

طراحی و محاسبه سازه های فولادی II

استاد محترم جناب آقای دکتر تیمورزاده

فصل اول: اتصالات پیچ

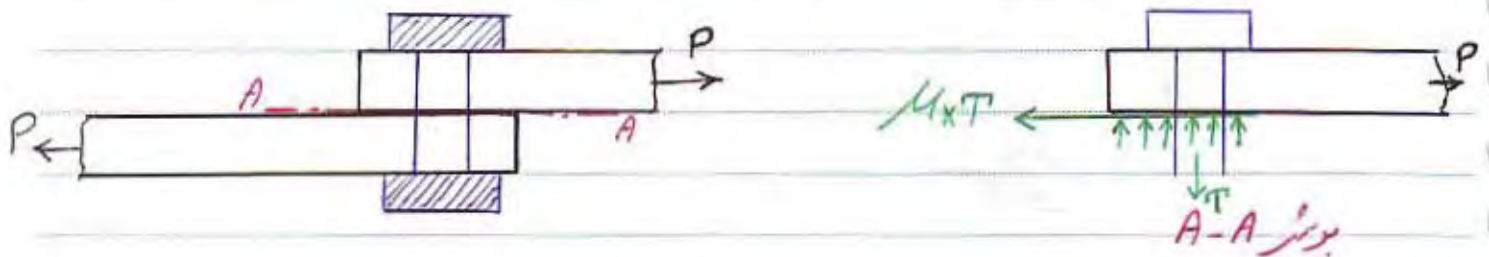
برای اتصالات پیچ در سازه های فولادی از انواع پیچ ها به شرح زیر استفاده می شود:

1- پیچ های معمولی یا خام (A-307): از فولاد با کربن کم یا فولاد نرم تهیه می شود.

2- پیچ های پر مقاومت: (A-325): از فولاد با کربن متوسط تهیه می شود.
(A-490): از فولاد با کربن زیاد تهیه می شود.

3- پیچ های پیش تنیده یا اصطکاک: (A-325)
(A-490)

در این نوع اتصال نیروی وارد بر اتصال توسط نیروی اصطکاک بین اجزاء اتصال خنثی می شود.



$$P \leq \mu \times T \quad \text{در دوام باید}$$

بار دوام: عبارت است از تنش نظیر نیروی پیش تنیدگی در پیچ های اصطکاک

$$\text{بار دوام} = \frac{T}{A} \leq 0.7 F_u$$

بار مصیاری: با توجه به اینکه در نمودار تنش-کرنش فولادهای خنک (ترد یا گسیخته با کربن زیاد) حد ارتجاعی، دارای مقدار مشخص نیست لذا بجای آن از بار مصیاری استفاده می شود.

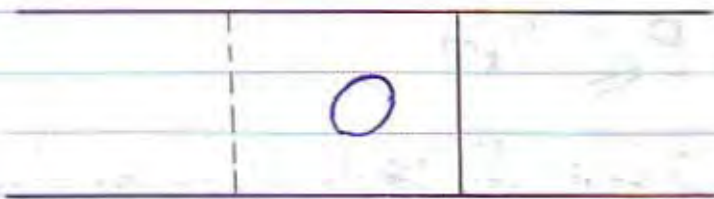
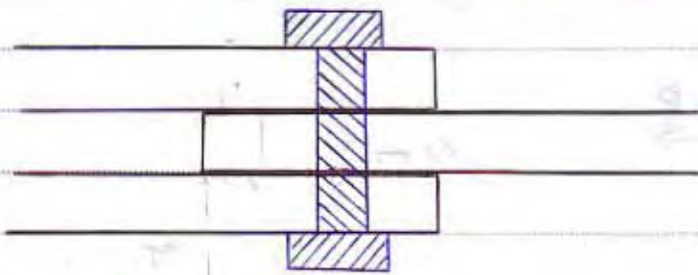


★ بار مصیاری عبارت است از تنش نظیر کرنش 0.2 درصد بر روش محاسبه یا تنش نظیر کرنش 0.5 درصد بر روش عمودی.

★ بار مصیاری در پیچ های A-325 برابر $0.7F_u$ و در پیچ های A-490 برابر $0.8F_u$ در نظر گرفته می شود.

محاسبه اتصالات پیچ: بر حسب نوع نیرو یا گستره موثر بر اتصال که موجب تنش های متفاوت در پیچ می گردند، اتصالات مختلف می توان در نظر گرفت که عبارتند از:

1- اتصال بر سر: در این اتصال نیرو در امتداد عمود بر پیچها اثر کرده و از مرکز سطح پیچ ها می گذرد.



* طول اتصال *

★ برای طراحی پیچ ها (سطح مقطع یا تعداد پیچ) دو حالت زیر در نظر گرفته می شود:

الف - اتصال مسمول یا غیر اصطکاکی:

در این حالت کنترل های زیر انجام می گیرد:

1- کنترل تنش بر سر:

$$F_v = \frac{V_{max}}{nA} \leq F_v$$

منبع: انجمن علمی عمران خوی

تشریح: F_v تنش بر سر مجاز، V_{max} نیروی بر سر، n تعداد پیچ، A سطح مقطع پیچ.

F_v عبارت است از تنش برش مجاز که از جدول زیر بدست می آید:

	AISC	ایران	
$F_v =$	A-325	1450	برش در قسمت دندان دار
		2100	برش در خارج قسمت دندان دار
	A-490	1950	برش در قسمت دندان دار
		2800	برش در خارج قسمت دندان دار

توضیح: در صورتی که طول اتصال بزرگتر از 25 سانتی متر باشد این تنش ها 20 درصد کاهش پیدا می کنند.

2- کنترل تنش کشیدگی:

$$f_c = \frac{R}{n \cdot d \cdot t} \leq F_c$$

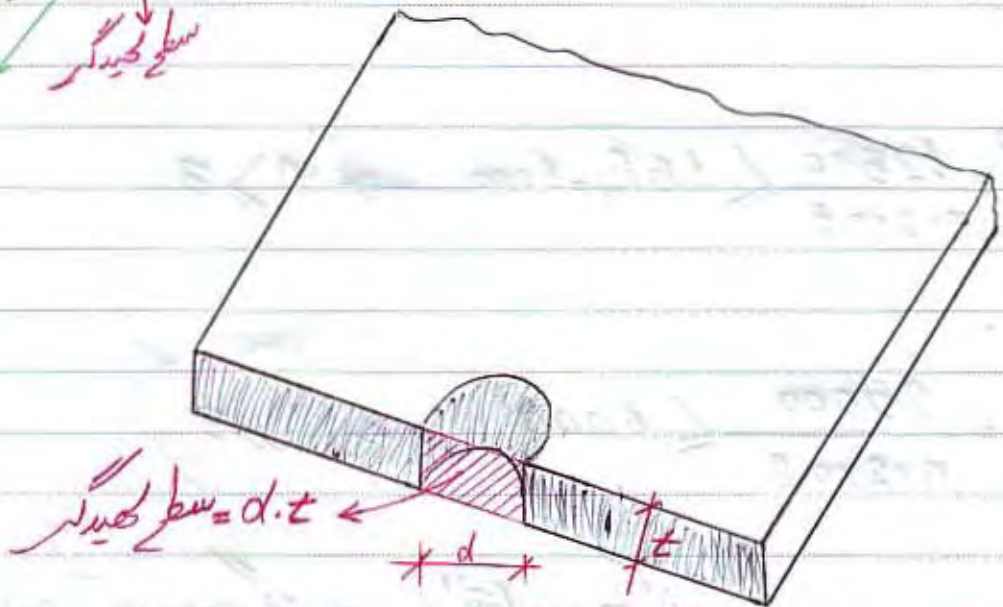
تنش کشیدگی ← f_c ← تنش کشیدگی مجاز F_c

ضخامت ورق t

تعداد پیچ n

قطر پیچ d

سطح کشیدگی $d \cdot t$



AISC → $F_c = 1.5 F_u$

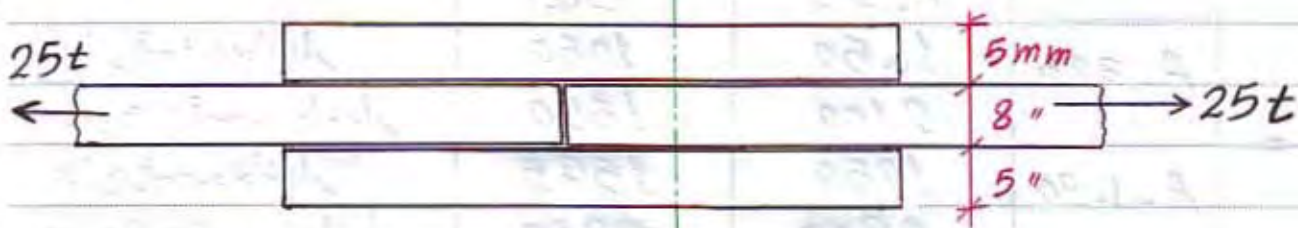
ایران → $F_c = 1.33 F_u$

Subject:

Year: Month: Date: 4

مثال: تعداد پیچ های $\phi 20$ از نوع A-325 را برای اتصال مقابل مقابل مناسب کنیم
برش در قسمت دندان دار قرار دارد.

$$F_u = 4000$$



$$F_v = \frac{12.5 \times 1000}{n \times 3.14} \leq 1450 \rightarrow n \geq 2.74 \rightarrow n \geq 3$$

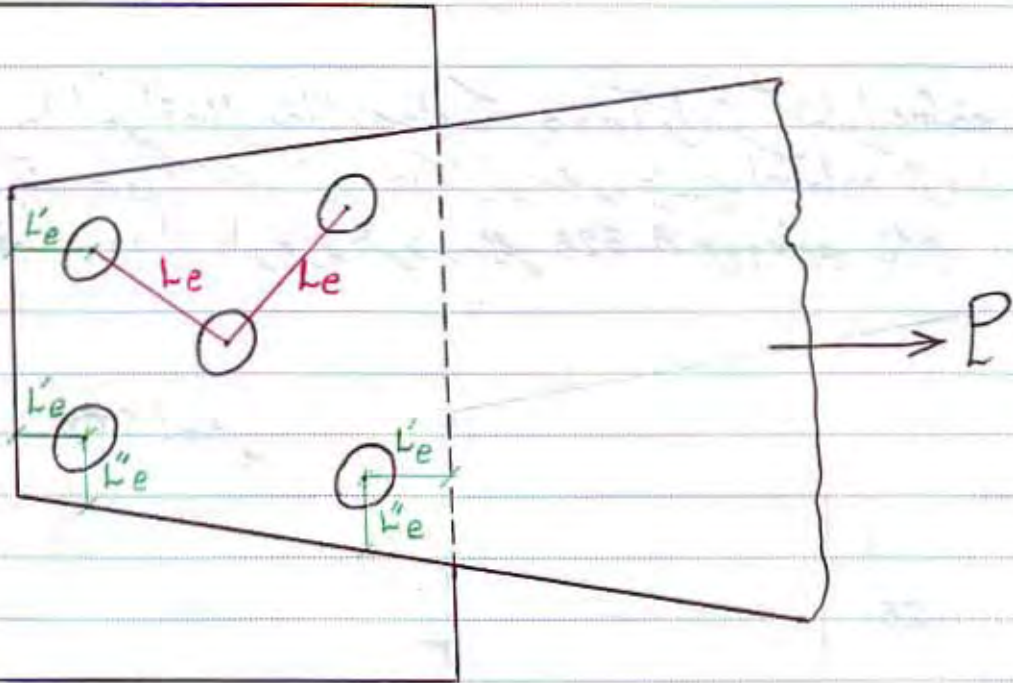
$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \times 2^2}{4}$$

$$F_c = \frac{12500}{n \times 2 \times 0.5} \leq 1.5 F_u = 6000 \rightarrow n \geq 3$$

$$F_c = \frac{25000}{n \times 2 \times 0.8} \leq 6000 \rightarrow n \geq 3$$

از بین n های بدست آمده، بزرگترین را انتخاب می کنیم.

آرایش میچ ها:

الف - فاصله مرکز به مرکز میچ ها: L_e

این فاصله حداقل 3 برابر قطر میچ در نظر گرفته می شود:

$$L_e \geq 3d$$

قطر میچ

ب - فاصله مرکز میچ از لبه ورق: L'_e در امتداد نیرو

این فاصله باید در حدود زیر صدق کنند:

$$L'_e \geq \frac{2R}{F_u \times t}$$

مقاومت برشی میچ $R = F_v \cdot A$

حد اکثر نیروی برش قابل تحمل (ضعف ورق)

حد خرابی فولاد ورق

$$L'_e \leq \text{Min}(12t, 15 \text{ cm})$$

حد اکثر

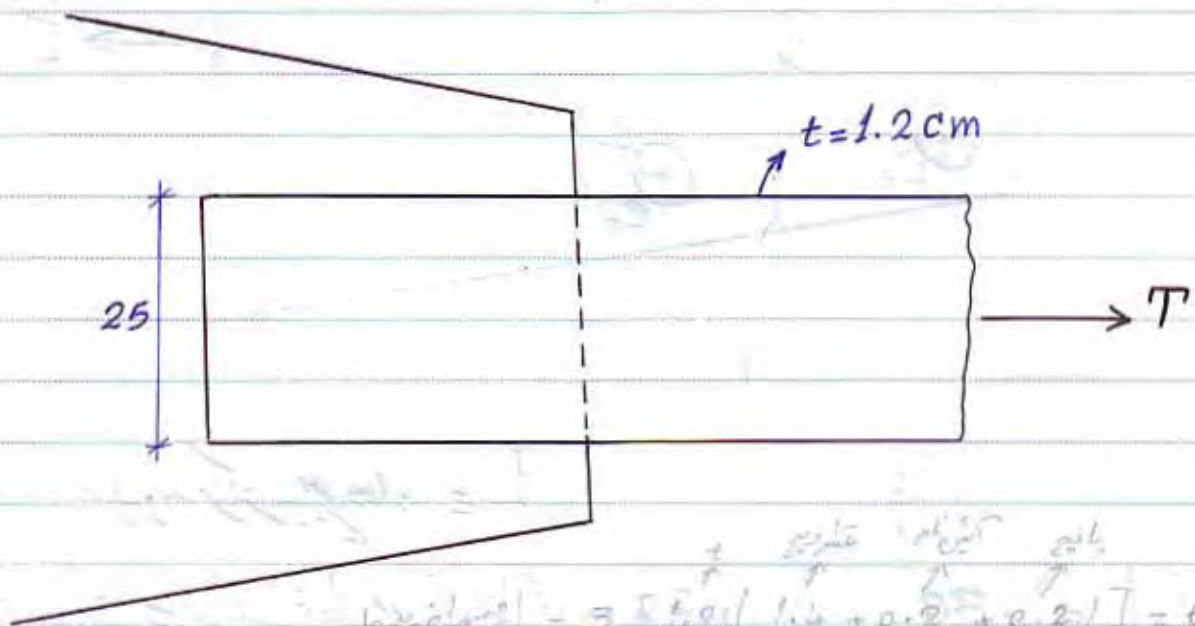
ج- فاصله مرکز پیچ از لبه ورق در امتداد عمود بر نیرو: L_e

این فاصله باید در روابط زیر صدق کند:

حد اقل: $L_e \geq 1.5d$

حد اکثر: $L_e \leq \min(3d, 6t)$

مثال: تعداد پیچ ها را در اتصال مقابل محاسبه کرده و آن را بیش آن ها را مشخص نکنید بطوریکه از حداکثر ظرفیت ورق استفاده شود (حداکثر از سه ردیف پیچ استفاده شود) برش در خارج از قسمت دندان دار قرار دارد و پیچ A-325 می باشد و $\phi 14$



$$L_e = 3 \times 1.2 (1.4 + 0.2 + 0.2) = 6.48$$

$$F_t = \frac{T}{A_g} \leq 0.6 F_y$$

$$A = 1.2 \times 25 = 30$$

$$A_n = 30 - 6.48 = 23.52$$

$$F_t = \frac{T}{A_n} \leq 0.5 F_u$$

$$\frac{T}{23.52} \leq 0.5 \times 1000 \rightarrow T = 4740$$

$$F_u = \frac{4740}{A_n} \leq 2100$$

$$n \geq 14.53 \rightarrow n = 15$$

ب- طراحی اتصال اصطکاکی در برش:

برای طراحی اتصال برش اصطکاکی عموماً مثل حالت قبل عمل می‌کنیم با این تفاوت که تنش برش مجاز در پیچ‌ها متفاوت بوده و از جدول زیر بدست می‌آید:

	سوراخ استاندارد	لویبایر کوتاه (غیر استاندارد)	لویبایر بلند
$F_v =$	A-325 1225	1050	850
	A-490 1500	1300	1100

$$f_v = \frac{V_{max}}{nA} \leq F_v$$

★ فقط برش کنترل می‌شود و کشیدگی کنترل نمی‌شود.

مثال - مثالهای قبل را با فرض اصطکاکی بودن اتصال حل کنید. پیچ‌ها از نوع A-490 و سوراخ‌ها غیر استاندارد می‌باشند.

موضوع: ...

...
...
...

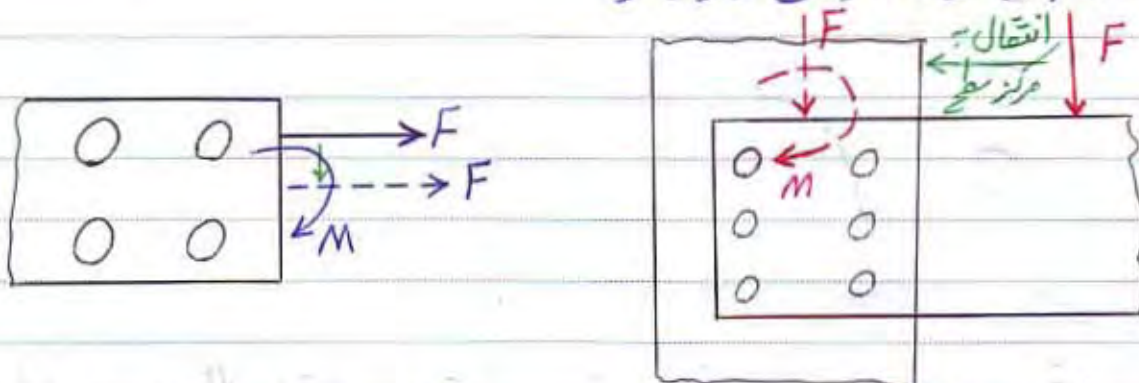
ردیف	شرح	مقدار	واحد
1
2
3

$$\frac{Q}{A} = \frac{P}{A} \Rightarrow \frac{Q}{A} = \frac{P}{A}$$

...
...
...

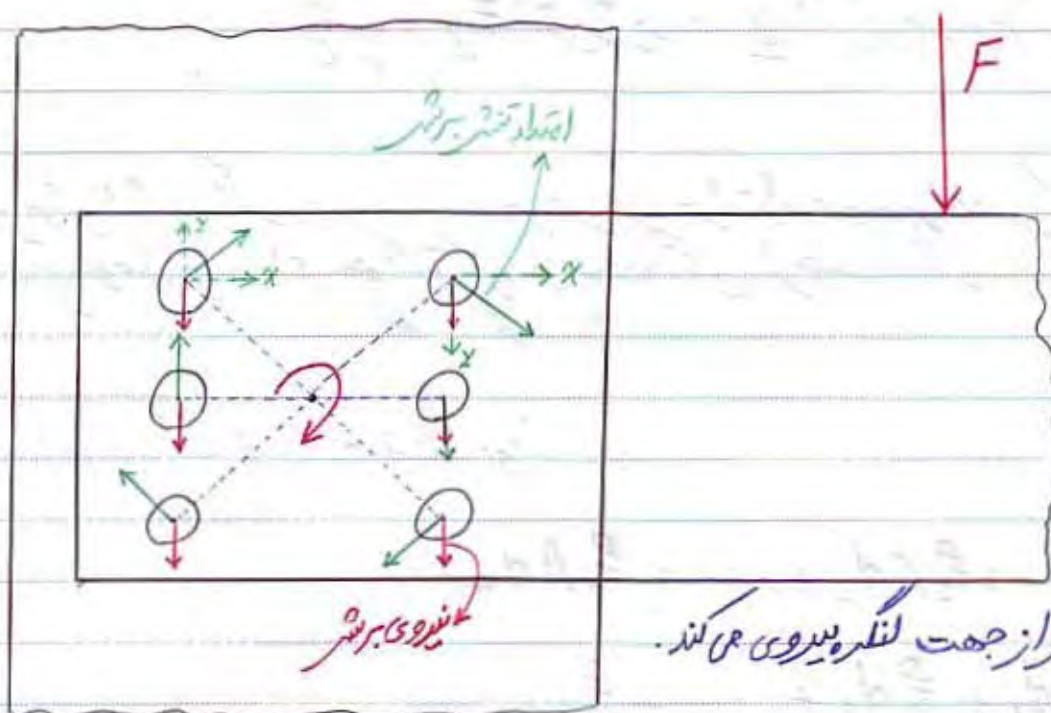
2- اتصال ترکیب برش و پیچش (برش خارج از مرکز) :

در صورتی که نیروی وارد بر اتصال در امتداد عمود بر پیچها بوده و از مرکز سطح پیچها عبور نکند، اتصال تحت تأثیر توأم برش و پیچش قرار میگیرد.



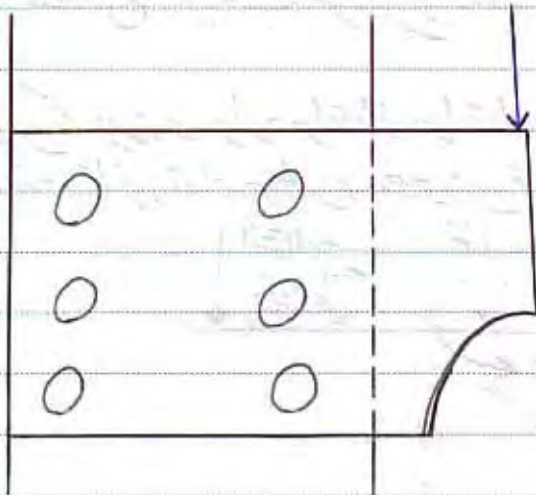
★ این لنگر برای ورق لنگر خمشی می باشد و برای پیچها لنگر پیچشی می باشد.

★ در این حالت باید تنش برش ناشی از نیروی برش و تنش پیچش ناشی از لنگر پیچشی را بطور جداگانه در هر یک محاسبه کرده و برآیند این دو تنش را در هر یک مجاز با مقدار مجاز تنش برش مقایسه کنید (بر حسب نوع اتصال معمولی یا اصطکاکگر).



★ جهت تنش برش از جهت لنگر نیروی می کند.

و پیچ مجاز نیست به نیروی برش حداکثر دامنه باشد.



★ با توجه به مطالب قبلی می توان تنش برشی ناشی از نیروی برشی را از روابط زیر بدست آورد:

$$f_{yx} = \frac{V_x}{nA} \quad \text{تنش برشی در امتداد } x \text{ ناشی از نیروی برشی } V$$

$$f_{xy} = \frac{V_y}{nA} \quad \text{تنش برشی در امتداد } y \text{ ناشی از نیروی برشی } V$$

★ تنش برشی ناشی از گشتاور (T) در هر یک از در امتداد عمود بر خطی که مرکز بوجها را به آن بوجی وصل می کند افر خواهد کرد و جهت آن از جهت گشتاور بوجی تبعیت می کند

★ با استفاده از رابطه تعادل می توان نوشت:

$$T = f_1 A d_1 + f_2 A d_2 + \dots + f_n A d_n$$

$$T = A (f_1 d_1 + f_2 d_2 + \dots + f_n d_n)$$

$$T = A \sum_{i=1}^n f_i d_i$$

از طرف دیگر طبق مباحث مقاومت مصالح می دانیم که تنش برش در هر یک از نوارها با فاصله آن و به ازای هر یک از نوارها متناسب است.

$$\frac{f_1}{d_1} = \frac{f_2}{d_2} = \dots = \frac{f_n}{d_n}$$

حکماً به حسب f_1 بدست می آید $f_2 = \frac{d_2}{d_1} \times f_1$ و $f_3 = \dots$ f_4 و \dots و f_n

$$T = A \left(f_1 d_1 + \frac{d_2}{d_1} \times f_1 \times d_2 + \frac{d_3}{d_1} \times f_1 \times d_3 + \dots + \frac{d_n}{d_1} \times f_1 \times d_n \right) \rightarrow$$

f_1 بدست می آید و به همین ترتیب سایر f ها هم بدست می آید.

از $f_1 d_1$ فاکتور می گیریم $\rightarrow T = \frac{f_1 A}{d_1} (d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2) \rightarrow$

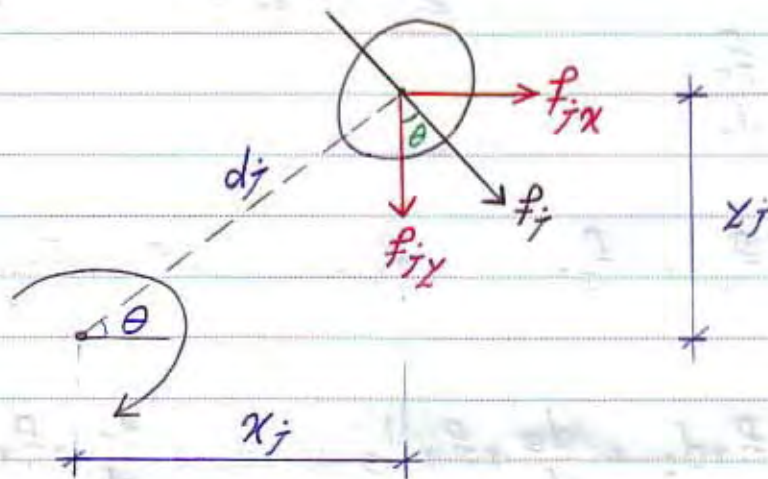
$$\rightarrow T = \frac{f_1 A}{d_1} \sum_{i=1}^n d_i^2 \rightarrow \boxed{f_1 = \frac{T \cdot d_1}{\sum_{i=1}^n A d_i^2}}$$

تنش ناشی از گسلر و پیچش در وجه 1

★ با توجه به رابطه بالا برای بهیچ خرام خواهیم داشت :

$$\boxed{f_j = \frac{T \cdot d_j}{\sum_{i=1}^n A d_i^2}}$$

تجزیه تنش بدست آمده :



$$p_{jx} = p_j \cos \theta = p_j \times \frac{x_j}{d_j} \xrightarrow{\text{جاگذاری از فرمول}} p_{jx} = \frac{T \cdot x_j}{\sum_{i=1}^n A d_i^2}$$

$$p_{jy} = p_j \sin \theta = p_j \times \frac{y_j}{d_j} \xrightarrow{\text{جاگذاری از فرمول}} p_{jy} = \frac{T \cdot y_j}{\sum A d_i^2}$$

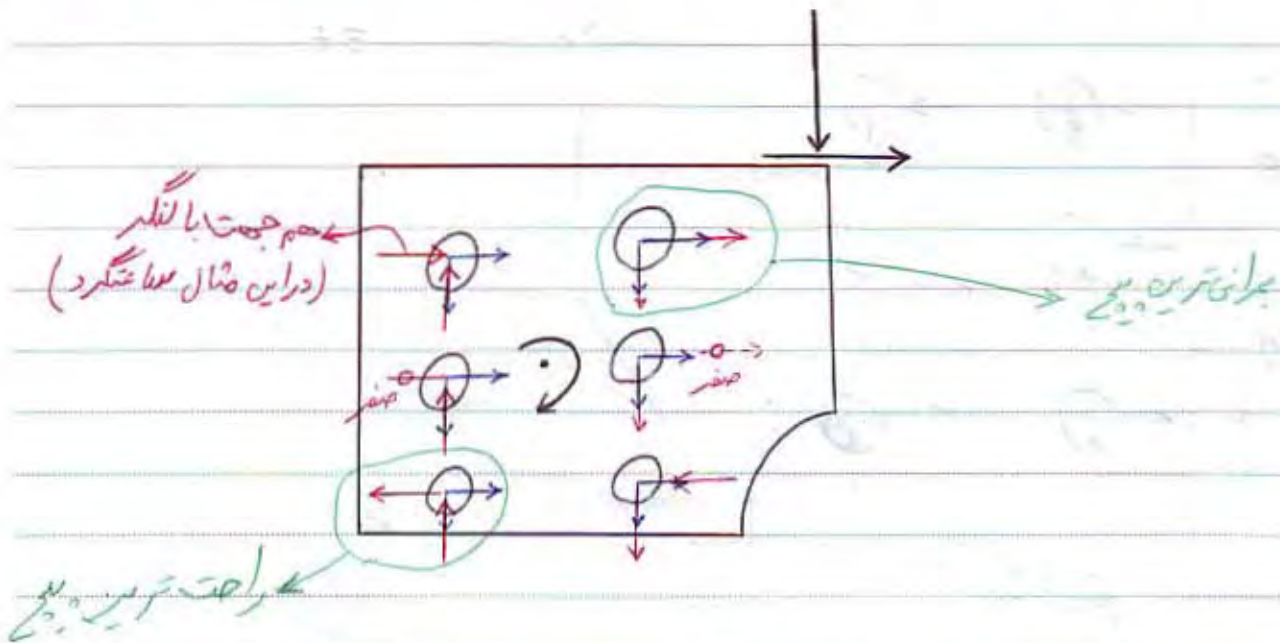
بطور خلاصه طبق روابط بالا می توان تنش ناشی از سنگر بهیچ را در هر یک از روابط زیر بدست آورد:

$$p_{2x} = \frac{T \cdot \bar{x}}{\sum A d^2}$$

$$p_{2y} = \frac{T \cdot \bar{y}}{\sum A d^2}$$

2 علامت بهیچ دوم نیست بلکه علامت نوع تنش است (تنش ناشی از سنگر بهیچ)

★ باید توجه شود که مقدار تنش و جهت آن در هیچ‌ها نائشر از نیروی برش و برای همه ییج یکسان است، در صورتی که مقدار و جهت تنش برش نائشر از تنش ییج در ییج‌های مختلف متفاوت است. بنابراین جهت طرأء ییج را انتخاب کرده و برآیند تنش‌ها را در آن محاسبه و با مقدار مجاز مقایسه می‌کنیم.

