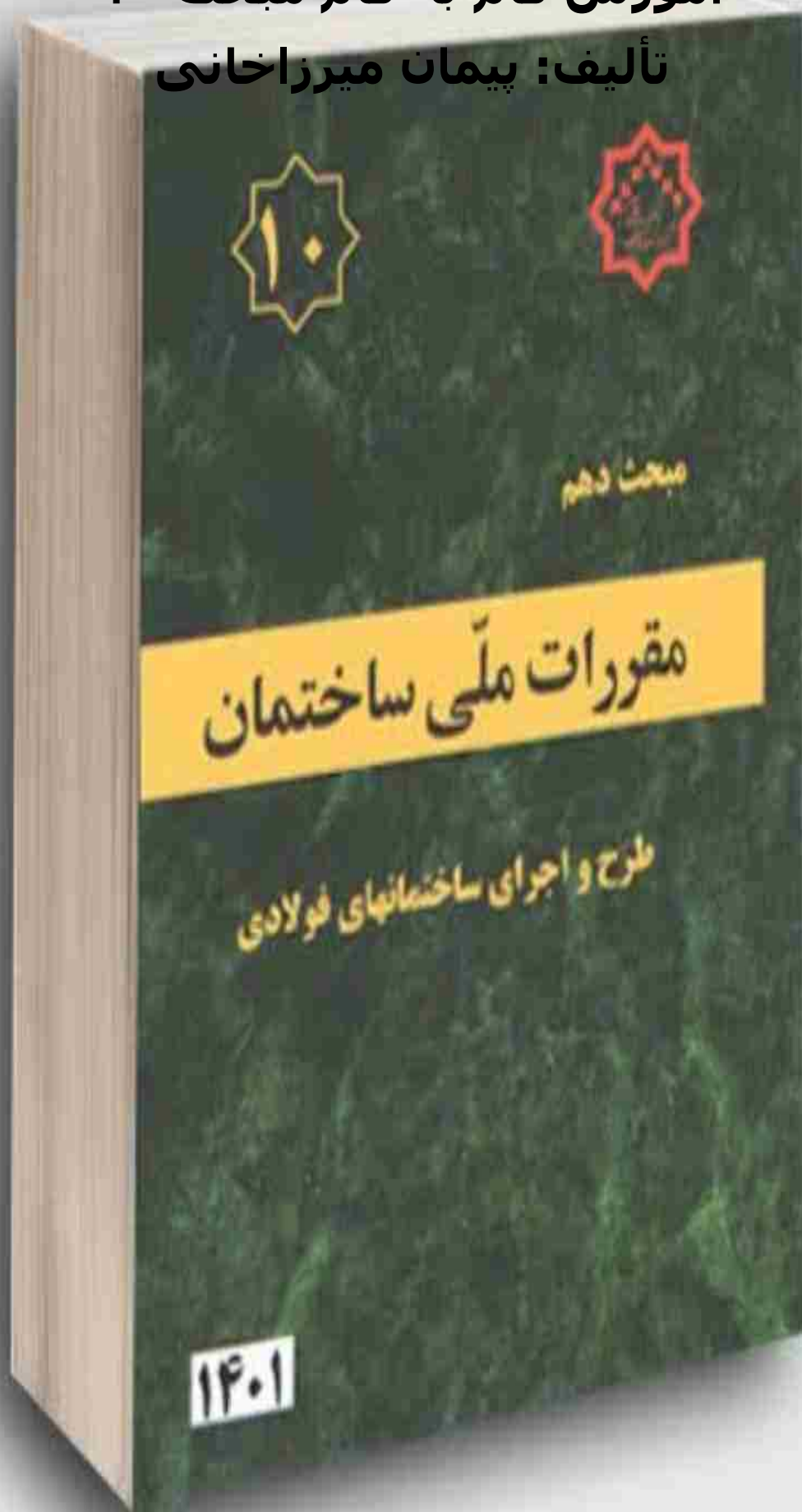


آموزش گام به گام مبحث ۱۰

تألیف: پیمان میرزاخانی



## فصل تعاریف

### ۱- انواع اتصالات پیچی

الف- اتصالات اتکایی :

اتصال که در آن انتقال نیروی برشی از طریق بدنه پیچ به جداره سوراخ صورت گیرد و از مقاومت اتصال در برابر لغزش صرفنظر می شود.

ب- اتصال پیش تنیده:

اتصال که در آن انتقال نیروی برشی از طریق اتکای بدنه پیچ به جداره سوراخ صورت می گیرد و از مقاومت اتصال در برابر لغزش صرفنظر می شود. با این وجود در اجرا و هنگام نصب پیچ های این نوع اتصالات باید پیش تنیده شوند.

ج- اتصال لغزش بحرانی :

اتصال که در آن هیچ گونه لغزشی بین سطوح تماس مجاز نبوده و انتقال نیروی برشی در اتصال از طریق نیروی اصطکاک بین سطوح در تماس اتصال انجام می شود.

## سؤال:

کدامیک از گزینه های ذیل تفاوت اتصال اتکایی و پیش تنیده را به درستی بیان نموده است؟

- ۱- در اتصال اتکایی، نیروی برشی از طریق اتکای بدنه پیچ به جداره سوراخ صورت می گیرد ولی در اتصال پیش تنیده از طریق مقاومت اتصال در برابر لغزش.
- ۲- در اتصال پیش تنیده از مقاومت اتصال در برابر لغزش صرفنظر می شود ولی در اتصال اتکایی از این مقاومت صرفنظر نمی شود.
- ۳- در اتصال اتکایی، پیش تنیدگی هنگام نصب وجود ندارد ولی در اتصال پیش تنیده این اتفاق هنگام نصب و اجرا باید انجام شود.
- ۴- در هر دو اتصال، انتقال نیروی کششی از طریق اتکای بدنه به جداره سوراخ صورت می گیرد ولی در هر دو اتصال، از مقاومت اتصال در برابر لغزش صرفنظر می شود.

سؤال:

در کدامیک از اتصالات زیر هیچ گونه لغزشی بین سطوح تماس مجاز نبوده و انتقال نیروی برشی در اتصال از طریق نیروی اصطکاک بین سطوح در تماس اتصال انجام می پذیرد؟

۱- اتصال لغزش بحرانی

۲- اتصال مفصلی

۳- اتصال گیردار

۴- اتصال نیمه صلب

نکته: عمل اهرمی به افزایش نیروی کششی پیچ گفته می شود که در اثر اتکای لبه ورق اتصال انتهایی به سطح تکیه گاه آن ایجاد می گردد و ممکن است موجب گسیختگی پیچ ها شود .

در ورق های اتصال انتهایی انعطاف پذیر، توجه به این موضوع ضروری است.

سؤال: عمل اهرمی در کدامیک از اتصالات ذیل استفاده می شود؟ و به چه منظور؟

- ۱- اتصالات جوشی - افزایش مقاومت جوش
- ۲- اتصالات پیچی - افزایش نیروی کششی پیچ ها
- ۳- اتصالات پیچی - افزایش نیروی برشی پیچ ها
- ۴- اتصالات جوشی - افزایش مقاومت برشی

## ۲- انواع اتصالات جوشی تیر به ستون در قاب های ساختمانی

### الف- اتصال مفصلی (ساده):

اتصال که از نظر دوران، انعطاف پذیر بوده و لنگری را به تکیه گاه انتقال نمی دهد و در نتیجه می توان آنها را فقط برای برش (عکس العمل تکیه گاه) و آثار ناشی از آن طراحی کرد. این اتصالات را به حرف (S) نشان می دهند.

### ب- اتصال نیمه گیردار :

به اتصالاتی گفته می شوند که مقدار سختی آنها بین دو حالت اتصال مفصلی و گیردار است. در تحلیل سازه برای مدلسازی این نوع اتصالات باید از سختی بدست آمده از منحنی لنگر-دوران اتصال استفاده شود. این اتصال را با حرف (PR) نشان می دهند.

### ج- اتصال گیردار:

به اتصالاتی گفته می شود که در آن چرخش نسبی بین اعضای متصل شده به یکدیگر ناچیز بوده و معمولاً تحت اثر بارهای بهره برداری دارای سختی بیش از بیست برابر سختی سکانتی تیر  $(\frac{20EI}{L})$  هستند. این اتصالات را با حرف (FR) نشان می دهند.

### ۳- انواع جوش :

#### ۱- جوش گوشه:

جوش هایی که شکل آنها عموماً مثلثی بوده و بر روی سطوح دو ورق (اتصال T)، سطح یک ورق و لبه ورق دیگر (اتصال روی هم) یا ضخامت دو ورق (اتصال L) را به یکدیگر متصل می نماید.

نکته: جوش گوشه تقویتی، جوش گوشه ای است که در محل درز بر روی جوش شیار یا در زیر آن اضافه می شود.

#### ۲- جوش شیار:

الف- جوش شیار با نفوذ کامل (CJP) :

به جوش هایی گفته می شود که در آنها فلز جوش در کل ضخامت ورق متصل شده نفوذ می نماید.

ب- جوش شیار با نفوذ نسبی یا ناقص (PJP):

به جوش هایی گفته می شود که در آنها فلز جوش در بخشی از ضخامت ورق متصل شده نفوذ می نماید.

#### ۳- جوش انگشتانه:

به جوش بکار رفته در داخل سوراخ دایره ای شکل داخل یک ورق گفته می شود که آنرا به سطح قطعه فلزی دیگری متصل می نماید.

#### ۴- جوش کام:

به جوش بکار رفته در داخل سوراخ لوبیایی شکل داخل یک ورق گفته می شود که آنرا به سطح قطعه فلزی دیگری متصل می نماید.

سؤال: منظور از CJP در تعاریف جوش کدام است؟

۱- جوش شیارى با نفوذ كامل

۲- جوش شیارى با نفوذ نسبى

۳- جوش با نفوذ ناقص

۴- جوش شیارى

#### ۴- تعاریف مرتبط به اتصالات جوشی

♦ آزمایش طاقت نمونه شیار داده شده شاری :

آزمایش دینامیکی که بر روی نمونه شیار داده شده استاندارد فولادی تحت اثر یک ضربه استاندارد صورت می گیرد و میزان طاقت (جذب انرژی) نمونه فولادی را در مقابل تردشکنی مشخص می نماید.

♦ آزمون غیرمخرب:

آزمایشی از جوش که در آن بر عضو سازه ای آسیبی وارد نگردد و پیوستگی مصالح فولادی سازه و اجزای مقطع آن بهم نخورد.

♦ برگشت جوش (طول قلاب جوش) :

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

♦ جوش بحرانی لرزه ای:

به جوش های مشخص شده در فصل الزامات لرزه ای سازه های فولادی اطلاق می گردد که در آن ها فلز جوش (الکتروود) باید از مشخصات ویژه ای برخوردار باشد.

## ۵- تعاریف فصل ضوابط طراحی لرزه ای ساختمان های فولادی

الف- تنش تسلیم مشخصه ( $f_y$ ):

به حد پائین تنش تسلیم مصالح فولادی گفته می شود که از نظر آماری تنها ۵ درصد احتمال نقض آن وجود دارد.

ب- تنش تسلیم مورد انتظار ( $R_y f_y$ ):

به حاصلضرب تنش تسلیم مشخصه فولاد ( $f_y$ ) در ضریب تنوع تولید در فولاد ( $R_y$ ) اطلاق می گردد و بیانگر بیشترین تنش تسلیم کششی محتمل مصالح فولادی است.

پ- ضریب  $R_y$ :

عبارت است از نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به تنش تسلیم مشخصه فولاد ( $f_y$ ) که به منظور در نظر گرفتن مقاومت های مورد انتظار اعضای شکل پذیر سیستم سازه ای برای طراحی ظرفیتی اتصالات و سایر اعضای غیرشکل پذیر آن بکار می رود.

ت- تنش کششی نهایی ( $f_u$ ):

به حد پایین تنش کششی نهایی مصالح فولادی گفته می شود که از نظر آماری نمونه های ناقص به درصد پایینی محدود شده است.

ث- تنش کششی نهایی مورد انتظار ( $R_t f_u$ ):

به حاصلضرب تنش کششی نهایی مشخصه فولاد ( $f_u$ ) در ضریب تنوع تولید فولاد ( $R_t$ ) اطلاق می گردد و بیانگر بیشترین تنش کششی نهایی محتمل مصالح فولادی است.

#### د- ضریب $R_t$ :

عبارت است از نسبت تنش کششی نهایی مورد انتظار به تنش کششی نهایی مشخصه فولاد ( $f_u$ ) که برای انواع تولیدات فولاد متفاوت بوده و به عوامل متعددی نظیر شکل مقاطع و افزودنی های بکار رفته در طی روند تولید فولاد در کارخانه ها بستگی دارد.

