



به نام یکتا مهندس هستی



سری عمران

## سخن مدیر تألیف

### کتاب‌های ویژه آزمون نظام مهندسی

### کلاس‌های آمادگی آزمون نظام مهندسی

سپاس خداوند متعال را که در این سال‌ها لطف خود را از مؤسسه سری عمران دریغ نکرده و به ما انگیزه‌ای دو چندان داده است تا با **تولید کتاب‌ها و برگزاری کلاس‌های ویژه آزمون نظام مهندسی** و کارشناسی ارشد، قدمی هر چند کوچک برای موفقیت شما مهندسین عزیز بردارد.

پس از ایجاد تغییرات اساسی در آیین‌نامه‌های رسمی کشور (مقررات ملی ساختمان)، تصمیم گرفتیم که با تلاش شبانه‌روزی، فعالیت‌های مؤسسه سری عمران را در زمینه تولید کتاب و برگزاری کلاس‌های آزمون نظام مهندسی ارتقاء دهیم که خلاصه این فعالیت‌ها به شرح زیر است:

با تألیف نسل جدید کتاب‌های نظام مهندسی توسط اساتید برجسته و ممتاز، تلاش کرده‌ایم که مجموعه‌ای کم‌نقص در اختیار شما قرار گیرد. در این کتاب‌ها، ما به دنبال ویژگی‌های زیر بوده‌ایم:

۱- با بیانی ساده و روان، کلیه مفاهیم مورد نیاز را آموزش داده و در کنار آن درک و قضاوت مهندسی شما را افزایش دهیم.

۲- با توجه به ابهامات نسبتاً زیاد در آیین‌نامه‌های جدید، با حساسیت خاصی بندهای آیین‌نامه‌ها را شرح داده و سعی کرده‌ایم که کاربرد این بندها، با ارائه مثال‌های متنوع، کاملاً شفاف و واضح شوند.

۳- در یک فرایند سخت و دشوار، تست‌های آزمون سال‌های گذشته (از سال ۸۰ به بعد) را که بر مبنای آیین‌نامه‌های قدیم بوده است، با کمترین تغییر ممکن بر مبنای ویرایش جدید آیین‌نامه‌ها حل کرده و پاسخ تشریحی آنها را نیز با توضیحات کامل آورده‌ایم.

۴- با ارائه فهرست مطالب همراه با جزئیات کامل آن در ابتدای کتاب، عملاً به داوطلبان کمک کرده‌ایم تا در جلسه آزمون، سریعتر مطالب مورد نیاز خود را برای حل سؤالات پیدا کنند. همانطور که می‌دانید این آزمون به صورت کتاب باز (open book) برگزار می‌شود و با استفاده از این فهرست، می‌توانید در کوتاهترین زمان ممکن، مطلب مورد نیاز خود در کتاب را پیدا کنید.

استقبال فراوان و بی‌نظیر مهندسین عزیز از کلاس‌های آمادگی آزمون نظام مهندسی و کارشناسی ارشد مؤسسه سری عمران در سال گذشته و همچنین نتایج درخشان قبولی شرکت‌کنندگان در این کلاس‌ها، باعث شد تا مؤسسه با بازنگری کلی، برنامه‌ریزی دقیق و هدفمندی را جهت برگزاری هر چه بهتر کلاس‌های آمادگی آزمون محاسبات و نظارت انجام دهد. شاخص‌ترین ویژگی این کلاس‌ها به شرح زیر است:

۱- تمامی مطالب مورد نیاز جهت آزمون نظام مهندسی، توسط اساتید برجسته کشور، به طور کامل تدریس می‌شوند و شیوه تدریس اساتید به گونه‌ای است که شما می‌توانید در کمترین زمان ممکن، به مطالب احاطه پیدا کنید.

۲- با آموزش نکات و مفاهیم تستی برای پاسخ‌دهی سریع به سؤالات، عملاً یک گام جلوتر از سایر داوطلبین هستید.

۳- با حل کلیه تست‌های آزمون‌های نظام مهندسی سالیان گذشته و همچنین حل تست‌های تألیفی مکمل، دید بسیار خوبی از نحوه طرح سؤال در آزمون پیدا می‌کنید.

قابل ذکر است که جهت کسب اطلاعات بیشتر از کلاس‌ها و کتاب‌های مؤسسه سری عمران می‌توانید به سایت [www.serieomran.com](http://www.serieomran.com) مراجعه نمایید.

امید است که تلاش مؤسسه سری عمران مورد قبول مهندسان گرامی قرار گیرد. ارائه پیشنهادهای سازنده شما دوستان و همراهان گرامی، مجموعه را بهتر و پربارتر کرده و ما را که به دنبال کیفیت برتر هستیم یاری می‌کند.

به یادتان هستیم، به یادمان باشید





## سخن مؤلف

آزمون نظارت، یکی از آزمون‌هایی است که مهندسان به دلیل تعداد زیاد منابع و نداشتن زمان کافی با مشکلات زیادی در آن مواجه هستند. پس از صحبت و مشورت با تعداد زیادی از مهندسان در رابطه با مشکلات آنها در آزمون نظارت، مشاهده کردیم که بیشتر آنها فرصت کافی برای مطالعه کتاب‌های میبخت نهم و دهم مقررات ملی ساختمان، کتاب‌های راهنمای قالب‌بندی و راهنمای جوش و اتصالات جوشی که بخش عمده سؤالات این آزمون را به خود اختصاص می‌دهند، ندارند. همچنین داوطلبان به‌طور دقیق نمی‌دانند که کدام قسمت از این منابع برای آزمون‌های نظارت و اجرا باید مطالعه شوند.

از همین‌رو در مؤسسه سری عمران تصمیم گرفتیم تا با انجام یک کار حرفه‌ای، مدل جدیدی از کتاب‌های نظام مهندسی را جهت آزمون‌های نظارت و اجرا در این دروس تألیف کنیم. در این کتاب‌ها که نسبتاً کم حجم می‌باشند با شیوه‌ای جدید که مبتنی بر استفاده از نمودارهای درختی و جداول برای ارائه بندهای آیین‌نامه می‌باشد، پاسخ به سؤالات با سرعت بالا امکان‌پذیر می‌شود.

مهندسان عزیز توجه داشته باشید که فهرست این کتاب به صورتی ارائه شده است که شما عزیزان بتوانید به راحتی با مشاهده سؤال در سر جلسه آزمون، میبخت مربوطه را پیدا کرده و به آن پاسخ دهید. همچنین در انتهای کتاب، کلید واژه بسیار کاملی از کتاب راهنمای جوش و اتصالات جوشی شامل شماره بند و شماره صفحه در کتاب راهنمای جوش و اتصالات جوشی و شماره صفحه در کتاب سری عمران (فصل‌های هفتم و هشتم) آورده شده است که در رفع سردرگمی در پاسخگویی به سؤالات راهنمای جوش به علت حجم بسیار بالای آن کمک شایانی کرده است. توجه کنید که در آزمون نظارت سال گذشته تعداد سؤالات محاسباتی افزایش یافت، به همین دلیل در فصل‌های پنجم و ششم کتاب، تمامی مطالب مورد نیاز را به‌طور کامل شرح دادیم.

کتاب طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی در آزمون‌های اخیر حدوداً ۱۲ تا ۱۵ تست را به خود اختصاص داده است که حدوداً ۲۵٪ کل سؤالات آزمون نظارت را شامل شده و شما با مطالعه و پاسخگویی به سؤالات آن می‌توانید به راحتی به درصد قبولی در این آزمون نزدیک شوید. به شما اطمینان می‌دهیم با مطالعه این کتاب بتوانید به کلیه سؤالات مرتبط با این کتاب پاسخ دهید. مسلماً با وجود تمام دقت‌هایی که اعمال شده است این کتاب عاری از نقص و اشتباه نبوده و امید است که با استفاده از پیشنهادات و انتقادات شما مهندسان عزیز، در چاپ‌های بعدی نواقص کتاب جبران شود.

« موفق باشید »

## فصل دوم: اتصالات ساختمان‌های فولادی (ضوابط پیچ‌ها و ضوابط تکمیلی اتصالات)

### قسمت اول: ضوابط پیچ‌ها

۴۲	۱-۱- انواع پیچ‌ها و عملکرد آنها
۴۲	انواع پیچ‌ها
۴۳	عملکرد پیچ‌ها
۴۴	۲-۱- پیش‌نصب، بستن و محکم کردن پیچ‌های اصطکاکی
۴۴	پیش‌نصب
۴۷	۳-۱- نیرو و ولنگر پیش‌تندگی پیچ‌ها
۵۰	۴-۱- کنترل پیش‌تندگی پیچ‌ها
۵۰	۵-۱- معرفی انواع سوراخ و کاربرد آنها در اتصالات پیچی
۵۰	انواع سوراخ‌ها در اتصالات پیچی
۵۱	دامنه کاربرد انواع سوراخ‌ها
۵۳	۶-۱- ضوابط فواصل سوراخ‌ها در اتصالات پیچی

### قسمت دوم: ضوابط تکمیلی اتصالات

۵۶	۱-۱-۱- آرایش و ترکیب پیچ‌ها و جوش‌ها در محل اتصال
۵۶	آرایش جوش‌ها و پیچ‌ها در محل اتصال
۵۶	ترکیب پیچ و جوش
۵۷	ترکیب پیچ و پرچ
۵۷	محدودیت‌ها در اتصالات جوشی و پیچی
۵۸	۲-۱- ورق‌های پرکننده
۵۸	اتصال جوشی
۵۸	اتصال پیچی
۶۰	۳-۱- میل مهارها و اقلام مدفون
۶۰	میل مهارها
۶۰	اقلام مدفون

## فصل سوم: ساخت قطعات فولادی و رنگ‌آمیزی آنها

### قسمت اول: ضوابط ساخت و آماده کردن قطعات فولادی

۶۲	۱-۱- مشخصات فولاد مصرفی
۶۲	۲-۱- ساخت قطعات فولادی
	قسمت دوم: الزامات مقدماتی در رابطه با جوشکاری
۶۲	۱-۱- بریدن، سوراخ کردن، ساخت و آماده کردن قطعات قبل از مونتاژ
۶۴	بریدن قطعات
۶۶	۲-۱- اتصال با جوش
۶۶	۱-۲- الزامات قبل از جوشکاری
۶۶	۲-۲- الزامات حین جوشکاری (الکتروود، دمای محیط جوشکاری، اجرای جوش)
۶۷	۳-۱- الزامات بعد از جوشکاری
۶۷	۳-۲- آماده‌سازی سطوح
۶۹	درجات مختلف کیفیت آماده‌سازی سطوح

