

بنام خداوند جان و خرد



موسسه آموزشی ACE

مبحث دهم مقررات ملی ساختمان

ویژه آزمون نظارت رشته عمران نظام مهندسی ایران

طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی

ویرایش: پاییز ۱۳۹۹

نویسنده و مدرس:

مهندس محسن هجرانی دلیر



اشارات عصر قلم

فهرست مطالب

۷	فصل اول مصالح و اجزای بتن
۲۹	فصل دوم مبانی طراحی
۴۹	فصل سوم پیچ
۶۷	فصل چهارم ساخت قطعات فولادی و رنگ آمیزی آنها
۸۱	فصل پنجم رواداری و ساخت قطعات فولادی

مقدمه و کلیات

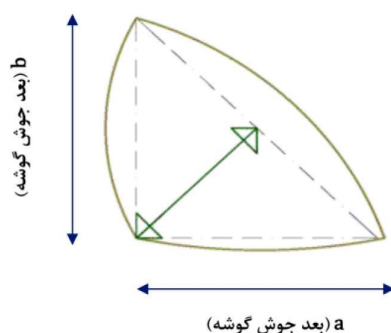
بارالها سپاس بیکران تو را، که توفیق خدمت گذاری به مهندسین عزیز کشورمان را به ما عطا فرمودی. امید است این اثر بتواند نقشی هرچند کوچک در خدمت به جامعه مهندسی کشور بردارد و زمینه قبولی مهندسین عزیز را در آزمون نظارت فراهم نماید. اثری که در اختیار شما می باشد حاصل تجربیات و مطالعات چند ساله بنده و همکارانم است. جای دارد از تمامی دوستانی که در این مسیر به بنده دلگرمی داده و تجربیات و دانش بی نظیر خود را کتابخانه من قرار دادن تشکر نمایم. در همین راستا از مهندس فهیمی و خانم مهندس کمالی قدردانی می نمایم و برای ایشان موفقیت روز افزون را مسئلت دارم. کمال خداست و بندگان خدا جایز اطا از تمامی شما مهندسین عزیز تقاضا داریم در راستای بهبود این اثر، ما را از پیشنهادات و انتقادات خود محروم نفرمایند.

Gmail: Muhammad.hejrani@gmail.com



اگر امکان افزایش هر دو ساق جوش گوشه وجود داشته باشد، باید از بکار بردن ساق نامساوی پرهیز کرد. زیرا غیراقتصادی است.

ضخامت گلوگاه موثر جوش گوشه (t_e)



$$a=b$$

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

$$a \neq b$$

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

بعد جوش گوشه (a)

بعد جوش گوشه برابر با اندازه ساق مقطع جوش می‌باشد.

محدودیت‌های جوش گوشه (بند: ۱۰-۲-۹-۲-۲-ب)

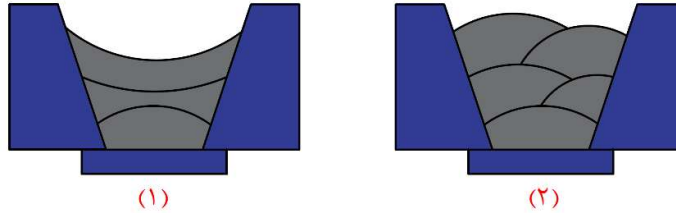
حداقل بعد جوش گوشه

- حداقل بعد جوش گوشه تابع ضخامت قطعه نازکتر می‌باشد و بعد جوش نباید از ضخامت نازکترین قطعه متصل‌شونده تجاوز کند.
- در صورتی که نتوان ضخامت حداقل را با یکبار عبور تأمین نمود، باید از پیش‌گرمایش یا فرایندهای کم‌هیدروژن استفاده کرد.
- در سازه‌های تحت بار دینامیکی حداقل اندازه جوش ۵ میلی‌متر است.

