



WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

Version 1 نسخه انتشار: پاییز ۱۴۰۴

این جزوه برای استفاده در کلاس‌های مسائل فنی و حرفه‌ای در معماری و مباحث مرتبط تهیه شده است و استفاده تنها از آن، ممکن است چندان گویا نباشد.

این جزوه به مرور تکمیل خواهد شد.

سعی شده در این جزوه مباحث مهم در ارتباط با اجرای ساختمان مرتبط با مهندسين معمار، آورده شوند. در صورت وجود خطا در این نوشتار، لطفاً با اطلاع رسانی، بنده را در بهبود کیفیت آموزشی آن همراهی نمایید.

انتشار غیر تجاری این جزوه با ذکر منبع بلامانع است.

برای دریافت آخرین نسخه از این جزوه و سایر آموزش‌ها می‌توانید عضو کانال تلگرامی [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel) شوید. ✓



صفحه ۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

فهرست مطالب

- 1 انواع سازه‌ها
- 2 آشنایی با سازه‌های فولادی
- 3 آشنایی با سازه‌های بتنی
- 4 آشنایی با برآورد هزینه‌ها و ارتباط آن با اجرای پروژه.



صفحه ۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

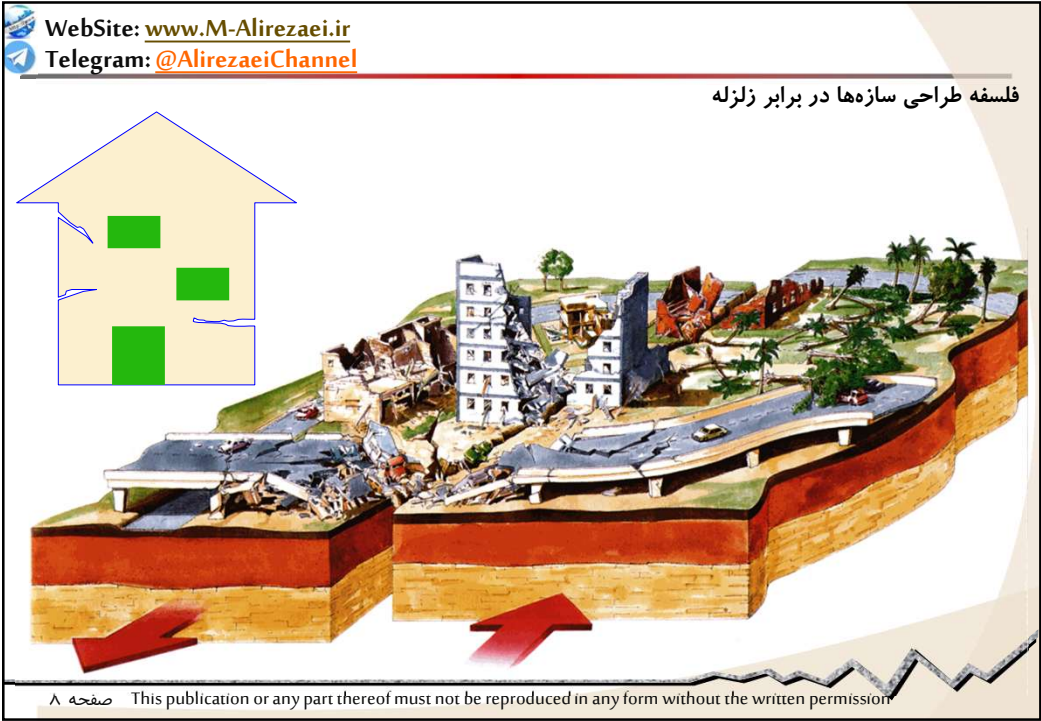
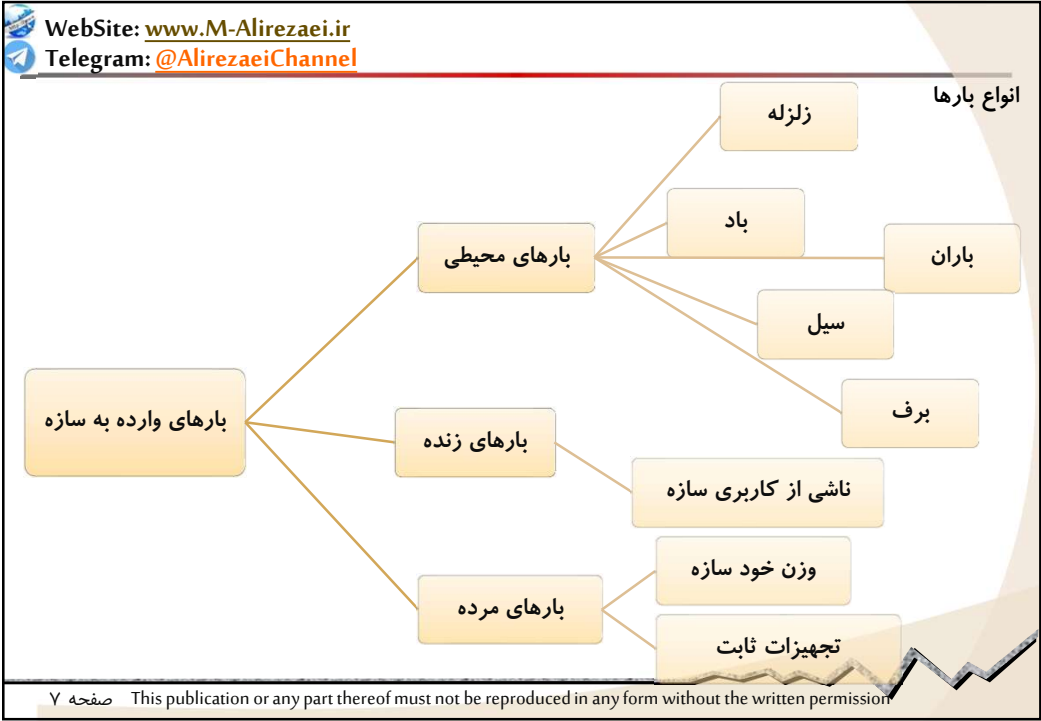
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

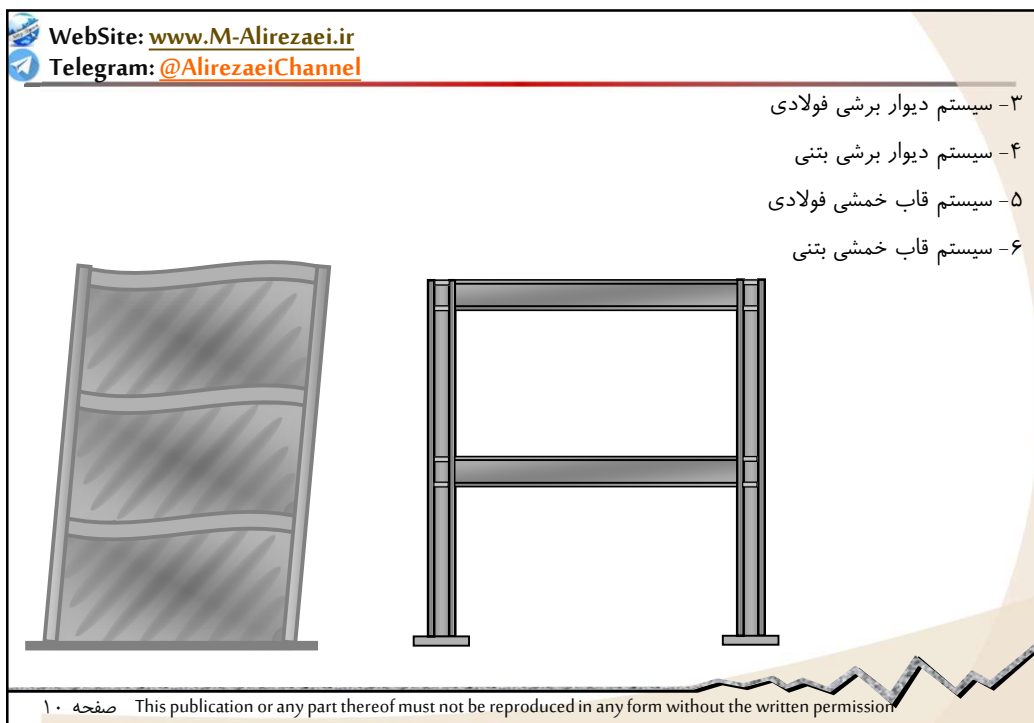
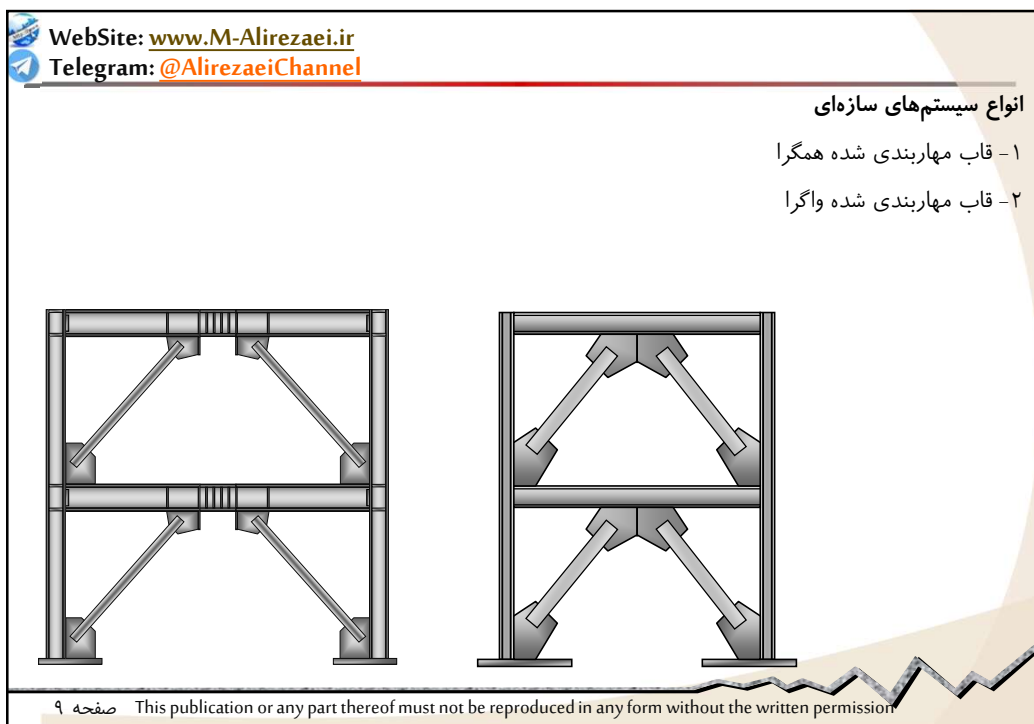
فصل اول

انواع سازه‌ها



صفحه ۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission





WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

انواع سازه‌ها

انواع سازه‌ها از منظر مصالح

با مصالح بنایی

سازه بتنی

سازه فولادی



صفحه ۱۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

فصل دوم

آشنایی با سازه‌های فولادی



صفحه ۱۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

سازه‌های فولادی

گسترش استفاده از فولاد برای ساختن ساختمان‌ها را شاید بتوان برای اولین بار در سال ۱۸۸۵ برای ساخت یک ساختمان ۸ طبقه در شیکاگو توسط ویلیام لیبارون دانست. باتوجه به فلسفه طراحی آیین‌نامه‌های جدید، که بر مبنای اعتماد به توانایی ذاتی سازه‌ها برای ایستادگی در برابر تغییر مکان‌های غیر الاستیک بدون گسیختگی است، فولاد جزو مصالحی است که این قابلیت را دارد.

مزایا:

- ۱- سبک بودن نسبت به بتن
- ۲- شکل پذیری بالا
- ۳- مدت توسعه و ساخت پایین در قیاس با بتن
- ۴- مقاومت و دوام زیاد

معایب:

- ۱- خوردگی
- ۲- لاغری اعضا



صفحه ۱۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

آیین‌نامه‌های مرتبط با سازه‌های فولادی

- ۱- آیین‌نامه‌های فولادی در ایران
 - مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی)
 - مرجع اصلی طراحی و اجرای سازه‌های فولادی در ایران. شامل ضوابط باربری، پایداری، اتصالات جوشی و پیچی، و کنترل‌های اجرایی.
 - آیین‌نامه جوش ایران (نشریه ۲۲۸ و مبحث ۱۰)
 - دستورالعمل‌های اجرایی جوشکاری در کارگاه‌ها و کارخانجات.
 - استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران (ISIRI)
 - برای فولادهای ساختمانی (میلگرد، ورق، مقاطع IPE, INP, HEB و غیره).

صفحه ۱۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۲- آیین‌نامه‌های فولادی بین‌المللی

AISC 360 (Specification for Structural Steel Buildings)
 آیین‌نامه اصلی انجمن فولاد آمریکا برای طراحی سازه‌های فولادی.

AISC 341 (Seismic Provisions)
 ضوابط ویژه طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی.

AWS D1.1 (Structural Welding Code – Steel)
 مرجع اصلی جوشکاری سازه‌های فولادی در سطح بین‌المللی.

Eurocode 3 (EN 1993: Design of Steel Structures)
 آیین‌نامه اروپا برای طراحی سازه‌های فولادی (شامل طراحی اعضا، اتصالات، پایداری و غیره).

BS 5950 (Structural use of steelwork in building)
 آیین‌نامه قدیمی بریتانیا (امروز بیشتر جای خود را به Eurocode 3 داده است).

CAN/CSA S16 (Design of Steel Structures)

آیین‌نامه کانادا برای طراحی فولاد

صفحه ۱۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

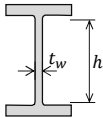
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مقاطع فولادی

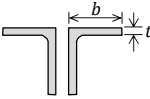
۱- دسته‌بندی کلی مقاطع فولادی

♦ مقاطع نورد گرم (Hot-rolled sections): این مقاطع در کارخانه نورد تولید می‌شوند:

- تیر آهن (I-beam): استاندارد IPE (اروپایی) - رایج‌ترین در ایران. مقاطع INP (چینی/روسی) - بال‌ها نازک‌تر و شیب‌دار، مقاطع IPB یا HEB (بال پهن - H شکل) برای ستون‌ها معمولاً استفاده می‌شوند.



- نبشی (Angle - L): بال مساوی یا بال نامساوی. برای مهاربندی، بادبند و اتصالات معمولاً کاربرد دارند.

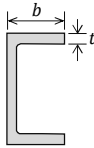



صفحه ۱۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

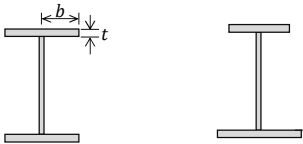


WebSite: www.M-Alirezai.ir
Telegram: @AlirezaiChannel

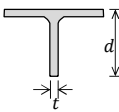
- ناودانی (Channel – UPN, UPE): به شکل U. کاربرد در خرپا، تیر فرعی و بادبند



- تیر ورق (Plate Girder): ساخته شده از ورق های جوش شده برای دهانه های بزرگ، پروفیل Z و T. کاربرد خاص در سوله ها و پوشش سقف ها



مقطع T شکل:



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

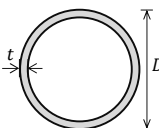
صفحه ۱۷



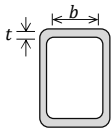
WebSite: www.M-Alirezai.ir
Telegram: @AlirezaiChannel

♦ مقاطع توخالی (Hollow sections)