#### ذ- مفصل پلاستیک :

به ناحیه ای از طول عضو گفته می شود که در آن مقدار لنگر خمشی برابر لنگر پلاستیک مقطع باشد.

#### ط- ناحیه حفاظت شده :

به ناحیه ای از طول عضو اطلاق می شود که انتظار می رود در این ناحیه تغییر شکل های فراررتجاعی خمشی، کمانشی و برشی تشکیل شود.

نظر به اهمیت ناحیه حفاظت شده و رفتار حساس آن در حرکات رفت و برگشتی سازه، این ناحیه باید عاری از هرگونه عملیاتی باشد که موجب مخدوش شدن عملکرد شکل پذیر عضو در این ناحیه می شود.

#### ظ- ضریب اضافه مقاومت ( $\Omega_0$ ):

ضریبی که به عوامل متعددی نظیر درجات نامعینی سازه، میزان انحراف مقاومت واقعی از مقاومت اسمی، میزان انحراف بارهای واقعی از بارهای اسمی، عدم قطعیت های تحلیل و نحوه خرابی اعضاء و پیامدهای ناشی از آن بوده و در تعیین مقاومت مجاز اعضاء مورد استفاده قرار می گیرد.

سؤال: کدامیک بیانگر بیشترین تنش کششی نهایی محتمل مصالح فولادی است؟

(۱)  $R_y f_y$

(۲)  $R_y f_u$

(۳)  $R_t f_y$

(۴)  $R_t f_u$

## ۶- تعاریف مرتبط به ناحیه اتصال تیر به ستون

### الف- چشمه اتصال:

به ناحیه ای از جان یا جان های ستون، محصور بین بال های ستون و ورق های پیوستگی یا امتداد ورق های بال تیر یا امتداد ورق های روسری و زیرسری در گره اتصال گیردار تیر به ستون اطلاق می شود.

« وظیفه اصلی این ناحیه انتقال لنگر خمشی تیر به ستون بوده و متحمل تنش های برشی زیادی علاوه بر تنش های محوری و خمشی خواهد بود ».

### ب- ورق پیوستگی:

به ورق های تقویتی که در راستای بال یا ورق های اتصال بال تیر به وجه ستون در چشمه اتصال تعبیه شده و به بال ها و جان (یا جان های) ستون متصل می شوند، اطلاق می شود.

### پ- ورق مضاعف:

به ورق های اضافی گفته می شود که موازی جان تیرها یا ستون ها در ناحیه چشمه اتصال در مقابل نیروهای متمرکز تعبیه می شود و موجب افزایش مقاومت برشی چشمه اتصال می شود.

سؤال: وظیفه اصلی چشمه اتصال در سازه های فولادی چیست؟

۱- انتقال لنگر خمشی تیر به ستون

۲- انتقال نیروی برشی تیر به ستون

۳- انتقال نیروی محوری تیر به ستون

۴- هر ۳ مورد

سؤال: کدامیک از عبارات زیر در خصوص اتصال صلب در سازه های فولادی صحیح است؟

- ۱- به سخت کننده های افقی که در داخل ستون و در امتداد بال های تیر مورد استفاده قرار می گیرند، ورق های پیوستگی گفته می شود.
- ۲- ورق های پیوستگی همان ورق های مضاعف است.
- ۳- به ورق های روسری و زیرسری در اتصال صلب، ورق های مضاعف گفته می شود.
- ۴- به ورق های به کار رفته در وصله تیرها که برای تحمل برش تیر مورد استفاده قرار می گیرند، ورق های مضاعف گفته می شود.

## ۷- تعاریف مرتبط به وصله ها و انواع ورق ها در سازه های فولادی

الف- وصله:

به اتصال بین دو عضو سازه ای در راستای تنش های وارد بر عضو اطلاق می گردد که یک عضو سازه ای با طول بزرگتر تشکیل دهد.

ب- ورق پُرکننده:

به ورق بکار رفته در نواحی وصله ها که فاصله بین مقطع وصله شونده و ورق های وصله را پُر نموده و امکان اجرای ورق پوششی وصله بین مقاطع وصله شونده را فراهم نماید، گفته می شود.

پ- ورق پوششی:

به ورق های تقویتی که بر روی ورق های بال تیر یا ستون ها جوش یا پیچ می شوند و موجب افزایش سطح مقطع، اساس مقطع، ممان اینرسی و ... می گردد، گفته می شود.

ت- سخت کننده:

به یک جزء سازه ای نظیر ورق یا نبشی گفته می شود که به یک عضو سازه ای متصل می گردد تا سختی آنرا افزایش داده و توزیع بار را هموارتر نماید.

ث- سخت کننده عرضی:

به سخت کننده های تعبیه شده در جان اعضاء اطلاق می شود که عمود بر بال های آنها بوده و عملکرد اصلی آن افزایش مقاومت کمانش برشی جان اعضاء است.

در محل بارهای متمرکز نیز برای جلوگیری از تسلیم، گسیختگی و کمانش موضعی از سخت کننده های عرضی استفاده می شود.

#### د- ورق دیافراگمی:

به ورق های دارای سختی و مقاومت داخل صفحه ای برشی اطلاق می گردد که برای انتقال نیروهای داخل صفحه ای به اجزای تکیه گاهی بکار می روند.

#### ذ- ورق اتصال مهاربندی (ورق گاست):

به ورق اتصال اعضای خرپا در گره های اتصال و ورق اتصال عضو مهاربندی به تیر یا به گره اتصال تیر-ستون و یا به گره پای ستون اطلاق می گردد.

سؤال: برای جلوگیری از گسیختگی و کمانش موضعی جان اعضاء فولادی کدامیک از گزینه های زیر استفاده می شود؟

۱- ورق پُرکننده

۲- ورق تقویت کننده

۳- ورق گاست

۴- ورق سخت کننده عرضی

## فصل دوم

### ۱- مبانی طراحی سازه های فولادی

مبنای طراحی

- حالت حدی بهره برداری
- حالت حدی مقاومت

حالت حدی مقاومت

- روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD)
- روش مقاومت مجاز (ASD)

روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD)

$$R_u \leq \Phi R_n$$

$R_u$  = مقاومت مورد نیاز طراحی

$R_n$  = مقاومت اسمی

$\Phi$  = ضریب کاهش مقاومت

$\Phi R_n$  = مقاومت طراحی

روش مقاومت مجاز (ASD)

$$R_a \leq \frac{R_n}{\Omega}$$

$R_a$  = مقاومت مورد نیاز

$\Omega$  = ضریب اطمینان

مقاومت مجاز =  $\frac{R_n}{\Omega}$

## ۲- تعاریف مبانی طراحی سازه های فولادی

### ۱- حالت های حدی:

به شرایطی اطلاق می گردد اگر تمام یا بخشی از سازه به هر یک از آن حالت ها برسند، دیگر قادر به انجام وظایف خود نبوده و قابلیت استفاده را از دست می دهند.

### ۲- حالت حدی مقاومت:

حالت هایی هستند که سازه شامل اعضاء، اجزا و اتصالات آن پس از رسیدن به آن حالت ها، تحت اثر هر یک از ترکیب های بارگذاری با وقوع خرابی هایی نظیر تسلیم، گسیختگی، کمانش و غیره، مقاومت و شکل پذیری مورد نیاز خود را از دست می دهند. در طراحی برای حالت های حدی مقاومت، حالت حدی تسلیم، گسیختگی، کمانش و تشکیل مکانیزم خمیری، ناپایداری و واژگونی باید مورد کنترل قرار گیرند.

### ۳- حالت حدی بهره برداری:

حالت هایی هستند که سازه شامل اعضاء و اتصالات آن، با وقوع آنها نظیر تغییر شکل، لرزش، ارتعاش، ملاحظات پیش خیز، آثار تغییر دما و خود کرنشی، خوردگی، لغزش اتصالات پیچی، قابلیت نگهداری، شرایط ظاهری، دوام و کارایی خود را از دست می دهند و دیگر قادر به انجام وظایف و تأمین آسایش بهره برداران نخواهند بود.

### ۴- ضریب کاهش مقاومت $(\Phi)$ :

ضریبی که در طراحی به روش LRFD کاربرد دارد و دربرگیرنده میزان انحراف مقاومت واقعی از مقاومت اسمی، عدم قطعیت های تحلیل و نحوه خرابی اعضاء و پیامدهای ناشی از آن بوده و در تعیین مقاومت طراحی اعضاء مورد استفاده قرار می گیرند.

## ۵- ضریب اطمینان ( $\Omega$ ):

ضریبی که در طراحی به روش ASD (مقاومت مجاز) کاربرد دارد و دربرگیرنده میزان انحراف مقاومت واقعی از مقاومت اسمی، میزان انحراف بارهای واقعی از بارهای اسمی، عدم قطعیت های تحلیل و نحوه خرابی اعضاء و پیامدهای ناشی از آن بوده و در تعیین مقاومت مجاز اعضاء مورد استفاده قرار می گیرد.

## ۶- مقاومت اسمی:

به مقاومت یک جزء سازه ای یا یک عضو سازه ای در برابر بارهای وارده بدون در نظر گرفتن ضرایب کاهش مقاومت در LRFD و ضریب اطمینان ASD مقاومت اسمی گفته می شود.

## ۷- مقاومت طراحی :

در طراحی به روش LRFD کاربرد دارد و از حاصلضرب مقاومت اسمی عضو یا اتصال در ضریب کاهش مقاومت بدست می آید.

## ۸- مقاومت مجاز :

در طراحی به روش ASD کاربرد دارد و از تقسیم مقاومت اسمی عضو یا اتصال بر ضریب اطمینان بدست می آید.

## ۹- مقاومت موجود:

در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت LRFD ، مقاومت موجود همان مقاومت طراحی است. در طراحی به روش مقاومت مجاز ASD، مقاومت موجود همان مقاومت مجاز است.

## ۱۰- مقاومت مورد نیاز :

همان نیروهای داخلی اعضاء، اجزاء و اتصالات است که بر اساس ترکیبات بارگذاری مختلف متناظر با روش طراحی تعیین می شود.

سؤال: ضریب اطمینان در سازه های فولادی در برگیرنده کدامیک از موارد زیر نمی باشد؟

- ۱- میزان انحراف مقاومت واقعی از مقاومت اسمی
- ۲- میزان انحراف بارهای واقعی از بارهای اسمی
- ۳- عدم قطعیت های تحلیل و نحوه خرابی اعضا و پیامدهای ناشی از آن
- ۴- میزان انحراف معیار از معیار اسمی

سؤال: در طراحی به روش ASD سازه های فولادی، منظور از مقاومت موجود در کدامیک از موارد زیر به درستی نیامده است؟

- ۱- همان مقاومت مجاز است.
- ۲- حاصل تقسیم مقاومت اسمی بر ضریب اطمینان است.
- ۳- همان مقاومت طراحی است.
- ۴- گزینه (۱) و (۲)

### ۳- روش تحلیل سازه، سازه های فولادی

#### ۱- روش تحلیل الاستیک:

در این روش تحلیل سازه بر اساس فرض کشسان مصالح که در آن پس از برداشتن و حذف بار، سازه به حالت اولیه هندسی خود برمی گردد.

#### الف- تحلیل الاستیک مرتبه اول:

تحلیل سازه ای که تحت اثر ترکیبات بارگذاری، تغییر شکل های سازه کوچک فرض شده و رفتار مصالح اعضاء در محدوده الاستیک (ارتجاعی) باشد.

ب- تحلیل الاستیک مرتبه دوم: تحلیل سازه ای که در آن معادلات تعادل در وضعیت سازه تغییر شکل یافته فرمول بندی شده و در آن آثار  $P-\Delta$  و  $P-\delta$  منظور شده باشد.

#### نکته (۱): آثار $P-\delta$ :

به آثار اضافی ناشی از بارها گفته می شود که به علت وجود تغییر شکل در طول اعضاء به وجود می آید.

#### نکته (۲): آثار $P-\Delta$ :

به آثار اضافی بارها بعلمت تغییر مکان جانبی نسبی کل سیستم سازه ای گفته می شود و بعلمت برون محوری ناشی از تغییر مکان جانبی دو انتهای اعضاء نسبت به یکدیگر بوجود می آید.

## ۲- تحلیل غیرالاستیک:

تحلیل سازه ای که در آن رفتار مصالح کلیه یا برخی از اعضاء و اجزای سازه بصورت غیرارتجاعی در نظر گرفته می شود و این تغییر رفتار، در تحلیل سازه مورد توجه قرار گیرد.

نکته (۳): برای کنترل معیارهای طراحی در حالت حدی بهره برداری، تنها استفاده از روش های تحلیل الاستیک مورد پذیرش است.