حداقل بعد جوش گوشه (با یکبار عبور)	ضخامت قطعه نازک تر (t_{min})
۳ mm	$t_{min} \leq 6 \text{ mm}$
۵ mm	$6 \text{ mm} < t_{min} \leq 12 \text{ mm}$
۶ mm	$12 \text{ mm} < t_{min} \leq 20 \text{ mm}$
۸ mm	$t_{min} > 20 \text{ mm}$

تمرین نظارت - مهر ۹۹

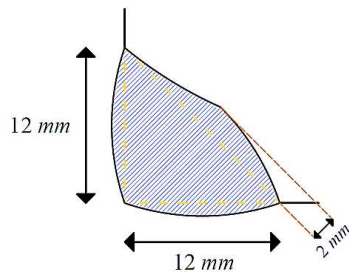
در شکل‌های شماره (۱) و (۲) برای جوش شیاری، پاس‌های جوش متفاوت می‌باشند. در این مورد کدام عبارت صحیح است؟



- الف) پاس‌های جوشکاری شماره (۱) صحیح هستند زیرا هر بازرس جوش در هر مرحله یکپارچه است.
 ب) پاس‌های جوشکاری شماره (۲) صحیح هستند زیرا از پاس جوش‌های محدب استفاده شده است.
 ج) پاس‌های جوشکاری شماره (۱) صحیح هستند زیرا تعداد پاس‌های جوش کمتر از شماره (۲) می‌باشد.
 د) پاس‌های جوشکاری شماره (۱) صحیح هستند زیرا سطح جوش مقعر و عرض جوش پاس آخر بزرگتر از شماره (۲) می‌باشد.

تمرین

یک جوش گوشه با بعد محاسباتی ۱۲ میلی‌متر، به شکل مقابل اجرا شده است. کدام یک از موارد زیر در مورد جوش صحیح است؟



- الف) جوش به دلیل ساق ناکافی قابل پذیرش نیست.
 ب) جوش به دلیل گرده زیاد قابل پذیرش نیست.
 ج) جوش به دلیل گلوگاه ناکافی قابل پذیرش نیست.
 د) جوش قابل پذیرش است.

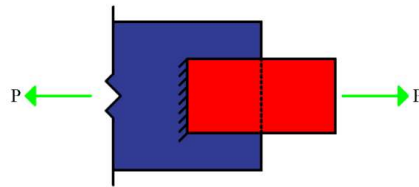
پاسخ: گزینه د صحیح است.

طول موثر جوش گوشه در جوش‌های منقطع (بند: ۱۰-۲-۹-۲-۲-۲)

در اتصال انتهای تسمه‌های کششی اگر از جوش گوشه فقط در لبه‌های طولی و موازی نیروی محوری استفاده گردد، طول جوش نباید از فاصله بین آنها (تقریباً عرض تسمه) کمتر باشد و این فاصله نباید از ۲۰۰ میلی‌متر تجاوز کند.

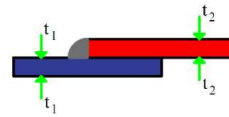
تمرین - نظارت - مهر ۹۹

در طراحی اتصال شکل زیر، جوش گوشه نشان داده شده، فرض می‌شود تحت اثر چه نوع تنشی قرار می‌گیرد؟



(ب) تنش کششی در مقطع موثر

(د) تنش کششی موازی با محور طولی جوش

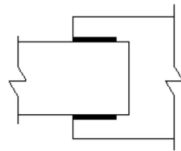


(الف) تنش کششی عمود بر محور طولی جوش

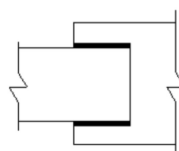
(ج) تنش برشی در مقطع موثر

ضوابط جوش گوشه در اتصالات پوششی (روپهم)

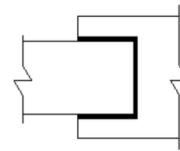
جوش‌های گوشه می‌توانند به انتهای ناحیه اتصال منتهی شده یا قبل از رسیدن به انتهای ناحیه اتصال قطع شوند و یا حتی می‌توان آنها را طوری جوش داد تا به شکل قوطی یا ناودانی در بیاید.