لوله (Pipe/CHS) – Circular Hollow Section

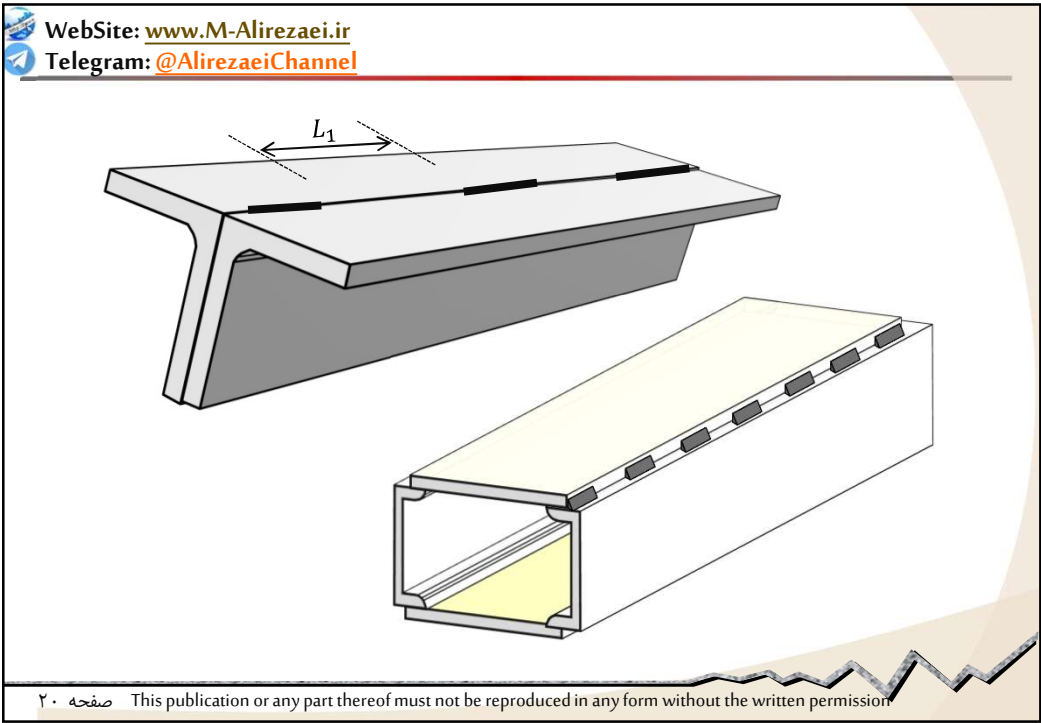
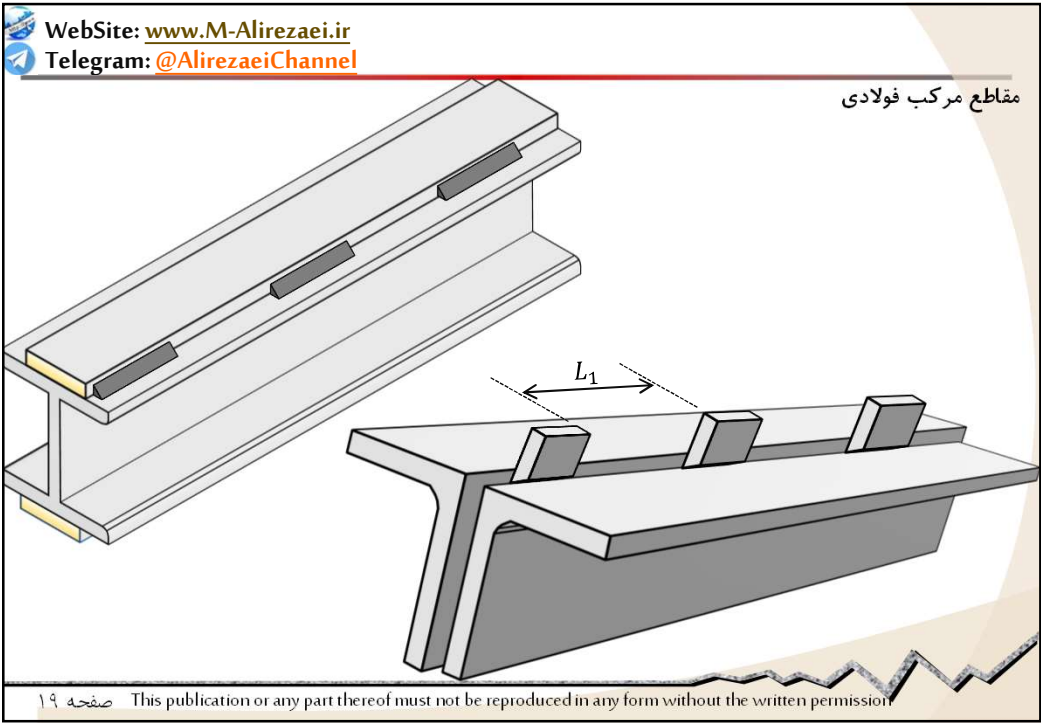


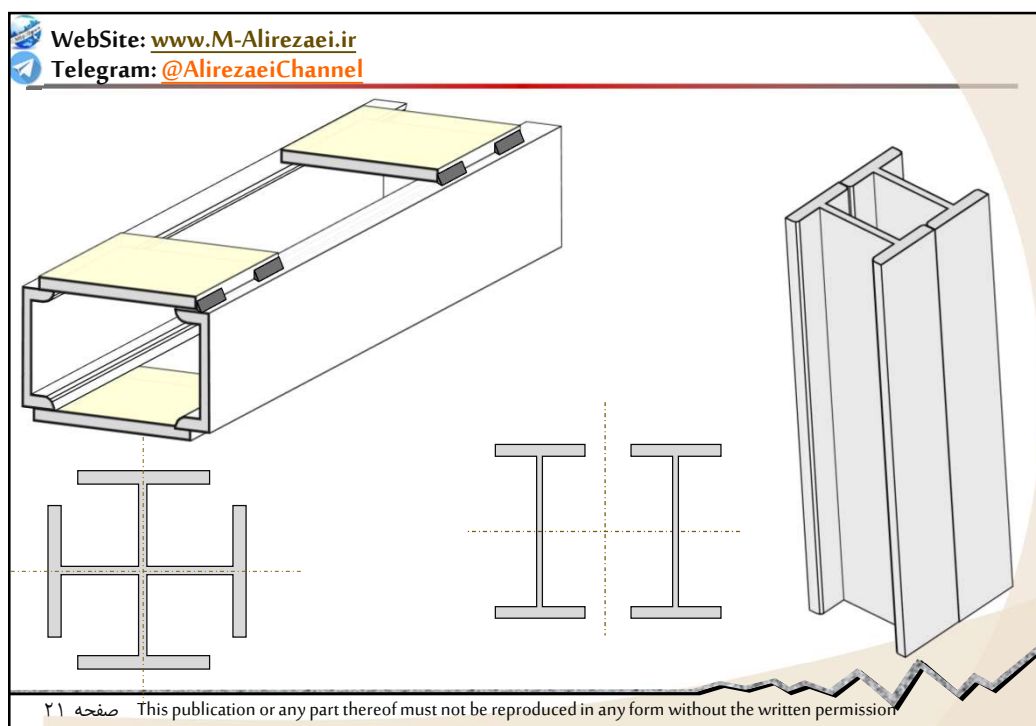
قوطی (Square یا Rectangular Hollow Section)



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۱۸





WebSite: www.M-Alirezai.ir
 Telegram: @AlirezaiChannel

انواع ورق‌های فولادی

- ورق سیاه (ST37, ST52) برای ساخت تیرورق، سخت‌کننده‌ها و صفحات اتصال

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

کرنش نهایی (ϵ_u) %	تنش کششی نهایی (MPa)	تنش مشخصه (F_y) (MPa)	ضخامت (mm)	نام رده فولاد مطابق استاندارد قدیم ایران	نام رده فولاد مطابق استاندارد جدید ایران، ISO و EN
22-26	360-510	235 225 215	$t \leq 16$ $16 < t \leq 40$ $40 < t \leq 100$	St-37	S235
19-23	410-560	275 265 255 245 235	$t \leq 16$ $16 < t \leq 40$ $40 < t \leq 63$ $63 < t \leq 80$ $80 < t \leq 100$	St-44	S275
18-22	470-630	355 345 325 315	$t \leq 16$ $16 < t \leq 40$ $40 < t \leq 63$ $63 < t \leq 80$ $80 < t \leq 100$	St-52	S355

- ورق گالوانیزه - برای پوشش و سقف‌های سبک

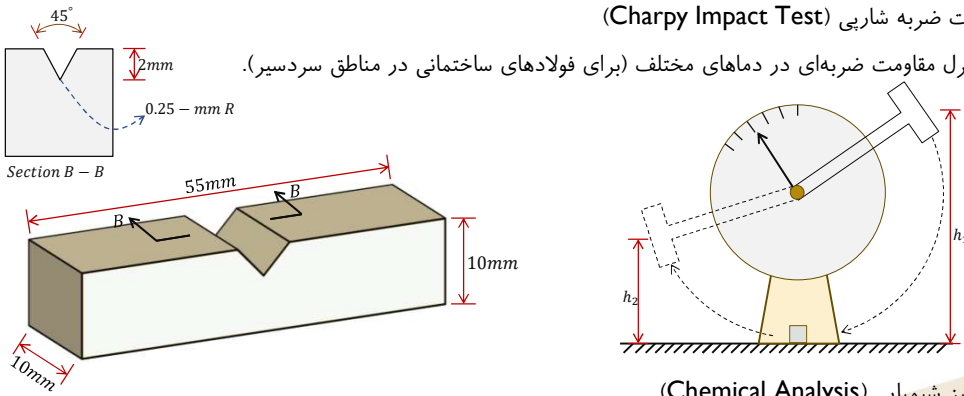
صفحه ۲۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezai.ir
 Telegram: @AlirezaiChannel

انواع آزمایش‌های متعارف مصالح فولادی

تست کشش (Tensile Test):
 برای بررسی مقاومت تسلیم، مقاومت نهایی و درصد ازدیاد طول فولاد (میلگرد یا ورق).

تست ضربه شاری (Charpy Impact Test):
 کنترل مقاومت ضربه‌ای در دماهای مختلف (برای فولادهای ساختمانی در مناطق سردسیر).



The diagram shows a Charpy impact test specimen and a pendulum. The specimen is a rectangular bar with a V-shaped notch. The notch has a 45° angle and a 2mm depth. The radius of the notch is 0.25 mm. The specimen has a length of 55mm, a width of 10mm, and a height of 10mm. The pendulum is shown in two positions: at height h_1 and at height h_2 .

آنالیز شیمیایی (Chemical Analysis):
 برای تعیین درصد کربن، منگنز، فسفر، گوگرد و ... طبق استاندارد.

صفحه ۲۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezai.ir
 Telegram: @AlirezaiChannel

انواع آزمایش‌های متعارف جوش

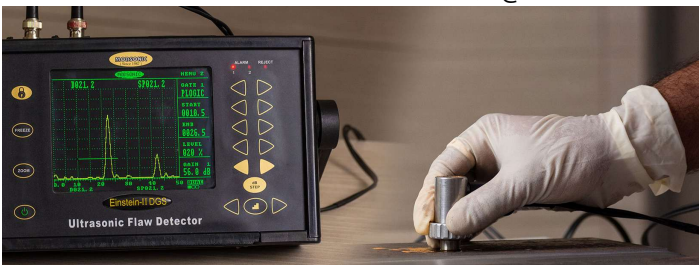
بازرسی چشمی (Visual Test – VT): متداول‌ترین و اولین مرحله؛ شامل بررسی ظاهر جوش، ترک، تخلخل، نفوذ ناقص.

آزمایش مایعات نافذ (Liquid Penetrant Test – PT): برای آشکار کردن ترک‌های سطحی در جوش.

آزمایش ذرات مغناطیسی (Magnetic Particle Test – MT): مخصوص ترک‌های سطحی و نزدیک به سطح در فولادهای فرومغناطیس.

رادیوگرافی جوش (Radiographic Test – RT): با اشعه X یا گاما؛ برای کشف تخلخل و عیوب داخلی جوش.

آزمایش التراسونیک (Ultrasonic Test – UT): با امواج فراصوت؛ برای کشف ترک‌ها و حفرات داخلی.



The image shows an Ultrasonic Flaw Detector (Einhorn II DGS) with a hand holding a probe against a metal surface. The device has a screen displaying a graph and various control buttons.

صفحه ۲۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

انواع فرایندهای جوش کارگاهی و کارخانه‌ای

از میان فرایندهای جوشکاری، چهار فرآیند جوشکاری قوسی که برای جوشکاری سازه‌های فلزی ساختمان‌های مسکونی و صنعتی متداول است، انتخاب شده است که عبارتند از:

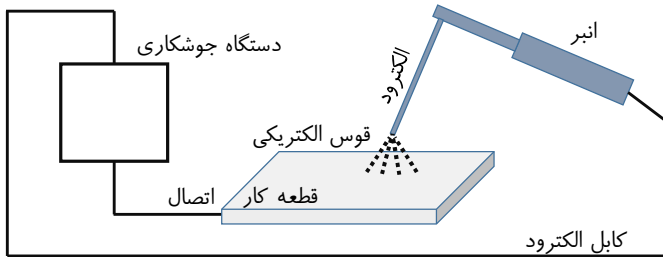
- ۱- جوشکاری قوسی فلزی با الکتروود روبوش‌دار (SMAW)
- ۲- جوشکاری قوسی فلزی تحت پوشش گاز محافظ با الکتروود مصرفی (GMAW)
- ۳- جوشکاری قوسی زیر پودری (SAW)

صفحه ۲۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

جوشکاری قوسی با الکتروود روکش دار (SMAW)

این فرآیند جوشکاری، فرآیند جوشکاری قوسی است که در آن، قوس بین یک الکتروود روبوش‌دار و قطعه کار، زده می‌شود و حرارت لازم برای ذوب کردن فلز پایه و الکتروود تأمین می‌شود. در این فرآیند از مکانیزم فشار استفاده نمی‌شود. کار محافظت از حوضچه مذاب در این فرآیند بر عهده پوشش الکتروود می‌باشد که این پوشش در هنگام جوشکاری در اثر حرارت تجزیه شده و به صورت سرباره و گاز از فلز جوش محافظت می‌کند. سرباره نقش پوشش حرارتی داشته و از سرد شدن سریع جوش جلوگیری کرده و کیفیت جوش را اصلاح می‌کند. همچنین سرباره دارای ترکیباتی می‌باشد که به فلز جوش اضافه شده و به این ترتیب عناصر از دست رفته منطقه جوش در حین جوشکاری جایگزین می‌شود.



The diagram illustrates the SMAW welding process. It shows a welder's torch (labeled 'انبر' - tongs) holding an electrode (labeled 'الکتروود' - electrode). The electrode is positioned to create an arc (labeled 'قوس الکتریکی' - electric arc) on a workpiece (labeled 'قطعه کار' - workpiece). The workpiece is connected to the ground (labeled 'اتصال' - connection). The electrode holder is connected to the power source (labeled 'دستگاه جوشکاری' - welding machine). A cable (labeled 'کابل الکتروود' - electrode cable) connects the machine to the torch.

صفحه ۲۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

جوشکاری تحت پوشش گازهای محافظ با الکتروده مصرفی (GMAW)

فرآیند جوشکاری است که در آن، با ذوب کردن اتصال توسط یک قوس الکتریکی بین یک الکتروده یکسرۀ فلزی پرکنندۀ مصرف شدنی و قطعه کار و حفاظت توسط یک گاز (مثلاً گاز آرگون یا گاز کربنیک) و یا مخلوطی از گازها، احتمالاً محتوی یک گاز خنثی، یا مخلوطی از یک گاز و یک سرباره و بدون کاربرد فشار صورت می‌گیرد. این فرآیند گاهی جوشکاری MIG یا MAG نامیده می‌شود. تغذیۀ الکتروده مداوم است. الکتروده (سیم جوش) لخت می‌باشد. این فرآیند جوشکاری را می‌توان با ماشین نیمه خودکار یا روش‌های خودکار انجام داد. در فرآیند MIG برای محافظت از فلز جوش و مذاب معمولاً از گازهای آرگون و هلیوم و مخلوطی از این گازها و گازهای بی اثر (Inert) و غیره استفاده می‌شود. فرآیند جوشکاری MIG برای جوشکاری فلزاتی مانند فولاد زنگ نزن، آلومینیوم، نیکل و مس مورد استفاده قرار می‌گیرد.

The diagram illustrates the GMAW welding process. A torch assembly is shown with a wire electrode being fed from a spool. The torch is positioned over a workpiece (labeled 'فلز پایه' - base metal). A gas shield (labeled 'بازشوی گاز' - gas shield) surrounds the electrode tip. The electrode is labeled 'الکتروده' (electrode). A power source (labeled 'منبع گاز' - gas source) is connected to the torch. A control unit (labeled 'دستگاه جوشکاری' - welding machine) is also connected. The workpiece is labeled 'فلز پایه' (base metal). The diagram shows the electrode melting the base metal to form a weld pool.

صفحه ۲۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

جوشکاری زیرپودری (SAW)

فرآیند جوشکاری قوسی که یک یا چند قوس بین الکتروده فلزی لخت یا الکترودها (سیم جوش توپر) و حوضچۀ جوش بکار می‌برد. قوس و فلز مذاب توسط بستری از روان ساز دانه یا پودر جوش روی قطعات کار محافظت می‌شوند. فرآیند بدون فشار و فلز پرکنندۀ تولیدی توسط الکتروده (سیم جوش) و گاهی از منبعی ضمیمه (سیم جوش، روان ساز یا دانه‌های فلزی) تأمین می‌شود. از آنجایی که قوس الکتریکی در این فرآیند جوشکاری زیر پودر جوش مخفی می‌باشد گاهی به این فرآیند جوشکاری، جوشکاری قوس مخفی نیز می‌گویند.

The diagram illustrates the SAW welding process. A wire electrode (labeled 'الکتروده') is shown melting a workpiece (labeled 'فلز پایه' - base metal). The weld pool is covered by a layer of flux (labeled 'روان ساز جوش' - welding flux). The flux is labeled 'جوش' (weld). The workpiece is labeled 'فلز پایه' (base metal). The diagram shows the electrode melting the base metal to form a weld pool, which is then covered by the flux.

صفحه ۲۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezai.ir
 Telegram: @AlirezaiChannel

طبقه بندی الکتروادهای روپوش دار بر اساس استاندارد AWS

این انجمن قواعدی را در مورد شناسایی و طبقه بندی الکترودها وضع کرده که مورد تأیید اغلب انجمن‌های مهندسی و فنی آمریکا و دیگر کشورهای صنعتی جهان نیز قرار گرفته است. در طبقه بندی AWS، هر الکترودها با یک حرف (E) و یک عدد چهار یا پنج رقمی مشخص می‌شود: E XXXX یا E XXXXX

الف) حرف سمت چپ (E) معرف الکترودها روکش دار است.

ب) دو رقم سمت چپ از عددهای چهار رقمی (یا سه رقم سمت چپ از عددهای پنج رقمی) معرف حداقل استحکام کششی فلز جوش بر حسب هزار پوند بر اینچ مربع یا KSI است. به طور مثال، الکترودها E6010 که دو رقم سمت چپ آن ۶۰ است، دارای 60KSI یا 60000PSI استحکام کششی است.

پ) دومین رقم از سمت راست، وضعیت جوشکاری (Position) را نشان می‌دهد.

