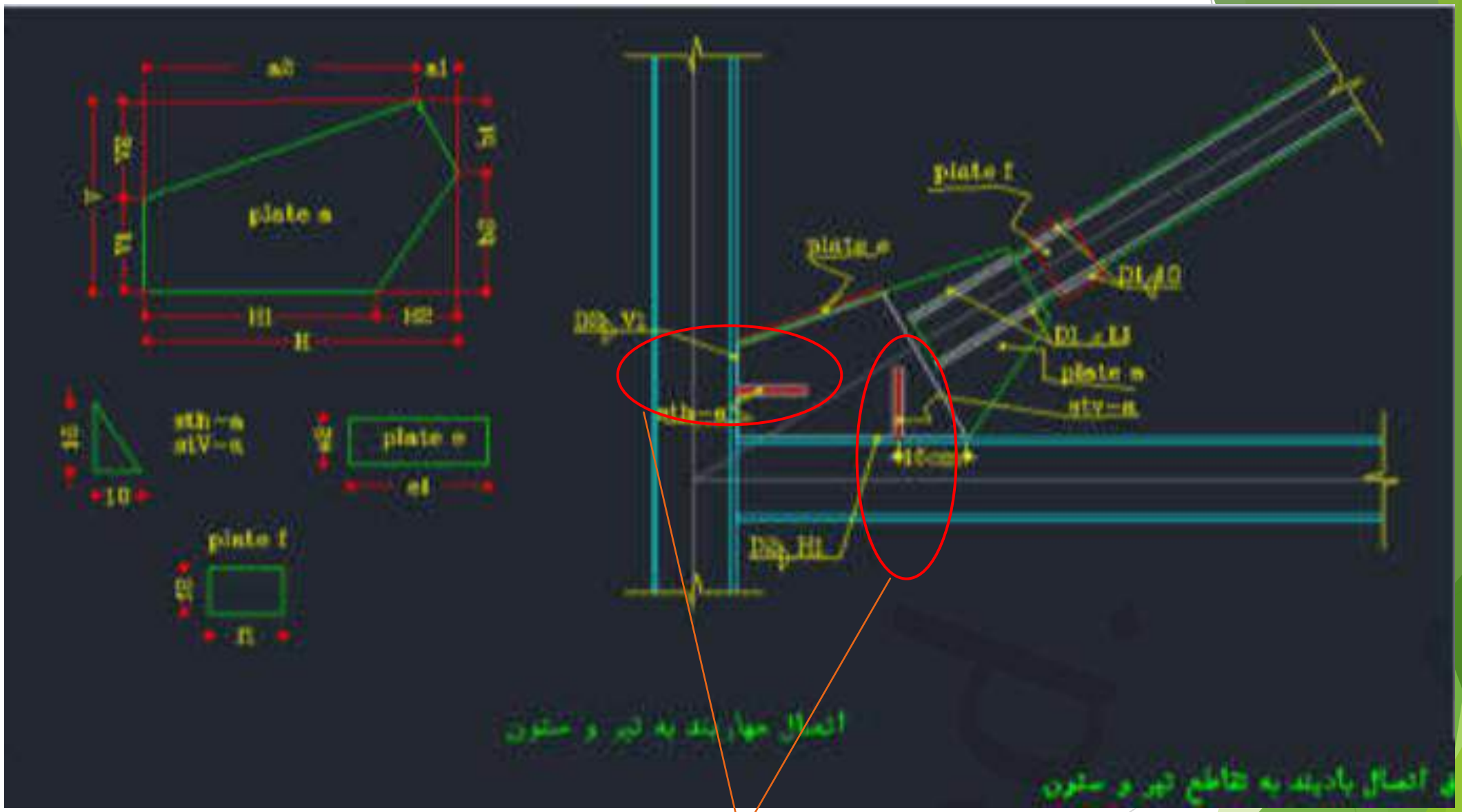


ب) سازگاری دورانی برای کمانش خارج صفحه

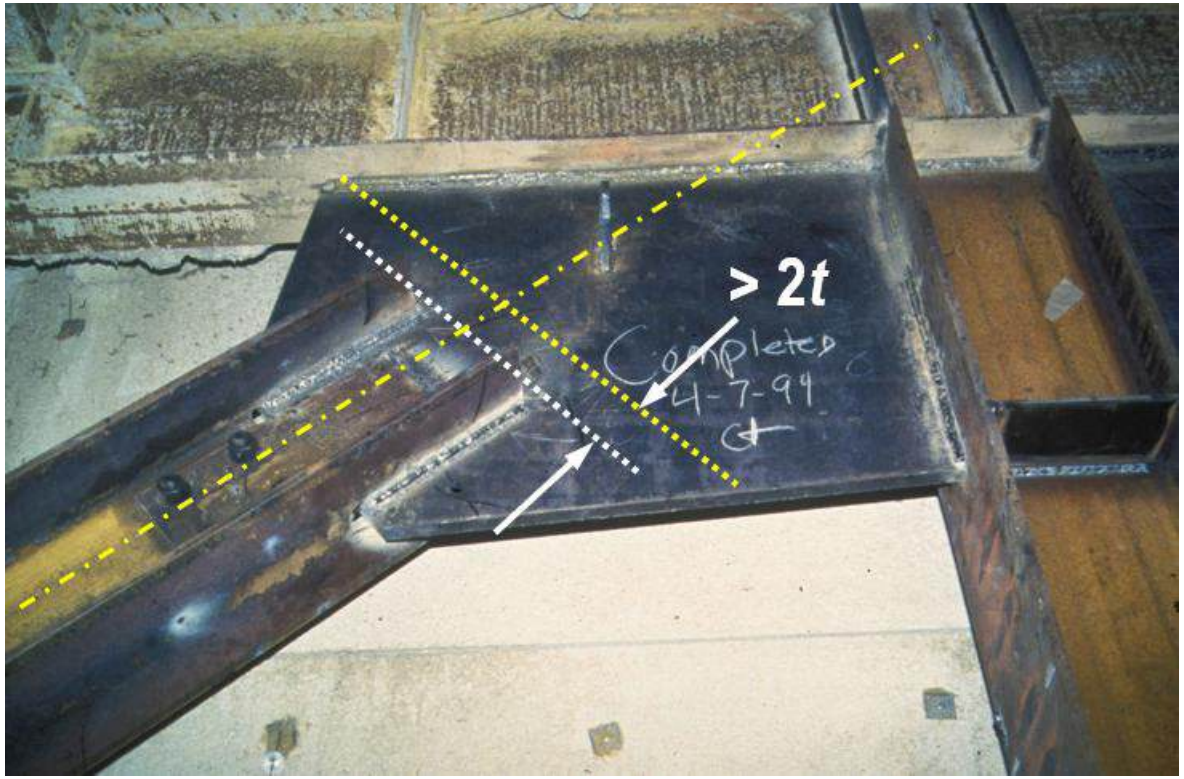
ب) سازگاری دورانی برای کمانش درون صفحه

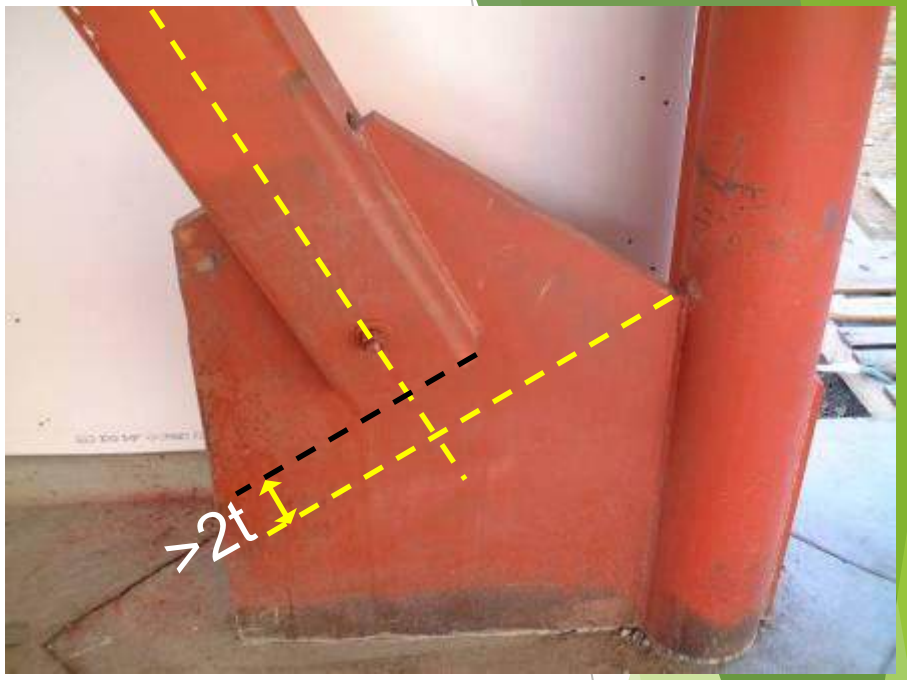


علت استفاده از ورق سخت کننده؟

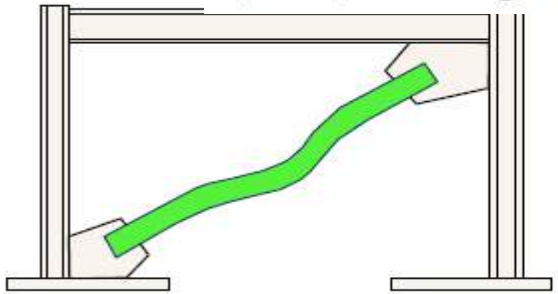