سؤال: برای کنترل معیارهای طراحی در حالت های حدی بهره برداری استفاده از کدامیک از روش های تحلیل مورد پذیرش است؟

- ۱- روش های تحلیل الاستیک
- ۲- روش های تحلیل پلاستیک
- ۳- روش تحلیل غیرالاستیک
- ۴- روش تحلیل الاستوپلاستیک

## ۴- فولاد سازه ای

← مدول الاستیسیته (ضریب ارتجاعی)  $E = 2 \times 10^5 \text{ MPa}$

← ضریب پواسون  $V = 0.3$

← تنش تسلیم مشخصه فولاد در سیستم های باربر جانبی لرزه ای معمولی  
(شکل پذیری معمولی)

$$f_y \leq 460 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_y}{f_u} \leq 0.85, \quad f_u \geq \frac{1}{0.85} f_y \cong 1.176 f_y$$

← تنش تسلیم مشخصه فولاد در سیستم های باربر جانبی لرزه ای متوسط و ویژه (شکل پذیری متوسط و زیاد)

$$f_y \leq 355 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_y}{f_u} \leq 0.8, \quad f_u \geq 1.25 f_y$$

ویژگی های مکانیکی  
فولادهای سازه ای

سؤال: در صورتی که در یک سیستم سازه ای فولادی، در اعضایی که در آنها انتظار رفتار فراارتجاعی حداقل می رود، تنش تسلیم مشخصه ۳۲۰ مگاپاسکال باشد، حداقل تنش کششی نهایی فولاد سازه ای در این سازه های فولادی چقدر بایستی باشد؟

۱- ۳۵۵ مگاپاسکال

۲- ۴۰۰ مگاپاسکال

۳- ۳۲۵ مگاپاسکال

۴- ۳۷۵ مگاپاسکال

سؤال: رده فولاد st-37 در استاندارد جدید ایران (ISIRI 14262) کدام گزینه بوده و تنش تسلیم مشخصه ( $f_y$ ) آن برای ضخامت ۲۰ میلیمتر چند مگاپاسکال است؟

۱- S235 – 225 مگاپاسکال

۲- S235 – 235 مگاپاسکال

۳- S275 – 275 مگاپاسکال

۴- S275 – 265 مگاپاسکال

## ۵- انواع مصالح فولادی از نظر طاقت نمونه شیار داده شده شاری

۱- رده JR = به رده ای از مصالح فولادی گفته می شود که طاقت نمونه شیار داده شده شاری آن حداقل ۲۷ ژول در دمای  $20C^0$  + باشد.

۲- رده J0 = به رده ای از مصالح فولادی گفته می شود که طاقت نمونه شیار داده شده شاری آن حداقل ۲۷ ژول در دمای صفر درجه سلسیوس باشد.

۳- رده J2 = به رده ای از مصالح فولادی گفته می شود که طاقت نمونه شیار داده شده شاری آن حداقل ۲۷ ژول دمای  $20C^0$  - باشد.

نکته : شرایط پذیرش رده ها به لحاظ طاقت نمونه شیار داده شده شاری

آسان ترین شرایط پذیرش JR =

سخت گیرانه ترین شرایط پذیرش J2 =

نکته: شرایط پذیرش رده J0 از رده JR سخت گیرانه تر و از رده J2 آسان تر است.

سؤال: به رده ای از مصالح فولادی گفته می شود که طاقت نمونه شیار داده شده شاری آن حداقل ۲۷ ژول در دمای ۲۰+ درجه سلسیوس باشد؟

JR - ۱

J2 - ۲

J0 - ۳

JP - ۴

سؤال: حداکثر نسبت تنش تسلیم به تنش کشش نهایی فولاد S345S هرگاه ضخامت فولاد ۵۵ میلیمتر باشد، چند درصد است؟

۱- ۸۵

۲- ۹۵

۳- ۹۰

۴- ۱۰۰

سؤال: شرایط پذیرش کدامیک از رده های مصالح فولادی از نظر طاقت نمونه شیار داده شده شاری سخت گیرانه تر است؟

۱- طاقت نمونه شیار داده شده شاری در تمامی رده های J0، JR، J2 یکسان است.

J0 -۲

JR -۳

J2 -۴

## ۶- انواع پیچ های مورد استفاده در اتصالات پیچی

- ۱- پیچ های معمولی: این پیچ ها فقط در اتصالات اتکایی قابلیت استفاده دارند.
- ۲- پیچ های پُرمقاومت: استفاده از این پیچ ها در اتصالات پیچی پیش تنیده و لغزش بحرانی الزامی است.

مشخصات مکانیکی پیچ ها

| نوع پیچ   | استاندارد ایران و اروپا | استاندارد آمریکا | $f_y$ (MPa)  | $f_u$ (MPa) | $\epsilon_u$ (%) |
|-----------|-------------------------|------------------|--------------|-------------|------------------|
| معمولی    | 4.6                     | A307             | 240          | 400         | 22               |
|           | 4.8                     |                  | 320          | 420         | 14               |
|           | 5.6                     |                  | 300          | 500         | 20               |
|           | 5.8                     |                  | 400          | 520         | 10               |
|           | 6.8                     |                  | 480          | 600         | 8                |
| پُرمقاومت | 8.8                     | A325             | کاربرد ندارد | 800         | 12               |
|           | 10.9                    | A490             | کاربرد ندارد | 1000        | 9                |
|           | 12.9                    | —                | کاربرد ندارد | 1200        | 8                |

نکته: برای میل مهارها استفاده از میلگرد ساده و آجدار مجاز است. برای میل مهارها استفاده از میلگرد ساده پُرمقاومت CK45 با مشخصات  $f_y = 400\text{MPa}$  ،  $f_u = 600\text{MPa}$  ،  $\epsilon_u = 25\%$  مجاز است.

## ۷- مصالح مصرفی جوشکاری (فلز جوش - الکتروود)

مشخصات مکانیکی فولاد مغزه رده های اصلی الکتروود جوشکاری

| $\epsilon_u$<br>(%) | تنش کششی نهایی<br>مغزه الکتروود ( $f_{ue}$ )<br>MPa | AWS<br>A 5.1M | AWS<br>A 5.1 | EN-ISO<br>2560 | ISIRI871 |
|---------------------|-----------------------------------------------------|---------------|--------------|----------------|----------|
| 25                  | 430                                                 | —             | —            | —              | E-1      |
| 22                  | 430                                                 | E43           | E60          | E43            | E-2      |
| 18                  | 490                                                 | E49           | E70          | E49            | E-3      |
| 18                  | 510                                                 | —             | —            | —              | E-4      |
| 22                  | 550                                                 | E55           | E80          | E55            | E-5      |

سؤال: کدامیک از گزینه های ذیل در خصوص مشخصات مکانیکی فولاد مغزه های رده های اصلی الکتروود جوشکاری صحیح است؟

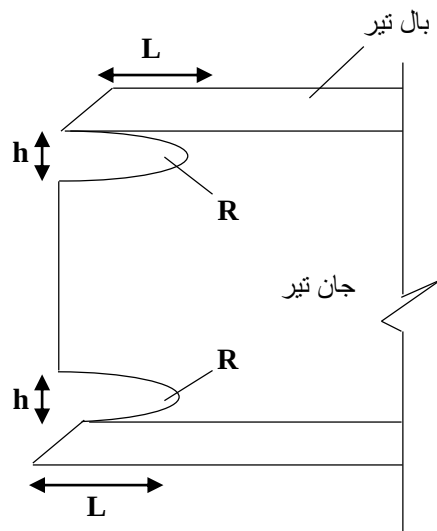
- ۱- کرنش نهایی الکتروود E60 برابر ۱۸ درصد است.
- ۲- تنش کششی نهایی برای الکتروود E60 برابر با ۴۹۰ مگاپاسکال می باشد.
- ۳- کرنش نهایی الکتروود E60 بر حسب درصد بزرگتر E70 می باشد.
- ۴- تنش کششی نهایی برای الکتروود E80 برابر با ۵۱۰ مگاپاسکال می باشد.

## فصل سوم

### الزامات طراحی اتصالات

#### \* الزامات عمومی اتصالات

- ۱- الزامات سوراخ های دسترسی برای جوشکاری و برش بال های تیر در محل اتصال
- الف- در مقاطع نورد شده و ساخته شده از ورق که در آنها ایجاد سوراخ دسترسی پس از اتمام جوشکاری بال ها به جان صورت می گیرد.



- در این حالت لبه جان باید از سطح بال تا سطح تورفتگی سوراخ دسترسی بصورت شیبدار، کاملاً یکنواخت و بدون گوشه های تیز باشد.

## ب- الزامات ابعادی سوراخ دسترسی

$$\text{طول سوراخ دسترسی} = L \geq \max [ 40\text{mm} , 1.5 \text{ tp} ]$$

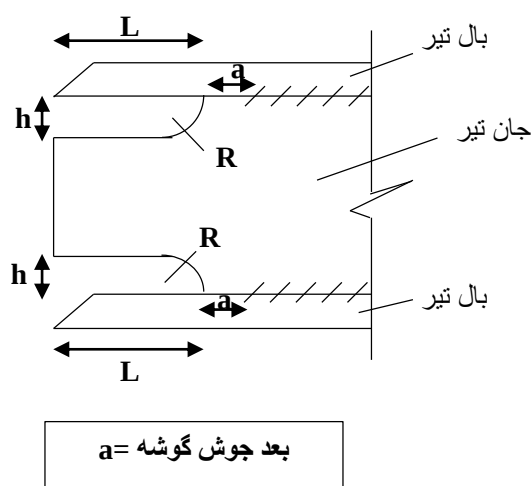
$$\max [ 20\text{mm} , \text{tp} ] \leq h \leq 50\text{mm}$$

ارتفاع سوراخ دسترسی

$$\text{ضخامت جان تیر} = \text{tp} , R \geq 10\text{mm} = \text{شعاع قوس سوراخ دسترسی}$$

ج- در مقاطع ساخته شده از ورق که در آنها ایجاد سوراخ دسترسی قبل از تکمیل جوشکاری بال ها به جان صورت می گیرد.

انتهای سوراخ دسترسی می تواند عمود بر بال باشد، مشروط بر آنکه انتهای جوش به اندازه بعد جوش (a) از سوراخ دسترسی فاصله داشته باشد.



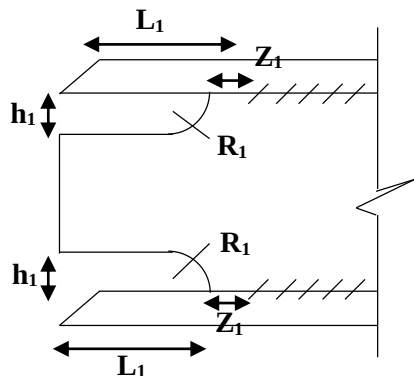
سؤال: در شکل زیر که قسمتی از یک مقطع ساخته شده از ورق می باشد که در آن ایجاد سوراخ دسترسی قبل از تکمیل جوشکاری بال ها به جان صورت می گیرد، مقادیر  $L_1$  ،  $R_1$  ،  $Z_1$  و حداکثر  $h_1$  بر حسب میلیمتر، هرگاه ضخامت جان تیر 2cm و ضخامت بال تیر 3cm و بعد جوش گوشه برابر 1cm باشد، کدام گزینه به درستی آمده است؟ ( اندازه ها بر حسب cm است) .

۱-  $h_1 = 50$  ,  $R_1 = 20$  ,  $L_1 = 30$  ,  $Z_1 = 10$

۲-  $h_1 = 30$  ,  $R_1 = 20$  ,  $L_1 = 40$  ,  $Z_1 = 5$

۳-  $h_1 = 50$  ,  $R_1 = 10$  ,  $L_1 = 40$  ,  $Z_1 = 10$

۴-  $h_1 = 30$  ,  $R_1 = 10$  ,  $L_1 = 35$  ,  $Z_1 = 8$



## ۲- الزامات اتصال ستون به ورق کف ستون :

- در هنگام ساخت، باید انتهای ستون ها تراز شده و سطح تماس کف ستون نیز برای انتقال نیروی فشاری صاف و آماده شده باشد.

بر این اساس در صورتی که نیروی پای ستون فشاری تنها و پای ستون کاملاً صاف، صیقلی و گونیا باشد، طراحی پای ستون می تواند از طریق اتکا صورت پذیرد.

در غیر اینصورت محاسبات انتقال نیرو نباید از طریق فشار مستقیم تماس بین ستون و کف ستون انجام شود، بلکه تمامی نیروها باید از طریق اجزاء و وسایل اتصال به کف ستون انتقال یابد.

- برای تراز کردن کف ستون معمولاً در زیر آن گروت استفاده می شود.