EXX1X: برای تمامی وضعیت‌ها

EXX2X: وضعیت‌های تخت و افقی

EXX3X: تخت

EXX4X: تخت، سقفی، افقی، عمودی سرازیر

ت) رقم اول از سمت راست نشان دهنده نوع جریان، پلارینه، نوع روکش و مقدار نفوذ قوس الکتریکی است. برای تبدیل واحد ksi به کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، کافی است آن را در ۷۰ ضرب نماییم. به عنوان مثال حداکثر مقاومت کششی الکترودها E60XX برابر ۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر و برای الکترودها E70XX برابر ۴۹۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر می‌باشد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۲۹

WebSite: www.M-Alirezai.ir
 Telegram: @AlirezaiChannel

انواع اتصالات جوشی از منظر وضعیت قرارگیری ورق‌ها

نوع اتصال به عواملی نظیر اندازه و شکل اعضای که در یک اتصال به هم وصل می‌شوند، نوع بارگذاری اندازه درزی که برای جوشکاری قابل استفاده است و هزینه‌های نسبی انواع مختلف جوش بستگی دارد. با اینکه در عمل تغییرات و ترکیبات مختلفی یافت می‌شود، پنج نوع اصلی اتصال جوش عبارتند از: لب به لب، رویهم، سپری، گونیا (گوشه) و پیشانی

الف) اتصال لب به لب

ب) اتصال روی هم

پ) اتصال سپری

ت) اتصال گوشه

ث) اتصال پیشانی

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۰

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

انواع آماده سازی لبه در جوش شیاری:

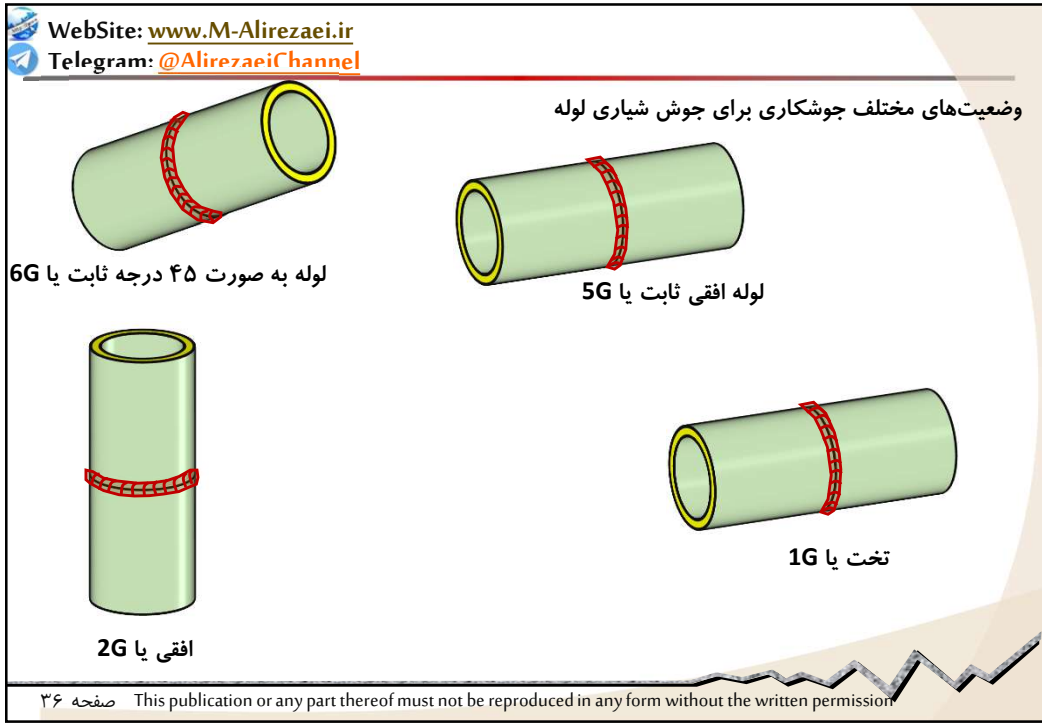
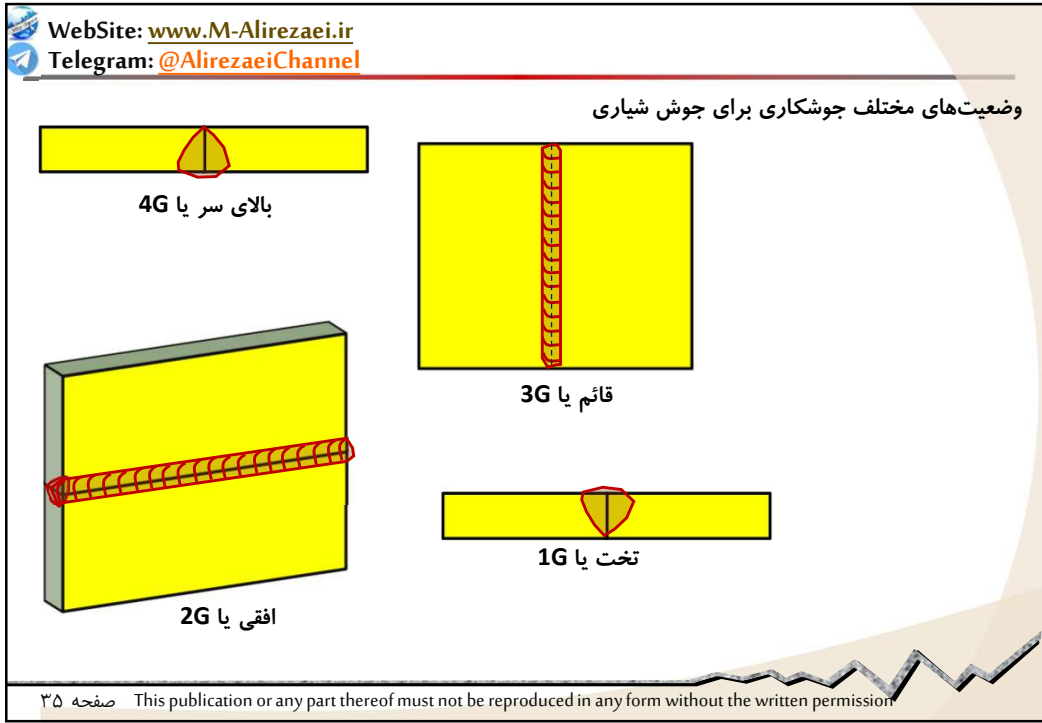
استفاده عمده از جوش شیاری در اتصالات لب به لب است. در این اتصال، اجرای جوش شیاری با و بدون ورق پشت بند انجام می‌شود. معمولاً بنا به صلاحدید طراح گاهی از پشت بند در جوشکاری استفاده می‌شود که این ممکن است به دلایلی چون جلوگیری از اکسید شدن پشت ریشه جوش، عدم ریزش مذاب از ریشه جوش، افزایش یا کاهش سرعت انجماد، اطمینان از خالی نبودن یا ایجاد زیر شدن در قسمت پشتی جوش و غیره از تسمه‌هایی که ممکن است از جنس قطعه کار یا فلزات و غیر فلزات دیگر می‌باشند، استفاده می‌شود.

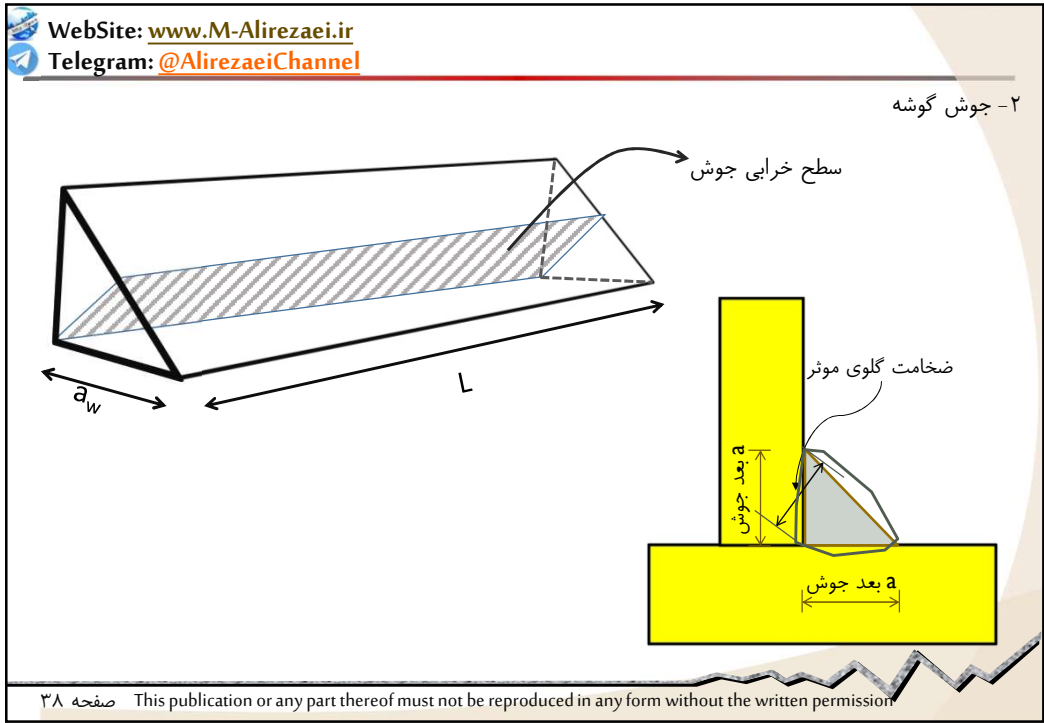
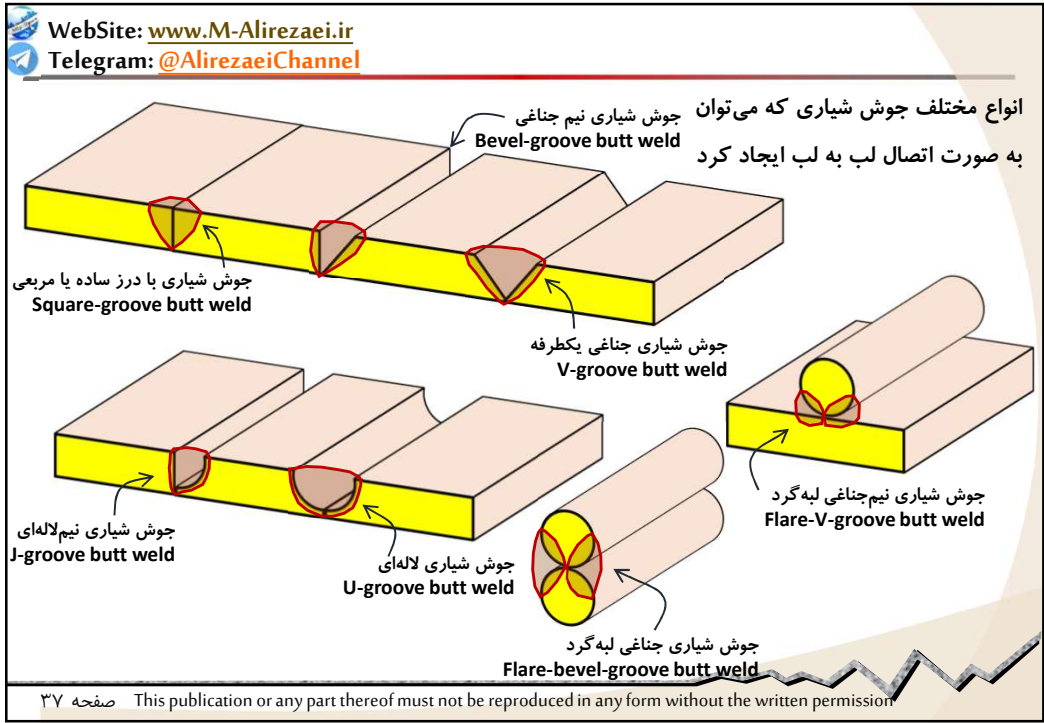
صفحه ۳۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برخی از علائم متداول جوشکاری شیاری

صفحه ۳۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission





WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

حداقل بعد جوش‌های گوشه نباید از بعد موردنیاز برای انتقال بارهای محاسبه شده و اندازه‌های نشان داده شده در جدول زیر کوچکتر انتخاب شود. حداقل بعد جوش با یک بار عبور تابع ضخامت قطعه نازکتر بوده و در هر حال نباید از ضخامت قطعه نازکتر بیشتر باشد.

ضخامت قطعه نازکتر	حداقل بعد جوش گوشه (با یک بار عبور)
تا ۶ میلیمتر	۳ میلیمتر
از ۶ تا ۱۲ میلیمتر	۵ میلیمتر
از ۱۲ تا ۲۰ میلیمتر	۶ میلیمتر
بیش از ۲۰ میلیمتر	۸ میلیمتر

۲- حداکثر بعد جوش‌های گوشه در لبه قطعات متصل شونده برای قطعات با ضخامت کوچکتر از ۶ میلیمتر برابر ضخامت قطعه و برای قطعات با ضخامت بیش از ۶ میلیمتر برابر ضخامت قطعه منهای ۲ میلیمتر است.

صفحه ۳۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

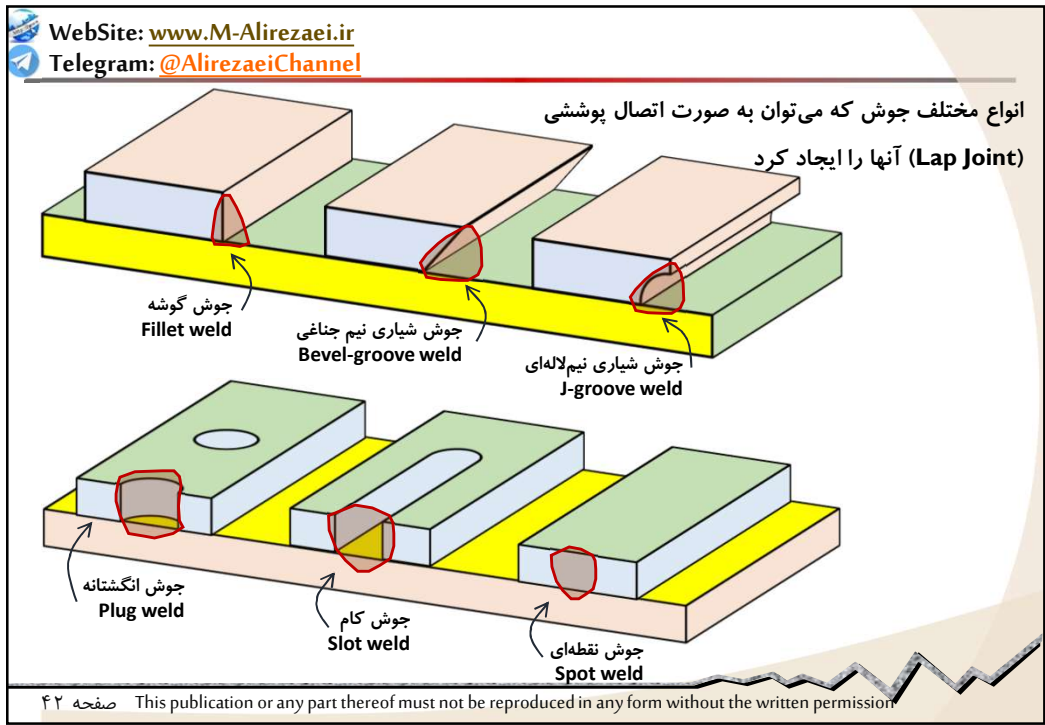
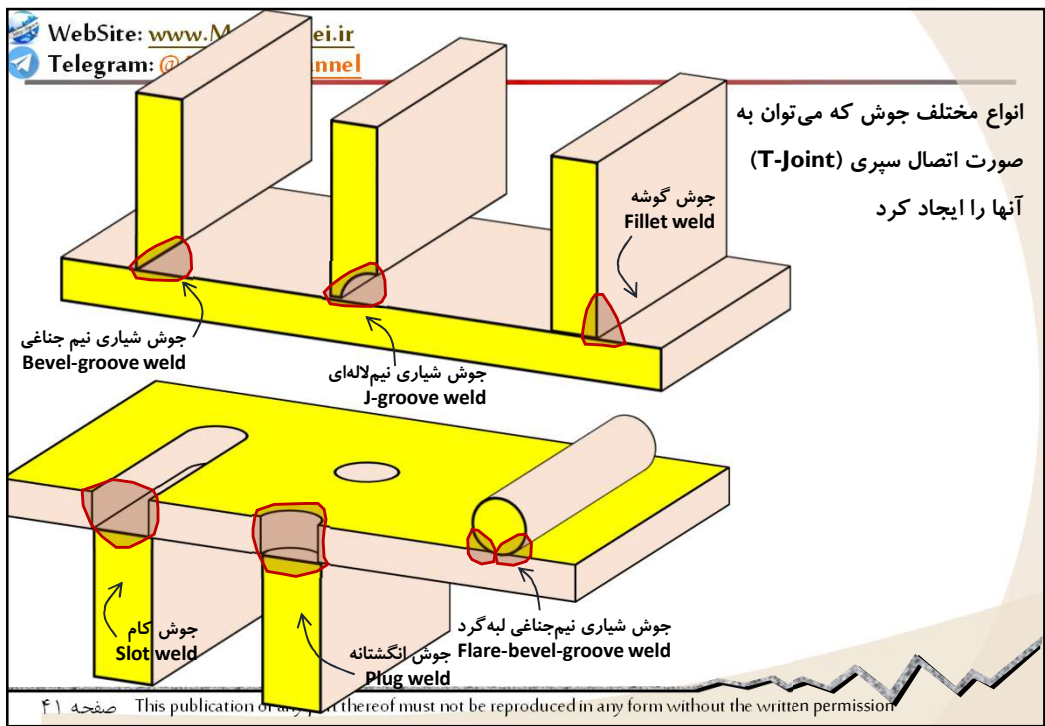
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