## فصل اول: اتصالات ساختمان‌های فولادی (الزامات عمومی و ضوابط جوش)

### قسمت اول: الزامات عمومی اتصالات

۱۰	۱-۱- انواع اتصالات
۱۰	مبانی طراحی
۱۱	انواع اتصال
۱۴	اتصال ستون به کف ستون
۱۵	۲-۱- ورق‌های پیوستگی و مضاعف
۱۵	ورق پیوستگی
۱۶	ورق مضاعف‌کننده
۱۹	۳-۱- وصله‌ها
۱۹	وصله‌ها در مقاطع سنگین
۲۰	۴-۱- سوراخ‌های دسترسی برای جوشکاری
۲۰	بررسی سوراخ‌های دسترسی قبل از تکمیل و یا پس از اتمام جوشکاری
۲۰	طول، ارتفاع و شعاع قوس سوراخ دسترسی

### قسمت دوم: ضوابط جوش‌ها

۲۲	۱-۱- مفاهیم اولیه جوش
۲۲	جوشکاری
۲۲	انواع جوش
۲۳	انواع اتصال
۲۳	انواع درز
۲۳	آشنایی با چند اصطلاح در مورد جوش شیار
۲۵	۲-۱- ضوابط جوش شیار (نفوذی)
۲۵	ضخامت مؤثر جوش شیار ( $t_e$ )
۲۵	طول مؤثر جوش شیار ( $L_e$ )
۲۵	سطح مقطع جوش شیار ( $A_e$ )
۲۶	محدودیت‌های جوش شیار
۲۷	۳-۱- ضوابط جوش گوشه
۲۷	طول مؤثر جوش گوشه ( $L_e$ )
۲۷	ضخامت گلوگاه مؤثر جوش گوشه ( $t_e$ )
۲۷	بُعد جوش گوشه ( $a$ )
۲۷	سطح مقطع مؤثر جوش گوشه ( $A_e$ )
۲۸	محدودیت‌های جوش گوشه
۳۰	۴-۱- ضوابط جوش‌های انگشتانه و کام
۳۰	محدودیت‌های جوش‌های انگشتانه و کام
۳۲	۵-۱- طول مؤثر جوش‌های گوشه و جوش منقطع
۳۵	۶-۱- ضوابط اتصالات پوششی (رویهم) دو قطعه
۳۹	۷-۱- الکتروود مصرفی و پیش‌گرمایش فولادهای ساختمانی
۳۹	الکتروودهای سازگار با مصالح فلز پایه
۳۹	فلز جوش مختلط
۳۹	پیش‌گرمایش فولادهای ساختمانی

## فصل پنجم: الزامات طراحی اعضای کششی، فشاری و خمشی

قسمت اول: آشنایی با روش‌های طراحی در آیین‌نامه‌ها

- ۱-۱-A روش طراحی حالت‌های حدی ..... ۱۰۰  
 ۲-۱-A مقایسه‌ای بین روش تنش مجاز و LRFD ..... ۱۰۰  
 گام‌های روش تنش مجاز ..... ۱۰۰  
 گام‌های روش LRFD ..... ۱۰۱  
 ۳-۱-A ترکیب بارهای طراحی به روش LRFD ..... ۱۰۲

قسمت دوم: ضوابط عمومی در طراحی اعضای فولادی

- ۱-۱-B مشخصات مصالح فولادی ..... ۱۰۳  
 ۲-۱-B پارامترهای هندسی مقاطع در طراحی ..... ۱۰۴  
 سطح مقطع (A) ..... ۱۰۴  
 محل محور خنثی الاستیک ( $\bar{Y}$ ) ..... ۱۰۴  
 محل محور خنثی پلاستیک ( $\bar{Y}_p$ ) ..... ۱۰۵  
 ممان اینرسی (I) ..... ۱۰۵  
 اساس مقطع الاستیک (S) ..... ۱۰۶  
 اساس مقطع پلاستیک (Z) ..... ۱۰۶  
 شعاع ژیراسیون (r) ..... ۱۰۷  
 ۳-۱-B ضوابط کنترل کمانش موضعی در مقاطع فولادی ..... ۱۰۹  
 مفهوم کنترل کمانش موضعی ..... ۱۰۹  
 کنترل کمانش موضعی در اعضای تحت نیروی فشاری ..... ۱۱۰  
 کنترل کمانش موضعی در اعضای تحت لنگر خمشی ..... ۱۱۱

قسمت سوم: طراحی اعضای کششی

- ۱-۱-C مفهوم سطح مقطع کل و سطح مقطع خالص عضو کششی ..... ۱۱۵  
 ۲-۱-C سطح مقطع خالص مؤثر عضو کششی ..... ۱۱۵  
 نحوه محاسبه ضریب تأخیر برشی (U) ..... ۱۱۶  
 ۳-۱-C کنترل معیار مقاومت کششی ..... ۱۱۷  
 محاسبه مقاومت کششی در طول عضو ..... ۱۱۷  
 محاسبه مقاومت کششی در محل اتصال عضو ..... ۱۱۷  
 ۴-۱-C اعضای کششی مرکب از چند نیم‌رخ ..... ۱۱۸  
 ۵-۱-C محدودیت‌های اعضای کششی با خار مغزی ..... ۱۱۹  
 ۱-۵-۱-C اعضای کششی با تسمه لولا شده (با خار مغزی) ..... ۱۱۹  
 ۲-۵-۱-C اعضای کششی با تسمه سر پهن (با خار مغزی) ..... ۱۲۰

قسمت چهارم: طراحی اعضای فشاری

- ۱-۱-D بار کمانشی ستون‌ها ..... ۱۲۳  
 ۲-۱-D نسبت لاغری در ستون‌ها ..... ۱۲۳  
 ضوابط نسبت لاغری در قاب‌های مهاربندی شده ..... ۱۲۴  
 ۳-۱-D اصول طراحی ستون‌ها ..... ۱۲۵  
 ۴-۱-D محاسبه مقاومت فشاری، تنها با معیار کمانش خمشی ..... ۱۲۶  
 ۵-۱-D ضوابط اعضای فشاری مرکب از چند نیم‌رخ ..... ۱۲۶  
 اعضای فشاری مرکب با بست‌های موازی ..... ۱۲۶  
 اعضای فشاری مرکب با بست‌های مورب ..... ۱۲۷

قسمت سوم: رنگ آمیزی و ضخامت رنگ

- ۱-C رنگ آمیزی و گالوانیزه کردن ..... ۷۲  
 ۱-۱-C مواد مورد استفاده ..... ۷۲  
 ۲-۱-C نکات قبل از شروع عملیات رنگ آمیزی ..... ۷۲  
 ۳-۱-C نکات حین عملیات رنگ آمیزی ..... ۷۳  
 ۴-۱-C نکات پس از عملیات رنگ آمیزی ..... ۷۳  
 ۵-۱-C گالوانیزه کردن ..... ۷۴  
 ۲-C انبارداری و ضخامت رنگ ..... ۷۴

## فصل چهارم: رواداری‌های ساخت

قسمت اول: رواداری تیرها و تیروورق‌ها

- ۱-۱-A رواداری تیرها ..... ۸۰  
 ۱-۱-A انحراف مجاز از پیش خیز ..... ۸۰  
 ۲-۱-A رواداری تیرها در وسط دهانه ..... ۸۰  
 ۳-۱-A رواداری تیرها در تکیه‌گاه ..... ۸۱  
 ۴-۱-A رواداری تیرها در نقاط میانی ..... ۸۱  
 ۵-۱-A نکات مهم در رواداری تیرها ..... ۸۲  
 ۲-۱-A رواداری تیروورق‌ها ..... ۸۳  
 ۱-۲-A حداکثر اختلاف بین محور مرکزی جان و محور مرکزی بال ..... ۸۳  
 رواداری چرخشی و انحنای بال ..... ۸۳  
 ۲-۲-A رواداری مجاز پهنای بال و ارتفاع تیروورق ..... ۸۴

قسمت دوم: رواداری ستون‌ها

- ۱-B میزان انحراف مجاز در ریسمانی بودن ..... ۸۵  
 ۲-B رواداری ناشاقولی ستون‌ها ..... ۸۵  
 ۳-B رواداری ناریسمانی ستون‌ها ..... ۸۷  
 ۱-۳-B رواداری ناریسمانی ستون‌های خارجی (نما) ..... ۸۸  
 ۲-۳-B رواداری ناریسمانی ستون‌های داخلی ..... ۸۸

قسمت سوم: رواداری‌های جوش

- ۱-C رواداری‌های جوش شیاری ..... ۹۰  
 ۲-C رواداری‌های جوش گوشه، کام و انگشتانه ..... ۹۱  
 ۳-C عیوب مقطع جوش ..... ۹۲  
 ۱-۳-C جوش گوشه ..... ۹۲  
 ۲-۳-C جوش شیاری ..... ۹۳  
 ۴-C کنترل اعوجاج و جمع شدگی ..... ۹۳

قسمت چهارم: رواداری سوراخ پیچ‌ها

- ۱-D رواداری سوراخ پیچ‌ها ..... ۹۵  
 ۲-D رواداری هم‌محور بودن سوراخ پیچ‌ها در دو مقطع اتصالی ..... ۹۵  
 ۳-D رواداری مختصات سوراخ‌ها ..... ۹۵  
 قسمت پنجم: رواداری سخت‌کننده‌ها  
 ۱-E رواداری سخت‌کننده‌های تکیه‌گاهی ..... ۹۷  
 ۲-E رواداری سخت‌کننده‌های میانی ..... ۹۸

## قسمت پنجم: طراحی اعضای خمشی

- ۱-E-مروری بر مفاهیم اولیه خمش ..... ۱۳۱
- ۲-E-موارد تأثیرگذار در طراحی تیرها ..... ۱۳۱
- ۳-E-اصول طراحی تیرها به روش *LRFD* ..... ۱۳۲
- ۴-E-تشخیص نوع حالت‌های حدی حاکم بر طراحی عضو خمشی ..... ۱۳۲
- ۵-E-ملاحظات ورق‌های تقویتی در بال مقاطع اعضای خمشی ..... ۱۳۳