علت استفاده از ورق سخت کننده؟

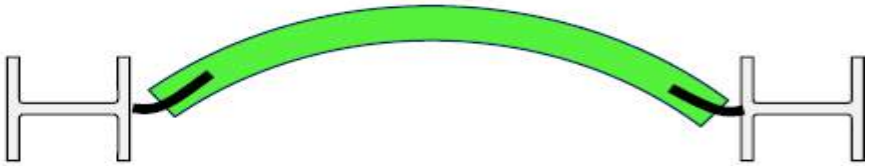

> 2t
Completed
4-7-94


>2t

کمانش ممکن است به صورت داخل صفحه و یا خارج از صفحه صورت گیرد.



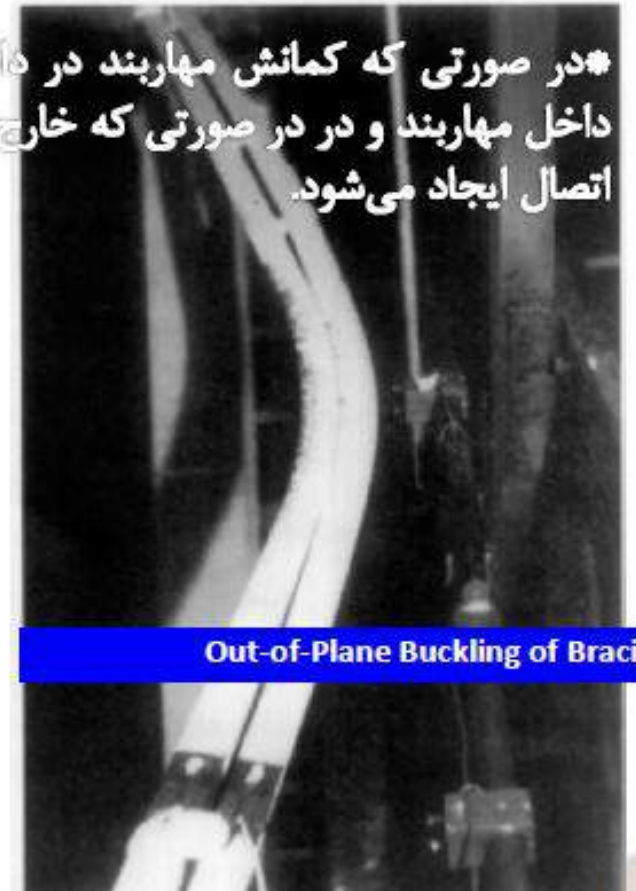
معمولاً وقتی محور ضعیف داخل صفحه باشد و یا اتصال آن خارج از صفحه گیردار باشد رخ می‌دهد