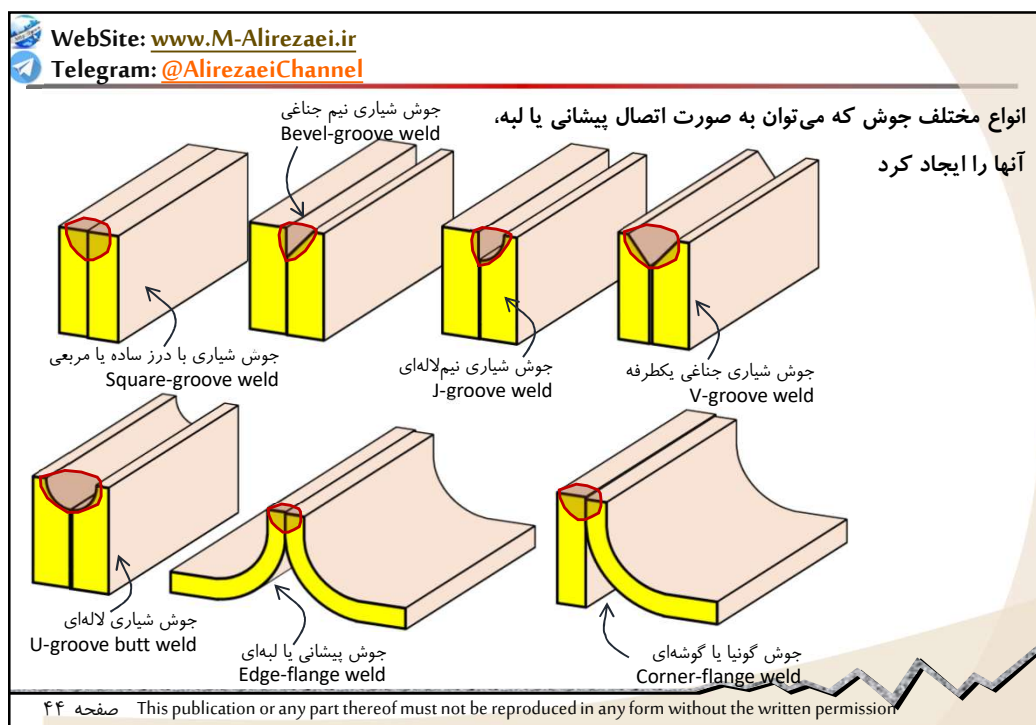
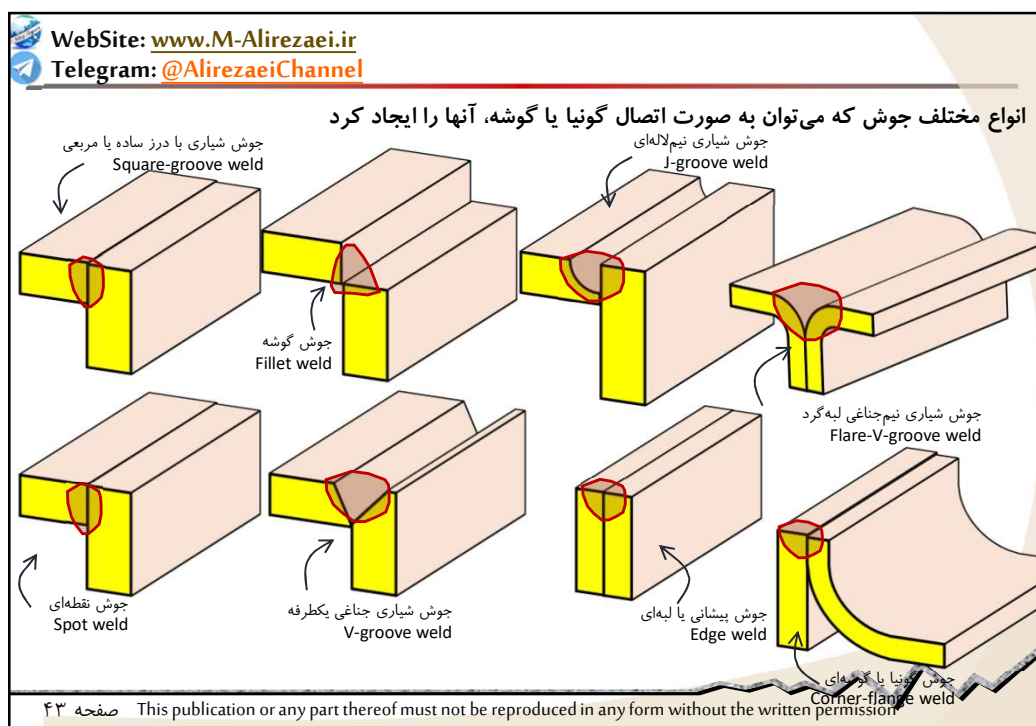
۳- جوش کام و انگشتانه

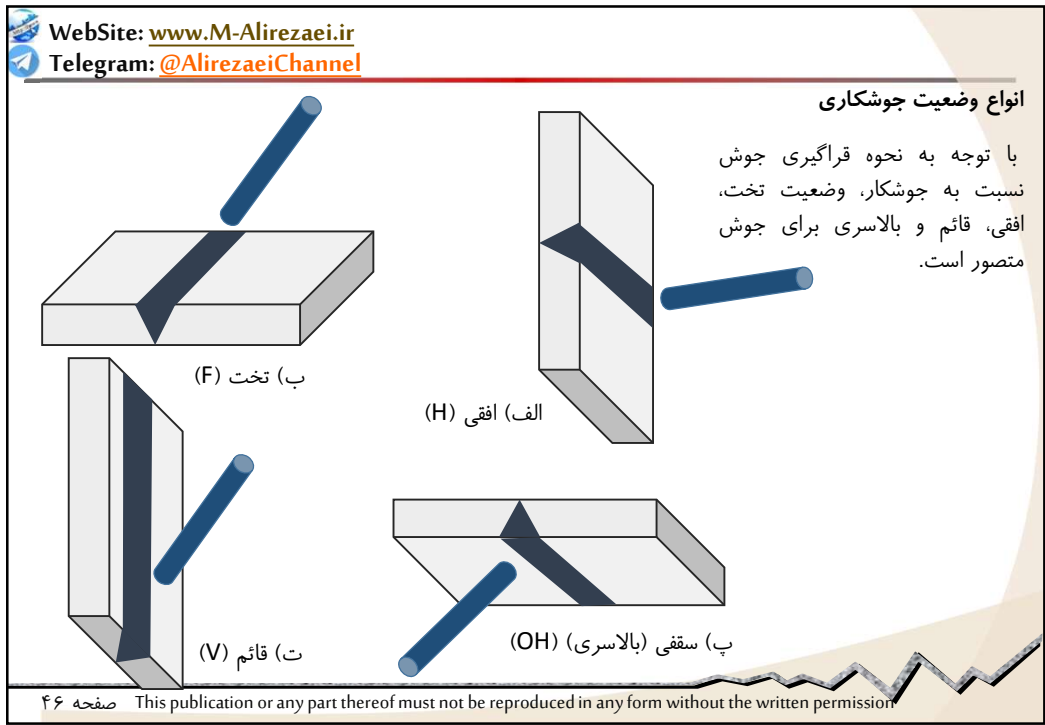
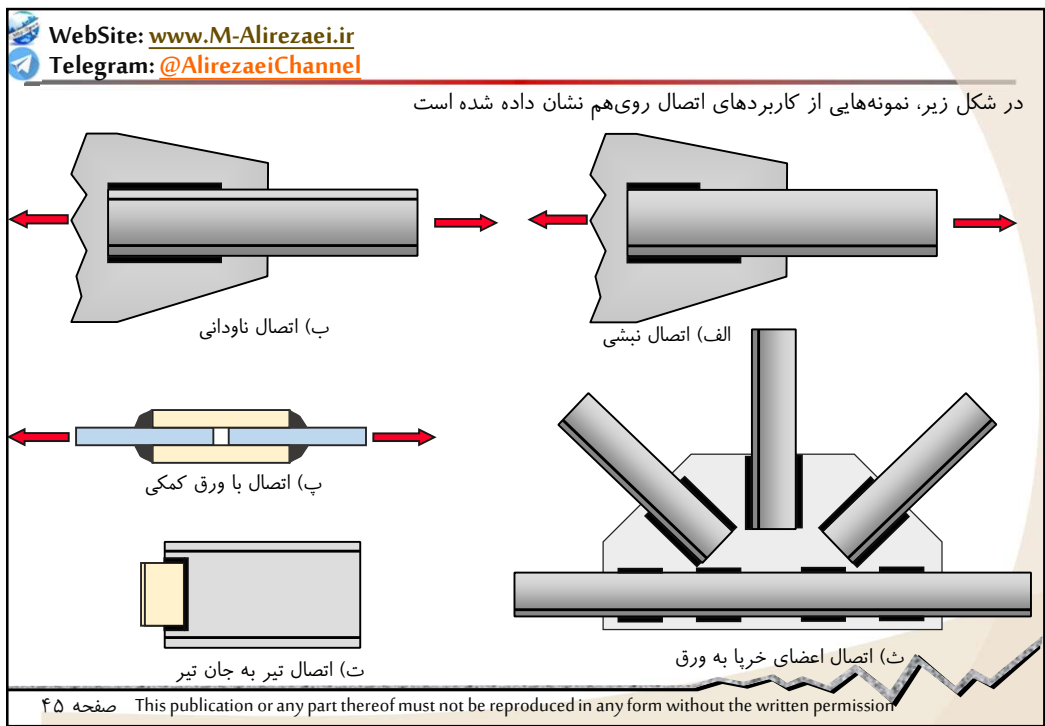
الف) جوش گوشه به همراه جوش کام

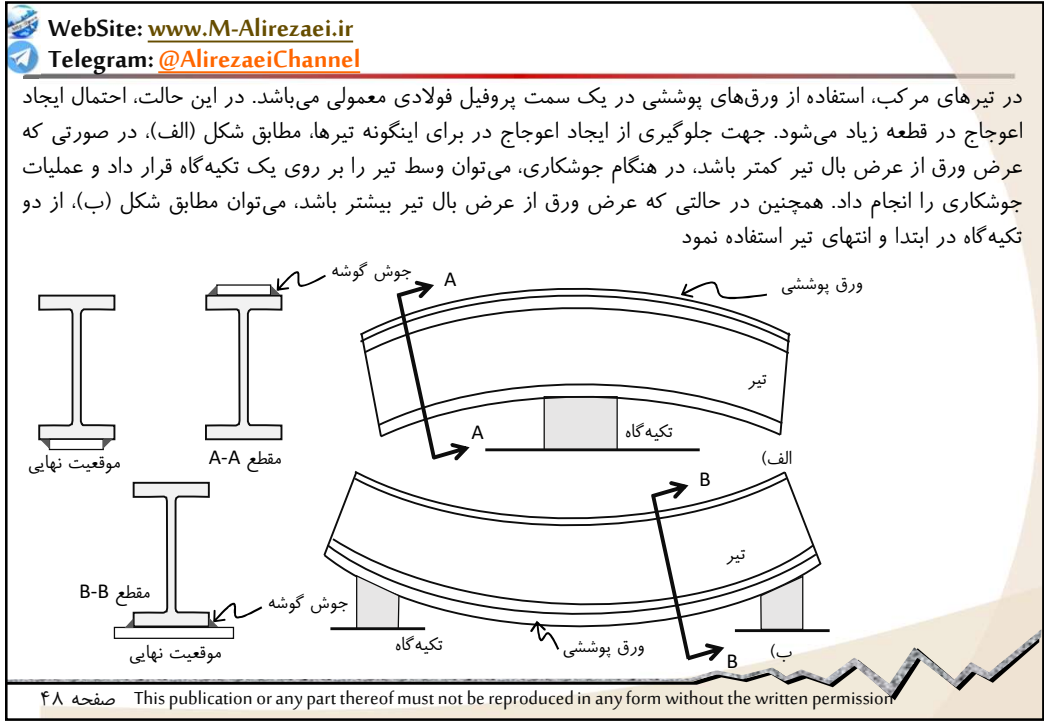
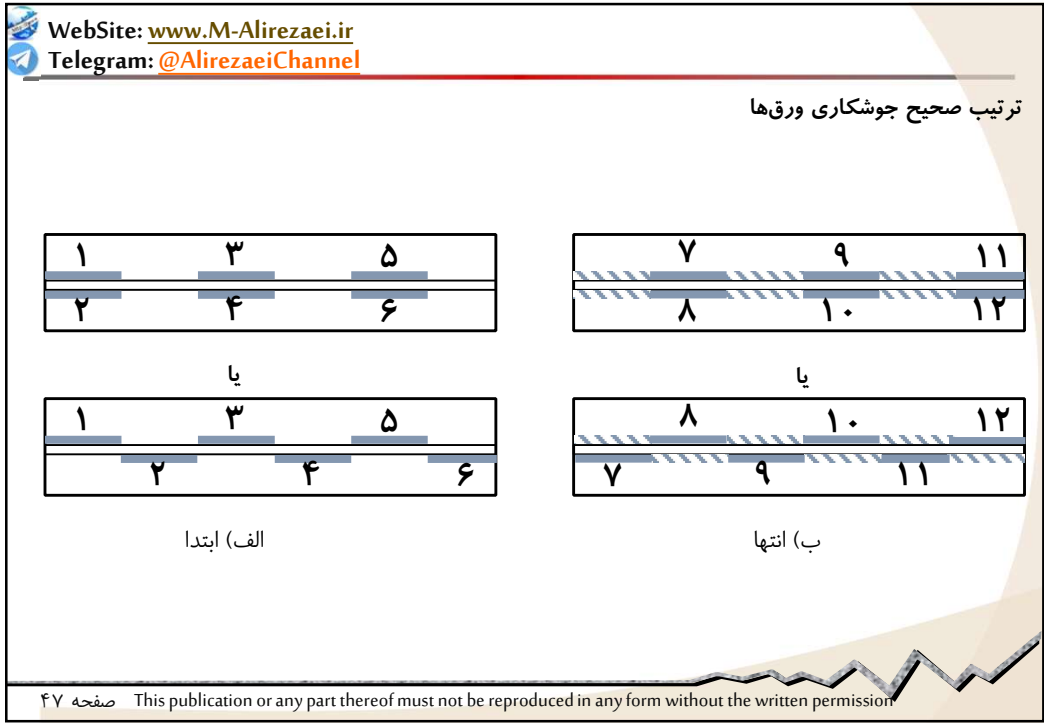
ب) جوش گوشه به همراه جوش انگشتانه

صفحه ۴۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission









WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

انواع جوش

چهار نوع جوش وجود دارد که عبارتند از: جوش شیاری با نفوذ کامل، جوش شیاری با نفوذ ناقص، جوش کام، جوش گوشه و جوش انگشتانه. در سازه‌های فولادی بیشتر اتصالات بصورت گوشه بوده و جوش شیاری با وجود عملکرد مناسب کمتر از جوش گوشه استفاده می‌شود. استفاده از جوش‌های کام و انگشتانه نیز در رتبه‌های بعدی می‌باشد. استفاده از جوش گوشه به لحاظ سهولت در اجرا و اقتصادی بودن و امکان استفاده در اغلب اتصالات بیشتر مورد توجه طراحان است.