- در صورت استفاده از گروت در زیر کف ستون مقاومت فشاری گروت باید حداقل ۲ برابر مقاومت فشاری بتن پی باشد و ضخامت گروت از ۴۰ میلیمتر کمتر و از ۸۰ میلیمتر بیشتر نشود .

(پی)  $f_c \geq 2f'_c$  گروت

$4\text{cm} = 40\text{mm} \leq t = 80\text{mm} = 8\text{cm}$  ضخامت گروت

- برای کف ستون های با ابعاد بزرگتر از 50mm استفاده از سوراخی به قطر حداقل 50mm در نواحی وسط ورق برای تخلیه هوای گروت توصیه می شود.

- استفاده از حداقل ۴ میل مهار مناسب برای اتصال ورق کف ستون به پی توصیه می شود.

سؤال: برای تراز نمودن کف ستون فولادی بر روی پی بتنی از گروت استفاده شده است. چنانچه مقاومت فشاری بتن پی معادل  $210 \text{ kg/cm}^2$  باشد، حداقل مقاومت فشاری گروت چقدر است؟

۱-  $420 \text{ kg/cm}^2$

۲-  $210 \text{ kg/cm}^2$

۳-  $315 \text{ kg/cm}^2$

۴-  $280 \text{ kg/cm}^2$

### ۳- الزامات ترکیب پیچ و جوش در اتصالات سازه های فولادی

- بطور کلی وقتی در یک اتصال از ترکیب جوش و پیچ استفاده می شود، پیچ را نمی توان در تحمل بار با جوش سهیم دانست.

- شرایط پذیرش، سهیم شدن پیچ ها با جوش در مقاومت یک اتصال ترکیبی

یعنی :  $\text{مقاومت اسمی لغزش بحرانی پیچ ها} + \text{مقاومت اسمی جوش های گوشه طولی} = \text{مقاومت اسمی اتصال ترکیبی}$

۱- پیچ ها از نوع پُرمقاومت بوده و بصورت اتصال لغزش بحرانی طراحی شده باشند.

۲- نوع جوش ها، جوش گوشه طولی باشد.

۳- در طراحی به روش LRFD ضریب کاهش مقاومت برابر  $(\Phi=0.75)$  و در طراحی به روش ASD، ضریب اطمینان برابر  $(\Omega=2)$  در نظر گرفته شود.

۴- اگر پیچ ها در اتصال لغزش بحرانی با استفاده از روش چرخش اضافی مهره ها پیش تنیده شده باشند، مقاومت موجود جوش گوشه طولی، بایستی حداقل ۵۰٪ مقاومت مورد نیاز اتصال ترکیبی باشد.

۵- اگر پیچ ها در اتصال لغزش بحرانی با استفاده از روشی بغیر از چرخش اضافی مهره ها پیش تنیده شده باشند، مقاومت موجود جوش گوشه طولی بایستی حداقل ۷۰٪ مقاومت مورد نیاز اتصال ترکیبی باشد.

۶- مقاومت موجود پیچ های پُرمقاومت در اتصال لغزش بحرانی، حداقل ۳۳٪ مقاومت مورد نیاز اتصال ترکیبی باشد.

نکته (۱): در اتصالات ترکیبی (ترکیب پیچ و جوش های گوشه طولی) مقاومت موجود اتصال لزومی ندارد کمتر از مقاومت پیچ ها به تنهایی و مقاومت جوش ها به تنهایی در نظر گرفته شود.

## نکته (۲) : تقویت اتصال پیچی با جوش

در خصوص ساختمان های موجود که اتصالات آن ها از نوع پیچی است، تقویت اتصال از طریق جوش با رعایت شروط ذیل مجاز است:

۱- پیچ های موجود اتصال پیچی پُرمقاومت و نوع اتصال پیچی اتصال لغزش بحرانی باشد.

۲- جوش تقویتی بایستی نیروهای مازاد بر آنچه پیچ ها تحمل می کنند را انتقال دهند.

۳- حداقل مقاومت موجود جوش تقویتی، ۲۵٪ مقاومت مورد نیاز اتصال باشد.

سؤال: در صورتی که در یک اتصال ترکیبی از اتصال لغزش بحرانی و پیچ پُرمقاومت و نیز جوش های گوشه طولی استفاده شده باشد و پیچ های پُرمقاومت با روشی بغیر از چرخاندن اضافی مهره ها پیش تنیده شده باشد در صورتی که مقاومت موجود جوش های گوشه طولی برابر با  $400\text{KN}$  باشد، حداقل مقاومت مورد نیاز اتصال ترکیبی چقدر است؟

۱- ۵۷۲ کیلونیوتن

۲- ۴۹۳ کیلونیوتن

۳- ۵۵۳ کیلونیوتن

۴- ۵۶۴ کیلونیوتن

## الزامات طراحی جوش شیاری

$$A_{we} = L_e \times t_e$$

$$A_{we} = \text{سطح مقطع مؤثر جوش شیاری}$$

$$L_e = \text{طول مؤثر جوش شیاری}$$

$$t_e = \text{ضخامت مؤثر جوش شیاری}$$

### ۱- تعاریف جوش شیاری

الف- سطح مقطع مؤثر جوش شیاری =

برابر است با حاصلضرب طول مؤثر جوش در ضخامت مؤثر جوش

ب- طول مؤثر جوش شیاری =

برابر است با طول جوش شده

پ- ضخامت مؤثر جوش شیاری با نفوذ کامل =

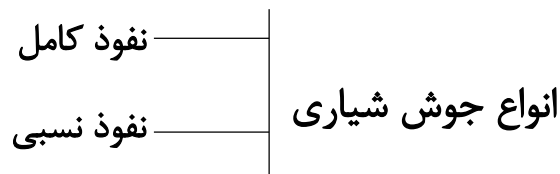
در اتصال لب به لب برابر ضخامت قطعه نازک تر و در اتصال کنج و سپری برابر ضخامت قطعه جوش شده است.

ت- ضخامت مؤثر جوش شیاری با نفوذ نسبی =

برابر است با عمق شیار جوش منهای ۳ میلیمتر

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

## ۲- محدودیت های جوش شیاری



- حداقل ضخامت مؤثر با توجه به ضخامت قطعه نازکتر تعیین می شود. در اتصال لب به لب قطعات، ضخامت مؤثر جوش نباید از ضخامت نازک ترین قطعه متصل شونده بزرگتر باشد.

- ضخامت مؤثر در جوش شیاری با نفوذ نسبی نباید از مقدار مورد نیاز محاسباتی و همچنین از مقادیر مندرج در جدول ذیل کوچکتر باشد :

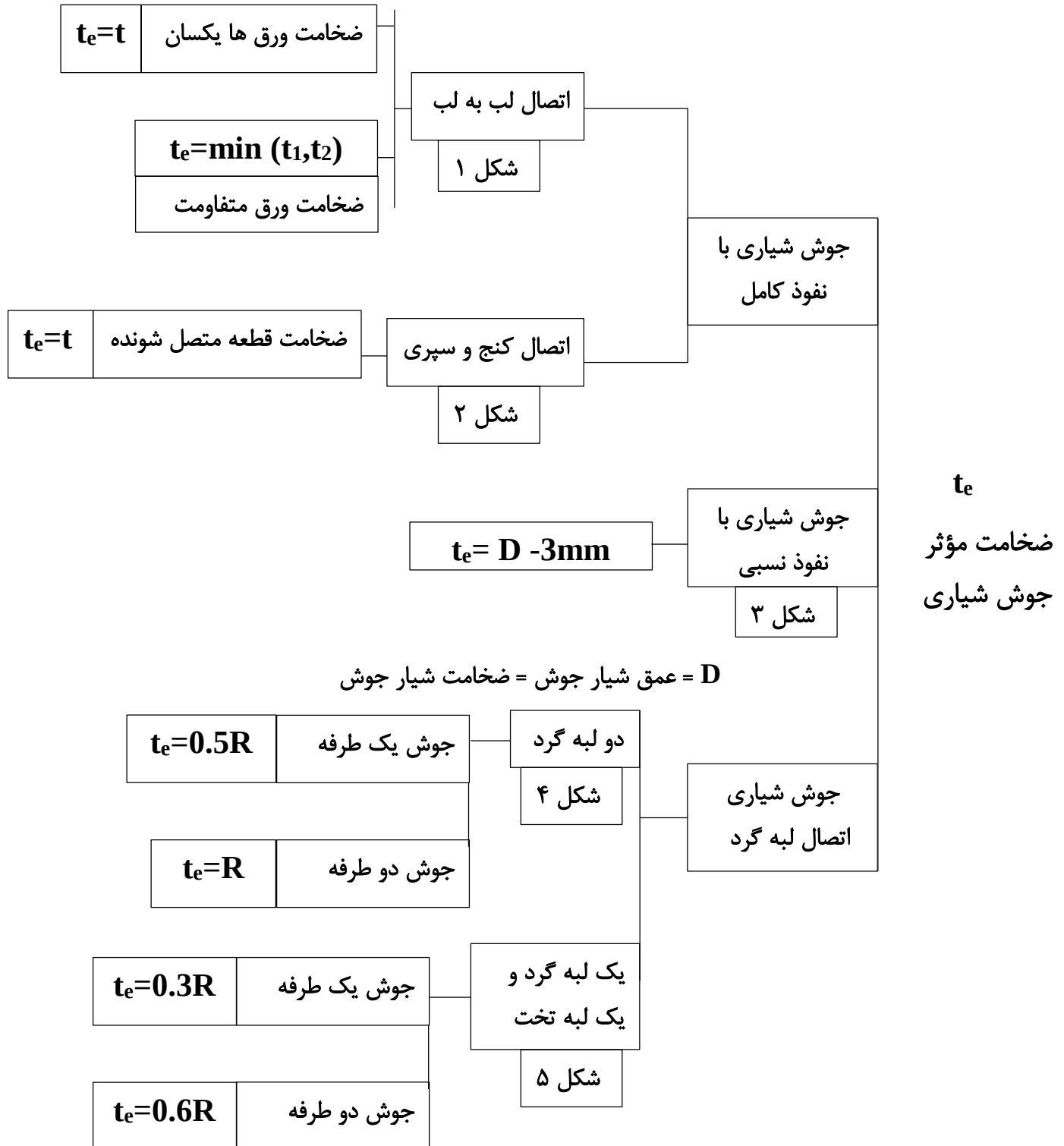
| حداقل ضخامت مؤثر جوش شیاری با نفوذ نسبی با یک بار عبور |                                            |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| ضخامت قطعه نازکتر ( $t_{min}$ ) (mm)                   | حداقل ضخامت مؤثر mm (با یک بار عبور) $t_e$ |
| $t_{min} \leq 6$                                       | $t_e = 3$                                  |
| $6 < t_{min} \leq 12$                                  | $t_e = 5$                                  |
| $12 < t_{min} \leq 20$                                 | $t_e = 6$                                  |
| $20 < t_{min} \leq 40$                                 | $t_e = 8$                                  |

نکته (۱) : در صورتی که نتوان ضخامت های حداقل فوق را با یک عبور تأمین نمود، باید از پیش گرمایش یا فرآیندهای کم هیدروژن استفاده شود.

نکته (۲) : برای قطعات با ضخامت بزرگتر از 40mm ، پیش گرمایش و دستورالعمل جوشکاری باید با مطالعه خاص مورد بررسی قرار گیرد.