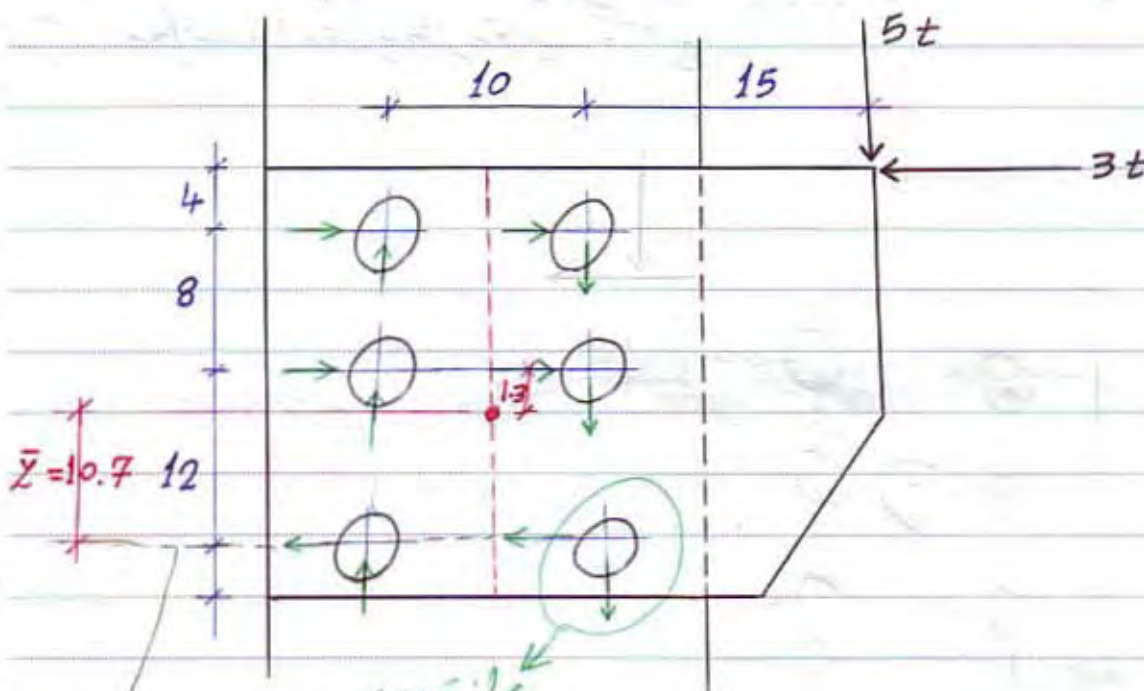


$$F_v = \sqrt{(F_{1x} + F_{2x})^2 + (F_{1y} + F_{2y})^2} \leq F_v$$

یعنی:

★ اگر نتوانیم ییج بحرانی را تشخیص دهیم باید فرمول فوق را برای تک تک ییج‌ها بنویسیم تا ییج بحرانی معلوم شود.

مثال: قطره‌پیچ‌ها را در اتصال مقابل محاسبه کنید.
پیچ‌ها از نوع A325 بوده و برش در خارج از قسمت دندانه دار قرار دارد.



مختصات
بافتن محور مختصات

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = \frac{2[A \times 20 + A \times 12 + A \times 0]}{3A} = 10.7 \text{ cm}$$

$$\bar{y} = 10.7 \text{ cm}$$

$$F_{1x} = \frac{3000}{6A} = \frac{500}{A}$$

$$F_{1y} = \frac{5000}{6A} = \frac{833.33}{A}$$

تشریف‌ناست از نیروی برش

$$\sum Ad^2 = \sum A(x^2 + y^2) = A[5^2 \times 6 + 2(9.3^2 + 1.3^2 + 10.7^2)]$$

تعداد مرکز بیع ها از تار \bar{y}

تعداد مرکز بیع ها از تار \bar{x}

$$\sum Ad^2 = 555.34A$$

$$T = 5 \times 20 - 3 \times 13.3 = 60.1 \text{ t.cm}$$

منبع: انجمن علمی عمران خوی

گسترش داده شده توسط سیویل بوک

$$F_{2x} = \frac{60100 \times 10.7}{555.34A} = \frac{1158}{A}$$

$$F_{2y} = \frac{60100 \times 5}{555.34A} = \frac{541}{A}$$

تشر برش نازل از گره می باشد



$$F_v = \sqrt{\left(\frac{500}{A} + \frac{1158}{A}\right)^2 + \left(\frac{833.33}{A} + \frac{541.1}{A}\right)^2} \ll 2100$$

چون در جهت محور هستند
با هم جمع می کنیم

$$F_v = \sqrt{\left(\frac{1658}{A}\right)^2 + \left(\frac{1374.43}{A}\right)^2} = \sqrt{\frac{1658^2 + 1374.43^2}{A^2}}$$

$$F_v = \frac{2153.6}{A} \ll 2100$$

تشر برش نازل از گره می باشد

$$A \geq 1.02$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}}$$

$$D = 1.14$$

$$\boxed{\phi_{\text{موجود}} = \phi 12}$$

Subject:

Year . Month . Date . 16 ()

سؤال: اگر در مثال قبلی جهت نیروی 3 تن تغییر کند، قطار به چه قدر خواهد بود؟

مثال - تعداد پیچ 14 در شکل زیر محاسبه کنید.

پیچ A325 و برش در قیمت دندان دار است

$$F_v = 1450$$

$$m = 1$$

$$n = ?$$

$$R = 1450 \times 1.53 = 2218.5$$

$$T = 4 \times 15 = 60 \text{ t.cm}$$

$$V = 4 \text{ t}$$

$$n_1 = \sqrt{\frac{6 \times 60000}{6 \times 2218.5}} = 5.2$$

فصول در
22.0

$$n_2 = \frac{4000}{2218.5} = 1.8$$

22.0

$$n = \sqrt{1.8^2 + 5.2^2} = 5.5 \approx 6$$

انتخاب اول: 4 عدد پیچ

$$F_{1x} = 0$$

$$F_{1y} = \frac{4000}{6 \times 1.53} = 435.73$$

$$\sum Ad^2 = 1.53 (3^2 + 9^2 + 15^2) = 993.9$$

$$F_{2x} = \frac{60000 \times 15}{993.9} = 933.7 \quad F_{2y} = 0$$

$$F_v = \sqrt{933.7^2 + 435.73^2} = 1030 < 1450 \rightarrow \text{OK} \quad 6 \text{ عدد پیچ قابل قبول می باشد}$$

★ چون اختلاف طر فین نامساوی زیاد است می توانیم تعداد پیچ ها را کم کنیم و از آنجمله علمی عمران خودی

یکبار دیگر مسئله را برای 5 میج باید کنترل کنیم

$$F_{1x} = 0$$

$$F_{1y} = \frac{4000}{5 \times 1.53} = 522.87$$

$$\Sigma Ad^2 = 1.53(6^2 + 12^2) \times 2 = 550.8$$

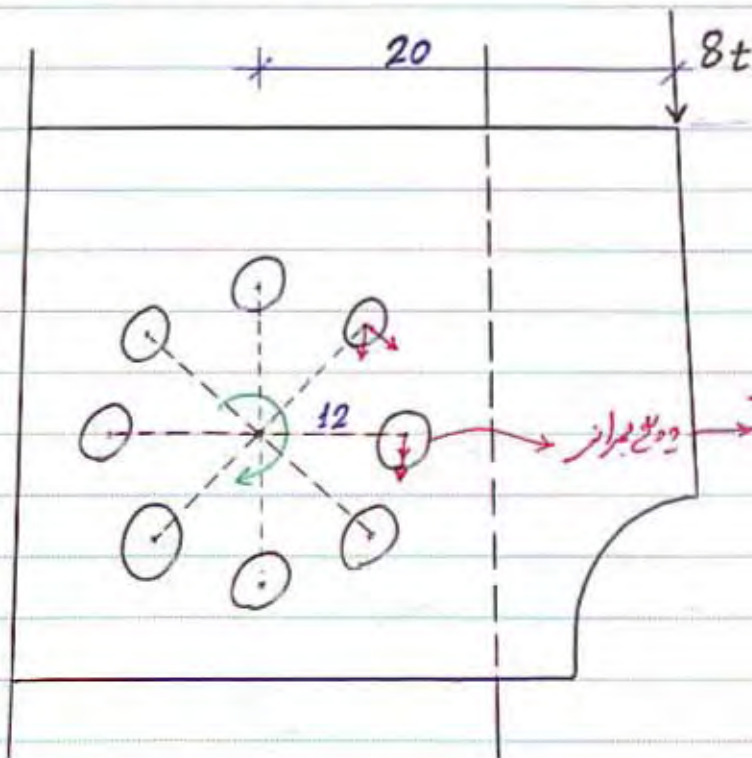
$$F_{2x} = \frac{60000 \times 12}{550.8}$$

$$F_{2y} = 0$$

$$F_v = \sqrt{522.87^2 + 1307.19^2} = 1407 < 1450 \rightarrow ok$$

5 عدد میج قابل قبول و کافی باشد.

مثال - تعداد پیچ‌های 16 را برای اتصال مقابل محاسبه کنید. پیچ‌ها A325 بوده و برتر در قسمت دندانه دار قرار دارد.



چون تنش برش ناشی از نیروی برش و تنش برش ناشی از گنگ در یک امتداد هستند.

و به هم می‌زنند

$$\left\{ \begin{aligned} f_1 &= \frac{V_{max}}{n \times A} \\ f_2 &= \frac{T \times \bar{x}}{\sum A d^2} \end{aligned} \right.$$

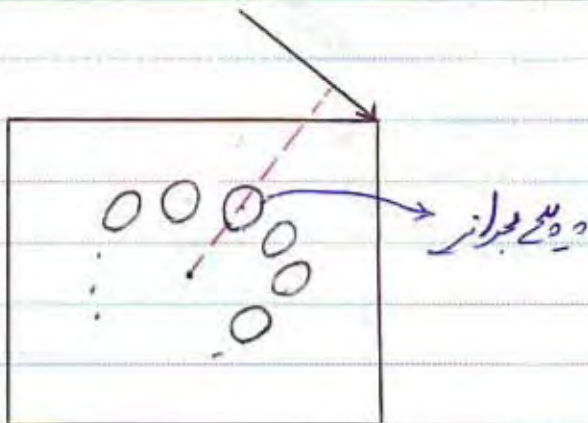
$$f_1 = \frac{8000}{n \times 2.01} = \frac{3980.1}{n}$$

تنش برش ناشی از نیروی برش

$$f_2 = \frac{8000 \times 20 \times 12^d}{2.01 (12^2 \times n)} = \frac{6633.49}{n}$$

تنش برش ناشی از گنگ به هم می‌زنند

$$f_v = \frac{3980.1}{n} + \frac{663.49}{n} \leq 1450 \rightarrow n = 7.3 \rightarrow n = 8$$



Subject:

www.civilbook.ir

Year: Month: Date: 20 ()

تخمین تعداد پیچ لازم برای همیشه:

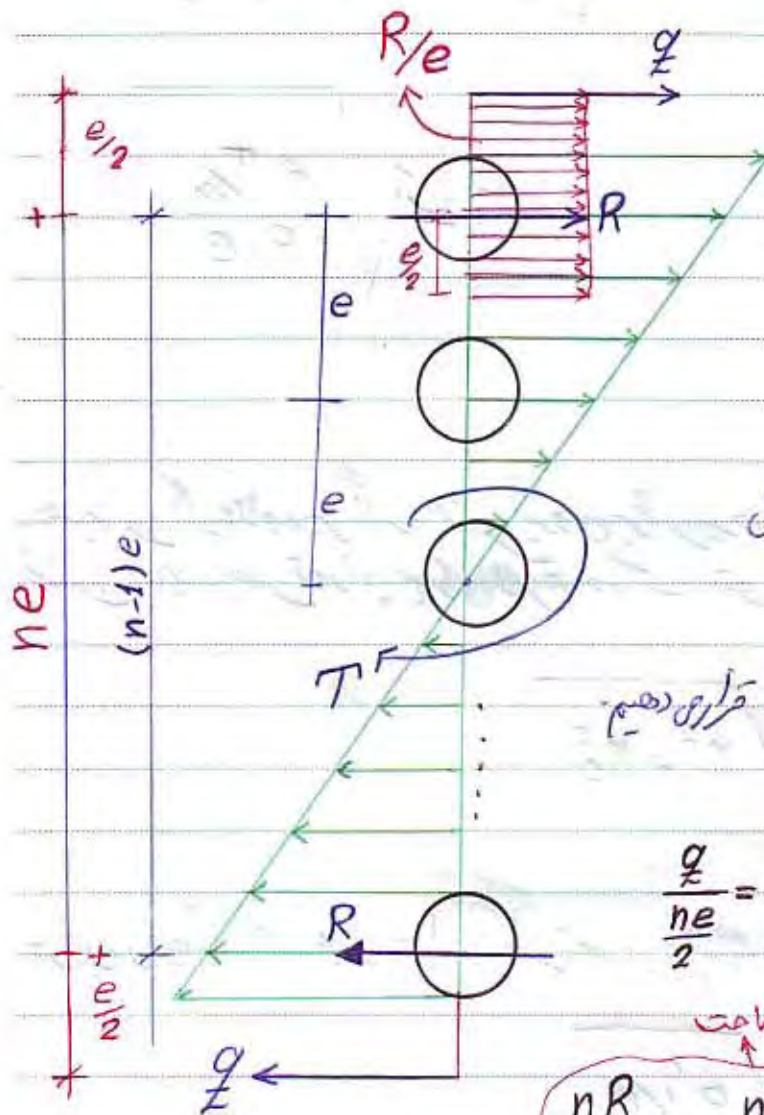
بیشترین نیرو را پیچ‌های اولی و آخری تحمل می‌کنند و رفته رفته به سمت داخل در پیچ وسط مقدار نیرو و صفر می‌شود.

$$R = A \times F_v$$

مقاومت برش پیچ

* از طرفین بالا و پایین e اضافه می‌کنیم تا طول کل ne شود و بار q را حساب می‌کنیم.

* بجای نیروی R ، بار گسترده معادل آن $\frac{R}{e}$ قرار می‌دهیم.



$$\frac{q}{\frac{ne}{2}} = \frac{\frac{R}{e}}{\frac{n-1}{2}e} \rightarrow q = \frac{nR}{(n-1)e}$$

$$\frac{nR}{(n-1)e} \times \frac{ne}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{n \cdot e}{3} \times 2 = T$$

مقاومت
فاصله

$$\rightarrow \frac{R \cdot n \cdot e}{6(n-1)} \times n^2 = T \rightarrow n = \sqrt{\frac{6T(n-1)}{R \times e \times n}}$$

برای شروع تخمین، بجای $\frac{n-1}{n}$ داخل رادیکال عدد 1 می‌گذاریم:

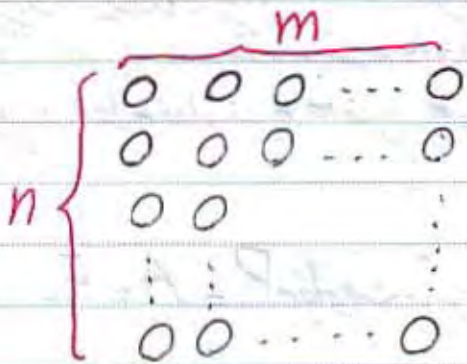
$$n \approx \sqrt{\frac{6T}{R \cdot e}}$$

رابطه تخمین اولیه

تعداد پیچ

مقاومت برش پیچها

★ اگر در اتصال به جای یک ستون پیچ به تعداد m ستون داشته باشیم می توانیم هم هر ستون پیچ را از تقسیم نگر به پیچش m بدست آوریم بنابراین خواهیم داشت:



$$n \approx \sqrt{\frac{6 T/m}{R \cdot e}}$$

همچنین اگر علاوه بر نگر به پیچش نیروی برش نیز در اتصال وجود داشته باشد می توان برای محاسبه n به پیچش پیچ لازم در یک ستون از رابطه زیر استفاده کرد:

$$n \approx \sqrt{n_1^2 + n_2^2}$$

در این رابطه n_1 عبارت است از تعداد پیچ لازم برای یک ستون تحت اثر نگر به پیچش:

$$n_1 = \sqrt{\frac{6 T/m}{R \cdot e}}$$

n_2 عبارت است از تعداد پیچ لازم در یک ستون پیچ تحت اثر نیروی برش V :

$$n_2 = \frac{V/m}{R}$$

$$F_v = \frac{V}{nA} < F_v$$

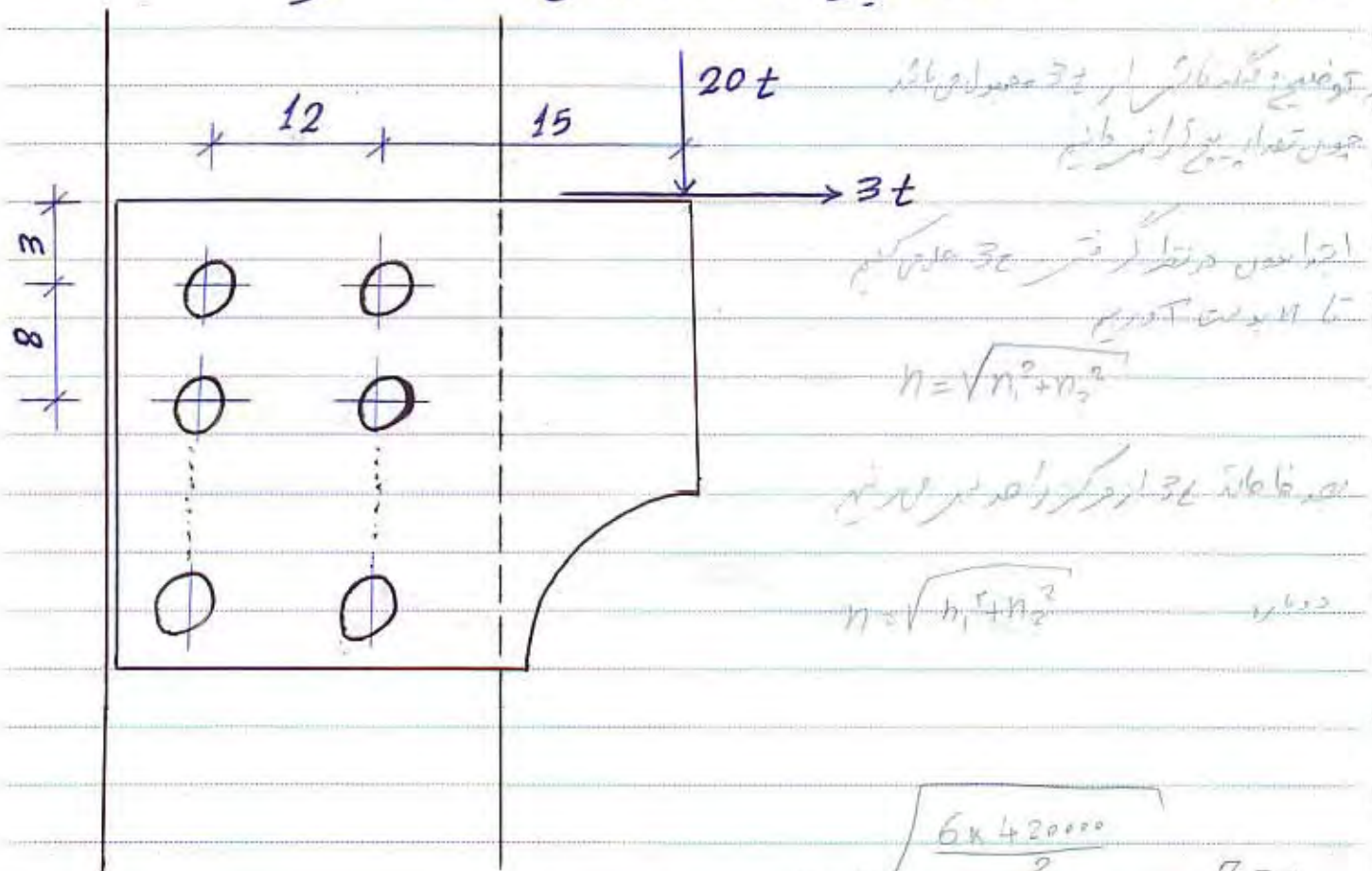
$$V = n \times (A F_v) \rightarrow R$$

منبع: انجمن علمی عمران خوی

گسترش داده شده توسط سیویل بوک

★ بعد از تخمین n تنش برش را از برآیند تنش‌های ناشی از V و T طبق روابط قبل محاسبه کرده (در پیچ برش) و با تنش برش مجاز مقایسه می‌کنیم، اگر جواب داده مورد قبول می‌باشد ولی اگر جواب نداد n را تغییر می‌دهیم

مثال - تعداد پیچ‌ها را در اتصال زیر بدست آورید.
برش در قسمت دندانه دار بوده پیچ‌های $\phi 16$ از نوع A325 می‌باشند.



$$n_1 = \sqrt{\frac{6 \times 420000}{2914.5 \times 8}} = 7.35$$

$$R = F_v \times A = 1450 \times 2.01 = 2914.5$$

$$T = 20 \times 21 = 420000$$

$$V = 20000$$

$$n_2 = \frac{\frac{V \times 20000}{2}}{2914.5} = 3.45$$

$$n = \sqrt{n_1^2 + n_2^2} = 8$$

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i \bar{y}_i}{\sum A_i} = \frac{2 \times 2.01 [56 + 48 + 40 + 32 + 24 + 16 + 8]}{16 \times 2.01} = 3.8 \text{ cm}$$

$$\bar{x} = 6$$

منبع: انجمن علمی عمران خوی

گسترش داده شده توسط سیویل بوک

Subject:

Year: Month: Date: 24

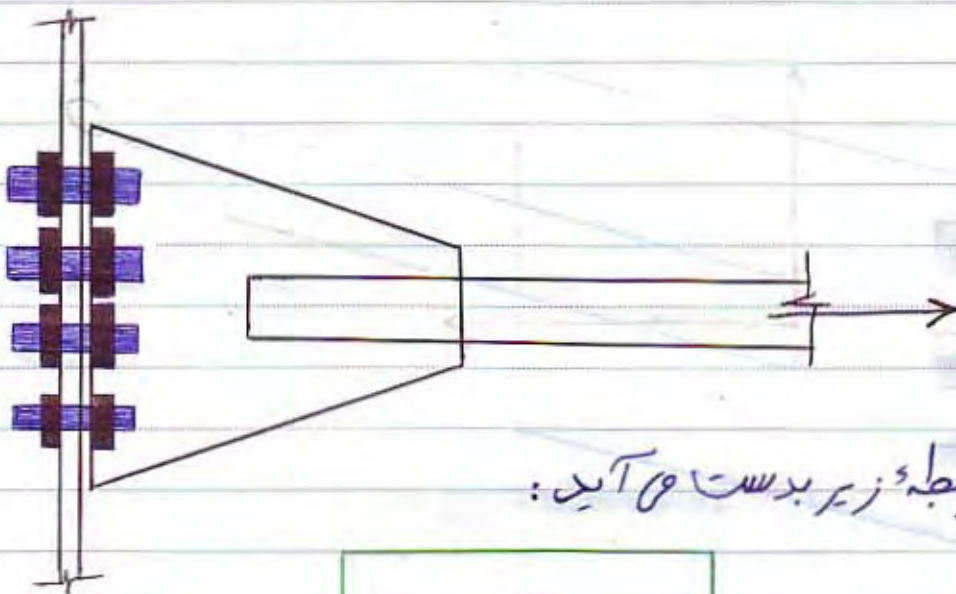
$$F_{ix} = \frac{3000}{8 \times 2 \times 2.01} = 93.28$$

$$F_{iy} = \frac{20000}{16 \times 2.01} = 621.89$$

$$\sum Ad^2 = 2.01 \left[(2 \times 8 \times 6)^2 + 6 \left[28^2 + 20^2 + 12^2 + 4^2 \right] \right] = 11963.62$$

$$T = 20 \times 21 + 3 \times 31 = 513 \text{ t.m} = 513000 \text{ kg.m}$$

اتصال کشش :
در این حالت مقدار نیرو موازی مقدار پیچ بوده و از مرکز پیچ می گذرد.



تنش در پیچ از رابطه زیر بدست می آید:

$$f_t = \frac{P}{nA} \leq F_t$$

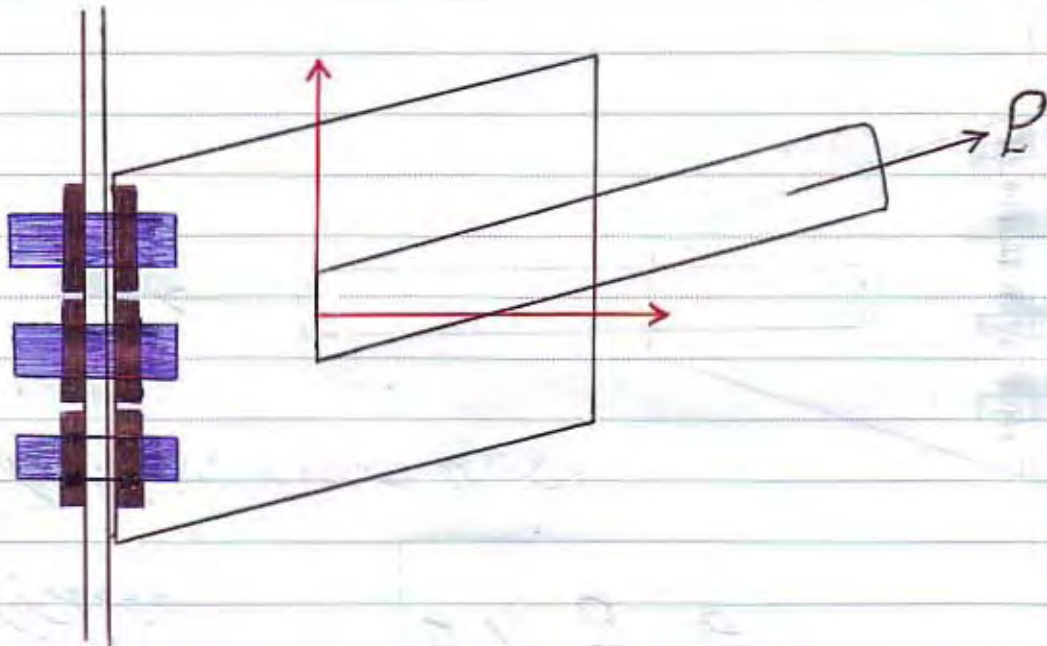
f_t = تنش کشش موجود
 P = نیروی کشش
 n = تعداد پیچ های کل
 A = سطح مقطع یک پیچ
 F_t = تنش کشش مجاز

جدول تنش کشش مجاز F_t

نوع پیچ	AISC	ایران
A 307	1400	980
A 325	3000	2800
A 490	3800	3800

$F_t =$

★ اگر امتداد نیرو با امتداد پیچ موازی نباشد، اتصال تحت اثر توأم نیروی برش و نیروی کشش خواهد بود.