جوش گوشه قبل از رسیدن به ناحیه اتصال



جوش گوشه منتهی شده به انتهای ناحیه اتصال



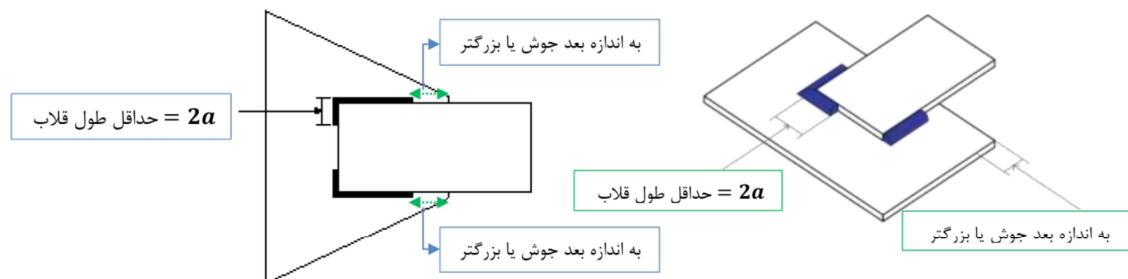
جوش گوشه به حالت ناودانی

محدودیت‌های جوش گوشه در انتهای اعضا محوری

کلیه جوش‌های گوشه که در لبه کناری و یا ضلع انتهایی عضو انجام می‌شود، باید در انتهای ضلع و بر روی ضلع دیگر برگشت داده شود.

در اتصالات پوششی که یکی از قطعه‌های اتصالی تا پشت لبه قطعه اتصالی دیگر که تحت اثر تنش کششی قرار دارد امتداد یافته باشد، جوش گوشه باید در فاصله‌ای بیشتر یا مساوی با بعد جوش تمام شود.

جوش‌های گوشه که در لبه کناری با ضلع انتهایی عضو انجام می‌شود، در انتهای ضلع و بر روی ضلع دیگر برگشت داده شود که به آن قلاب گویند. حداقل طول قلاب ۲ برابر طول جوش می‌باشد.



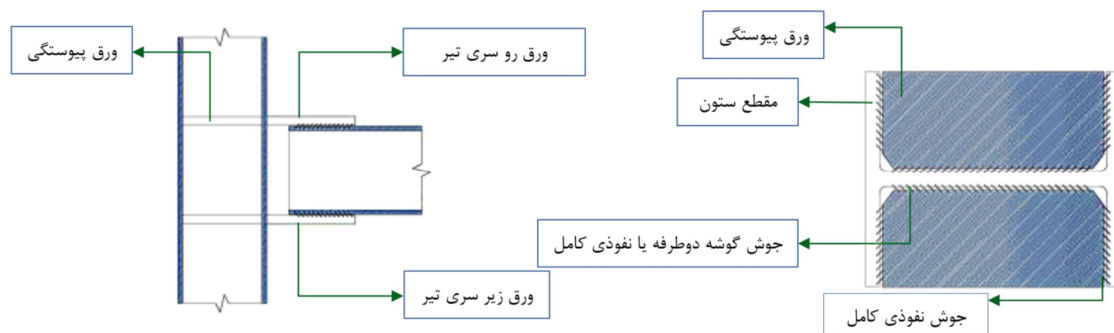
تمرین نظارت - شهریور ۹۱

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.