(الف) جوش گوشه
 (ب) جوش شیاری
 (ت) جوش کام
 (پ) جوش انگشتانه

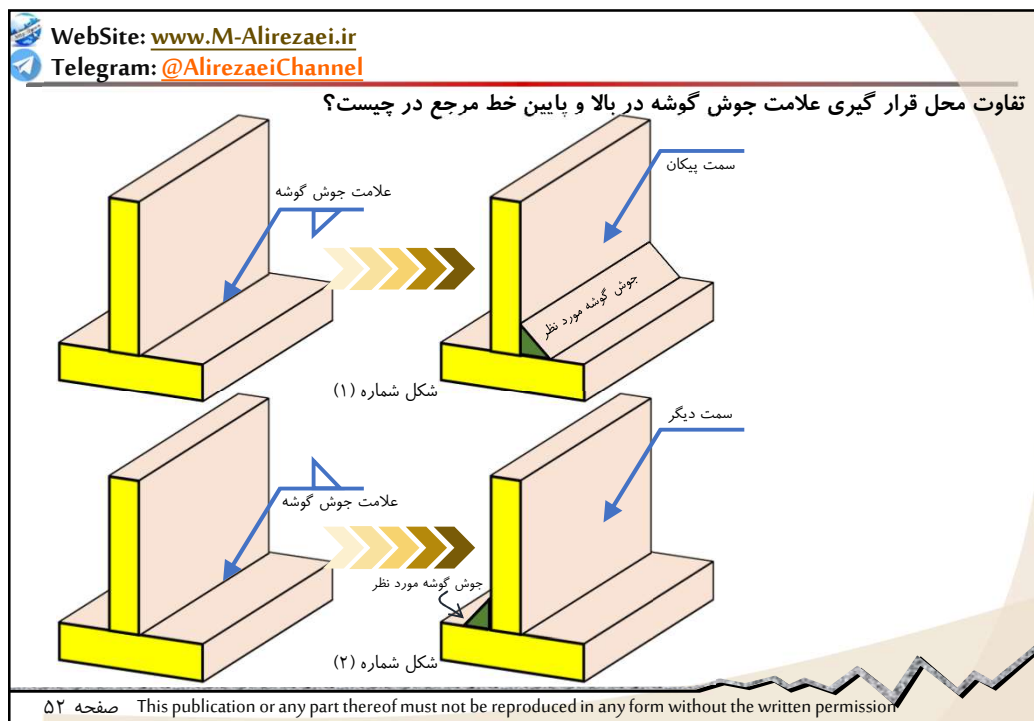
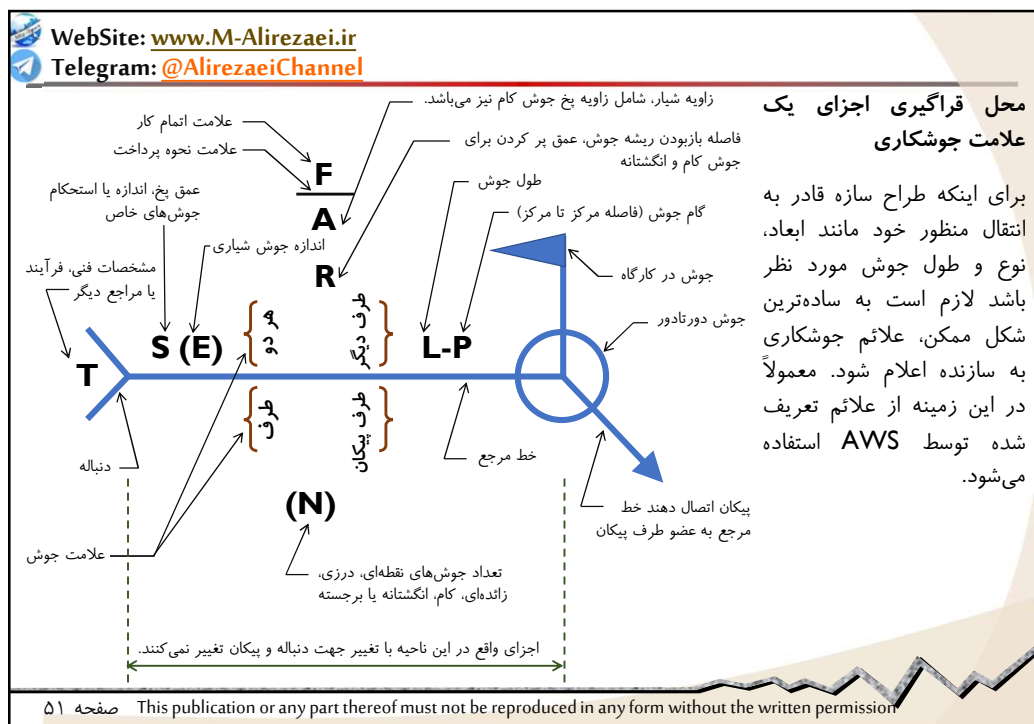
صفحه ۴۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

چند نمونه از کاربرد جوش گوشه:

ورق های وصله
 اتصال روی هم
 اتصال شکافدار
 ورق زیر سری
 اتصال نشیمن
 اتصال سپری
 اتصال کف ستون
 اتصال لوله ای
 اتصال نبشی جان تیر
 ساختن مقطع از ورق
 ساختن مقطع از ورق

صفحه ۵۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

انواع اتصالات در سازه‌های فولادی

اتصال ساده نشسته تقویت نشده

یکی از روش‌های معمول برای انتقال نیروهای تیر به ستون، استفاده از اتصالات ساده نشسته است. در این اتصال تیر بر روی یک نشیمن که می‌توان انعطاف‌پذیر (سخت نشده) یا سخت (تقویت شده) باشد، قرار می‌گیرد. در اتصالات انعطاف‌پذیر معمولاً از نبشی استفاده می‌شود. میزان گیرداری این اتصالات نسبت به اتصالات قاب شده بیشتر است. معمولاً در تمام اتصالات نشسته از یک نبشی فوقانی به عنوان تامین کننده تکیه‌گاه جانبی برای بال فشاری، استفاده می‌شود. اتصال نبشی‌ها به ستون می‌تواند بصورت جوشی یا پیچی صورت گیرد.

نبشی فوقانی با حداقل ضخامت ۶ میلیمتر

12-15mm

صفحه ۵۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

اتصال ساده نشسته تقویت شده

در حالتی که عکس‌العمل تکیه‌گاهی در اتصالات زیاد باشد استفاده از اتصالات نشسته اجتناب ناپذیر است. اگر چه در مبحث دهم و AISC محدودیتی برای عکس‌العمل تکیه‌گاهی اتصال نشسته تقویت نشده داده نشده، ولیکن معمولاً در حالتی که عکس‌العمل تکیه‌گاهی بیش از ۱۵ تن شود، استفاده از اتصال ساده تقویت نشده امکان‌پذیر نبوده و معمولاً از لچکی و یا مقطع T شکل در محل اتصال استفاده می‌شود.

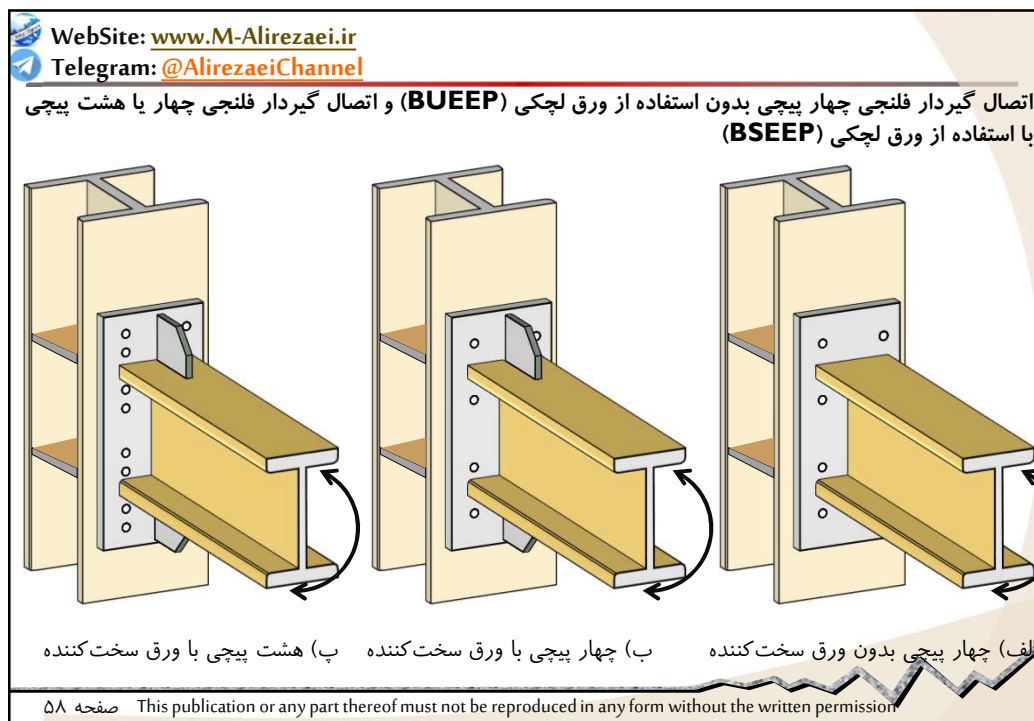
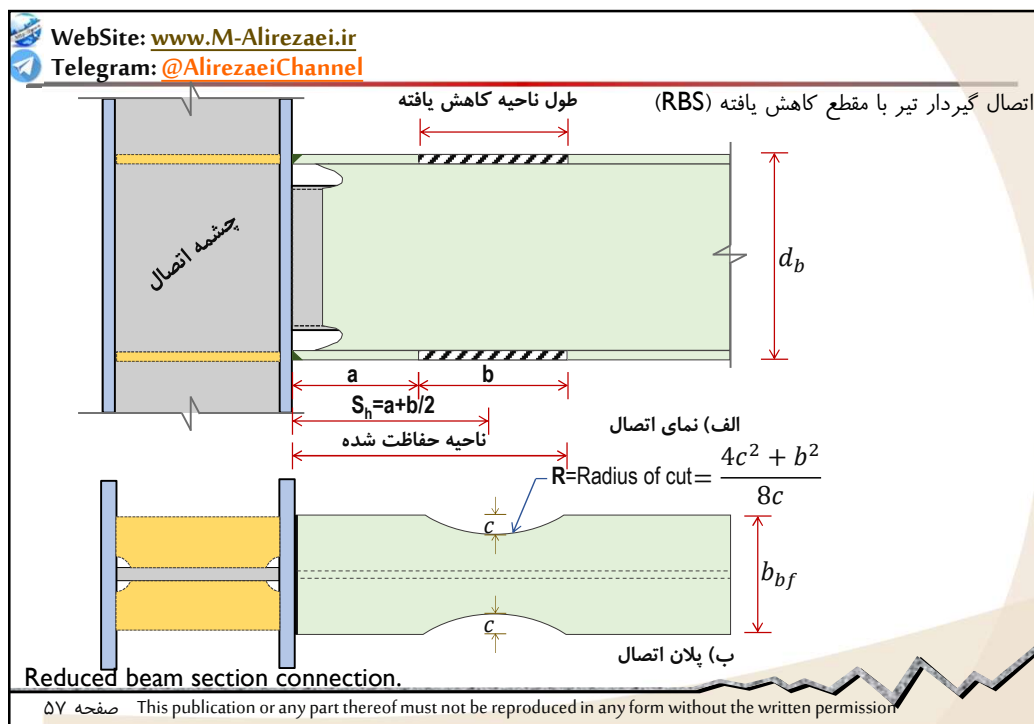
$\theta \neq 90^\circ$

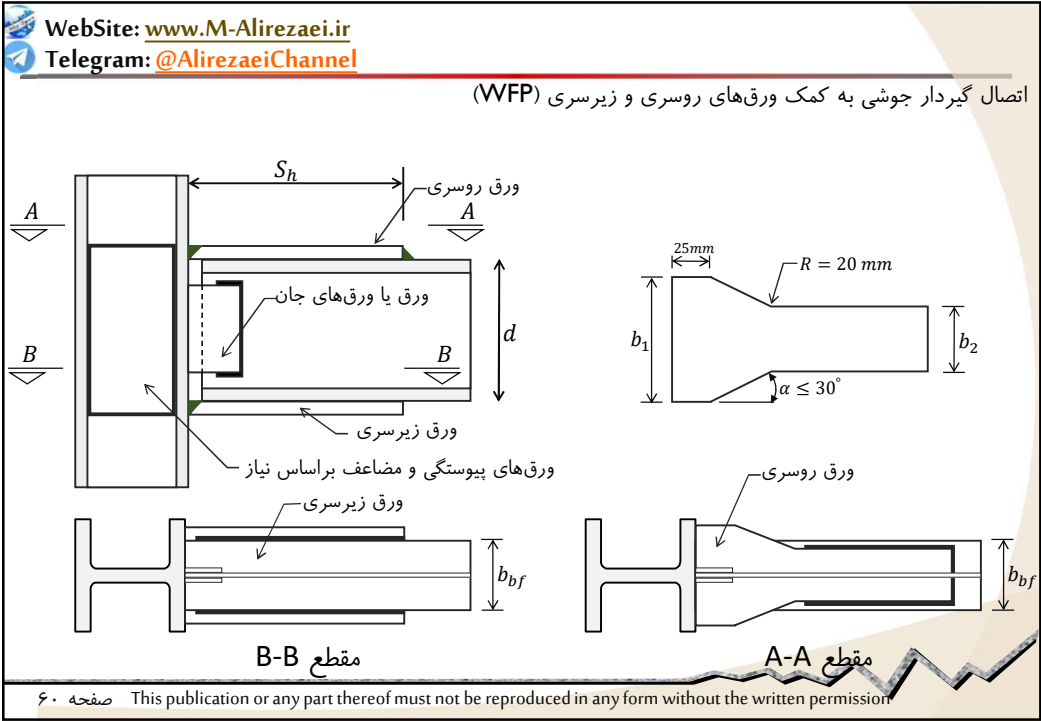
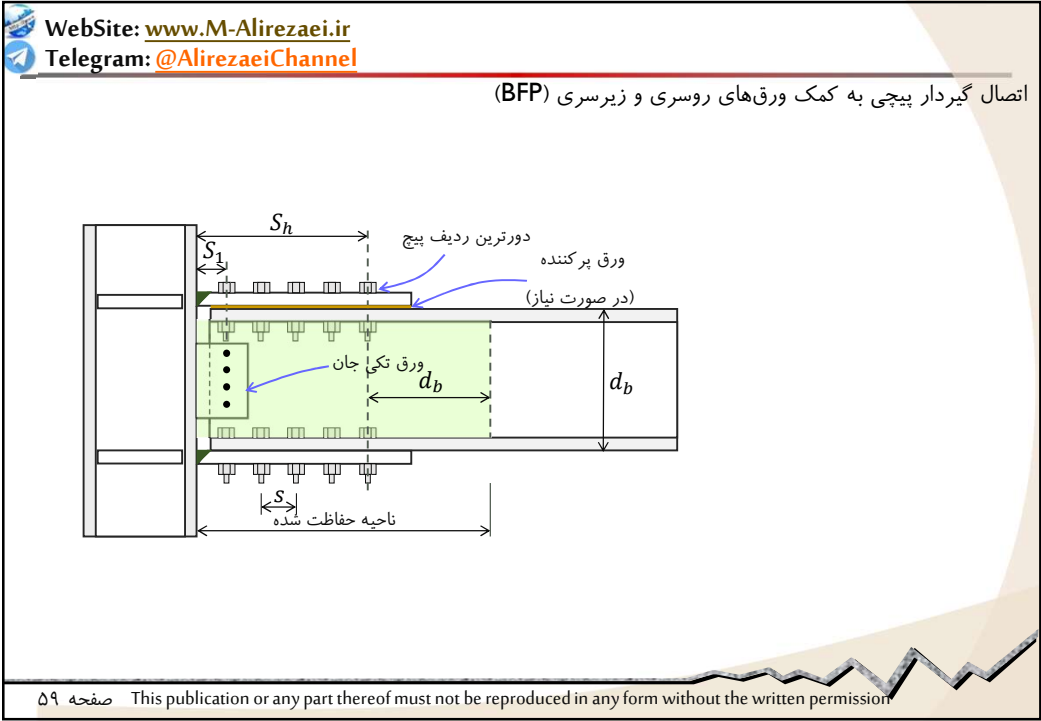
$\theta = 90^\circ$

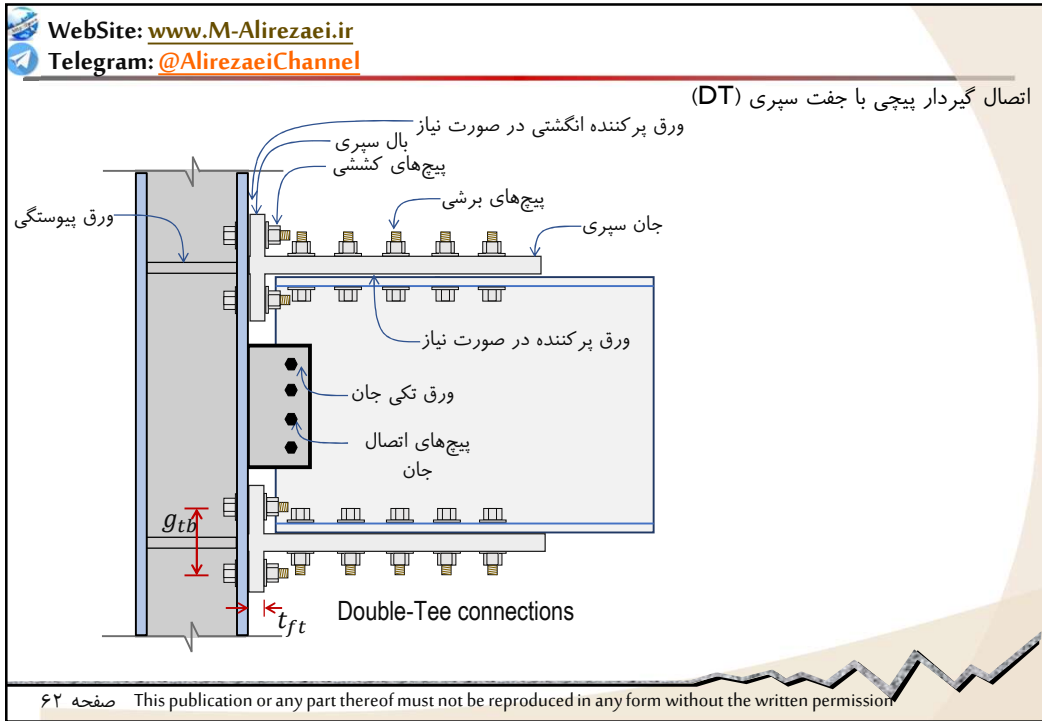
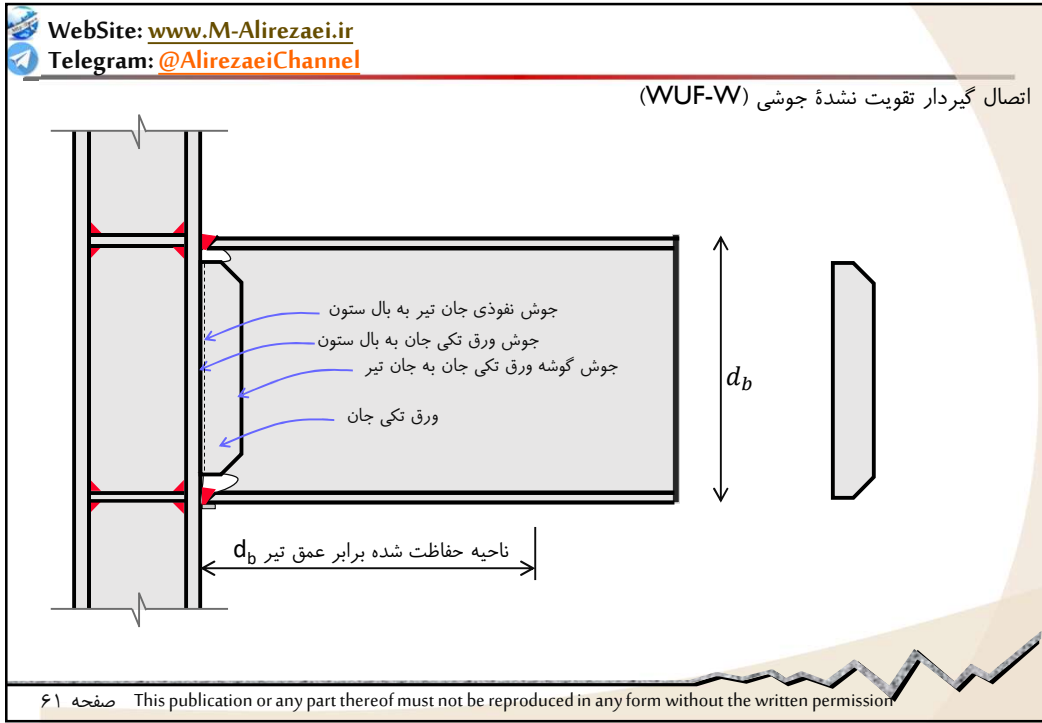
W