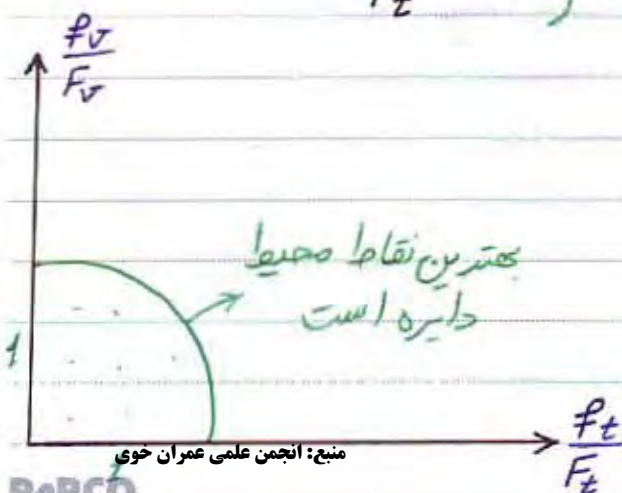


برای مأمور دو حالت زیر را در نظر می‌گیریم:

الف- اتصال معمولی یا غیر اصطکاکی:

در این حالت ترکیب تنش برش و کشش در پیچ‌ها رابطی زیر کنترل می‌گیریم:

$$\left. \begin{aligned} F_v \leq F_v &\rightarrow \frac{F_v}{F_v} \leq 1 \\ F_t \leq F_t &\rightarrow \frac{F_t}{F_t} \leq 1 \end{aligned} \right\} \rightarrow \left(\frac{F_v}{F_v} \right)^2 + \left(\frac{F_t}{F_t} \right)^2 \leq 1$$



F_v - تنش برش موجود و F_v - تنش برش مجاز
 F_t - تنش کشش موجود و F_t - تنش کشش مجاز

★ علاوه بر رابطه قبله و نشر کمتر در پیچ نباید از مقدار معین بنام F_t که طبق جدول زیر بدست می آید تجاوز کند

$$F_t \leq F_t'$$

 F_t'

	F_t' : برش در قسمت دندان دار	F_t' : برش در خارج قسمت دندان دار
A 325	$3866 - 1.8 F_v \leq 3090$	$3866 - 1.4 F_v \leq 3090$
A 490	$4780 - 1.8 F_v \leq 3790$	$4780 - 1.4 F_v \leq 3790$

ب- اتصال اصطکاکی:

در این حالت ترکیب دو نشر بصورت زیر کنترل می گردد:

$$\frac{F_v}{F_v} + \frac{F_t}{F_{tp}} \leq 1$$

F_{tp} - عبارت است از بار دوام پیچ $= 0.7 F_u$

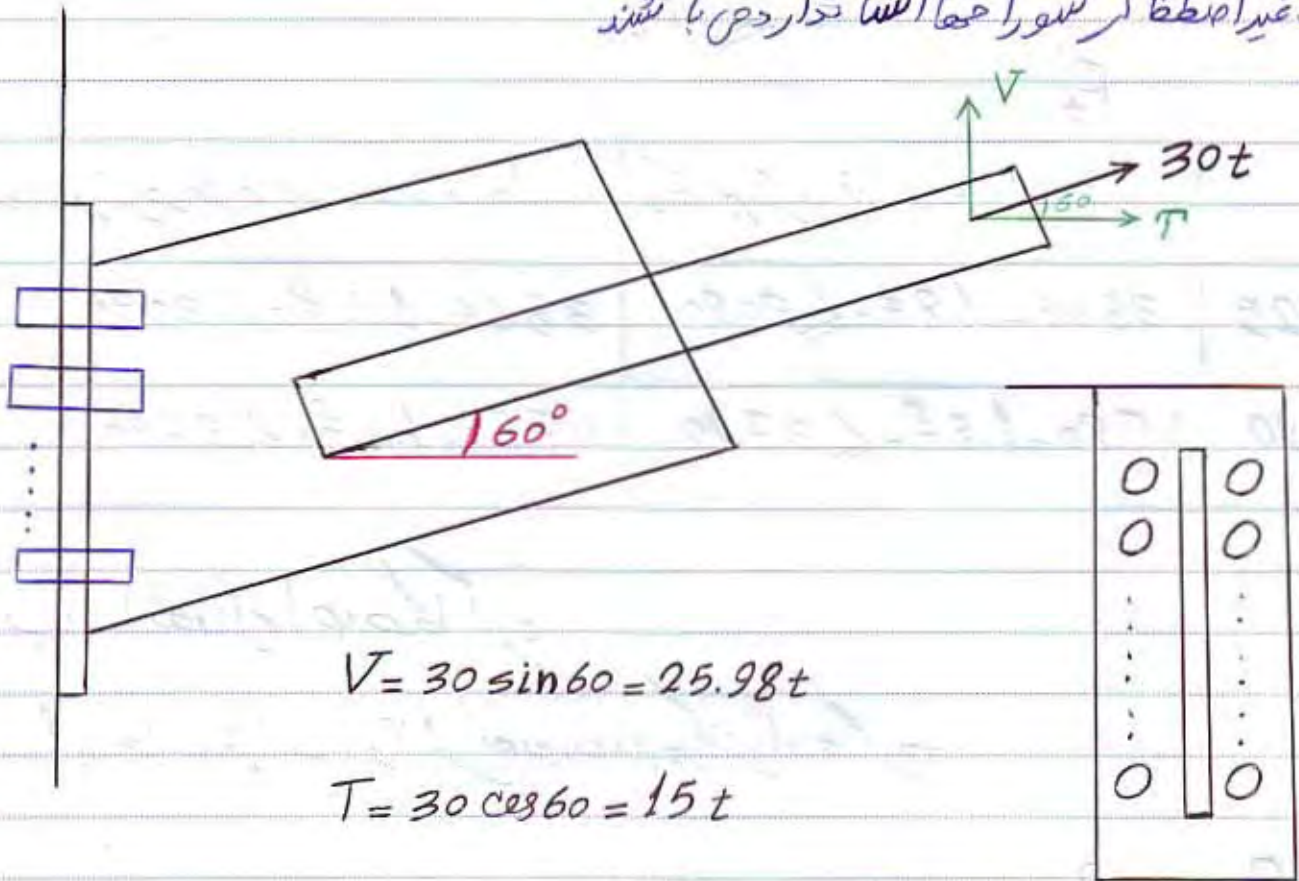
$$F_t \leq F_t'$$

Subject:

Year: Month: Date: 28 ()

مثال - تعداد پیچ های 20 در حالت اصطکاک و غیر اصطکاک در اتصال زیر بدست آورید

در حالت اصطکاک برش در قسمت دندان دار می باشد. A325
در حالت غیر اصطکاک برش در سوراخ ها است و دندان دار می باشد



فشار جانبی (پیچ در دو طرف)

در حالت اتصال معمولی:

$$f_t = \frac{T}{nA} = \frac{15000}{n \times 3.14} = \frac{4777.1}{n}$$

$$F_t = 3000$$

$$f_v = \frac{25980}{n \times 3.14} = \frac{8273.9}{n}$$

$$F_v = 1450$$

$$\left(\frac{f_t}{F_t}\right)^2 + \left(\frac{f_v}{F_v}\right)^2 \leq 1 \rightarrow \left(\frac{4777.1}{3000n}\right)^2 + \left(\frac{8273.9}{1450n}\right)^2 \leq 1$$

$$\rightarrow \frac{2.54}{n^2} + \frac{32.56}{n^2} \leq 1 \rightarrow n \geq 6$$

★ اگر n فرد من A صد، باید زوج می‌گردیم، چون دور دینف و پنج داریم

کنترل $F_t \leq F'_t$

$$F_t = \frac{4777.1}{n=6} = 769.18 \text{ kg/cm}$$

$$F_v = \frac{8273.9}{n=6} = 1378.98$$

$$F'_t = 3866 - 1.8 \times 1378.98 = 1383.8 \xrightarrow{3090} F_t \leq F'_t \rightarrow \text{ok}$$

در حالت اصطکاک فرض $F_u = 4000$

$$F_{tp} = 0.7 F_u = 0.7 \times 4000 = 2800$$

$$F_v = 1225 \text{ از جدول 7}$$

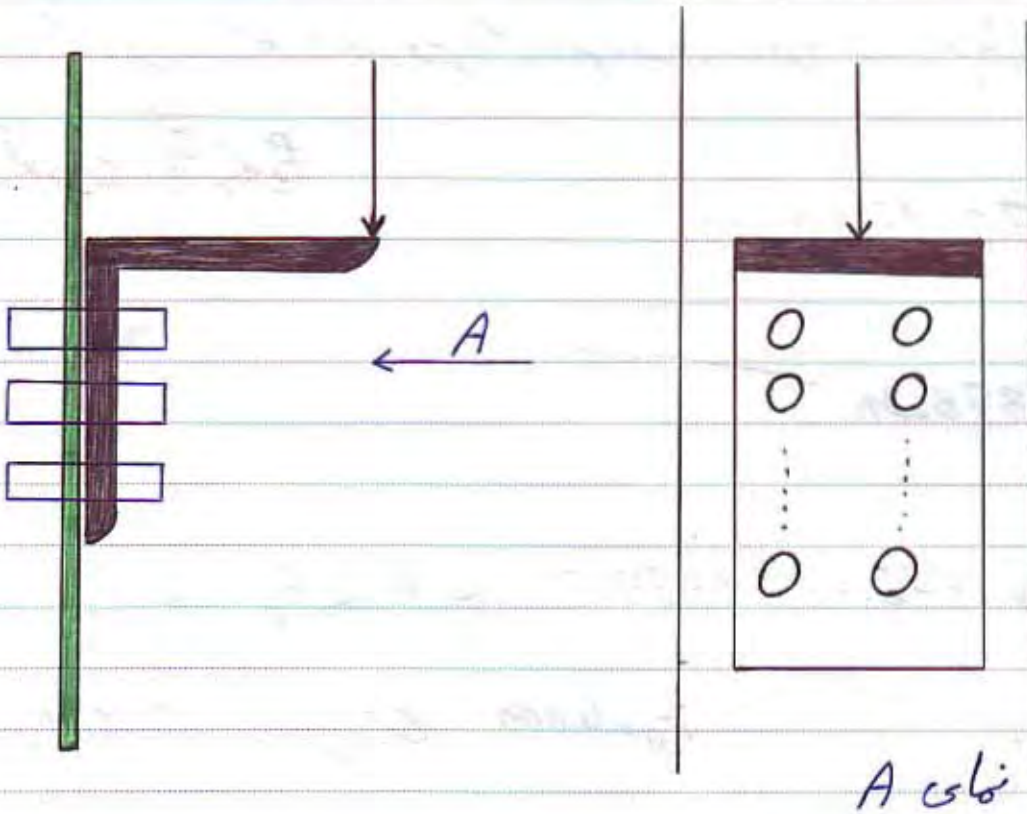
$$\frac{4777.1}{2800n} + \frac{8273.9}{1225n} \leq 1 \rightarrow n \geq 8.46 \rightarrow n \geq 9 \xrightarrow{\text{زوج و بیش}} n = 10$$

$$F_t = \frac{4777.1}{n=10} = 477.7$$

$$\rightarrow F_t < F'_t \rightarrow \text{ok}$$

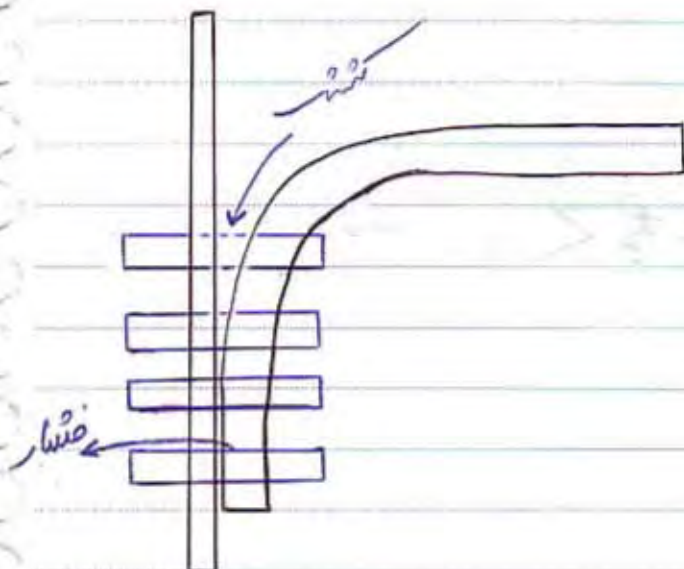
$$F_t = 3000$$

اتصال ترکیب برش و خمش:
در صورتی که نیرو در خارج از صفحه اتصال باشد، پیچ که تحت تأثیر ترکیب برش و خمش خواهند بود.

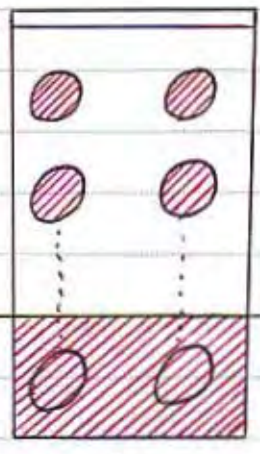


در این حالت قسمت از پیچ که تحت تأثیر تنش کشش بوده و قسمت تحت فشار خواهند بود. در ناحیه کشش ورق اتصال تمایل به جدا شدن از سازه داشته و فقط پیچ که تحت تأثیر تنش کشش قرار می گیرند، و در ناحیه فشاری، خود ورق اتصال به سازه فشرده شده و تحت تأثیر تنش قرار می گیرند.

بنابراین نتیجه می گیریم که مو قصبه محور
خمش در مرکز سطح پیچ نخواهد بود و مقدار
پیچ که در ناحیه فشاری کمتر خواهد بود.



برای معاينه همان اسناد
در وقت بالا (کنش)
فقط مساحت پيچ
را در نظر مي گيريم



تاریخ
حرقت بائیں (فشاری)
برای محاسبه همان افتابند
کل مساحت را در نظر
من گیریم

بعد از تغییر موقوفیت تارخه، باید همان انبر سر
اتصال را نسبت به محور غش محاسبه کرده و
کالزیم غش نسبت در پیچ بران را تغییر می دهیم.

معادله فنساری: $I = \frac{by^3}{3}$ همان انحراف است و این است به تار خنجر

معادله اینیرشمنت بالا (فقط برای) نسبت به مرکز جرم: $I = \sum A d^2$: نام این معادله

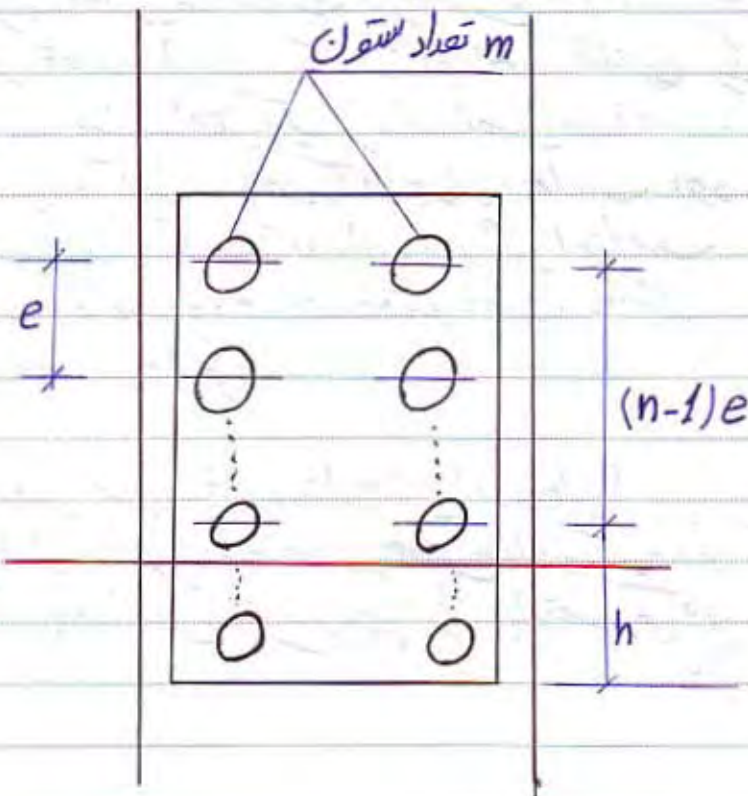
فاصله هر پیک از تاریخته ← سطح مقطع هر پیک

✓ $I = I + I$ ✓
فشار

$f_t = \frac{MC}{I} \rightarrow$ فاصله دورترین تار از تا رخنه

با معلوم شدن ترکیب در پیج بمانر عیناً مثل حالت قبل ترکیب برش و شش را در اتصال معمولی شش را در وسط سیویل بوک

منبع: انجمن علمی عمران خوی



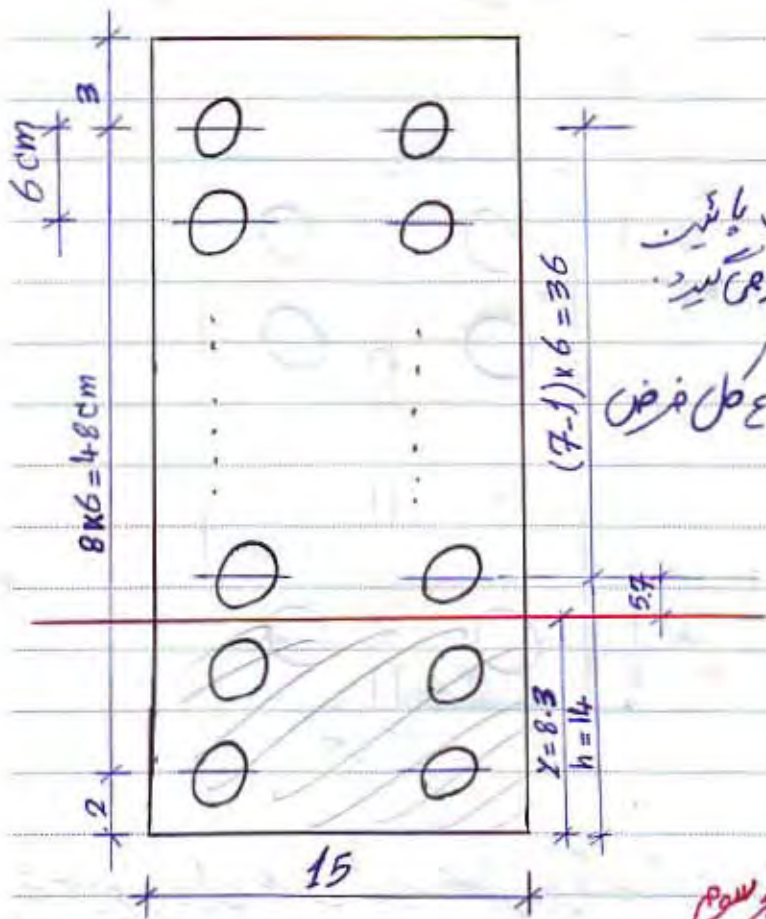
n : تعداد پیرایه در یک ستون و فقط در ناحیه شش

$$\text{همان استاتیکی قیمت پیرایه نسبت به محور خنجر} = b \cdot y \cdot \frac{y}{2} = \frac{b y^2}{2}$$

$$\text{همان استاتیکی قیمت پیرایه نسبت به محور خنجر} = n \times m \times A \left[\frac{(n-1)}{2} e + h - y \right]$$

$$\text{همان استاتیکی قیمت پیرایه} = \text{همان استاتیکی قیمت بالا}$$

مثال - ظرفیت خمشر اتصال مقابل را محاسبه کنید. پیچ A325 بوده و 14φ می باشد.



8 فاصله ← 9 روزی

در لنگه منفرد در قسمت بالا کشید و در قسمت پایین
فشار من با شد لذا تا رخنه در پایین قرار می گیرد

محل تار خنجر را در $\frac{1}{6}$ یا $\frac{1}{7}$ ارتفاع کل فرض می کنیم.

$$\bar{x} = \frac{1}{6}h = \frac{53}{6} = 8.3 \text{ cm}$$

توازن بالائزہ بیچ دو مقارنہ کیلئے

$14 > z > 8 \rightarrow$ فاصله ی دوم

فاميله و اسم

تعداد پیرامی بالائی تا خنجر در یک ردیف $n = 7$

فاصله ۱ و ۲ بالا از تا خنجر

رابطه سوم استاتیکی: $\frac{15Y^2}{2} = 7 \times 2 \times 1.54 \left[14 - Y + \frac{36}{2} \right]$

$$7.5\gamma^2 + 21.56\gamma - 689.92 = 0 \rightarrow \begin{cases} \gamma = 8.3 \text{ ok} \\ \gamma = \cancel{66.6} \end{cases} \rightarrow 14 > 8.3 > 8$$

$$I = \frac{15 \times 8.3^3}{3} + 2 \times 1.54 \left[5.7^2 + 11.7^2 + 17.7^2 + 23.7^2 + 29.7^2 + 35.7^2 + 41.7^2 \right]$$

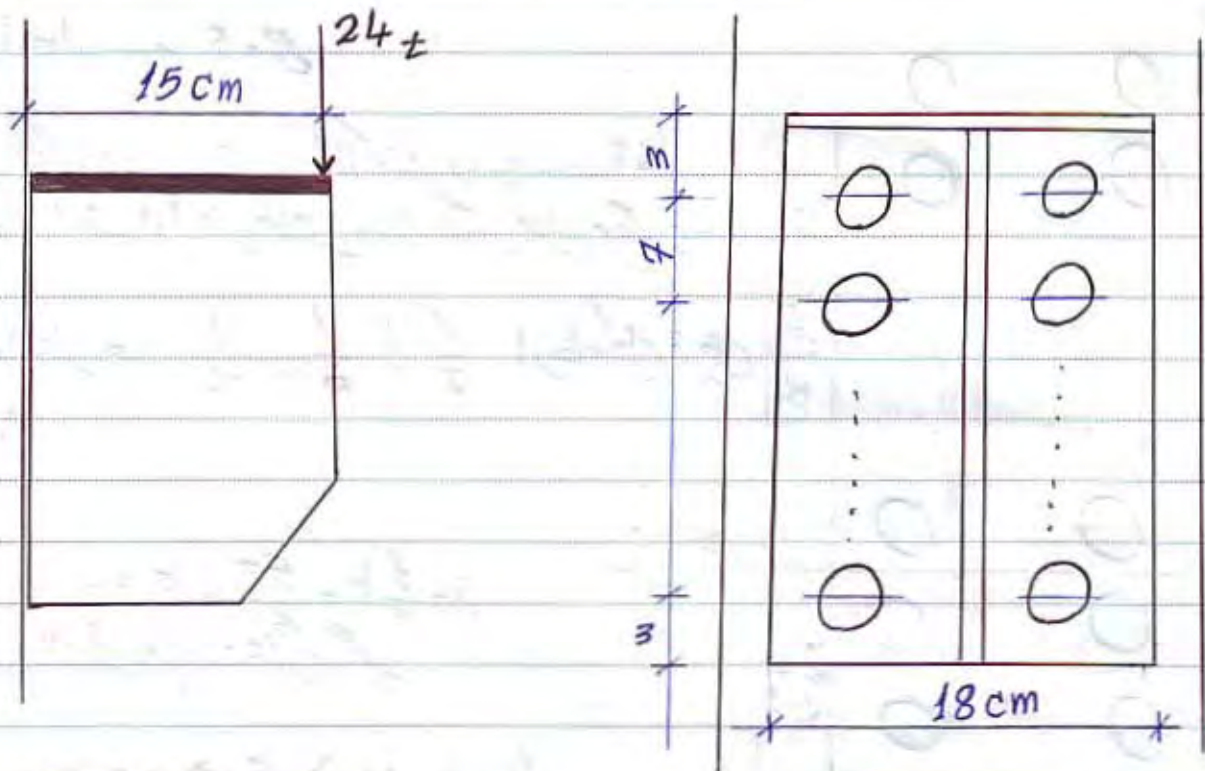
$I = 18073.6 \text{ cm}^4$ ممانت عکس های بالای نا

$$F_t = \frac{M \times (36 + 5.7)}{180 + 3.6} \leq 3000 \rightarrow M \leq 1300259 \text{ kg.cm}$$

گسترش داده شده توسط سیویل بوک

$$M \leq 13.00 \pm .m$$

مثال - تعداد پیچ برای اتصال مقابل را در حالت معمولی تعیین کنید. پیچ A325 و برش در قسمت دندان دار می باشد.



توضیح - برای تعیین اولیه تعداد پیچ مطابق مباحث قبلی از رابطه $n = \sqrt{n_1^2 + n_2^2}$ استفاده می کنیم.

n : عبارت است از تعداد کل پیچ در یک ستون
 n_1 : عبارت است از تعداد کل پیچ در یک ستون، فقط در اثر کشش:

$$n_1 = \sqrt{\frac{6 \cdot M/m}{R' \cdot e}} \quad \begin{array}{l} \text{نگرش} \\ \text{تعداد ستون} \end{array}$$

$R' = F_t \cdot A$

← مقاومت کشش یک پیچ

n_2 : عبارت است از تعداد کل پیچ در یک ستون فقط در اثر برش:

$$n_2 = \frac{V/m}{R} \quad \begin{array}{l} \text{نگرش} \\ \text{تعداد ستون} \end{array}$$

$R = F_v \cdot A$

← مقاومت برش

$$M = 24 \times 15 = 360 \text{ t.cm}$$

حل -

$$R' = 3000 \times 2.01 = 6030 \text{ kg}$$

A.P.16

$$n_1 = \sqrt{\frac{6 \times 360000/2}{6030 \times 7}} = 5.05$$

$$n_2 = \frac{24000/2}{1450 \times 2.01} = 4.12$$

$$n = \sqrt{n_1^2 + n_2^2} = \sqrt{4.12^2 + 5.05^2} = 7$$

مسئله را با 7 پیچ حل می‌کنیم و سرب با احتمال زیاد این تعداد جواب نخواهد داد.

Subject:

Year. Month. Date. **36** ()

★ در حالتی که اتصال اصطکاکی تحت تأثیر ترکیب برش و خمش باشد، محاسبات با در نظر گرفتن تنش مجاز برش مربوط به مثل حالت قبل انجام می‌گردد. با این تفاوت که موقعت محور خنثی در مرکز سطح برش بوده و برای محاسبه مکان این تنش فقط سطح مقطع برش در نظر گرفته می‌شود. (حالت کی فشاری و تنش جدا نمی‌شود) بنابراین محور خنثی از وسط خواهد گذشت.

مثال - مثال قبلی را در حالت اصطکاکی حل کنید. (سوراخ‌ها استخواندار هستند)

Subject:

Year: Month: Date: **38** ()

جوشش:

فشار است که در آن دو قطعه جوشش می‌شوند در کنار هم قرار داده شده و تا دمای ذوب حرارت داده می‌شوند، سپس یک ماده پرکننده به قسمت ذوب شده اضافه شده و مجموعه به تدریج سرد می‌شود تا قطعات فوق به همدیگر متصل شوند.

★ فاصله الکترود از قطعه باید به اندازه (قطر $\times \frac{1}{2}$ الکترود) باشد تا قوس برقرار شود.

انواع جوشکاری:

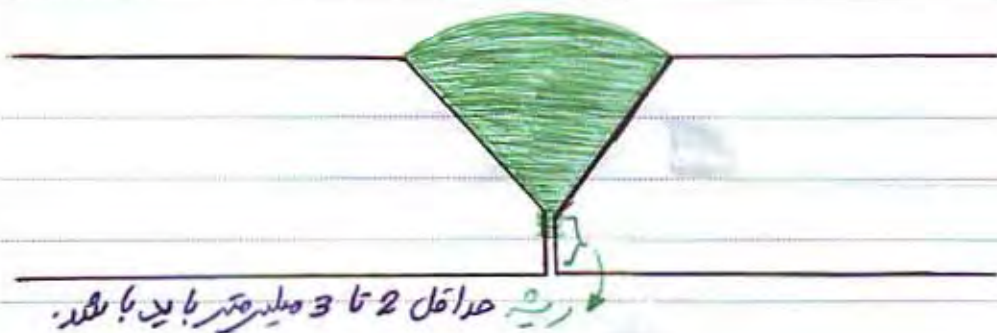
بر حسب نوع قرار گرفتن قطعات در کنار هم و تا مین درز جوشش می‌توان آن را به انواع زیر تقسیم کرد.