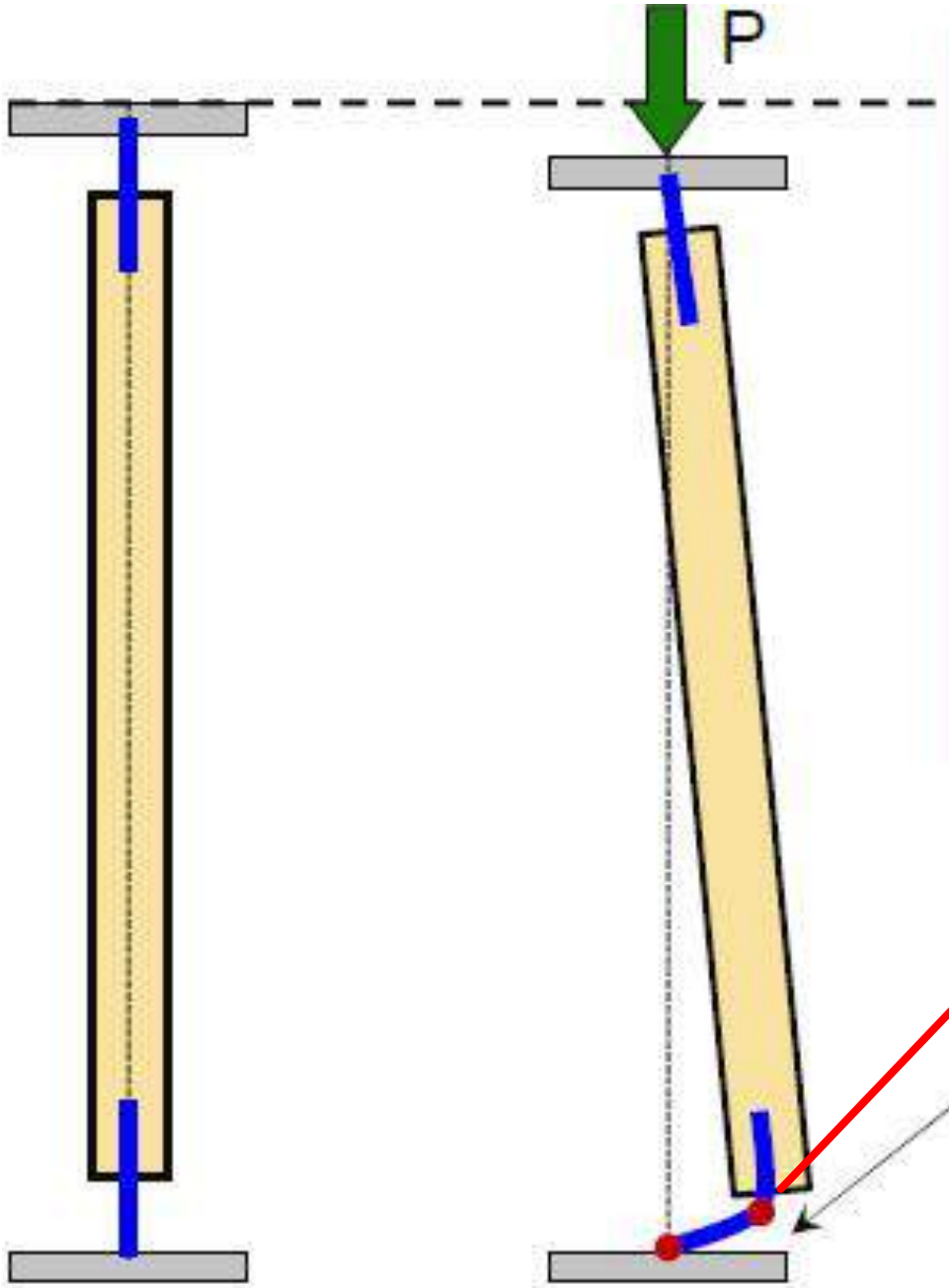
معمولاً وقتی مقطع مهاربند قوطی یا دایره باشد رخ می‌دهد

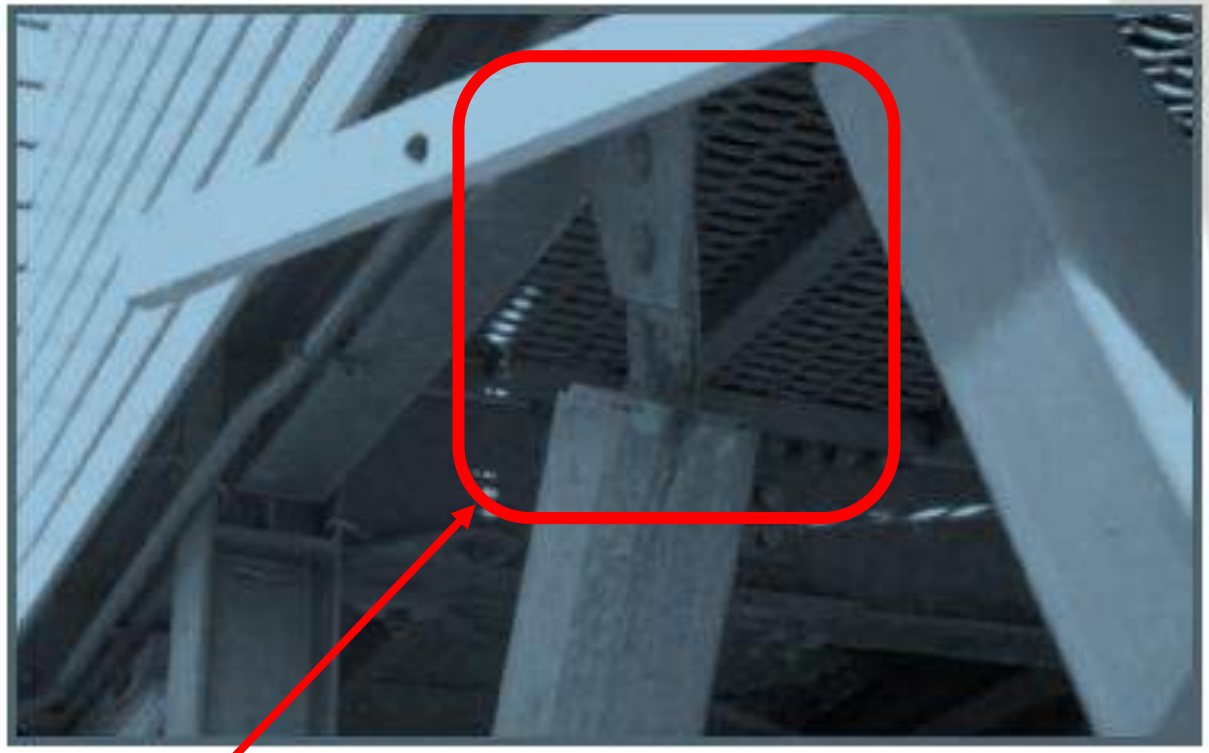
*در صورتی که کمانش مهاربند در داخل صفحه رخ دهد، مفصل خمیری در داخل مهاربند و در در صورتی که خارج صفحه رخ دهد، مفصل خمیری در ورق اتصال ایجاد می‌شود.