## فصل ششم: مقاطع مختلط، ضوابط بهره برداری و طراحی لرزه‌ای

### قسمت اول: مفاهیم مقاطع مختلط

- ۱-A-مزایای استفاده از مقاطع مختلط ..... ۱۴۰
- بررسی تأثیر نحوه اجرای تیر مرکب بر طراحی تیر ..... ۱۴۰
- ۲-A-کنترل فشردگی در مقاطع مختلط ..... ۱۴۱
- ۳-A-عرض مؤثر دال بتنی در تیرهای مختلط ..... ۱۴۳
- ۴-A-محدودیت‌ها و جزئیات بندی مقاطع مختلط ..... ۱۴۴
- محدودیت‌های مصالح در اعضای با مقطع مختلط ..... ۱۴۴
- جزئیات بندی اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن ..... ۱۴۴
- جزئیات بندی برشگیرها ..... ۱۴۴
- محدودیت‌های مقاطع مختلط به همراه ورق‌های فولادی شکل داده شده ..... ۱۴۵

### قسمت دوم: کنترل‌های بهره برداری

- ۱-B-کنترل تغییر شکل در تیرها ..... ۱۴۸
- ۲-B-کنترل ارتعاش در تیرها ..... ۱۵۱
- ۳-B-کنترل پیش خیز در تیرها ..... ۱۵۲
- ۴-B-موارد تکمیلی برای کنترل‌های بهره برداری ..... ۱۵۳

### قسمت سوم: مفاهیم مرتبط با طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی

- ۱-C-هدف و دامنه کاربرد ..... ۱۵۴
- انواع سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای ..... ۱۵۴
- ۲-C-الزامات لرزه‌ای کمانش موضعی ..... ۱۵۵
- ۳-C-ناحیه حفاظت شده اعضا ..... ۱۵۹
- ۴-C-ضوابط مرتبط با مصالح و اتصالات ..... ۱۶۱
- ضریب  $R_y$  ..... ۱۶۱
- ضریب  $C_{pr}$  ..... ۱۶۲
- الزامات لرزه‌ای مشخصات مصالح فولادی ..... ۱۶۲
- الزامات اتصالات جوشی و پیچی ..... ۱۶۲
- الزامات لرزه‌ای وصله ستون‌ها ..... ۱۶۲
- الزامات لرزه‌ای وصله تیرها ..... ۱۶۳
- ۵-C-محدودیت تیرها و ستون‌ها در قاب‌های خمشی ..... ۱۶۴
- ۶-C-قاب‌های مهاربندی شده ..... ۱۶۶
- قاب‌های مهاربندی شده همگرا ..... ۱۶۶
- قاب‌های مهاربندی شده واگرا ..... ۱۶۶
- ۷-C-انواع اتصالات گیردار از پیش تأیید شده ..... ۱۶۷
- ۱-۷-C-الزامات عمومی اتصالات گیردار از پیش تأیید شده ..... ۱۶۸

- ۲-۷-C-اتصال مستقیم تیر با مقطع کاهش یافته (*RBS*) ..... ۱۶۹
- ۳-۷-C-اتصال فلنجی (*BUEEP* و *BSEEP*) ..... ۱۷۰
- ۴-۷-C-اتصال پیچی با ورق‌های روسری و زیرسری (*BFP*) ..... ۱۷۱
- ۵-۷-C-اتصال جوشی با ورق‌های روسری و زیرسری (*WFP*) ..... ۱۷۲
- ۶-۷-C-اتصال مستقیم تقویت نشده جوشی (*WUF-W*) ..... ۱۷۳

## فصل هفتم: مروری بر کتاب راهنمای جوش و اتصالات جوشی (بخش اول)

### قسمت اول: معرفی جوشکاری ساختمانی

- ۱-A-تعریف جوشکاری (بند ۱-۱، صفحه ۳) آیین‌نامه جوش ..... ۱۷۶
- ۲-A-فرآیندهای جوشکاری (بند ۱-۵، صفحه ۸) آیین‌نامه جوش ..... ۱۷۶
- ۳-A-انواع جوشکاری (بندهای ۱-۶ تا ۱-۱۰، صفحات ۹ تا ۲۲ آیین‌نامه جوش) ..... ۱۷۷
- ۴-A-انواع جوش و اتصالات جوشی (بندهای ۱-۱۳ تا ۱-۱۷، صفحات ۲۴ تا ۳۵ آیین‌نامه جوش) ..... ۱۸۰
- ۱-۴-A-توضیحات تکمیلی علائم جوشکاری ..... ۱۸۱
- ۵-A-جوش پذیری و پیش‌گرمایش (بندهای ۱-۱۸ و ۱-۱۹، صفحات ۳۶ تا ۳۸ آیین‌نامه جوش) ..... ۱۸۳
- ۱-۵-A-نکات تکمیلی بحث پیش‌گرمایش و جوش پذیری ..... ۱۸۴
- جوش‌پذیری ..... ۱۸۴
- پیش‌گرمایش ..... ۱۸۴
- قسمت دوم: وسایل و تجهیزات جوشکاری قوس الکتریکی
- ۱-B-مفاهیم اولیه جوش قوس‌التریکی (بندهای ۲-۱، ۲-۲، ۲-۳، ۲-۴، ۲-۵، ۲-۶ و ۲-۷، صفحات ۳ تا ۴ و صفحات ۴۱ تا ۴۳ آیین‌نامه جوش) ..... ۱۸۷
- ۲-B-مدار و منابع انرژی جوشکاری قوس الکتریکی (بندهای ۳-۱، ۳-۲، ۳-۳، ۳-۴، ۳-۵، صفحات ۴ تا ۷ و صفحات ۴۳ تا ۴۷ آیین‌نامه جوش) ..... ۱۸۸
- ۳-B-ماشین‌های مورد استفاده در جوشکاری و وسایل اتصال (بند ۲-۶، ۲-۷، ۲-۸، ۲-۸، صفحات ۴۷ تا ۶۴ آیین‌نامه جوش) ..... ۱۹۰
- ۴-B-انواع ابزار در جوشکاری (بندهای ۲-۹ تا ۲-۱۴، صفحات ۶۴ تا ۶۸ آیین‌نامه جوش) ..... ۱۹۱
- ۵-B-تجهیزات جوشکاری تحت حفاظت گاز و قوس زیرپودری (بندهای ۲-۱۵ و ۲-۱۶، صفحات ۶۹ تا ۷۵ آیین‌نامه جوش) ..... ۱۹۲
- قسمت سوم: الکتروود
- ۱-C-معرفی و تعاریف عمومی الکتروود (بند ۳-۱ و ۳-۲، صفحات ۷۹ و ۸۰ آیین‌نامه جوش) ..... ۱۹۴
- ۲-C-الکتروود روکش‌دار و روکش الکتروود (بندهای ۳-۳ و ۳-۴، صفحات ۸۰ تا ۸۵ آیین‌نامه جوش) ..... ۱۹۴
- ۳-C-طبقه‌بندی و شماره‌گذاری الکتروودها طبق *AWS* (بند ۳-۵، صفحات ۸۵ و ۸۶ آیین‌نامه جوش) ..... ۱۹۶
- ۱-۳-C-سیستم شماره‌گذاری الکتروود طبق *AWS* ..... ۱۹۷

انحنای طولی به علت نوارهای طولی جوش (شمشیری شدن) ۲۲۵  
روش های مناسب برای کنترل اعوجاج ..... ۲۲۵  
قسمت سوم: بازرسی جوش - بازرسی چشمی (عینی)

1-C-1- مقدماتی درباره بازرسی و نظارت جوش (بندهای ۷-۱ تا ۷-۳، صفحات ۱۹۱ تا ۱۹۸ در آیین نامه جوش) ..... ۲۲۷  
2-C-2- بازرسی عینی (I/I) (بند ۷-۵، صفحات ۱۹۹ تا ۲۱۰ در آیین نامه جوش) ..... ۲۲۸  
3-C-3- ضوابط پذیرش و چک لیست بازرسی چشم (بند ۷-۶ تا ۷-۸، صفحات ۲۱۰ تا ۲۲۷ در آیین نامه جوش) ..... ۲۲۹  
قسمت چهارم: آزمایش های ارزیابی

1-D-1- آزمایش های ارزیابی (بندهای ۸-۱ و ۸-۲، صفحات ۲۳۱ و ۲۳۲ در آیین نامه جوش) ..... ۲۳۲  
2-D-2- آزمایش های مخرب (بند ۸-۳، صفحات ۲۳۲ تا ۲۵۶ در آیین نامه جوش) ..... ۲۳۲  
3-D-3- آزمایش های غیر مخرب (بندهای ۸-۴ و ۸-۵، صفحات ۲۳۴ تا ۲۵۷ در آیین نامه جوش) ..... ۲۳۴  
3-D-1- جمع بندی در مورد آزمایش های مخرب و غیر مخرب ۲۳۷  
آزمایش های مخرب ..... ۲۳۷  
آزمایش های غیر مخرب ..... ۲۳۷  
4-D-4- ضوابط پذیرش عیوب داخلی جوش مطابق ISO ۵۸۱۷ (بند ۸-۶، صفحات ۳۰۲ تا ۳۰۸ در آیین نامه جوش) ..... ۲۳۷  
جمع بندی ..... ۲۳۸  
قسمت پنجم: مسائل اجرایی در کارهای فولادی

1-E-1- عملیات اجرایی در کارهای فولادی (بندهای ۹-۱ و ۹-۲، صفحات ۳۱۱ و ۳۱۲ در آیین نامه جوش) ..... ۲۳۹  
2-E-2- ساخت اعضا و آماده سازی لبه ها (بند ۹-۳ و ۹-۴، صفحات ۳۱۳ تا ۳۵۶ در آیین نامه جوش) ..... ۲۳۹  
3-E-3- عملیات تمیزکاری و رنگ (بند ۹-۵، صفحات ۳۵۶ تا ۳۶۰ در آیین نامه جوش) ..... ۲۴۰  
4-E-4- ضوابط نصب و مونتاژ (بندهای ۹-۶ تا ۹-۸، صفحات ۳۶۰ تا ۳۶۴ در آیین نامه جوش) ..... ۲۴۱  
5-E-5- ضوابط نصب ستون ها (بند ۹-۹ تا ۹-۱۱، صفحات ۳۶۴ تا ۳۶۹ در آیین نامه جوش) ..... ۲۴۱  
قسمت ششم: کنترل کیفی در ساختمان های کوچک

1-F-1- کنترل کیفی در ساختمان های کوچک (بندهای ۱۴-۱ تا ۱۴-۴، صفحات ۶۲۳ تا ۶۳۶ در آیین نامه جوش) ..... ۲۴۲  
پیوست: کلید واژه کتاب راهنمای جوش و اتصالات جوشی ..... ۲۴۴

