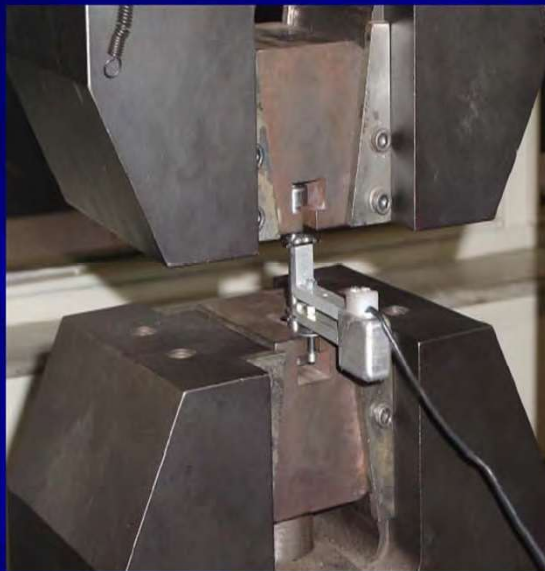


روش تولید فورج سرد



آزمایش های پیچ

آزمایش بارگواه پیچ



آزمایش های پیچ

۱- آزمایش کشش

۱-۱- آزمایش بار گواه

۱-۲- آزمایش کشش گوه ای بر روی نمونه کامل

۱-۳- آزمایش کشش بر روی نمونه ماشینکای شده

۲- آزمایش سختی سنجی

۳- آزمایش ضربه (در صورت وجود بارگذاری خستگی)

آزمایش های پیچ

آزمایش کشش گوه ای پیچ



آزمایش کشش
گوه ای پیچ

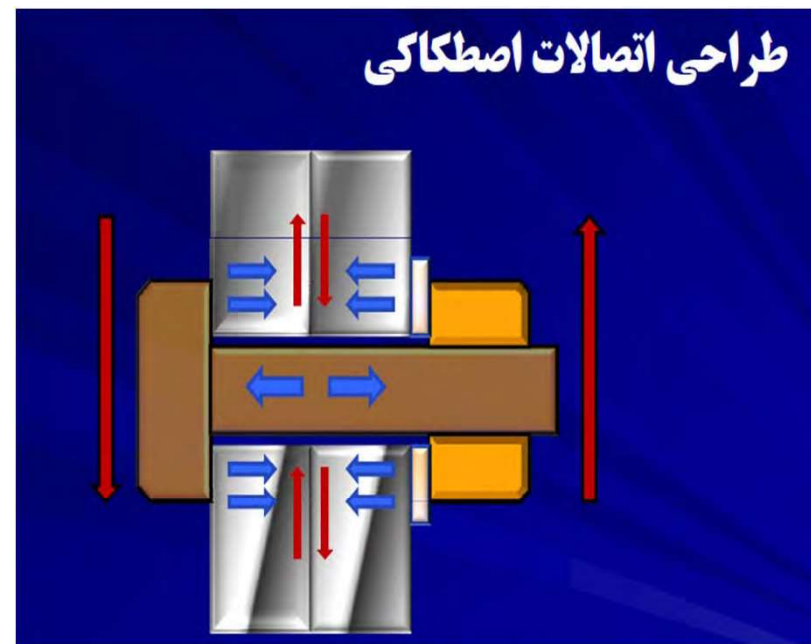


رفتار کلی اتصالات با پیچ و مهره

رفتار اتصالات با پیچ و مهره

۱- اتصالات اتکایی

۲- اتصالات اصطحاکي



الزامات اتصال اصطحكاكى



رده مقاومتی پیچ ها

۵-۱-۲. رده ی مقاومتی پیچ های تولیدی در ایران بر اساس جدول زیر می باشد:

مقدار رزوه	نوع عملکرد	تنش مجاز کششی F_y	استحکام کشش نهایی F_u	$\frac{F_u}{F_y}$	کد پیچ
نیم رزوه	اتکایی	6400 kg/ cm ²	8000 kg/ cm ²	8.8	DIN931
		9000 kg/ cm ²	10000 kg/ cm ²	10.9	
تمام رزوه	اتکایی	6400 kg/ cm ²	8000 kg/ cm ²	8.8	DIN933
		9000 kg/ cm ²	10000 kg/ cm ²	10.9	
نیم رزوه	اصطکاکی	9000 kg/ cm ²	10000 kg/ cm ²	10.9	DIN6914- HV

رده مقاومتی پیچ ها

کد پیچ	استحکام کششی نهایی F_U	تنش مجاز کششی F_y
A 307	4200 kg/cm ²	3000 kg/cm ²
A 325	d<25mm. 8250 kg/cm ²	d<25mm. 6400 kg/cm ²
	d≥25mm. 7250 kg/cm ²	d≥25mm. 5600 kg/cm ²
A 490	10000 kg/cm ²	9000 kg/cm ²

مشخصات پیچ های تولید شده در ایران

جدول ۱۰-۲-۹-۶ مشخصات پیچ های تولید یا موجود در ایران

تنش کششی نهایی مصالح پیچ (F_u)	تنش تسلیم مصالح پیچ (F_y)	نام استاندارد		نوع پیچ
		ISO	ASTM	
۴۰۰ MPa	۲۴۰ MPa	-	A۳۰۷	پیچ های معمولی
۴۰۰ MPa	۲۴۰ MPa	۴.۶	-	
۴۲۰ MPa	۳۲۰ MPa	۴.۸	-	
۵۰۰ MPa	۳۰۰ MPa	۵.۶	-	
۵۲۰ MPa	۴۰۰ MPa	۵.۸	-	
۶۰۰ MPa	۴۸۰ MPa	۶.۸	-	
۸۰۰ MPa	-		A۳۲۵ $d \leq ۲۴mm$	پیچ های پرمقاومت
۷۲۵ MPa	-	-	A۳۲۵ $d > ۲۴mm$	
۱۰۰۰ MPa	-	-	A۴۹۰	
۸۰۰ MPa	-	۸.۸		
۱۰۰۰ MPa	-	۱۰.۹		
۱۲۰۰ MPa	-	۱۲.۹		

نیروی پیش تنیدگی

نیروی پیش تنیدگی در ویرایش های قدیمی (اروپا)

$$T_m = 0.55 F_u$$
$$A_n$$

$$Load = 0.55 F_u \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) = 0.43 F_u D^2$$

نیروی پیش تنیدگی در RCSC (آمریکا)

$$T_m = 0.7 F_u$$

$$A_s = 0.7854 (D - 0.9382 P)^2$$

$$Load = 0.55 F_u (D - 0.9328 P)^2$$

D قطر اسمی و P گام پیچ است.

بار دوام یا نیروی پیش تنیدگی

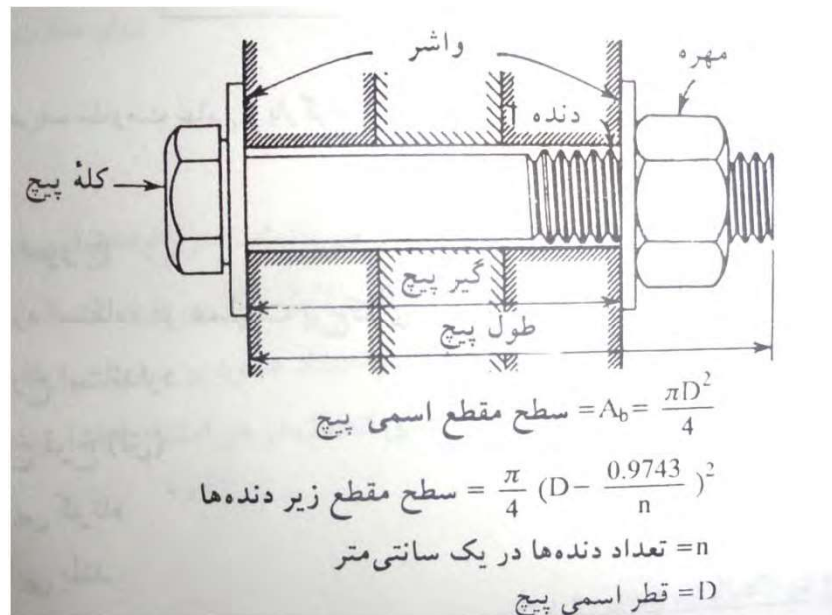
بار دوام برای پیچ های پر مقاومت در ضوابط ایران برابر است با :
(جدول ۱۰-۲-۹-۷-مبحث دهم)

$$T_i = 0.55 F_u \cdot A_b$$

T_i : بار دوام

A_b : سطح مقطع اسمی پیچ

F_u : تنش نهایی مصالح پیچ



بار دوام (حداقل نیروی پیش تنیدگی) پیچ ها از جدول زیر تعیین می شود (مبحث دهم ۹۲):

جدول ۷-۹-۲-۱۰ حداقل نیروی پیش تنیدگی در اتصالات اصطکاکی (T_b)

پیچ های نوع A۴۹۰	پیچ های نوع A۳۲۵	قطر اسمی پیچ (بر حسب میلی متر)
۱۱۴ kN	۹۱ kN	M۱۶
۱۷۹ kN	۱۴۲ kN	M۲۰
۲۲۱ kN	۱۷۶ kN	M۲۲
۲۵۷ kN	۲۰۵ kN	M۲۴
۳۳۴ kN	۲۶۷ kN	M۲۷
۴۰۸ kN	۳۲۶ kN	M۳۰
۵۹۵ kN	۴۷۵kN	M۳۶

تبصره: در مواردی که قطر اسمی پیچ غیر از اعداد ذکر شده در جدول ۷-۹-۲-۱۰ باشد، حداقل نیروی پیش تنیدگی را می توان برابر $0.55A_{nb}F_u$ (که معادل $0.7A_{eb}F_u$ است) در نظر گرفت، که در آن A_{nb} سطح مقطع اسمی پیچ، A_{eb} سطح مقطع خالص یا سطح مقطع زیر دندانه ها و F_u تنش کششی نهایی مصالح پیچ است.

روش های پیش تنیدن

روش های پیش تنیدن در اتصالات اصطکاکی

نظر به اهمیت این موضوع، مطالعات و تحقیقات گسترده ای در کشورهای پیشرفته دنیا صورت پذیرفته است و روش های مختلفی به منظور کنترل کیفیت اجرای اتصال پیشنهاد شده است که روش های زیر مورد تایید کمیته RCSC است:



1. استفاده از Calibrated Wrench

2. استفاده از DTI Washer

3. استفاده از Twist-off-Bolt

4. بکارگیری روش Turn-of-Nut

روش های پیش تنیدن



ترک متر

روش استفاده از ترک متر





واشرهای DTI



رهای (DTI)



واشرهای (DTI) Direct Tension Indicator

فیلر کنترل

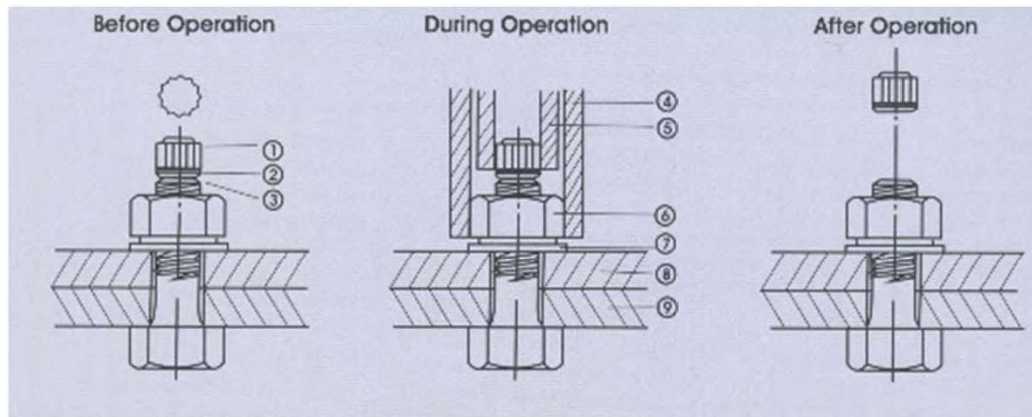
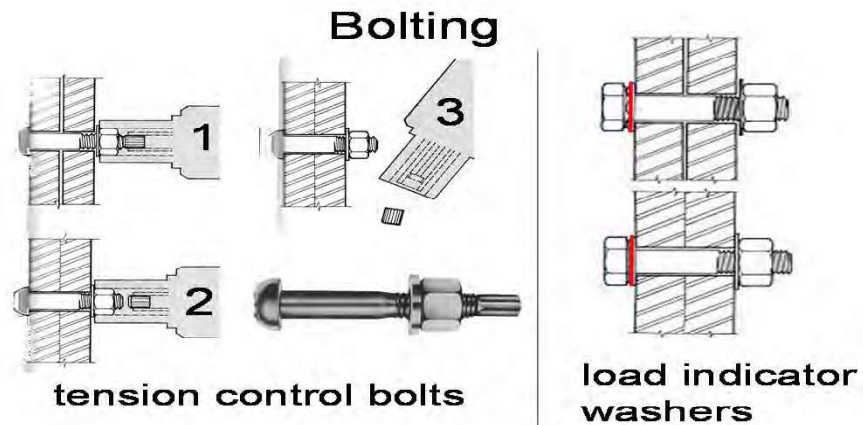


چرخش اضافی جهت پیش تنیدن

مقادیر چرخش اضافی مهره

طول پیچ	وضعیت قرارگیری سطوح اتصال بر روی هم		
	سطوح روی هم بدون شیب	یک سطح شیبدار با شیب کمتر از ۱:۲۰	هر دو سطح شیبدار با شیب کمتر از ۱:۲۰
طول پیچ کوچکتر یا مساوی چهار برابر قطر پیچ	۱/۳ دور	۱/۲ دور	۲/۳ دور
طول پیچ از چهار برابر قطر بزرگتر اما کوچکتر یا مساوی هشت برابر قطر پیچ	۱/۲ دور	۲/۳ دور	۵/۶ دور
طول پیچ از هشت برابر قطر بزرگتر اما کوچکتر یا مساوی دوازده برابر قطر پیچ	۲/۳ دور	۵/۶ دور	۱ دور

TC-BOLT



نحوه بستن پیچ ها

Spiral Tightening Sequence



حرکت حلزونی شکل

Criss-Cross Tightening Sequence



حرکت ضربدری

نکات پیچ ها و جوش ها

ترکیب پیچ و جوش: اگر اتصال اتکایی باشد، کل نیرو را جوش تحمل می کند (پیچ ها به درد نمی خورند)
اگر اتصال اصطکاکی باشد، جوش و پیچ در تحمل نیرو سهیم هستند (اگر سازه موجود با اتصال اصطکاکی را با جوش تقویت کنیم، می توان فرض کرد جوش تنش های اضافی را تحمل می کند)

در اتصالات لرزه گیر کدام نوع اتصال باید استفاده شود:

تنها اصطکاکی

در اتصالات با بارگذاری متناوب (خستگی) کدام نوع اتصال باید استفاده شود:

تنها اصطکاکی

از پیچ معمولی در کدام نوع اتصال می توان استفاده کرد؟

تنها اتکایی

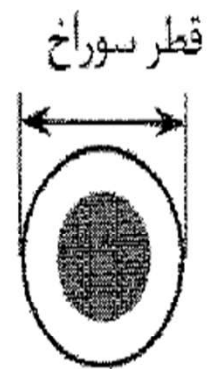
از پیچ اعلا در کدام نوع اتصال می توان استفاده کرد؟

هم اتکایی و هم اصطکاکی

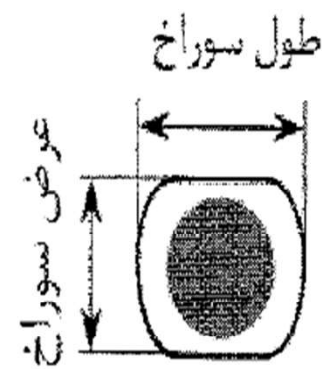
انواع سوراخ ها در اتصالات پیچی



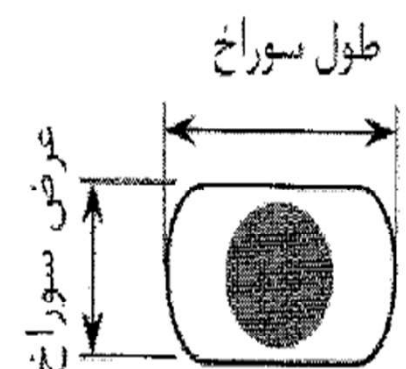
سوراخ استاندارد



سوراخ بزرگ شده



سوراخ لوبیایی کوتاه



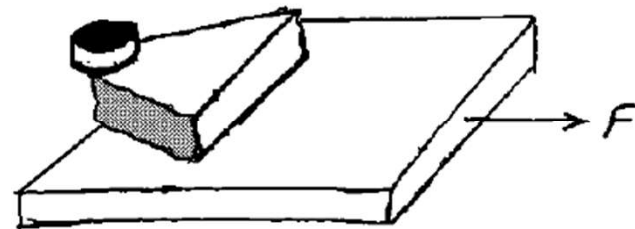
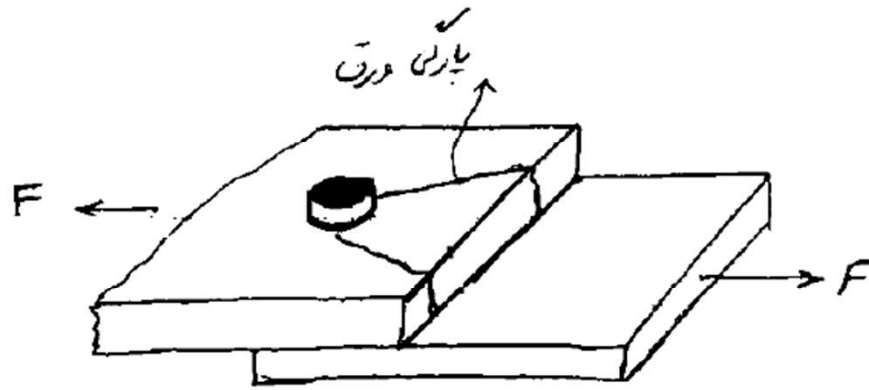
سوراخ لوبیایی بلند

ابعاد اسمی سوراخ ها

جدول ۱۰-۲-۹-۸ ابعاد اسمی سوراخ پیچ بر حسب میلی متر

ابعاد اسمی سوراخ (mm)				قطر پیچ (mm)
سوراخ لوبیایی بلند (طول×عرض)	سوراخ لوبیایی کوتاه (طول×عرض)	سوراخ بزرگ شده	سوراخ استاندارد	
۱۸×۴۰	۱۸×۲۲	۲۰	۱۸	M۱۶
۲۲×۵۰	۲۲×۲۶	۲۴	۲۲	M۲۰
۲۴×۵۵	۲۴×۳۰	۲۸	۲۴	M۲۲
۲۷×۶۰	۲۷×۳۲	۳۰	۲۷	M۲۴
۳۰×۶۷	۳۰×۳۷	۳۵	۳۰	M۲۷
۳۳×۷۵	۳۳×۴۰	۳۸	۳۳	M۳۰
$(d+۳) \times ۲/۵ d$	$(d+۳) \times (d+۱۰)$	$d+۸$	$d+۳$	$\geq M۳۶$

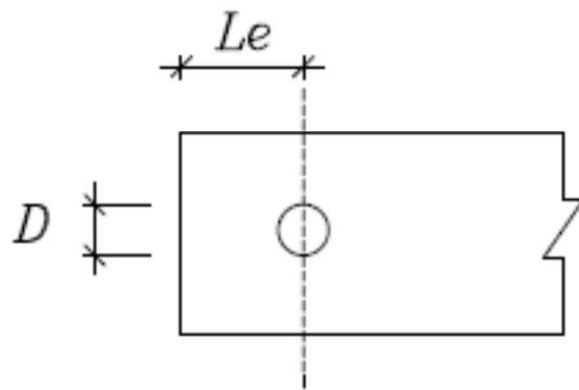
حداقل و حداکثر فواصل سوراخ استاندارد از لبه



Shearing out

Insufficient edge distance

حداقل و حداکثر فواصل سوراخ استاندارد از لبه



جدول ۱۰-۲-۹-۸ حداقل فاصله مرکز سوراخ استاندارد تا لبه در هر راستا

لبه بریده شده با قیچی (گیوتین)	لبه نورد شده ورق- نیمرخ، تسمه و نیز لبه بریده شده با شعله اتوماتیک یا اره
$2d$	$1/75d$

d = قطر اسمی پیچ

ث) حداکثر فاصله مرکز سوراخ تا لبه

حداکثر فاصله از مرکز هر پیچ تا نزدیکترین لبه قطعه در هر راستا به شرح زیر است.

۱. برای قطعاتی که تحت اثر خوردگی کم و متوسط ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند، فاصله از مرکز هر پیچ تا نزدیکترین لبه قطعه در هر راستا نباید از ۱۲ برابر ضخامت نازکترین قطعه و همچنین از ۱۵۰ میلی متر تجاوز کند.

۲. برای قطعاتی که تحت اثر خوردگی شدید ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند، فاصله از مرکز هر پیچ تا نزدیکترین لبه قطعه در هر راستا نباید از ۸ برابر ضخامت نازکترین قطعه و همچنین از ۱۲۵ میلی متر تجاوز کند.

حداقل و حداکثر فاصله مرکز به مرکز سوراخ ها

پ) حداقل فواصل سوراخ پیچها در اتصالات پیچی

فاصله مرکز تا مرکز سوراخهای استاندارد، سوراخهای بزرگ شده و سوراخهای لوبیایی نباید از ۳ برابر قطر وسیله اتصال کمتر باشد.

ج) حداکثر فاصله مرکز تا مرکز سوراخها در اتصالات پیچی

حداکثر فاصله مرکز تا مرکز سوراخها در اتصالات پیچی در هر راستا به شرح زیر است.

۱. برای قطعاتی که تحت اثر خوردگی کم و متوسط ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند، فاصله بین مرکز سوراخها نباید از ۲۴ برابر ضخامت نازکترین قطعه متصل شونده و همچنین از ۳۰۰ میلی‌متر تجاوز کند.

۲. برای قطعاتی که تحت اثر خوردگی شدید ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند، فاصله بین مرکز سوراخها نباید از ۱۴ برابر ضخامت نازکترین قطعه متصل شونده و همچنین از ۲۰۰ میلی‌متر تجاوز کند.

تنش های قراردادی

تنش های قراردادی

تنش برشی موجود $f_v = \frac{P}{m(\frac{\pi}{4} D^2)} \leq F_v$ ~~مقاومت برشی~~ $\frac{T}{n}$

m تعداد سطوح برش

P بار یک پیچ

t ضخامت ورق

T نیروی کششی اتصال

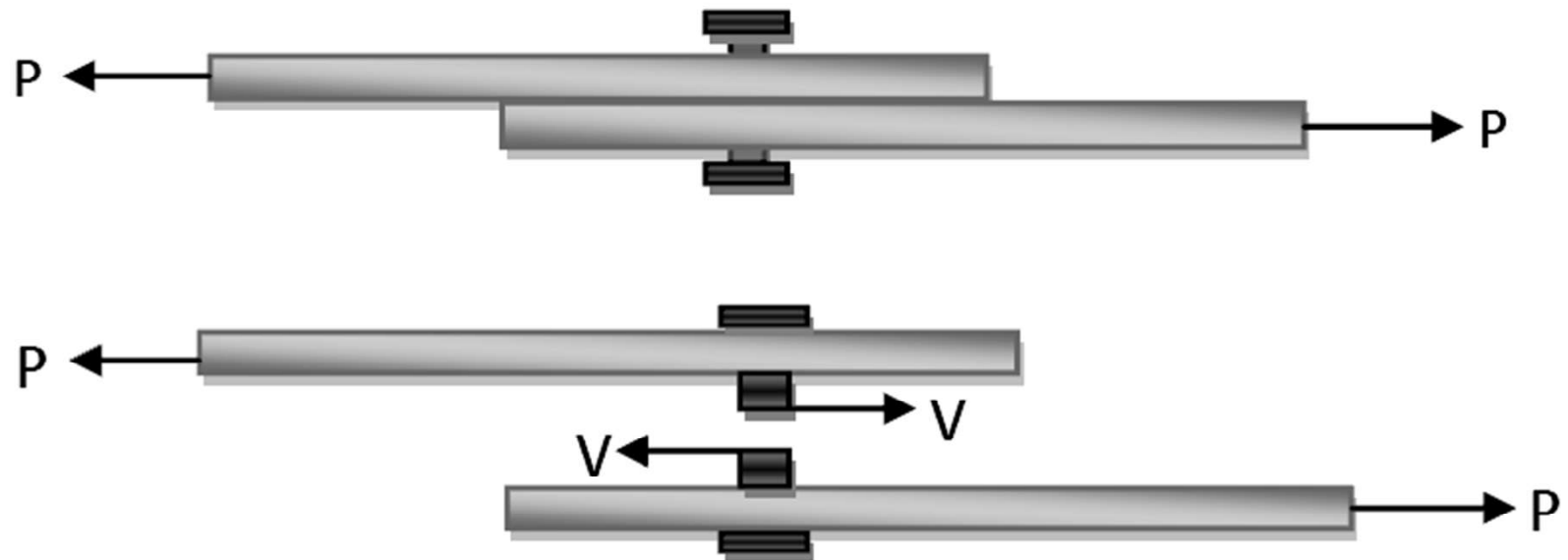
D قطر محاسباتی پیچ

n تعداد پیچ ها

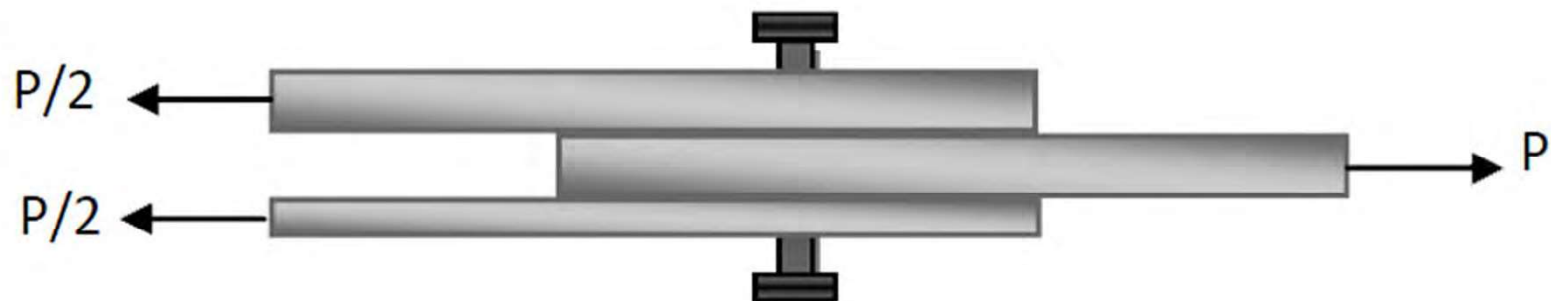
تنش کششی $f_t = \frac{P}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \leq F_t$ ~~مقاومت کششی~~

تنش اتکایی $f_p = \frac{P}{D \cdot t} \leq F_p$ ~~مقاومت اتکایی~~

تک برشه



دو برشه



اتصالات اتكايي

در اتصالات اتكايي، مقاومت كشي طراحي (ϕR_{nt}) و مقاومت برشي طراحي (ϕR_{nv}) پيچ‌ها و قطعات دندانه‌شده از روابط زير تعيين مي‌گردند.

$$\text{مقاومت كشي طراحي} = \phi R_{nt} = \phi F_{nt} A_{nb} \quad (10-2-9-4)$$

$$\text{مقاومت برشي طراحي} = \phi R_{nv} = \phi F_{nv} A_{nb} \quad (10-2-9-5)$$

در روابط فوق:

ϕ = ضريب كاهشي مقاومت و مساوي ۰/۷۵ مي‌باشد.

R_{nt} = مقاومت كشي اسمي

R_{nv} = مقاومت برشي اسمي

A_{nb} = سطح مقطع اسمي وسيله اتصال (پيچ يا قطعه دندانه‌شده)

F_{nt} = تنش كشي اسمي مطابق مقادير جدول ۱۰-۹-۲-۱۰

F_{nv} = تنش برشي اسمي مطابق مقادير جدول ۱۰-۹-۲-۱۰

اتصالات اتکایی

جدول ۱۰-۹-۲-۱۰ تنش اسمی (پیچ و قطعات دندانه شده)

تنش کششی اسمی (F_{nt})	تنش برشی اسمی (F_{nv}) در اتصالات اتکایی	نوع وسیله اتصال
$0.75F_u$ [۱],[۲]	$0.45F_u$ [۵],[۳]	پیچ‌های معمولی
$0.75F_u$ [۴]	$0.45F_u$ [۵]	پیچ‌های پر مقاومت در حالتی که سطح برش از قسمت دندانه‌شده می‌گذرد
$0.75F_u$ [۴]	$0.55F_u$ [۵]	پیچ‌های پر مقاومت در حالتی که سطح برش از قسمت دندانه‌شده نمی‌گذرد
$0.75F_u$ [۱],[۶]	$0.45F_u$	قطعه دندانه‌شده طبق مشخصات تعیین‌شده، در حالتی که سطح برش از قسمت دندانه‌شده می‌گذرد
$0.75F_u$ [۱],[۶]	$0.55F_u$	قطعه دندانه‌شده طبق مشخصات تعیین‌شده، در حالتی که سطح برش از قسمت دندانه‌شده نمی‌گذرد

برای میل مهارهای کف ستون

اتصالات اتكايي

۱۰-۲-۹-۳-۴ اثر مشترك كشش و برش در اتصالات اتكايي

مقاومت كشي طراحي و برشي طراحي پيچهاي تحت اثر توأم كشش و برش بايد بر اساس حالتهاي حدي گسيختگي كشي و برشي مطابق روابط زير تعيين شود.

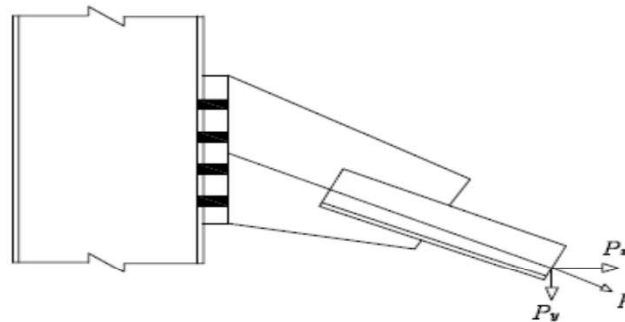
$$\phi R_{nt} = \phi F'_{nt} A_{nb} = \text{مقاومت كشي طراحي} \quad (۱۰-۲-۹-۶)$$

$$\phi R_{nv} = \phi F'_{nv} A_{nb} = \text{مقاومت برشي طراحي} \quad (۱۰-۲-۹-۷)$$

كه در آن:

$$F'_{nt} = F_{nt} \left[1/3 - \frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}} \right] \leq F_{nt} \quad (۱۰-۲-۹-۸)$$

$$F'_{nv} = F_{nv} \left[1/3 - \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} \right] \leq F_{nv} \quad (۱۰-۲-۹-۹)$$



اتصالات اتکایی

ϕ = ضریب کاهش مقاومت و مساوی ۰/۷۵ می باشد.

F_{nt} = مقاومت کششی اسمی مطابق جدول ۱۰-۹-۲-۱۰ وقتی که نیروی کششی به تنهایی عمل نماید.

F_{nv} = مقاومت برشی اسمی مطابق جدول ۱۰-۹-۲-۱۰ وقتی که نیروی برشی به تنهایی عمل نماید.

f_{uv} = تنش برشی مورد نیاز

f_{ut} = تنش کششی مورد نیاز

A_{nb} = سطح مقطع اسمی پیچ

تبصره: در مواردی که تنش کششی یا برشی مورد نیاز کمتر از ۳۰ درصد تنش طراحی متناظر

باشد $(f_u \leq 0.3\phi F_n)$ ، منظور کردن رابطه اندرکنش لازم نیست.

اتصالات اصطكاكی

۱۰-۲-۹-۳-۵ مقاومت کششی طراحی و برشی طراحی در اتصالات اصطكاكی

مقاومت کششی طراحی پیچ‌های پرمقاومت در اتصالات اصطكاكی عیناً مشابه مقاومت کششی طراحی پیچ‌های پر مقاومت در اتصالات اتكایی بوده و از ضوابط بند ۱۰-۲-۹-۳-۳ تعیین می‌گردد.

مقاومت برشی طراحی پیچ‌های پرمقاومت در اتصالات اصطكاكی بر اساس کنترل لغزش بحرانی تعیین می‌گردد. مقاومت برشی طراحی پیچ‌های پر مقاومت در اتصالات اصطكاكی بر اساس کنترل لغزش بحرانی مساوی ϕR_{nv} می‌باشد که در آن، ϕ ضریب کاهش مقاومت و R_{nv} مقاومت برشی اسمی به شرح زیر می‌باشد.

اتصالات اصطحکاکی

$$R_{nv} = \mu D_u h_f T_b n_s$$

(۱۰-۹-۲-۱۰)

که در آن:

ϕ = ضریب کاهش مقاومت به شرح زیر:

- برای سوراخ‌های استاندارد و سوراخ لوبیایی کوتاه در امتداد عمود بر راستای نیرو $\phi=1$
 - برای سوراخ‌های بزرگ‌شده و سوراخ لوبیایی کوتاه در امتداد موازی با راستای نیرو $\phi=0.85$
 - برای سوراخ‌های لوبیایی بلند $\phi=0.7$
-

اتصالات اصطحاکي

μ = ضريب اصطکاک به شرح زير:

- برای وضعیت سطحی کلاس A (سطح فلز دار تمیز و رنگ شده): $\mu = 0/3$
- برای وضعیت سطحی کلاس B (سطح تمیز شده با ماسه پاشی و رنگ نشده): $\mu = 0/5$
- D_u = نسبت پیش تنیدگی متوسط پیچ‌ها به پیش تنیدگی حداقل پیچ‌ها و مساوی $1/13$
- h_f = ضريب کاهش بخاطر وجود ورق‌های پرکننده در بين قطعات متصل به یکدیگر به شرح زير:
- در صورت عدم نیاز به ورق‌های پرکننده در بين قطعات متصل به یکدیگر مساوی ۱
- در صورت استفاده فقط از یک ورق پرکننده در بين قطعات متصل به یکدیگر مساوی ۱
- در صورت استفاده از دو یا تعداد بیشتری از ورق‌های پرکننده در بين قطعات متصل به یکدیگر مساوی $0/85$

T_b = حداقل نیروی پیش تنیدگی پیچ طبق مقادير جدول ۷-۹-۲-۱۰

n_s = تعداد صفحات لغزش

اتصالات اصطحکاکی



اتصالات اصطحكاكى

۱۰-۲-۹-۳ اثر مشترك كشش و برش در اتصالات اصطكاكى

در اتصالات اصطكاكى، در صورت وجود توأم نيروى كششى و برشى، مقاومت برشى اسمى بر اساس كنترل لغزش طبق رابطه ۱۰-۹-۲-۱۰ بايد به شرح زير در ضريب كاهش k_{sc} ضرب گردد.

$$k_{sc} = 1 - \frac{T_u}{D_u T_b n_b} \quad (10-9-2-11)$$

كه در آن:

T_u = نيروى كششى مورد نياز

D_u = نسبت پيش‌تنيدگى متوسط پيچ‌ها به پيش‌تنيدگى حداقل پيچ‌ها و مساوى ۱/۱۳

T_b = حداقل نيروى پيش‌تنيدگى پيچ طبق جدول ۱۰-۹-۲-۷

n_b = تعداد پيچ‌هاى كه نيروى كششى را تحمل مى‌كنند.

مقاومت اتکایی

۱۰-۲-۹-۳-۷ مقاومت اتکایی در جدار سوراخ پیچ

مقاومت اتکایی طراحی در جدار سوراخ پیچ در اتصالات اتکایی و اصطکاکی مساوی ϕR_n می باشد که در آن ϕ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۷۵ و R_n مقاومت اتکایی اسمی می باشد که بر اساس حالت حدی اتکایی برای حالت های مختلف به شرح زیر تعیین می گردد.

۱. برای سوراخ استاندارد، سوراخ بزرگ شده، سوراخ لوبیایی کوتاه و سوراخ لوبیایی بلند در حالتی که نیرو در امتداد طولی باشد:

$$R_n = 1/2 l_c t F_u \leq 2/4 d t F_u \quad (10-2-9-12)$$

۲. برای سوراخ لوبیایی بلند در حالتی که نیرو در امتداد عرضی باشد (محور شکاف عمود بر امتداد نیرو باشد)

$$R_n = 1/0 l_c t F_u \leq 2/0 d t F_u \quad (10-2-9-13)$$

مقاومت اتكايی

در روابط فوق:

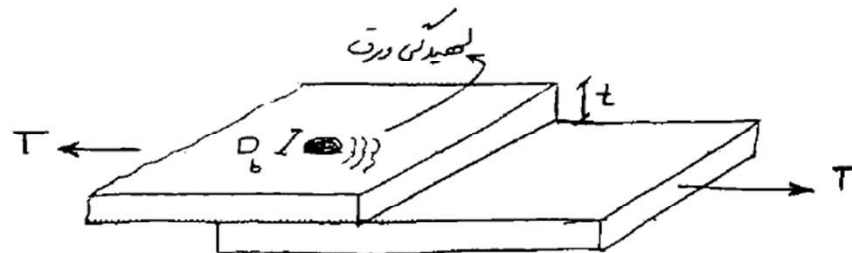
d = قطر اسمی پیچ

F_u = تنش کششی نهایی مصالح ورق اتصال

t = ضخامت قطعه اتصال

l_c = فاصله خالص در راستای نیرو، بین لبه سوراخ‌ها برای سوراخ‌های میانی

= فاصله خالص در راستای نیرو، بین لبه سوراخ تا لبه آزاد ورق اتصال برای انتهای



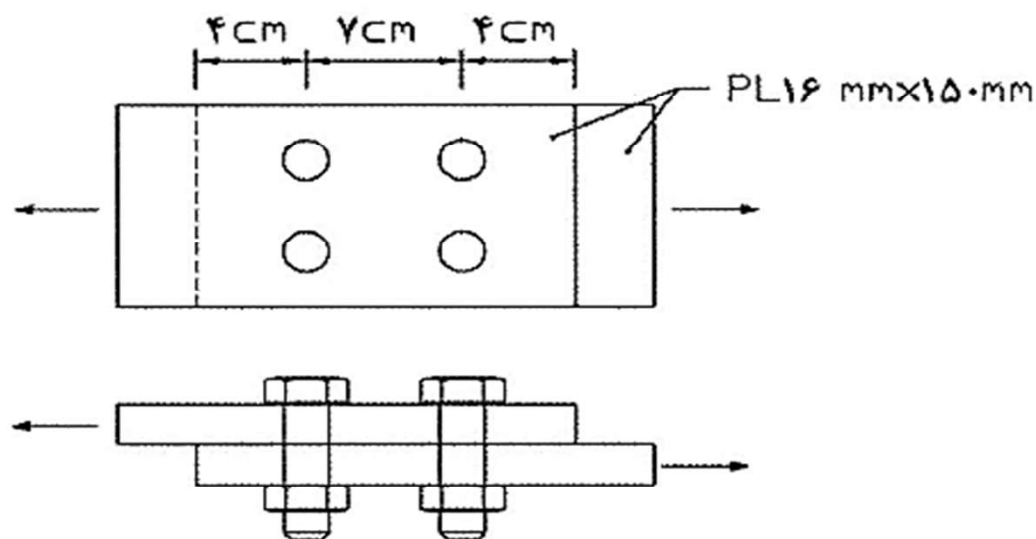
مثال

مثال: مقاومت کششی اتصال نشان داده با پیچ M22 و نوع A325 و سوراخ استاندارد را برای حالات زیر بدست آورید.

الف) اتصال اتکایی و رزوه پیچ در صفحه برش قرار دارد

ب) اتصال اتکایی و رزوه پیچ در صفحه برش قرار ندارد.

پ) اتصال اصطحکاکی



حل مثال

ابتدا فاصله سوراخ‌ها از یکدیگر و تا لبه عضو بر اساس ضوابط آیین‌نامه بررسی می‌شود.

M۲۲

$$3d = 3(2/2) = 6/6 \text{ cm} < 7 \text{ cm}$$

با فرض لبه برش داده شده،

$$38 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$

قطر سوراخ استاندارد برابر است با،

$$d_h = 24 \text{ mm}$$

قطر سوراخ در محاسبات باید 2 mm بیشتر از قطر سوراخ قرار داده شود.

$$d_h = 24 + 2 = 26 \text{ mm}$$

حل مثال

محاسبه مقاومت کششی ورق:

$$A_g = (1/6)(15) = 24 \text{ cm}^2$$

$$A_n = 24 - 2(2/6)(1/6) = 15/7 \text{ cm}^2$$

$$A_n = 0/85(24) = 20/4 \text{ cm}^2$$

$$A_e = A_n = 15/7 \text{ cm}^2$$

مقاومت کششی طراحی در اثر تسلیم فولاد در سطح مقطع کل تعیین می گردد.

$$P_n = F_y A_g$$

$$P_n = (2/4)(24) = 57/6 \text{ t}$$

$$\phi_t P_n = (0/9)(57/6) = 51/8 \text{ t}$$

مقاومت کششی طراحی در اثر مقاومت نهایی فولاد در سطح مقطع موثر خالص نیز به دست می آید.

$$P_n = F_u A_e$$

$$P_n = (3/7)(15/7) = 58/1 \text{ t}$$

$$\phi_t P_n = (0/75)(58/1) = 43/6 \text{ t}$$

مقاومت نهایی فولاد کنترل کننده است.

در مورد اتصالات پیچی معمولاً مقاومت نهایی فولاد کنترل کننده است.

حل مثال

الف) مقاومت پیچ بررسی می شود.

$$R_n = F_u A_b$$

$$R_n = (4)(3/2)(3/8) = 50/2$$

$$\phi R_n = (0.75)(50/2) = \underline{37.5 \text{ t}}$$

مقاومت اتکایی تعیین می گردد.

$$R_n = 1/5 L_c t F_u \leq 3 d t F_u$$

$$(R_n)_b = 1/5 (4 - 1/2)(1/6)(3/7) = 24/9 \text{ t} \leq 3(2/2)(1/6)(3/7) = 39/14 \text{ t}$$

$$\phi R_n = 4(0.75)(24/9) = 74/7 \text{ t}$$

مقاومت طراحی پیچ کنترل کننده است.

حل مثال

(ب)

$$R_n = (4)(4/14)(3/8) = 62/9 \text{ t}$$

$$\phi R_n = (0.75)(62/9) = 47/2 \text{ t}$$

در این حالت، مقاومت ورق کنترل کننده است.

$$\phi_t P_n = \underline{43/6 \text{ t}}$$

(پ)

$$R_n = \mu D_u h_{sc} T_b N_s$$

$$T_b = 17/6 \text{ t}$$

$$R_n = 4(0.5)(1/13)(1)(17/6)(1) = 39/8 \text{ t}$$

$$\phi R_n = (1)(39/8) = \underline{39/8 \text{ t}}$$

مقاومت طراحی پیچ کنترل کننده است.

حل مثال

الف) مقاومت پیچ بررسی می شود.

$$R_n = F_u A_b$$

$$R_n = (4)(3/4)(3/8) = 50/2$$

$$\phi R_n = (0.75)(50/2) = \underline{37.5 \text{ t}}$$

مقاومت اتکایی تعیین می گردد.

$$R_n = 1/5 L_c t F_u \leq 3 d t F_u$$

$$(R_n)_b = 1/5 (4 - 1/2)(1/6)(3/7) = 24/9 \text{ t} \leq 3(2/2)(1/6)(3/7) = 39/14 \text{ t}$$

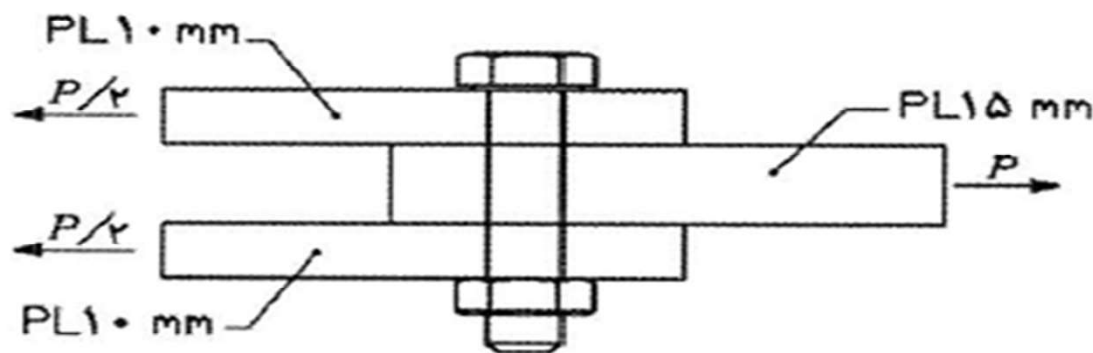
$$\phi R_n = 4(0.75)(24/9) = 74/7 \text{ t}$$

مقاومت طراحی پیچ کنترل کننده است.

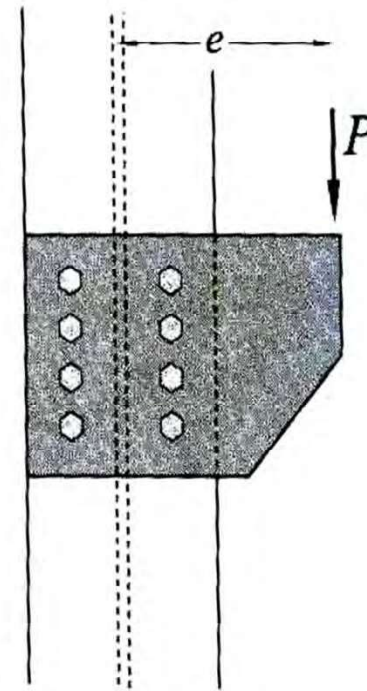
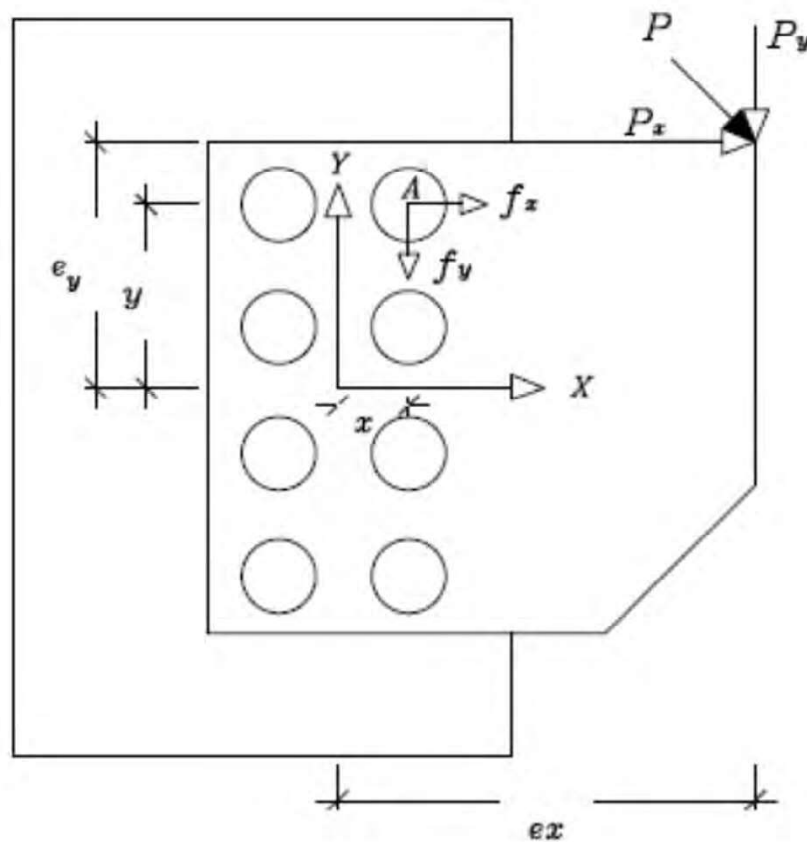
تمرین

مثال: تعداد پیچ مورد نیاز **M22** از نوع **A490** در اتصال شکل زیر برای یک ردیف را بدست آورید. مقدار بار مرده ۵۰ تن و بار زنده ۳۰ تن است. فولاد **St-37** و سوراخ استاندارد است.

- الف) اتصال اتکایی و رزوه پیچ در صفحه برش قرار دارد.
- ب) اتصال اتکایی و رزوه پیچ در صفحه برش قرار ندارد.
- پ) اتصال اصطحکاکی



اثر توام برش و پیچش: (برش با خروج از مرکزیت)



الف - اتصال به بال ستون

روش حل

ابتدا تنش های ناشی از برش را تعیین می نماییم:

$$\begin{cases} f_{vx} = \frac{P_{ux}}{\sum A_b} \\ f_{vy} = \frac{P_{uy}}{\sum A_b} \end{cases}$$

کلیه تعاریف مانند آنچه در بخش برش گفته شده می باشد.

روش حل

پس از محاسبه تنش های ناشی از برش تنش های ناشی از پیچش را تعیین می نماییم این تنشها می بایست در پیچ بحرانی محاسبه گردند.

$$\begin{cases} f_{vx}' = \frac{T \cdot y}{I_p} \\ f_{vy}' = \frac{T \cdot x}{I_p} \end{cases}$$

لنگر پیچشی: $T = P_{ux} \cdot e_y \pm P_{uy} \cdot e_x$

فاصله افقی وقائم پیچ بحرانی تا مرکز سطح پیچ ها: x, y

ممان اینرسی قطبی: $I_p = A_b \sum (x_i^2 + y_i^2)$

فاصله افقی وقائم پیچ ها تا مرکز سطح پیچ ها: x_i, y_i

حال برآیند تنش ها را با تنش اسمی برشی مقایسه می نماییم:

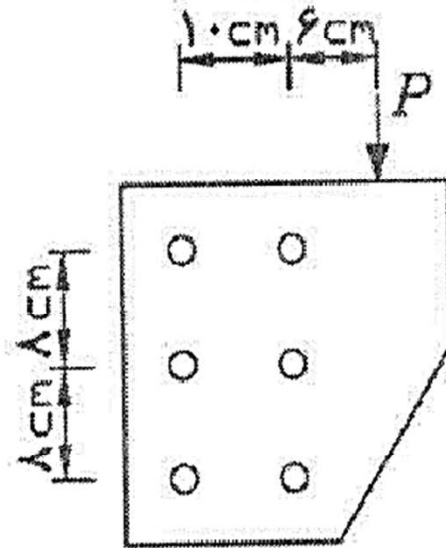
$$f_r = \sqrt{(f_{vx} \pm f_{vx}')^2 + (f_{vy} \pm f_{vy}')^2} \leq \varphi F_{nv}$$

تنش اسمی برشی مطابق جدول ۱۰-۲-۹: F_{nv}

ضریب تقلیل مقاومت: $\varphi = 0.75$

مثال

مثال ۷-۷: اتصال نشان داده شده در شکل را در هر دو حالت اتصال اتکایی (رزوه پیچ در صفحه برش



قرار ندارد) و اتصال اصطکاکی با استفاده از روش LRFD مورد بررسی قرار دهید. بارهای وارده $P_l = 8t$ ، $P_d = 4t$ ، پیچ‌ها $M20$ و از نوع پرمقاومت A325 می‌باشند.

برای اتصال مورد نظر و با توجه به توضیحات فوق، پیچ سمت راست ردیف‌های بالا و پایین تحت اثر بیشترین مقدار تنش قرار دارند. تنش در پیچ‌های بحرانی بررسی می‌شود.

$$P_u = 1/2(4) + 1/6(8) = 17/6t$$

حل مثال

$$e = 6 + 5 = 11 \text{ cm}$$

$$T_u = (17/6)(11) = 193/6 \text{ t}\cdot\text{cm}$$

$$f_s = \frac{17/6}{6(3/14)} = 0.934 \text{ t/cm}^2$$

$$\sum x^2 + \sum y^2 = 6(5)^2 + 4(8)^2 = 406 \text{ cm}^2$$

$$f_{nx} = \frac{(193/6)(8)}{(3/14)(406)} = 1/215 \text{ t/cm}^2$$

$$f_{ny} = \frac{(193/6)(5)}{(3/14)(406)} = 0.759 \text{ t/cm}^2$$

حداکثر تنش به دست می‌آید.

$$f_{\max} = \sqrt{(1/215)^2 + (0.759 + 0.934)^2} = 2/0.8 \text{ t/cm}^2$$

حل مثال

اتصال اتکایی (رزوه پیچ در صفحه برش قرار دارد):

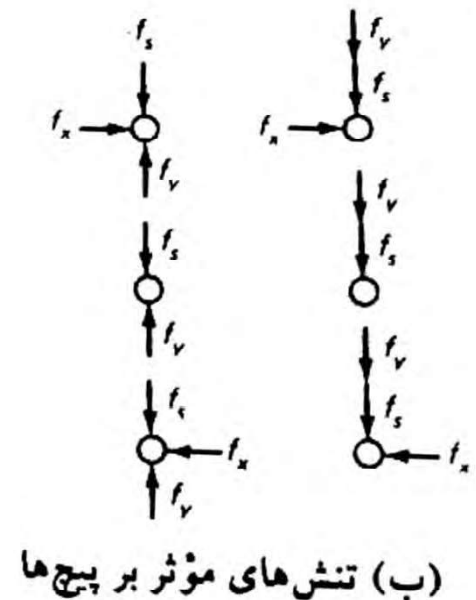
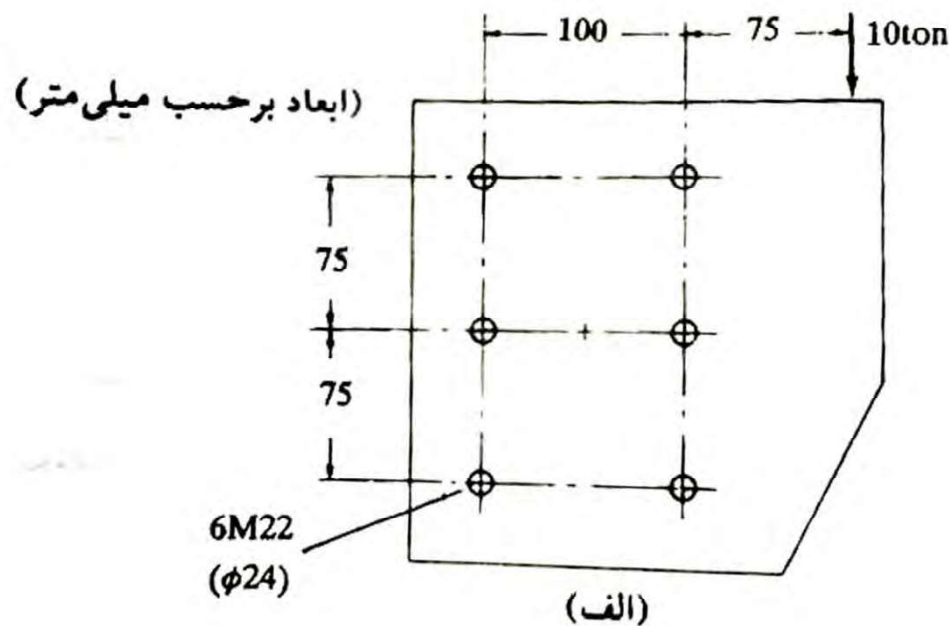
$$2/08 \text{ t/cm}^2 < (0/75)(4/14) = 3/11 \text{ t/cm}^2$$

اتصال اصطکاکی:

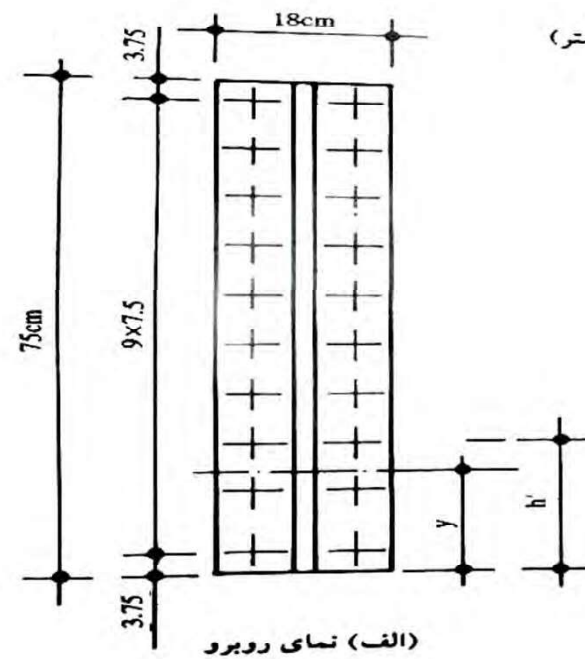
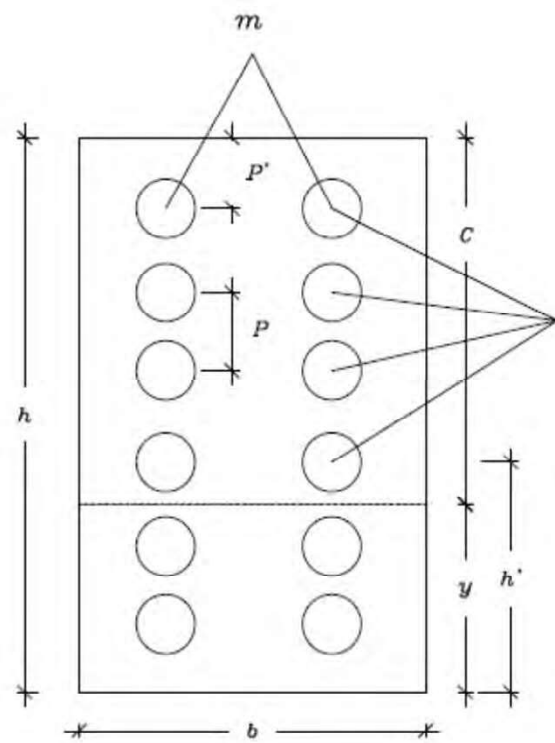
$$2/08 \text{ t/cm}^2 < \frac{(1)(0/5)(1/13)(1)(14/2)(1)}{3/14} = 2/56 \text{ t/cm}^2$$

تمرین

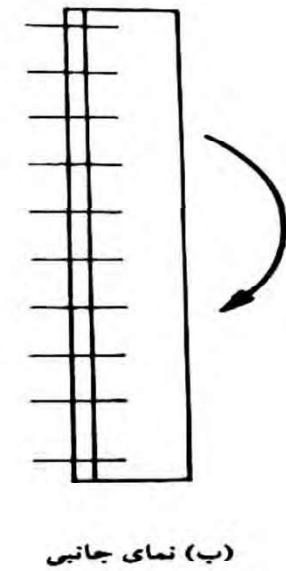
مثال: اتصال شکل زیر را برای حالت اتکایی و اصطحاکي کنترل نمائید. پیچ ها از نوع پرمقاومت 8.8 می باشند. فرض نمائید که صفحه برش خارج از ناحیه دنده شده پیچ ها می باشد و کنترل تنش لهیدگی در ورق لازم نیست.



اتصالات پیچی تحت اثر خمش



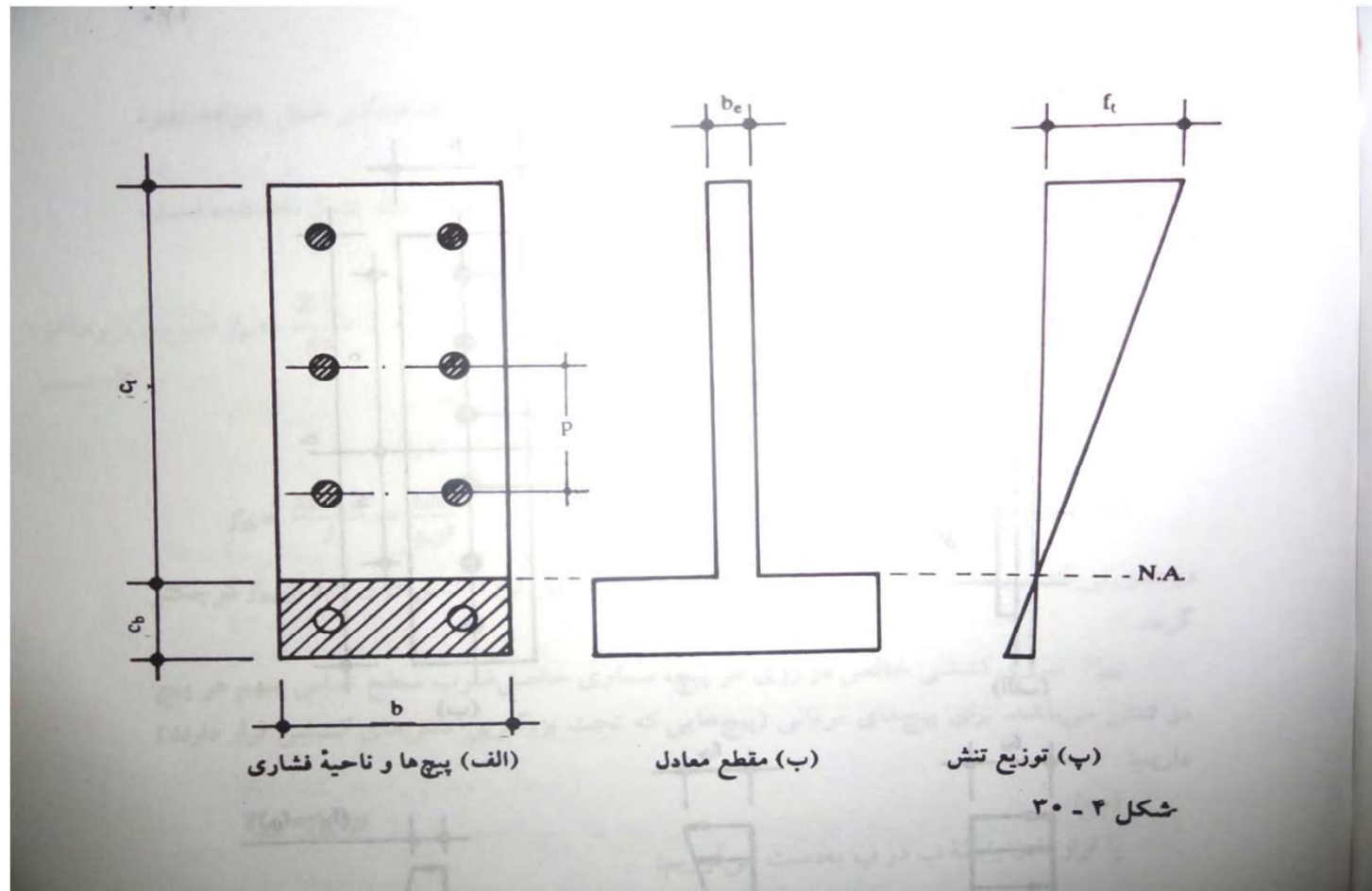
(ابعاد بر حسب سانتی متر)



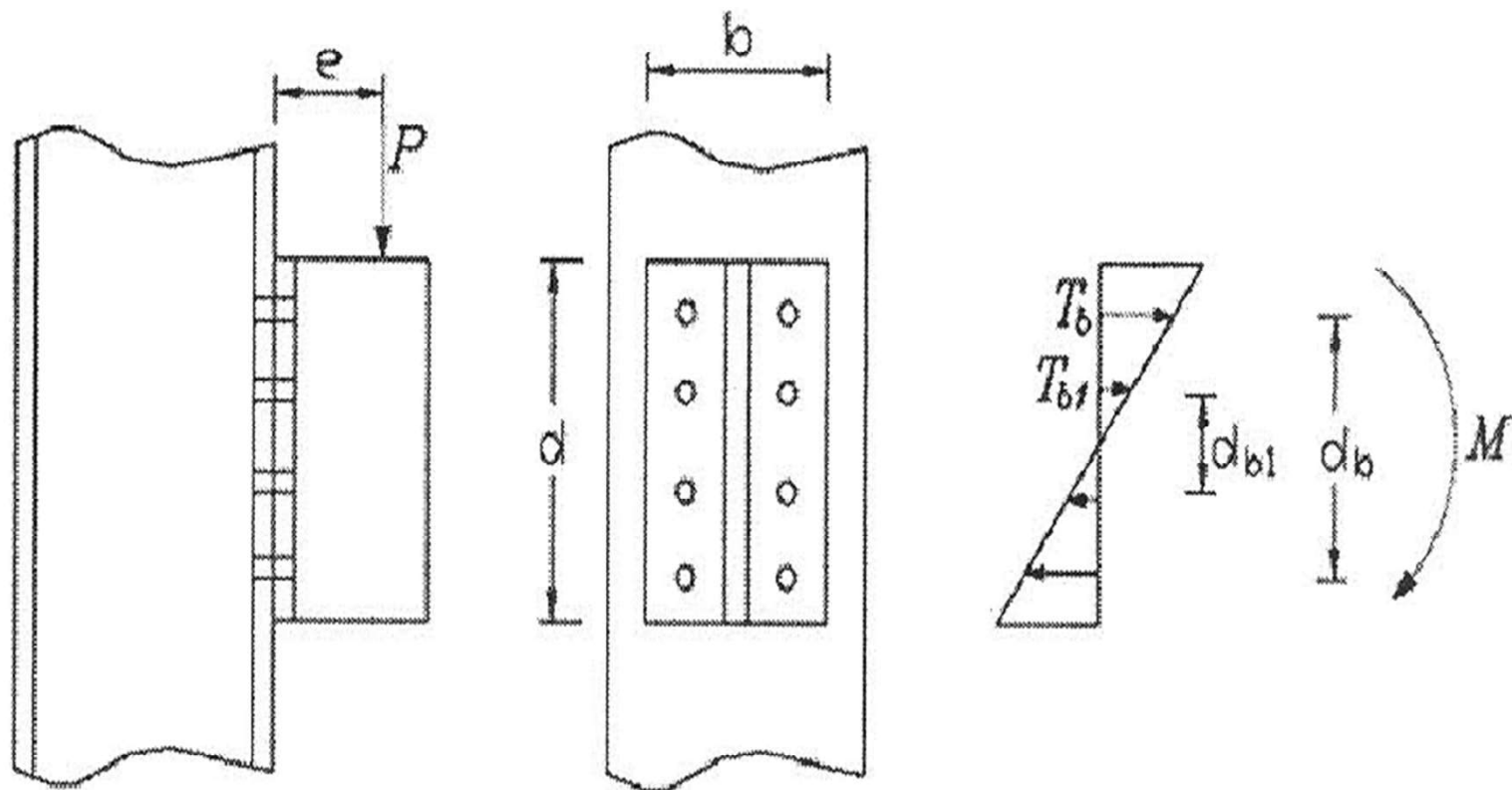
(الف) نمای روبرو

(ب) نمای جانبی

عملکرد



عملکرد



ترکیب برش و خمش با فرض عملکرد انفرادی پیچ ها (اتکایی)

با توجه به اینکه خمش در پیچ ها ایجاد کشش می نماید این حالت مانند حالت کشش و برش محاسبه می گردد که در این حالت تنش کششی و برشی برابر است با:

$$f_v = \frac{P_u}{\sum A_b}$$

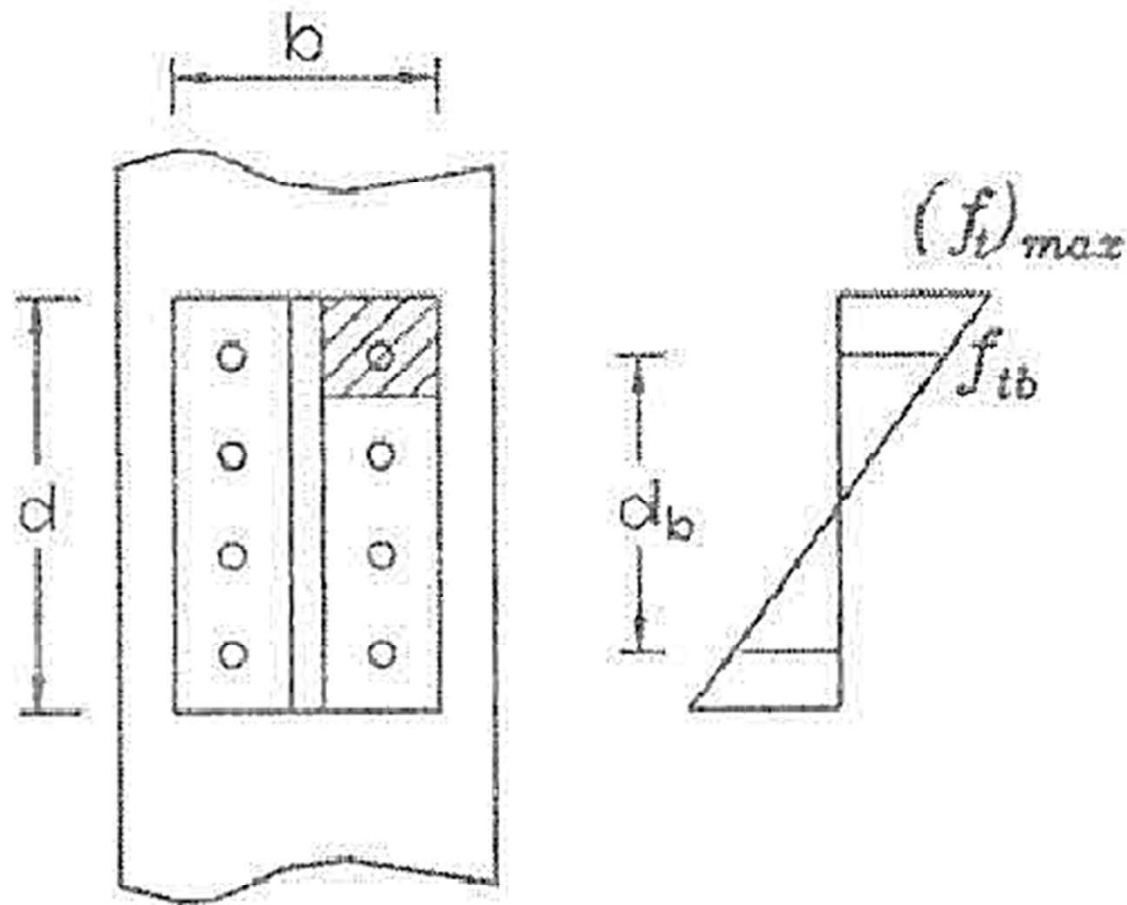
$$f_t = \frac{T_u}{nA_b}$$

مقدار کشش در بالاترین ردیف پیچ ها برابر است با:

$$T_b = \frac{Md_b}{\gamma(d_b^2 + d_{b1}^2)}$$

لنگر خمشی وارد بر اتصال: $M = P_u \cdot e$

ترکیب برش و خمش با فرض عملکرد یکپارچه پیچ ها (اصطحکاکی)