1- جوشش شعاعی یا لب به لب:

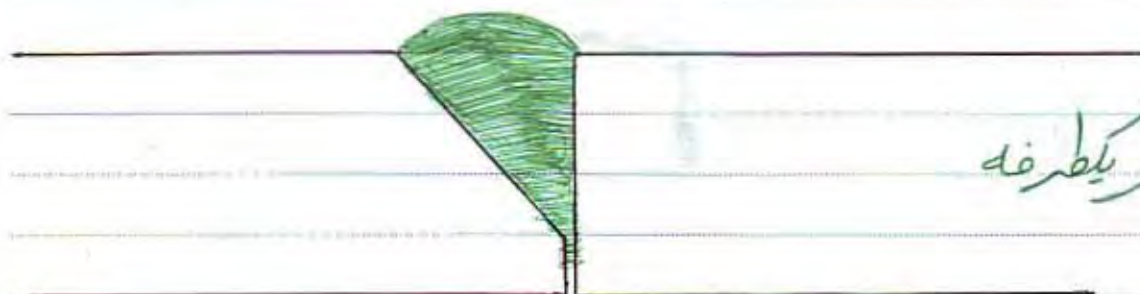
در این حالت دو قطعه مستقیم در کنار هم گرفته و درز جوشش می‌شود. بر حسب ضخامت دو قطعه درزهای مختلف تعبیه می‌شود.



★ اگر ضخامت بیشتر از 6 میلیمتر باشد لبه‌ها باید آماده سازی شوند.



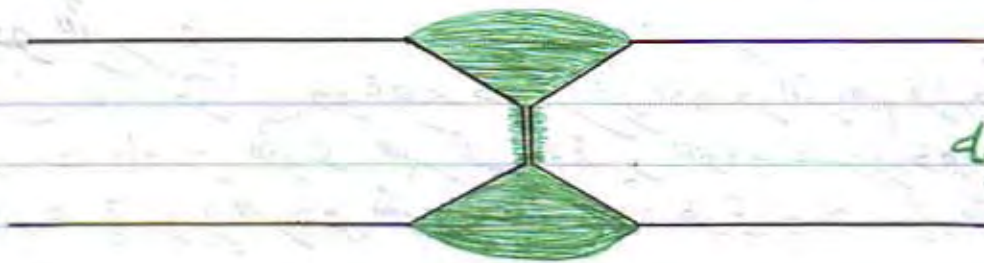
جوشش جناغی یک طرفه



جوشش نیم جناغی یک طرفه

Subject :

Year . Month . Date . 40 ()



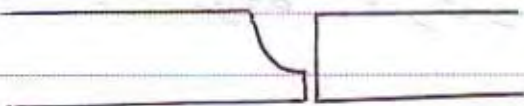
جوش خنادر دو طرفه



جوش نیم جناغی دو طرفه



جوش لاله ای یک طرفه

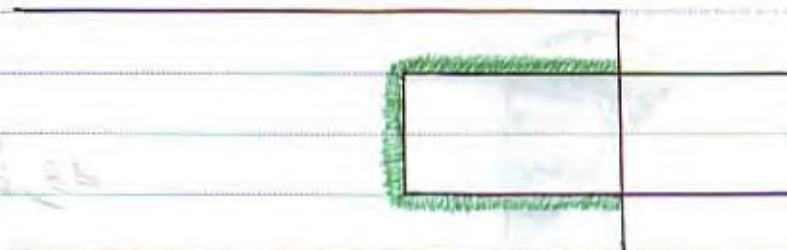


جوش نیم لاله ای یک طرفه



جوش نیم لاله ای دو طرفه

2- جوش گوشه یا روی هم :



3. جوشش کام وانگستانه:

در این حالت در زیر از قطعات سوراخ به شکل مستطیل یا دایره تعبیه شده و روی هم قرار داده می شوند، سپس داخل سوراخ با جوشش کام طاق در می شود.



★ اگر سوراخ دایره ای باشد، انگستانه و اگر مستطیل باشد جوشش کام گفته می شود.

★ کاربرد جوشش کام وانگستانه:

- 1- در اتصال صفحات بزرگ (روی هم) تا در وسط صفحه هم بگذرد بچسبند.
- 2- در افزایش طول جوشش.

انواع جوشش از نظر عمل جوشکاری:

الف - جوشش تخت
در این حالت درز جوشش در سطح افق قرار می گیرد. (جوشکاری روی زمین)

ب - جوشش افق
در این حالت درز جوشش در سطح قائم و بصورت افقی (روبرو) قرار می گیرد.

ج- جوش قائم: در این حالت درز جوش در صفحه قائم و روبرو و در امتداد قائم قرار می گیرد

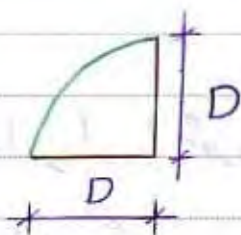
د- جوش سقف یا سر بالا:

در این حالت درز جوش در صفحه افقی و بالای سر جوشکار قرار دارد.

* اولویت استفاده از جوش به ترتیب از الف تا د می باشد.

محدودیت های آئین نامه در مورد ابعاد جوش:

1. حداقل اندازه جوش در جوش گوشه جهت اطمینان از ذوب کامل فنر باید اندازه جوش دارای حداقل مقادیری مطابق جدول باشد.



D: اندازه جوش - بعد جوش - ساق جوش

* حداقل های جدول بر اساس ورق ضخیم تر می باشد.

D_{mm}	$t_{max_{mm}}$
$D \geq 3_{mm}$	$t \leq 6_{mm}$
$D \geq 5$	$6 \leq t \leq 12$
$D \geq 6$	$12 \leq t \leq 20$
$D \geq 8$	$20 < t$

2- حداکثر اندازه جوش جهت جلوگیری از سوختن ورق و ذوب واز بین رفتن آن، حداکثر اندازه یا بعد جوش بر اساس ضخامت ورق و نازک ترین من شود.

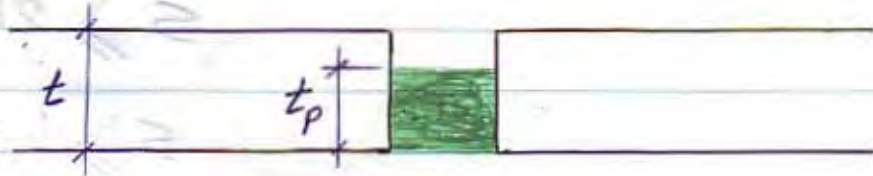
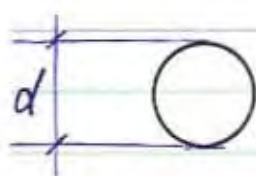
$$\text{اگر } t_{\min} > 6.4 \longrightarrow D \leq t_{\min} - 1.6 \text{ mm}$$

$$\text{اگر } t_{\min} \leq 6.4 \longrightarrow D \leq t_{\min}$$

3- حداقل طول جوش:
حداقل طول جوش باید 4 برابر بعد آن باشد در غیر این صورت باید بعد جوش $\frac{1}{4}$ طول آن در نظر گرفته شود.

در ضمن در هر طرف جوش طولی به اندازه بعد آن نباید در محاسبات منظور گردد و یا باید از جوشهای برگشتی به اندازه 2 برابر بعد جوش استفاده شود.

4- ابعاد جوش کامرو انگشتانه باید به مقدار زیر محدود گردد:

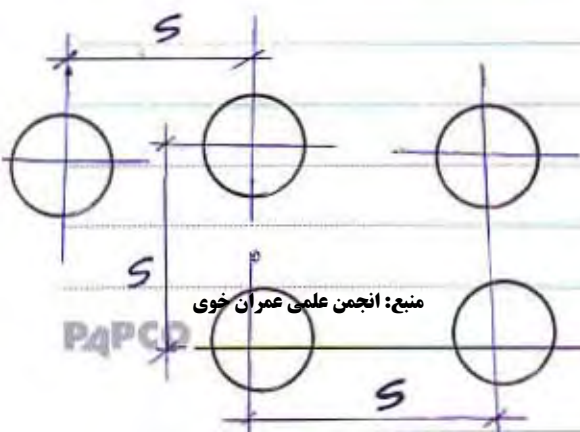


$$d \geq t + 8 \text{ mm}$$

$$t \leq 16 \text{ mm} \longrightarrow t_p = t$$

$$d \leq 2.25 \times t$$

$$t > 16 \text{ mm} \longrightarrow t_p = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} t/2 \\ 16 \end{array} \right.$$



فاصله مرکز به مرکز جوشهای انگشتانه: S

$$S \geq 4d$$

جوش گام:



$$d \geq t + 8 \text{ mm}$$

$$t \leq 16 \text{ mm}$$

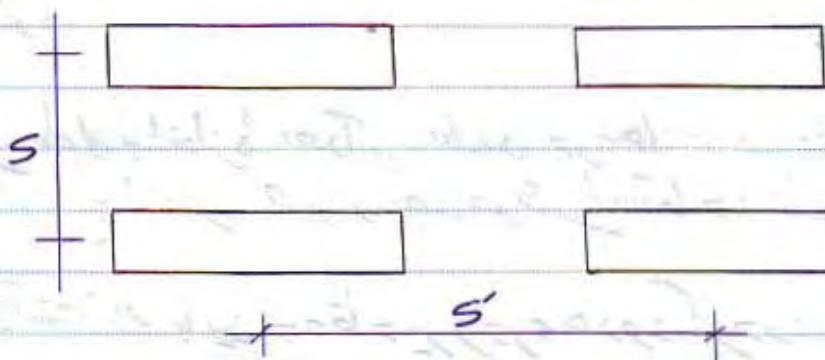
$$t_p = t$$

$$d \leq 2.25 \times t$$

$$t > 16 \text{ mm}$$

$$t_p = \text{Max} \left[\frac{t}{2}, 16 \text{ mm} \right]$$

$$L \leq 10t$$



$$S' \geq 2L$$

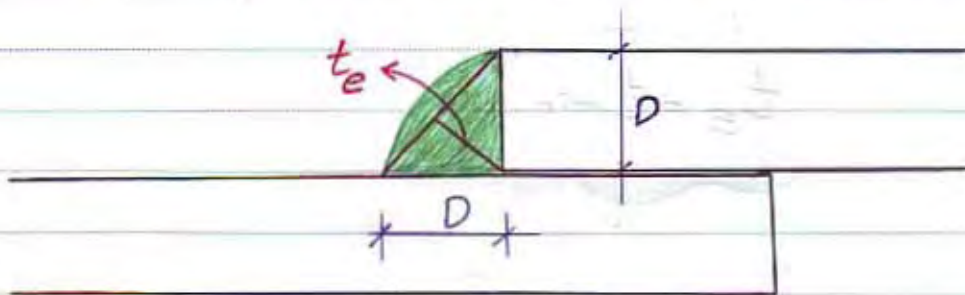
$$S \geq 4d$$

محاسبه سطح موثر جوش:

الف - در جوش گویه سطح موثر جوش برابر است با حاصلضرب طول جوش ضرب در گوی موثر.

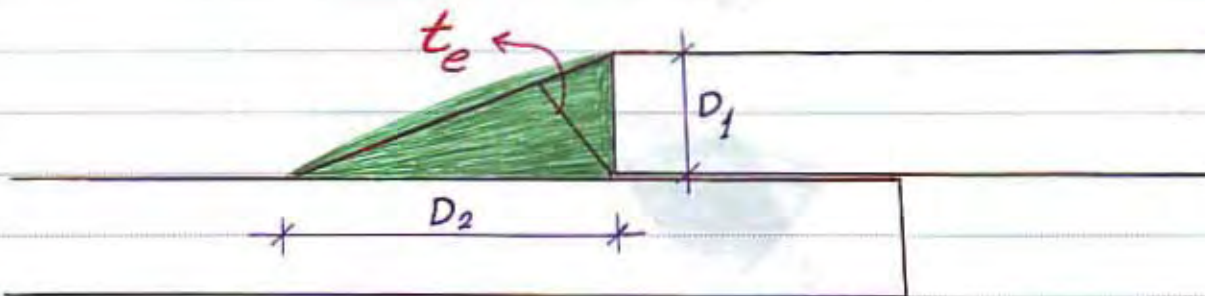
$$A_e = L \times t_e$$

گوی موثر جوش عبارت است از کوچکترین بعد ششجوش:



$$t_e = D \cos 45^\circ$$

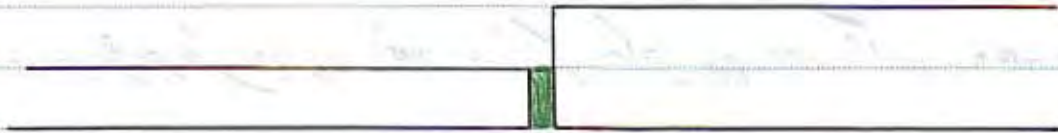
$$t_e = 0.707 D$$



$$t_e = \frac{D_1 \cdot D_2}{\sqrt{D_1^2 + D_2^2}}$$

ب- جوشش سیماری:

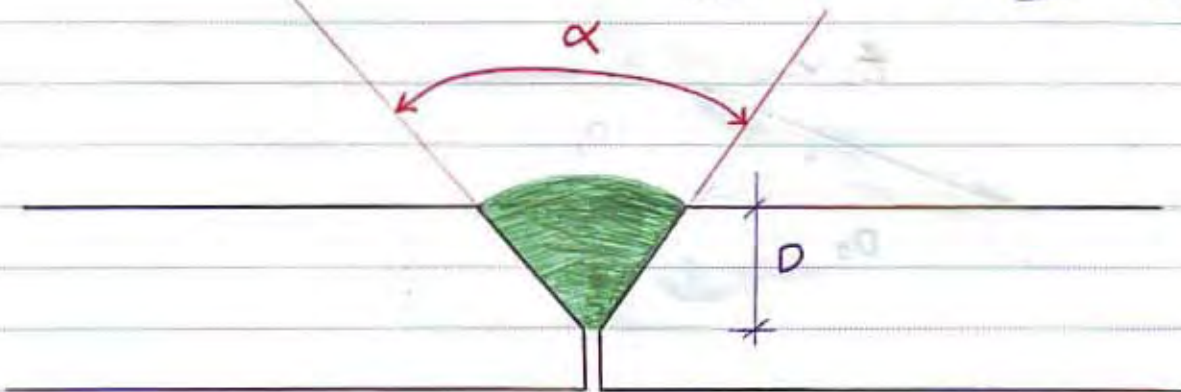
در این حالت اگر جوشش با نفوذ کامل باشد، طولی موج جوشش برابر خواهد بود با ضخامت ورق نازکتر



$$t_e = t_{\min}$$

اگر t ها برابر باشند: $t_e = t$

★ اگر جوشش با نفوذ ناقص باشد:



$$\alpha \geq 60^\circ \rightarrow t_e = D$$

$$\alpha < 60^\circ \rightarrow t_e = D - 3.2 \text{ mm}$$

ج. در مورد جو شهای کام و انگشتانه، سطح مؤثر جو ش برابر سطح بسیار در نظر گرفته می شود.

تنش مجاز جو ش: F_v

$$F_v = 0.3 F_u \times \phi$$

F_u = حد نهایی فلز جو ش (الکترود)

ϕ = ضریب است که بر مبنای زیر تعیین می شود:

جو شکاری در محل و بازرس چشم $\rightarrow \phi = 0.75$

جو شکاری در کارخانه - کارگاه و بازرس چشم $\rightarrow \phi = 0.85$

جو شکاری در کارخانه - کارگاه و بازرس با آزمایشات غیر مخرب $\rightarrow \phi = 1$

ارزش جو ش:

عبارت است از نیروی که واحد طول جو ش می تواند تحمل کند.

$$R_w = F_v \times t_e \rightarrow R_w = 0.3 F_u \cdot \phi \cdot t_e$$

kg/cm^2 cm

R_w - ارزش جو ش

مثال - ارزش جوشر گوشت با فرض $F_u = 4000$ و بازرس چشمه محاسبه کنید.

$$R_w = 0.3 \times 4000 \times 0.75 t_e = 900 t_e = 900 \times 0.70$$

$$R_w = 630D$$

* در ایران ارزش جوشر گوشت $650D$ در نظر گرفته می شود.

معا سبه اتصالات جوشر:

1- اتصال برش:

در این حالت تنش برش در جوشر از رابطه متوسط زیر محاسبه می شود:

$$F_v = \frac{V}{A_e} \leq F_v$$

F_v - تنش جوشر

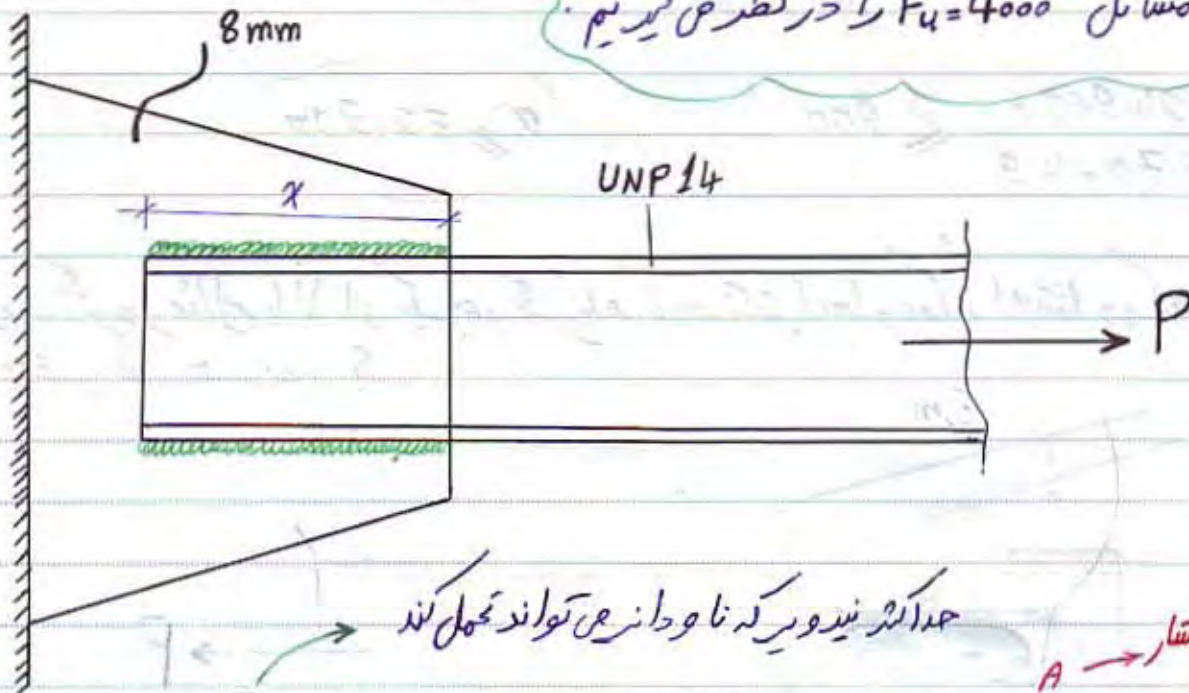
V - نیروی برش

A_e - سطح مؤثر جوشر

F_v - تنش مجاز جوشر

مثال - در شکل زیر طول x جوش را جهت استفاده از حداکثر ظرفیت ناودان بدست آورید.
جوش در محل کارگاه و با نظارت جوش انجام می گیرد.

★ در همه مسائل $F_u = 4000$ را در نظر می گیریم.



حداکثر نیروی که ناودان می تواند تحمل کند

از جدول انتشار A

$$\phi_t = \frac{P}{C_t A} \leq 1440 \rightarrow P \leq 1440 \times 0.85 \times 20.4$$

$$P \leq 24969 \text{ kg}$$

ورق $t = 8 \text{ mm}$

از جدول بند 1 م 42 $t = 7 \text{ mm}$ ناودان
از بند 2 م 43 از جدول انتشار

$$\left\{ \begin{array}{l} D \geq 5 \text{ mm} \\ D \leq 7 - 1.6 \rightarrow D \leq 5.4 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow D = 5 \text{ mm}$$

$$F_v = 0.3 \times \phi \times F_u = 0.3 \times 0.75 \times 4000 \rightarrow F_v = 900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_v = \frac{P}{A_e} \leq F_v \rightarrow \frac{24969.6}{0.7x} \leq 900 \rightarrow x \geq 39.65$$

$$A_e = l_{at} = 5x \times 0.7 \times 0.5 = 0.7x$$

$$x = 40 \text{ cm}$$

مثال - در مثال قبل اگر انتهای ناودان جوش شود، طول لازم x چقدر خواهد بود؟

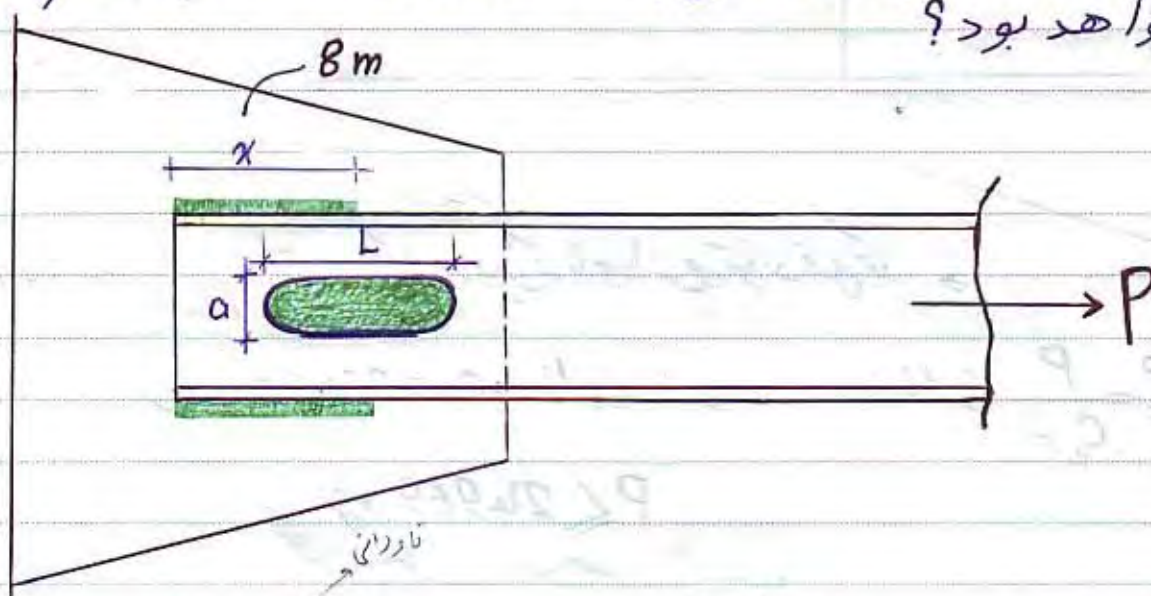
$$A_e = L \times t_e = L \times 0.7D = (2x + 14) \times 0.7 \times 0.5 = 0.7x + 4.9 = A_e$$

از جدول اشتقاق

$$F_v = \frac{24969.6}{0.7x + 4.9} \leq 900$$

$$x \geq 32.9 \text{ cm}$$

مثال - اگر در مثال بالا از یک جوش شکام با حداکثر ابعاد ممکنه استفاده کنیم طول x چقدر خواهد بود؟



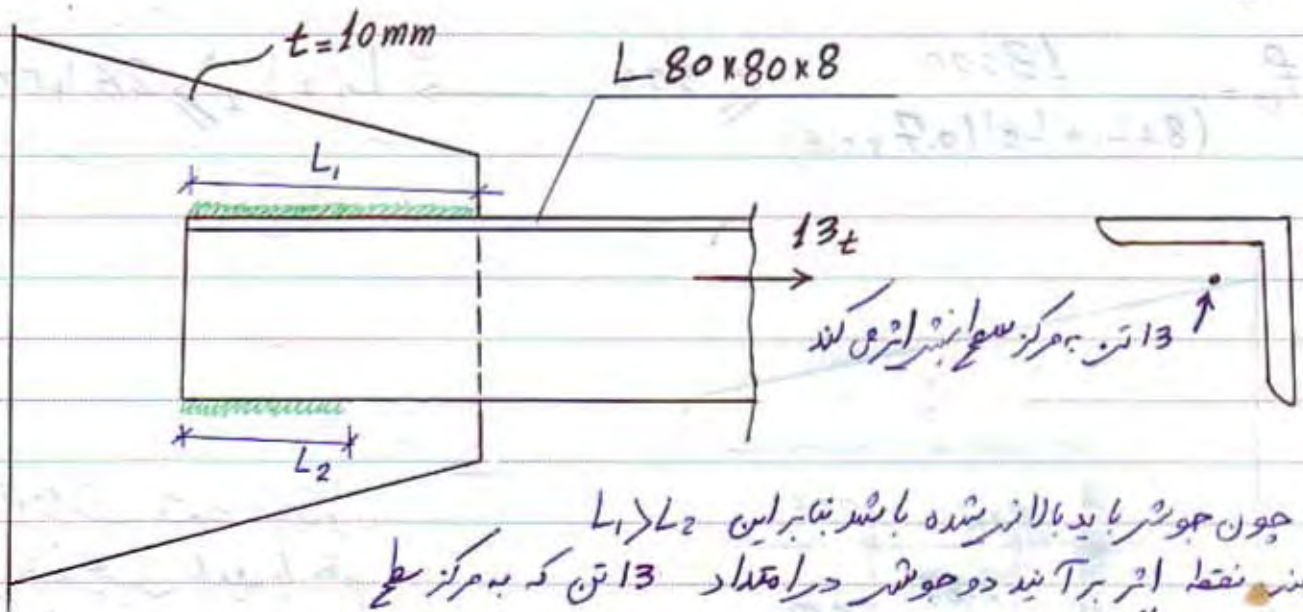
$$\begin{cases} a \geq t + 8 \text{ mm} \rightarrow a \geq 15 \text{ mm} \\ a \leq 2.25t \rightarrow a \leq 15.75 \text{ mm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Max}} a = 1.6 \text{ cm}$$

$$L \leq 10t \rightarrow L \leq 70 \text{ mm} \rightarrow L = 7 \text{ cm}$$

$$F_v = \frac{24969.6}{0.7x + 4.9 + (1.6 \times 7)} \leq 900 \rightarrow x \geq 16.7 \text{ cm}$$

مساحت جوش شکام A_e جوش امر

مثال - طول های L_1 و L_2 را در اتصال مقابل مربوط به جوش بالا تر شده را محاسبه نماید.