4-C-4- مشخصه های کاربردی الکترودها (بند ۳-۶ و ۳-۷، صفحات ۸۷ تا ۹۰ آیین نامه جوش) ..... ۱۹۹  
5-C-5- مشخصات فلز، جریان و وضعیت جوشکاری (بندهای ۳-۸ تا ۳-۱۱، صفحات ۹۰ و ۹۱ آیین نامه جوش) ..... ۲۰۲  
6-C-6- معرفی الکترودهای متعارف و کاربردهای آن (بند ۳-۱۲، صفحات ۹۱ تا ۹۵ آیین نامه جوش) ..... ۲۰۳  
7-C-7- ضوابط نگهداری و بازرسی الکترودها (بندهای ۳-۱۳ تا ۳-۱۶، صفحات ۹۵ تا ۱۰۳ آیین نامه جوش) ..... ۲۰۴  
قسمت چهارم: طراحی درز جوش

1-D-1- معرفی درز، انواع جوش و اتصالات (بند ۴-۱ تا ۴-۳، صفحات ۱۰۷ تا ۱۰۹ آیین نامه جوش) ..... ۲۰۶  
2-D-2- انواع درز (بند ۴-۴، صفحات ۱۱۰ تا ۱۱۲ آیین نامه جوش) ..... ۲۰۶  
3-D-3- اصطلاحات مرتبط با جوش شیار (بند ۴-۵، ۴-۷ و ۴-۸، صفحات ۱۱۳ و ۱۱۴، صفحات ۱۱۶ و ۱۱۸ آیین نامه جوش) ..... ۲۰۶  
4-D-4- نکات اجرایی مرتبط با جوش شیار (بند ۴-۶ و ۴-۹، صفحات ۱۱۵ و ۱۱۸ آیین نامه جوش) ..... ۲۰۷

## فصل هشتم: مروری بر کتاب راهنمای جوش و اتصالات جوشی (بخش دوم)

### قسمت اول: عیب های جوش

1-A-1- عیب های اصلی جوش (بند ۵-۱ صفحات ۱۲۳ تا ۱۳۷ در آیین نامه جوش) ..... ۲۱۰  
2-A-2- عیب های جوش در جوشکاری تحت حفاظت گاز و جوشکاری با قوس زیر پودری (بند ۵-۲ و ۵-۳، صفحات ۱۳۸ تا ۱۴۲ در آیین نامه جوش) ..... ۲۱۲  
3-A-3- ترک خوردگی جوش (بند ۵-۴ صفحات ۱۴۲ تا ۱۵۲ در آیین نامه جوش) ..... ۲۱۴  
جمع بندی مطالب ارائه شده در مورد ترک (بند ۵-۴ و ۹-۴ در آیین نامه جوش) ..... ۲۱۶

### قسمت دوم: تغییر شکل های ناشی از جوشکاری

1-B-1- تغییر شکل و اعوجاج در جوش (بندهای ۶-۱ تا ۶-۳، صفحات ۱۵۵ تا ۱۵۸ در آیین نامه جوش) ..... ۲۱۸  
2-B-2- انقباض عرضی و کنترل انقباض در جوش (بندهای ۶-۴ و ۶-۵، صفحات ۱۵۸ تا ۱۶۵ در آیین نامه جوش) ..... ۲۱۹  
3-B-3- ضوابط هلالی و شمشیری شدن بال ها (بندهای ۶-۶ تا ۶-۸، صفحات ۱۶۵ تا ۱۷۲ در آیین نامه جوش) ..... ۲۲۱  
4-B-4- حرارت تولیدی در هنگام جوشکاری (بندهای ۶-۹ و ۶-۱۰، صفحات ۱۷۲ تا ۱۸۵ در آیین نامه جوش) ..... ۲۲۳  
5-B-5- جمع بندی مطالب فصل ..... ۲۲۵  
انقباض عرضی ..... ۲۲۵  
انقباض زاویه ای می تواند با تدابیر زیر کاهش یابد ..... ۲۲۵





**انواع اتصال**

به‌طور کلی اتصالات به دو دسته ساده و گیردار تقسیم می‌شوند که در این قسمت با مفاهیم هر یک از آنها آشنا خواهیم شد.

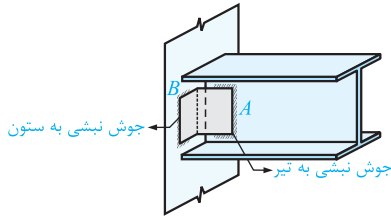
**۱- اتصال ساده:** به اتصالی گفته می‌شود که انعطاف‌پذیر بوده (بدون قید دورانی) و می‌توان آن را فقط در برابر برش (عکس‌العمل تکیه‌گاه) و اثرات ناشی از آن طراحی نمود. به عبارت دیگر در این تکیه‌گاه امکان دوران نسبی بین دو عضو وجود دارد، بنابراین در تکیه‌گاه مفصلی برای انتقال نیروی برشی باید یکی از دو حالت زیر اعمال شود:

- باید جان تیر به تکیه‌گاه متصل شود.
- زیر تیر، تکیه‌گاه وجود داشته باشد.

اتصال ساده (مفصلی) دو نوع است که در جدول زیر هر کدام از آنها را بررسی می‌کنیم.

جدول ۱-۱: انواع اتصال مفصلی از نظر شکل ظاهری

شکل	انواع	نوع اتصال
	نبشی جان (دوبل نبشی)	اتصال مفصلی
	ورق تک جان	
	نشیمن ساده (با یک ورق تخت یا نبشی نشیمن)	
	نشیمن تقویت شده (با لچکی)	

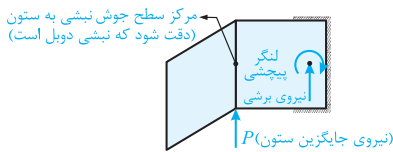


شکل ۱-۳: اتصال تیر به ستون توسط نیسی

**نکته مهم:** مهندسان عزیز توجه داشته باشید، در هنگامی که از نیسی برای اتصال تیر به ستون استفاده می‌کنیم، دو سری جوش به صورت شکل مقابل خواهیم داشت.

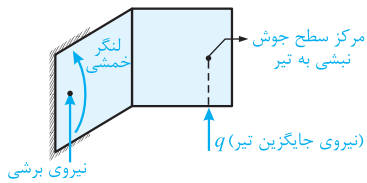
حال نیروهای ایجاد شده در هر یک از این جوش‌ها را بررسی می‌کنیم:

۱- **جوش متصل‌کننده نیسی به تیر (جوش A):** برای بررسی این جوش ستون را حذف کرده و به جای آن یک نیرو در راستای مرکز سطح جوش نیسی به ستون قرار می‌دهیم، با توجه به اینکه این نیرو در صفحه جوش قرار دارد، باعث ایجاد نیروی برشی و لنگر پیچشی می‌شود.

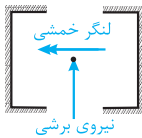


شکل ۱-۴: نیروهای ایجاد شده در جوش متصل‌کننده نیسی به تیر (جوش A)

۲- **جوش متصل‌کننده نیسی به ستون (جوش B):** برای بررسی این جوش تیر را حذف کرده و به جای آن یک نیرو در راستای مرکز سطح جوش نیسی به تیر قرار می‌دهیم، با توجه به اینکه این نیرو در خارج از صفحه جوش قرار دارد، این حالت لنگر خمشی و نیروی برشی ایجاد می‌شود.



شکل ۱-۵: نیروهای ایجاد شده جوش متصل‌کننده نیسی به ستون (جوش B)



شکل ۱-۶: تارن جوش متصل‌کننده نیسی به ستون

**تذکر:** مهندسان عزیز توجه داشته باشید که به علت وجود دو نیسی به صورت متقارن، در جوش متصل‌کننده نیسی به ستون لنگر پیچشی ایجاد نمی‌شود.

**نکته:** اتصال ساده باید شرایط آزادی دوران در انتهای اعضاء را تأمین نماید. برای تأمین این شرط، برخی تغییرشکل‌های غیرالاستیک با رعایت محدودیت‌های مربوطه در اتصال مجاز می‌باشد.

۲- **اتصال خمشی (گیردار):** به اتصالی گفته می‌شود که در آن چرخش نسبی بین اعضای متصل شده به یکدیگر ناچیز است (با قید دورانی). این نوع اتصالات به منظور حفظ زاویه بین اعضای متصل شده به یکدیگر باید در حالت‌های حدی از مقاومت و سختی کافی برخوردار باشند.

مهندسان عزیز توجه داشته باشید که در یک اتصال گیردار نیروی برشی و لنگر خمشی هر دو منتقل می‌شوند بنابراین برای انتقال این دو نیرو باید:

۱ **انتقال نیروی برشی:** مشابه تکیه‌گاه مفصلی باید یا جان تیر به تکیه‌گاه متصل شود و یا اینکه زیر تیر، تکیه‌گاه باشد (استفاده از نیسی جان، ورق جان، ورق نشیمن).

۲ انتقال لنگر خمشی: باید هر دو بال‌های تیر به تکیه‌گاه متصل شوند.

در انتقال نیروی برشی با روش‌های استفاده از نبشی جان، ورق جان و ورق نشیمن در تکیه‌گاه مفصلی آشنا شدیم. حال در این قسمت به بررسی اتصال بال‌ها و انتقال لنگر خمشی می‌پردازیم. اتصال بال‌ها به سه روش امکان‌پذیر است که در جدول زیر آنها را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱-۲: انواع روش‌های اتصال بال تیر برای ایجاد اتصال گیردار

شکل	نحوه اتصال	نوع اتصال
	اتصال مستقیم بال تیر به ستون با استفاده از جوش نفوذی	اتصال بال
	اتصال بال تیر به ورق‌های زیرسری و روسری و در ادامه اتصال این ورق‌ها به ستون با جوش نفوذی	
	اتصال تیر به یک ورق انتهایی و در ادامه اتصال این ورق از طریق پیچ به ستون (اتصال فلنجی)	

**تذکره ۱:** در اتصال فلنجی، نیروی برشی و لنگر خمشی هر دو منتقل می‌شوند.

**تذکره ۲:** اتصال خمشی نیمه گیردار به اتصالی گفته می‌شود که از طریق آن اگرچه لنگرها منتقل می‌شوند، لیکن چرخش نسبی بین اعضای متصل شده به یکدیگر ناچیز نبوده و غیرقابل صرف‌نظر کردن است. در رابطه با این اتصال به موارد زیر دقت کنید:

۱ در هنگام استفاده از این نوع اتصال ویژگی‌های پاسخ نیرو - تغییرشکل بایستی در تحلیل سازه در نظر گرفته شود.