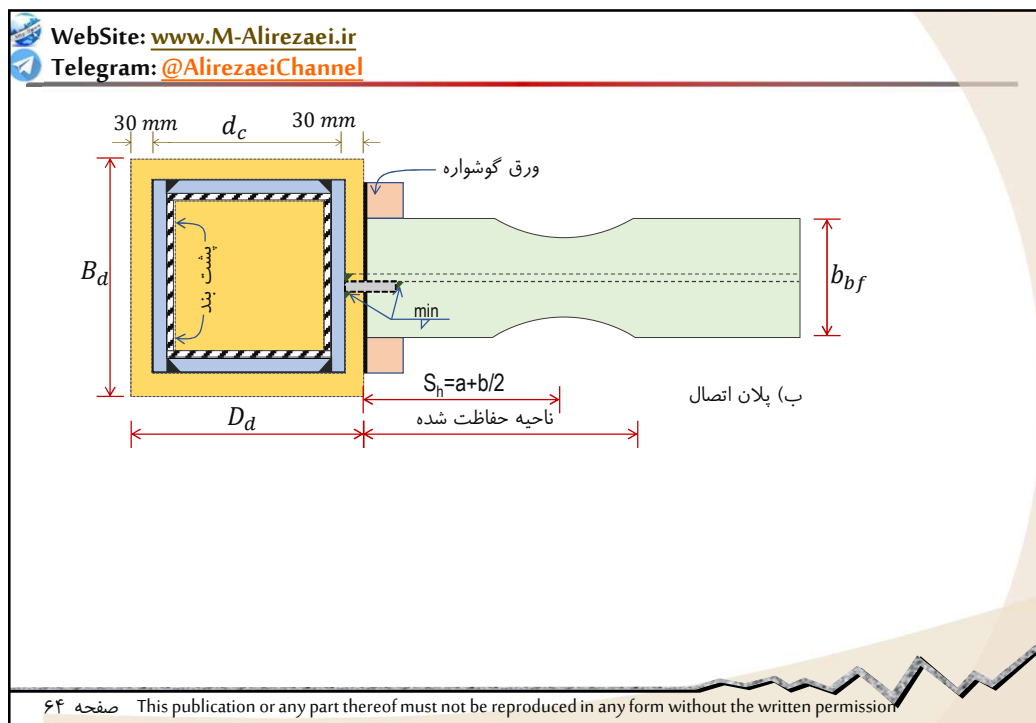
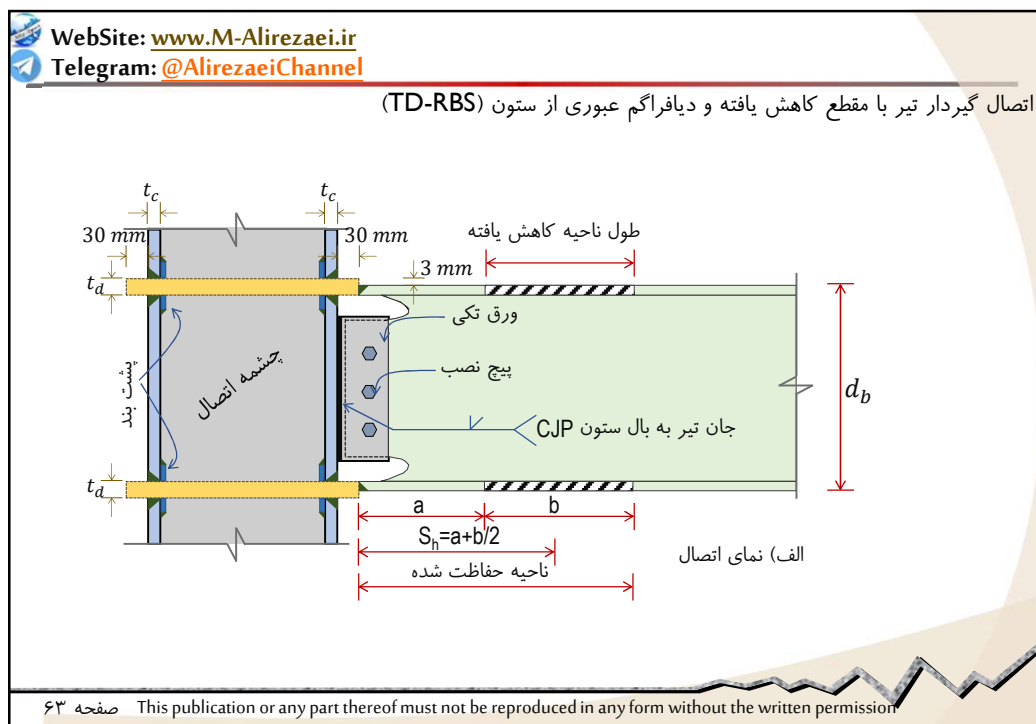
W

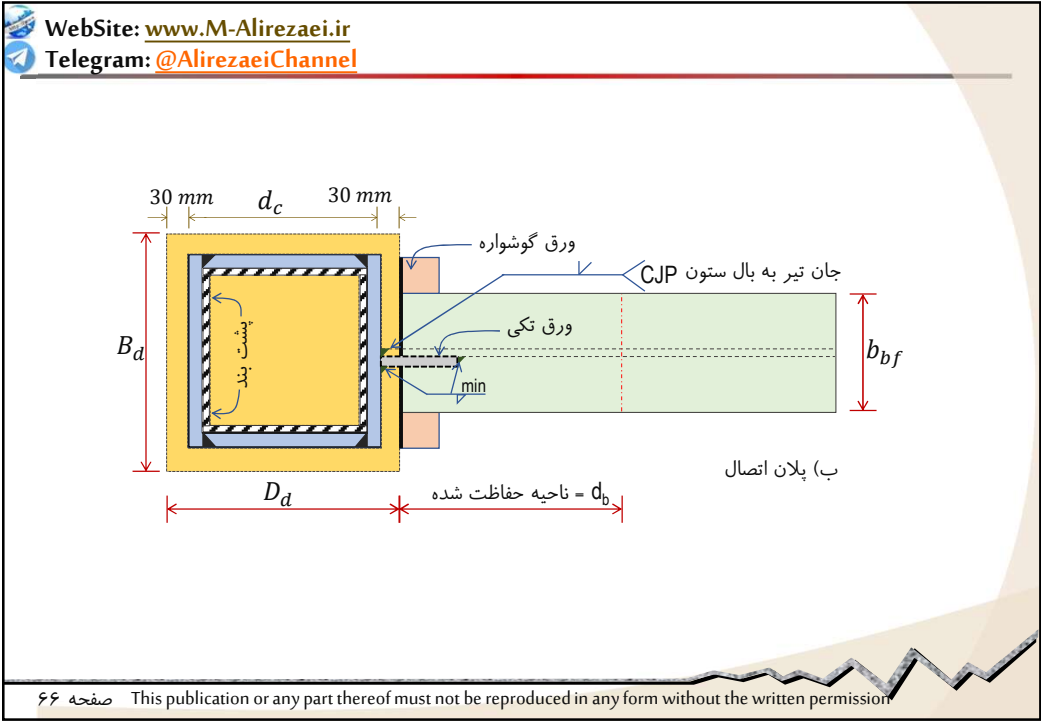
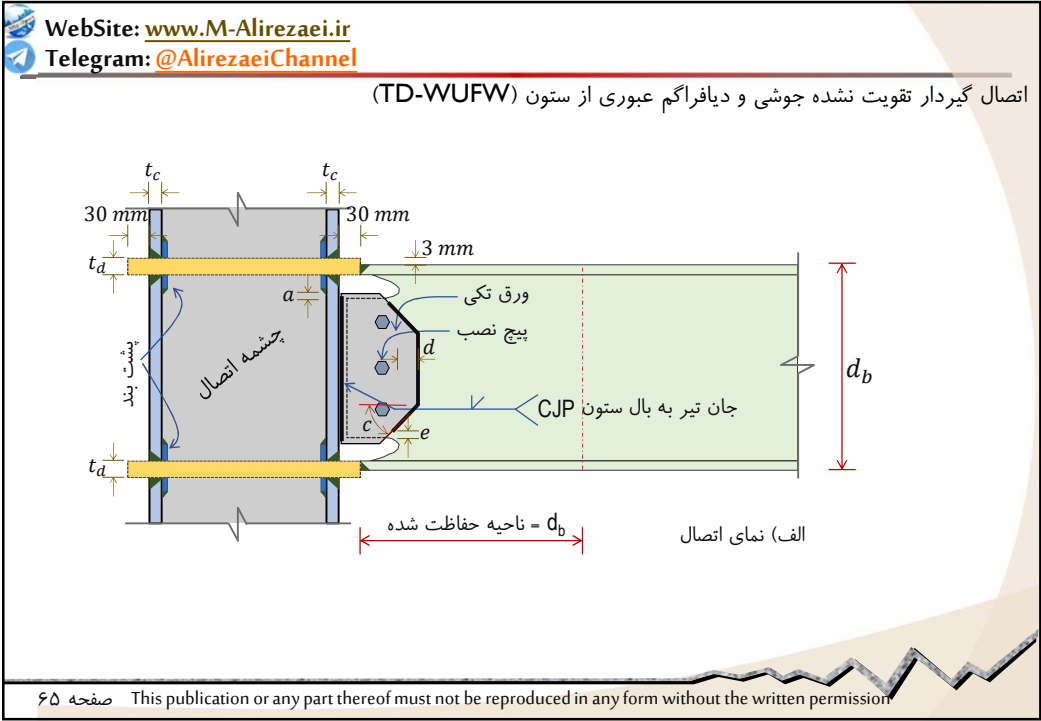
صفحه ۵۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission











WebSite: www.M-Alirezai.ir
 Telegram: @AlirezaiChannel

سازه‌های فولادی مختلط

الف) اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن که در آن مقطع فولادی نوردشده یا ساخته شده از ورق در بتن سازه‌ای محاط است (شکل الف)

ب) اعضای محوری با مقطع مختلط پرشده با بتن که در آن مقطع فولادی نوردشده یا ساخته شده از ورق و مقطع دایره‌ای شکل توخالی یا مقطع قوطی شکل (HSS) با بتن سازه‌ای پرشده است (شکل ب و پ)

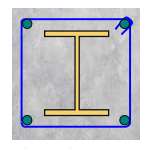
در حالتی که ستون توسط بتن پر شود، ستون فولادی نقش قالب بتن را نیز بازی خواهد نمود. در این حالت بتن و فولاد با هم بارهای وارده را تحمل می‌نمایند و ظرفیت مقطع و همچنین مقاومت در برابر کمانش موضعی ستون افزایش خواهد یافت. یکی از مزایای این مقاطع، هزینه پایین بتن در برابر فولاد است. در حالتی که مقطع فولادی توسط بتن محصور شود، می‌تواند محافظت خوبی را در برابر آتش سوزی برای ستون ایجاد نماید.



(پ) عضو محوری مختلط با مقطع دایره‌ای



(ب) عضو محوری مختلط جعبه‌ای



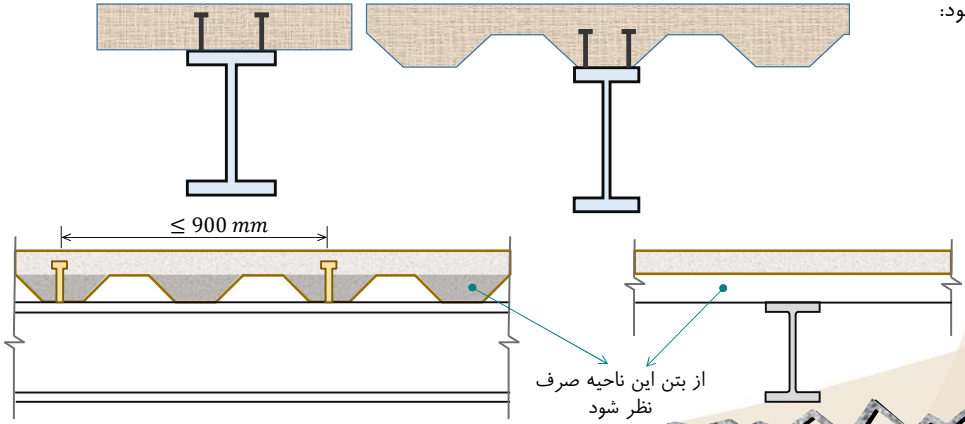
(الف) عضو محوری مختلط محاط در بتن

صفحه ۶۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezai.ir
 Telegram: @AlirezaiChannel

انواع سقف‌های سازه‌های فولادی

در شکل زیر چند نمونه از تیرهای مرکب نشان داده شده است. در حالتی که از مقطع مرکب برای اعضای خمشی استفاده می‌شود، ظرفیت خمشی عضو به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته و منجر به یک طرح اقتصادی با مقاطع کوچکتر خواهد شد. لیکن بایستی به یک نکته توجه داشت و آن هم استفاده از تیرهای مرکب در دهانه‌ها بلند می‌باشد، که با کاهش وزن ممکن است ارتفاع آنها قابل توجه شود. در تیرهای مرکب، می‌توان به حالت‌های زیر، طراحی و اجرا نمود:



از بتن این ناحیه صرف نظر شود

صفحه ۷۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

انواع میلگردهای موجود در بازار

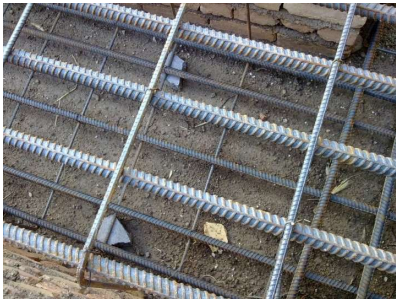
الف) فولاد نرم (S240) که منحنی تنش-کرنش آن دارای پله تسلیم مشهود است.

ب) فولاد نیم سخت (S340 و S400) که منحنی تنش-کرنش آن دارای پله تسلیم بسیار محدود است.

پ) فولاد سخت (S500) که منحنی تنش-کرنش آن فاقد پله تسلیم است.

استفاده از میلگردهای AI و AIII و AIV در تمام سازه‌ها مجاز است.

- استفاده از میلگرد S240 فقط به عنوان مارپیچ مجاز است.



Category	F_u (Mpa)	F_y (Mpa)	Name	
فاقد آج	360	240	AI	S240
آجدار مارپیچ	500	340	AII	S340
آجدار جناقی	600	400	AIII	S400
آجدار دوکی	650	520	AIV	S500

صفحه ۷۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel



S400



S340



S500

صفحه ۷۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

در استاندارد ASTM میلگرد زیر بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند:

Grade 40: $f_y : 40 \text{ ksi} \approx 2800 \text{ kg/cm}^2$
 Grade 60: $f_y : 60 \text{ ksi} \approx 4200 \text{ kg/cm}^2$
 Grade 80: $f_y : 80 \text{ ksi} \approx 5600 \text{ kg/cm}^2$
 Grade 100: $f_y : 100 \text{ ksi} \approx 7030 \text{ kg/cm}^2$

گرید ۴۰ در پروژه های کوچک بیشتر استفاده می شود و گرید ۶۰ در پروژه های بزرگتر.

در استاندارد ASTM میلگردها با علامت # نشان داده می شود و عدد بعد از آن تقسیم بر ۸ برابر قطر میلگرد بر حسب اینچ است. به عنوان مثال:

diameter of a #10 bar is $10 \times (1/8) = 1.25 \text{ in.}$

صفحه ۷۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ASTM Standard Bar Sizes and Areas

Bar	Diameter (in)	Diameter (cm)	Area (in ²)	Area (cm ²)
#3	0.375	0.95	0.11	0.71
#4	0.5	1.27	0.20	1.27
#5	0.625	1.59	0.31	1.98
#6	0.75	1.91	0.44	2.85
#7	0.875	2.22	0.60	3.88
#8	1	2.54	0.79	5.06
#9	1.125	2.86	0.99	6.41
#10	1.25	3.18	1.23	7.91
#11	1.375	3.49	1.48	9.58
#14	1.75	4.45	2.40	15.51
#18	2.25	5.72	3.97	25.64

صفحه ۷۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

انواع میلگرد در سازه‌های بتنی از منظر عملکرد

- میلگرد طولی عمومی در تیرها
- میلگرد طولی تقویتی در تیرها
- خاموت
- تنگ
- سنجاقی
- میلگرد عرض در تیرها
- میلگرد طولی در ستون‌ها
- میلگرد عرض در ستون‌ها

صفحه ۷۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

تعریف آرماتور دورگیر (hoop reinforcement) (در مبحث نهم ویرایش ۹۹):

تنگ بسته یا تنگ دورپیچ شده به طور پیوسته، که از یک یا چند میلگرد ساخته شده و هر کدام در دو انتها قلاب‌های لرزه‌ای دارند. آرماتور دورگیر نباید از میلگردهای آجدار سردار ساخته شود.

