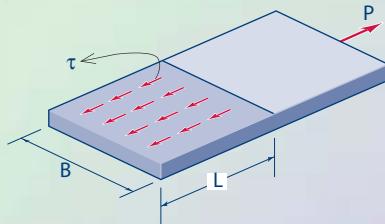
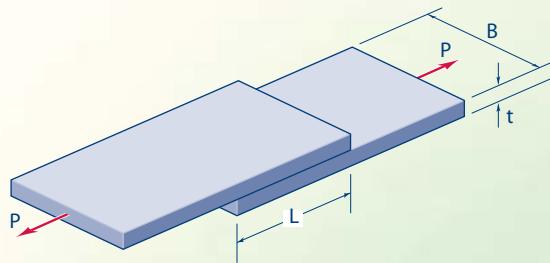


فصل هشتم

نیرو و تنشی برشی



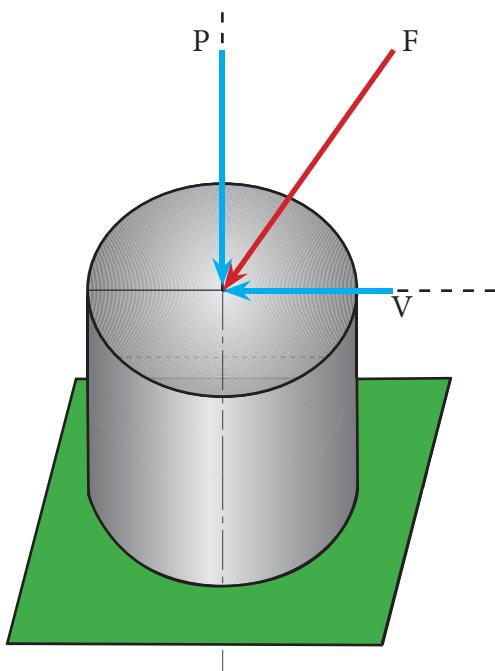
پس از آموزش این فصل از فرآگیر انتظار می‌رود بتواند:

- ۱- نیروی برشی (مماسی) را تعریف کند.
- ۲- تنش برشی را تعریف نماید و رابطه آن را به کار گیرد.
- ۳- رفتار اتصالات برشی ساده با پیچ یا پرچ را بررسی نماید.
- ۴- تنش کششی ماکریزم در اتصالات برشی ساده را محاسبه نماید.
- ۵- تنش لهیدگی را در اتصالات برشی ساده محاسبه کند.
- ۶- تنش برشی در پیچ‌ها و یا پرچ‌ها را به دست آورد.
- ۷- گسیختگی برشی ورق‌ها را کنترل نماید.

۱-۸ نیروی برشی (مماسی)

نیروی مماس بر سطح مقطع اجسام را نیروی برشی (مماسی) می‌نامیم.
در شکل (۱-۸) نیروی F به سطح مقطع A وارد می‌شود.

اگر نیروی F را به دو مؤلفه متعامد تجزیه نمائیم، مؤلفه افقی آن (V) بر سطح مقطع مماس می‌باشد. بنابراین نیروی برشی محاسبه می‌شود و مؤلفه قائم (P) بر سطح مقطع عمود بوده و لذا نیروی محوری محاسبه می‌گردد.



شکل ۱-۸

۲-۸

(Shear Stress) (مماشی) تنش های برشی (مماشی)

نیروی برشی سبب ایجاد تنش برشی در سطح مقطع اجسام می‌گردد. شکل (۲-۸-الف) دو صفحه را نشان می‌دهد که به وسیله چسب به یکدیگر متصل شده‌اند و نیروی P تنش برشی در محل اتصال دو صفحه مطابق شکل (۲-۸-ب) ایجاد می‌نماید.

تنش برشی (مماشی)

نیروی برشی (مماشی) وارد به واحد سطح را تنش برشی گویند

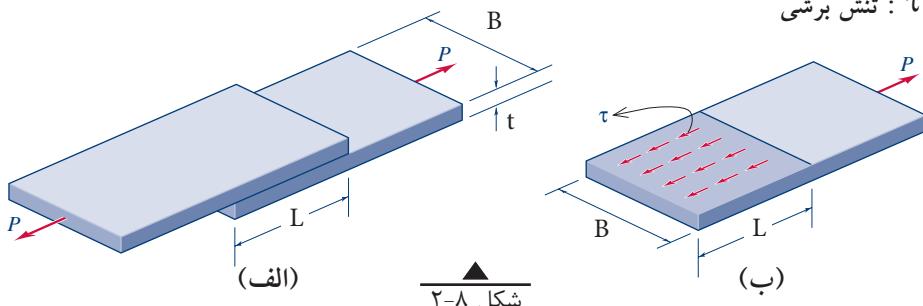
و با نماد (τ) نمایش داده می‌شود و رابطه آن به صورت زیر است:

$$\tau = \frac{V}{A} \quad (1-8)$$

V : نیروی برشی که در شکل (۲-۸) همان نیروی P می‌باشد.

A : سطح مقطع جسم (که در اینجا سطح تماس بین دو صفحه می‌باشد $A=L \cdot B$)

τ : تنش برشی



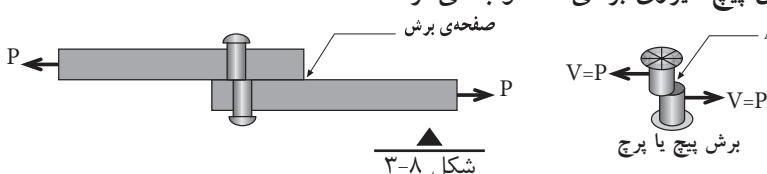
شکل ۲-۸

نیروی برشی در اکثر سازه‌های ساختمانی به صورت‌های مختلف وجود دارد و به دلیل گستردگی و پیچیدگی موضوع در اینجا تنها جهت آشنایی با رفتار برشی اعضای ساختمانی به بررسی اتصالات برشی ساده با پیچ یا پرج می‌پردازیم.



در شکل (۳-۸) دو ورق با مشخصات نشان‌داده شده توسط یک پیچ به قطر d به یکدیگر متصل شده‌اند و تحت تاثیر نیروی کششی P قرار دارند. با توجه به شکل (۳-۸) ملاحظه می‌شود که نیروی P در ورق‌ها ایجاد کشش نموده و در پیچ‌ها ایجاد برش می‌نماید. لذا

نیروی P برای پیچ، نیروی برشی محاسبه می‌گردد.

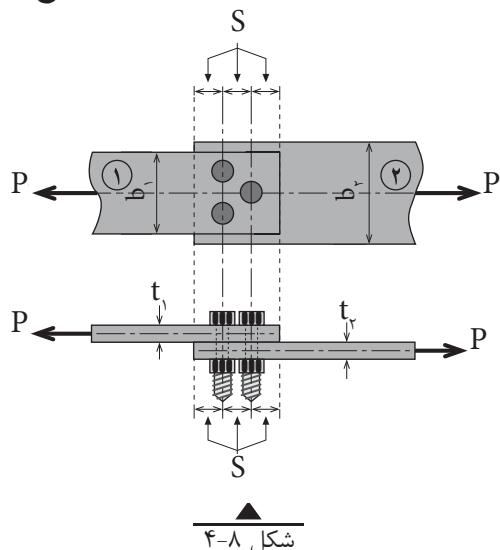


شکل ۳-۸

۳-۸

بررسی رفتار اتصالات برشی ساده با پیچ یا پرج

با توجه به شکل (۴-۸) به بررسی رفتارهای مختلف این نوع اتصالات می‌پردازیم:



شکل ۴-۸

۱-۳-۸- تنش کششی حداکثر ایجاد شده در ورق‌ها

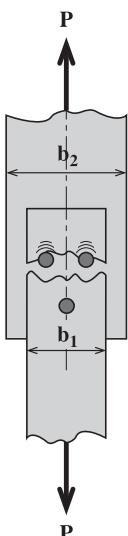
با توجه به رابطه $\sigma = \frac{P}{A}$ تنش محوری یا قائم ورق‌ها وقتی

به حداکثر می‌رسد که سطح مقطع کاهش یابد لذا در محل پیچ یا پرج به دلیل وجود سوراخ‌ها، سطح مقطع ورق ضعیف شده و تنش حداکثر در آن مقطع ایجاد می‌شود و امکان گسیختگی در این مقطع وجود دارد^۱ و مطابق شکل خواهیم داشت: شکل (۵-۸)

$$A = (b - nd)t \quad (۲-۸)$$

بنابراین برای تعیین کمترین سطح مقطع ورق‌ها (A_{\min}) لازم است مقاطع مختلفی در طول اتصال در نظر گرفته و سطح مقطع هر کدام را محاسبه نموده و کمترین آن‌ها را در رابطه $\sigma = \frac{P}{A}$ قرار دهیم تا مقدار

حداکثر تنش کششی تعیین شود. در رابطه (۲-۸) n تعداد پیچ‌ها در مقطع مورد نظر و d قطر پیچ‌ها یا پرج‌ها، b عرض و t ضخامت صفحه‌ها می‌باشد.