* چون جوش باید بالا تر شده باشد بنابراین $L_1 > L_2$ یعنی نقطه اثر برآیند دو جوش در امتداد 13 تن که به مرکز سطح اثر می کند قرار گیرد.
به عبارت دیگر اگر $L_1 = L_2$ باشد در آن صورت بین امتداد $13t$ و امتداد نقطه اثر برآیند جوش ها، لنگر بیشتری بوجود می آید.

$$D \geq 5$$

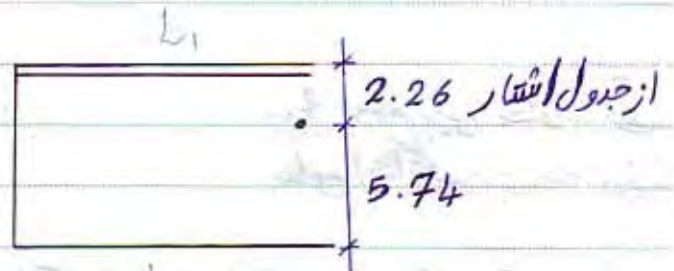
$$D \leq 8 - 1.6 \rightarrow D \leq 6.4$$

$$D = 6\text{ mm}$$

$$f_v = \frac{13000}{(L_1 + L_2)(0.7 \times 0.6)} \leq 900 \rightarrow \begin{cases} L_1 + L_2 \geq 34.4\text{ cm} \\ L_1 \times 2.26 = L_2 \times 5.74 \end{cases}$$

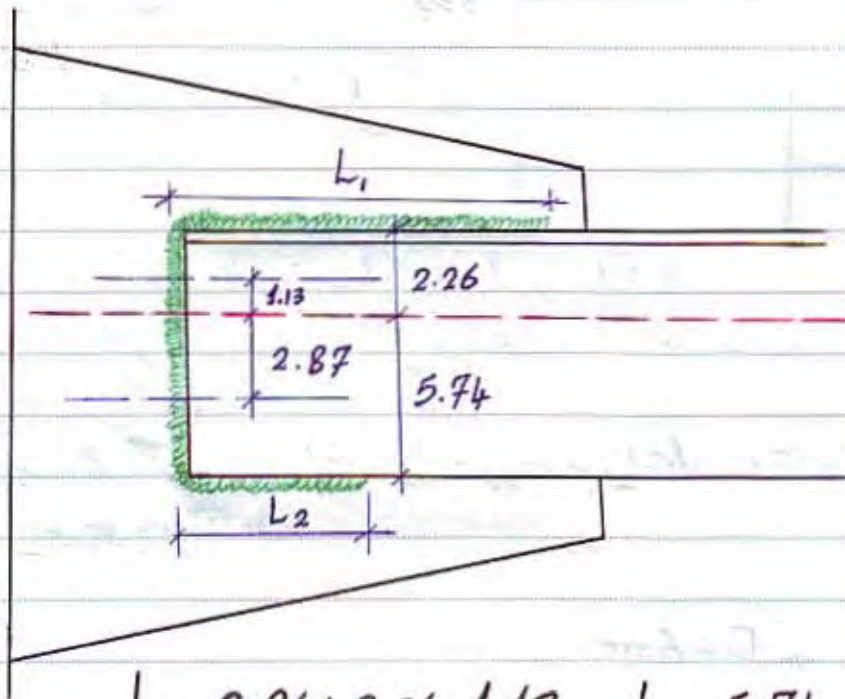
دو معادله
دو مجهول

$$\rightarrow \begin{cases} L_1 = 24.7 \\ L_2 = 9.7 \end{cases}$$



مثال - اگر در مثال قبلی انتهای نبش نیز جوهر شود، طولهای L_1 و L_2 چقدر خواهند بود؟

$$P_v = \frac{13000}{(8 + L_1 + L_2)(0.7 \times 0.6)} \leq 900 \rightarrow L_1 + L_2 \geq 26.4 \text{ cm} \quad \textcircled{I}$$



ممان اشتقاقی قوت بالا و
پایین خط چین باید با هم
برابر باشند

$$L_1 \times 2.26 + 2.26 \times 1.13 = L_2 \times 5.74 + 5.74 \times 2.87 \quad \textcircled{II}$$

$$\begin{cases} \textcircled{I} \text{ و } \textcircled{II} \text{ دو معادله} \\ \text{دو مجهول} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} L_1 = 20.7 \\ L_2 = 5.7 \end{cases}$$

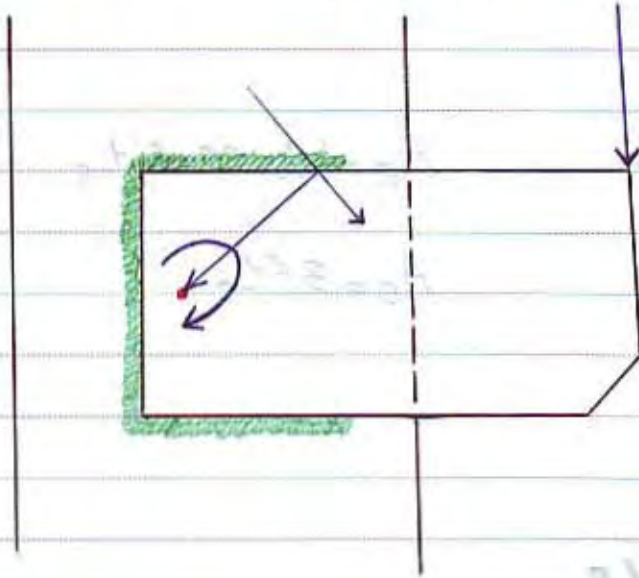
روش دوم برای معادله \textcircled{II}
ممان اشتقاقی نسبت به محور پایین

$$L_1 \times 8 + 8 \times 4 = 34.4 \times 5.74 \rightarrow L_1 = 20.7 \quad \textcircled{I} \text{ در معادله} \rightarrow L_2 = 5.7$$

قرار در معادله

2- اتصال برش خارج از مرکز (ترکیب برش و پیچش)

در این حالت تنش برش ناشی از نیروی برش و لنگر پیچش را بطور جداگانه محاسبه کرده و برآیند این تنش‌ها را در نقطه بحرانی بدست می‌آوریم که باید از مقدار تنش مجاز کمتر باشد.



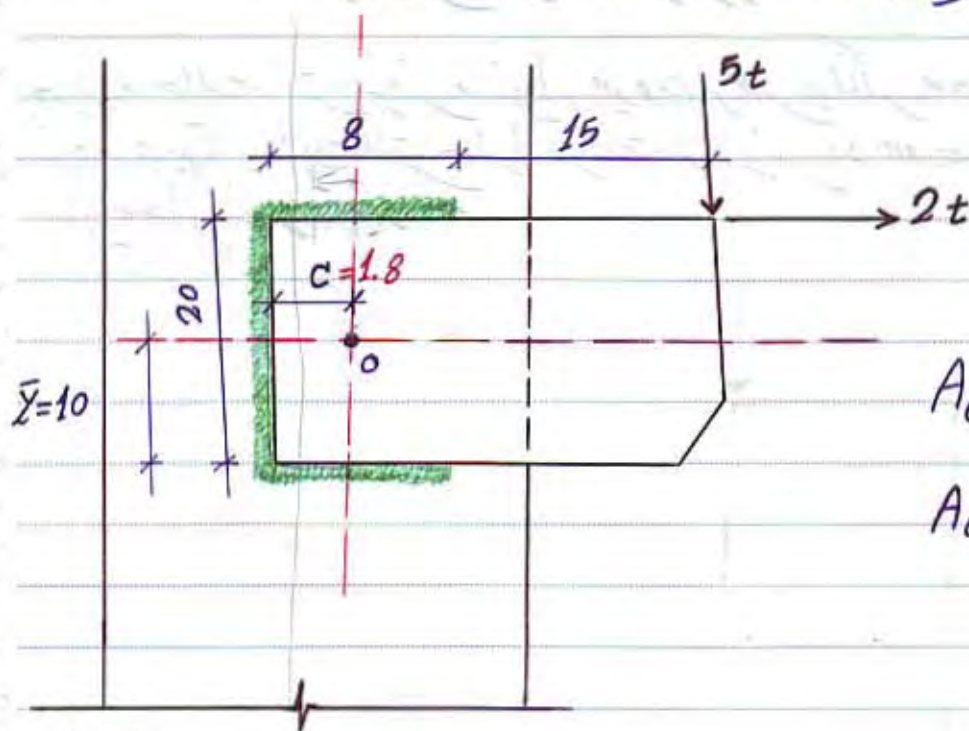
$$\text{تنش برش ناشی از } V \left\{ \begin{aligned} f_{1x} &= \frac{V_x}{A_e} \\ f_{1y} &= \frac{V_y}{A_e} \end{aligned} \right.$$

$$\text{تنش برش ناشی از لنگر پیچش} \left\{ \begin{aligned} f_{2x} &= \frac{T \cdot y}{I_p} \\ f_{2y} &= \frac{T \cdot x}{I_p} \end{aligned} \right. \quad I_p = I_x + I_y$$

$$f_v = \sqrt{(f_{1x} + f_{2x})^2 + (f_{1y} + f_{2y})^2} \leq F_v$$

★ در محاسبه محاسبه تنش‌ها، ضخامت به توان ۳ آنها را صفر در نظر می‌گیریم.
منبع: انجمن علمی عمران خوی

مثال - حداقل بعد جوش را برای اتصال مقابل محاسبه کنید.



$$A_e = (8 + 20 + 8)t_e$$

$$A_e = 36t_e$$

$$c = \bar{x}$$

$$c = \frac{\sum L_i x_i}{\sum L_i} = \frac{8 \times 4 \times 2}{36} = 1.8$$

$$I_p = t_e \left(\frac{20^3}{12} + (8 \times 10^2) \times 2 \right) + \left(20 \times 1.8^2 + 2 \left(\frac{8^3}{12} + 8 \times 2.2^2 \right) \right) t_e$$

خط بالا و پایین خط عمود

$$\frac{8}{2} - 1.8 = 2.2$$

$$I_p = 2451.5 t_e$$

$$T = 5 \times 21.2 + 2 \times 10$$

لنگر عمودی لنگر افقی

$$T = 126 t \cdot \text{cm}$$

$$f_{1x} = \frac{V_x}{A_e} = \frac{2000}{36 t_e} = \frac{55.55}{t_e}$$

$$f_{1y} = \frac{V_y}{A_e} = \frac{5000}{36 t_e} = \frac{138.88}{t_e}$$

$$f_{2x} = \frac{T \cdot y}{I_p} = \frac{126000 \times 10}{2451.5 t_e} = \frac{513.97}{t_e}$$

$$f_{2y} = \frac{T \cdot x}{I_p} = \frac{126000 \times 2.2}{2451.5 t_e} = \frac{113.07}{t_e}$$

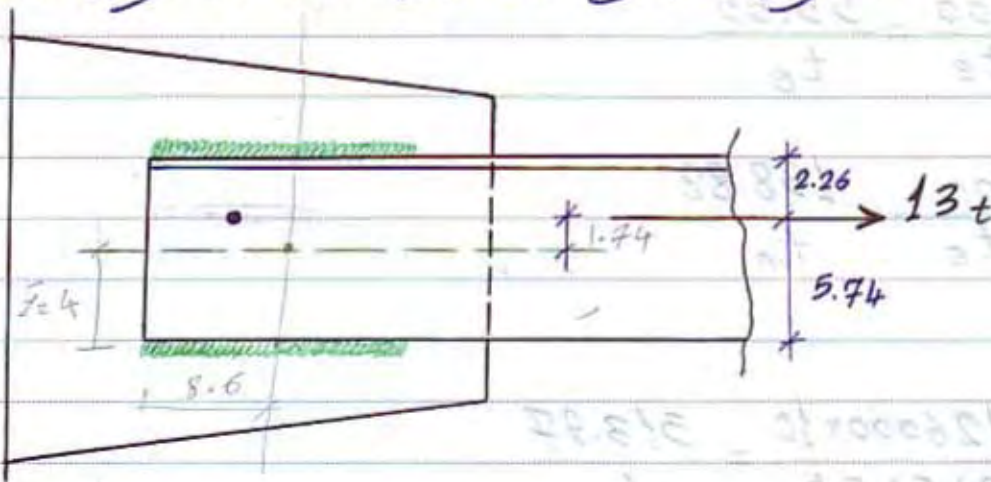
$$f_v = \sqrt{\left(\frac{55.55}{t_e} + \frac{513.97}{t_e} \right)^2 + \left(\frac{138.88}{t_e} + \frac{113.07}{t_e} \right)^2} \leq 900$$

$$t_e = 0.7 \text{ cm} \rightarrow D = \frac{t_e}{0.7} = \frac{0.7}{0.7} \rightarrow D = 1 \text{ cm}$$

Subject:

Year: Month: Date: 56

مثال - مثال 51 مربوط به نشر را با فرض مساوی بودن طول جوش در دو طرف حل کنید.



مثال 51 $D=6mm \rightarrow$

$$f_v = \frac{13000}{L \times 0.7 \times 0.6} \leq 900 \rightarrow L = 34.4$$

$$\bar{y} = \frac{\sum L_i z_i}{\sum L_i} = \frac{17.2 \times 8}{34.4} = 4 \text{ cm} = \bar{y}$$

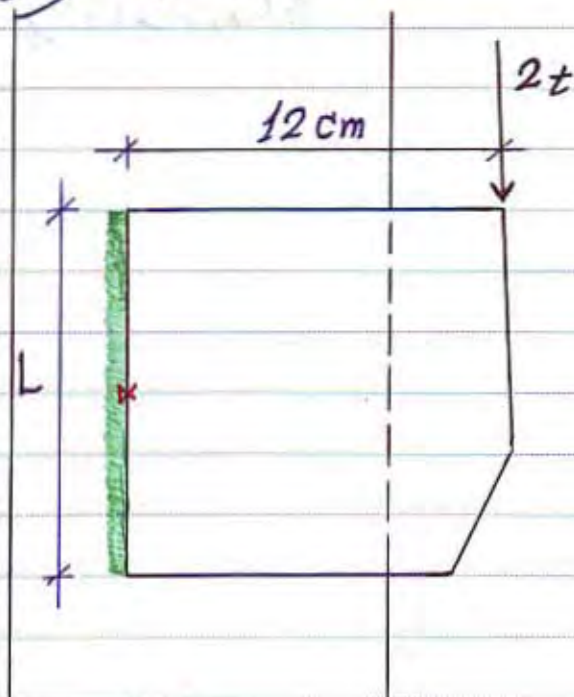
$$T = 13000 \times 1.74 = 22620$$

$$I_p = te \left[(17.2 \times 4)^2 \right] + te \left[\frac{17.2^3}{12} + 17.2 \times 0 \right]$$

ادامه سوال 55

مثال 55

مثال - طول مورد نیاز برای اتصال زیر را محاسبه کنید، اندازه جوش را 9mm در نظر بگیرید.



$$V = 2t$$

$$T = 2 \times 12 = 24 t \cdot \text{cm}$$

$$t_e = 0.9 \times 0.7 = 0.63$$

$$A_e = 0.63L$$

$$I_p = \frac{t_e \cdot L^3}{12} = 0.05L^3$$

$$\begin{cases} F_{x1} = 0 \\ F_{y1} = \frac{2000}{0.63L} = \frac{3174.6}{L} \end{cases}$$

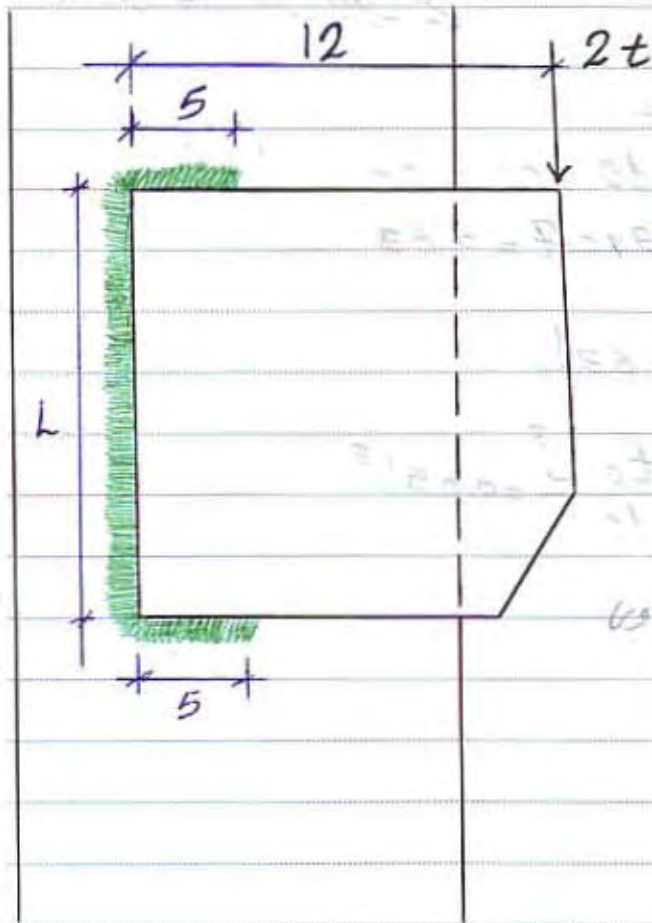
$$\begin{cases} F_{x2} = \frac{24 \times 1000 \times \frac{L}{2}}{0.05L^3} = \frac{240000}{L^2} \\ F_{y2} = 0 \end{cases}$$

$$F_v = \sqrt{\left(0 + \frac{240000}{L^2}\right)^2 + \left(\frac{3174.6}{L}\right)^2} \leq 900$$

در امتحان 900 نخواهیم گرفت و با توجه به F_u داده شده
تعیین می کنیم $F_v = 0.3 \times \phi \times F_u$

$$L \geq 16.5$$

مثال: در مثال قبل L را در حالتی محاسبه کنید که دو طول جوهر جدید ۵ سانتی متری نیز اضافه شده باشد.



$$t_e = 0.9 \times 0.7$$

$$A_e = 2 \times t_e = 2 \times 0.63$$

از مرحله (3) شماره (10) تا آخر ادامه دارد

ادامه دارد

وصله تیرها:

جهت کاهش دور ریز کارگاه از وصله کردن تیرها استفاده می شود. برای طراحی وصله باید وصله ها بتوانند نیروهای داخلی نقطه مورد نظر (محل وصله) را تحمل کنند.

همچنین وصله ها باید بتوانند حداقل 50 درصد ظرفیت برش یا خمش تیر را

داشته باشند. بنابراین بهترین حالت وصله در نقاط از تیر که دارای نیروهای داخلی کمتری است اجرا گردد.

★ برای محاسبه ابعاد ورق های بال ها باید توجه شود که این ورق ها به تنهایی بتوانند لنگرهای سببتر را تحمل کنند.

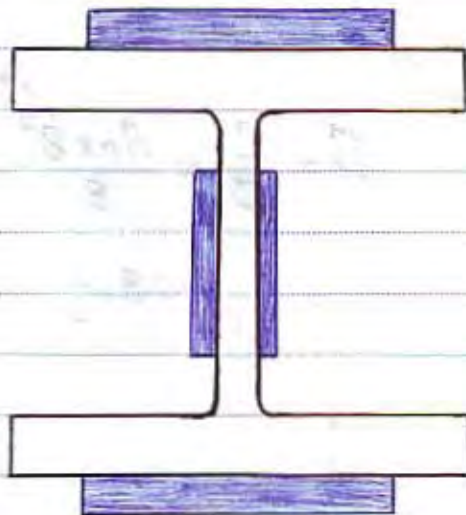
★ همچنین ورق جان باید بتواند نیروی برشهای سببتر و سهم جان از لنگر موثر را تحمل کند.

$$M_w = \frac{I_w}{I_{کل}} \times M$$

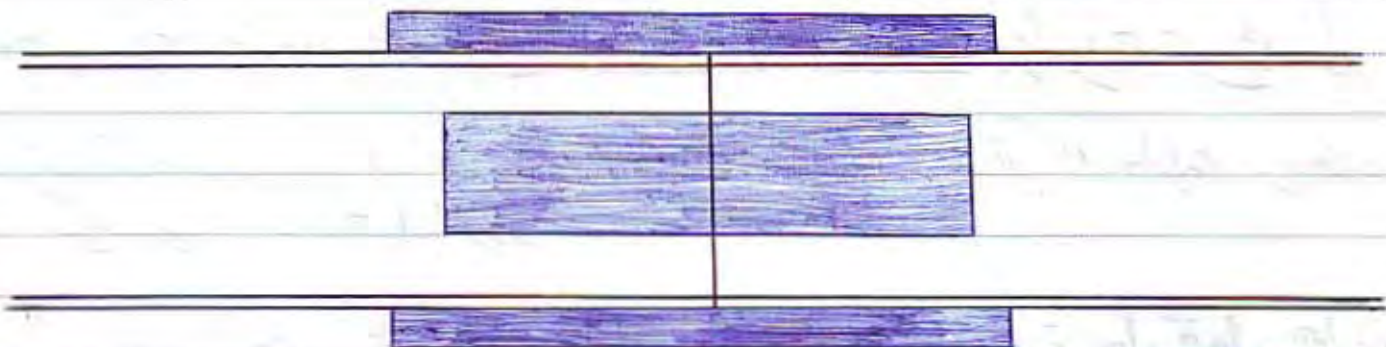
$$M_w = \text{لنگر جان}$$

$$I_w = \text{سهم جان}$$

در ضمن جوشکاری ورقها نیز باید متناسب با نیرویی گفته شده طراحی گردد.



مثال - ابعاد ورق ها و جوشکاری مورد نیاز جهت وصله دو قطعه از IPE16 را بطور کامل طراحی کنید. گستره مورد در محل وصله برابر است با $1.15 \pm m$ و نیروی برش T آن نقطه برابر است با $0.2 \pm$



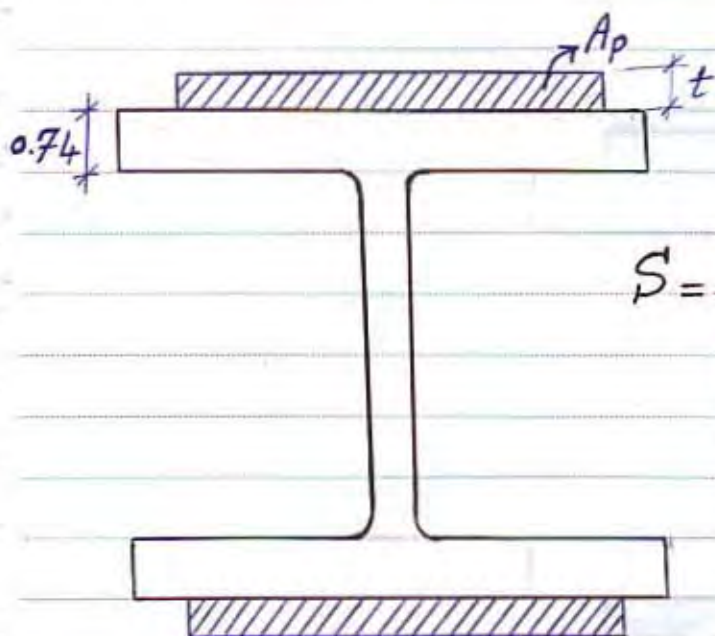
طراحی وصله بال ها : ابتدا ظرفیت خود IPE را تعیین می کنیم تا بدانیم چقدر گستره می تواند تحمل کند.

$$M_b = F_b \cdot S = 1440 \times 109 = 156960 \text{ kg.cm} = 1.56 \text{ t.m}$$

چون گستره موجود (1.15 t.m) بیشتر از $\frac{1}{2}$ ظرفیت خمشی IPE16 (1.56 t.m) است لذا گستره ها نسبت به برابر گستره موجود در نظر گرفته می شود.

$$M = 1.15 \text{ t.m} \rightarrow F_b = \frac{M}{S} \leq F_b \rightarrow \frac{1.15 \times 10^5}{S} \leq 1440$$

$$S \geq 79.9 \text{ cm}^3$$



در بیشتر $8 \pm$ باشد

$$S = \frac{I^2 \times (A_p \times 8^2)}{C} = 79.9 \rightarrow A_p = 5 \text{ cm}^2$$

نصف ارتفاع تیر (در بیشتر $8 \pm$ است)

عرض ورق وصله $\rightarrow 8 - 1 = 7 \text{ cm}$
 ← عرض تیر IPE

$b = 7 \text{ cm}$
 $b = 7 \text{ cm} \rightarrow A_p = 5 \text{ cm}^2 \rightarrow t = 0.714 \text{ cm}$
 $t = 8 \text{ mm}$
 با ضخ جدید دوباره b را حساب می کنیم:

$t = 8 \text{ mm} = 0.8 \text{ cm}$
 $A = 5 \text{ cm}^2$
 $t \cdot b = A_p \rightarrow b = 6.25 \text{ cm}$

$I = 2 \left(6.25 \times 0.8 \times 8.4^2 \right) = 705.6$

از $\frac{bh^3}{12}$ صرف نظر می کنیم

$S = \frac{705.6}{8.8} = 80.1 > 79.9 \rightarrow \text{ok}$

نصف ارتفاع تیر + ارتفاع ورق

این ورقها جواب می دهند

$b = 6.25 \text{ cm}$

$t = 8 \text{ mm}$

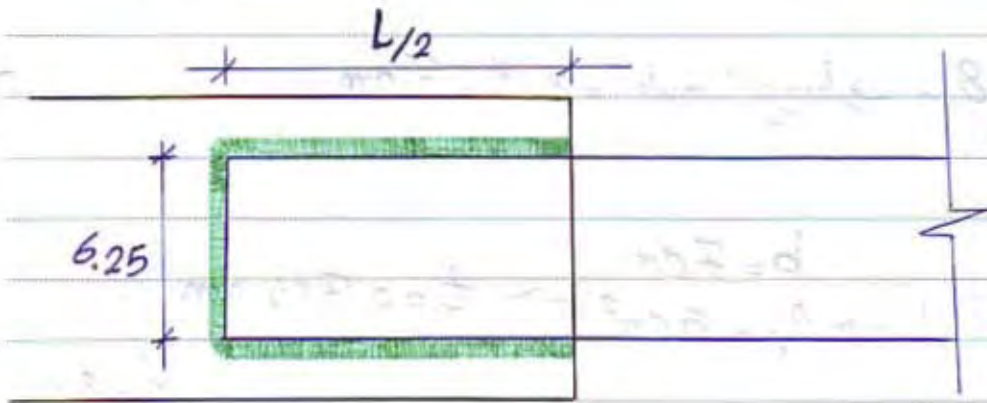
محاسبه سازه طول ورق های وصله بال:



$F = \frac{M}{d} = \frac{1.15 \times 10^5}{16} = 7187.5 \text{ kg}$

در تیر 16.8 می باشد ولی عرض سازه 16.8

منبع: انجمن علمی عمران خوی



$$F_v = \frac{7187.5}{A_e} \leq 900 \rightarrow A_e = 7.98$$

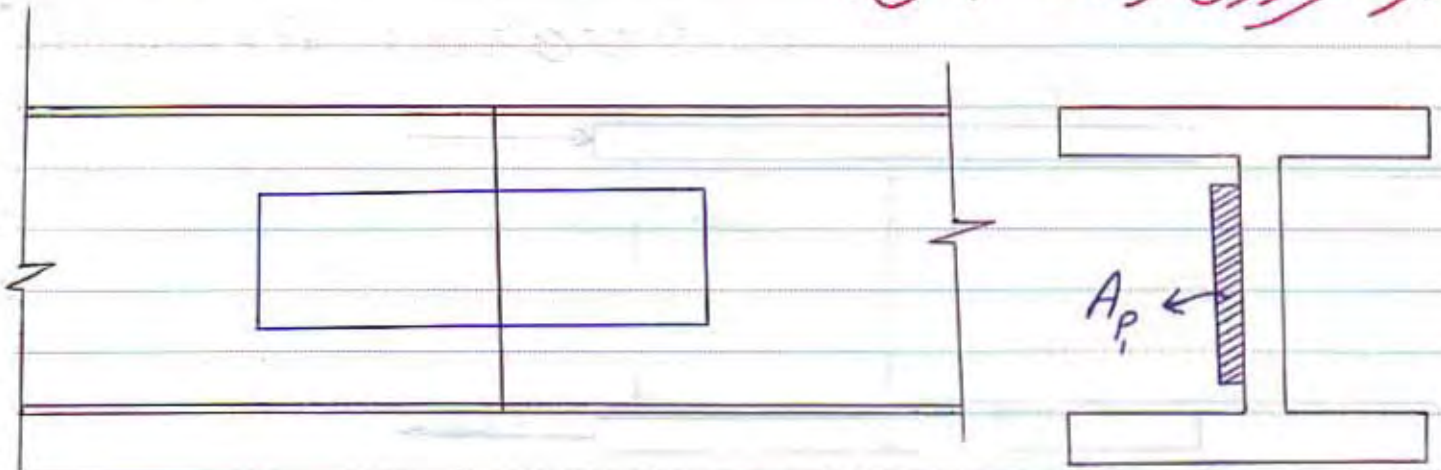
$$A_e = \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{2} + 6.25 \right) \times 0.35$$

$$D = 0.74 - 0.16 = 0.58 \approx 0.5$$

$$t_e = 0.5 \times 0.7 \Rightarrow t_e = 0.35$$

$$\rightarrow 7.98 = \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{2} + 6.25 \right) \times 0.35 \rightarrow L \geq 16.6 \text{ cm}$$

طراح ورق وصله جان:



$$V_b = A_w \cdot F_v = 14.52 \times 0.5 \times 960 = 6969 \text{ kg}$$

نصف V_b را در نظر بگیریم \rightarrow
 $V = 0.2 t$ موجود

$$\frac{V_b}{2} = 3485 \text{ kg}$$

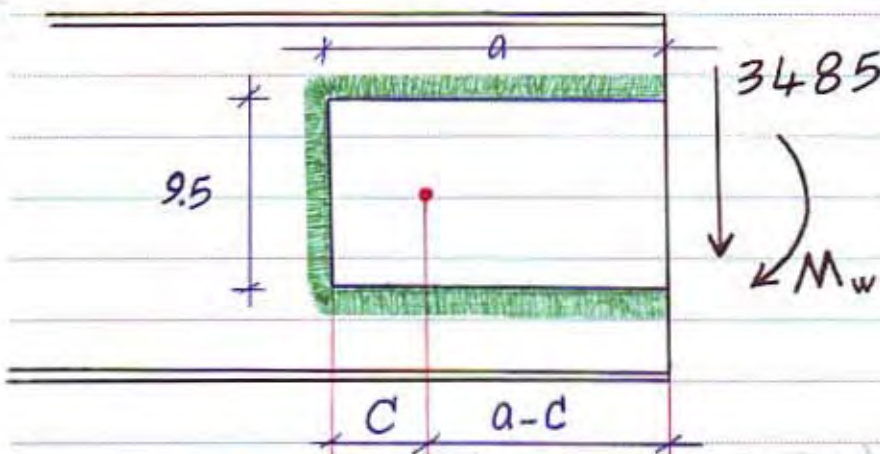
بهر V محاسبه می شود 3485 kg خواهد بود.