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

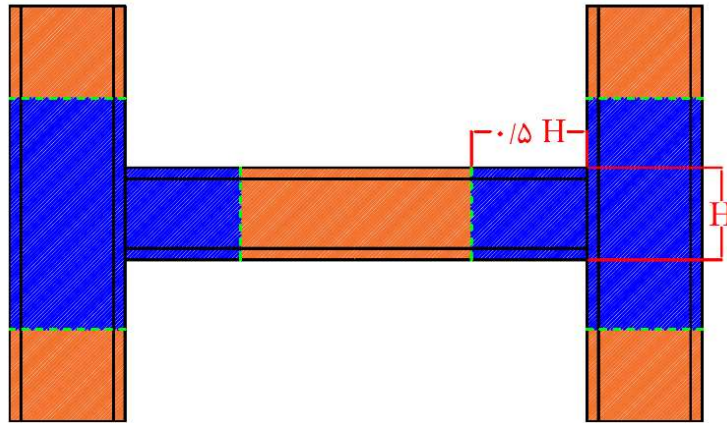
ورق پیوستگی یا سخت کننده عرضی

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



ضوابط ورق پیوستگی

طول ورق پیوستگی باید برابر با فاصله خالص دو بال ستون باشد. پهنای ورق 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 کل ضخامت بال تیر یا ضخامت ورق‌های پوششی اتصال (ورق‌های روسری و زیرسری) در اتصالات گیرداری که در امتداد مورد نظر 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 ۱۰ میلی‌متر باشد، استفاده از جوش گوشه دوطرف نیز مجاز است. جوش‌های ورق پیوستگی به جان ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه دو طرفه باشد.



- نظر به اهمیت ناحیه حفاظت شده اعضا در تأمین شکل پذیری مورد نیاز، الزامات عمومی که باید در جزئیات بندی ناحیه حفاظت شده اعضا در نظر گرفته شوند به شرح زیر است.
- به کار بردن وصله مستقیم یا غیرمستقیم جوشی یا پیچی نیمرخ‌ها یا ورق‌های تشکیل دهنده عضو در ناحیه حفاظت شده ممنوع است.
 - هر گونه ناپیوستگی ناشی از عملیات ساخت و نصب مانند جوش‌های موضعی، وسایل کمکی برای نصب، ناصافی‌های ناشی از برش‌های حرارتی در ناحیه حفاظت شده ممنوع بوده و در صورت وجود باید به نحو مناسبی برطرف شده و تعمیر گردد.
 - خال جوش کردن ورق‌های دوزنقه‌ای تیرهای مختلط و نیز جوش برش‌گیرهای از نوع گل میخ در حفاظت شده، در صورت تأمین الزامات بخش ۱۰-۳-۱۳ مجاز است.

آزمایش فلزات

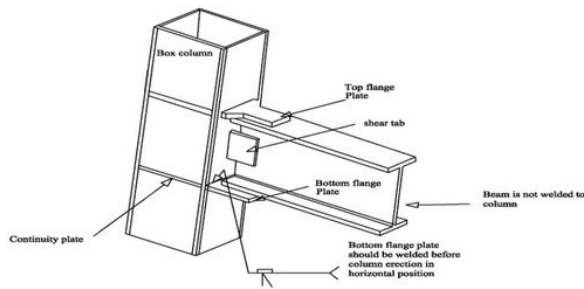
تمرین اجرا - مهر ۹۹

- نظر به اهمیت ناحیه حفاظت شده اعضا در تأمین شکل‌پذیری مورد نیاز، کدام یک از جزئیات‌بندی زیر در این ناحیه بلامانع است؟
- (الف) وصله مستقیم یا غیرمستقیم پیچی ورق‌های تشکیل‌دهنده عضو
 - (ب) وسیله مستقیم یا غیرمستقیم جوشی ورق‌های تشکیل‌دهنده عضو
 - (ج) خال جوش کردن ورق‌های دوزنقه‌ای تیرهای مختلط در صورت تأمین الزامات اتصالات از پیش تأیید شده
 - (د) جوش بست فلزی برای نگهداری لوله فاضلاب

۱۰-۳-۱۳- اتصالات گیردار از پیش تأیید شده

اتصالات گیردار از پیش تأیید شده مطابق جدول زیر دسته‌بندی می‌شوند.