In-Plane Buckling of Bracing Members



Out-of-Plane Buckling of Bracing Members

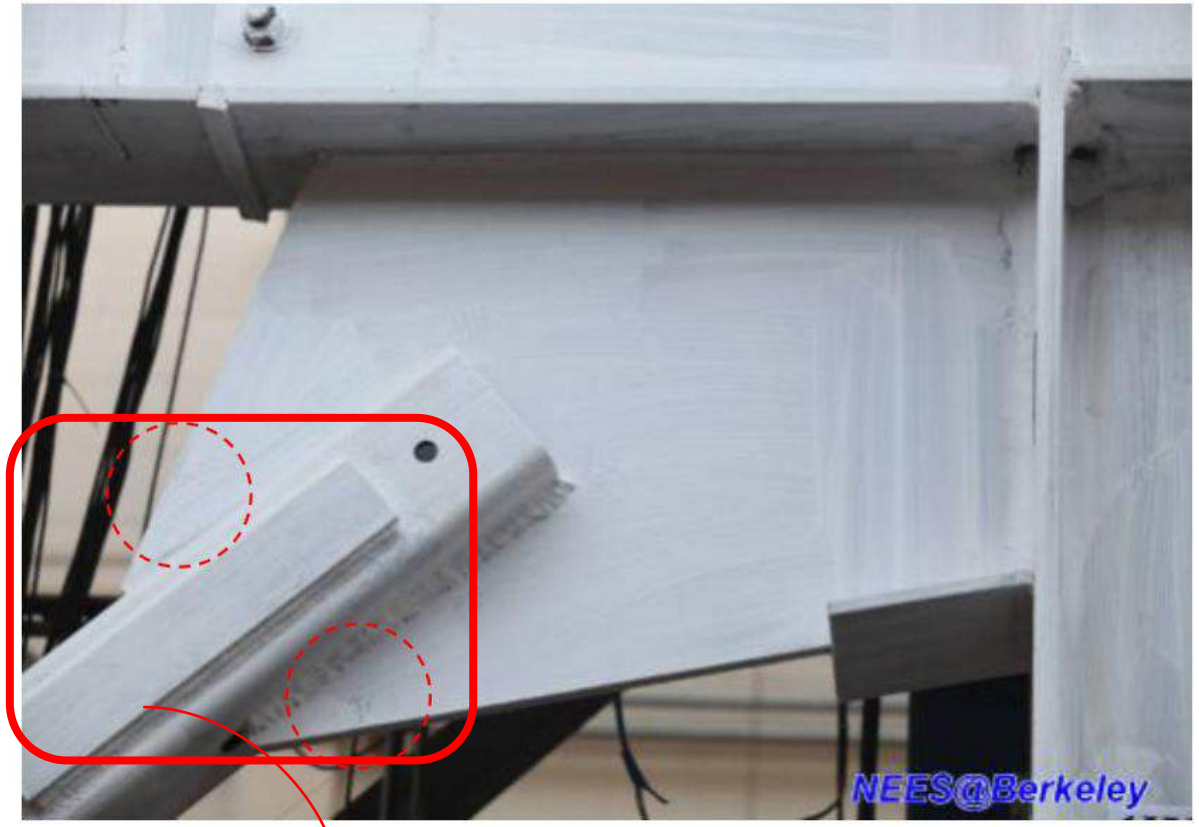




در صورتی که میزان فاصله انتهای مهاربند و خط فرض خمش زیاد باشد عضو مهاربندی بصورت صلب تغییرشکل داده و دو مفصل خمیری در ورق ایجاد می‌شود.