### ۳- محاسبات جوش شیاری

طول جوش شده  $L_e = L$  ,  $A_{we} = L_e \times t_e$



$t_e$   
ضخامت مؤثر  
جوش شیاری

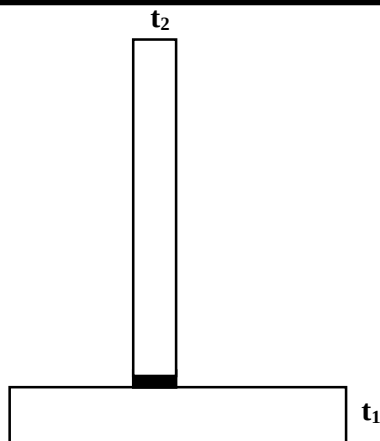
$D = \text{عمق شیار جوش} = \text{ضخامت شیار جوش}$

$R = \text{شعاع لبه گرد مثل شعاع میلگرد}$



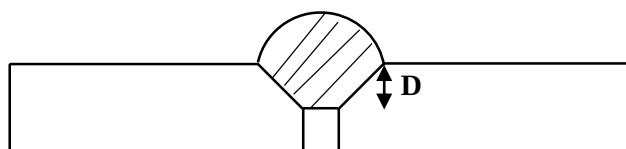
شکل (۱)

جوش شیاری در اتصال لب به لب



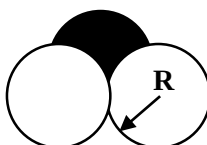
شکل (۲)

جوش شیاری در اتصال کنج یا سپری



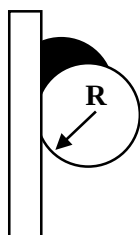
شکل (۳)

جوش شیاری با نفوذ نسبی



شکل (۴)

جوش شیاری دو لبه گرد



شکل (۵)

جوش شیاری یک لبه گرد و یک لبه تخت

سؤال: مقرر است از یک جوش شیاری با نفوذ ناقص در یک ورق به ضخامت 3cm استفاده گردد، در صورتی که عمق شیار جوش یک سوم ضخامت ورق باشد و طول مؤثر جوش شیاری با نفوذ نسبی 20cm در نظر گرفته شود، سطح مقطع مؤثر جوش شیاری چقدر خواهد بود؟

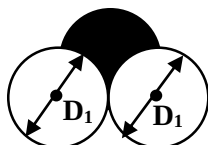
(۱) ۱۶ سانتی مترمربع

(۲) ۱۴ سانتی مترمربع

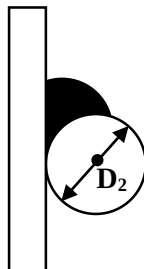
(۳) ۲۰ سانتی مترمربع

(۴) ۶۰ سانتی مترمربع

سؤال: نسبت ضخامت مؤثر جوش شیاری برای حالت دو لبه گرد به حالت یک لبه گرد و یک لبه تخت مطابق شکل ذیل در کدامیک از گزینه های ذیل به درستی آمده است؟



$D_1 = 16\text{mm}$



$D_2 = 12\text{mm}$

(۱) ۰,۴۵

(۲) ۰,۸۵

(۳) ۲,۲

(۴) ۱,۱۷

سؤال: حداقل ضخامت مؤثر جوش شیارى با نفوذ نسبى برای اتصال ۲ قطعه به ضخامت هاى ۱۰ و ۱۵ میلیمتر عبارت است از :

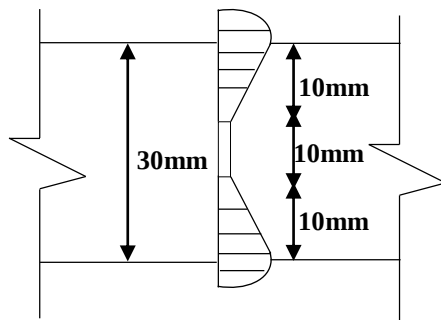
(۱) ۳ میلیمتر

(۲) ۵ میلیمتر

(۳) ۶ میلیمتر

(۴) ۱۰ میلیمتر

سؤال: در اتصال جوشی شکل زیر، ضخامت مؤثر جوش (ضخامت کل) چند میلیمتر است؟ (فرض کنید استفاده از جوش مذکور برای اهداف موردنظر مجاز است).



(۱) ۷

(۲) ۲۰

(۳) ۱۴

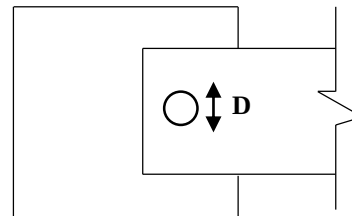
(۴) ۳۰

## الزامات طراحی جوش های کام و انگستانه

- ۱- کاربرد جوش های کام و انگستانه
- الف- انتقال برش در اتصالات پوششی (رویهم)
  - ب- جلوگیری از کمانش در عناصر رویهم آمده در اعضای ساخته شده

### ۲- سطح مقطع مؤثر جوش انگستانه در برش ( $A_{we}$ )

$$A_{we} = \frac{\pi D^2}{4} = \text{سطح مقطع اسمی سوراخ}$$



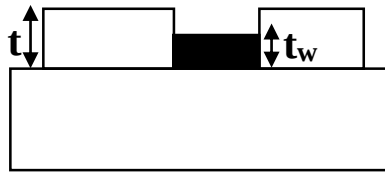
### ۳- محدودیت های ابعادی جوش های انگستانه (حداقل و حداکثر قطر سوراخ)

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{\min} = t + 8\text{mm} \\ D_{\max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2.25 t_w \\ D_{\min} + 3\text{mm} = t + 11\text{mm} \end{array} \right. \\ D_{\min} \leq D \leq D_{\max} \end{array} \right.$$

$t$  = ضخامت قطعه سوراخ شده

$t_w$  = ضخامت جوش

#### ۴- محاسبه ضخامت جوش کام و انگشتانه ( $t_w$ )

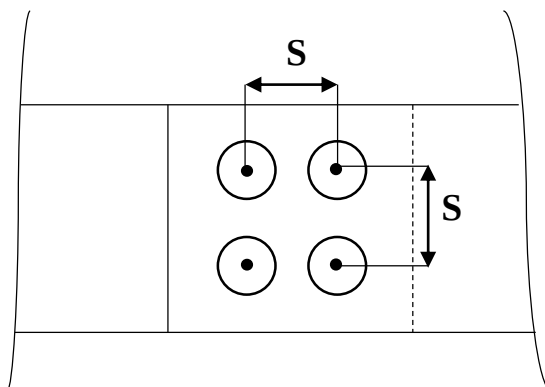


$$t \leq 16\text{mm} \Rightarrow t_{w\min} = t$$

$$t > 16\text{mm} \Rightarrow t_{w\min} = \max \begin{cases} \frac{1}{2} t \\ 16\text{mm} \end{cases}$$

نکته: در صورتی که ضخامت ورق سوراخ شده حداکثر 16mm باشد، ضخامت جوش حداقل برابر ضخامت ورق سوراخ شده است.

#### ۵- محدودیت فواصل جوش های انگشتانه :



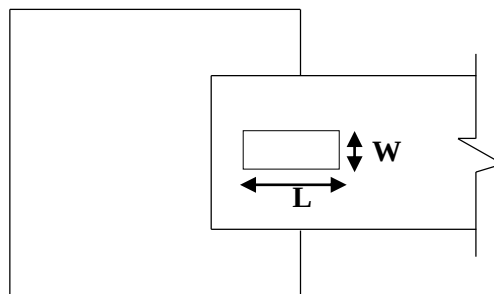
$$S_{\min} = 4D \quad \text{یا} \quad S \geq 4D$$

$S$  = فواصل مرکز به مرکز سوراخ های جوش انگشتانه است.

$D$  = قطر سوراخ جوش انگشتانه .

## ۶- سطح مقطع مؤثر جوش کام در برش ( $A_{we}$ )

$$A_{we} = WL = \text{سطح مقطع اسمی شکاف}$$



## ۷- محدودیت های ابعادی جوش های کام



### الف- محدودیت طول شکاف ( $L$ )

(حداکثر طول شکاف جوش کام برابر ۱۰ برابر ضخامت جوش است)  $L \leq 10 t_w$

### ب- محدودیت پهنای شکاف ( $W$ )

$$W_{\min} = t + 8\text{mm}$$

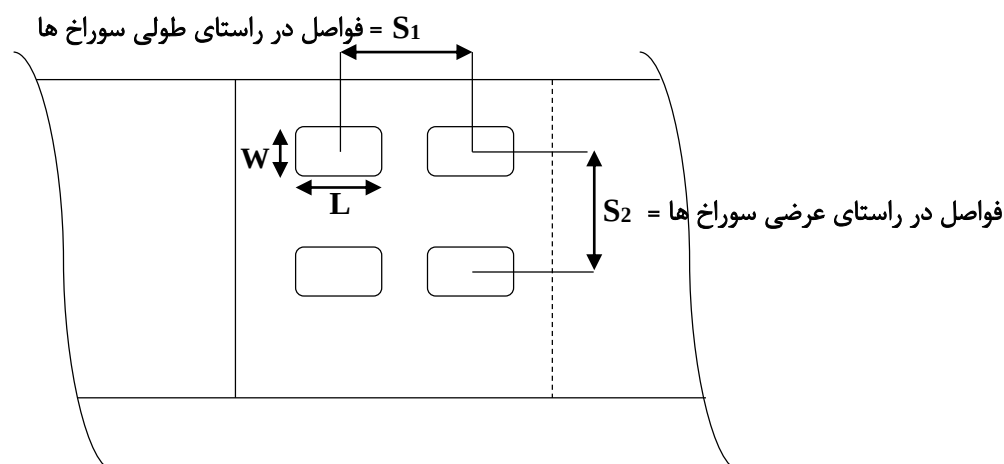
$$W_{\max} = 2.25 t_w$$

$$W_{\min} \leq W \leq W_{\max}$$

$t$  = ضخامت قطعه سوراخ شده

$t_w$  = ضخامت جوش

## ۸- محدودیت فواصل جوش های کام



$$\left\{ \begin{array}{l} S_{1(\min)} = 2L \quad \text{یا} \quad S_1 \geq 2L \\ S_{2(\min)} = 4W \quad \text{یا} \quad S_2 \geq 4W \end{array} \right.$$

۹- انتهای شکاف جوش کام یا باید نیم دایره ای یا خطی مستقیم باشد که گوشه های آن تبدیل به ربعی از دایره (با شعاعی بزرگتر از ضخامت قطعه حاوی شکاف) می شود، مگر اینکه انتهای شکاف به لبه قطعه منتهی شده باشد.



$$R > t$$

سؤال: در یک سوراخ جوش انگشترانه می خواهیم از جوشی به ضخامت 8mm استفاده کنیم. در صورتی که ضخامت قطعه فولادی برابر با 8mm باشد و بخواهیم ۱۲ سوراخ در آن ایجاد کنیم فاصله مرکز به مرکز سوراخ های جوش انگشترانه در کدامیک از گزینه های ذیل نادرست است؟

(۱) ۷۲ میلیمتر

(۲) ۶۰ میلیمتر

(۳) ۷۰ میلیمتر

(۴) ۶۵ میلیمتر

سؤال: در جوش کام، پهنای شکاف جوش کام در صورتی که ضخامت ورق سوراخ شده 10mm باشد، کدامیک از گزینه های ذیل نادرست می باشد؟

18mm (۱)

16mm (۲)

20mm (۳)

22.5mm (۴)

سؤال: فرض کنید برای اتصال دو ورق هر یک به ضخامت ۲۰ میلیمتر از جوش کام استفاده شده است. حداقل ضخامت جوش چقدر است؟

۸mm (۱)

۱۰mm (۲)

۱۶mm (۳)

۲۰mm (۴)

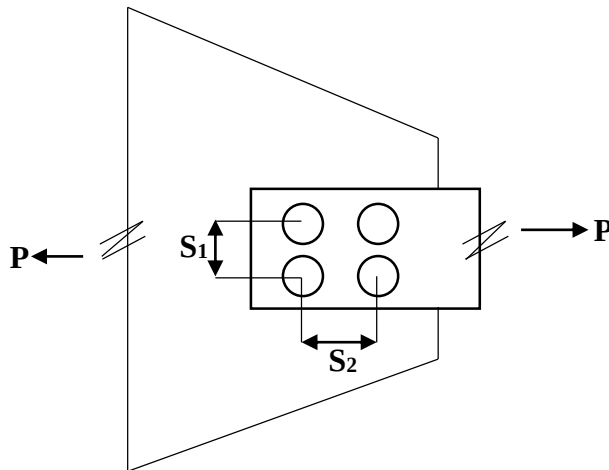
سؤال: با توجه به ضخامت قطعه سوراخ شده، کدامیک از گزینه های زیر برای اتصال دو قطعه به یکدیگر با استفاده از جوش انگشتانه مناسب است؟ (  $t$  ضخامت قطعه سوراخ شده و  $d$  قطر سوراخ است) (همه ابعاد به میلیمتر هستند).

(۱)  $S_2 = 70$  ,  $S_1 = 70$  ,  $d = 20$  ,  $t = 10$

(۲)  $S_2 = 100$  ,  $S_1 = 80$  ,  $d = 22$  ,  $t = 10$

(۳)  $S_2 = 100$  ,  $S_1 = 80$  ,  $d = 18$  ,  $t = 8$

(۴)  $S_2 = 80$  ,  $S_1 = 70$  ,  $d = 24$  ,  $t = 16$



## الزامات طراحی جوش گوشه

$$A_{we} = L_e \times t_e$$

$A_{we}$  = سطح مقطع مؤثر جوش گوشه

$L_e$  = طول مؤثر جوش گوشه

$t_e$  = ضخامت گلوگاه مؤثر جوش گوشه

### ۱- طول مؤثر جوش گوشه و محدودیت های آن

الف- طول مؤثر جوش گوشه در سوراخ ها و شکاف ها برابر است با طول محوری (میان تار) که از مقطع گلوگاه جوش می گذرد.