اتصال جوشی به کمک ورق‌های (و) ری و زیر سری (WFP)



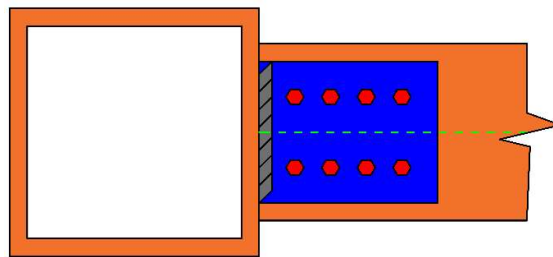
ورق کله گاوی از سه جزء تشکیل شده است:

- ورق رو سری
- ورق زیر سری
- ورق نبشی جان

در صورت نیاز، ورق پیوستگی و مضاعف نیز در جان ستون و بخش چشمه اتصال مورد استفاده قرار می‌گیرد. اتصال ورق (یا ورق‌های) جان به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل یا جوش گوشه باشد. در صورت استفاده از ورق تکی جان، جوش گوشه باید دو طرفه باشد.

تمرین اجرا - مهر ۹۹

در اتصال از نوع BFP در شکل نمونه‌ای از آن نشان داده شده است در مرحله اولیه، پیچ‌های ورق بال تا حد سفتی کامل محکم شده‌اند برای پیش‌تنیده کردن آنها کدام عبارت صحیح است؟



(الف) باید ابتدا اولین ردیف پیچ‌های نزدیک به ستون پیش‌تنیده شده و به طرف مرکز تیر پیچ‌های دیگر را به ترتیب پیش‌تنیده کرد.

(ب) باید ابتدا پیچ‌های دورتر از ستون پیش‌تنیده شوند و سپس پیچ‌ها را به سمت ستون پیش‌تنیده کرد.

(ج) باید ابتدا پیچ‌های وسط را پیش‌تنیده کرد و سپس به سمت ستون رفته و بعد از آن پیچ‌های طرف دیگر را پیش‌تنیده کرد.

(د) به صورت زیگزاگ از هر سمتی که آسان‌تر است می‌توان پیچ‌ها را پیش‌تنیده کرد.

تمرین اجرا - مهر ۹۹

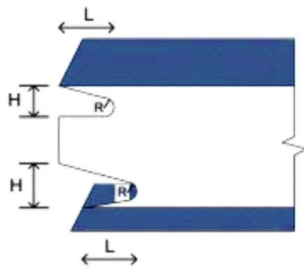
در اتصال گیردار از پیش تایید شده جوشی تیر به ستون به کمک ورق‌های روسری و زیرسری کدام یک از موارد زیر صحیح نمی‌باشد؟

(الف) اتصال ورق جان به جان تیر باید از نوع جوش گوشه باشد.

(ب) اتصال ورق روسری به بال ستون همواره باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد.

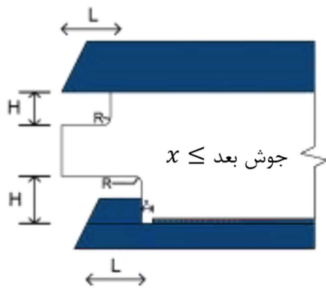
(ج) اتصال ورق جان به بال ستون می‌تواند با جوش گوشه باشد.

(د) اتصال ورق تکی جان به بال ستون همواره باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد.



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

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.



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



در نیمرخ‌های سنگین و مقاطع ساخته شده از ورق که از ورق‌هایی به ضخامت بیش از ۴۰ mm ساخته می‌شوند، لبه ای 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.



اگر قسمت ی 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.

■ قطعات پیش نصب شده بعد از علامت گذاری، باز شده و به همراه ورق‌های اتصال برای حمل به کارگاه انبار خواهند شد.

محکم کردن پیچ‌ها

مرحله اول: تعدادی از پیچ تا حد سفتی کامل محکم می‌شوند، تا اطمینان حاصل شود که سطوح تماس، کامل بهم چسپیده‌اند. سپس تمام پیچ‌ها در سوراخ قرار گرفته کاملاً سفت می‌شوند.