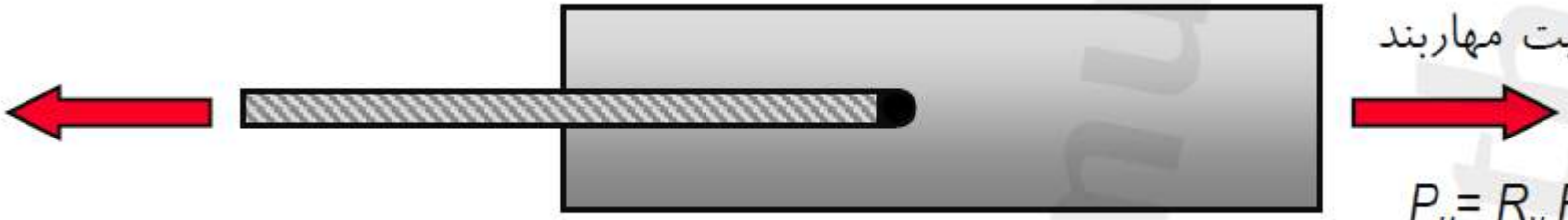

Gusset Plate
Splice Plate


Splice
Plate
Gusset
Plate



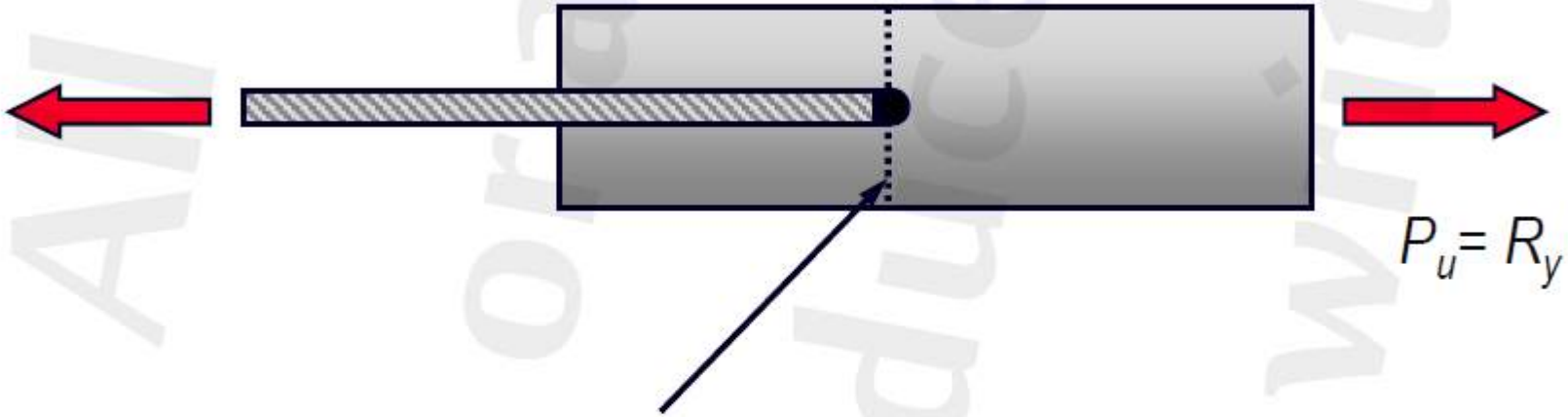
دلیل؟؟؟

حداکثر ظرفیت مهاربند



$P_u = R_y F_y A_g$

کنترل شکست در مقطع خالص



$P_u = R_y F_y A_g$

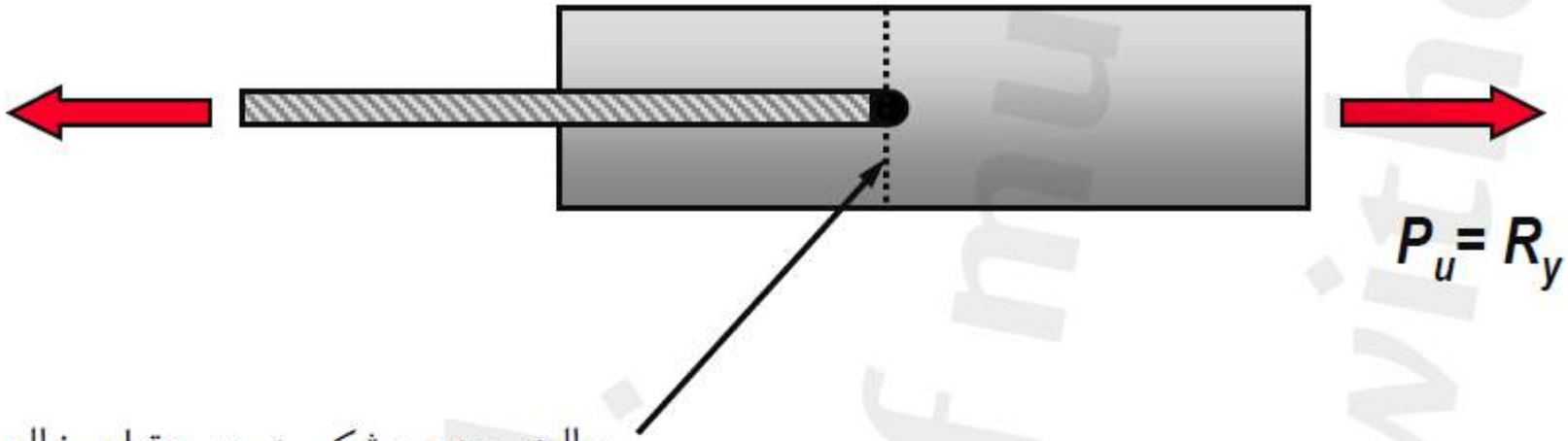
مقطع خالص بحرانی

$A_e = U A_n$

$A_e < A_g$ due to:

slot ($A_n < A_g$), and

shear lag ($U < 1$)



$$P_u = R_y F_y A_g$$

حالت حدی: شکست در مقطع خالص

$$(0.75)\, A_e\, (F_u) \geq R_y F_y A_g$$

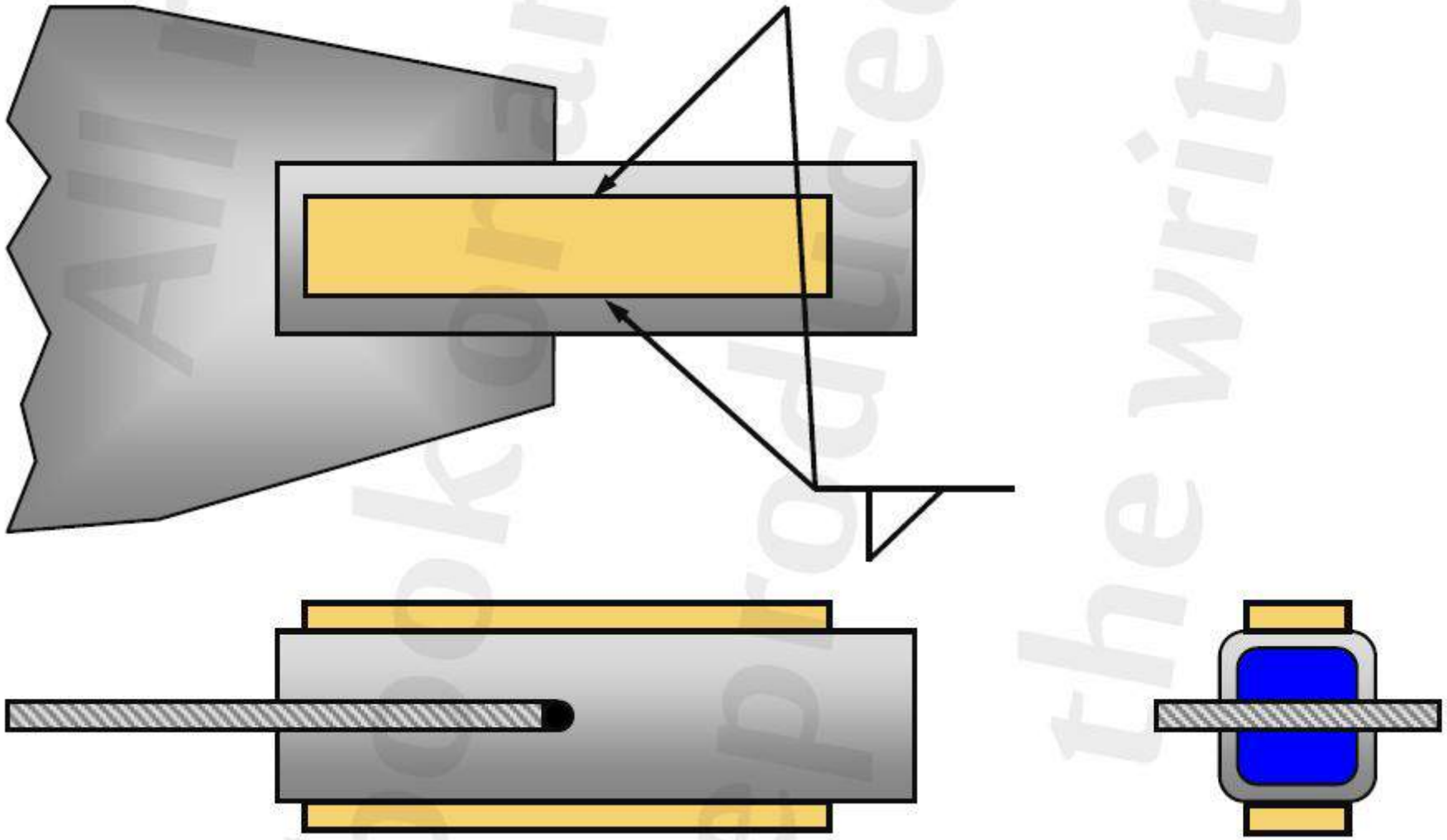
$$OR: \quad \frac{A_e}{A_g} \geq \frac{R_y F_y}{(0.75) F_u}$$