قلاب لرزه‌ای (seismic hook):

طبق ضوابط مبحث نهم: قلاب با خم ۱۳۵ درجه و یا بیشتر بر روی خاموت‌ها، دورگیرها و یا سنجاقی‌ها، با طول مستقیم بعد از خم حداقل ۶ برابر قطر و یا ۷۵ میلی‌متر. قلاب‌های متعلق به دورگیرهای دایره‌ای می‌توانند خم ۹۰ درجه یا بیشتر داشته باشند. قلاب‌های لرزه‌ای باید آرماتورهای طولی را در بر گیرند و طول مستقیم آنها رو به داخل باشد.

خم حداقل ۱۳۵ درجه و انتهای مستقیمی به طول ۶ برابر قطر میلگرد یا ۷۵ میلی‌متر

قلاب ۹۰ درجه برای حلقه دایره‌ای

صفحه ۷۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

نتیجه عدم محصور شدگی میلگردهای طولی



صفحه ۷۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

قلاب‌های استاندارد میلگرد

هر یک از خم‌های شرح داده شده در زیر، قلاب استاندارد تلقی می‌شوند.

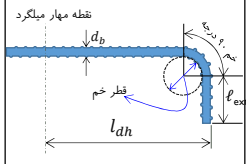
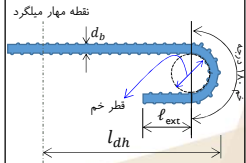
الف) برای میلگردهای اصلی:

- خم نیم‌دایره (قلاب ۱۸۰ درجه) به اضافه حداقل $4d_b$ طول مستقیم ولی نه کمتر از ۶۰ میلیمتر در انتهای آزاد میلگرد.
- خم ۹۰ درجه (گونیا) به اضافه طول مستقیم برابر حداقل $12d_b$ در انتهای آزاد میلگرد.

ب) برای میلگردهای خاموت و سنجاقی:

- خم ۹۰ درجه (گونیا) به اضافه حداقل $6d_b$ به طول مستقیم ولی نه کمتر از ۷۵ میلیمتر در انتهای آزاد میلگرد، برای میلگردهای به قطر ۱۶ میلیمتر و کمتر.
- خم ۹۰ درجه (گونیا) به اضافه حداقل $12d_b$ به طول مستقیم در انتهای آزاد میلگرد، برای میلگردهای به قطر بیشتر از ۱۶ میلیمتر و کمتر از ۲۵ میلیمتر.
- خم ۱۳۵ درجه (چنگک) به اضافه حداقل $6d_b$ طول مستقیم ولی نه کمتر از ۶۰ میلیمتر در انتهای آزاد میلگرد.
- خم ۱۸۰ درجه به اضافه حداقل $4d_b$ طول مستقیم ولی نه کمتر از ۶۰ میلیمتر در انتهای آزاد میلگرد.

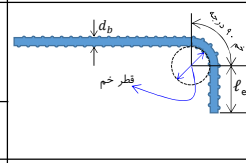
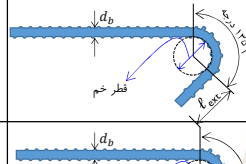
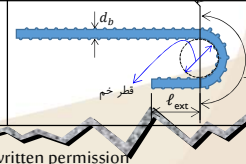
صفحه ۸۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

 WebSite: www.M-Alirezaei.ir Telegram: @AlirezaeiChannel				
قلاب استاندارد برای مهار میلگردهای طولی آجدار در کشش				
شکل	طول مستقیم پس از خم ℓ_{ext}	حداقل قطر داخلی	قطر میلگرد	نوع قلاب
	12d _b	6d _b	میلگرد ۱۰ تا ۲۵	قلاب ۹۰ درجه
		8d _b	میلگرد ۲۸ تا ۳۴	
		10d _b	میلگرد ۳۶ تا ۵۵	
	بیشتر از 4d _b یا 65 میلیمتر	6d _b	میلگرد ۱۰ تا ۲۵	قلاب ۱۸۰ درجه
		8d _b	میلگرد ۲۸ تا ۳۴	
		10d _b	میلگرد ۳۶ تا ۵۵	
A standard hook for deformed bars in tension includes the specific inside bend diameter and straight extension length.				
 WebSite: www.M-Alirezaei.ir Telegram: @AlirezaeiChannel صفحه ۸۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission				

WebSite: www.M-Alirezaei.ir

Telegram: @AlirezaeiChannel

قلاب استاندارد برای مهار میلگردهای عرضی

نوع قلاب	قطر میلگرد	حداقل قطر داخلی	طول مستقیم پس از خم ℓ_{ext} خم	شکل
قلاب ۹۰ درجه	به قطر ۱۶ میلیمتر و کمتر	$4d_b$	بیشتر از $6d_b$ و نه کمتر از ۷۵ میلیمتر	
	بیشتر از ۱۶ میلیمتر	$6d_b$	$12d_b$	
قلاب ۱۳۵ درجه	به قطر ۱۶ میلیمتر و کمتر	$4d_b$	بیشتر از $6d_b$ و نه کمتر از ۷۵ میلیمتر	
	بیشتر از ۱۶ میلیمتر	$6d_b$	بیشتر از $6d_b$ و نه کمتر از ۷۵ میلیمتر	
قلاب ۱۸۰ درجه	به قطر ۱۶ میلیمتر و کمتر	$4d_b$	بیشتر از $4d_b$ و نه کمتر از ۶۰ میلیمتر	
	بیشتر از ۱۶ میلیمتر	$6d_b$	بیشتر از $4d_b$ و نه کمتر از ۶۰ میلیمتر	

صفحه ۸۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

روش‌های وصله میلگرد

به سبب محدودیت در طول میلگرد و محدودیت اجرایی، نیاز به وصله وجود دارد. انواع روش‌های وصله آرماتور عبارتند از:

۱- استفاده از وصله پوششی: متداولترین روش بوده و در اکثر موارد اقتصادی است.

مزایا؟
معایب؟



صفحه ۸۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

روش‌های وصله میلگرد

۲- استفاده از وصله جوشی: که با جوش دادن دو میلگرد به یکدیگر انجام میشود. اتصال جوشی نوک به نوک فقط در شرایط کارخانه و در صورتی مجاز است که قطر میلگرد از ۱۰ میلیمتر کمتر نبوده و نسبت سطح مقطع دو میلگرد نیز از ۱.۵ تجاوز نکند.



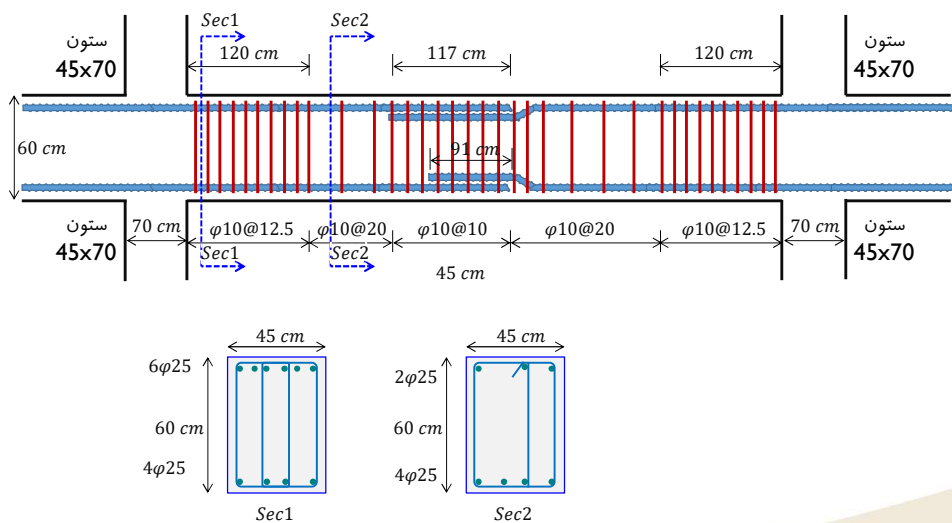
صفحه ۸۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

۳- استفاده از وصله مکانیکی: که با پیکار بردن وسایل مکانیکی خاص حاصل می‌شود.



١٥ صف

جزئیات آرماتوربندی تیرها:



١٩ صيف

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

جزئیات آرماتوربندی ستون‌ها:

حداقل قطر آرماتور عرضی ستون ۱۰ م م

$$l_0 > \begin{cases} \max(C_1 \text{ or } C_2) \\ \frac{1}{6} l_n \\ 45 \text{ cm} \end{cases}$$

صفحه ۸۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

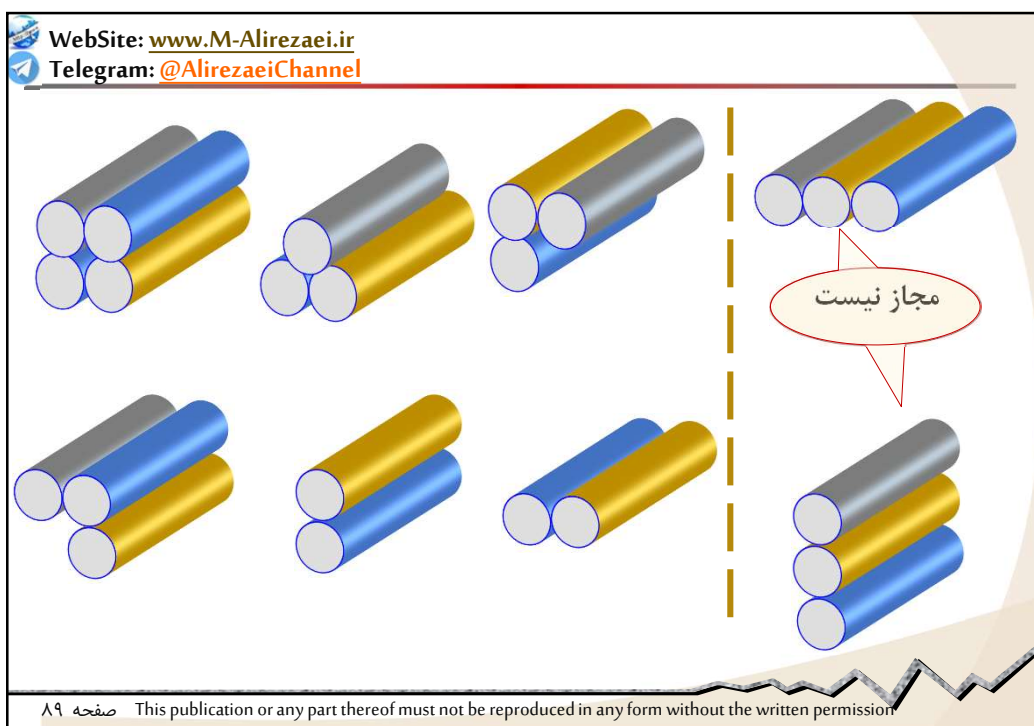
گروه میلگردها

وقتی در مقطع تیر از تعداد آرماتور زیاد استفاده شود، (مثلا درصد میلگرد بالا باشد) جاگذاری این میلگردها در مقطع در اجرا و بتن ریزی آنها مشکل است. در بند ۹-۲۱-۵ مبحث نهم، اجازه استفاده از میلگردها بصورت گروهی داده شده است. تعداد میلگردها در هر گروه میلگرد که به صورت یک واحد کار می‌کنند، به چهار محدود می‌شود. آرایش‌های مختلف در زیر نشان داده شده است.

در تیرها استفاده از میلگردهای با قطر بیش از ۳۴ میلی‌متر به صورت گروه میلگرد مجاز نیست.

$$d_b \leq 34 \text{ mm} \Rightarrow \text{shall not be bundled in beams}$$

صفحه ۸۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

حداقل فاصله بین میلگردها از یکدیگر

طبق ACI 318-19 و بند ۹-۲۱-۱، فاصله‌ی آزاد میلگردهای موازی واقع در یک سفره‌ی افقی نباید کمتر از هیچ یک از مقادیر زیر باشد:

- الف- ۲۵ میلی‌متر؛
- ب- قطر بزرگترین میلگرد؛
- پ- ۱/۳۳ برابر قطر اسمی بزرگترین سنگ دانه

$$s \geq \begin{cases} 25 \text{ mm} \\ d_b \\ \left(\frac{4}{3}\right)d_{agg} \end{cases}$$

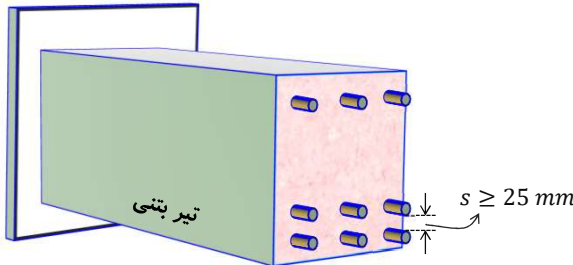
25.2.1 For parallel nonprestressed reinforcement in a horizontal layer, clear spacing shall be at least the greatest of 2.5 cm., d_b , and $(4/3)d_{agg}$.

d_{agg} = nominal maximum size of coarse aggregate.

صفحه ۹۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

طبق ACI318-19 و بند ۹-۲۱-۲، در میلگردهای موازی واقع در چند سفره‌ی افقی، میلگردهای لایه‌ی فوقانی باید مستقیماً در بالای میلگردهای لایه‌ی تحتانی قرار گرفته، و فاصله‌ی آزاد بین دو لایه نباید کمتر از ۲۵ میلی‌متر باشد.

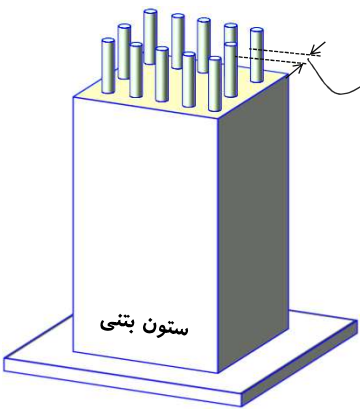


25.2.2 For parallel nonprestressed reinforcement placed in two or more horizontal layers, reinforcement in the upper layers shall be placed directly above reinforcement in the bottom layer with a clear spacing between layers of at least 25 mm.

صفحه ۹۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

طبق ACI318-19 و بند ۹-۲۱-۳، فاصله‌ی آزاد بین میلگردهای طولی در ستون‌ها، ستون پایه‌ها، بست‌ها، و اجزای مرزی دیوارها، نباید کمتر از هیچ یک از مقادیر زیر باشد.

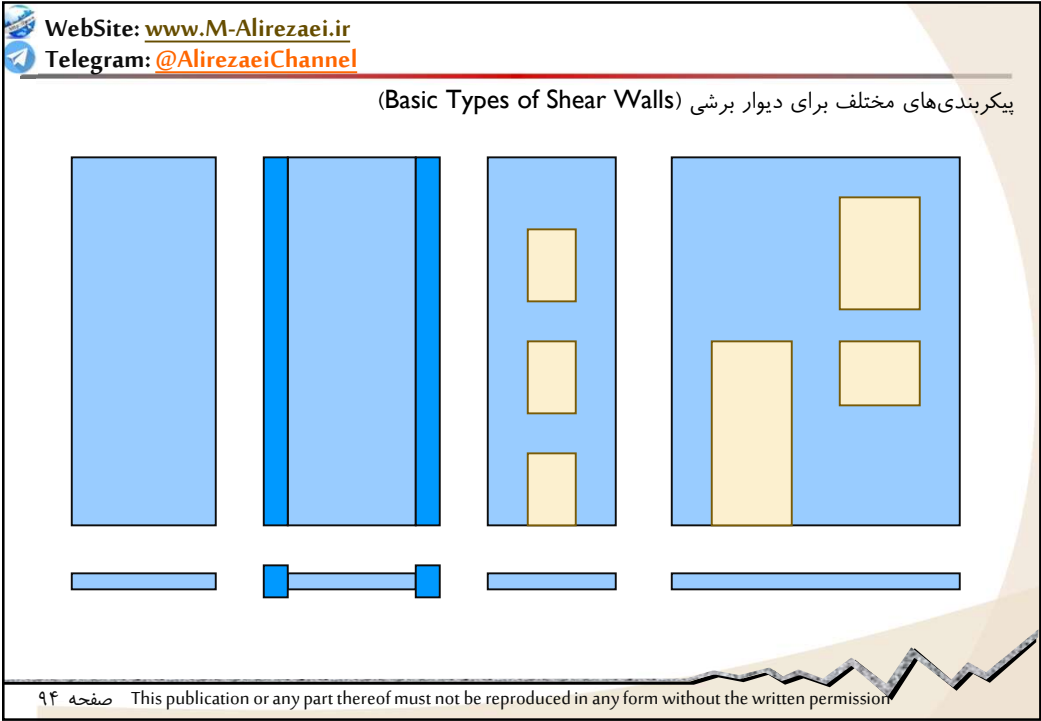
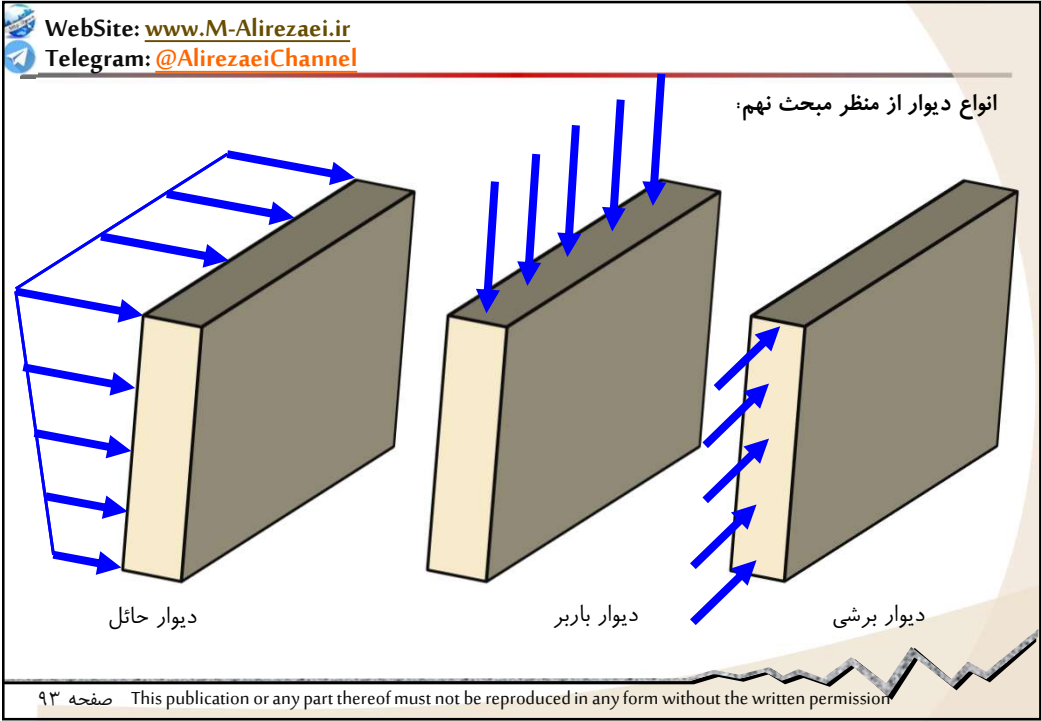