$$F_v = \frac{3485}{A_p} \left(F_v \rightarrow A_p \right) \gg 3.63 \text{ cm}^2 \rightarrow b = 10 \rightarrow t = 3.28$$

با فرض $t = 4 \text{ mm}$ و $b = 10$ حساب می کنیم:

$$b = 9.5 \text{ cm}$$

$$t = 0.4 \text{ cm}$$



$$M_w = \frac{I_w}{I} \cdot M$$

$$M_w = 0.5 \times \frac{14.52^3}{12} \times \frac{1.15 \times 10^5}{869} = 16879.8 \text{ kg.cm}$$

گشتش که به جان می آید

برای محاسبه، با هم اندازه‌گیری قبل ترکیب می‌شود و برش را حل می‌کنیم و جهت است از روش سیم و خط استفاده کنیم (معمولاً طول ورق جان از طول ورق بال کمتر می‌شود) بنابراین سیم و خط را با $L = 8$ (نصف ورق بال) یا کمتر شروع می‌کنیم:

فرض: $a = 6 \text{ cm}$

$$C = \frac{\sum L_i x_i}{\sum L_i} = \frac{6 \times 3 \times 2}{(6 \times 2) + 9.5} = 1.7 \rightarrow C = 1.7 \text{ cm}$$

$$a - C = 6 - 1.7 = 4.3$$

$$D = 0.4 \rightarrow t_e = 0.28 \rightarrow A_e = (12 + 9.5) \times 0.28 = 6.02 \text{ cm}^2$$

$$I_p = I_x + I_y = 0.28 \left[\underbrace{\left(\frac{9.5^3}{12} + 6 \times 4.75^2 \times 2 \right)}_{\substack{\text{دو جوش بالا و پایین} \\ \text{جوش عمودی}}} + \underbrace{9.5 \times 1.7^2 + 2 \left(\frac{6^3}{12} + 6 \times 1.3^2 \right)}_{\substack{\text{Ad}^2 \\ \text{bh}^3/12}} \right]$$

$$I_p = 119.26 \text{ cm}^4$$

$$V = 3485$$

$$T = \underbrace{3485 \times 4.3}_{M_w} + 16879.8 = 31865.3 \text{ kg.cm}$$

نگار شیبی برش نسبت به مرکز جوش

$$\begin{cases} F_{x_1} = 0 \\ F_y = \frac{3485}{6.02} = 578.9 \end{cases}$$

منبع: انجمن علمی عمران خوی

$$\begin{cases} f_{x_2} = \frac{31865.3 \times 4.75}{119.26} = 1269.16 \\ f_{x_2} = \frac{31865.3 \times 4.3}{119.26} = 1148.92 \end{cases}$$

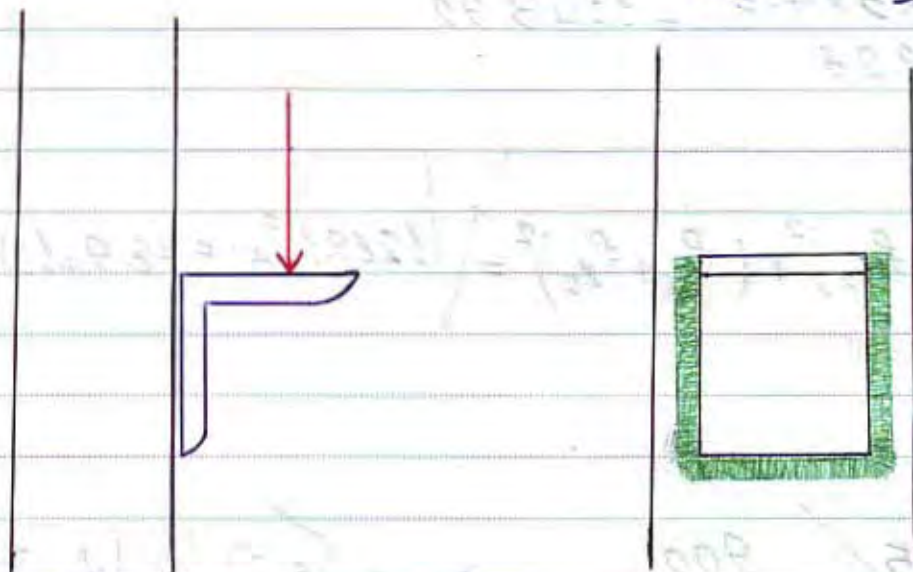
$$f_v = \sqrt{(f_{x_1} + f_{x_2})^2 + (f_{y_1} + f_{y_2})^2} = \sqrt{1269.16^2 + (578.9 + 1148.92)^2}$$

$$f_v = 2143.85 < 900 \rightarrow \text{چون } ok \text{ نشد، لذا } a \text{ را بیشتر کنیم}$$

و دوباره کنترل می کنیم
مثلاً $a = 12$

ترکیب برش و خمش :

در صورتی که مقدار نیروی خارج از صفحه اتصال و موازی آن باشد، اتصال تحت تأثیر ترکیب برش و خمش خواهد بود.



در این حالت تنش ناشی از برش و تنش ناشی از خمش را در نقطه بحرانی جوش حساب کرده و برآیند برداری این دو تنش را با مقدار مجاز مقایسه می کنیم.

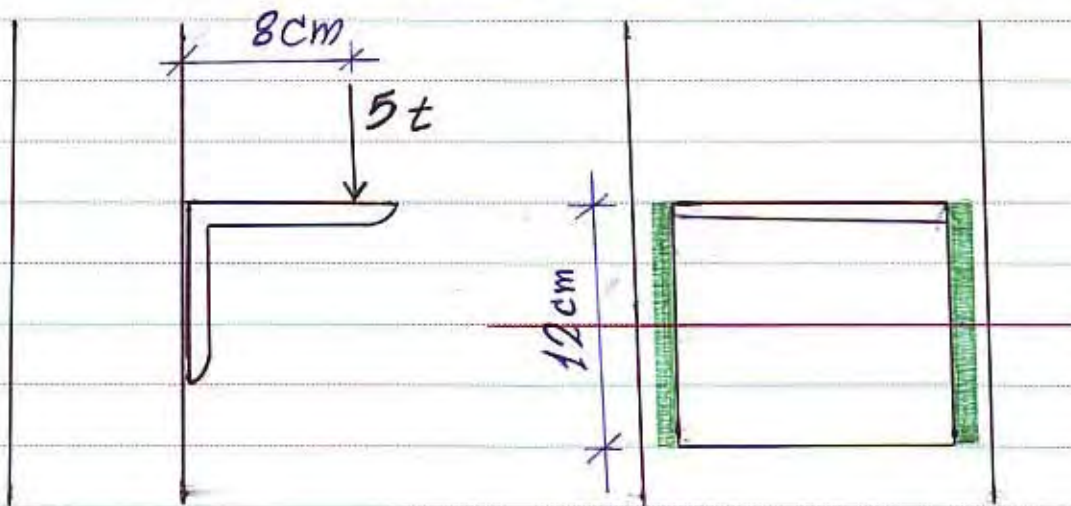
$$f_1 = \frac{V}{A_e} \quad \text{تنش ناشی از برش}$$

$$f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} \leq f_r$$

$$f_2 = \frac{M}{S} \quad \text{تنش ناشی از خمش}$$

که اساس بر مبنای جوش

مثال - حداقل بعد جوش را برای اتصال مقابل محاسبه کنید.



$$I = \left(t_e \times \frac{12^3}{12} \right) \times 2 = 288 t_e \quad S = \frac{I}{C} = \frac{288 t_e}{6} = 48 t_e$$

$$V = 5t \quad M = 5 \times 8 = 40 t \cdot \text{cm}$$

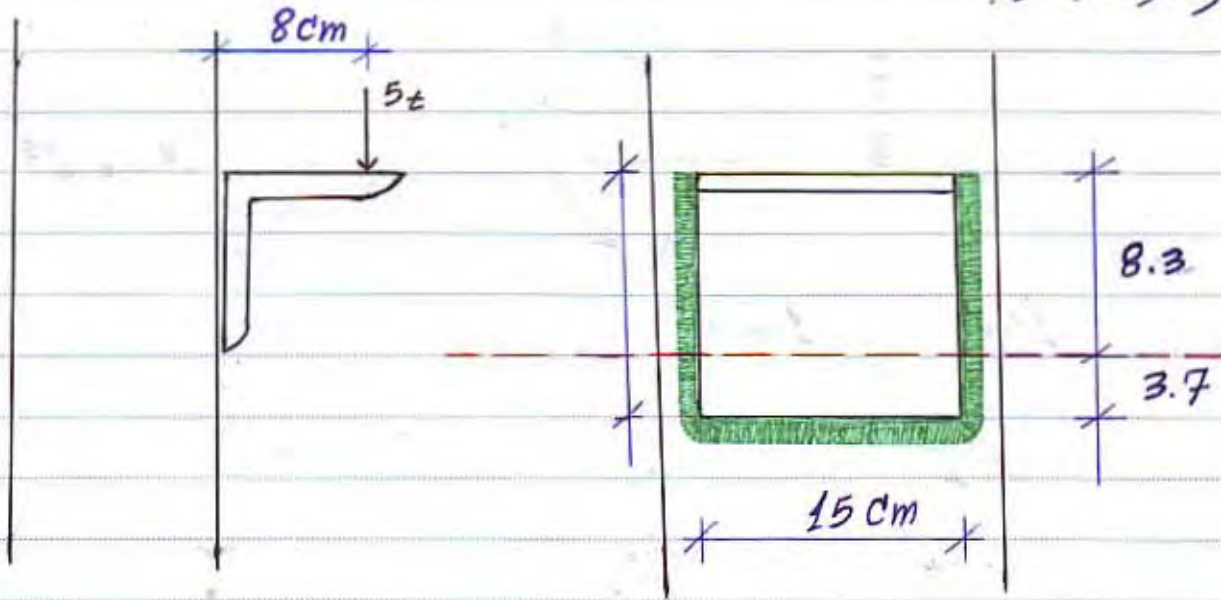
$$f_1 = \frac{5000}{\underbrace{12 \times 2 \times t_e}_{A_e}} = \frac{208.3}{t_e}$$

$$f_2 = \frac{40 \times 1000}{48 t_e} = \frac{833.3}{t_e}$$

$$f_r = \sqrt{\frac{208.3^2}{t_e^2} + \frac{833.3^2}{t_e^2}} \leq 900 \rightarrow t_e \geq 0.9 \text{ cm}$$

$$D \geq \frac{0.9}{0.7} \rightarrow D \geq 1.3 \text{ cm}$$

مثال - اگر در مثال قبل، قیمت پائین نباشد، جوش هم دارای جوش باشد، حداقل بعد جوش چقدر خواهد شد؟



$$C = \frac{\sum L_i Y_i}{\sum L_i} = \frac{12 \times 6 \times 2}{12 + 12 + 15} = 3.7 \text{ cm}$$

$$I = \left[t_e \left(\frac{12^3}{12} + 12 \times 2.3^2 \right) \right] \times 2 + \frac{t_e \times 15 \times 3.7^2}{12} = 620.3 t_e$$

$\frac{bh^3}{12} + Ad^2$ (دو جوش کاری) Ad^2 (جوش پائین) $\frac{bh^3}{12}$ (راحت می بینیم)

$$f_1 = \frac{5000}{(12 \times 2 + 15) t_e} = \frac{128.2}{t_e}$$

L طول جوش

$$f_2 = \frac{4000}{\frac{620.3 t_e}{8.3}} = \frac{535.2}{t_e}$$

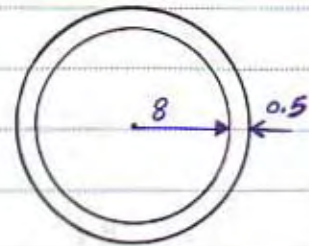
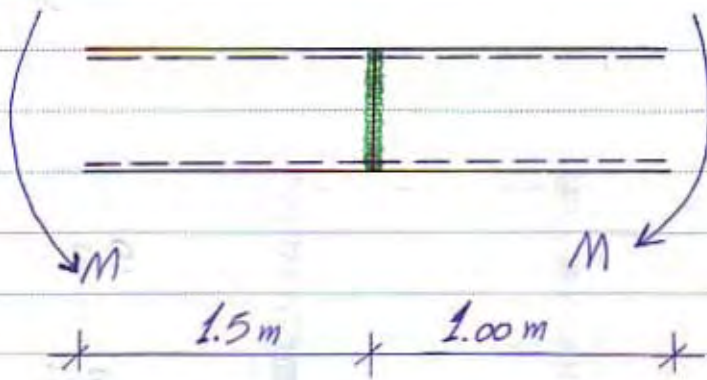
$$f_r = \sqrt{\left(\frac{128.2}{t_e} \right)^2 + \left(\frac{535.2}{t_e} \right)^2} < 900$$

$$t_e \geq 0.6 \rightarrow D \geq \frac{0.6}{0.7} \rightarrow D \geq 0.85$$

منبع: انجمن علمی عمران خوی

گسترش داده شده توسط سیویل بوک

مثال - حد اکثر مقدار M را در شکل زیر برای جوش حساب کنید.



$$I = \frac{\pi R^4}{4} - \frac{\pi r^4}{4}$$

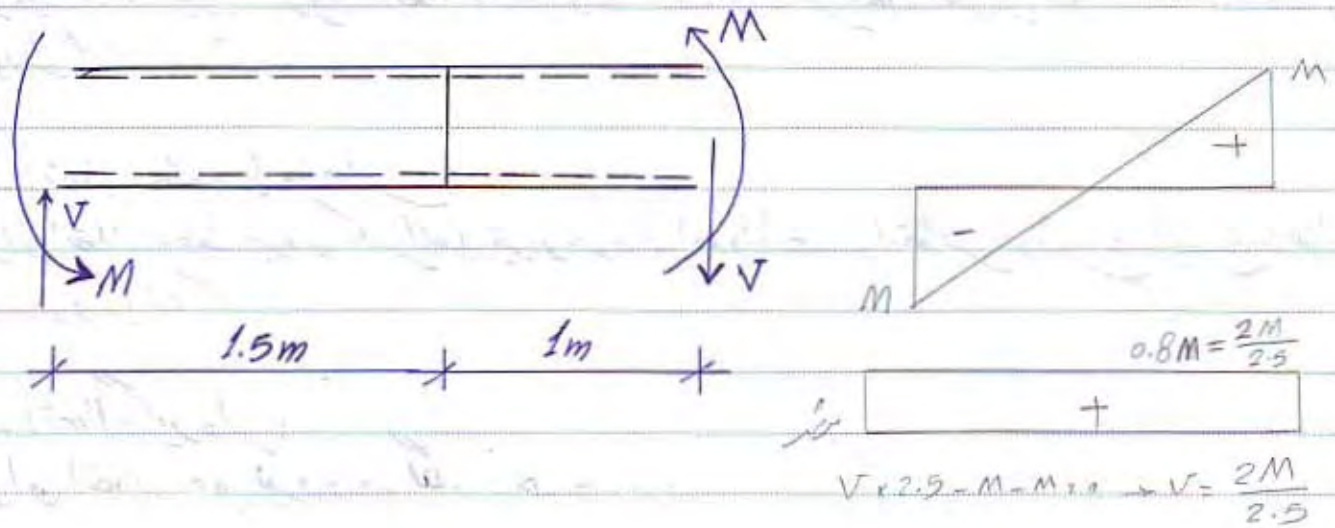
$$I = 2\pi r^3 t \quad I = 2\pi r^3 t \quad 2\pi \times 8.75 \quad 0.5 \quad 8.25$$

$$I = \frac{2P_1}{2} = \pi r^3 t = \pi \times 8.25^3 t$$

مقاومت جوش

$$\frac{M}{5} \leq 900 \rightarrow$$

مثال - در مثال قبل اگر گستره مختلف السلام باشند، حداکثر مقدار گستره چقدر خواهد شد؟



اتصال تیر به ستون:

در محل اتصال تیر به ستون، اتصال باید بتواند نیروهای داخل محل اتصال را تحمل کند، لذا دوجات زیر در نظر گرفته می شود:

1- اتصال ساده یا مفصلی:

در این اتصال فقط نیروی عکس العمل تیر وجود خواهد داشت و اتصال جوش یا پیچ باید بتواند این نیرو را تحمل کند.

2- اتصال گیردار:

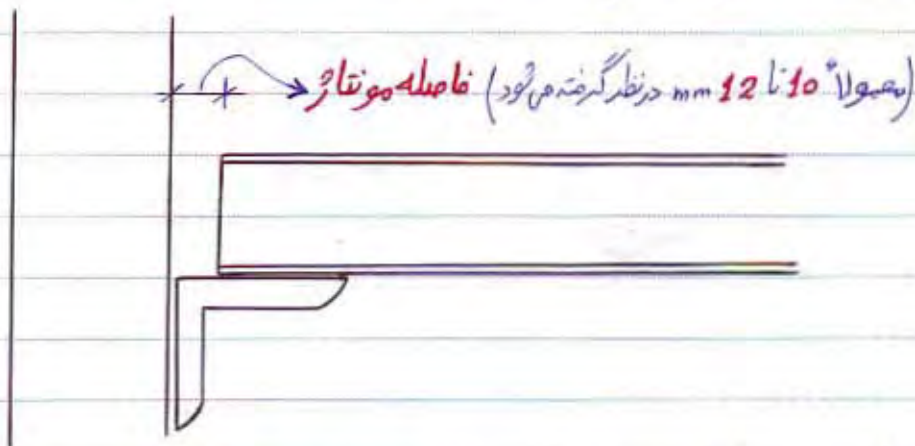
در این اتصال هم نیرو و هم گشت وجود دارد.

اتصال ساده (مفصلی) تیر به ستون:

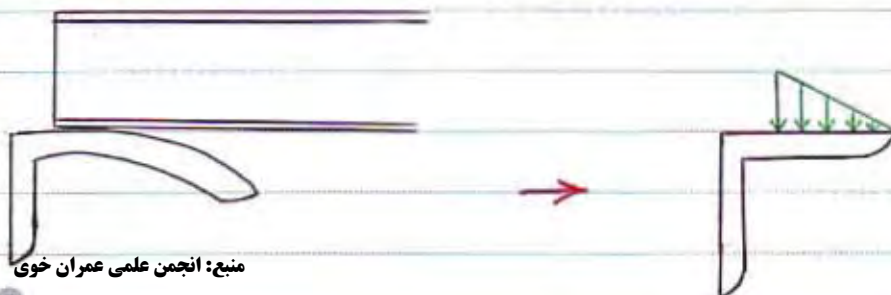
برای این منظور از روشهای زیر استفاده می شود:

1- استفاده از نبش نشین انعطاف پذیر (بدون کلک)

جزئیات این اتصال در شکل مقابل نشان داده شده است:

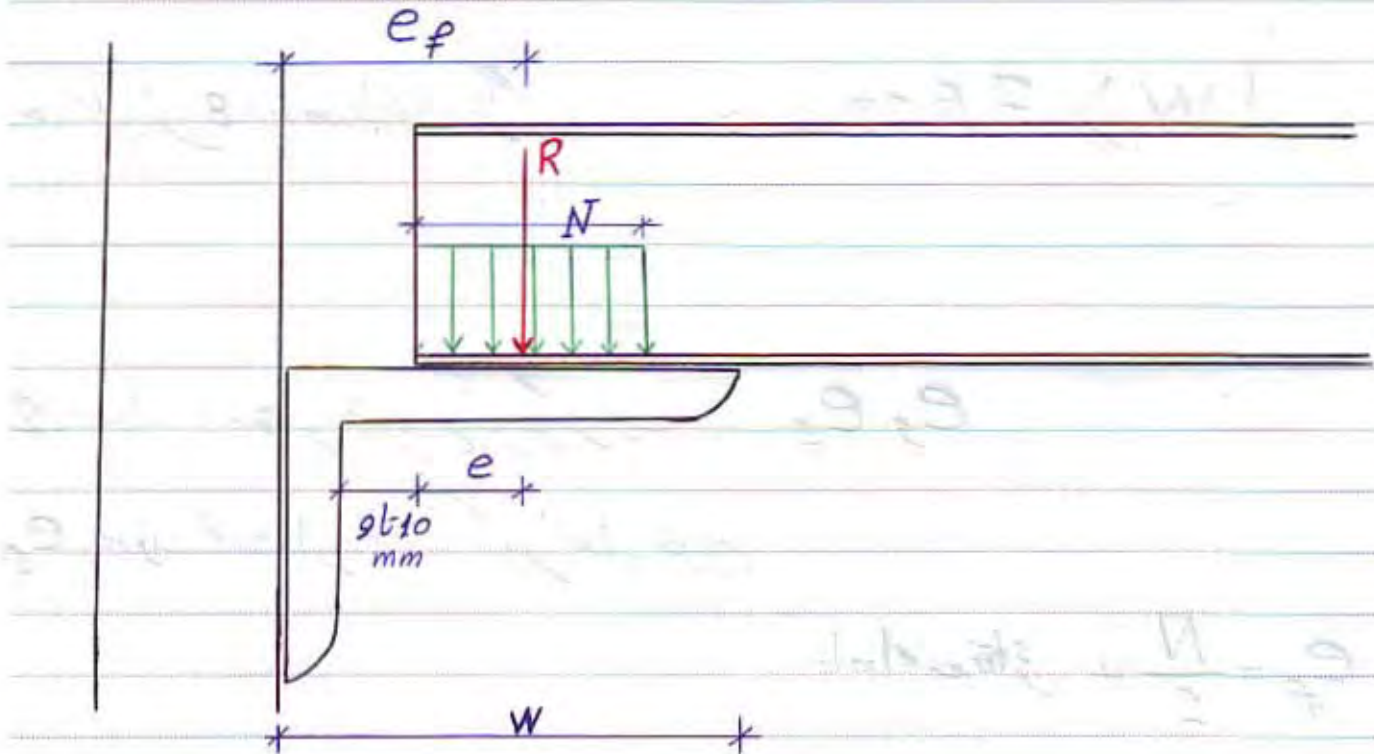


عکس العمل تکیه گاه بصورت یک نیروی گسسته غیر یکنواخت خواهد بود که قیمت بیشتر آن در انتهای تیر اثر خواهد کرد:



تقریباً می توان گفت تغییرات نیروی گسترده عکس العمل بصورت مثلث خواهد بود که قاعده آن در انتهای تیر خواهد بود.

در عمل جهت ^{سهولت} محاسبه این نیرو را یک نیروی گسترده یکنواخت به طول N (به طول مشترک) در انتهای تیر در نظر می گیرند.



N با توجه به حداقل طول لازم برای جلوگیری از محدود کردن بیش بال و جان تیر بدست می آید.

$$N = \max \begin{cases} N \geq \frac{R}{0.75 F_y \cdot t_w} - k & \text{در جدول امثال C است} \\ N \geq k \\ N \geq \frac{R}{2 \times 0.75 \times F_y \times t_w} \end{cases}$$

مراحل طراحی و اتصال به شرح زیر است:

1- محاسبه عرض نشیمن W

$$W \geq N + \text{فاصله مونتاز}$$

حداقل نشیمن 8 باید مورد استفاده قرار گیرد. $W > 7.5 \text{ cm}$ →

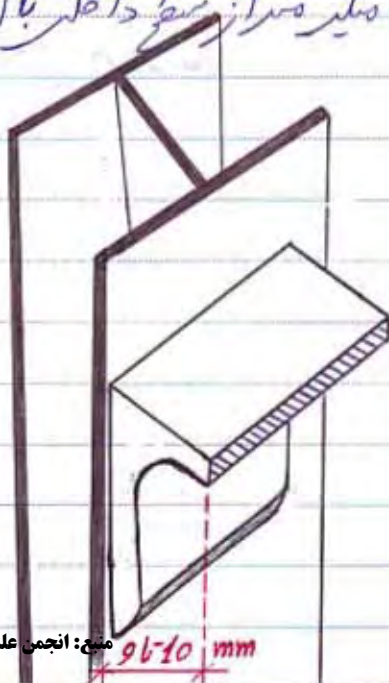
2- محاسبه مقدار خروج از مرکزیت e_f و e_o

e_f - عبارت است از فاصله عکس العمل ستون

$$e_f = \frac{N}{2} + \text{فاصله مونتاز}$$

e - عبارت است از فاصله نیرو از مقطع برانر نشیمن

مقطع برانر در نشیمن مقطع است با فاصله 9 تا 10 میلیمتر از سطح داخلی بال نشیمن که به ستون وصل شده است



3- محاسبه تنش کششی در مقطع مجرای تقاطع آن با مقدار مجاز

$$M = R \times e$$

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{R \times e}{\frac{bt^2}{6}} \leq F_b = 0.75 F_y \rightarrow$$

$$\rightarrow f_b = \frac{6 \times R \times e}{0.75 F_y t^2} \rightarrow f_b = \frac{8 R \cdot e}{F_y \cdot t^2} \leq b \rightarrow$$

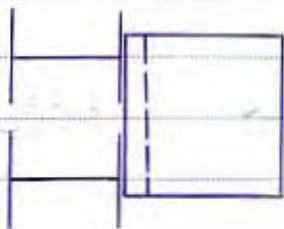
در این فرمول t نیز مجهول است
و باید یک بهر مناسب فرض کنیم

$$S = \frac{I}{c} \rightarrow I \text{ مقطع مجرای تقاطع حائز زده}$$

$$\frac{I}{c} = \frac{\frac{bt^3}{12}}{t/2} = \frac{bt^2}{6}$$

$$b \geq \frac{8 \times R \times e}{f_y \times t^2}$$

توضیح - مقدار b بدست آمده از رابطه فوق باید متناسب با ابعاد تیر و ستون باشد.



$$x \approx \frac{b}{2}$$

4- محاسبه جوش یا پیچ نبش - ستون

در فصل های قبل محاسبه شده است.