۲ ویژگی‌های پاسخ نیرو - تغییر شکل یک اتصال نیمه‌گیردار باید به شیوه تحلیل یا براساس نتایج آزمایشگاهی معتبر تعیین شود.

۳ اتصالات نیمه گیردار باید در حالت‌های حدی از مقاومت، سختی و ظرفیت تغییرشکل کافی برخوردار باشند.

**اتصال ستون به کف ستون**

اتصال ستون به کف ستون در دو حالت اتصال ساده یا گیردار (خمشی) به شکل زیر است، در اتصال ساده، ستون تنها به وسیله نبشی‌های جانبی به کف ستون متصل می‌شود اما در اتصال گیردار، ستون توسط جوش دور تا دور به کف ستون متصل شده و همچنین ورق‌های سخت‌کننده نیز به صلبیت ستون کمک می‌کنند.



شکل ۱-۷: انواع اتصال ستون به کف ستون

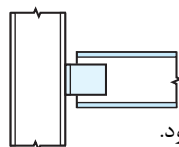
مهندسان عزیز در رابطه با این اتصال نکات زیر را در نظر بگیرید:

- ۱- اتصال ستون به کف ستون متناسب با نوع اتصال (ساده یا خمشی) باید برای انتقال نیروهای موجود در پای ستون طراحی گردد.
- ۲- برای نیروی محوری فشاری، هنگامی که انتقال نیروی فشار کف ستون‌ها از طریق فشار مستقیم تماسی انجام می‌شود، باید انتهای ستون گونیا شده و سطح تماس آنها برای انتقال نیروی فشاری صاف و آماده شده باشد.
- ۳- باید اتصال کافی بین ستون و کف ستون باشد تا قادر به انتقال نیروهای حین ساخت و یا هر نیروی احتمالی دیگر باشد.

**تست‌های مرتبط با قسمت انواع اتصالات**

**تجربین ۱:** در اتصال تیر به ستون از دو عدد نبشی جان مطابق شکل استفاده شده است، گزینه صحیح‌تر را انتخاب نمایید.

(نظارت - اسفند ۸۹)

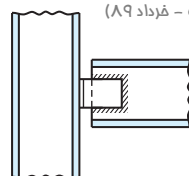


- (۱) اتصال روبرو به عنوان اتصال مفصلی در نظر گرفته می‌شود.
- (۲) اتصال روبرو به عنوان اتصال گیردار در نظر گرفته می‌شود.
- (۳) با بالا بردن شماره نبشی می‌توان اتصال را گیردار در نظر گرفت.
- (۴) برای تأمین مقاومت برشی علاوه بر نبشی‌های جان، باید از نبشی نشیمن نیز استفاده شود.

**پاسخ:** با توجه به مطالب مطرح شده در قسمت درسنامه، اتصال این شکل از طریق اتصال جان تیر به نبشی است که نیروی برشی منتقل شده و اتصال مفصلی می‌باشد. دقت شود که این حالت، برای اتصال تیرچه به شاه‌تیر یا تیر به بال ستون به کار می‌رود. بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

**تجربین ۲:** چنانچه برای اتصال مفصلی تیر به ستون نشان داده شده در شکل، فقط از دو بل نبشی جان استفاده شده باشد، جوش نبشی‌ها به تیر بایستی براساس چه عواملی طراحی شود؟

(نظارت - فرورد ۸۹)



- (۱) نیروی برشی و لنگر پیچشی
- (۲) نیروی برشی و لنگر خمشی
- (۳) نیروی برشی
- (۴) نیروی برشی، لنگر خمشی و لنگر پیچشی

**پاسخ:** همانطور که بررسی کردیم، جوش نبشی‌ها به تیر براساس نیروی برشی و لنگر پیچشی طراحی می‌شود. بنابراین گزینه (۱) صحیح است.



**تمرین ۳:** وقتی اتصال تیرچه به تیر اصلی به نحوی انجام گیرد که بال‌های فوقانی هر دو در یک تراز واقع شوند، باید قسمتی از بال تیرچه را زبانه کرد. در این حالت، مقطع مقدار کمی از بال خود را که در تحمل ..... نقش ناچیزی دارد، از دست می‌دهد.

(نظارت - شهردار ۹۱)

(۱) نیروی برشی (۲) نیروی محوری (۳) لنگر خمشی (۴) لنگر پیچشی

● **هله:** به‌طور کلی در پروفیل‌های I شکل، در تحمل لنگر خمشی بال مقطع نقش بسزایی داشته و جان نقش ناچیزی دارد؛ در مقابل در تحمل نیروی برشی، جان مقطع نقش بسزایی داشته و بال‌ها نقش ناچیزی دارند. پس در صورت زبانه کردن قسمتی از بال مقطع، بخشی از مقطع که در تحمل نیروی برشی نقش ناچیزی دارد، از بین می‌رود. بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

**تمرین ۴:** در رابطه با اتصال ستون فولادی به کف ستون، کدام گزینه نمی‌تواند صحیح باشد؟ (تألیفی)

(۱) برای تحمل نیروهای حین ساخت توسط ستون‌ها، اتصال آنها به کف ستون‌ها باید از نوع خمشی باشد.

(۲) اتصال ستون به کف ستون برای نیروهای ایجاد شده در پای ستون طراحی می‌شود.

(۳) انتقال نیروی محوری فشاری ستون، عمدتاً توسط فشار مستقیم ستون که به‌صورت تماسی است به کف ستون منتقل می‌شود.

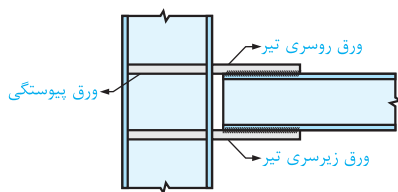
(۴) گونیا بودن انتهای ستون و صاف بودن آن، از شروط اصلی در انتقال نیروی محوری ستون به کف ستون می‌باشد.

● **هله:** با توجه به نکات اتصال ستون به کف ستون فوق، به سادگی می‌توان گفت که تنها عبارت گزینه (۱) نادرست است و باید این گزینه انتخاب شود.

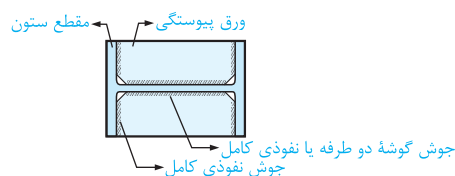
## ۸-۲- ورق‌های پیوستگی و مضاعف

### ورق پیوستگی

در اتصالات گیردار عموماً لازم است در مقابل بال‌ها یا ورق‌های اتصال بال فوقانی و تحتانی تیرهای متصل شده به ستون به‌صورت متقارن نسبت به محور ستون، ورق‌های تقویت داخل ستون قرار گیرد که به آن ورق پیوستگی گفته می‌شود. برای جلوگیری از وقوع پدیده‌هایی نظیر تسلیم موضعی بال و جان ستون و نیز چین‌خوردگی جان و اطمینان از سلامت انتقال نیروهای لرزه‌ای ایجاد شده از تیر به ستون از این نوع ورق استفاده می‌شود.



شکل ۸-۱: اتصال ورق پیوستگی به ستون



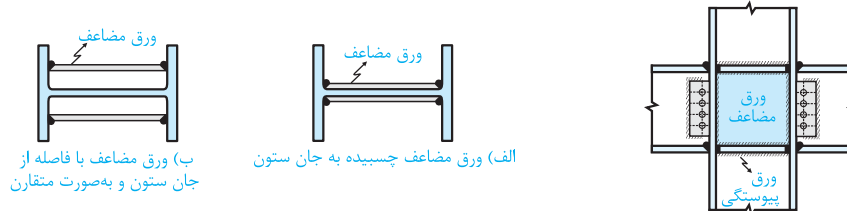
شکل ۹-۱: جزئیات ورق پیوستگی (نمایش مقطع ستون از بالا)

- مهندسان گرامی درباره ضوابط ورق‌های پیوستگی به نکات زیر دقت کنید:
- طول ورق‌های پیوستگی باید برابر با فاصله خالص دو بال ستون باشد.
  - پهنای ورق‌های پیوستگی در ستون‌های با مقطع قوطی شکل باید برابر فاصله خالص دو جان مقطع ستون بوده و در ستون‌های با مقطع  $H$  شکل مجموع پهنای ورق‌های پیوستگی در هر طرف جان مقطع ستون نباید از پهنای بال تیر یا پهنای ورق پوششی اتصال کمتر باشد.
  - ضخامت ورق‌های پیوستگی نباید از نصف ضخامت بال تیر یا ضخامت ورق‌های پوششی اتصال (ورق‌های روسری و زیرسری) در اتصالات گیرداری که در امتداد موردنظر فقط به یک وجه ستون متصل هستند و از ضخامت بال تیر یا ضخامت ورق‌های پوششی اتصال (ورق‌های روسری و زیرسری) در اتصالات گیرداری که در امتداد موردنظر به هر دو وجه ستون متصل هستند، کمتر در نظر گرفته شود.
  - جوش ورق‌های پیوستگی به بال ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل باشد. در صورتی که ضخامت ورق پیوستگی کوچکتر یا مساوی  $10$  میلی‌متر باشد، استفاده از جوش گوشه دو طرفه نیز مجاز است.
  - جوش ورق‌های پیوستگی به جان ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه دو طرفه باشد.

### ورق مضاعف‌کننده

ورق مضاعف‌کننده به منظور کاهش تنش برشی موجود در جان ستون و یا در صورتی که با پیچ یا جوش انگشتانه کافی به جان ستون متصل باشند برای جلوگیری از ناپایداری جان ستون به کار می‌رود. در رابطه با اتصال ورق مضاعف‌کننده به جان باید در نظر داشته باشید که:

- این ورق‌ها می‌توانند چسبیده به جان ستون و یا با فاصله از آن، به صورت متقارن نسبت به آن محور از مقطع ستون که موازی نیروی برشی وارده می‌باشد به کار روند.
- این ورق‌ها باید به بال‌های ستون و ورق‌های پیوستگی فوقانی و تحتانی متصل شوند.