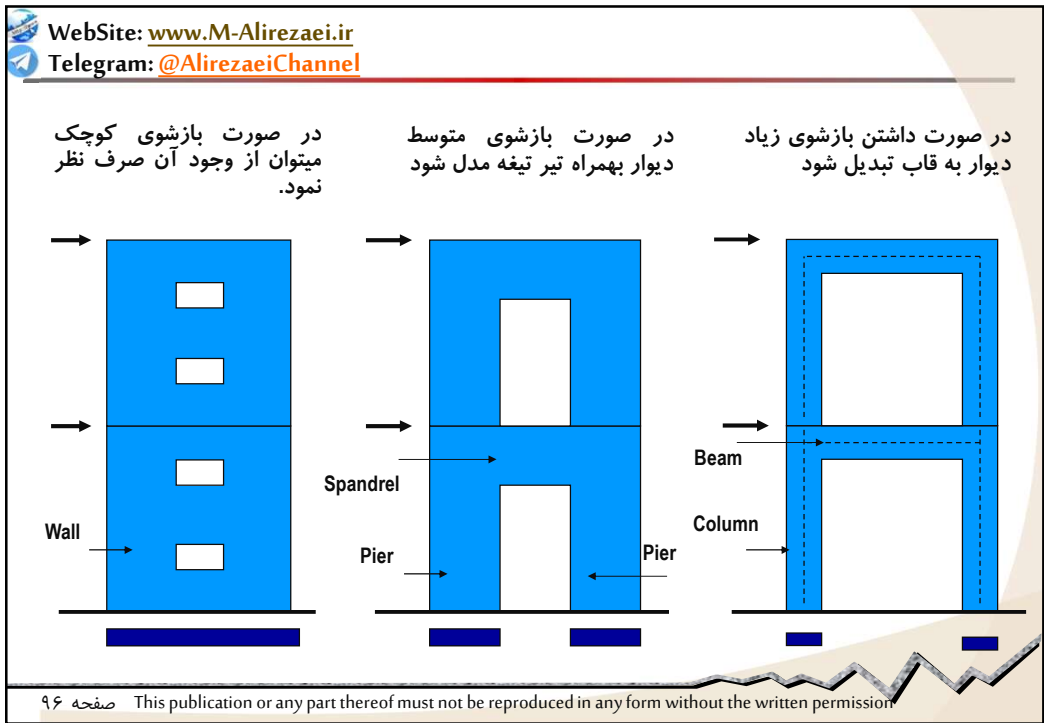
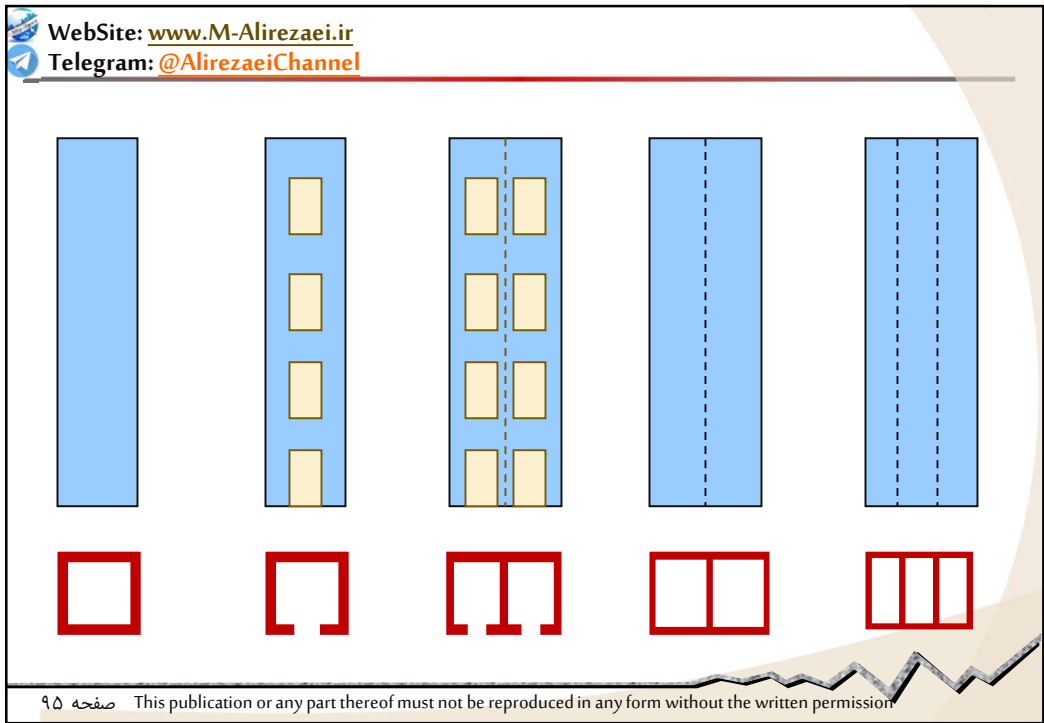
$$s \geq \begin{cases} 40 \text{ mm} \\ d_b \\ \left(\frac{4}{3}\right)d_{agg} \end{cases}$$

الف - ۴۰ میلی‌متر؛
 ب - ۱/۵ برابر قطر بزرگترین میلگرد؛
 پ - ۱/۳ برابر قطر اسمی بزرگترین سنگ دانه

25.2.3 For longitudinal reinforcement in columns, pedestals, struts, and boundary elements in walls, clear spacing between bars shall be at least the greatest of 40 mm, 1.5db, and (4/3)dagg

صفحه ۹۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission





WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

عرض تیر چقدر باشد تا اجرای سازه اقتصادی تر باشد.

- شکل اسلاید بعدی را در نظر بگیرید که سه حالت مختلف از عرض تیر نشان داده شده است.

در شکل A، عرض تیر با ستون برابر است. در شکل B، عرض تیر از عرض ستون بیشتر و در شکل C عرض تیر از عرض ستون کمتر است.

از منظر اقتصادی، حالت A و B نسبت به حالت C اقتصادی تر است. در این حالت نیاز به حجم قالب بندی کمتری است.

توصیه می شود، اگر شکل B انتخاب شود، عرض تیر ۱۰ سانتیمتر از عرض ستون بیشتر انتخاب گردد.

در شکل A مشکل برخورد آرماتورهای تیر به آرماتورهای ستون ایجاد می شود.

صفحه ۹۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

قالب لبه تیر

قالب زیر تیر

پلان

A B C

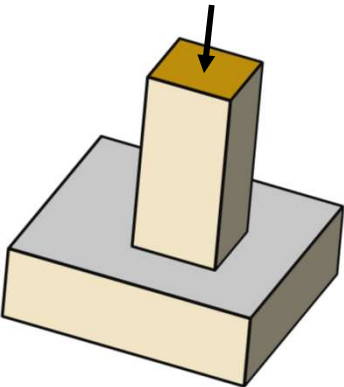
سه بعدی

صفحه ۹۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezai.ir
Telegram: @AlirezaiChannel

انواع شالوده سطحی از منظر هندسی

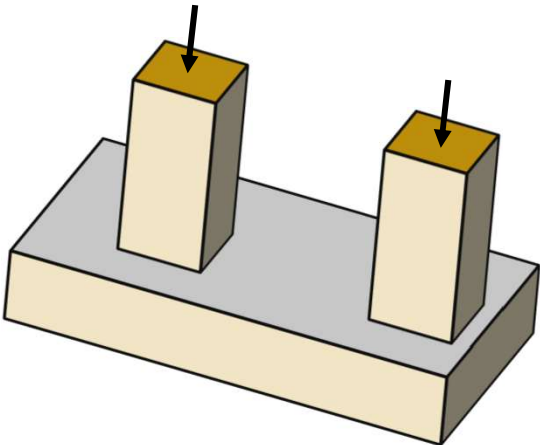
الف) شالوده‌ای منفرد: به شالوده‌ای اطلاق می‌شود که بار یک ستون یا دو ستون نزدیک به هم را در محل درز انبساط به زمین منتقل می‌نماید. شالوده‌ای منفرد می‌تواند در پلان به شکل مربع مستطیل، چند ضلعی منظم، دایره یا هر شکل غیر منظم باشد؛ و در مقطع نیز می‌تواند به شکل مربع مستطیل، دوزنقه و یا پلکانی باشد.



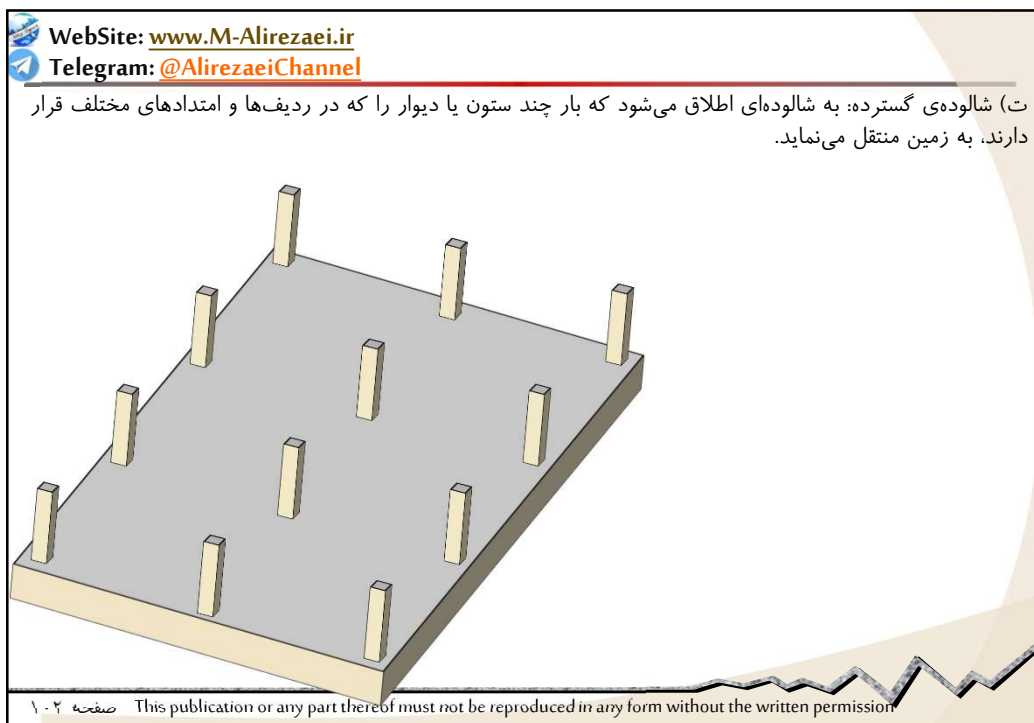
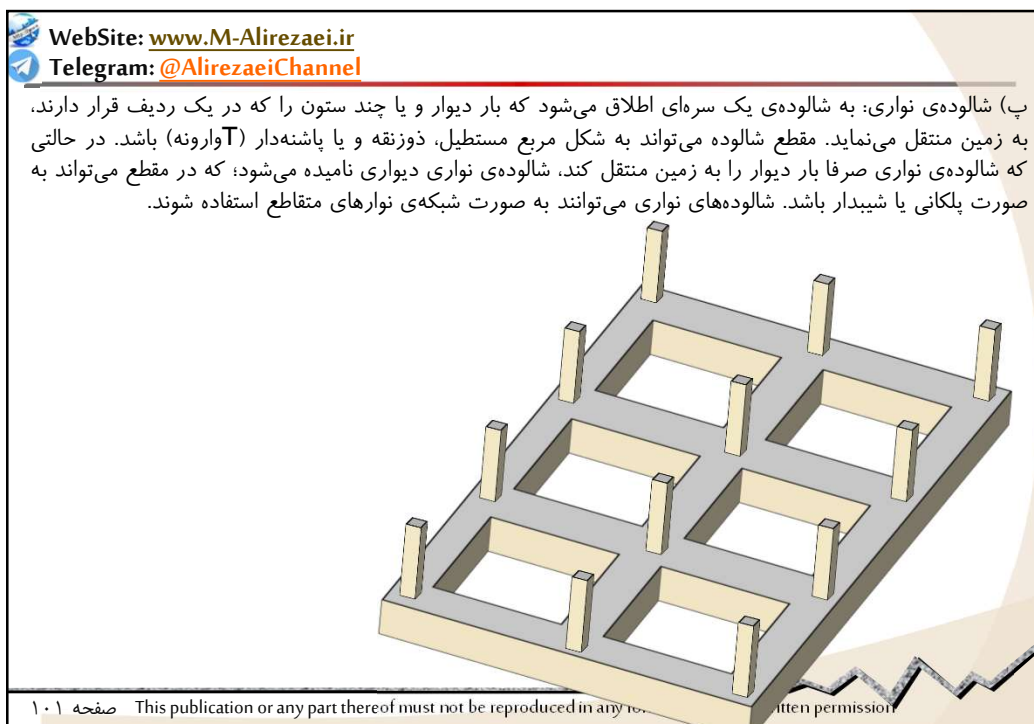
صفحه ۹۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezai.ir
Telegram: @AlirezaiChannel

ب) شالوده‌ی مرکب: به شالوده‌ای اطلاق می‌شود که بار دو ستون (عملکرد یک طرفه) یا چهار ستون (عملکرد دو طرفه) را به زمین منتقل می‌کند. شالوده‌ی مرکب می‌تواند در پلان به شکل مربع مستطیل، چند ضلعی منظم، دایره یا هر شکل غیر منظم باشد؛ و در مقطع نیز می‌تواند به شکل مربع مستطیل، دوزنقه و یا پلکانی باشد. شالوده‌های منفردی که نزدیک به هم باشند، می‌توانند به یک دیگر پیوسته گردند تا به شالوده‌ی مرکب تبدیل شوند.



صفحه ۱۰۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ستون

فونداسیون

R18.13.2.2 Tests (Nilsson and Losberg 1976) have demonstrated that flexural members terminating in a footing, slab, or beam (a T-joint) should have their hooks turned inward toward the axis of the member for the joint to be able to resist the flexure in the member forming the stem of the T.

صفحه ۱۰۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مشکلی که در این حالت برای خم میلگردهای طولی ستون ایجاد می‌شود، تراکم زیاد آنها در پایین برای خم به سمت داخل است. برای حل این مشکل می‌توان راهکار زیر را پیشنهاد داد:

ستون

$\geq l_{dh}$

آرماتورهای طولی ستون در ارتفاعهای متفاوت خم شوند. البته باید دقت کرد که طول کوتاه‌ترین میلگرد از طول مهاری آرماتور قلابدار کمتر نشود.

صفحه ۱۰۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

الزام امتداد آرماتورهای عرضی ستون گوشه در شالوده و در قاب ویژه و متوسط

ویرایش ۹۹ مبحث نهم: طبق بند ۹-۲۰-۹-۲-۴، در ستون‌ها یا اجزاء لبه دیوارهای سازه‌ای ویژه که فاصله لبه آنها از لبه شالوده از نصف ضخامت شالوده کمتر باشد، باید از آرماتورهای عرضی مطابق با ناحیه l_d ستون، در قسمت شالوده استفاده شود. این آرماتورها باید از روی شالوده به اندازه طول مهاری آرماتورهای طولی ستون و یا جزء لبه دیوار برشی ویژه که برای تنش f_y محاسبه شده است، در درون شالوده ادامه یابد. همچنین برای بقیه ستون‌ها به اندازه ۳۰ سانتیمتر آرماتور عرضی در شالوده لحاظ شود.

باید از آرماتورهای عرضی مطابق با ناحیه l_d ستون، در قسمت شالوده استفاده شود.

صفحه ۱۰۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
 Telegram: @AlirezaeiChannel

باتشکر از توجه شما...

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission