

به نام خدا



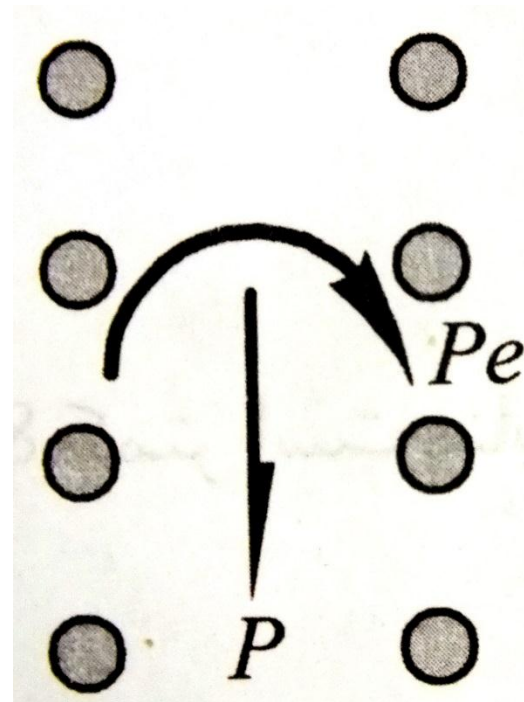
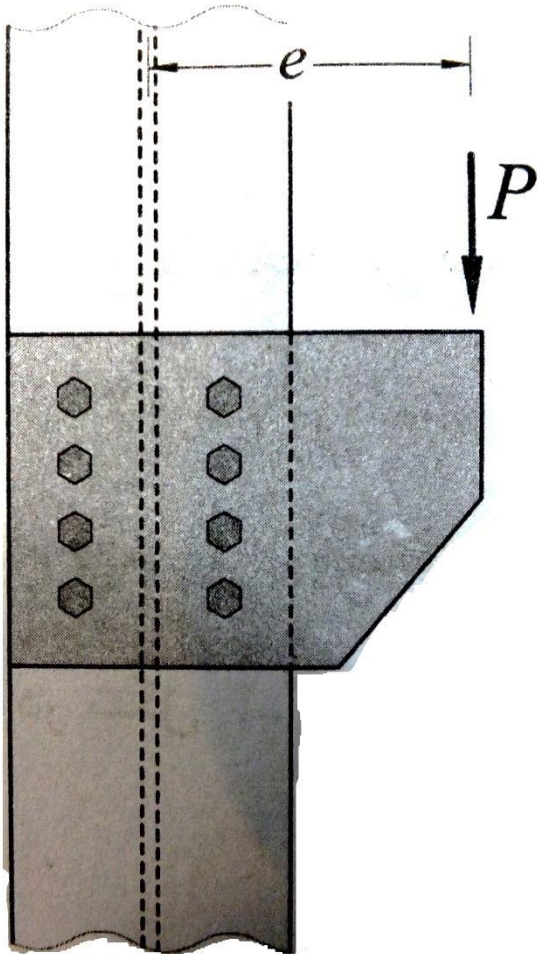
دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان  
گروه عمران

## طراحی سازه های فولادی ۲

اتصالات پچی

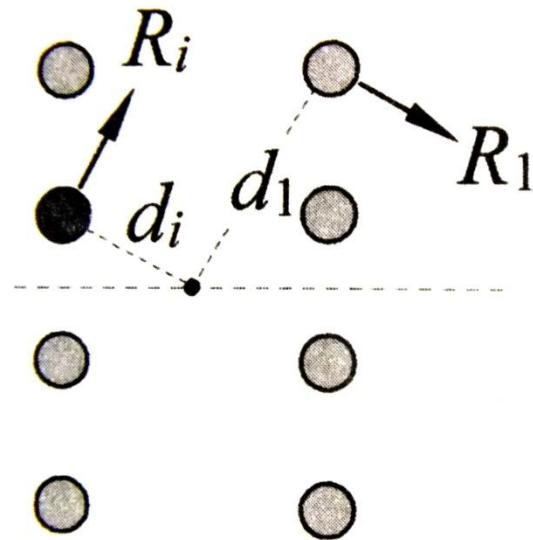
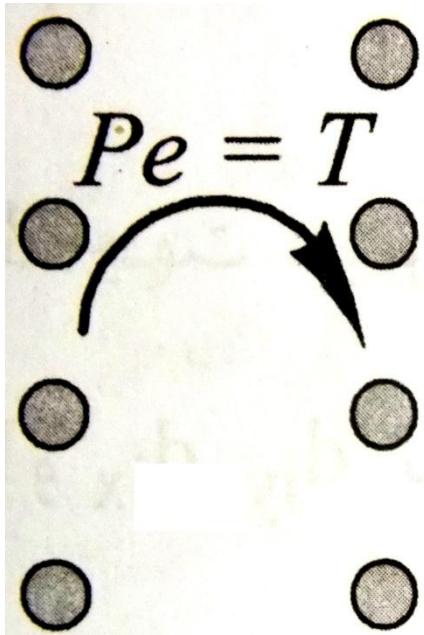
## اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و لنگر پیچشی

چنانچه خط اثر نیروی اعمالی از مرکز هندسی مجموعه پیچ عبور نکند، اتصال پیچی علاوه بر نیروی برشی تحت اثر لنگر پیچشی نیز قرار دارد



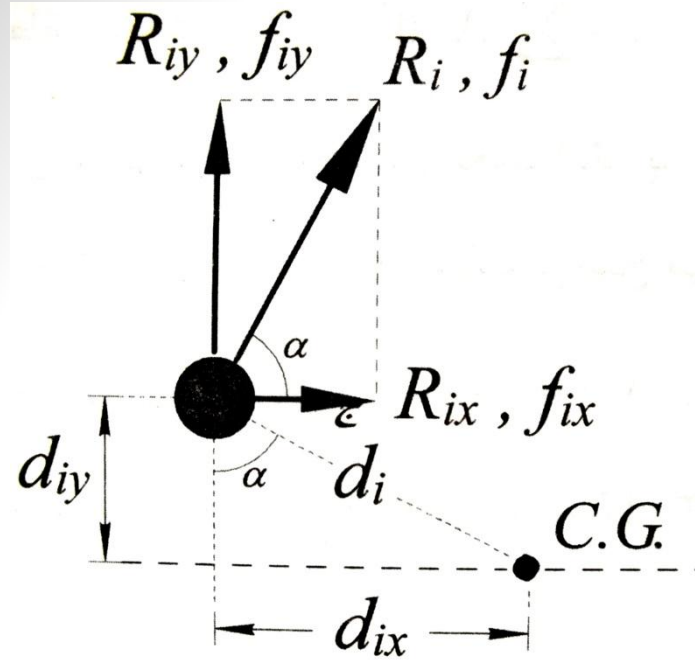
## اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و لنگر پیچشی

نیروی برشی  $P$  تنش برشی یکسانی در کلیه پیچ ها ایجاد می کند. اما برای محاسبه تنش برشی ناشی از لنگر پیچشی فرض می شود که تنش برشی در هر پیچ متناسب با فاصله آن از مرکز سطح پیچ ها می باشد.



$$\tau = \frac{Tr}{j}$$

$$\frac{f_1}{d_1} = \frac{f_2}{d_2} = \frac{f_i}{d_i}$$

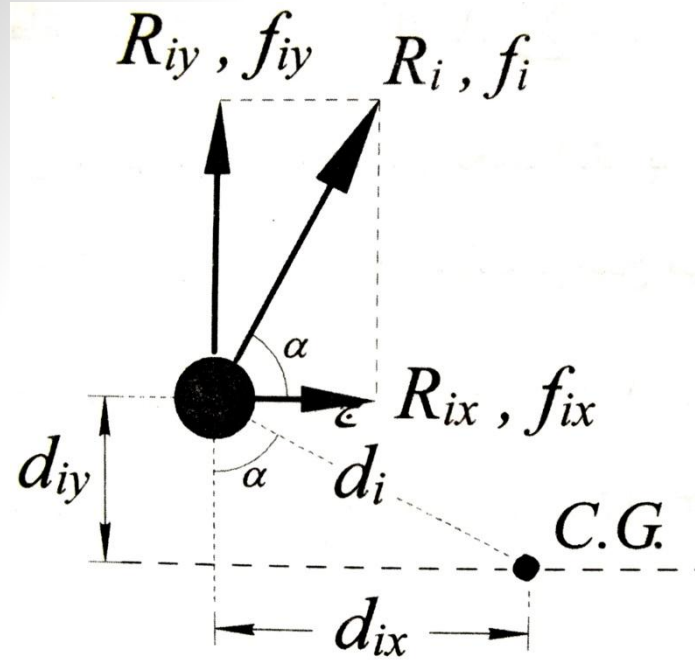


$$R_i = f_i A_i$$

$$T = \sum R_i d_i$$

$$T = \sum f_i A_i d_i = \sum \frac{f_1}{d_1} A_i (d_i)^2 = \frac{f_1}{d_1} \sum A_i (d_i)^2$$

$$f_1 = \frac{T d_1}{\sum A_i (d_i)^2} \quad \rightarrow \quad f_i = \frac{T d_i}{\sum A_i (d_i)^2}$$



$$f_i = \frac{Td_i}{\sum A_i(d_i)^2}$$

$$d_i^2 = d_{ix}^2 + d_{iy}^2$$

$$\cos \alpha = \frac{d_{iy}}{d_i} = \frac{f_{ix}}{f_i} \rightarrow f_{ix} = \frac{f_i d_{iy}}{d_i}$$

$$\sin \alpha = \frac{d_{ix}}{d_i} = \frac{f_{iy}}{f_i} \rightarrow f_{iy} = \frac{f_i d_{ix}}{d_i}$$

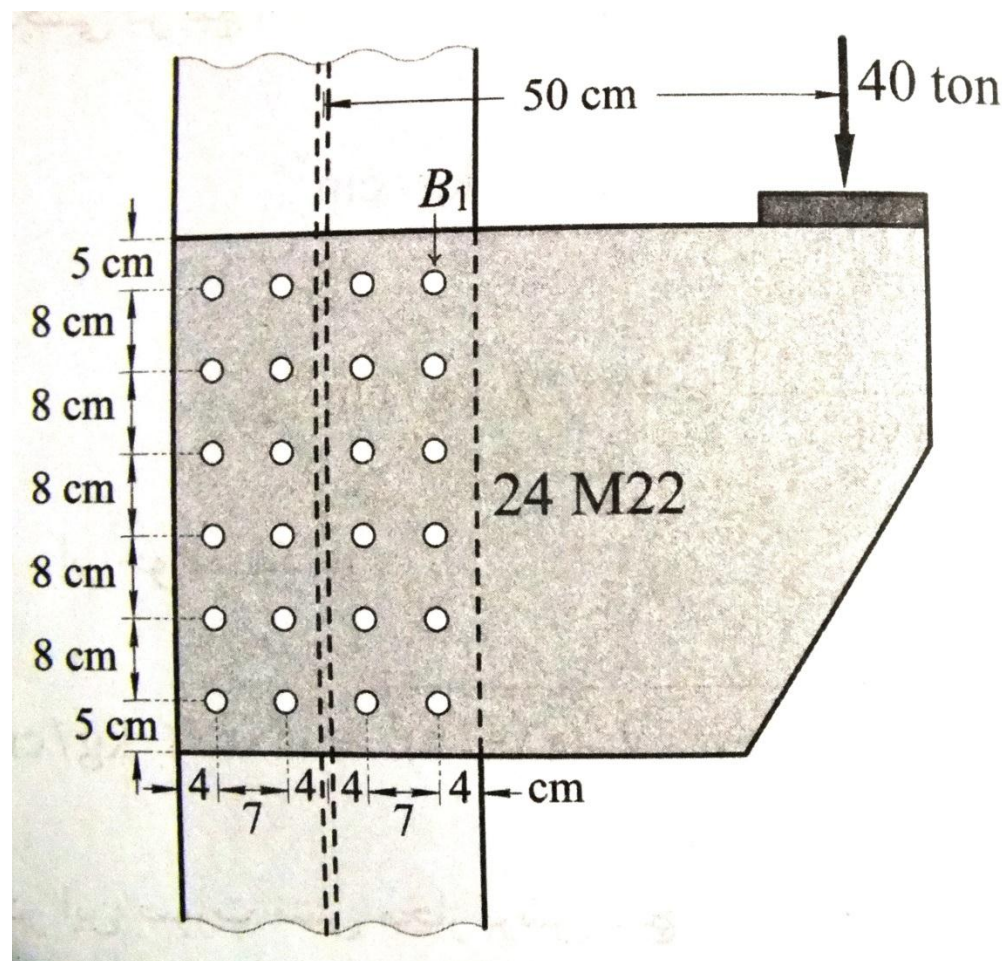
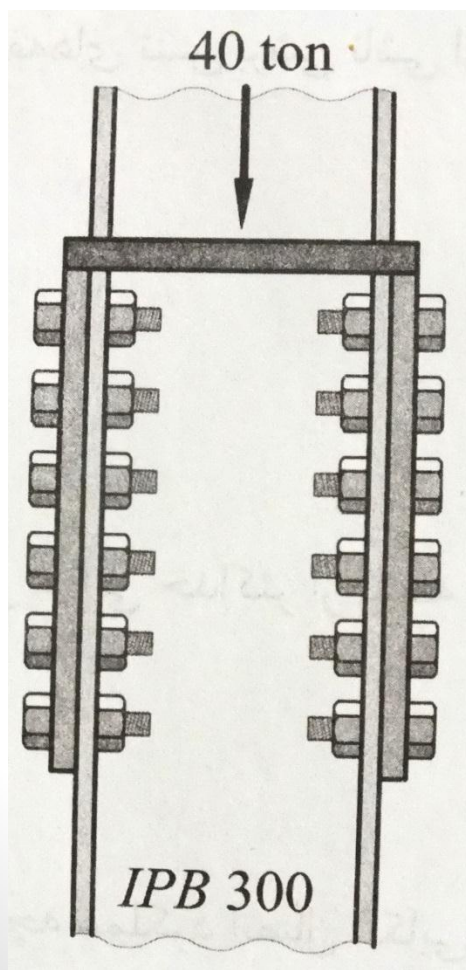
$$f_{ix} = \frac{Td_{iy}}{\sum A_i(d_{ix}^2 + d_{iy}^2)}$$

$$f_{iy} = \frac{Td_{ix}}{\sum A_i(d_{ix}^2 + d_{iy}^2)}$$

$$f_r = \sqrt{f_{ix}^2 + (f_{iy} + f_{sy})^2}$$

## اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و لنگر پیچشی

**مثال :** در اتصال نشان داده شده در شکل زیر نیروی ( $P = 40 \text{ ton}$ ) توسط دو ورق لچکی به بال ها ستون IPB300 منتقل می شود. حداکثر تنش برشی در پیچ های اتصال را با فرض عملکرد اتکایی و اصطکاکی تعیین کرده و با تنش های مجاز مربوطه مقایسه نمایید. پیچ ها از نوع 10.9 مطابق استاندارد DIN آلمان و با قطر ۲۲ میلی متر می باشند. سوراخ ها استاندارد هستند. سطح برش از دندانه ها عبور می کند.





$$P = 40 \div 2 = 20 \text{ ton} \quad \rightarrow \quad T = 20 \times 50 = 1000 \text{ ton.cm}$$

$$A_i = \frac{\pi}{4} (2.2)^2 = 3.8 \text{ cm}^2$$

$$j = \sum A_i (d_{ix}^2 + d_{iy}^2)$$

$$= 3.8 [12 \times 4^2 + 12 \times 11^2 + 8(20^2 + 12^2 + 4^2)] = 23271.2 \text{ cm}^4$$

پیچ B1 در گوشه بالا سمت راست بیشترین تنش برشی را تجربه میکند. چون در این پیچ مولفه قائم تنش برشی ناشی از لنگر پیچشی T هم راستا با مولف تنش برشی ناشی از نیروی P بوده و هر دو به سمت پایین هستند

$$f_{ix} = \frac{Td_{iy}}{\sum A_i (d_{ix}^2 + d_{iy}^2)} = \frac{1000 \times 1000 \times 20}{23271.2} = 859.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{iy} = \frac{Td_{ix}}{\sum A_i (d_{ix}^2 + d_{iy}^2)} = \frac{1000 \times 1000 \times 11}{23271.2} = 472.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{sy} = \frac{P}{nA_b} = \frac{20000}{24 \times 3.8} = 219.3 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_r = \sqrt{f_{ix}^2 + (f_{iy} + f_{sy})^2} = \sqrt{(859.4)^2 + (472.7 + 219.3)^2} = 1103.4 \text{ kg/cm}^2$$

چنانچه عملکرد اتصال اتکایی باشد.

$$f_r = 1103.4 \text{ kg/cm}^2 \leq 0.2F_u = 2000 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow ok$$

چنانچه عملکرد اتصال اصطکاکی باشد.

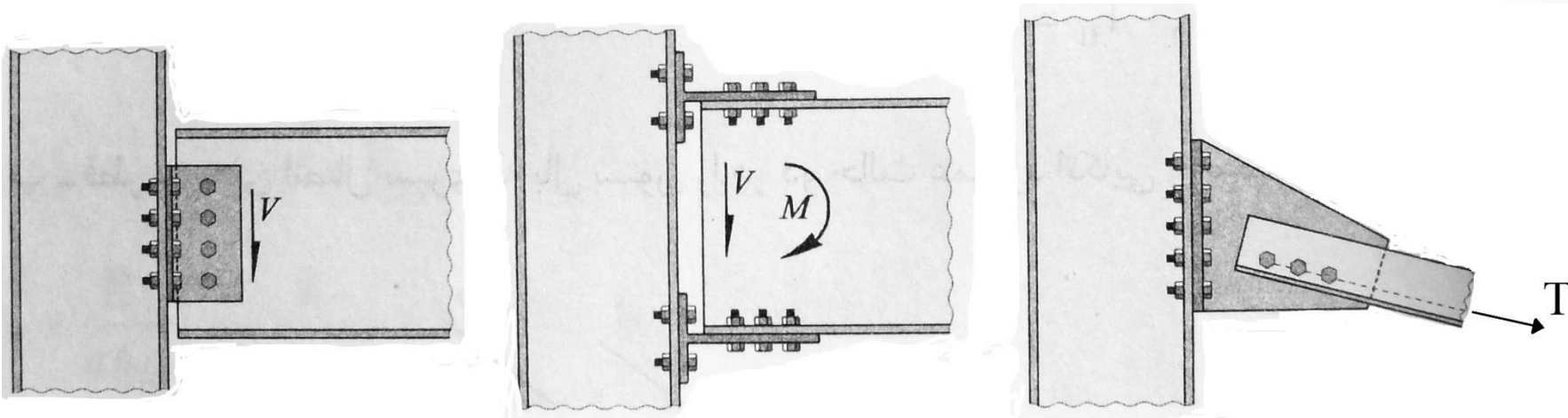
$$f_r = 1103.4 \text{ kg/cm}^2 \leq 0.15F_u = 1500 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow ok$$





## اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و نیروی کشش

مطابق اشکال زیر در اتصالات اعضای سازه ای موارد متعددی وجود دارد که مجموعه پیچ ها تحت اثر همزمان نیروی برشی و نیروی کششی قرار دارند.



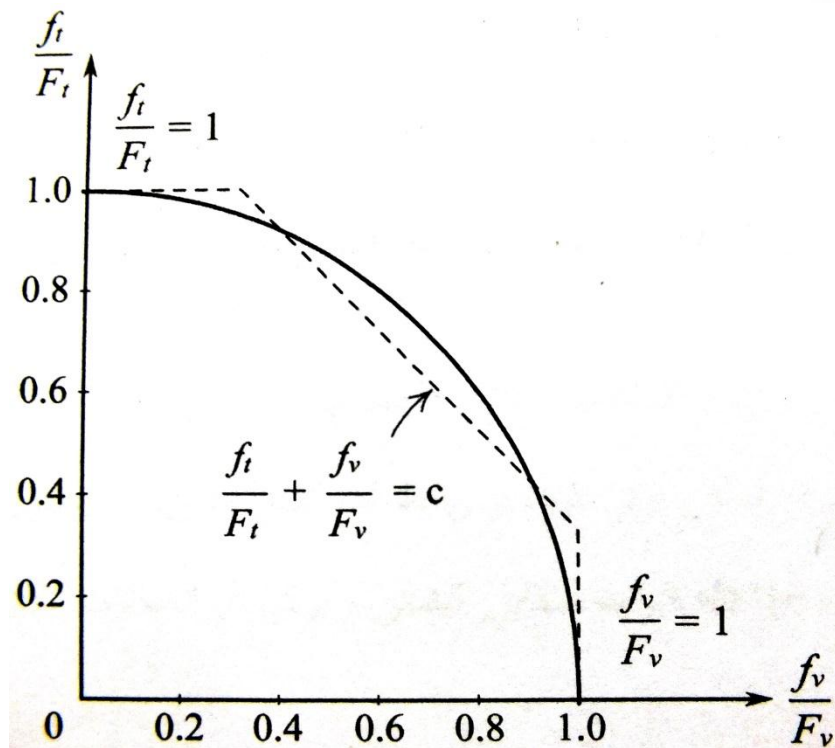
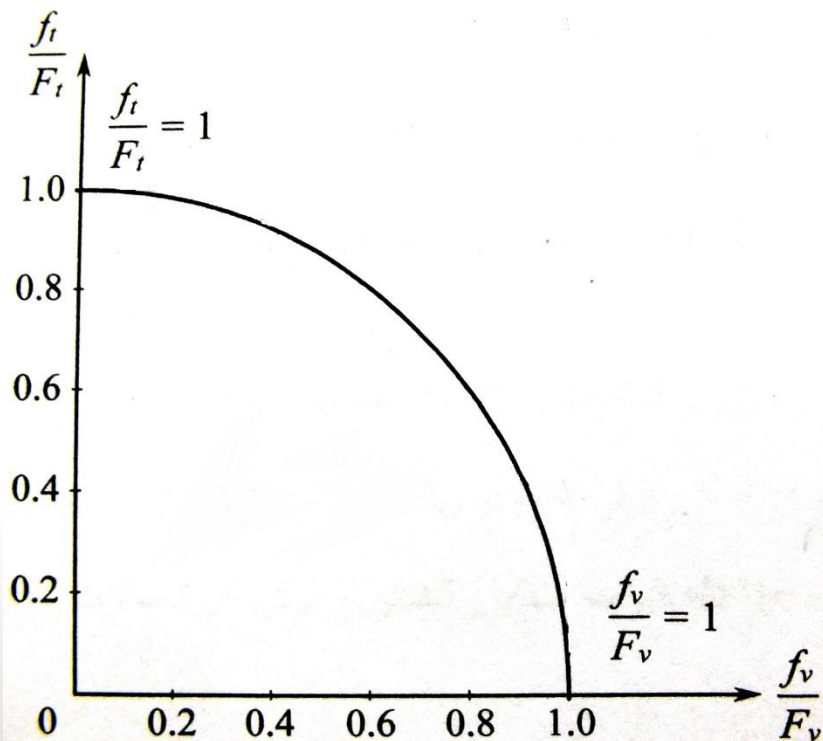
تحت برش مستقیم و کشش حاصل از لنگر خمشی

پیچ های متصل به ستون تحت کشش و برش مستقیم

## اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و نیروی کشش

**اتصالات اتکایی:** با توجه به آزمایشات به عمل آمده رابطه زیر برای بیان اندرکنش تنش برشی و تنش کششی در پیچ ارائه شده است.

$$\left(\frac{f_v}{F_v}\right)^2 + \left(\frac{f_t}{F_t}\right)^2 \leq 1 \quad \xrightarrow{\text{AISC}} \quad \left(\frac{f_v}{F_v}\right) + \left(\frac{f_t}{F_t}\right) \leq c$$



# اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و نیروی کشش

اتصالات اتکایی:

$$\left(\frac{f_v}{F_v}\right)^2 + \left(\frac{f_t}{F_t}\right)^2 \leq 1$$

مبحث دهم مقررات ملی

پیچ های معمولی رابطه خطی

پیچ های پر مقاومت رابطه تعدیل شده که به صورت بیضوی است

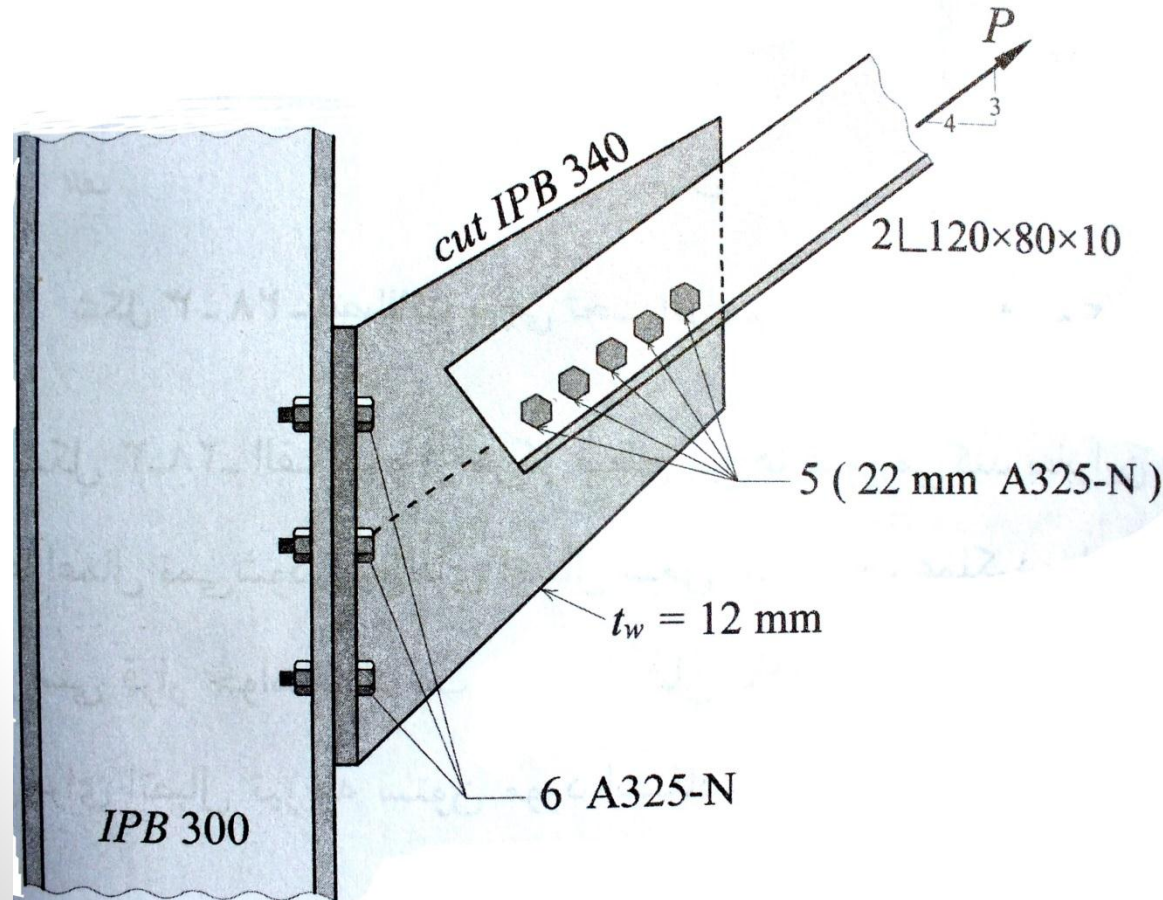
نوع وسیله اتصال	سطح برشی از قسمت دندانه شده می گذرد	سطح برش خارج از قسمت دندانه شده قرار دارد
پیچ معمولی	$F_t = 0.43 F_u - 1/8 f_v \leq 0.33 F_u$	$F_t = 0.43 F_u - 1/8 f_v \leq 0.33 F_u$
پیچ پر مقاومت	$F_t = \sqrt{(0.38 F_u)^2 - 4/39 f_v^2}$	$F_t = \sqrt{(0.38 F_u)^2 - 2/15 f_v^2}$
قطعه دندانه شده	$F_t = 0.43 F_u - 1/8 f_v \leq 0.33 F_u$	$F_t = 0.43 F_u - 1/4 f_v \leq 0.33 F_u$
پرچ	$F_t = 1/0.5 F_y - 1/3 f_v \leq 0.5 F_y$	

در حالت هایی که تنش مجاز برای اثر باد یا زلزله طبق ماده ۱۰ - ۱ - ۱ - ۵ - ۲ افزایش داده می شود. ضرایب در روابط جدول ۱۰ - ۱ - ۱۰ - ۷ نیز باید به میزان یک سوم افزایش یابد ولی ضریب مربوط به  $f_v$  را نباید افزایش داد.


**مثال:** اتصال نشان داده شده در شکل زیر نیروی  $P$  را از زوج نبشی توسط اتصال سپری به بال ستون IPB300 توسط ۶ عدد پیچ A325 منتقل می کند. اتصال نبشی به سپری از نوع اتکایی است و پیچ های اتصال آن دارای قطر اسمی ۲۲ میلی متر از نوع A325 با  $F_u = 8000 \text{ Kg/cm}^2$  می باشند.

**الف:** حداکثر نیروی  $P$  که می توان با توجه به ظرفیت نبشی به اتصال اعمال نمود را تعیین کنید.

**ب:** قطر پیچ های اتصال سپری به بال ستون را در حالت عملکرد اتکایی تعیین کنید.



$$A_g = 19.1 \text{ cm}^2$$



$$\frac{P_1}{A_g} = \frac{P_1}{2 \times 19.1} \leq 0.6 F_y = 1440 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow P_1 \leq 55008 \text{ kg}$$

$$A_n = 2[19.1 - 1(2.2 + 0.4)] = 33 \text{ cm}^2$$

**طبق آیین نامه:** برای نبشی ها چنانچه توسط یک بال متصل شده باشند و حداقل سه وسیله اتصال در هر ردیف در امتداد تاثیر نیرو موجود باشد:  $U = 0.85$

$$A_e = U A_n \rightarrow A_e = 0.85 \times 33 = 28.05 \text{ cm}^2$$



$$\frac{P_2}{A_e} = \frac{P_2}{28.05} \leq 0.5 F_u = 2000 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow P_2 \leq 56100 \text{ kg}$$

$$\frac{P_3}{nA_b} = \frac{P_3}{5 \times 3.8 \times 2} \leq 0.2F_y = 1600 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow P_3 \leq 60800 \text{ kg}$$

کنترل لهیدگی در جداره جان سپری

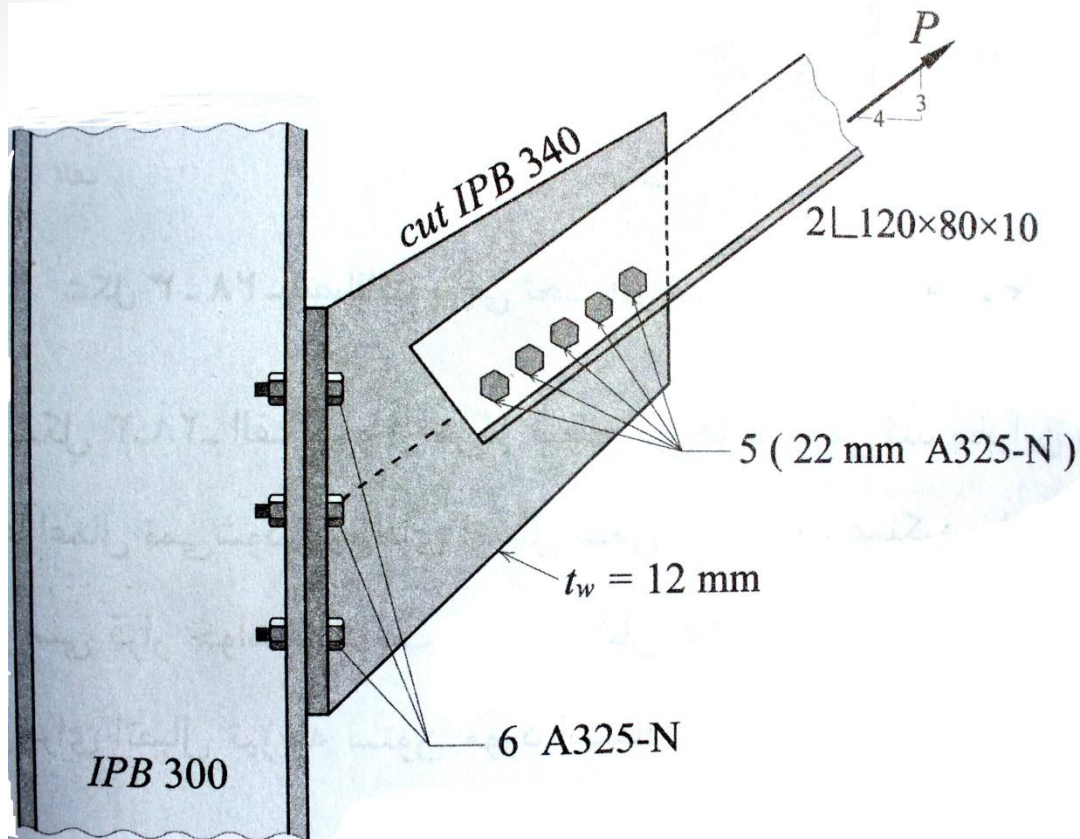
$$\frac{P_4}{nd_b t_w} = \frac{P_4}{5 \times 2.2 \times 1.2} \leq F_p = 1.2F_u = 4800 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow P_4 \leq 63360 \text{ kg}$$

$$P = \min(P_1, P_2, P_3, P_4)$$

$$= \min(55008, 56100, 60800, 63360) = 55 \text{ ton}$$



ب: قطر پیچ های اتصال سپری به بال ستون را در حالت عملکرد اتکایی تعیین کنید.



$$P_x = P \cos \alpha = 55000 \times 0.8 = 44000 \text{ kg} \rightarrow \text{کششی}$$

$$P_y = P \sin \alpha = 55000 \times 0.86 = 33000 \text{ kg} \rightarrow \text{برشی}$$

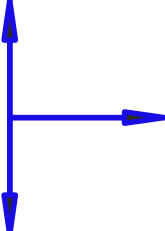


تعیین قطر پیچ ها با استفاده از رابطه اندرکنش نیروی کشش و نیروی برش

$$\left(\frac{f_v}{F_v}\right)^2 + \left(\frac{f_t}{F_t}\right)^2 \leq 1$$

$$F_t = 0.38F_u = 0.38 \times 8000 = 3040 \text{ kg/cm}^2$$


$$F_v = 0.2F_u = 0.2 \times 8000 = 1600 \text{ kg/cm}^2$$



$$\left(\frac{7333.33}{3040A_b}\right)^2 + \left(\frac{5500}{1600A_b}\right)^2 \leq 1$$

$$f_t = \frac{P_x}{nA_b} = \frac{44000}{6A_b} = \frac{7333.33}{A_b}$$

$$f_v = \frac{P_y}{nA_b} = \frac{33000}{6A_b} = \frac{5500}{A_b}$$



$$A_b \geq 4.2 \text{ cm}^2 \rightarrow d_b \geq 2.31$$

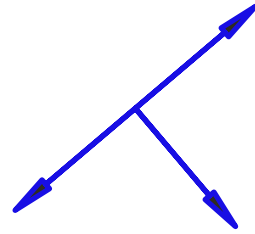
use 6M24 A325-N

اکنون اندرکنش برش و کشش در پیچ ها را با توجه به ضوابط مقررات ملی ساختمان ایران کنترل می کنیم

ابعاد حداکثر سوراخ (mm)				قطر پیچ (mm)
لوبیایی بلند (طول×عرض)	لوبیایی کوتاه (طول×عرض)	بزرگ شده (قطر)	استاندارد (قطر)	
$(d+2) \times (2/5d)$	$(d+2) \times (d+7)$	$d+5$	$d+2$	$d \leq 24 \text{ mm}$
$(d+3) \times (2/5d)$	$(d+3) \times (d+10)$	$d+8$	$d+3$	$d > 24 \text{ mm}$

$$F'_t = \sqrt{(0.38F_u)^2 - 4.39(f_v)^2} = \sqrt{(0.38 \times 8000)^2 - 4.39 \left( \frac{5500 \times 4}{\pi \times 2.4^2} \right)^2}$$

$$= 1659.15 \text{ kg/cm}^2$$

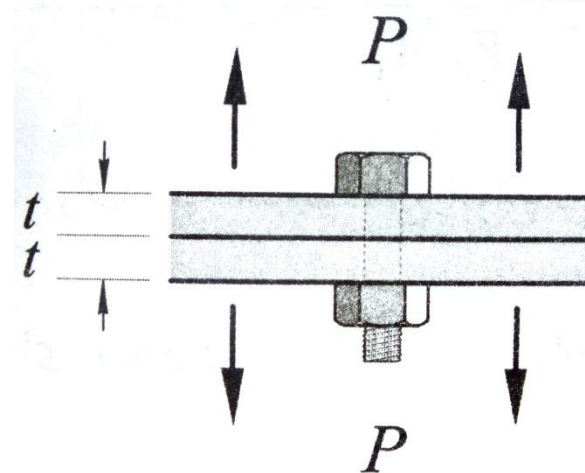
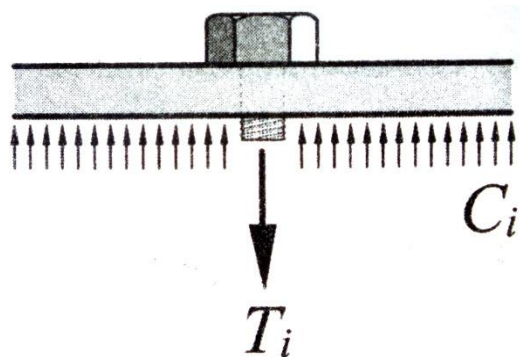
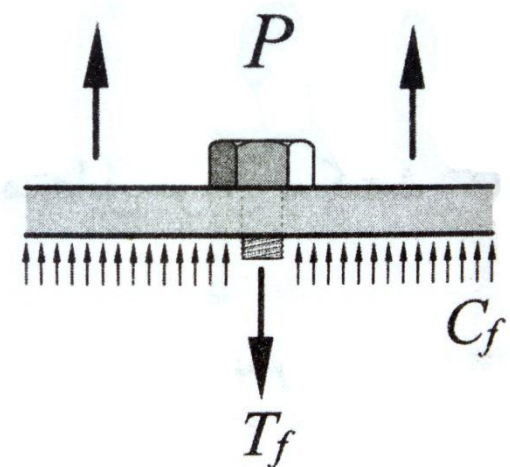


$$f_t = \frac{P_x}{nA_b} = \frac{7333.33}{\frac{\pi}{4} (2.4)^2} = 1621 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_t \leq F'_t \rightarrow 1621 \leq 1659.15 \rightarrow ok$$

## اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و نیروی کشش

اتصالات اصطکاکی: با توجه به آزمایشات به عمل آمده رابطه زیر برای بیان اندرکنش تنش برشی و تنش کششی در پیچ ارائه شده است.



$$T_f = T_i + \frac{P}{1 + \frac{A_p}{A_b}}$$

$$C_f = C_i - P \frac{\frac{A_p}{A_b}}{1 + \frac{A_p}{A_b}}$$

## اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و نیروی کشش

### اتصالات اصطکاکی:

آیین نامه AISC و مبحث دهم از مقررات ملی ساختمان ایران رابطه زیر را برای اندرکنش تنش برشی و تنش کششی در پیچ های اتصالات اصطکاکی پیشنهاد می کنند

$$\left(\frac{f_v}{F_v}\right) + \left(\frac{f_t}{F_{tp}}\right) \leq 1$$

$$F_{tp} = \frac{T_i}{A_b}$$

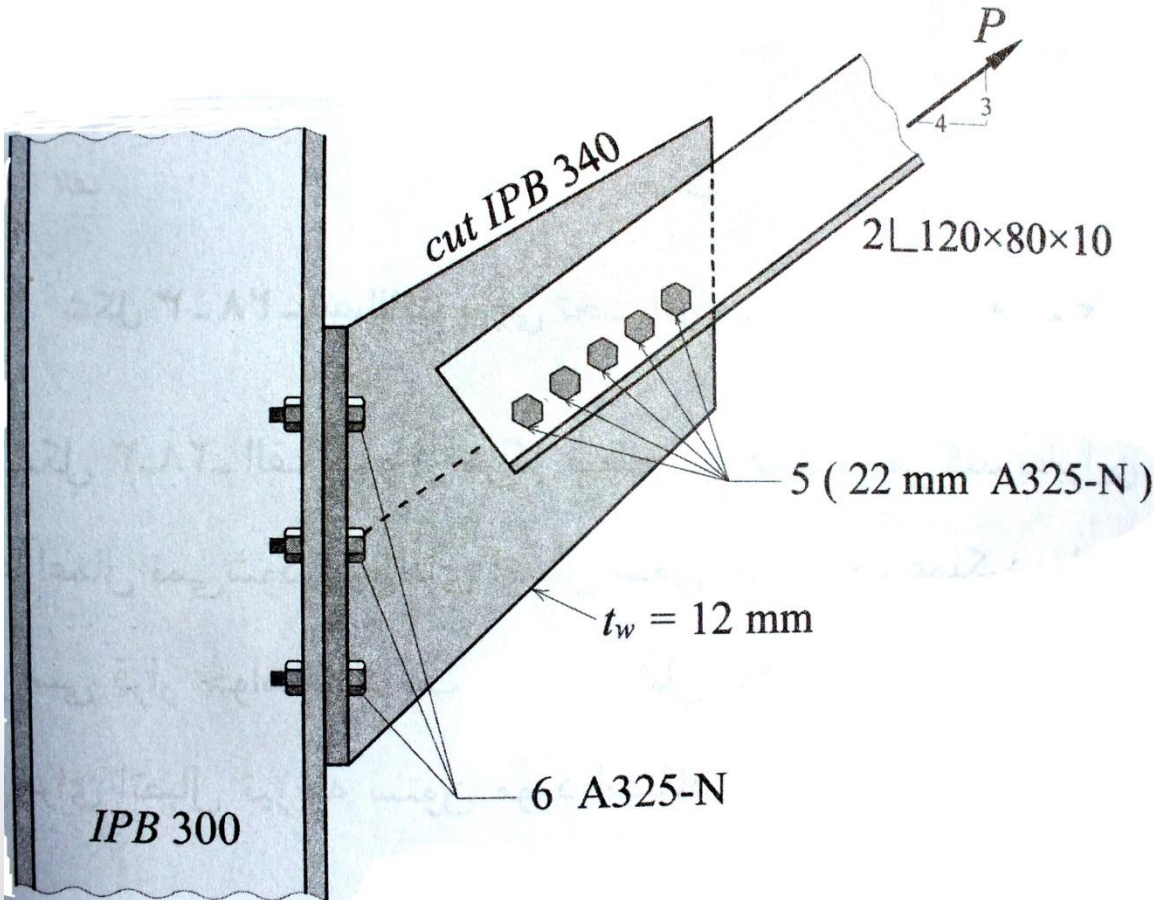
$$\left(\frac{f_v}{F_v}\right) \leq 1 - \left(\frac{f_t}{F_{tp}}\right) \Rightarrow f_v \leq \left(1 - \frac{f_t A_b}{T_i}\right) F_v$$

$$F_v' = \left(1 - \frac{f_t A_b}{T_i}\right) F_v$$

**مثال:** اتصال نشان داده شده در شکل زیر نیروی  $P$  را از زوج نبشی توسط اتصال سپری به بال ستون IPB300 توسط ۶ عدد پیچ A325 منتقل می کند. اتصال نبشی به سپری از نوع اتکایی است و پیچ های اتصال آن دارای قطر اسمی ۲۲ میلی متر از نوع A325 با  $F_u = 8000 \text{ Kg/cm}^2$  می باشند.

**الف:** حداکثر نیروی  $P$  که می توان با توجه به ظرفیت نبشی به اتصال اعمال نمود را تعیین کنید.

**ب:** قطر پیچ های اتصال سپری به بال ستون را در حالت **عملکرد اصطکاکی** تعیین کنید.



$$F_V = 0.15F_u = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

فرض اول

$$T_i = 0.55F_u A_b = 27093.1 \text{ kg}$$

$$f_V = \frac{5500}{A_b} = 893.22 \text{ kg/cm}^2 > F'_V = 875.2 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{not ok}$$

use M30 A325-N ← فرض دوم

$$T_i = 0.55F_u A_b = 31101.76 \text{ kg}$$

$$f_t = \frac{7333.33}{A_b} = 1037.45 \text{ kg/cm}^2 \leq 0.38F_u = 3040 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{ok}$$

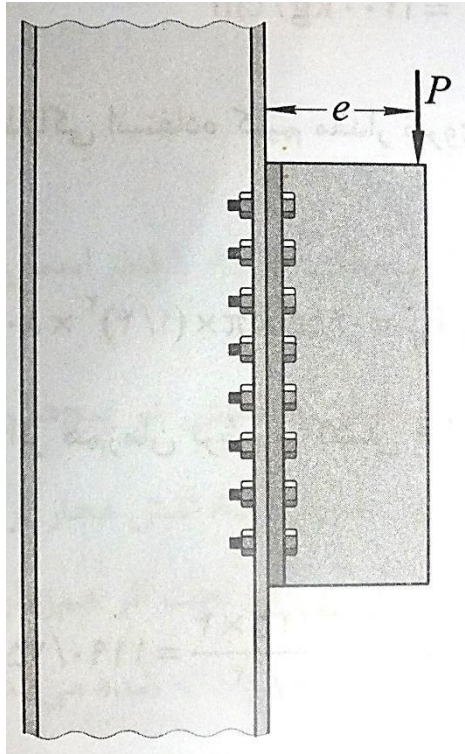
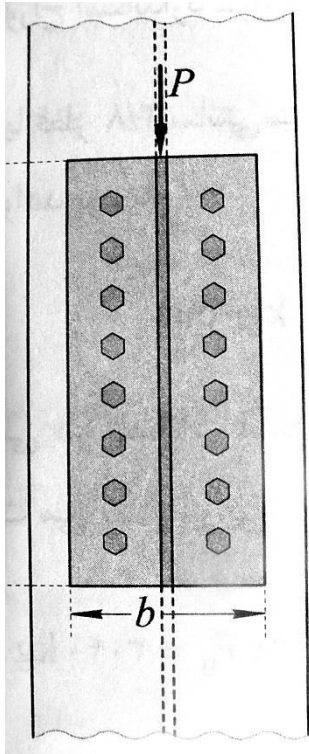
$$F'_V = \left(1 - \frac{f_t A_b}{T_i}\right) F_V = 1200 \left(1 - \frac{1037.45 \times \pi \times 1.5^2}{31101.76}\right) = 1063.63 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_v = \frac{5500}{A_b} = 778.1 \text{ kg/cm}^2 \leq F'_V = 1063.63 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{ok}$$

⇒ use 6M30 A325-N



## اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و لنگر خمشی



چنانچه به اتصالات پیچی، مطابق آنچه در شکل نشان داده شده است، بار خارج از محور اعمال شود، اتصال علاوه بر نیروی برشی، تحت اثر لنگر خمشی نیز قرار خواهد گرفت.

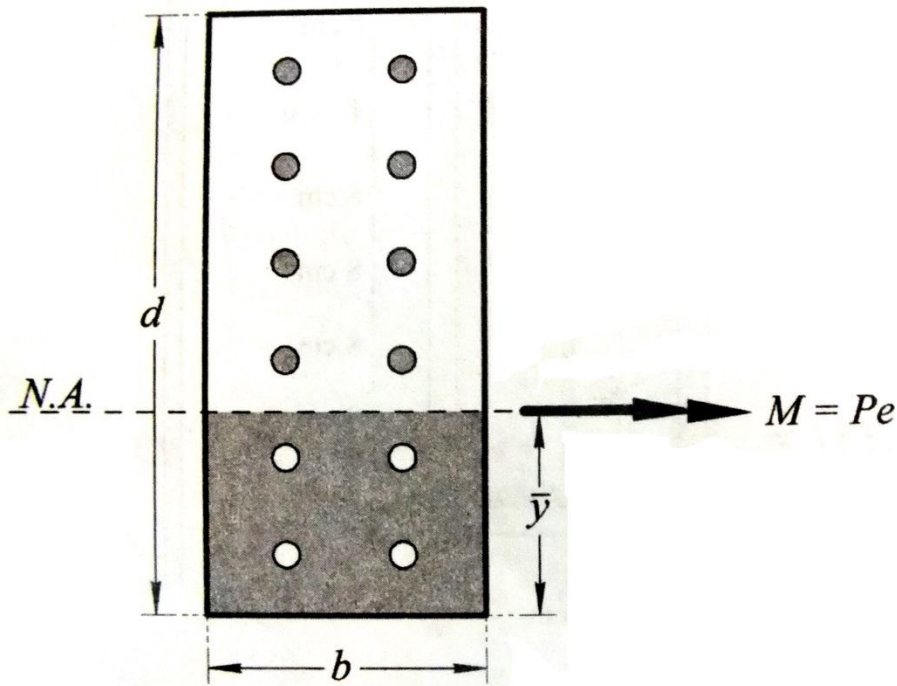
با توجه به وجود و یا عدم وجود پیش تنیدگی اولیه در پیچ های اتصال، اتصالات پیچی که لنگر خمشی را منتقل می کنند، دو نوع عملکرد متفاوت از خود نشان می دهند.

**الف: پیچ های اتصال فاقد نیروی پیش تنیدگی اولیه هستند**

**ب: پیچ های اتصال دارای نیروی پیش تنیدگی اولیه هستند**

## اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و لنگر خمشی

الف: پیچ های اتصال فاقد نیروی پیش تنیدگی اولیه هستند



وقتی که در پیچ های اتصال کشش اولیه وجود نداشته باشد، در قسمت فوقانی باعث جدا شدن صفحات اتصال شده و در پیچ ها کشش ایجاد می شود. در قسمت تحتانی، بین صفحات اتصال ایجاد فشار شده و پیچ های موجود در این ناحیه عملاً نقشی در انتقال لنگر ندارند.

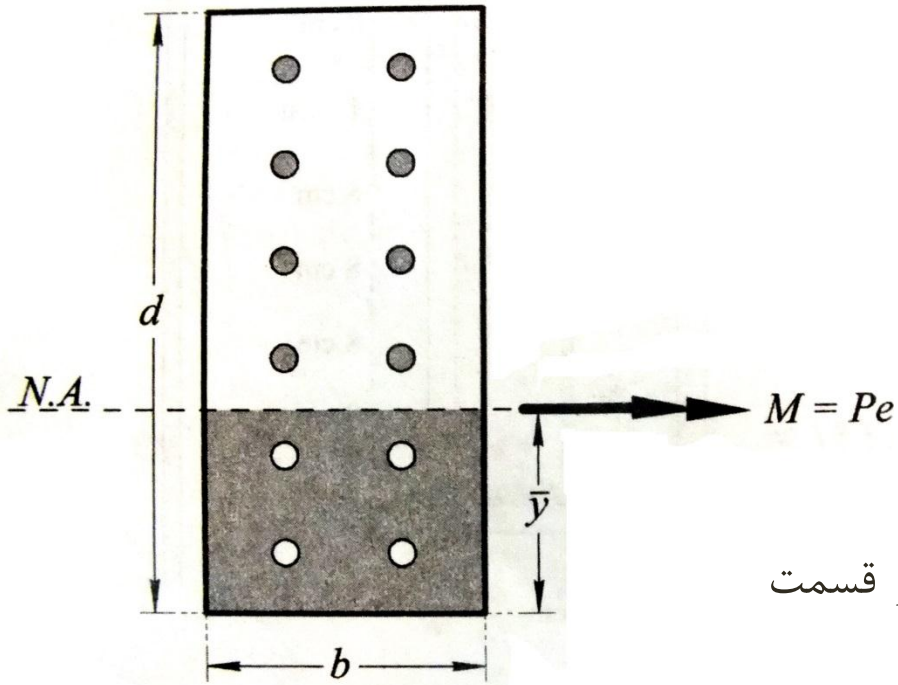
گام اول: حدس اولیه تار خنثی در بازه  $\frac{1}{5}$  تا  $\frac{1}{7}$  ارتفاع ورق

گام دوم: در این مرحله با برابر قرار دادن لنگر استاتیک ناحیه فشاری و لنگر استاتیک پیچ های کششی محل تار خنثی محاسبه می شود. در صورت اختلاف محل تار خنثی محاسباتی با تار خنثی حدس زده شده این مرحله تکرار می می شود.

# اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و لنگر خمشی

گام دوم:

$$\frac{b\bar{y}^2}{2} = \sum A_{bi} (S_i - \bar{y})$$



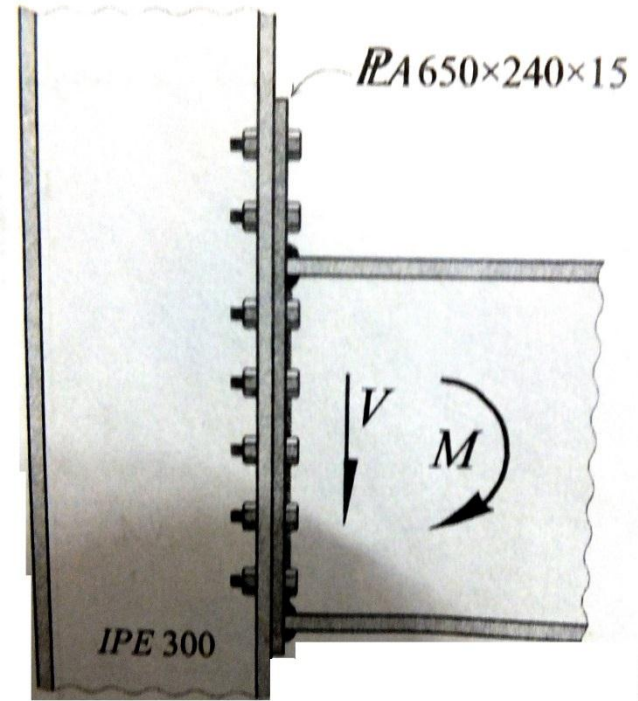
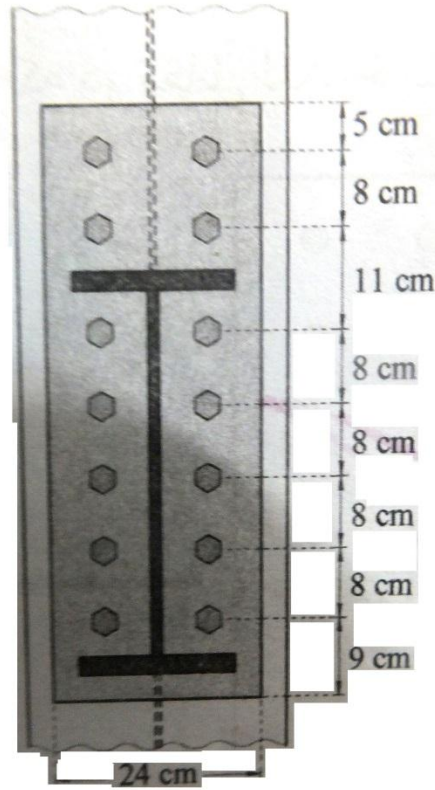
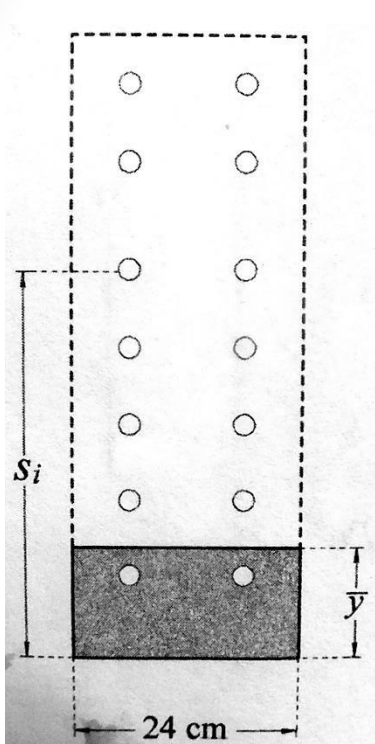
گام سوم: محاسبه ممان اینرسی مقطع متشکل از قسمت فشاری ورق و پیچ های ناحیه کششی

$$I = \frac{b\bar{y}^3}{3} + \sum A_{bi} (S_i - \bar{y})^2$$

گام چهارم: محاسبه نیروی کششی وارد بر پیچ ها از طریق رابطه روبرو

$$f_t = \frac{Mc}{I}$$

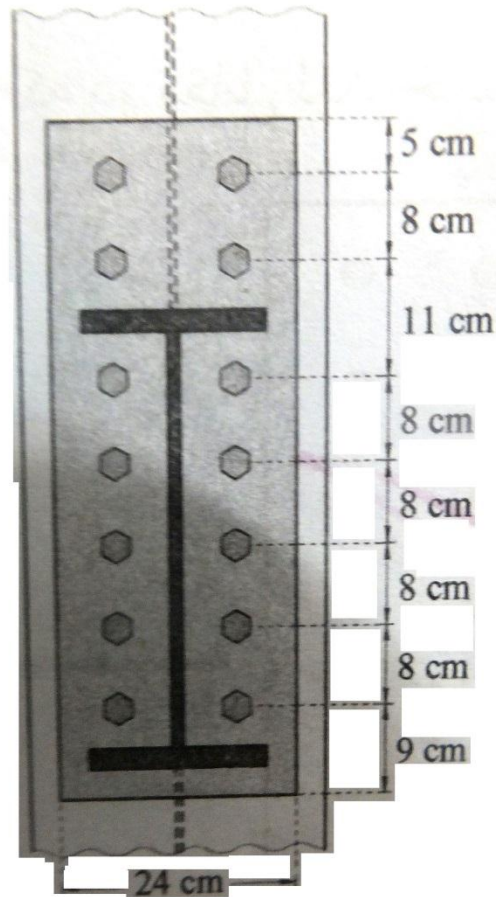
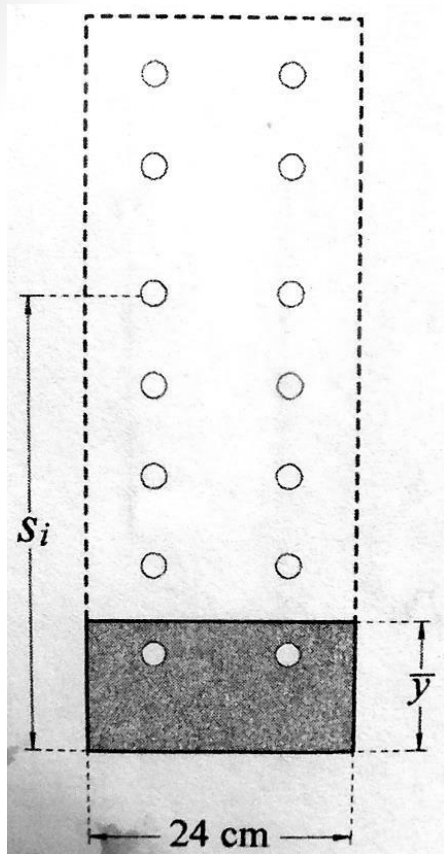
**مثال:** اتصال نشان داده شده در شکل زیر تحت اثر نیروی  $P=23408 \text{ kg}$  قرار دارد. چنانچه پیچهای اتصال از نوع A307 و با قطر ۲۲ میلی متر باشند، مطلوب است ظرفیت خمشی اتصال.



$$\frac{b\bar{y}^2}{2} = \sum A_{bi} (S_i - \bar{y}) \quad A_{bi} = 3.8 \text{ cm}^2 \quad b = 24 \text{ cm}$$

$$\frac{24\bar{y}^2}{2} = 2 \times 3.8(17 + 25 + 33 + 41 + 52 + 60 - 6\bar{y}) \Rightarrow \bar{y} = 10.3 \text{ cm}$$





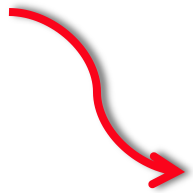
$$I = \frac{b\bar{y}^3}{3} + \sum A_{bi} (S_i - \bar{y})^2$$

$$I = \frac{24 \times (10.33)^3}{3}$$

$$+ 2 \times 3.8 [(6.7)^2 + (14.7)^2 + (22.7)^2 + (30.7)^2 + (41.7)^2 + (49.7)^2] = 53792 \text{ cm}^4$$

$$V = 23408 \text{ kg} \rightarrow f_v = \frac{V}{nA_b} = \frac{23408}{14 \times 3.8} = 440 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_t = 0.43F_u - 1.8f_v < 0.33F_u$$



$$F_t = 0.43 \times 4000 - 1.8 \times 440 = 928 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 0.33 \times 4000 = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\Rightarrow F_t = 928 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_t = \frac{Md}{I} = \frac{M \times 49.7}{53792.64} \leq F_t = 928 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

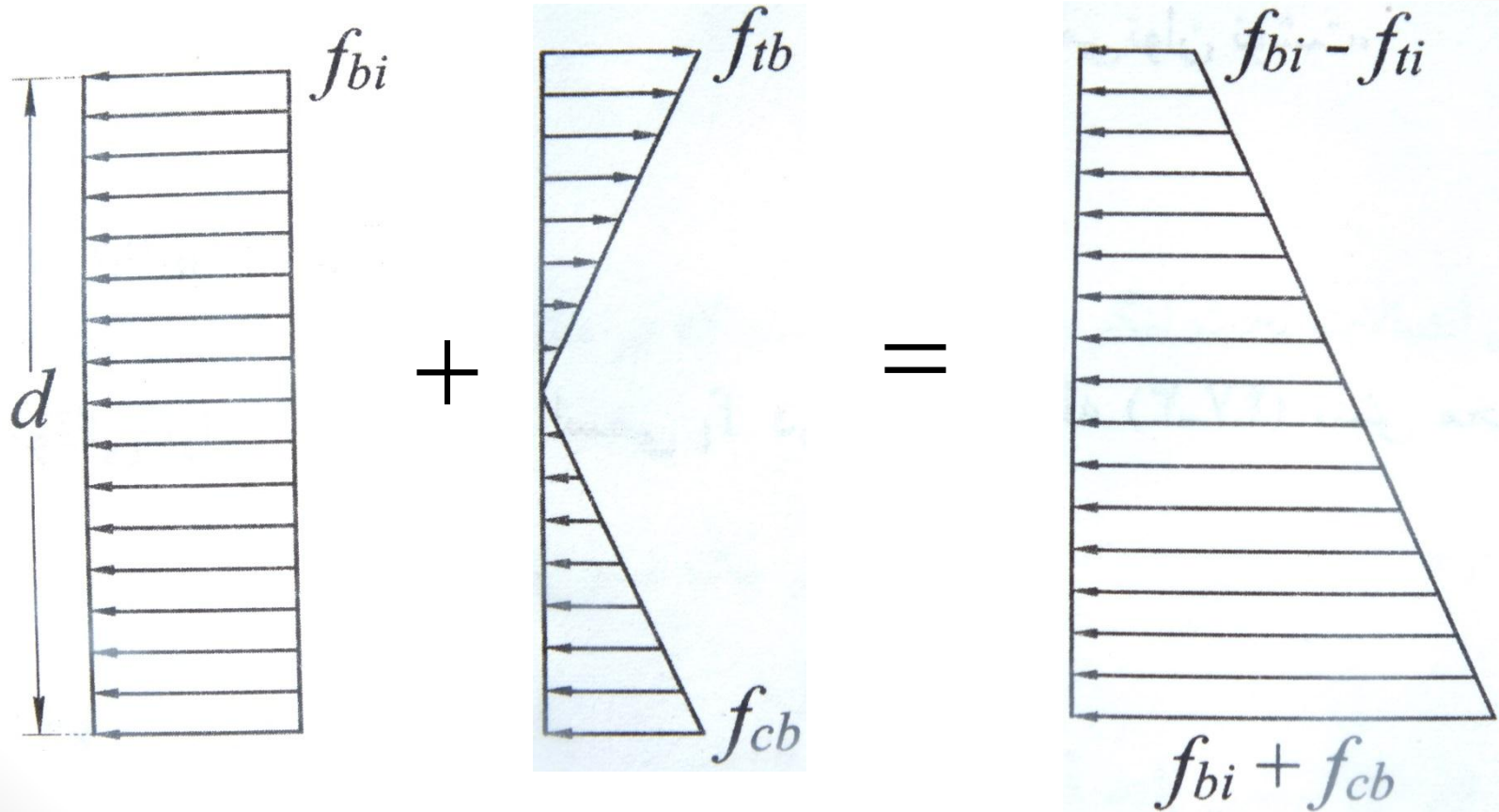
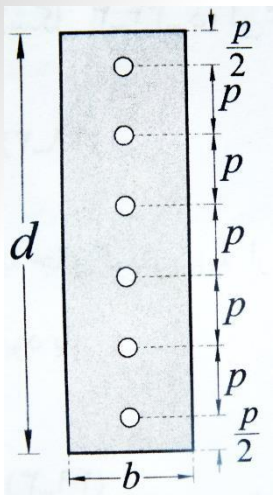


$$\Rightarrow M = 10078 \text{ kg.m}$$

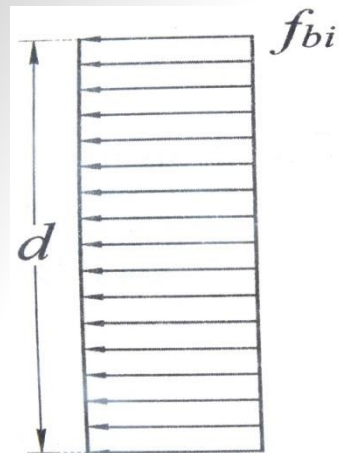
## اتصال پیچی تحت اثر همزمان نیروی برشی و لنگر خمشی

ب: پیچ های اتصال دارای نیروی پیش تنیدگی اولیه هستند

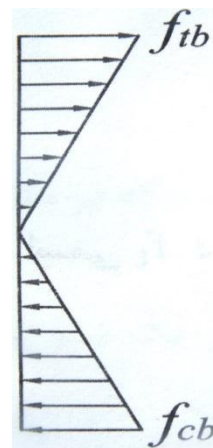
هنگامی که از پیچ های پر مقاومت استفاده شود و در آنها نیروی پیش تنیدگی در اثر محکم کردن کافی ایجاد شود، ورق اتصال بصورت یکپارچه در انتقال لنگر خمشی ایفای نقش می کند.





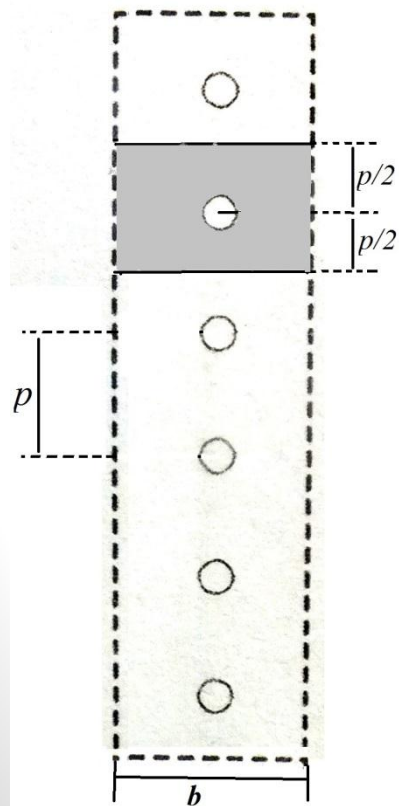


$$\rightarrow f_{bi} = \frac{\sum T_i}{bd}$$



$$\rightarrow f_{tb} = \frac{6M}{bd^2}$$

تension کششی ناشی از خمش وارد بر ورق



تension کششی ناشی از خمش  
سهم هر پیچ

$$T_{net} = f_{tb} bp$$

تension کششی ناشی از خمش  
سهم هر پیچ

$$f_t = \frac{T_{net}}{A_b} = \frac{6Mp}{A_b d^2}$$

$$f_t = \frac{6M}{A_b n^3 p} (n-1)$$

$$f_t = \frac{6M}{A_b n^3 p} (n-1)$$

تنش کششی ناشی از خمش  
سهم هر پیچ مطابق روش  
اثبات شده



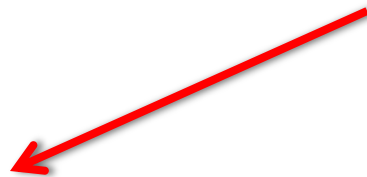
$$n = \sqrt{\frac{6M}{F_t A_b p}}$$

رابطه تقریبی برای تعیین  
تعداد پیچ های لازم در یک  
ستون پیچ

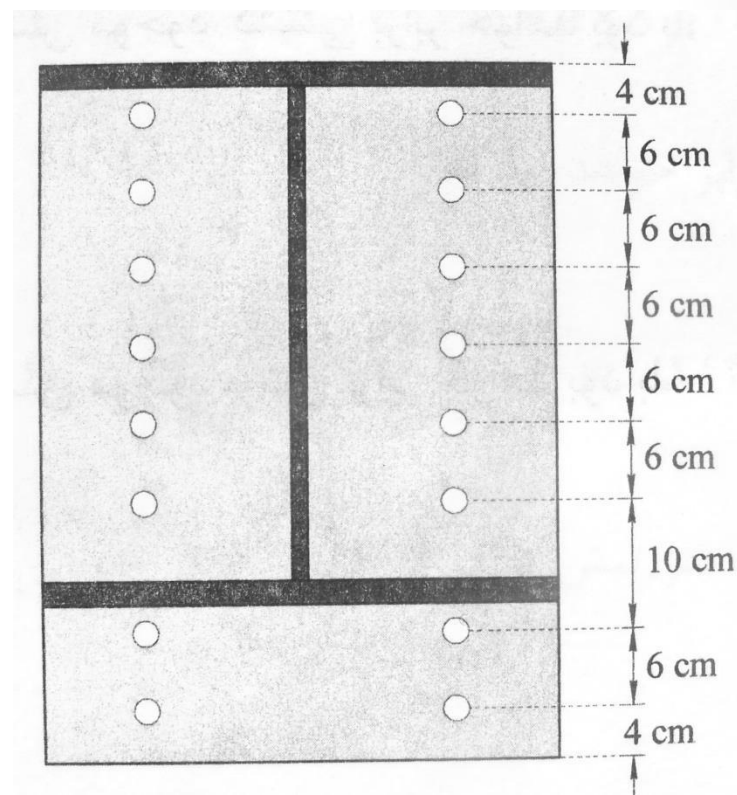
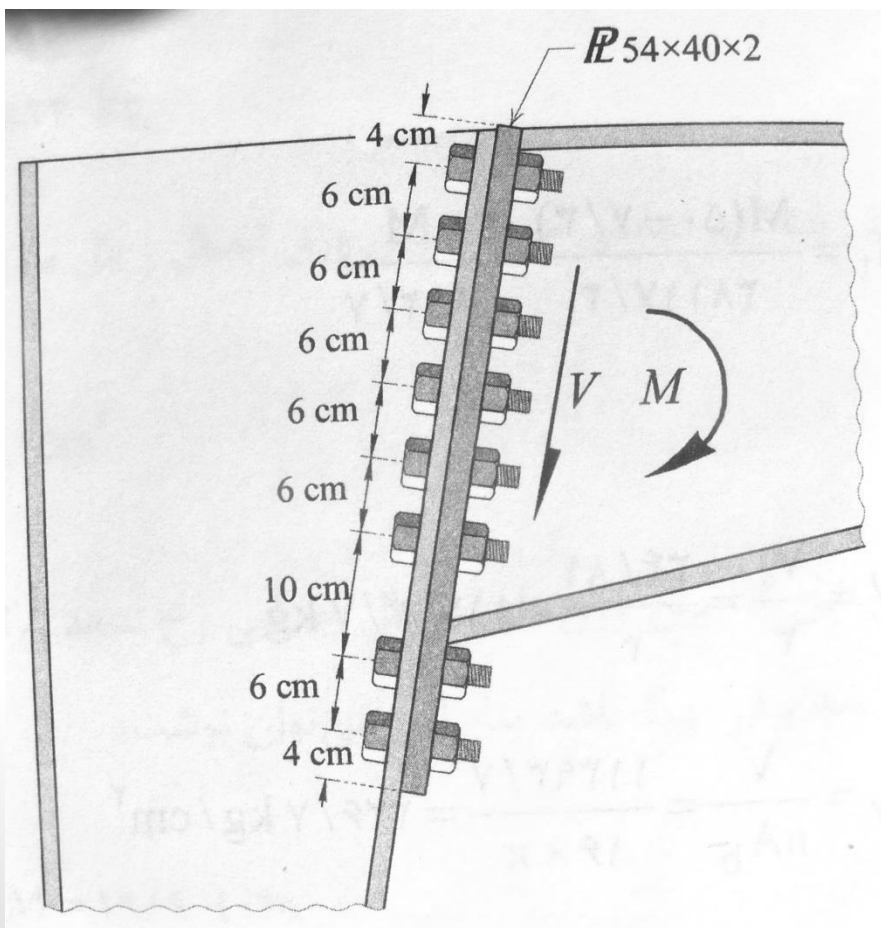


روش پیشنهادی توسط سالمون و جانسون به  
شرطی که تنش فشاری ناشی از پیش تنیدگی  
در هیچ قسمتی از ورق از بین نرود

$$f_t = \frac{My}{I} = \frac{My}{\sum A_b y_i^2}$$



**مثال:** در اتصال قاب صنعتی نشان داده شده چنانچه از ۱۶ عدد پیچ 8.8 مطابق استاندارد DIN المان با قطر ۲۰ میلی متر استفاده شود، حداکثر لنگر خمشی که میتوان به اتصال اعمال نمود را تعیین کنید و بر اساس آن نیروی برشی مجاز را محاسبه کنید.



$$T_i = 0.55F_u A_b = 13823 \text{ kg}$$

$$f_{bi} = \frac{\sum T_i}{bd} = \frac{16 \times 13823}{54 \times 40} = 102.4 \text{ kg/cm}^2$$

به منظور عدم جدایی ورقهای اتصال

$$f_{bi} = f_{tb}$$

$$\Rightarrow f_{tb} = \frac{6M}{bd^2} = \frac{6M}{40 \times 54^2} \rightarrow M = 19.9 \text{ t.m}$$

$$I = 2\pi(23^2 + 17^2 + 11^2 + 5^2 + 1^2 + 7^2 + 17^2 + 23^2) = 11511 \text{ cm}^4$$

$$f_t = \frac{My}{I} = \frac{19.9 \times 10^5 \times 23}{11511} = 3976 \text{ kg/cm}^2 > 0.38F_u = 3040 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{not ok}$$

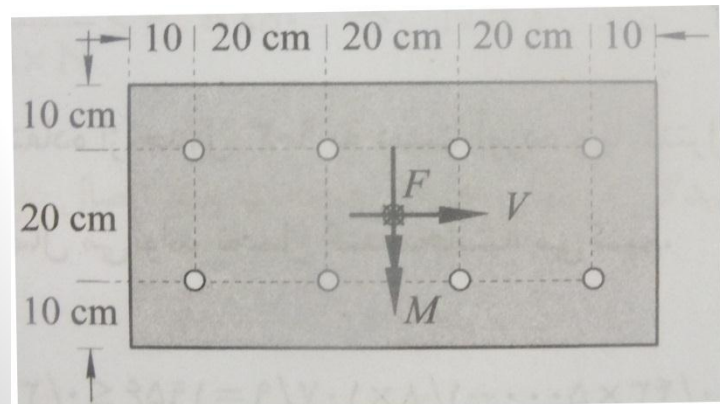
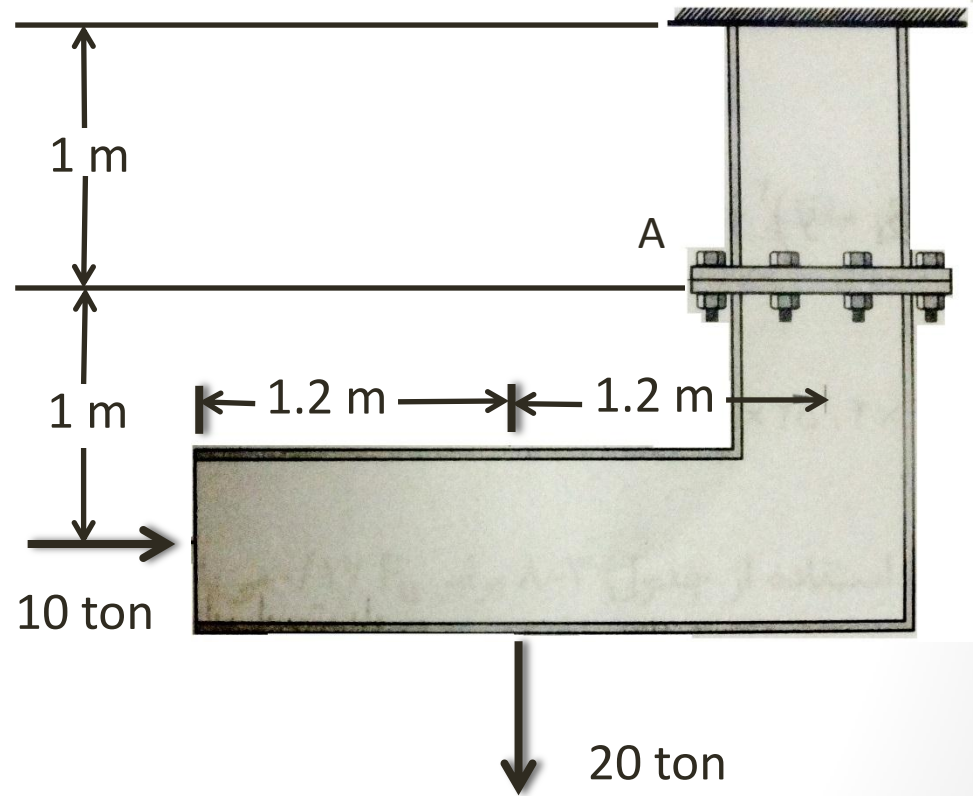
$$f_t = 3040 = \frac{My}{I} \rightarrow M = 15.21t.m$$

$$F'_V = F_V \left(1 - \frac{f_t A_b}{T_i}\right) = 371kg / cm^2$$

$$f_V = \frac{V}{nA_b} \leq F'_V \rightarrow V = 18648kg$$

**مثال:** قرار است در اتصال دو قطعه I شکل در A از هشت عدد پیچ 10.9 به صورت متقارن استفاده شود. فاصله بین پیچها تا لبه ورق اتصال 10 cm و فاصله بین پیچ ها 20 cm می باشد.

چنانچه اتصال از نوع اصطکاکی باشد، قطر پیچ ها را تعیین کنید؟



گام اول: تعیین نیروی وارد بر گروه پیچ

$$V = 10 \text{ ton} \quad F = 20 \text{ ton}$$

$$M = 10 \times 1 + 20 \times 1.2 = 34 \text{ ton.m} = 34 \times 10^5 \text{ kg.cm}$$

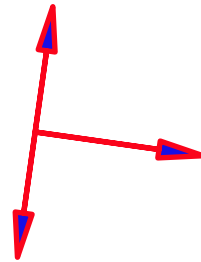
فرض اول ← use M 28 10.9

$$A_b = 6.16 \text{ cm}^2$$

کنترل  $f_{tb} \leq f_{bi}$

$$f_{bi} = \frac{\sum T_i}{bd} = \frac{8 \times 0.55 \times 10000 \times 6.16}{40 \times 80} = 84.7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{tb} = \frac{6M}{bd^2} = \frac{6 \times 34 \times 10^5}{40 \times 80^2} = 79.7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$



$$f_{tb} \leq f_{bi} \rightarrow \text{ok}$$



**کنترل تنش کششی:** تنش کششی موجود در پیچ ها برابر است با مجموع تنش کششی ناشی از لنگر خمشی و تنش کششی ناشی از نیروی کششی مستقیم

$$f_{t1} = \frac{F}{nA_b} = \frac{20000}{8 \times 6.16} = 405.84 \frac{kg}{cm^2} \quad \leftarrow F=20 \text{ ton}$$

تنش کششی ناشی از نیروی کششی مستقیم

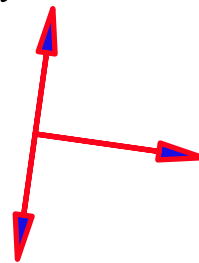
$$I = \sum A_{bi} y_i^2 = 4 \times 6.16 \times (10^2 + 30^2) = 24640 \text{ cm}^4$$

$$f_{t2} = \frac{My}{I} = \frac{34 \times 10^5 \times 30}{24640} = 4139.6 \frac{kg}{cm^2} \quad \leftarrow$$

تنش کششی ناشی از خمش در دورترین پیچ کششی

$$f_t = f_{t1} + f_{t2} = 405.84 + 4139.6 = 4545.44 \frac{kg}{cm^2}$$

$$F_t = 0.38F_u = 0.38 \times 10000 = 3800 \frac{kg}{cm^2}$$



$f_t \geq F_t \rightarrow \text{not ok}$

## کنترل تنش برشی:

$$f_V = \frac{V}{nA_b} = \frac{10000}{8 \times 6.16} = 203 \frac{kg}{cm^2} \quad \leftarrow \quad V=10 \text{ ton}$$

تنش برشی ناشی از نیروی  $V=10 \text{ ton}$

با توجه به تاثیر همزمان تنش برشی و تنش کششی و با توجه به عملکرد اصطکاکی اتصال تنش مجاز برشی طبق آیین نامه از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$F'_V = F_V \left(1 - \frac{f_t A_b}{T_i}\right) = 0.15 \times 10000 \times \left(1 - \frac{4545.44 \times 6.16}{33880}\right) = 260.34 \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_V = 203 \leq F'_V = 260.34 \rightarrow ok$$

فرض دوم  $\leftarrow$  use M30 10.9

$$A_b = 7.07 \text{ cm}^2$$

**کنترل تنش کششی:** تنش کششی موجود در پیچ ها برابر است با مجموع تنش کششی ناشی از لنگر خمشی و تنش کششی ناشی از نیروی کششی مستقیم

$$f_{t1} = \frac{F}{nA_b} = \frac{20000}{8 \times 7.07} = 353.61 \frac{kg}{cm^2}$$

← تنش کششی ناشی از نیروی  $F=20 \text{ ton}$

$$I = \sum A_{bi} y_i^2 = 4 \times 7.07 \times (10^2 + 30^2) = 28280 \text{ cm}^4$$

$$f_{t2} = \frac{My}{I} = \frac{34 \times 10^5 \times 30}{28280} = 3606.8 \frac{kg}{cm^2}$$

تنش کششی ناشی از  
خمش در دورترین پیچ  
کششی

$$f_t = f_{t1} + f_{t2} = 353.61 + 3606.8 = 3960.4 \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_t \leq F_t \rightarrow \text{not ok}$$

$$F_t = 0.38F_u = 0.38 \times 10000 = 3800 \frac{kg}{cm^2}$$

به همین ترتیب قطر پیچ را افزایش داده و دوباره تنشهای موجود را با تنش های مجاز مقایسه میکنیم