ترکیب برش و خمش با فرض عملکرد یکپارچه پیچ ها (اصطحاکاکی)

حداکثر تنش کششی در اثر لنگر خمشی برابر است با:

$$(f_t)_{\max} = \frac{Mc}{I} = \frac{\epsilon M}{bd^3} \quad (45-7)$$

تنش در محل پیچ (f_{tb}) از تناسب تنش ها به دست می آید.

$$f_{tb} = (f_t)_{\max} \left(\frac{d_b}{d} \right) \quad (46-7)$$

نیروی کششی پیچ از حاصل ضرب تنش پیچ در سطح باربری آن نتیجه می شود. در برخی موارد لازم است این سطح به طور تقریبی تعیین گردد.

$$T_b = f_{tb} A_{tb} \quad (47-7)$$

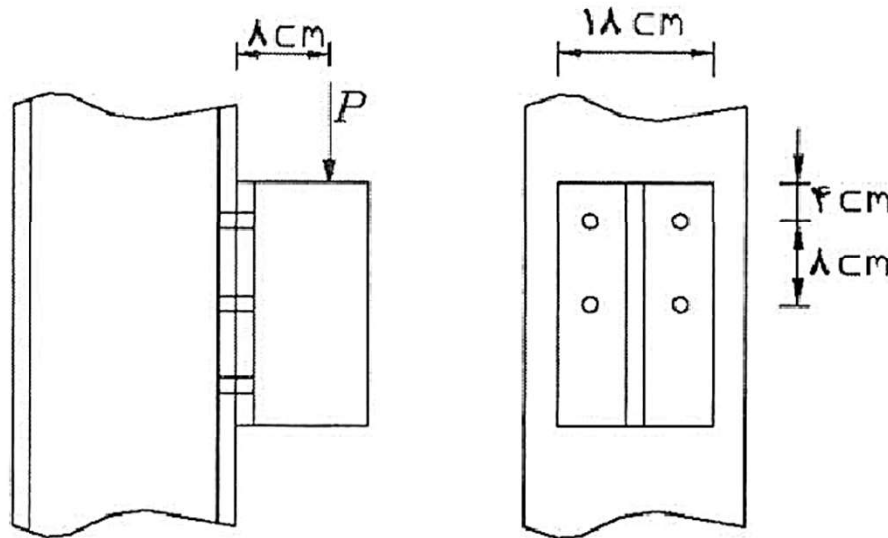
A_{tb} - سطح باربری پیچ

مثال

مثال ۷-۹: تعداد پیچ‌های مورد نیاز اتصال نشان داده شده در شکل را در دو حالت زیر و با استفاده از روش LRFD به دست آورید. بار مرده $P_d = 10t$ ، بار زنده $P_l = 30t$ ، پیچ‌ها $M20$ و از نوع پرمقاومت A490 می‌باشند.

الف) اتصال اتکایی (رزوه پیچ در صفحه برش قرار ندارد)

ب) اتصال اصطکاکی



حل مثال

$$P_u = 1/2(10) + 1/6(30) = 60 \text{ t}$$

الف) مقاومت اتكايي يك پيچ به دست مي آيد.

$$R_n = (5/2)(3/14) = 16/33 \text{ t}$$

$$\phi R_n = (0.75)(16/33) = 12/25 \text{ t}$$

$$n = \frac{60}{12/25} = 4/9$$

با توجه به لنگر وارده، اتصال با فرض ۸ پيچ مورد بررسي قرار مي گيرد.

$$f_v = \frac{60}{8(3/14)} = 2/39 \text{ t/cm}^2$$

$$M = (60)(8) = 480 \text{ t}\cdot\text{cm}$$

حل مثال

از رابطه عملکرد انفرادی پیچ‌ها استفاده می‌شود.

$$T_b = \frac{(480)(24)}{2[(24)^2 + (8)^2]} = 9/0 \text{ t}$$

$$f_t = \frac{9/0}{3/14} = 2/87 \text{ t/cm}^2$$

تنش ترکیبی بررسی می‌شود.

$$F_{nt}' = 1/3(7/8) - \frac{7/8}{(0/75)(5/2)}(2/39) = 5/36 \text{ t/cm}^2$$

$$2/87 \text{ t/cm}^2 < (0/75)(5/36) = 4/02 \text{ t/cm}^2$$

$$2/39 \text{ t/cm}^2 < (0/75)(5/2) = 3/9 \text{ t/cm}^2$$

قابل قبول است.

حل مثال

ب) اتصال طراحی شده در حالت الف مورد بررسی قرار می گیرد.
مقاومت اصطکاکی یک پیچ به دست می آید.

$$R_n = (0.5)(1/13)(1)(17/9)(1) = 10/1 t$$

$$\phi R_n = (1)(10/1) = 10/1 t$$

در این حالت، برای تعیین نیروی کششی پیچ از حالت عملکرد یکپارچه اتصال استفاده می شود.

$$(f_t)_{\max} = \frac{6(480)}{(18)(32)^2} = 0.156 t/cm^2$$

$$f_{tb} = 0.156 \left(\frac{12}{16} \right) = 0.117 t/cm^2$$

$$T_b = (0.117)(9)(8) = 8.42 t$$

ملاحظه می شود که در مورد این مثال، اختلاف نیروی کششی در دو حالت بسیار ناچیز است.

حل مثال

$$f_i = \frac{8/42}{3/14} = 2/68 \text{ t/cm}^2$$

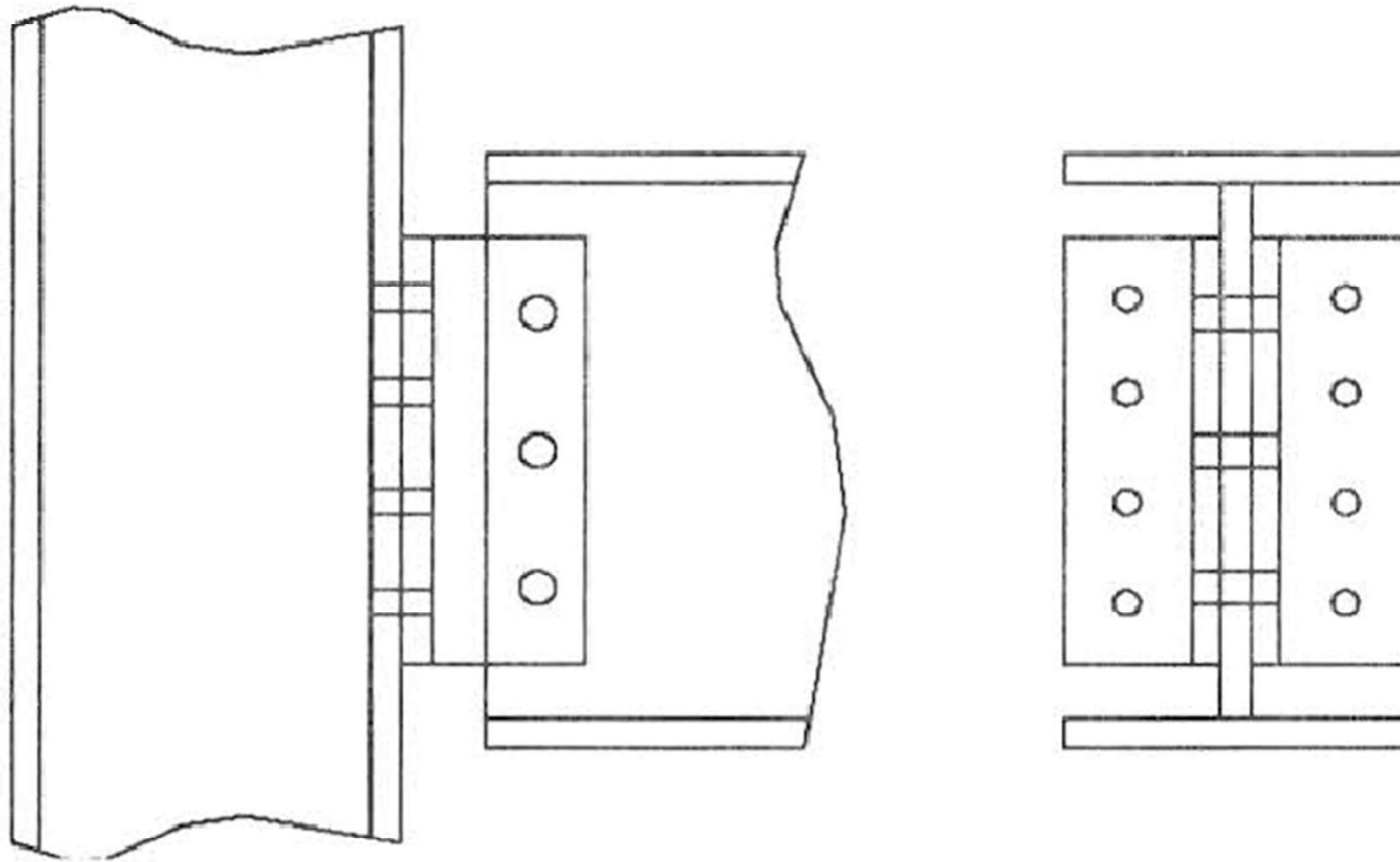
$$k_s = 1 - \frac{8/42}{(1/13)(17/9)(1)} = 0/584$$

$$f_v \leq k_s \phi F_{nv}$$

$$2/39 \text{ t/cm}^2 > \frac{(0/584)(10/1)}{3/14} = 1/88 \text{ t/cm}^2$$

اتصال به صورت اصطکاکی جوابگو نمی باشد و لازم است تعداد پیچ ها افزایش داده شوند.

اتصالات ساده پیچی



اتصالات گیردار (خمشی)