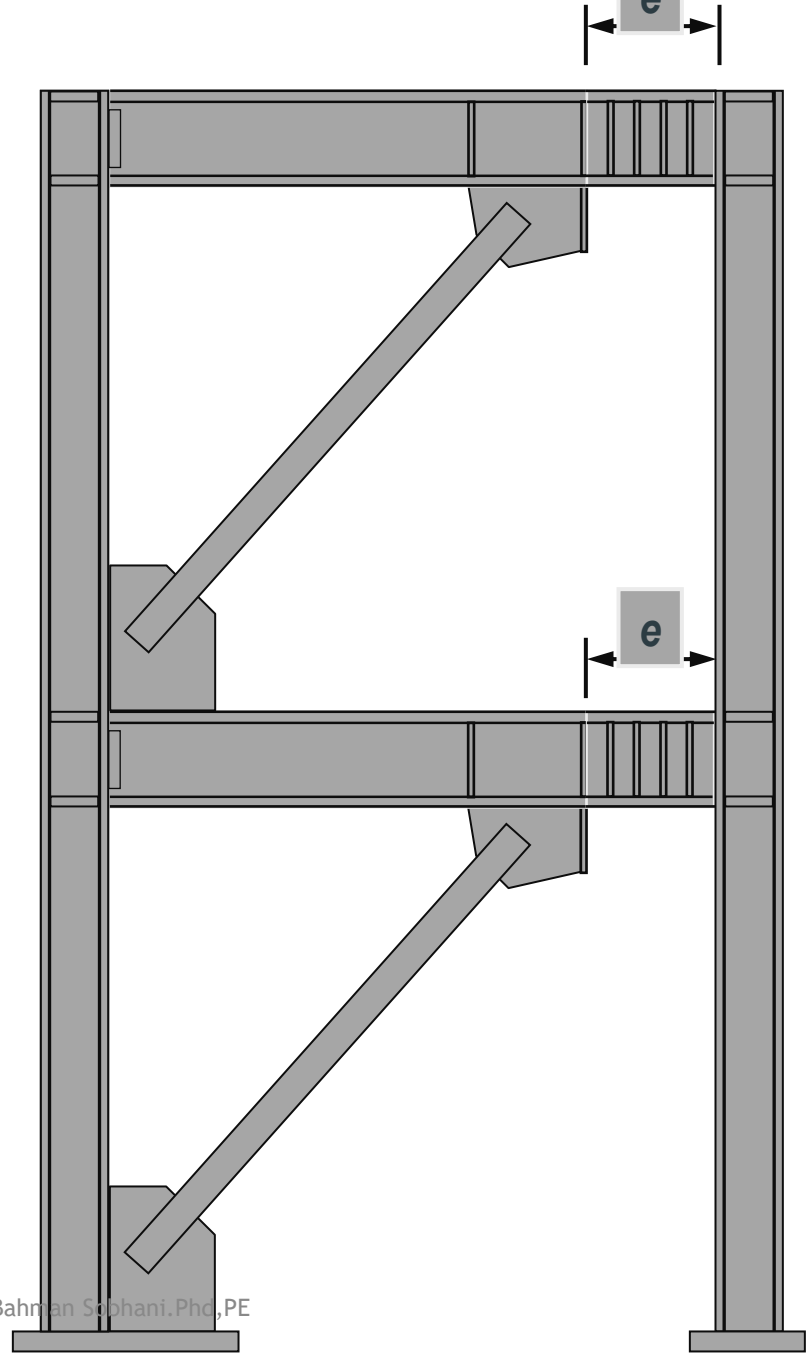
برای فولاد ST37

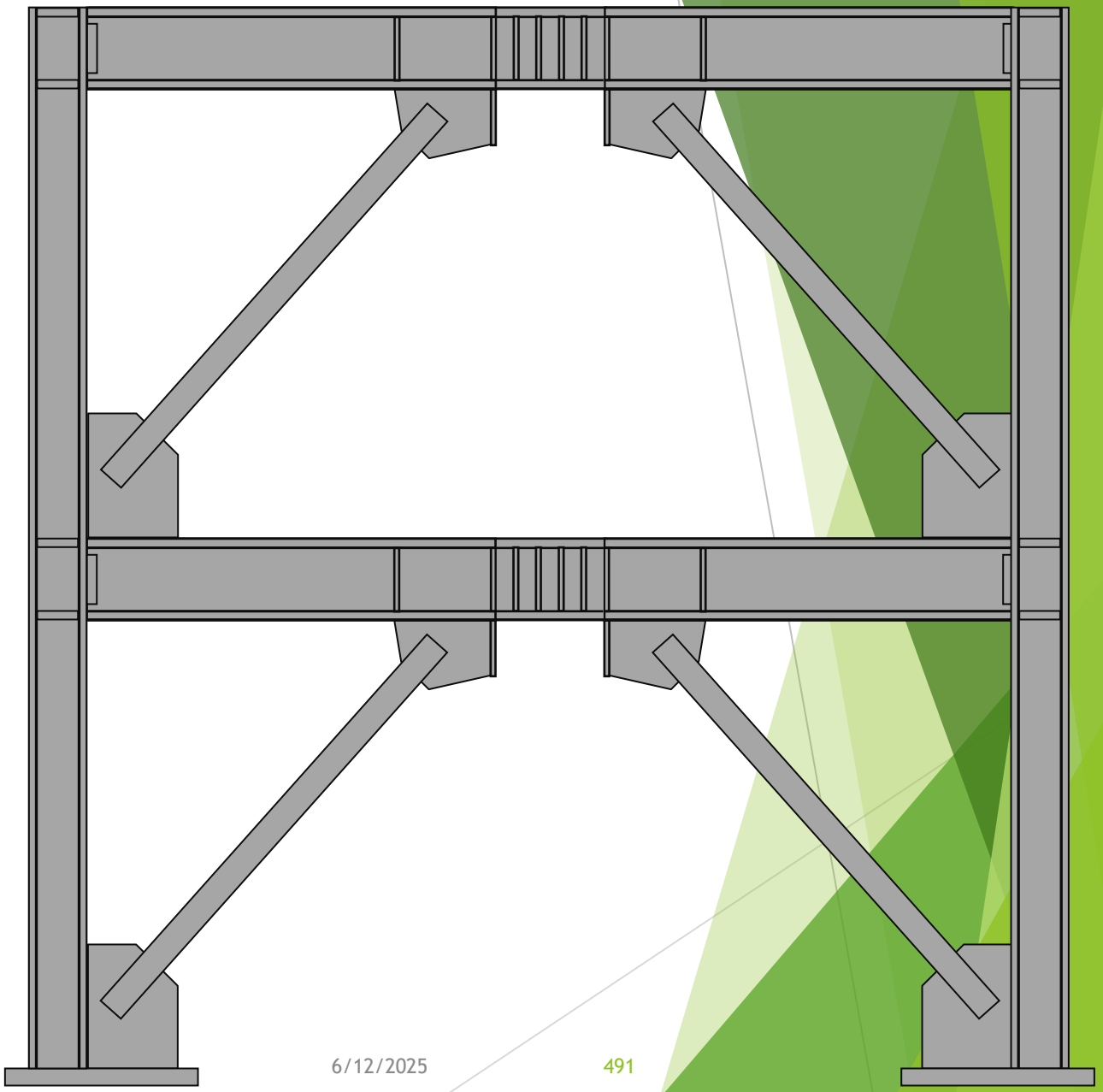
$$\frac{A_e}{A_g} \geq \frac{1.2 \times 2400}{(0.75)3700} \approx 1.04$$

همانطور که دیده می‌شود، مقطع نیاز به تقویت دارد. زیرا مقطع موثر از مقطع کل بیشتر می‌شود.

روش تقویت مقطع موثر




e
e



۱۰-۳-۴-۳-۵-۲ الزامات تیر پیوند

الف) محدودیت‌ها

۱- مقطع تیر پیوند باید از نوع I شکل (نوردشده یا ساخته شده از ورق) یا از نوع قوطی‌شکل ساخته شده از ورق باشد. استفاده از مقاطع قوطی‌شکل نوردشده برای تیر پیوند مجاز نیست.

۳- جان (یا جان‌ها) باید از یک ورق تک بدون هرگونه ورق مضاعف متصل به آن در نظر گرفته شود و در آن نباید هیچ‌گونه بازشویی ایجاد شود.