کستری داده شده توسط سیویل بوک - تیر وصل شود، اتصال گیردار است نه وقت که تیر متصل است

مثال - مطلوبیت طاقم نشین انقطاع بندیر برای اتصال IPE 24
عکس العمل تکیه گاه 10 تن باشد.

$$N = \frac{10000}{0.75 \times 2400 \times 0.62} - 2.48 = 6.5$$

(ضخامت جان IPE) t_w

$$N \geq 2.46$$

$$N \geq \frac{10000}{1.5 \times 2400 \times 0.62} = 4.5$$

$$\text{Max} \rightarrow N = 6.5$$

$$W = 6.5 + 1.1 = 7.6 \rightarrow \text{حداقل شیب: } 80 \times 80 \times 8$$

فاصله مونتاژ

$$e_f = \frac{N}{2} + \text{فاصله مونتاژ} = \frac{6.5}{2} + 1.1 = 4.35$$

$$e = e_f - t - (0.9 \text{ تا } 1) \rightarrow e = 4.35 - 0.8 - 0.95 \rightarrow e = 2.6 \text{ cm}$$

نبش

$$b \geq \frac{8 \times R \times e}{f_y \times t^2} \rightarrow b = \frac{8 \times 10000 \times 2.6}{2400 \times 0.8^2} = 135.4 \rightarrow \text{خیل غرق}$$

$$120 \times 120 \times 12 \rightarrow \text{انتخاب دوم: نبش فرض جدید}$$

$$e = (1.1 + \frac{6.5}{2}) - 1.2 - 0.95 \rightarrow e = 2.2 \text{ cm}$$

Subject:

Year: Month: Date: 77 ()

$$b = \frac{8 \times 10000 \times 2.2}{2400 \times 1.2^2} = 50.92 \text{ cm} \rightarrow$$

زیادتر باشد غ ق ق

انتخاب سوم \rightarrow به فرض جدید $\rightarrow 150 \times 150 \times 15$

$$e = \left(1.1 + \frac{6.5}{2}\right) - 1.5 - 0.95 = 1.9 \text{ cm}$$

$$b = \frac{8 \times 1000 \times 1.9}{2400 \times 1.5^2} \rightarrow b = 28.14 \text{ cm} \rightarrow \text{غ ق ق}$$

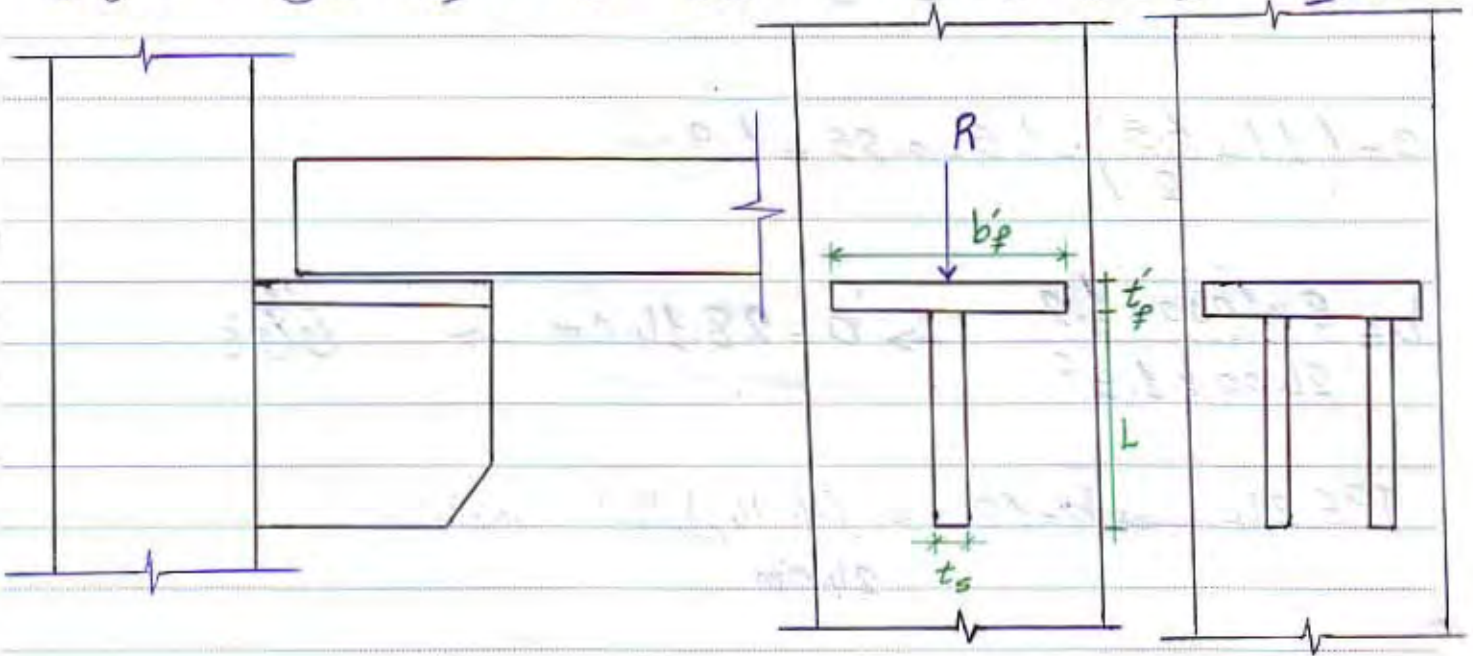
IPE 24 $\rightarrow b = 12 \rightarrow$ ط می تواند حداقل برابر با 24 cm باشد

انتخاب چهارم \rightarrow به فرض جدید : $160 \times 160 \times 16$

اتصال ساده تیر به ستون با نشیمن تقویت شده (اتصال مفصل)

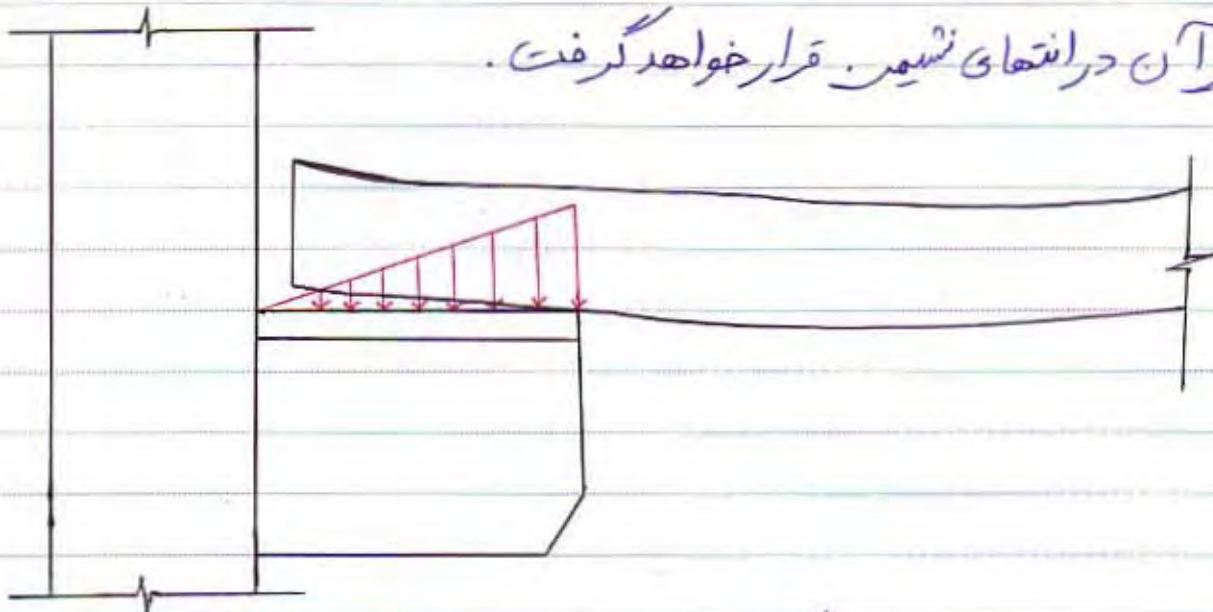
در صورتی که عکس العمل تکیه گاه بزرگ باشد، بطوریکه نشیمن انعطاف پذیر قابل

طراحی نباشد، از نشیمن های تقویت شده برای اتصال ساده تیر به ستون استفاده می شود.



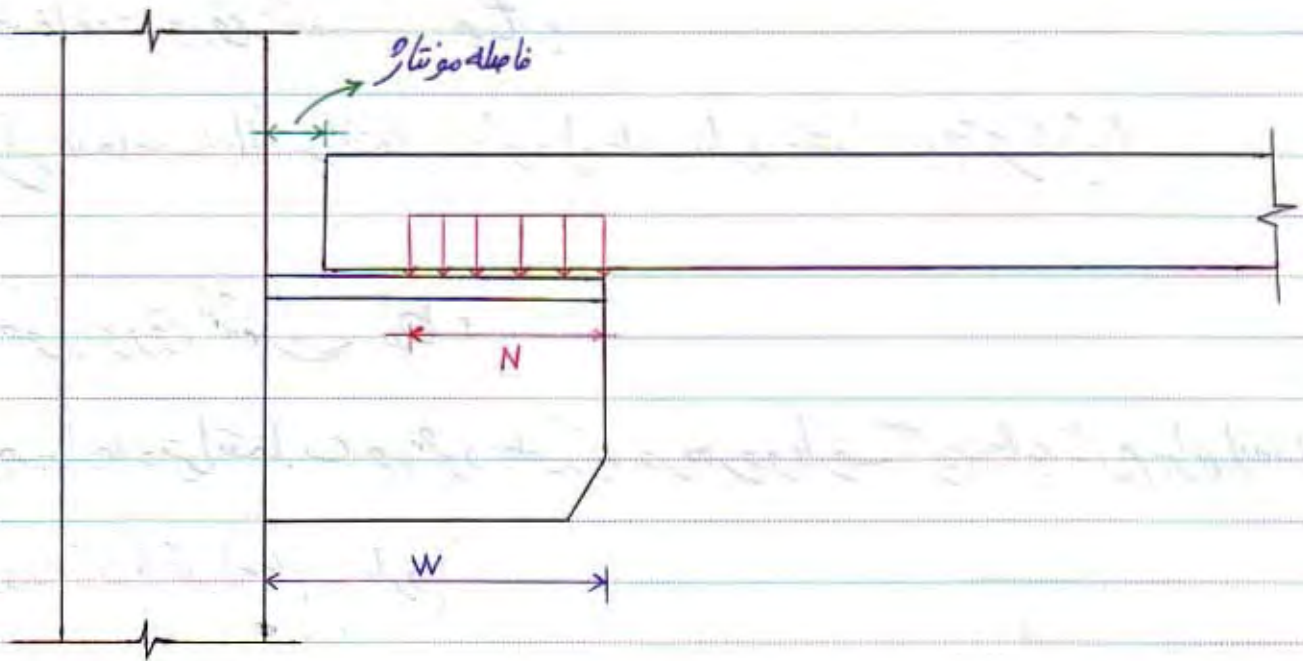
در این حالت عکس العمل تیر بر روی نشیمن بصورت بزرگساده خواهد بود که متغیر بوده

و مقدار بیشتر آن در انتهای نشیمن قرار خواهد گرفت.



در عمل جهت سهولت محاسبات، این عکس العمل بصورت نیروی گسسته یکنواخت در

انتهای نشیمن در نظر گرفته می شود که طول آن برابر N در نظر گرفته می شود.



مراحل طراحی ابعاد ورق های نشیمن :

1- محاسبه N با توجه به کشیدگی بر بال و جان که بزرگترین مقدار بدست آمده از روابط زیر خواهد بود:

$$N = \max \left\{ \begin{array}{l} N \geq \frac{R}{0.75 \times f_y \times t_w} - k \\ N \geq k \\ N \geq \frac{R}{1.5 \times f_y \times t_w} \end{array} \right.$$

ضخامت جان تیر (نه کعبه)

2- عرض ورق نشیمن W باید بزرگتر از مقدار زیر باشد:

$$W \geq N + \text{فاصله مونتاژ}$$

3- ضخامت ورق نشیمن t_f :

بیشتر از ضخامت بال تیر انتخاب شود (محاسبه ندارد، فقط باید بیشتر باشد)

4- طول ورق نشیمن l_f :

با توجه به ابعاد تیر انتخاب می شود بطوریکه در هر دو طرف آن جای لازم برای اتصال وجود داشته باشد (محاسبه ندارد)



5- ضخامت ورق سخت کننده t_s : باید از روابط زیر پیروی کند:

الف- بیشتر از ضخامت جان تیر نباشد:

$$t_s > t_w$$

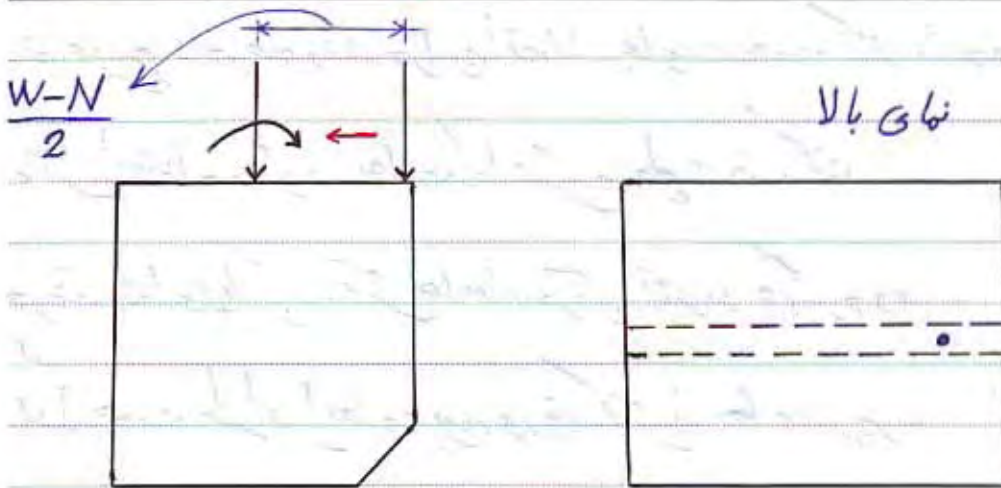
ب- نسبت عرض به ضخامت ورق سخت کننده نباید از مقدار $\frac{797}{\sqrt{F_y}}$ تجاوز کند (جهت کنترل گمانشهری این ورق)

$$\frac{w}{t_s} \leq \frac{797}{\sqrt{F_y}} \rightarrow t_s \geq \frac{w \sqrt{F_y}}{797}$$

ج- اندازه ورق سخت کننده باید طوری باشد که تنش در آن از مقدار مجاز تجاوز نکند:

$$f = \frac{R}{A} + \frac{M}{S} \leq F$$

لنگر

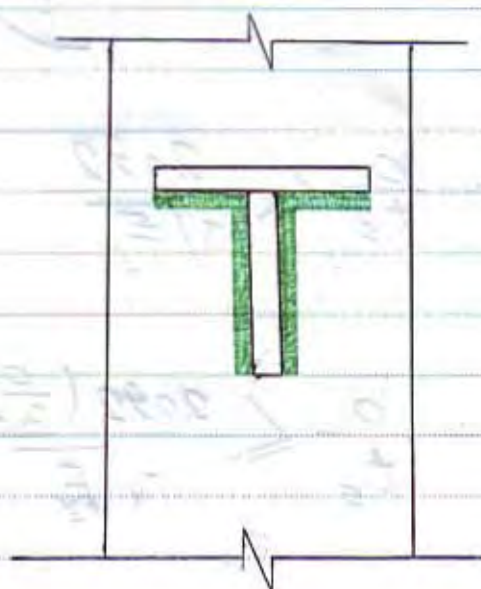


$$\frac{R}{t_s \cdot W} + \frac{R \left(\frac{W-N}{2} \right)}{t_s \cdot \frac{W^2}{6}} \leq 0.9 F_y$$

$$\frac{R}{t_s \cdot W} \left(1 + \frac{3W-3N}{W} \right) \leq 0.9 F_y$$

$$t_s = \frac{R(4W-3N)}{0.9 F_y \cdot W^2}$$

6- ارتفاع یا عمق ورق سخت کننده با توجه به طول جوش مورد نیاز بدست می آید:



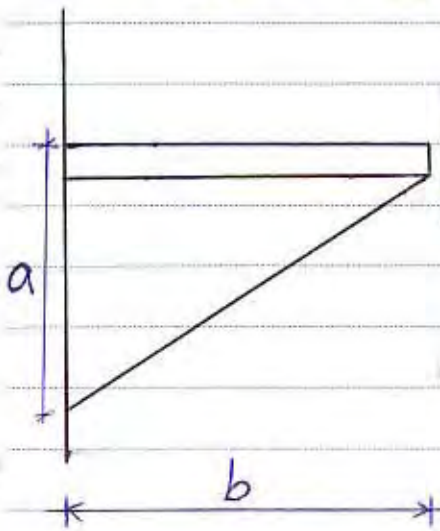
توضیح - در صورتیکه در این اتصال بجای سفت کننده دوز نقه ای از سفت کننده

مثل استفاده شود، بعلت کاهش مقطع سفت کننده

در قسمتهای پائین تنش حاصل در آن تشدید می گردد،

لذا جهت طرا م ابعاد این ورق کنترل های زیر

انجام می گیرد:



الف - کنترل تنش:

$$f_{max} = \frac{R}{b \cdot t_s} \leq 0.6 F_y$$

Z : ضریب است که بر حسب نسبت $\frac{b}{a}$ از نمودار مربوطه یا رابطه زیر بدست می آید:

$$Z = 1.39 - 2.2 \frac{b}{a} + 1.27 \left(\frac{b}{a}\right)^2 - 0.25 \left(\frac{b}{a}\right)^3$$

ب - کنترل گمانش:

$$0.5 \leq \frac{b}{a} \leq 1 \rightarrow \frac{b}{t_s} \leq \frac{2092}{\sqrt{F_y}}$$

$$1 \leq \frac{b}{a} \leq 2 \rightarrow \frac{b}{t_s} \leq \frac{2092 \left(\frac{b}{a}\right)}{\sqrt{F_y}}$$

مثال: عکس العمل یک تیر از IPE 27 ، 15 ton من باشد، اتصال ساده این تیر با شلیمین تقویت شده بطور کامل طرأض کنند.

$$\begin{aligned}
 N &\geq \frac{15000}{0.75 \times 2400 \times 0.66} - 2.52 = 10.2 \\
 N = \max \left\{ \begin{array}{l} N \geq 2.52 \\ N \geq \frac{15000}{1.5 \times 2400 \times 0.66} = 6.31 \end{array} \right. &\rightarrow N = 10.2
 \end{aligned}$$

$W \geq 10.2 + 1.2 = 11.4 \rightarrow W = 15 \text{ cm}$

$t'_f = 1.2 \text{ cm}$

$b'_f = 16 \text{ cm}$

اگر t_s جواب داد، انتخابهای t_f و b_f قابل قبول من باشند و گرنه باید آنها را بزرگتر کنیم.

$$\begin{aligned}
 t_s &\geq 0.66 \\
 t_s = \max \left\{ \begin{array}{l} t_s \geq \frac{W \sqrt{F_y}}{797} = \frac{15 \times \sqrt{2400}}{797} = 0.92 \quad \star \\ t_s \geq \frac{R(4W - 3N)}{0.9 F_y \cdot W^2} = \frac{15000(4 \times 15 - 3 \times 10.2)}{0.9 \times 2400 \times 15^2} = 0.9 \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

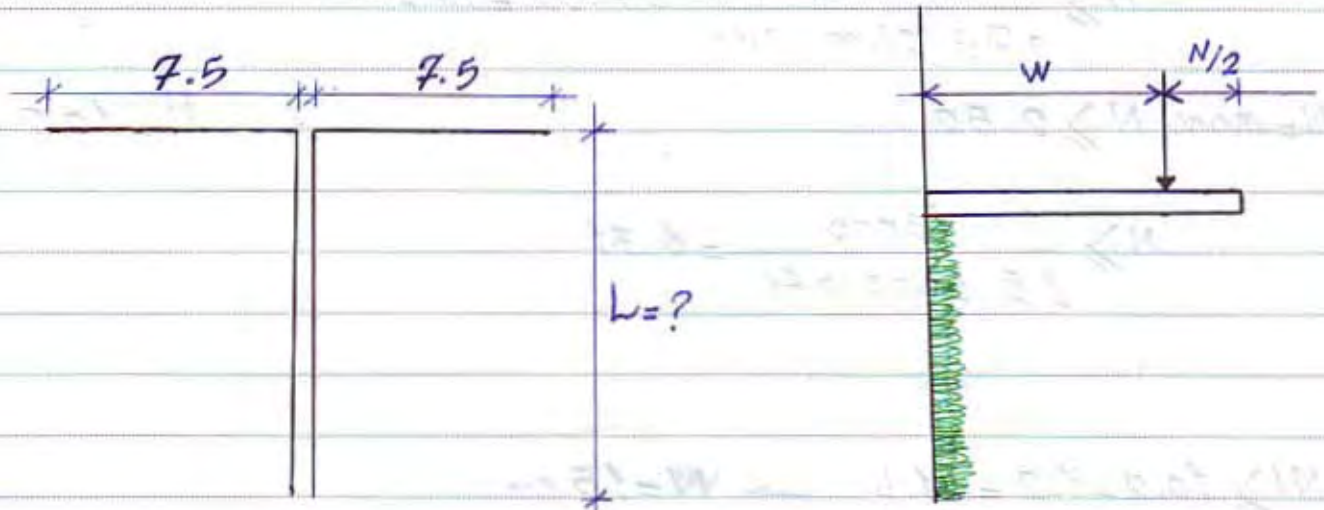
در کنترل t_s ، طأك اصل $t_s \geq \frac{W \sqrt{F_y}}{797}$ من باشد، چون برای هر ورق به تنهایی من باشد.

$t_s = 1 \text{ cm}$

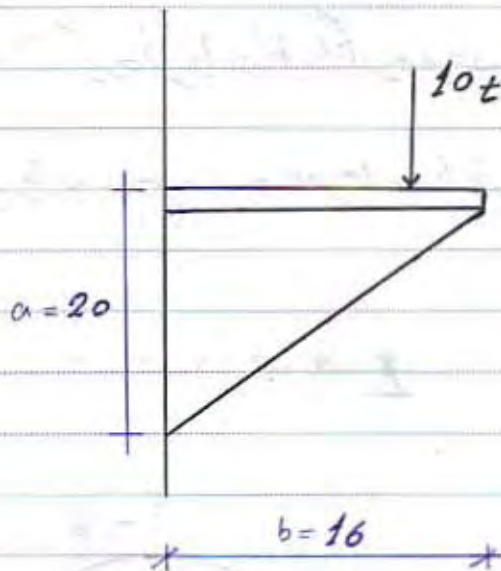
$$V = 15000$$

تصویر ۱: محاسبه طول جوش:

$$M = 15000 \left(15 - \frac{10.2}{2} \right) = 36000 \text{ kg.cm}$$



مثال - حداقل ضخامت پلک را در اتصال مثلث زیر محاسبه کنید.



$$Z = 1.39 - 2.2 \frac{16}{20} + 1.27 \left(\frac{16}{20} \right)^2 - 0.05 \left(\frac{16}{20} \right)^3 \rightarrow Z = 0.28$$

$$f = \frac{R}{b \cdot t_s} \leq 0.6 F_y$$

$$f = \frac{10000}{16 \times t_s \times 0.28} \leq 1440 \rightarrow t_s \geq 1.55 \text{ cm}$$

$$\frac{b}{a} = \frac{16}{20} = 0.8$$

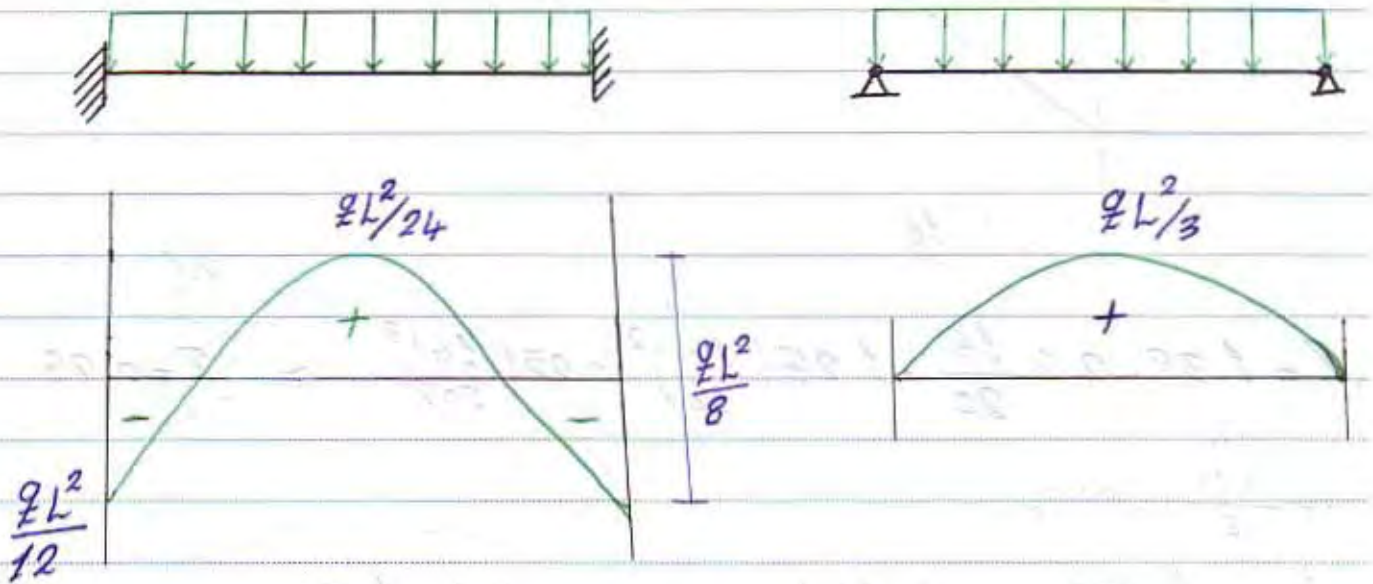
$$\frac{16}{t_s} \leq \frac{2092}{\sqrt{2400}}$$

$$t_s \geq 0.37$$

$$\frac{b}{t_s} \leq \frac{2092}{\sqrt{F_y}}$$

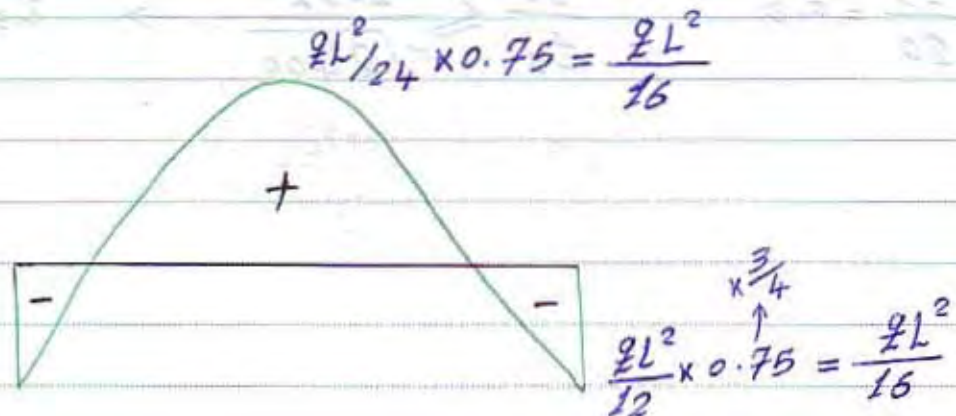
اتصال گیردار و نیمه گیردار تیر به ستون:

در اتصال گیردار باید کل گستر موجود در تکیه گاه توسط این اتصال تحمل و به ستون انتقال یابد. در مورد تیرهای با نیروی گسترده این گستر مطابق شکل خواهد بود:

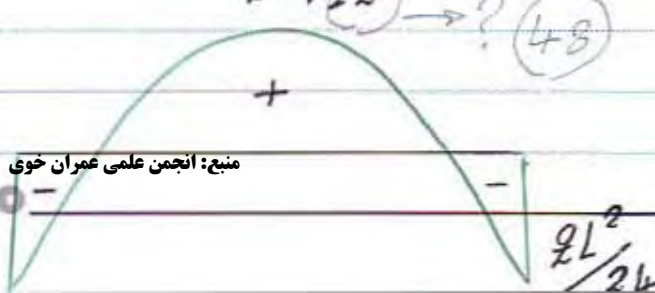


★ در اتصالات نیمه گیردار، درصدی از گستر به ستون انتقال می یابد.