ب- طول مؤثر جوش گوشه بغیر از سوراخ ها و شکاف ها برابر است با طول کلی نوار جوش گوشه

نکته: در صورتی که طول برگشت جوش گوشه (قلاب جوش) حداقل ۴ برابر بعد جوش گوشه و بیشتر باشد، طول برگشت جوش گوشه به طول کلی نوار جوش اضافه می شود.

### محدودیت های طول مؤثر جوش گوشه

۱- طول مؤثر جوش های گوشه محاسباتی نباید از ۴ برابر بعد جوش کوچکتر باشد. عبارت دیگر، بعد جوش نباید از  $\frac{1}{4}$  طول آن بزرگتر باشد.

$$L_e \geq 4a \quad \text{یا} \quad a \leq \frac{1}{4} L_e$$

۲- در اتصال انتهایی اعضای محوری، طول مؤثر هر خط جوشی بصورت طولی بارگذاری شده است، نباید از ۱۰۰ برابر بعد جوش تجاوز نماید.

در صورت نیاز بطول جوش بیشتر از ۱۰۰ برابر بعد جوش، طول مؤثر آن باید بشرح زیر با ضریب  $\beta$  کاهش داده شود.

$$\left\{ \begin{array}{ll} L \leq 100 a & \text{یا} \quad \frac{L}{a} \leq 100 \Rightarrow L_e = L \\ L > 100 a & \text{یا} \quad \frac{L}{a} > 100 \Rightarrow L_e = \beta L \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta = 1.2 - 0.002 \left( \frac{L}{a} \right) \\ 0.6 \leq \beta \leq 1 \end{array} \right.$$

$L$  = طول واقعی هر خط جوشی که در قسمت انتهایی اتصال بصورت طولی بارگذاری شده است.

$a$  = بعد جوش گوشه

$\beta$  = ضریب کاهش طول واقعی هر خط جوش

## ۲- ضخامت مؤثر گلوگاه جوش گوشه

برابر کوتاه ترین فاصله بین ریشه مقطع جوش تا سطح خارجی آن

به عبارت دیگر

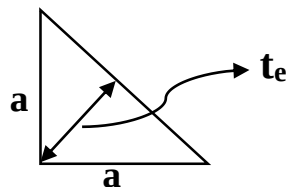
برابر ارتفاع وارد بر وتر مثلث مقطع جوش

محاسبه  $t_e$

۱- حالت اول:

دو ساق یا بعد جوش مساوی باشند :

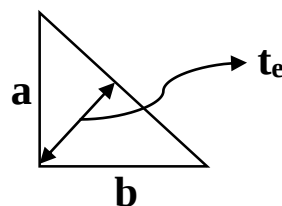
$$t_e = \frac{a}{\sqrt{2}} = 0.707 a$$



۲- حالت دوم:

دو ساق یا بعد جوش نامساوی باشند:

$$t_e = \frac{a b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$



### ۳- محدودیت های بعد یا ساق جوش گوشه

#### الف- حداقل بعد یا ساق جوش گوشه ( $a_{min}$ )

حداقل بعد جوش گوشه با یک عبور تابع ضخامت قطعه نازکتر بوده و در هر حال نباید از ضخامت قطعه نازکتر بیشتر باشد.

جدول حداقل بعد جوش گوشه با یک بار عبور

| حداقل بعد جوش گوشه با یک بار عبور ( $a_{min}$ )<br>بر حسب میلیمتر | ضخامت قطعه نازکتر $t_{min}$<br>بر حسب میلیمتر |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| ۳                                                                 | $t_{min} \leq 6$                              |
| ۵                                                                 | $6 < t_{min} \leq 12$                         |
| ۶                                                                 | $12 < t_{min} \leq 20$                        |
| ۸                                                                 | $t_{min} > 20$                                |

نکته (۱): در صورتی که نتوان ضخامت های حداقل را با یک بار عبور تأمین نمود، باید از پیش گرمایش یا فرآیندهای کم هیدروژن استفاده کرد.

نکته (۲): در سازه های تحت بار دینامیکی با تکرار زیاد، حداقل بعد جوش گوشه برابر ۵ میلیمتر است. (بارهای ناشی از باد و زلزله در ردیف های بارهای دینامیکی با تکرار زیاد قرار نمی گیرند).

#### ب- حداکثر بعد یا ساق جوش گوشه ( $a_{max}$ )

$$t_{min} \leq 6mm \Rightarrow a_{max} = t_{min}$$

$$t_{min} > 6mm \Rightarrow a_{max} = t_{min} - 2mm$$

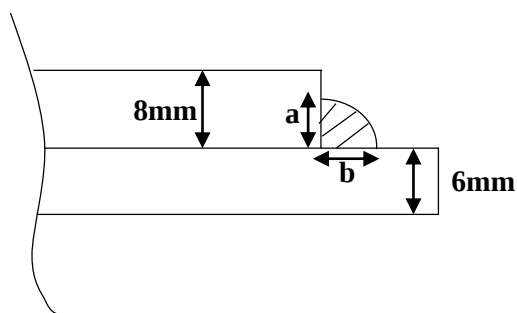
سؤال: در شکل زیر کدامیک از اعداد زیر ( بر حسب میلیمتر ) بعنوان بعد جوش گوشه نادرست است؟

(۱)  $a = 6$  ,  $b = 6$

(۲)  $a = 5$  ,  $b = 6$

(۳)  $a = 8$  ,  $b = 5$

(۴)  $a = 5$  ,  $b = 5$



سؤال: در اتصال انتهایی یک عضو محوری که ضخامت قطعه نازکتر ۱۰ میلیمتر است، می خواهیم از جوش گوشه با حداقل بعد جوش استفاده کنیم. اگر جوش بصورت طولی بارگذاری شده و طول جوش شده 60cm باشد، طول مؤثر جوش چقدر است؟

۱- 60cm

۲- 57.6cm

۳- 48cm

۴- 42cm

#### ۴- ضوابط جوش های گوشه منقطع

الف- موارد کاربرد ( استفاده از جوش گوشه منقطع در موارد ذیل مجاز است )

۱- انتقال نیروها در اتصال جان به بال تیرهای ساخته شده از ورق (تیر ورق ها)

۲- اتصال ورق های تقویتی

۳- اتصال ورق های سخت کننده به جان تیر ورق

۴- اتصال اجزای ساخته شده از ورق

ب- طول مؤثر جوش های گوشه منقطع  $L_e$  (شکل A)

$$L_{e \min} = \max [ 4a , 40\text{mm} ]$$

[ حداقل طول مؤثر جوش های گوشه منقطع نباید از ۴ برابر بعد جوش و از 40mm کمتر باشد ]

\* فواصل آزاد جوش های گوشه منقطع  $S$  ( شکل A )

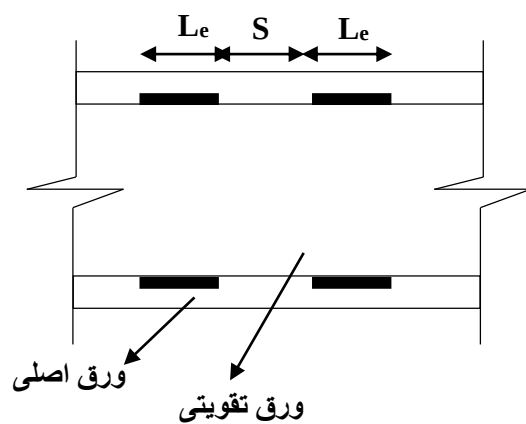
۱- در قطعات رنگ شده و قطعاتی رنگ نمی شوند ولی احتمال زنگ زدگی و خوردگی ندارند :

$$S_{\max} = \min [ 24 t_{\min} , 300\text{mm} ]$$

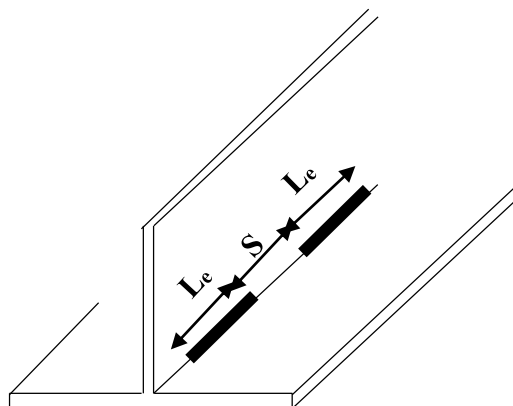
۲- در قطعات رنگ نشده که تحت اثر زنگ زدگی و خوردگی حاصل از عوامل جوی قرار گیرند :

$$S_{\max} = \min [ 14 t_{\min} , 180\text{mm} ]$$

شکل A



جوش های مقطع ورق های تقویتی



جوش های مقطع اتصال جان به بال تیر

سؤال: دو قطعه فلزی که قابلیت زنگ زدگی دارند و ضخامت دوقطعه به ترتیب ۸ و ۱۲ میلیمتر است، در نظر است توسط جوش گوشه منقطع متصل شوند. کدامیک از فواصل آزاد زیر برای این جوش منقطع مناسب نیست ؟

۱- 100mm

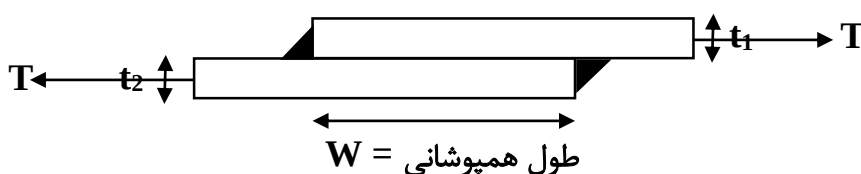
۲- 112mm

۳- 180mm

۴- 90mm

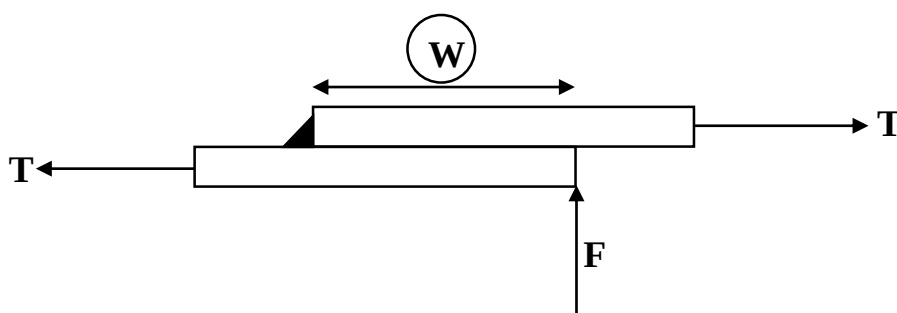
### ۵- ضوابط جوش های گوشه در اتصالات پوششی ( اتصالات رویهم )

الف- در اتصالات پوششی که تحت اثر تنش های محوری قرار دارند، در صورتی که فقط از جوش گوشه عرضی استفاده شده باشد باید انتهای هر دو قطعه به یکدیگر جوش شوند و حداقل طول همپوشانی نباید از ۵ برابر ضخامت قطعه نازکتر و از 25mm کمتر باشد.



$$W_{\min} = \max [ 5 t_{\min} , 25\text{mm} ]$$

ب- در اتصالات پوششی که تحت اثر تنش های محوری قرار دارند، در وضعیتی که اتصال به اندازه کافی مقید شده باشد یا از طریق حداقل ۲ ردیف طولی جوش انگستانه یا کام و یا از طریق دو یا چند خط جوش گوشه طولی، از تغییر شکل ناحیه همپوشانی و در نتیجه از باز شدن تحت اثر بار محوری جلوگیری شود، می توان از جوش گوشه عرضی فقط در یک طرف اتصال استفاده کرد و در این حالت نیازی به تأمین حداقل طول همپوشانی نیست.