شکل ۱-۱۰: جزئیات ورق مضاعف (نمایش مقطع ستون از بالا)

شکل ۱-۱۱: اتصال ورق مضاعف‌کننده به جان ستون

- ورق‌های مضاعف در ستون‌های  $H$  شکل باید در دو طرف جان و در ستون‌های قوطی شکل در دو وجه ستون به کار روند.
- در صورت وجود ورق‌های پیوستگی، ورق‌های مضاعف می‌توانند در محل ورق‌های پیوستگی قطع شده و توسط جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه به ورق‌های پیوستگی متصل شوند.
- در مواردی که نیاز به تعبیه سخت‌کننده‌های عرضی (ورق‌های پیوستگی) نباشد، بالا و پایین ورق‌های مضاعف باید حداقل  $150 \text{ mm}$  از بال فوقانی و تحتانی تیر فاصله داشته باشند.
- در مواردی که ورق‌های مضاعف از جان ستون فاصله داشته باشند، این ورق‌ها باید به صورت متقارن و در یک سوم میانی فاصله بین مرکز صفحه جان ستون و نوک بال تیر تعبیه شوند.

**تست‌های مرتبط با قسمت ورق‌های پیوستگی و مضاعف**

**تمرین ۵:** در اتصال جوشی تیر به ستون (قاب‌های خمشی ویژه)، اتصال ورق پیوستگی به بال ستون، باید از نوع جوش ..... باشد.

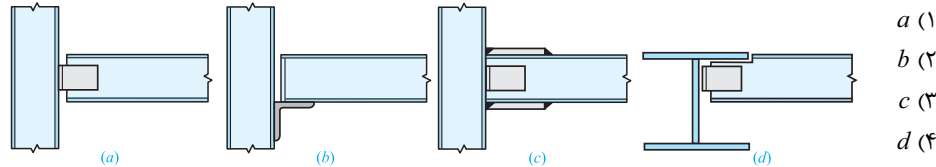
(نظارت - شهریور ۹۱)

- (۱) کام (۲) گوشه یک‌طرفه (۳) شیاری با نفوذ نسبی (۴) شیاری با نفوذ کامل

● **هله:** جوش ورق‌های پیوستگی به بال ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل باشد. در صورتی که ضخامت ورق پیوستگی کوچکتر یا مساوی ۱۰ میلی‌متر باشد، استفاده از جوش گوشه دوطرفه نیز مجاز است. پس اتصال ورق پیوستگی به بال ستون بایستی از طریق جوش شیاری با نفوذ کامل و یا تحت شرایطی از طریق جوش گوشه دوطرفه صورت پذیرد. بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

**تمرین ۶:** در کدام یک از اتصالات نمایش داده شده در شکل، کنترل لزوم ورق‌های مضاعف در چشمه اتصال ضروری است؟

(نظارت - ۹۲)

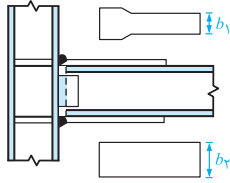


- (۱) a  
(۲) b  
(۳) c  
(۴) d

● **هله:** ورق‌های مضاعف تنها ممکن است در اتصالات گیردار تیر به ستون مورد نیاز باشند. بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

**تمرین ۷:** در مورد اتصال گیردار متعارف جوشی تیر فولادی به ستون فولادی با استفاده از ورق‌های بالایی و پایینی و نبشی جان مناسب‌ترین گزینه را انتخاب نمایید. فرض می‌شود جوش کاری در کارگاه صورت می‌گیرد.

(نظارت - ۹۰)



- (۱) پهنای ورق پایینی ( $b_2$ ) باید بزرگتر از پهنای بال تیر اختیار شود.  
(۲) پهنای ورق بالایی ( $b_1$ ) باید بزرگتر از پهنای بال تیر اختیار شود.  
(۳) پهنای ورق‌های بالایی و پایینی باید یکسان اختیار شود.  
(۴) پهنای ورق بالایی ( $b_1$ ) باید بزرگتر از پهنای ورق پایینی ( $b_2$ ) اختیار شود.

● **هله:** در اتصالات گیردار که از ورق‌هایی در بالا و پایین تیر استفاده می‌شود، برای کاهش مقدار جوشکاری سربالا (سقفی) پهنای ورق بالایی کمتر از عرض تیر و پهنای ورق پایینی بیشتر از عرض تیر انتخاب می‌گردد. بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

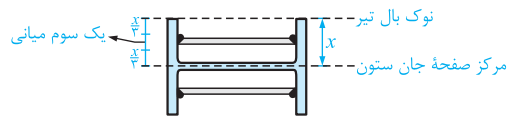
(نظارت - اسفند ۹۱)

**تمرین ۸:** منظور از واژه ورق پیوستگی در طراحی یک سازه فولادی چیست؟

- (۱) ورقی است که پیوستگی بین اجزاء ستون‌های با مقطع مرکب (ساخته شده) را تأمین می‌نماید.  
(۲) ورقی است که پیوستگی بین دال بتنی و تیر فولادی را در تیرهای مختلط تأمین می‌نماید.  
(۳) ورقی است که در محل چشمه اتصال یک اتصال خمشی مورد استفاده قرار می‌گیرد.  
(۴) ورقی است که پیوستگی بین بال و جان یک تیر فولادی را تأمین می‌نماید.

● **هله:** مطابق توضیحات درسنامه، گزینه (۳) صحیح است.

**تجربین ۹:** در مواردی که ورق‌های مضاعف از جان ستون فاصله دارند، محل تعبیه این ورق‌ها کجاست؟ (تألیفی)



(۱) در وسط فاصله بین مرکز صفحه جان ستون

و نوک بال تیر

(۲) در یک سوم میانی فاصله بین مرکز صفحه

جان ستون و نوک بال تیر

(۳) در یک سوم کناری فاصله بین مرکز صفحه جان ستون و نوک بال تیر

(۴) در یک چهارم کناری فاصله بین مرکز صفحه جان ستون و نوک بال تیر

● **هله:** در نکته (۶) مطرح شده در قسمت ورق مضاعف‌کننده، مطالعه کردیم که در مواردی که ورق‌های مضاعف از جان ستون فاصله داشته باشند، این ورق‌ها باید به صورت متقارن و در یک سوم میانی فاصله بین مرکز صفحه جان ستون و نوک بال تیر تعبیه شود، بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

**تجربین ۱۰:** در صورتی که ضخامت ورق پیوستگی ۱۲ میلی‌متر باشد، جوش ورق‌های پیوستگی به بال و جان ستون

(تألیفی)

به ترتیب کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟

(۱) جوش شیاری با نفوذ کامل - جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه دو طرفه

(۲) جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه دو طرفه - جوش شیاری با نفوذ کامل

(۳) جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه دو طرفه - جوش گوشه دو طرفه

(۴) جوش گوشه دو طرفه - جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه دو طرفه

● **هله:** با توجه به نکات (۴) و (۵) مطرح شده در قسمت ضوابط ورق‌های پیوستگی و ضخامت ورق پیوستگی که بیشتر از ۱۰ میلی‌متر است، گزینه (۱) صحیح است.

**تجربین ۱۱:** کدام یک از گزینه‌های زیر در رابطه با ورق‌های پیوستگی نادرست می‌باشد؟ (تألیفی)

(۱) پهنای ورق‌های پیوستگی در ستون‌های با مقطع قوطی شکل باید برابر فاصله خالص در جان مقطع ستون باشد.

(۲) در ستون‌های با مقطع H شکل مجموع پهنای ورق‌های پیوستگی در هر طرف جان مقطع ستون نباید از پهنای جان تیر یا پهنای ورق پوششی اتصال کمتر باشد.

(۳) ضخامت ورق‌های پیوستگی نباید از نصف ضخامت بال تیر یا ضخامت ورق‌های پوششی اتصال در اتصالات گیرداری که در امتداد موردنظر فقط به یک وجه ستون متصل هستند کمتر در نظر گرفته شود.

(۴) ضخامت ورق‌های پیوستگی نباید از ضخامت بال تیر یا ضخامت ورق‌های پوششی اتصال در اتصالات گیرداری که در امتداد موردنظر به هر دو وجه ستون متصل هستند، کمتر در نظر گرفته شود.

● **هله:** با توجه به نکات (۱) و (۲) مطرح شده در قسمت ضوابط ورق‌های پیوستگی در ستون‌های با مقطع H شکل مجموع پهنای ورق‌های پیوستگی در هر طرف جان مقطع ستون نباید از پهنای بال تیر یا پهنای ورق پوششی اتصال کمتر باشد که این موضوع در گزینه (۲) نادرست بیان شده و پاسخ این تست است.





## A-۳- وصله‌ها

## انواع وصله اعضا

در صورت استفاده از وصله مستقیم، وصله باید با جوش نفوذی کامل صورت گیرد. برای انواع دیگر وصله‌ها، مقاومت مورد نیاز وصله باید حداقل برابر نیروهای داخلی حاصل از ترکیبات مختلف بارگذاری در محل وصله در نظر گرفته شود.

## وصله‌ها در مقاطع سنگین

الزامات این قسمت به نیمرخ‌های حجیم و سنگین و نیمرخ‌های مرکبی که از ورق‌های ضخیم‌تر از ۴۰ میلی‌متر ساخته می‌شوند، مربوط می‌شود. در رابطه با جوش وصله این اعضا نکات زیر را در نظر بگیرید:

- در صورتی که از جوش نفوذی لب به لب برای این وصله‌ها استفاده شود باید برای جلوگیری از اثر انقباض ناشی از سرد شدن و شکست ناشی از تدری در جوش و مصالح مجاور آن، احتیاط‌های لازم به عمل آید. توجه کنید که استفاده از پیش‌گرمایش و پس‌گرمایش و یا استفاده از الکترودهای کم‌هیدروژن در این خصوص الزامی است.
- اگر جوش وصله این اعضا نقش انتقال تنش‌های کششی ناشی از نیروی کششی یا لنگر خمشی را داشته باشد، لازم است محدودیت‌های مربوط به طاقت مصالح روی نمونه زخم‌دار با انجام آزمایش شارپی بررسی شود.
- در اتصالات کششی مقاطع سنگین باید بعد از جوشکاری، تسمه پشت‌بند جوش را (در صورت موجود بودن) از جان خود برداشت و جوش‌ها را با سنگ زدن صاف و یکنواخت کرد و در صورت لزوم از جوش پشت استفاده کرد.
- برای وصله مقاطع سنگین ارجح است از جزئیاتی استفاده شود که انقباض جوش در آن بزرگ نباشد.