مرحله دوم: سپس با چرخاندن اضافی مهره‌ها پیچ‌ها پیش تنیده می‌شوند.

■ در هر دو مرحله بالا محکم کردن پیچ‌ها باید از قسمتی که اتصال صلب‌تر است و صفحات تغییر شکل کمتری می‌دهند شروع به بستن پیچ‌ها کرد.

■ در وصله‌ها، قسمت صلب اتصال، وسط ورق اتصال است.

■ باز کردن و استفاده مجدد از پیچ‌هایی که به حد پیش تنیدگی رسیده‌اند مجاز نیست.

ترتیب بستن پیچ‌ها

محکم کردن پیچ‌های وسط با حفظ تقارن و ترتیب صورت می‌گیرد.

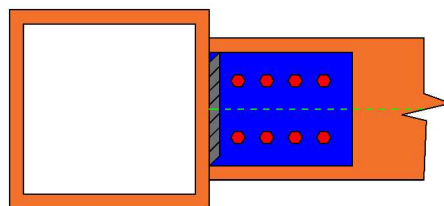
پیچ‌های کناری تا لبه آزاد ورق اتصال محکم می‌شوند.

سپس می‌توان به پیچ‌های وسط پرداخت، باید اطمینان حاصل کرد که سفت کردن پیچ‌های کناری، پیچ‌های وسط را از حالت کاملاً سفت خارج نکرده باشد.

در تمام مراحل محکم کردن پیچ‌ها باید دقت کرد که از چرخیدن پیچ و مهره با هم جلوگیری شود.

تمرین اجرا - مهر ۹۹

در اتصال از نوع BFP در شکل نمونه‌ای از آن نشان داده شده است در مرحله اولیه، پیچ‌های ورق بال تا حد سفتی کامل محکم شده‌اند برای پیش‌تنیده کردن آنها کدام عبارت صحیح است؟



الف) باید ابتدا اولین ردیف پیچ‌های نزدیک به ستون پیش‌تنیده شده و به طرف مرکز تیر پیچ‌های دیگر را به ترتیب پیش‌تنیده کرد.

ب) باید ابتدا پیچ‌های دورتر از ستون پیش‌تنیده شوند و سپس پیچ‌ها را به سمت ستون پیش‌تنیده کرد.

ج) باید ابتدا پیچ‌های وسط را پیش‌تنیده کرد و سپس به سمت ستون رفته و بعد از آن پیچ‌های طرف دیگر را پیش‌تنیده کرد.

د) به صورت زیگزاگ از هر سمتی که آسان‌تر است می‌توان پیچ‌ها را پیش‌تنیده کرد.

فاصله از مرکز هر پیچ تا نزدیک ترین لبه قطعه در هر راستا نباید از ۱۲ برابر ضخامت نازکترین قطعه و از ۱۵۰ تجاوز کند.

$$d' \leq \min(12t_{\min}, 150\text{mm})$$

❖ قطعاتی که تحت اثر خوردگی شدید ناشی از عوامل جوی هستند:

فاصله از مرکز هر پیچ تا نزدیک ترین لبه قطعه در هر راستا نباید از ۸ برابر ضخامت نازکترین قطعه و از ۱۲۵ تجاوز کند.

$$d' \leq \min(8t_{\min}, 125\text{mm})$$



مقدار C در سوراخ لوبیایی و بزرگ شده طبق جدول زیر محاسبه می شود.

سوراخ لوبیایی (mm)			سوراخ بزرگ شده (mm)
موازی با لبه	عمود بر امتداد لبه		
	لوبیایی بلند	لوبیایی کوتاه	
°	°/۷۵ d	۵ mm	۳ mm

تمرین نظارت - ۹۳

در یک ورق با ضخامت ۲۰ میلی متر که لبه آن با اره بریده شده است، سوراخ استاندارد با قطر ۲۲ میلی متر ایجاد شده است. حداقل فاصله ای که لازم است از مرکز سوراخ تا لبه ورق بر حسب میلی متر و در راستای نیرو رعایت شود، چقدر است؟

۳۵ (۴)

۴۰ (۳)

۵/۳۸ (۲)

۴۴ (۱)

تمرین نظارت عمران - اسفند ۹۵

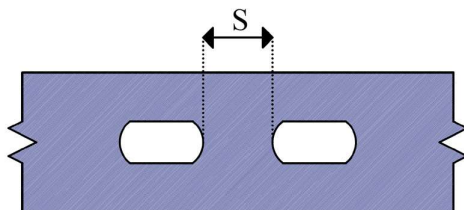
حداقل فاصله آزاد بین دو سوراخ لوبیایی کوتاه در امتداد طول آن برای عبور پیچ های M۲۲ به کدام یک از موارد زیر بر حسب میلی متر نزدیکتر است؟

الف) ۷۲

ب) ۶۶

ج) ۴۲

د) ۳۶



پاسخ گزینه د صحیح است.

تمرین نظارت - خرداد ۸۹

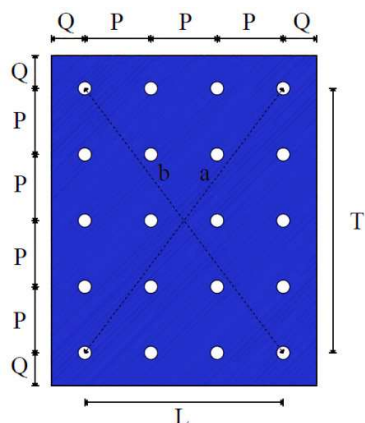
در یک ساختمان دو طبقه که ارتفاع ستون‌های طبقه اول و دوم به ترتیب ۴ و ۵ متر می‌باشد، در اثر اشتباه اجرایی، ستون‌های کناری به طرف بیرون ساختمان ناشاقول شده‌اند. مطابق شکل زیر انحراف در طبقه اول ۵ میلی‌متر و در طبقه دوم ۱۵ میلی‌متر است.

در این ارتباط کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

- (۱) از نظر مقررات ملی ساختمان، وضعیت نشان داده شده قابل قبول نمی‌باشد.
- (۲) از نظر مقررات ملی ساختمان، وضعیت موجود در حد رواداری‌های مجاز می‌باشد.
- (۳) وضعیت موجود را نمی‌توان قابل قبول دانست، مگر با انجام محاسبات سازه کیفیت آن به اثبات برسد.
- (۴) وضعیت موجود را می‌توان قابل قبول دانست، اگر ساختمان دارای مهاربند فولادی یا دیوار برشی باشد.

رواداری سوراخ پیچ‌ها

در یک صفحه اتصال هنگامی که سوراخ‌کاری اعمال می‌شود باید رواداری فواصل سوراخ از هم، فواصل اولین و آخرین سوراخ نسبت به هم و همچنین رواداری فواصل قطری سوراخ‌ها نسبت به هم کنترل گردد.



$$\Delta P = \pm 2 \text{ mm}$$

$$\Delta Q = \pm 3 \text{ mm}$$

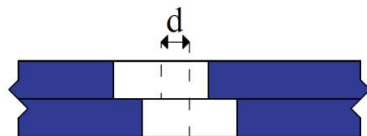
$$\Delta L = \pm 3 \text{ mm}$$

$$\Delta T = \pm 2 \text{ mm}$$

$$|a - b| \leq 3 \text{ mm}$$

در شکل مقابل T و L فاصله اولین و آخرین پیچ است و a و b فاصله قطری پیچ‌ها نسبت به یکدیگر است.

رواداری هم محور بودن سوراخ پیچ‌ها در دو مقطع اتصال



$$d \leq 2 \text{ mm}$$