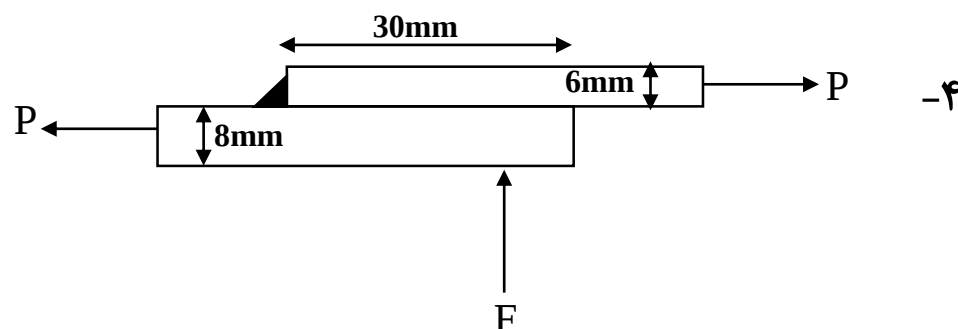
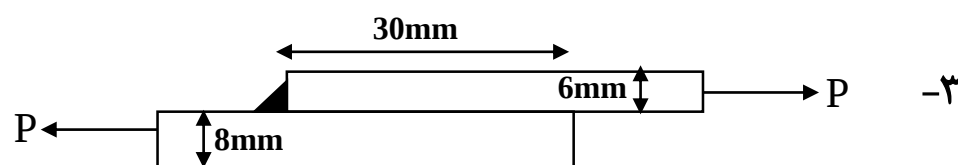
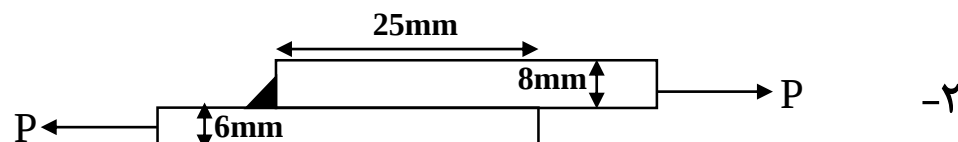
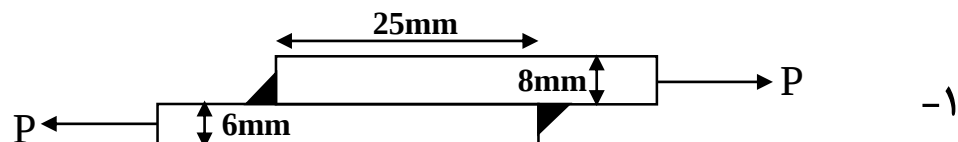


جوش گوشه یکطرفه مقید و مجاز

( نیازی به تأمین حداقل طول همپوشانی (W) نیست )

ج- استفاده از جوش گوشه در لبه سوراخ و شکاف در اتصالات پوششی، بمنظور انتقال برش یا جلوگیری از کمانش یا جدایی قسمت های متصل شونده مجاز است. جوش های گوشه در سوراخ و شکاف بعنوان جوش کام یا انگستانه تلقی نمی شوند.

سؤال : در شکل های زیر که همپوشانی ورق های به ضخامت ۸ و ۱۰ میلیمتر را نشان می دهد، کدام شکل تمام ضوابط جوش گوشه را رعایت کرده است؟

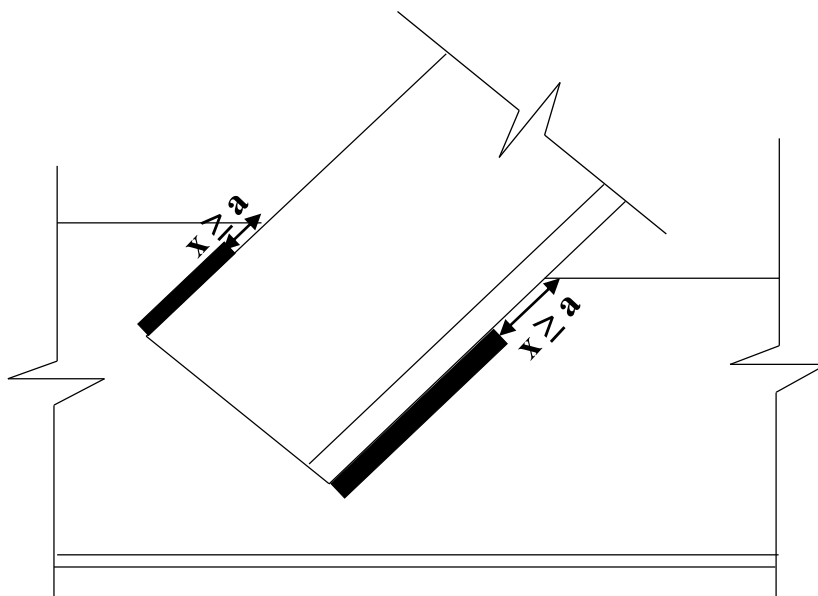


## ۶- ضوابط جوش گوشه در انتهای ناحیه اتصال

جوش های گوشه می توانند به انتهای ناحیه اتصال منتهی شده یا قبل از رسیدن به انتهای ناحیه اتصال قطع شوند **یا** حتی می توان آنها را طوری جوش داد تا شکل قوطی یا ناودانی در بیایند.

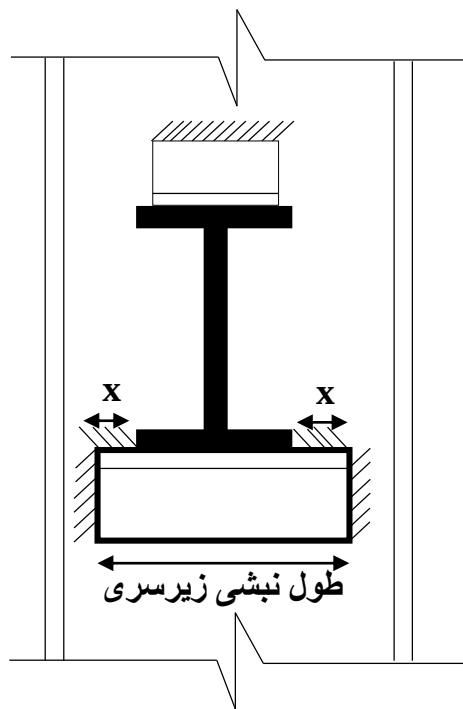
### محدودیت های جوش گوشه در انتهای ناحیه اتصال

۱- در اتصالات پوششی (رویهم) که یکی از قطعه های اتصالی تا پشت لبه قطعه اتصالی دیگر که تحت اثر تنش کششی قرار دارد امتداد یافته باشد، جوش گوشه ناحیه انتهای اتصال باید در فاصله ای بیشتر یا مساوی با بعد جوش از لبه قطعه اتمام یابد . (مطابق شکل زیر)



جوش گوشه در انتهای اعضای محوری

۲- در اتصالات مفصلی با نبشی نشیمن طول برگشت جوش گوشه در قسمت فوقانی اتصال نبشی نباید از دو برابر بعد جوش گوشه کوچکتر باشد.



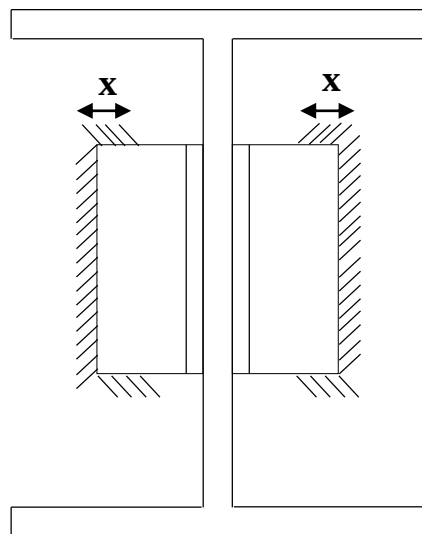
جزئیات اتصال نبشی نشیمن

$$x \geq 2a$$

$x$  = طول قلاب جوش گوشه = طول برگشت جوش گوشه

۳- در اتصالات مفصلی با نبشی های جان که انعطاف پذیری اتصال به مقدار زیادی تابع انعطاف پذیری بال نبشی ها است، طول برگشت جوش گوشه در قسمت فوقانی اتصال نبشی به تکیه گاه نباید از دو برابر بعد جوش گوشه کوچکتر و از چهار برابر بعد جوش و نیز نصف پهنای بال نبشی بزرگتر باشد.

طول برگشت جوش گوشه = طول قلاب جوش گوشه =  $x$



جزئیات اتصال نبشی جفت جان

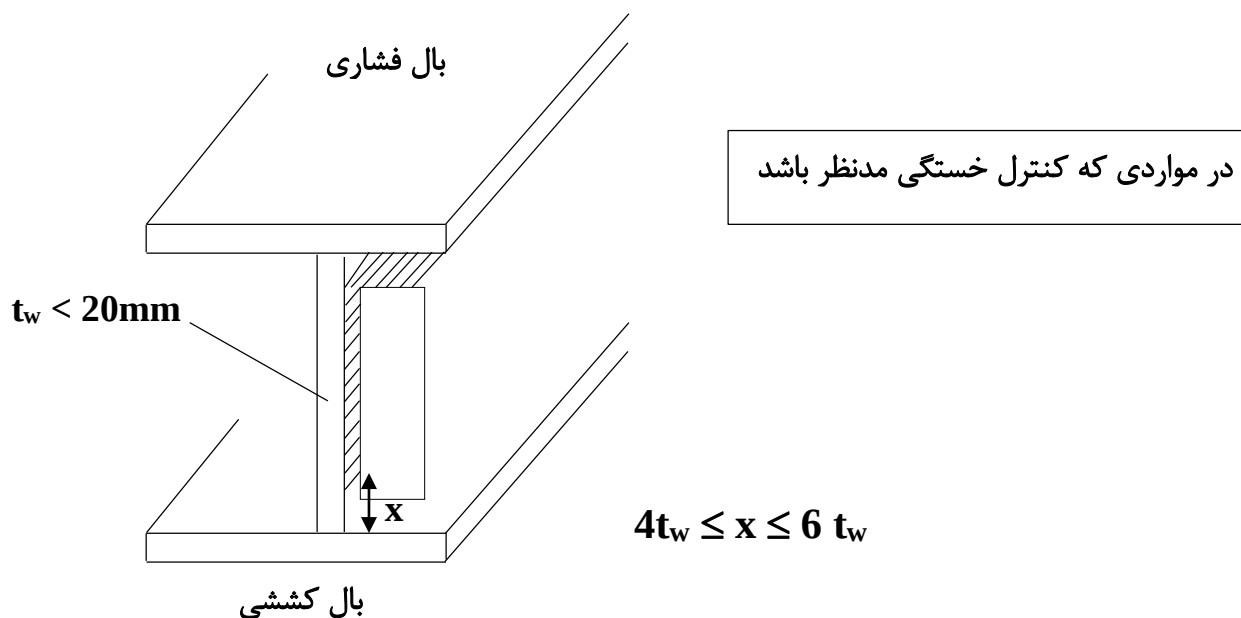
$$2a \leq x \leq \min \left[ 4a, \frac{b}{2} \right]$$

$a$  = بعد جوش گوشه

$b$  = عرض نبشی

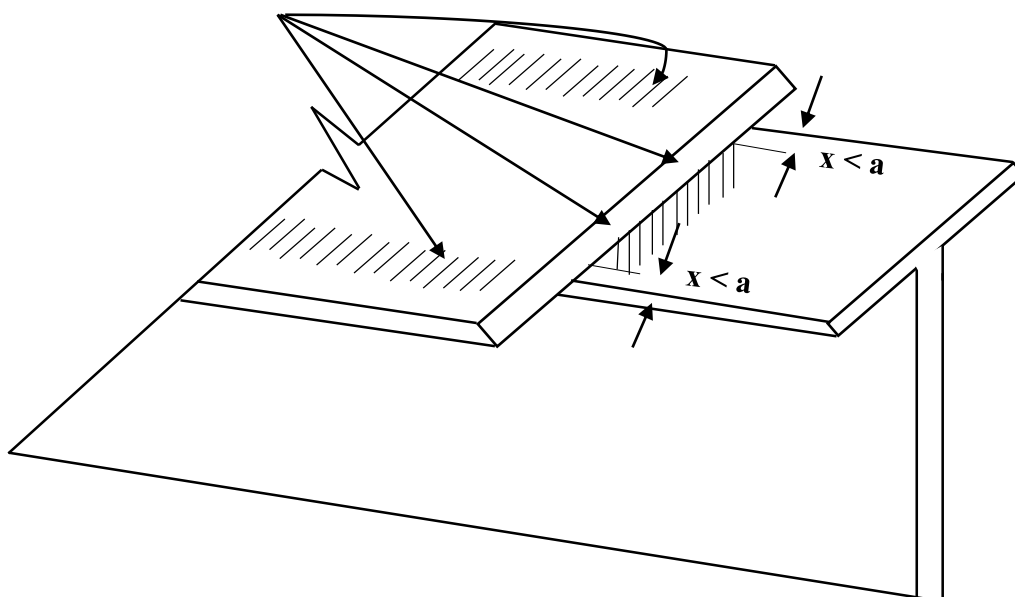
#### ۴- جوش گوشه سخت کننده عرضی

ورق های سخت کننده عرضی باید به بال های تیر جوش شود. در مواردی که در اتصال، کنترل خستگی مدنظر باشد انتهای جوش گوشه ورق های سخت کننده عرضی به جان تیرهای با ضخامت کوچکتر از 20mm ، باید حداقل چهار برابر و حداکثر شش برابر ضخامت جان از پنجه جوش گوشه جان به بال کششی بارگذاری نشده ، فاصله داشته باشد . (شکل زیر)



۵- جوش های گوشه ای که در دو وجه مخالف یک صفحه مشترک ایجاد می شوند، در صورتی که فاصله انتهای جوش گوشه عرضی تا لبه قطعه کوچکتر از بعد جوش باشد، باید در گوشه مشترک بین دو نوار جوش قطع شوند.