مثال - اگر 75 درصد گستر به ستون انتقال یابد:

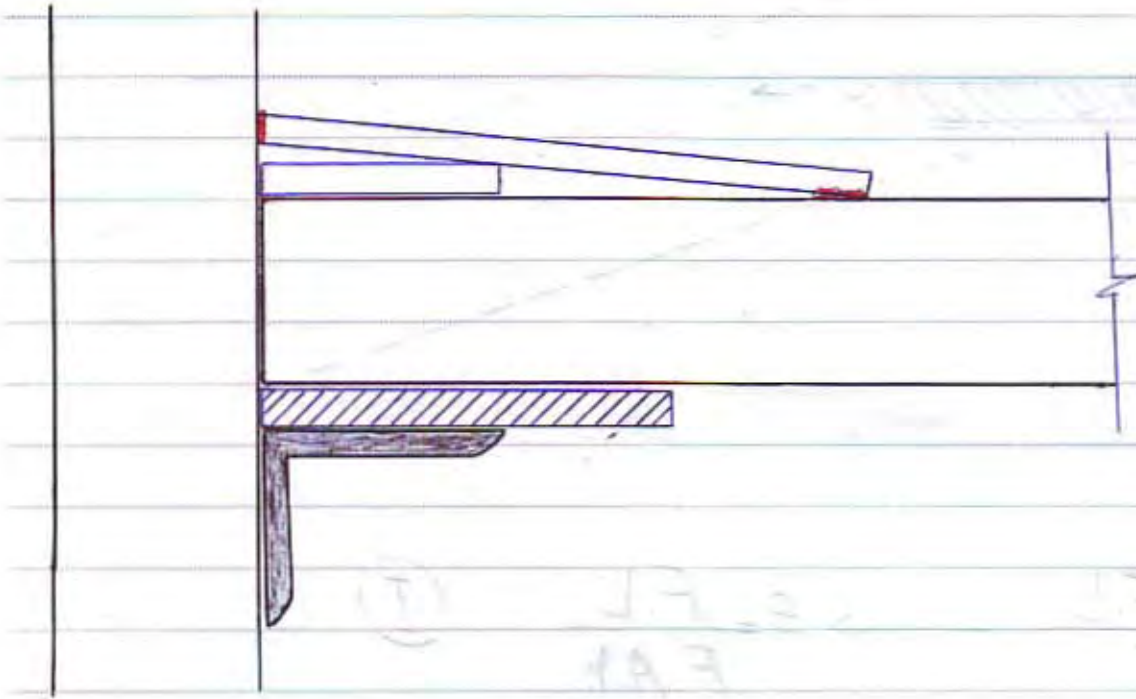


مثال - اگر 50 درصد گستر به ستون انتقال یابد:



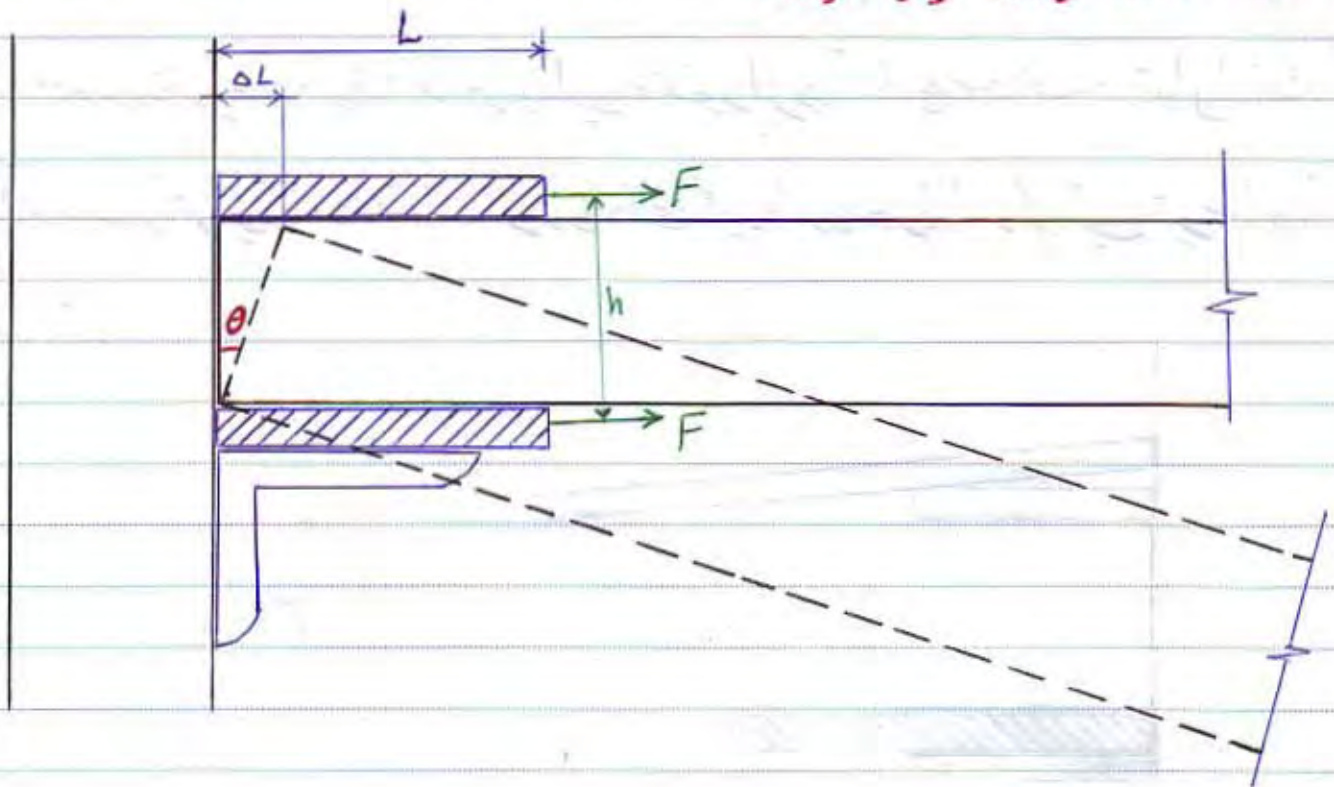
* برای تامین اتصال نیمه گیردار، طرأض طوری انجام می گیرد که امکان دوران تکیه گاه
تأحد مورد نیاز مقدور باشد. برای این منظور از روشهای مختلف می توان استفاده کرد
که معمول ترین آنها استفاده از ورقهای گیرداری در بالا و پایین تیر مطابق شکل

می باشد.



نمای بالا

محاسبه ایجاد ورق گیرداری:



$$\Delta L = h \cdot \theta = \frac{F \cdot L}{E \cdot A} \quad \rightarrow \quad \theta = \frac{F \cdot L}{E \cdot A \cdot h} \quad \text{I}$$

مقطع ورق

$$M = \frac{2EI}{L} (2\theta - \theta) - \frac{qL^2}{12} = \frac{2EI}{L} \theta - \frac{qL^2}{12} = -F \cdot h$$

$$\theta = \frac{L}{2EI} \left(\frac{qL^2}{12} - F \cdot h \right) \quad \rightarrow \quad \theta = \frac{qL^3}{24EI} - \frac{F \cdot h \cdot L}{2EI} \quad \text{II}$$

$$\text{I} = \text{II} \quad \rightarrow \quad \frac{qL^3}{24EI} - \frac{F \cdot L \cdot h}{2EI} = \frac{F \cdot L}{E \cdot A \cdot h} \quad \rightarrow$$

$$\rightarrow F = \frac{\frac{qL^3}{24I}}{\frac{L \cdot h}{2I} + \frac{L}{A \cdot h}} = A \cdot f$$

اگر تنش موجود در ورق را با $f = \frac{F}{A}$ نشان دهیم، می توان در رابطه بدست آمده جای F بزرگ، $A \times f$ قرار داده وسطی مقطع مورد نیاز ورق را بدست آورد.

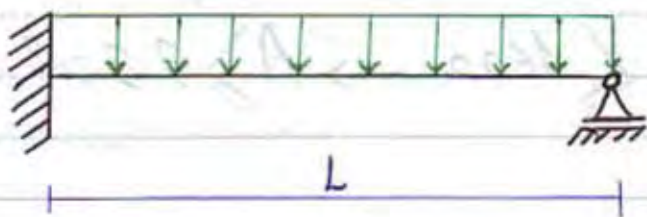
$$\frac{qL^3}{24I} = \frac{A \cdot f \cdot L \cdot h}{2I} + \frac{f \cdot L}{h}$$

$$A = \frac{2I}{f \cdot L \cdot h} \left(\frac{qL^3}{24I} - \frac{fL}{h} \right) \rightarrow A = \frac{qL^2}{12 \cdot f \cdot h} - \frac{2IL}{L \cdot h^2}$$

جهت جلوگیری از گمانش ورق باید طول آن از 30 برابر ضخامت کمتر باشد:

$$\frac{L}{t} \leq 30$$

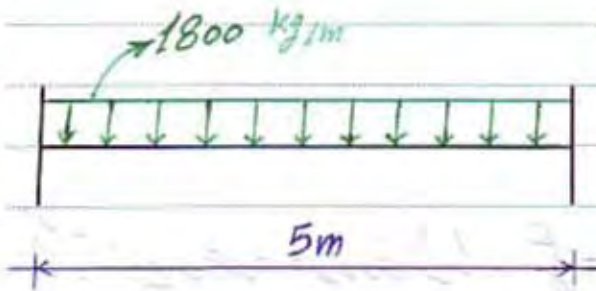
مثال - محاسبات بالار برای اتصال گیردار مقابل انجام دهید.



Subject:

Year: Month: Date: 90

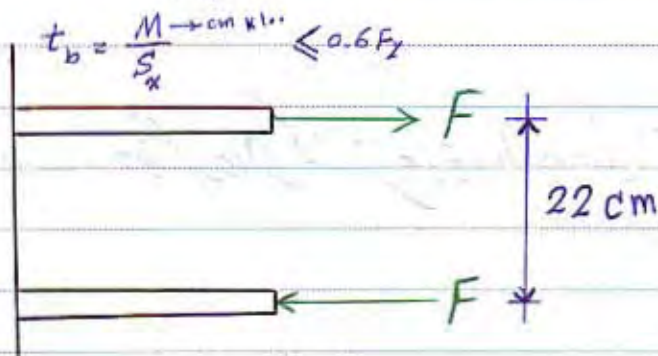
مثال - تیری به طول 5 متر با گسترده 1800 kg/m را تحمل می کنند، اتصال آن را با 90 درصد گیرداری در طرفین طراحی نمایید.



$$\bar{M} = \frac{1800 \times 25}{12} = 3750 \text{ kg.m}$$

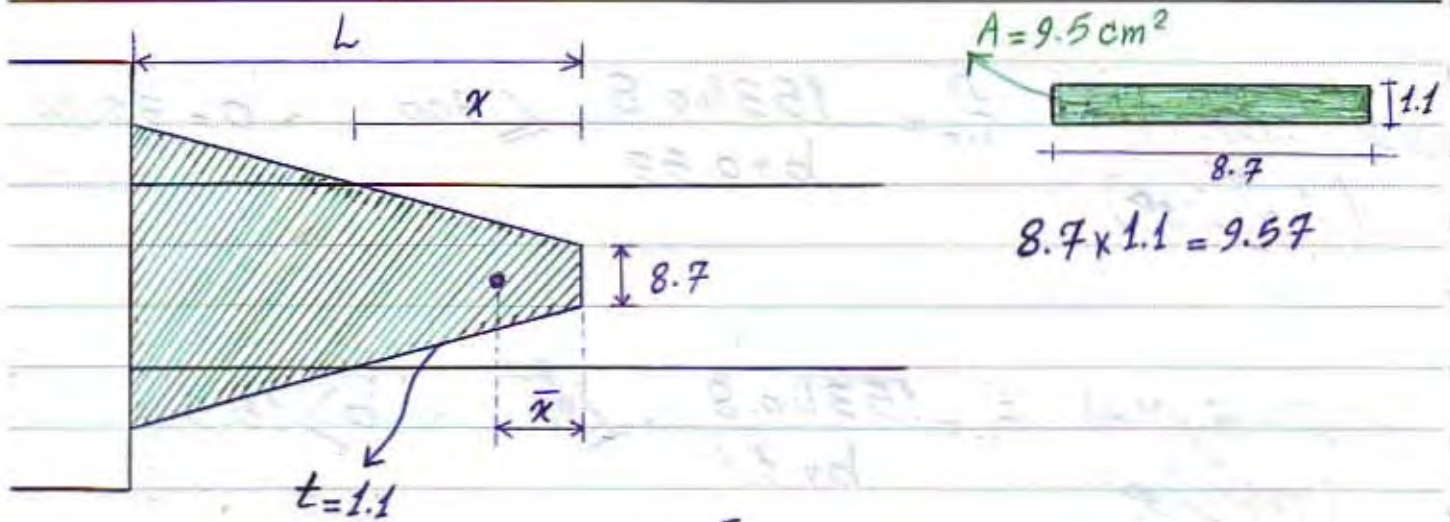
$$M = 0.9 \bar{M} = 3375 \text{ kg.m}$$

$$t_b = \frac{3375 \times 100}{S_x} \leq 1440 \rightarrow S_x \geq 234.3 \text{ cm}^3 \xrightarrow[\text{استاندارد}]{\text{جدول}} \text{IPE 22}$$



$$F = \frac{3375 \times 100}{22} = 15340.8 \text{ kg}$$

$$f_t = \frac{F}{A} \leq f_t \rightarrow \frac{15340.8}{A} \leq 1600 \rightarrow A \geq 9.5 \text{ cm}^2$$



$$A = \frac{2L^2}{12fh} - \frac{2IL}{h^2L}$$

$$f = \frac{F}{A}$$

$$f = \frac{15340.8}{9.57} = 1603$$

$$9.57 = \frac{18 \times 500^2}{12 \times 1603 \times 22} - \frac{2 \times 2770 \times L}{22^2 \times 500} \rightarrow L = 46.45$$

طول ورق \rightarrow min

برای جلوگیری از گمانش $\frac{L}{t} \leq 30 \rightarrow L \leq 30 \times 1.1 \rightarrow L = 33$

$$L = 33 \text{ cm}$$

یک ورق 11 میلیمتری را به 9.2 میلیمتری جوئیم دهیم :

$$t_{\min} = 9.2$$

$$t_e = \left(\frac{D}{9.2 - 1.6_{\text{mm}}} \right) \times 0.7 = 0.53 \text{ cm}$$

تیب اتصال ورقه:

$$f_v = \frac{15340.8}{(2x + 8.7) \times 0.53} \leq 0.3 F_u \times \phi = 900 \rightarrow x = 11.7 \text{ cm}$$

طول جوئش

Subject:

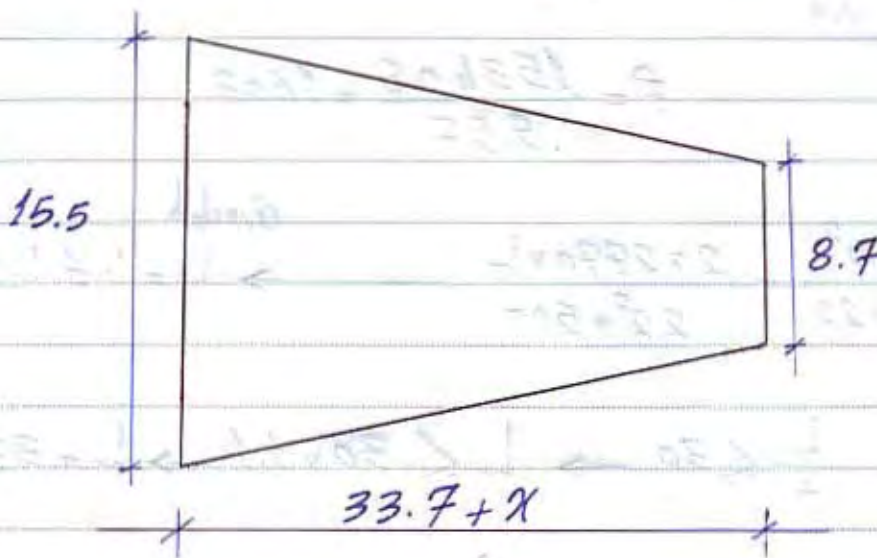
Year. Month. Date. 92 ()

اتصال ورق به ستون (جوش گسترده)

$$f_v = \frac{15340.8}{b \times 0.53} \leq 900 \rightarrow b = 32.16$$

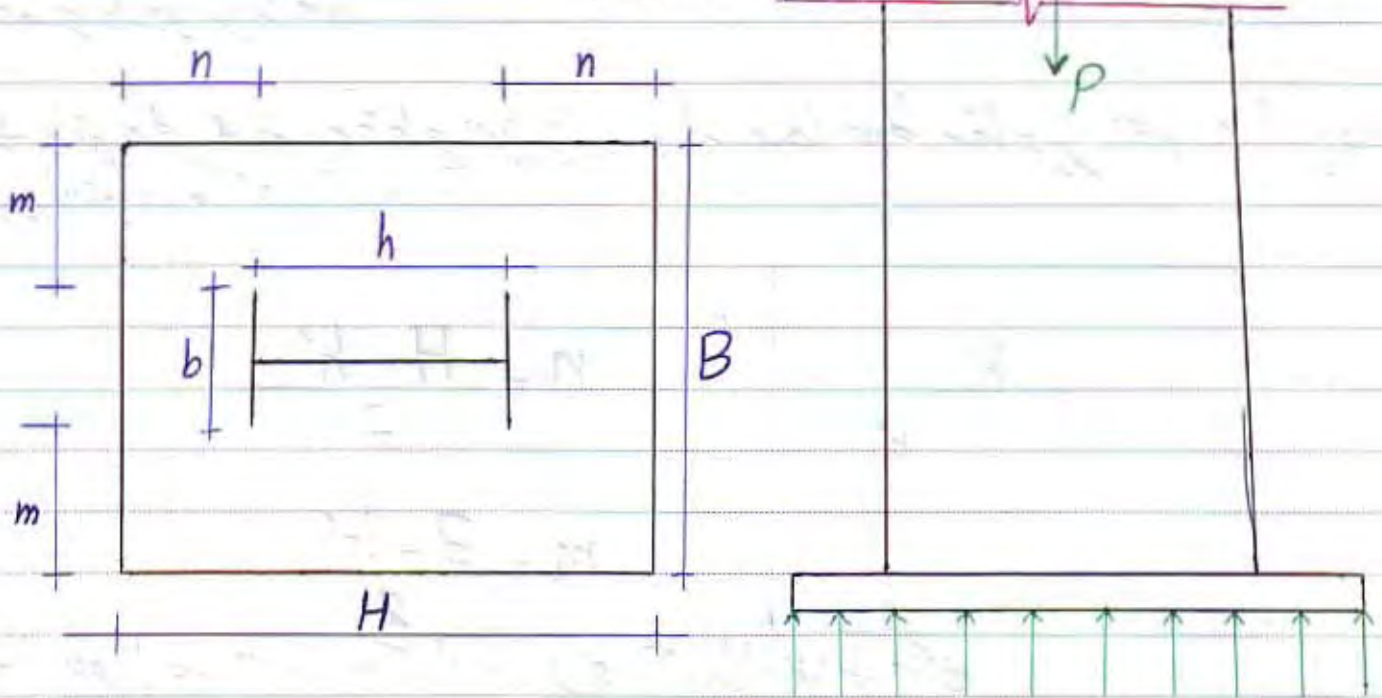
اتصال ورق به ستون (جوش شیاره)

$$f_v = \frac{15340.8}{b \times 1.1} \leq 900 \rightarrow b \geq 15.5 \text{ cm}$$



بیس و پلست (صفحه زیر ستون)

توزیع فشار: با توجه به اینکه مقاومت بتن کمتر از فولاد است لذا جهت انتقال نیروی ستون به بتن باید سطحی اثر آن افزایش یابد.



اگر ستون تحت تأثیر نیروی محوری قرار بگیرد تنش‌های حاصله در بیس پلست (عکس العمل) وارده بر بتن (بی) برابر خواهد بود با:

$$f_c = \frac{P}{H \times B} \leq F_c$$

F_c : تنش مجاز فشاری بتن

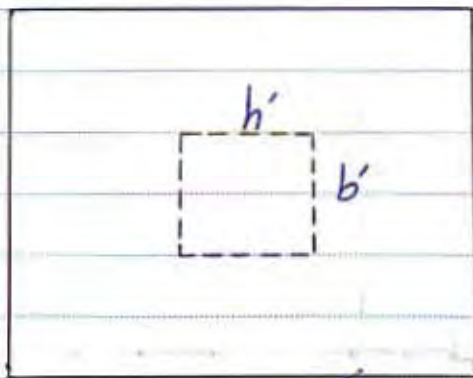
$$F_c = 0.35 f'_c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 0.7 f'_c$$

A_1 : سطح ورق بیس پلست
 A_2 : سطح بتن

f'_c : مقاومت فشاری 28 روزه نمونه استوانه‌ای

از رابطه بالا حاصل ضرب $B \times H$ بدست می آید با توجه به اینکه برای محاسبه ضخامت ورق آنرا مثل تیر کشتولی که تحت تأثیر نیروی گسسته قرار دارد در نظر می گیرند، لذا بهتر است مقادیر m و n طبق نقشه نزدیک هم و یا برابر باشند.

★ با توجه به نوع مقطع ستون، برای محاسبه مقادیر m و n از روابط زیر استفاده می کنیم.

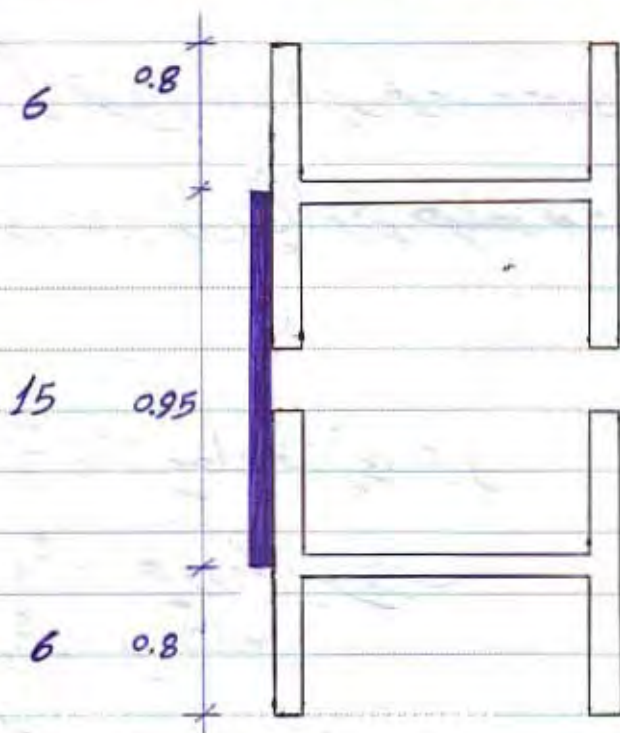


$$n = \frac{H - h'}{2}$$

$$m = \frac{B - b'}{2}$$

★ از دو رابطه m و n هر کدام بزرگتر بود آن را انتخاب می کنیم.

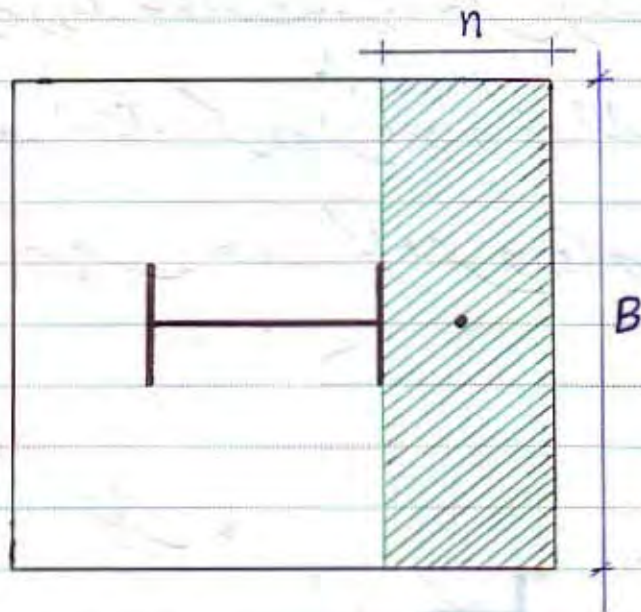
$$\left. \begin{array}{l} h' = 0.95h \\ b' = 0.8b \end{array} \right\} : \text{در مورد IPB}$$



$$15 \times 0.95 + 12 \times 0.8$$

گسترش داده شده توسط سیویل بوک

با معلوم شدن مقادیر m و n ، ضخامت ورق از رابطه زیر بدست می آید

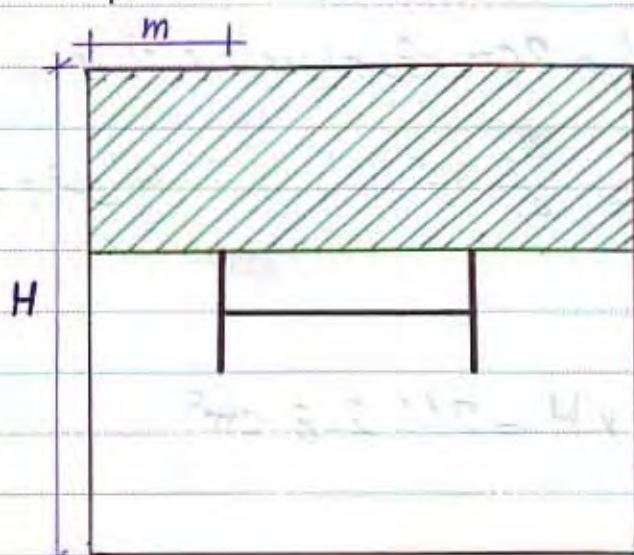


$$M = f_c \times B \times n \times \frac{n}{2} = \frac{f_c \cdot B}{2} \times n^2$$

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{\frac{f_c \cdot B}{2} \times n^2}{\frac{B t^2}{6}} = \frac{3 f_c n^2}{t^2} \leq F_b \rightarrow F_b = 0.75 F_y$$

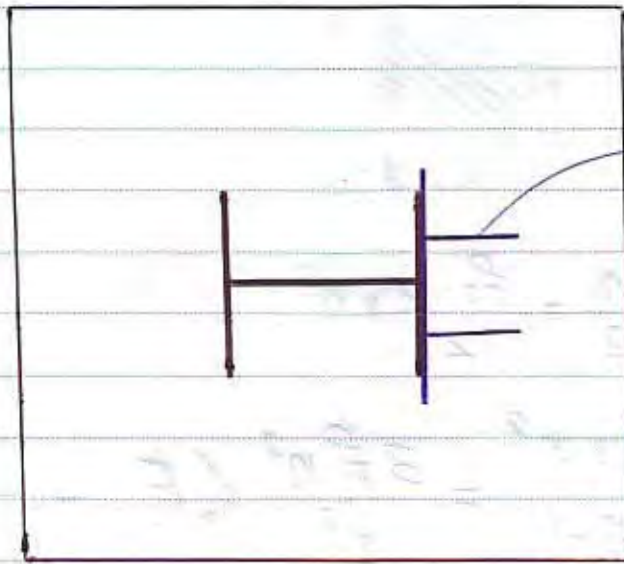
$$t \geq \sqrt{\frac{3 f_c n^2}{0.75 F_y}} \rightarrow t \geq \sqrt{\frac{4 f_c n^2}{F_y}} \quad \text{I}$$

همانند بالا خواهیم داشت :



$$t \geq \sqrt{\frac{4 f_c m^2}{F_y}} \quad \text{II}$$

- ★ از دو رابطه I و II هر کدام بیشتر بود، آن را انتخاب می‌کنیم
- ★ در صورتیکه ضخامت ورق خیلی زیاد باشد می‌توان از قرار دادن دو ورق روی هم استفاده کرد و در این صورت باید ورق بالایی بطور مستقیمی بر ورق پایینی جوئی شود. همچنین جهت کاهش ورق می‌توان از ورق گسسته استفاده کرد.

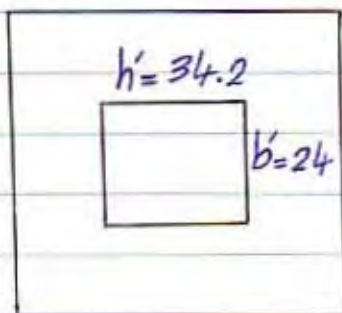


مثال - ستونی با مقطع IPB 36، نیروی محوری $150t$ تحمل می‌کند. اگر مقاومت فشاری بتن 200 kg/cm^2 باشد، ابعاد ورق سیر پلیت را مقرر کنید. (حد اکثر ضخامت ورق 2 cm می‌باشد)

★ وقتی ابعاد بتن داده نشود $\frac{A_2}{A_1}$ را 1 در نظر می‌گیریم.

$$F_c = 0.35 \times \overset{f_c'}{200} = 70$$

$$f_c = \frac{150000}{B \times H} \leq 70 \rightarrow B \times H = 2142.8 \text{ cm}^2$$



$$b' = 30 \times 0.8 = 24 \text{ cm}$$

$$\text{IPB 36} \rightarrow \begin{cases} h = 36 \rightarrow h' = 0.95h = 34.2 \\ b = 30 \rightarrow b' = 0.8b = 24 \end{cases}$$

از $B \times H = 2142.8$ جذری بگیریم و عدد ابعاد بدست می آید.

$$B = 41.8$$

$$H = 52$$

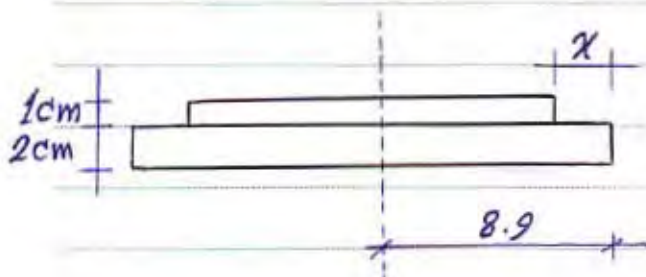
$$\rightarrow \begin{cases} n = \frac{52 - 34.2}{2} = 8.9 \\ m = \frac{41.8 - 24}{2} = 8.9 \end{cases}$$

نکته: برای بدست آوردن B و H : ابتدا $h' - b' = 0 \div 2$ جواب بدست آمده را یکبار به جذر $B \times H$ اضافه کرده و یکبار کم می کنیم عدد کوچکتر را B و عدد بزرگتر را H قرار می دهیم.

$$t \geq \sqrt{\frac{4 \times 69 \times 8.9^2}{2400}} \rightarrow t \geq 3 \text{ cm}$$

$$f_c = \frac{150000}{41.8 \times 52} = 69 < 70 \rightarrow \text{ok}$$

چون حداکثر ضخامت ورق مورد استفاده 2 cm است باید از دو ورق روی هم استفاده کنیم.



$$t = 2 = \sqrt{\frac{4 \times 69 \times x^2}{2400}} \rightarrow x = 5.9$$