## تست‌های مرتبط با قسمت وصله‌ها

**تجربین ۱۲:** جوش وصله تیر ورق فولادی با ضخامت ۵۰ میلی‌متر تحت تنش کششی ناشی از لنگر خمشی قرار گرفته است. کدام یک از آزمایش‌های زیر بایستی برای بررسی محدودیت‌های مربوط به طاقت مصالح روی نمونه زخم‌دار انجام گیرد؟

(نظارت - ۸۶)

- (۱) آزمایش حک  
(۲) آزمایش شکست نمونه زخم‌دار  
(۳) آزمایش خمش هدایت شده  
(۴) آزمایش شارپی

● **هله:** با توجه به دومین مورد از نکات این قسمت، گزینه (۴) صحیح است.

**تجربین ۱۳:** در وصله نیمرخ‌های مرکبی که با ورق‌های ضخیم‌تر از ۴۰ mm ساخته می‌شوند، چنانچه از جوش نفوذی لب به لب استفاده شود، برای جلوگیری از اثر انقباض ناشی از سرد شدن و شکست ناشی از تدری در جوش، استفاده از کدام الکتروود مناسب‌تر است؟

(نظارت - شه‌ریور ۹۱)

- (۱) روتیلی (۲) سلولزی (۳) کم‌هیدروژن (۴) روتیلی پودر آهن‌دار

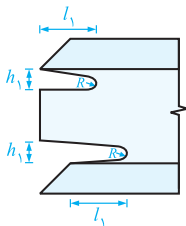
● **هله:** با در نظر گرفتن اولین نکته از مطالب این بخش، گزینه (۳) صحیح است.

**۴-۸- سوراخ‌های دسترسی برای جوشکاری**

**سوراخ‌های دسترسی**

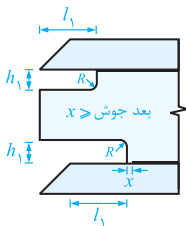
به منظور دسترسی و تسهیل جوشکاری تعبیه می‌شود (مثل سوراخ دسترسی در جان به منظور جوش لب به لب بال)، برای قرار دادن مصالح جوش در موضع مورد نظر، باید دید کامل و فراخی کافی را داشته باشد. این سوراخ‌ها و نیز قسمت‌های برش داده بال در انتهای تیرها باید به صورتی کاملاً یکنواخت، با انحنای ملایم و بدون گوشه‌های تیز، تعبیه شود.

**بررسی سوراخ‌های دسترسی قبل از تکمیل و یا پس از اتمام جوشکاری**



شکل ۱-۱۲: مقاطع نورد شده و ساخته شده از ورق که در آنها ایجاد سوراخ دسترسی پس از اتمام جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد.

۱- مقاطع نورد شده و ساخته شده از ورق که در آنها ایجاد سوراخ دسترسی پس از اتمام جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد: در این مورد باید لبه جان از سطح بال تا سطح تو رفتگی سوراخ دسترسی به صورت شیب‌دار، کاملاً یکنواخت و بدون گوشه‌های تیز باشد. به شکل روبرو دقت کنید:



شکل ۱-۱۳: مقاطع ساخته شده از ورق که در آنها ایجاد سوراخ دسترسی قبل از تکمیل جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد.

۲- مقاطع ساخته شده از ورق که در آنها ایجاد سوراخ دسترسی قبل از تکمیل جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد: در این مورد انتهای سوراخ دسترسی می‌تواند عمود بر بال باشد مشروط بر آنکه انتهای جوش به اندازه بُعد جوش از سوراخ دسترسی فاصله داشته باشد. به شکل روبرو توجه کنید:

**نکته ۱:** توجه داشته باشید که در نیمرخ‌های سنگین و مقاطع ساخته شده از ورق که از ورق‌هایی به ضخامت بیش از ۴۰ میلی‌متر ساخته می‌شوند، لبه‌های برش داده تیر یا سوراخ‌های دسترسی که توسط شعله بریده شده باشند را باید با سنگ زدن به صورت فلز صاف و براق در آورد.

**نکته ۲:** اگر قسمت‌های منحنی بریده شده در محل سوراخ دسترسی توسط عمل مته کردن یا برقو زدن صورت گرفته باشد، به سنگ زدن و صاف کردن احتیاجی ندارد.

**طول، ارتفاع و شعاع قوس سوراخ دسترسی**

طول، ارتفاع و شعاع قوس سوراخ دسترسی باید طبق اعداد در نظر گرفته شده در جدول زیر باشد.

جدول ۱-۳: طول و ارتفاع و شعاع قوس سوراخ دسترسی

نوع پارامتر	حداقل و حداکثر مقدار
حداقل طول سوراخ دسترسی ( $l_1$ )	$l_1 = \max(40 \text{ mm}, 1/5 t)$
ارتفاع سوراخ دسترسی ( $h_1$ )	$\max\{20, t\} < h_1 < 50$
شعاع قوس‌های سوراخ دسترسی ( $R$ )	$R > 10 \text{ mm}$

**تذکره:** پارامتر  $t$  در روابط بالا همان ضخامت ورقی است که سوراخ دسترسی در آن ایجاد شده است و طول سوراخ دسترسی ( $l_1$ ) برای جوشکاری از محل ریشه جوش مربوطه اندازه‌گیری می‌شود.

**تست‌های مرتبط با قسمت سوراخ‌های دسترسی برای جوشکاری**

**تمرین ۱۴:** کدام یک از مقادیر زیر برای ارتفاع سوراخ دسترسی در جان یک تیر ورق، جهت جوش لب به لب بال، مجاز نمی‌باشد؟ ضخامت جان  $10\text{ mm}$  و ضخامت بال  $15\text{ mm}$  فرض شود.

(نظارت - فرداد ۹۳)

- (۱) ۴۵ میلی‌متر      (۲) ۲۰ میلی‌متر      (۳) ۲۵ میلی‌متر      (۴) ۱۵ میلی‌متر

● **هله:** با توجه به جدول (۳-۱) داریم:

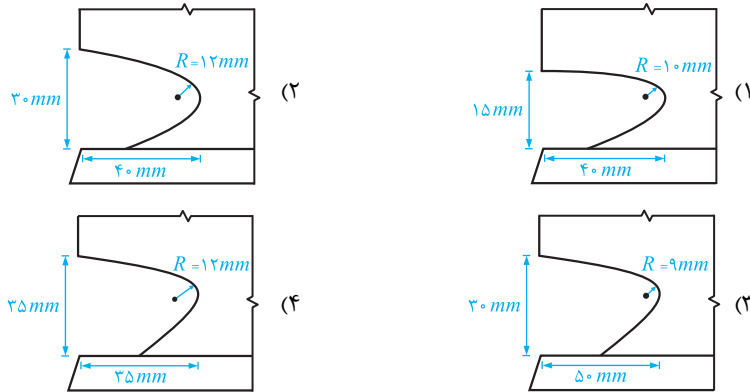
$$\max\{20, t\} < h_1 < 50 \Rightarrow 20 < h_1 < 50$$

بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

**تمرین ۱۵:** مشخصات هندسی سوراخ دسترسی برای جوش شیاری بال تحتانی تیر  $400\text{ IPE}$  به بال ستون

$300\text{ IPB}$ ، در اتصال صلب مستقیم تیر به ستون کدام است؟ ( $t_{f_{IPE\ 400}} = 13/5\text{ mm}$  ،  $t_{w_{IPB\ 300}} = 8/6\text{ mm}$ )

(نظارت - شهردور ۹۱)



● **هله:** با توجه به جدول (۳-۱) باید مقادیر  $h_1$ ،  $l_1$  و  $R$  را به دست آوریم:

$$l_1 \geq \max\{40\text{ mm}, 1/5 t\} = \max\{40, 1/5 \times 13/5\} = 40\text{ mm}$$

$$\max\{20, t\} \leq h_1 \leq 50 \Rightarrow \max\{20, 8/6\} = 20 \leq h_1 \leq 50\text{ mm}$$

$$R \geq 10\text{ mm}$$

از بین گزینه‌های ارائه شده، تنها در گزینه (۲) محدوده‌های بیان شده در بالا برقرار می‌باشد. بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

قسمت دوم: ضوابط جوش‌ها

در این قسمت به بررسی ضوابط جوش‌ها در هفت قسمت مشابه نمودار درختی زیر خواهیم پرداخت و بعد از آن سؤالات مرتبط را بررسی می‌کنیم.

- ۱-B- مفاهیم اولیه جوش
  - ۲-B- ضوابط جوش شیار (نفوذی)
  - ۳-B- ضوابط جوش گوشه
  - ۴-B- ضوابط جوش‌های انگشترانه و کام
  - ۵-B- طول مؤثر جوش‌های گوشه و جوش منقطع
  - ۶-B- ضوابط اتصالات پوششی (رویهم) دو قطعه
  - ۷-B- الکتروود مصرفی و پیش گرمایش فولادهای ساختمانی
- ضوابط جوش‌ها

۱-B- مفاهیم اولیه جوش

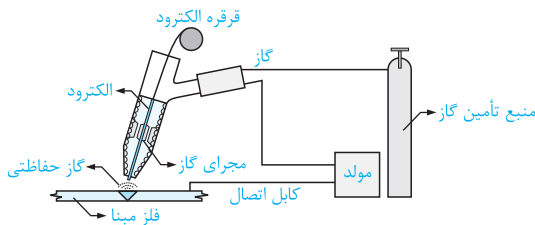
جوشکاری

به اتصال و یکپارچه کردن قطعات فلزی و فولادی به کمک حرارت، فشار و یا ترکیبی از هر دو جوشکاری گفته می‌شود. در هر فرآیند جوشکاری عوامل زیر مورد نیاز است:

۱- منبع ایجاد گرما یا فشار: می‌تواند شعله یا منبع الکتریکی باشد.

۲- فلز مادر یا فلز پایه: قطعات فلزی که باید با یکدیگر یکپارچه شوند.

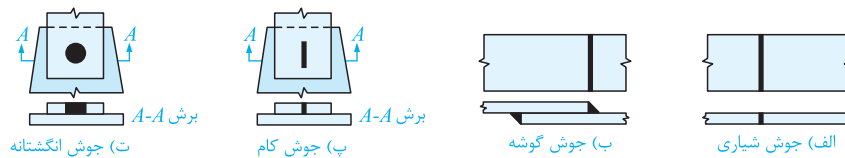
۳- فلز پرکننده یا فلز جوش: فلزی است که در فرآیند جوشکاری ذوب شده و درز بین دو قطعه فلز پایه را پر می‌کند، جوشکاری می‌تواند با و یا بدون فلز پرکننده باشد.