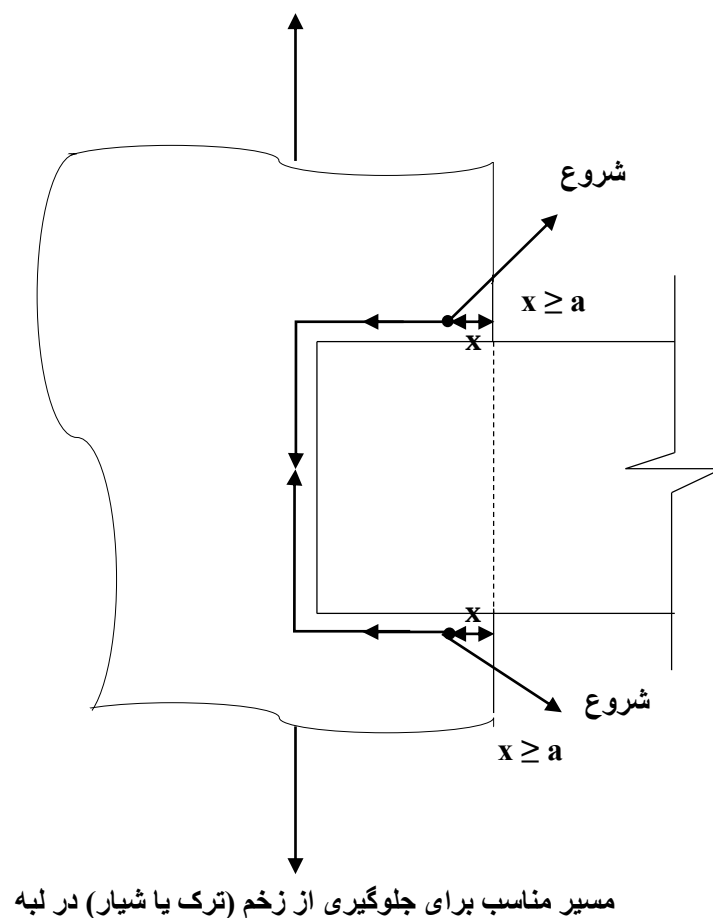
(جوش های در دو وجه مخالف نباید به یکدیگر متصل شوند)



جوش های گوشه در دو وجه مخالف یک صفحه مشترک

۶- در اتصالات پوششی (اتصالات رویهم) وقتی عضو زیری در کشش است، برای جلوگیری از زخم در لبه و تردشکنی در جوش، انتخاب محل شروع و پایان مسیر جوشکاری باید مطابق شکل زیر باشد.

همچنین لازم است شروع خط جوش به اندازه حداقل بعد جوش از لبه عضو، فاصله داشته باشد.



سؤال : در یک اتصال مفصلی تیر به ستون ، برای انتقال برش از نبشی جان استفاده شده است. نبشی مورد استفاده  $100 \times 100 \times 10 \text{ mm}$  و بعد جوش گوشه اتصال آن  $8 \text{ mm}$  می باشد. کدامیک از گزینه های زیر می تواند طول برگشت جوش اتصال این نبشی به بال ستون باشد؟

۱-  $45 \text{ mm}$

۲-  $35 \text{ mm}$

۳-  $25 \text{ mm}$

۴-  $15 \text{ mm}$

## ضوابط الکتروود (فلز پُرکننده) سازگار با فلز پایه

### جدول الکتروود سازگار با فلز پایه

| نوع الکتروود سازگار | تنش تسلیم مشخصه مصالح فلز پایه ( $f_y$ )              |
|---------------------|-------------------------------------------------------|
| E60 یا معادل آن     | $t \leq 20\text{mm}$<br>⑨<br>$f_y \leq 300\text{MPa}$ |
| E70 یا معادل آن     |                                                       |
| E70 یا معادل آن     | $t > 20\text{mm}$<br>⑨<br>$f_y \leq 300\text{MPa}$    |
| E70 یا معادل آن     | $300 < f_y \leq 380\text{MPa}$                        |
| E80 یا معادل آن     | $380 < f_y \leq 460\text{MPa}$                        |

## نکات جدول:

۱- برای جوش های شیارى با نفوذ كامل تحت اثر كشش در راستای عمود بر محور جوش

**یا** جوش های شیارى با نفوذ كامل تحت اثر برش در راستای محور طولی جوش (بغير از جوش های اتصال بال به جان مقاطع اعضاى خمشی)

بايد از الكتروود سازگار مطابق جدول فوق **یا** حداكثر يك رده بالاتر از الكتروود سازگار استفاده شود .

۲- جهت جوش های شیارى با نفوذ نسبى **یا** جوش شیارى با نفوذ كامل در ساير وضعيت های بارگذارى، استفاده از الكتروود داراى مقاومت حداكثر يك رده پایین تر از مقاومت الكتروود سازگار مجاز است.

۳- برای جوش های گوشه، انگشته و كام، رعايت الكتروود سازگار الزامى نبوده، اما در هر حال استفاده از الكتروود داراى مقاومتى بیش از يك رده بالاتر از مقاومت الكتروود سازگار مجاز نیست.

سؤال : برای جوش های شیارى با نفوذ كامل تحت اثر كشش در راستای عمود بر محور جوش در صورتى كه ضخامت قطعه فلز پایه 22mm و تنش تسلیم مشخصه مصالح فلز پایه برابر با 270MPa باشد، از کدامیک از الکتروود ذیل نمی توان استفاده کرد؟

۱- E60

۲- E70

۳- E80

۴- E80 , E70

## ضوابط مقاومت موجود جوش

### ۱- روش LRFD

$$R_u \leq \Phi R_n$$

$R_n$  = مقاومت اسمی جوش

$\Phi$  = ضریب کاهش مقاومت

$R_u$  = مقاومت مورد نیاز جوش در روش LRFD

$\Phi R_n$  = مقاومت موجود جوش

### ۲- روش ASD

$$R_a \leq \frac{R_n}{\Omega}$$

$\Omega$  = ضریب اطمینان

$R_a$  = مقاومت مورد نیاز جوش در روش ASD

محاسبه مقاومت اسمی جوش  $R_n =$

$$R_n = \min [ \frac{F_{nBM} A_{BM}}{A_{BM}}, \frac{F_{nw} A_{we}}{A_{we}} ]$$

بر اساس فلز پایه

بر اساس مصالح فلز جوش

$$F_{nBM} = \text{تنش اسمی فلز پایه}$$

$$F_{nw} = \text{تنش اسمی فلز جوش}$$

$$A_{BM} = \text{سطح مقطع فلز پایه}$$

$$A_{we} = \text{سطح مقطع مؤثر جوش}$$

نکته (۱) : اگر نوع بار و جهت آن نسبت به محور جوش، برشی باشد، جهت جوش های گوشه، جوش شیارى با نفوذ نسبى و جوش انگستانه و کام همواره تنش اسمى جوش از رابطه ذیل بدست مى آید :

$$F_{nw} = 0.6 f_{ue}$$

$$E60 \Rightarrow f_{ue} = 430 \text{ MPa}$$

$$E70 \Rightarrow f_{ue} = 490 \text{ MPa}$$

$$E80 \Rightarrow f_{ue} = 550 \text{ MPa}$$

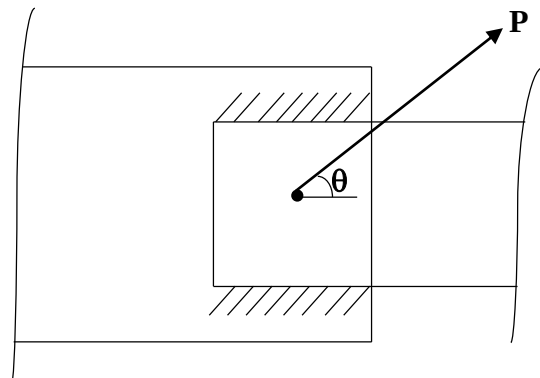
نکته (۲) : برای جوش های گوشه ای که در آنها تمامی خطوط جوش موازی یکدیگر بوده و نیروی وارد بر مرکز ثقل جوش ها نسبت به خطوط طولی جوش دارای زاویه  $\theta$  باشد مقاومت اسمی فلز جوش ( $R_n$ ) را می توان از طریق رابطه ذیل تعیین نمود:

$$R_n = F_{nw} A_{we}$$

$$F_{nw} = 0.6 f_{ue} ( 1 + 0.5 \sin \theta^{1.5} )$$

$$\Phi = 0.75$$

$$\Omega = 2$$



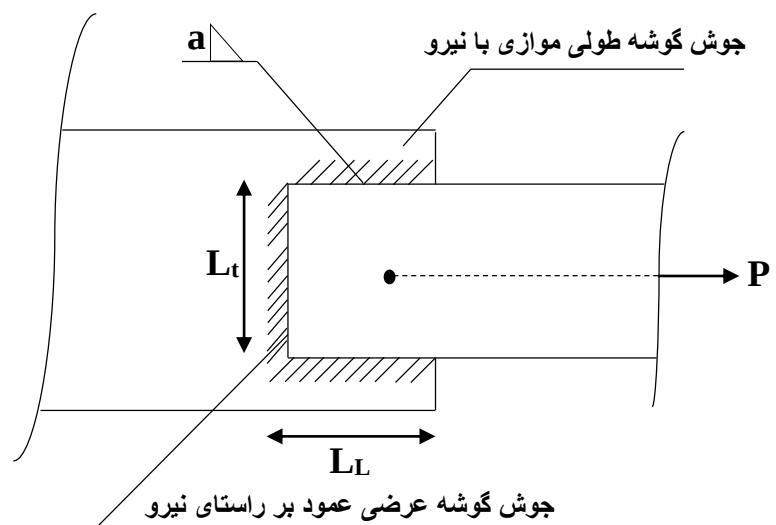
$\theta$  = زاویه بین امتداد نیروی وارد بر مرکز ثقل جوش ها نسبت به خطوط طولی جوش

نکته (۳): برای گروه جوش گوشه که متشکل از جوش های گوشه طولی و عرضی (عمود بر محور جوش های گوشه طولی) بوده و نیروی وارد بر مرکز ثقل گروه جوش ها در امتداد جوش های گوشه طولی باشد، بعنوان روش دیگر طراحی مقاومت جوش، مقاومت اسمی گروه جوش های گوشه را می توان از رابطه ذیل بدست آورد.

$$R_n = \max [ R_{n1} , R_{n2} ]$$

$$R_{n1} = R_{nWL} + R_{nwt} = F_{nw} ( \Sigma L_L + \Sigma L_t ) \times 0.707a$$

$$R_{n2} = 0.85 R_{nWL} + 1.5 R_{nwt} = F_{nw} \times ( 0.85 \Sigma L_L + 1.5 \Sigma L_t ) \times 0.707a$$



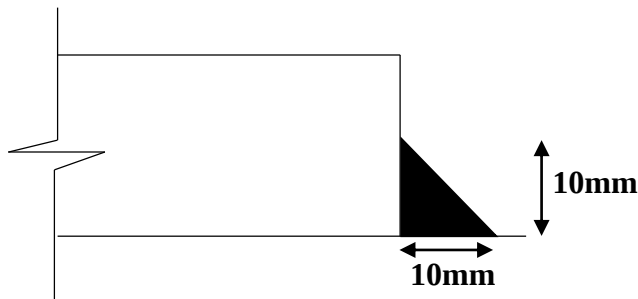
سؤال: مقاومت اسمی جوش گوشه نشان داده شده در شکل برابر ۱۰ میلیمتر طول جوش به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ (فرض کنید الکتروود مصرفی از نوع E70 می باشد).

۱) 13.4KN

۲) 15.6KN

۳) 20.8KN

۴) 22.05KN



سؤال: در اتصال جوش شکل زیر، نیروی  $P_u$  با افق زاویه  $45^\circ$  می سازد و از مرکز سطح مجموعه جوش ها عبور می کند. اگر الکترود مصرفی از نوع E70 و بعد جوش 12mm باشد، حداکثر مقدار  $P_u$  بر اساس روش LRFD به کدامیک از گزینه های ذیل نزدیک تر است؟

(۱) ۱۶۱۸ کیلونیوتن

(۲) ۱۱۶۸ کیلونیوتن

(۳) ۱۳۱۲ کیلونیوتن

(۴) ۱۲۱۳ کیلونیوتن