۴- در تیرهای پیوند ساخته‌شده از ورق، اتصال جان (یا جان‌ها) به بال تیر باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل باشد.

۵- تیرهای پیوند با مقطع قوطی‌شکل ساخته‌شده از ورق باید دارای شرایط $I_y > 0.67I_x$ باشند که در آن I_y ممان اینرسی مقطع تیر پیوند حول محور مرکزی در امتداد جان‌های مقطع و I_x ممان اینرسی مقطع تیر پیوند حول محور مرکزی عمود بر امتداد جان‌های مقطع است.

۱۰-۳-۴-۳-۶-۲ اتصالات تیرهای خارج از ناحیهٔ پیوند به ستون

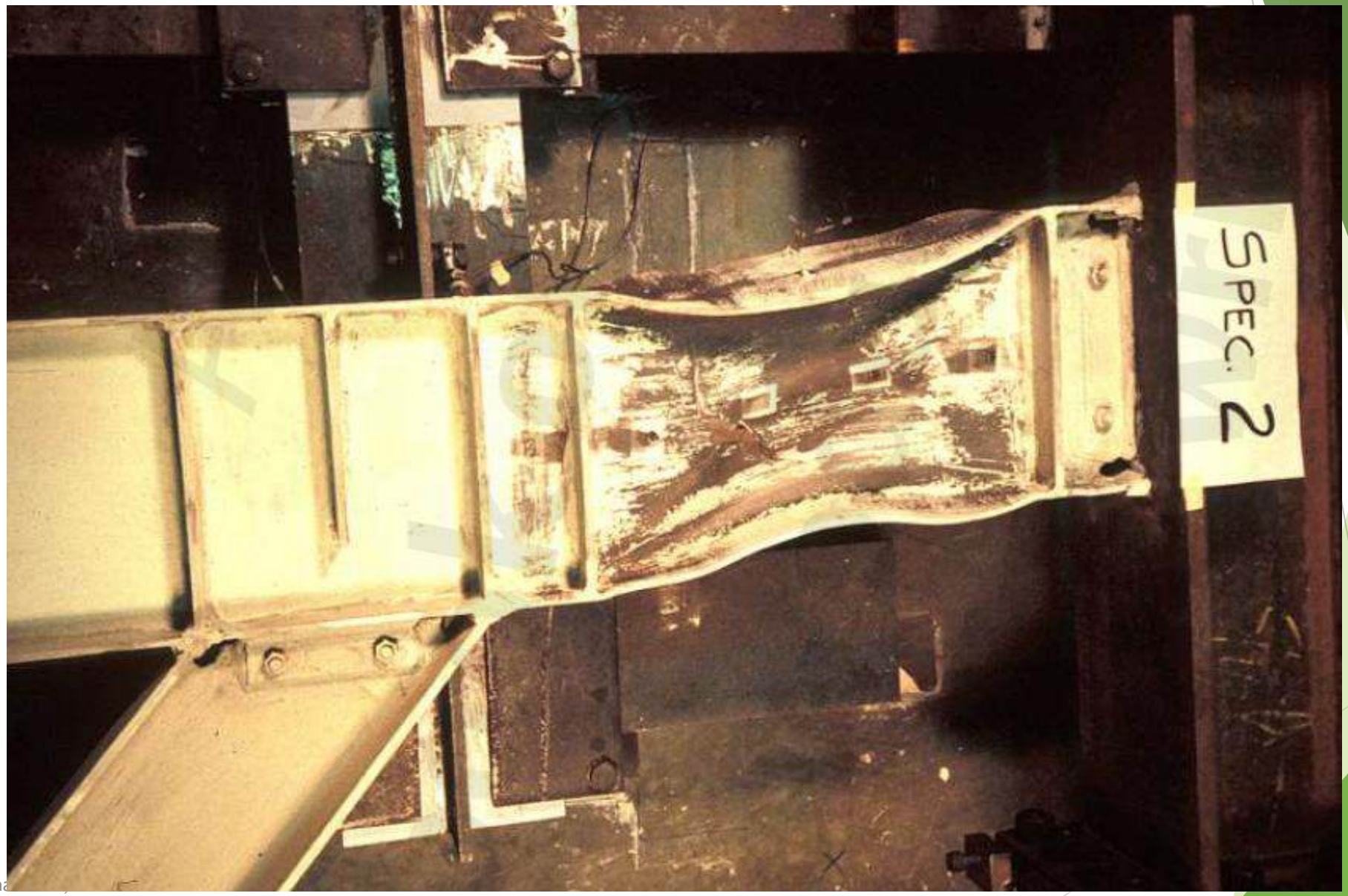
اتصالات تیرهای خارج از ناحیهٔ تیر پیوند به ستون باید دارای شرایط زیر باشند.

در قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ واگرا اگر اتصال ورق گاست (ورق اتصال) هم به تیر و هم به ستون صورت گیرد، در این صورت اتصال تیر به ستون باید مطابق یکی از حالت‌های زیر باشد:

الف) پیکربندی اتصال مطابق ضوابط بند ۱۰-۲-۹-۱-۲ به‌صورت یک اتصال ساده (مفصلی) باشد به‌نحوی‌که حداقل 0.025 رادیان قابلیت دوران داشته باشد.

ب) پیکربندی اتصال به‌صورت یک اتصال گیردار باشد و مقاومت خمشی موردنیاز اتصال که باید همراه با مقاومت‌های موردنیاز اتصال مهاربندها در نظر گرفته شود، حداقل برابر کوچک‌ترین


Herrick
KEEP OUT


SPEC. 2

الزامات ساخت و نصب سازه اسکلت فولادی

۱۰-۴ الزامات ساخت، نصب و کنترل

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:

- تهیهٔ مصالح[1]، تجهیزات و نیروی انسانی لازم
- تهیهٔ نقشه‌های اجرایی در هماهنگی با نقشه‌ها و مدارک فنی محاسباتی، تجهیزات و امکانات اجرایی
- برشکاری، سوراخ‌کاری و مونتاژ قطعات
- جوشکاری قطعات مونتاژشده
- آماده‌سازی سطوح، تمیزکاری و رنگ‌آمیزی قطعات
- حمل قطعات ساخته‌شده به محل نصب
- ایجاد امکانات لازم برای انبار کردن قطعات فولادی
- پیش‌نصب قسمت‌های کار در محل کارگاه ساخت در صورت نیاز
- برپاداشتن و تکمیل جوشکاری یا محکم کردن پیچ‌ها، مونتاژ قطعات طبق نقشه‌ها و کارهای تکمیلی

۱- در بعضی موارد این کار را کارفرما بر عهده می‌گیرد.

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.

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 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

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.

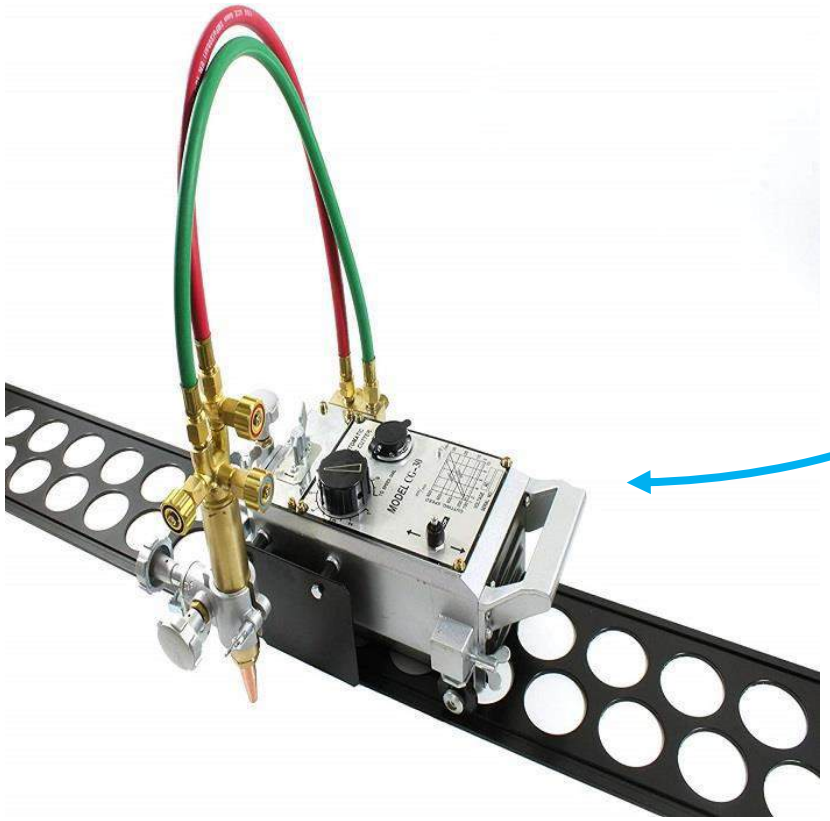
ت) قبل از شروع به ساختن و نصب قطعات باید اندازه‌های مندرج در نقشه‌ها به‌منظور تطبیق کامل و جلوگیری از بروز هرگونه اشکال در موقع ساخت و نصب توسط سازنده به دقت کنترل شود.

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 به استثنای 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.



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.

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.

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.

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.

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.

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

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.

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 ساختمان‌های 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.

۱۰-۴-۴-۳ 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.

جدول ۱۰-۴-۵: حداقل پیش‌گرمایش و درجهٔ حرارت عبورهای میانی

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 $20<t\leq 40$ $40<t\leq 65$ $t > 65$	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 $20<t\leq 40$ $40<t\leq 65$ $t > 65$	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 $20<t\leq 40$ $40<t\leq 65$ $t > 65$	10 65 110 150

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 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.

۱۰-۴-۴-۳-۷-۱ 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.

با تشکر از توجه شما