شکل ۱-۱۴: مدار جوشکاری

انواع جوش

در شکل زیر انواع جوش به همراه تصویر آنها معرفی شده است.



شکل ۱-۱۵: انواع جوش



**نکته:** مهندسان عزیز در رابطه با کاربرد جوش گوشه و شیاری به موارد زیر دقت کنید:

**جوش گوشه**

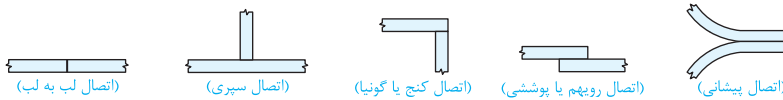
- باید طوری آرایش داده شود که تحت تنش برشی قرار گیرد.
- تا حد امکان نباید تحت تنش قائم قرار گیرد.
- بیشترین کاربرد را در ساختمان دارد.
- اغلب اتصالات شامل اتصالات نبشی‌ها، مهاربندها، ورق‌های مهاربندی شده توسط جوش گوشه انجام می‌شود.

**جوش شیاری**

- برای یکسره کردن ورق‌ها و برای ساخت تیرورق‌ها و ستون‌های ورقی کاربرد دارد.
- در اتصال صلب تیر به ستون برای اتصال ورق‌های زیرسری و روسری به ستون استفاده می‌شود.
- در مواقعی که جوش تحت تنش قائم قرار دارد، بهترین نوع جوش می‌باشد.

**انواع اتصال**

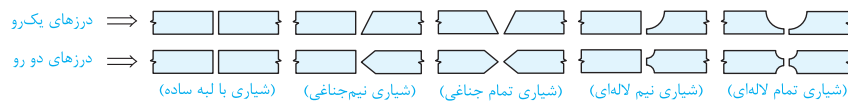
منظور از نوع اتصال، نحوه قرار گرفتن قطعات و ورق‌ها در کنار یکدیگر است که برای جوشکاری استفاده می‌شود. در شکل زیر انواع اتصال نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۶: انواع اتصال ورق‌ها جهت جوشکاری

**انواع درز**

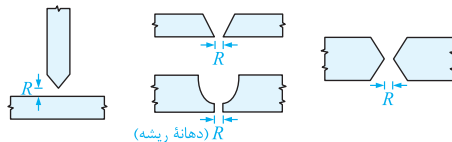
برای آنکه جوش شیاری در درز بین دو قطعه رسوب کند، برحسب ضخامت و سهولت کار، باید به لبه ورق هندسه خاصی داده شود که این عمل را آماده‌سازی می‌گویند. برحسب نوع هندسه انواع درز به صورت زیر می‌باشد.



شکل ۱-۱۷: انواع درز

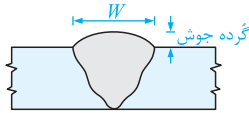
**آشنایی با چند اصطلاح در مورد جوش شیاری**

مهندسان عزیز در این قسمت با چند اصطلاح که در جوشکاری شیاری به کار می‌رود آشنا می‌شویم.  
**۱ دهانه یا بازشدگی ریشه (R):** در شکل‌های زیر دهانه ریشه (R) که همان فاصله بین دو لبه در محل ریشه درز می‌باشد، نشان داده شده است و برای آنکه الکتروود بتواند به ریشه جوش برسد به کار گرفته می‌شود.



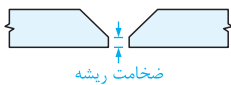
شکل ۱-۱۸: مفهوم دهانه یا بازشدگی ریشه

۲ **تسمه‌های پشت‌بند:** زمانیکه جوشکاری از یک طرف باشد و فاصله لبه‌ها نیز زیاد باشد، از تسمه‌های پشت‌بند استفاده می‌شود. دقت کنید که جنس این تسمه‌ها باید با مصالح اصلی سازگار باشد که برای تثبیت آنها قبل از انجام عمل جوشکاری از خال جوش‌های متناوب استفاده می‌شود.



شکل ۱-۱۹: مفهوم گرده جوش

۳ **گرده جوش:** در درزهای لب به لب نیاز به یک تحدب نسبی (تقریباً ۱/۵ میلی‌متر بالای سطح تراز) لازم است که به این تحدب گرده جوش گفته می‌شود. مهندسان عزیز توجه داشته باشید که ارتفاع و پهنای گرده باید حداقل گردد، به شکل روبرو دقت کنید.



شکل ۱-۲۰: مفهوم ضخامت ریشه

۴ **ضخامت ریشه:** برای آنکه از سوختن ریشه جوش و همچنین از ریزش جوش جلوگیری شود، به جای اینکه لبه جوش در محل ریشه به صورت تیز باشد، ضخامتی برای آن قائل می‌شوند که آن را ضخامت ریشه یا پیشانی می‌نامند به شکل روبرو دقت کنید.

۵ **سنگ زدن ریشه از پشت:** برای دستیابی به ذوب و امتزاج کامل در تمام مقطع جوش و در نتیجه یک جوش صد در صد (جوش تمام قدرت)، لازم است در تمام انواع درزهای جوش شیاری، طرف دوم یا پشت کار نیز جوش شود. بنابراین قبل از جوش پشت کار لازم است ریشه جوش برداشته شود که این کار به وسیله الکتروود گوج یا سنگ زدن صورت می‌گیرد.

### تست‌های مرتبط با قسمت مفاهیم اولیه جوش

**تمرین ۱۶:** از جوش ..... برای یکسره کردن ورق‌ها در ساخت تیوروق‌ها و ستون‌های ورق‌ی و همچنین در اتصالات صلب تیر به ستون برای اتصال ورق‌های زیرسری و روسری استفاده می‌شود. بر خلاف جوش ..... از این جوش در مواقعی که جوش تحت تنش‌های قائم قرار دارد، استفاده می‌شود. (تألیفی)

- (۱) شیاری - گوشه (۲) گوشه - شیاری (۳) کام - گوشه (۴) گوشه - کام
- **هله:** با توجه به مطالب مرتبط با کاربرد انواع جوش گزینه (۱) صحیح است.

**تمرین ۱۷:** کدام یک از گزینه‌های زیر در رابطه با مفاهیم اولیه جوش نادرست است؟ (تألیفی)

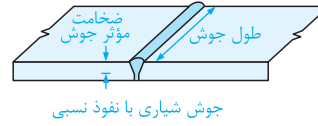
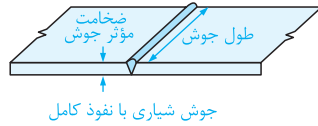
- (۱) از بازشدگی ریشه برای آنکه الکتروود بتواند به ریشه جوش برسد استفاده می‌شود.  
 (۲) در صورتی که فاصله لبه‌ها در جوشکاری زیاد باشد و همچنین جوشکاری از یک سمت باشد، باید از تسمه پشت‌بند استفاده کرد.  
 (۳) برای آنکه از سوختن ریشه جوش و همچنین از ریزش جوش جلوگیری شود، گرده جوش را ایجاد می‌کنند.  
 (۴) برای دستیابی به ذوب و امتزاج کامل در تمام مقطع جوش شیاری، لازم است در انواع درزها طرف دوم یا پشت کار جوش شود.

● **هله:** توضیحات گزینه (۳) مرتبط با ضخامت ریشه (و نه گرده جوش) می‌باشد و در نتیجه این گزینه باید انتخاب گردد.

**۲-B- ضوابط جوش شیاری (نفوذی)**

جوش شیاری به دو شکل زیر با نفوذ کامل و با نفوذ نسبی اجرا می‌شود که پارامترهای مرتبط با آن عبارت است از:

- ۱- ضخامت مؤثر جوش ( $t_e$ )
- ۲- طول مؤثر جوش ( $L_e$ )
- ۳- سطح مقطع مؤثر ( $A_e$ )

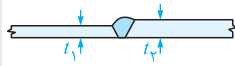


شکل ۱-۲۱: انواع جوش شیاری

**۲ ضخامت مؤثر جوش شیاری ( $t_e$ )**

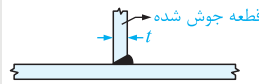
۱ ضخامت مؤثر جوش شیاری با نفوذ کامل در دو حالت زیر تعیین می‌گردد:

- در صورتی که اتصال لب به لب باشد برابر است با ضخامت قطعه نازک‌تر



شکل ۱-۲۲: ضخامت مؤثر جوش در اتصال لب به لب  $t_e = \min(t_1, t_2)$  : ضخامت مؤثر جوش

- در صورتی که در اتصال کنج و سپری به کار رود برابر است با ضخامت قطعه جوش شده



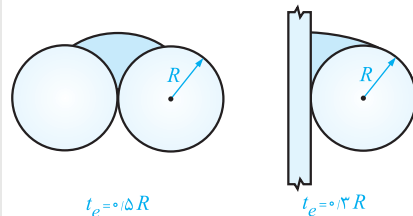
شکل ۱-۲۳: ضخامت مؤثر جوش در اتصال کنج یا سپری  $t_e = t$  : ضخامت مؤثر جوش

۲ ضخامت مؤثر جوش شیاری با نفوذ نسبی برابر است با عمق شیاری منهای ۳ میلی‌متر



شکل ۱-۲۴: ضخامت مؤثر جوش شیاری با نفوذ نسبی  $t_e = t - 3 \text{ mm}$  ⇒ عمق شیاری = ضخامت مؤثر جوش

**نکته:** ضخامت مؤثر جوش شیاری که بین دو لبه گرد (مثل) شیاری بین دو میلگرد) و یا بین یک لبه گرد و لبه تخت (مثل میلگرد در مجاورت ورق) داده می‌شود، مطابق شکل روبرو می‌باشد.



شکل ۱-۲۵: ضخامت مؤثر جوش‌های شیاری لب گرد  $t_e = 0.5R$   $t_e = 0.3R$

**طول مؤثر جوش شیاری ( $L_e$ )**

طول مؤثر جوش شیاری برابر با طول جوش شده می‌باشد.

**سطح مقطع مؤثر جوش شیاری ( $A_e$ )**

سطح مقطع مؤثر جوش شیاری برابر است با:

$$A_e = L_e t_e \Rightarrow \text{ضخامت مؤثر جوش شیاری} \times \text{طول مؤثر جوش شیاری} = \text{سطح مقطع مؤثر جوش شیاری}$$

**نکته:** توجه داشته باشید که استفاده از جوش شیاری با نفوذ نسبی در وضعیتی که بارگذاری متناوب (اثر خستگی) وجود داشته باشد، مجاز نیست.