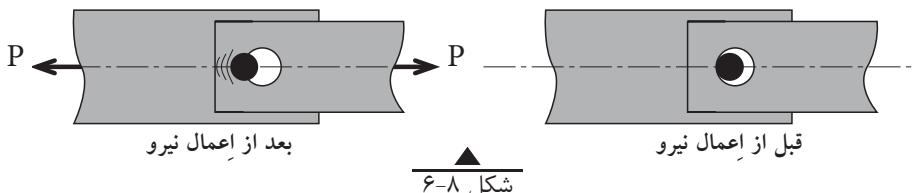
شکل ۵-۸

- باید توجه داشت که در این گونه اتصالات ممکن است مقاطع دیگری وجود داشته باشند که تنش کششی حداکثر در آن‌ها ایجاد می‌شود که در مقاطع بالاتر با آن‌ها آشنا خواهد شد.



۲-۳-۸- تنش لهیدگی

نیروی کششی اعمال شده در اتصال شکل (۴-۸) در محل سوراخها به جداره ورق‌ها توسط پیچ فشار وارد می‌آورد که باعث لهیدگی سطح تماس آن‌ها می‌شود و تنش حاصل، تنش لهیدگی نامیده می‌شود و از رابطه زیر به دست می‌آید.



$$\sigma_b = \frac{P}{Ndt} \quad (3-8)$$

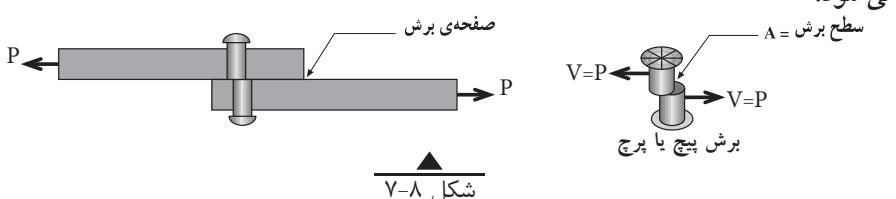
بدیهی است که تنش لهیدگی حدکثر ($\sigma = b_{max}$) در صفحه‌ای ایجاد می‌شود که کمترین ضخامت (t_{min}) را داشته باشد. یعنی:

$$\sigma_{b_{max}} = \frac{P}{Ndt_{min}} \quad (4-8)$$

در روابط (۳-۸) و (۴-۸)، N تعداد کل پیچ‌ها یا پرج‌های اتصال می‌باشد.

۳-۳-۸- تنش برشی در پیچ‌ها یا پرج‌ها

باتوجه به تعریف نیروی برشی (مماسی)، نیروی کششی P در اتصال شکل (۷-۸) بر سطح مقطع پیچ‌ها یا پرج‌ها مماس بوده بنابراین نیروی برشی برای پیچ‌ها یا پرج‌ها محسوب می‌شود:



لذا باتوجه به رابطه تنش برشی داریم:

$$\tau = \frac{P}{NA} \quad (5-8)$$

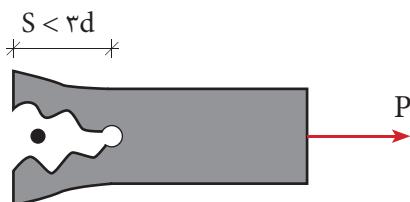
در این رابطه N تعداد کل پیچ‌ها یا پرج‌ها و A سطح مقطع یکی از آن‌ها می‌باشد.

۴-۳-۸- گسیختگی برشی ورق

هرگاه فاصله مراکز سوراخ‌ها از یکدیگر و یا از لبه‌های ورق، از حد معینی کمتر باشد، امکان پارگی ورق مطابق شکل (۸-۸) وجود دارد.

لذا بر اساس آین نامه باید فاصله مرکز تا مرکز سوراخ‌ها و همچنین مرکز سوراخ‌ها تا لبه‌های ورق از سه برابر قطر پیچ کمتر نباشد. یعنی:

$$S \geq 3d \quad (8-8)$$



شکل ۸-۸

مثال ۱

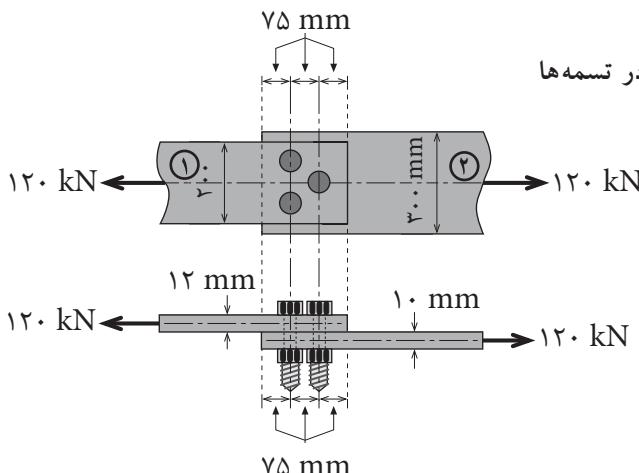
دو تسمه توسط سه پیچ هر یک به قطر ۲۰ میلی‌متر مطابق شکل بهم متصل شده‌اند.
مطلوب است محاسبه:

الف) تنش کششی حداکثر در هر تسمه

ب) تنش برشی پیچ‌ها

ج) تنش لهیدگی ماکریم در تسمه‌ها

د) کنترل پارگی برشی



الف) سطح مقطع هر تسمه را در مقاطعی که بیشترین پیچ‌ها در آن وجود دارند محاسبه سپس
تنش را در هر تسمه به دست می‌آوریم:

تسمه ۱

$$A_{\min} = (b - nd)t \Rightarrow A_{\min} = (300 - 2 \times 20)12$$

$$A_{\min} = 1920 \text{ mm}^2$$

$$\text{تنش} \quad \sigma_1 = \frac{P}{A_{\min}} \Rightarrow \sigma_1 = \frac{120 \times 10^3}{1920}$$

$$\boxed{\sigma_1 = 62.5 \text{ MPa}}$$

تنش حداکثر در تسمه شماره (۱)

تسمه ۲

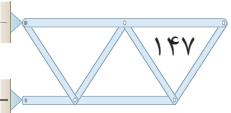
$$A_{\min} = (b - nd)t \Rightarrow A_{\min} = (300 - 2 \times 20)10$$

$$A_{\min} = 2600 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{A_{\min}} \Rightarrow \sigma_2 = \frac{120 \times 10^3}{2600}$$

$$\boxed{\sigma_2 = 46.15 \text{ MPa}}$$

تنش حداکثر در تسمه شماره (۲)



ب) تنش برشی در پیچ‌ها:

$$\tau = \frac{P}{NA} \Rightarrow \tau = \frac{120 \times 10^3}{3 \times \left(\frac{\pi}{4} \times 20^2\right)} \Rightarrow \boxed{\tau = 127 / 39 \text{ MPa}}$$

ج) تنش لهیدگی ماکریم در تسمه ۲ به وجود می‌آید. چون دارای ضخامت کمتری نسبت به تسمه شماره ۱ می‌باشد.

$$\sigma_{b\max} = \frac{P}{Ndt_{min}} \Rightarrow \sigma_b = \frac{120 \times 10^3}{3 \times (20 \times 10)} \Rightarrow \boxed{\sigma_b = 200 \text{ MPa}}$$

د) کنترل پارگی برشی:

برای جلوگیری از پارگی تسمه باید:

$$S \geq 3d \Rightarrow 75 \geq 3 \times 20 \Rightarrow 75 > 60 \quad \text{قابل قبول}$$

خلاصه فصل

- نیروی برشی یا مماسی به نیرویی گفته می‌شود که بر سطح مقطع جسم مماس باشد.

- تنش برشی از رابطه $\frac{V}{A} = \tau$ محاسبه می‌شود.

- اتصالات برشی ساده با پیچ یا پرچ، در حالات زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

- ۱) تنش کششی ایجاد شده در تسمه‌ها در مقطع ضعیف شده برابر است با:

$$\sigma = \frac{P}{(b - nd)t}$$

- ۲) تنش لهیدگی حداکثر در محل سوراخ‌ها و در تسمه نازک‌تر ایجاد می‌شود. یعنی:

$$\sigma_{b\max} = \frac{P}{Ndt_{min}}$$

- ۳) تنش برشی در پیچ‌ها یا پرچ‌ها از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\tau = \frac{P}{NA} \quad A = \frac{\pi d^2}{4}$$

- ۴) به منظور جلوگیری از گسیختگی برشی تسمه‌ها باید فاصله سوراخ‌ها از یکدیگر و از لبه ورق‌ها از سه برابر قطر پیچ یا پرچ کمتر نباشد. یعنی:

$$S \geq 3d$$

خودآزمایی

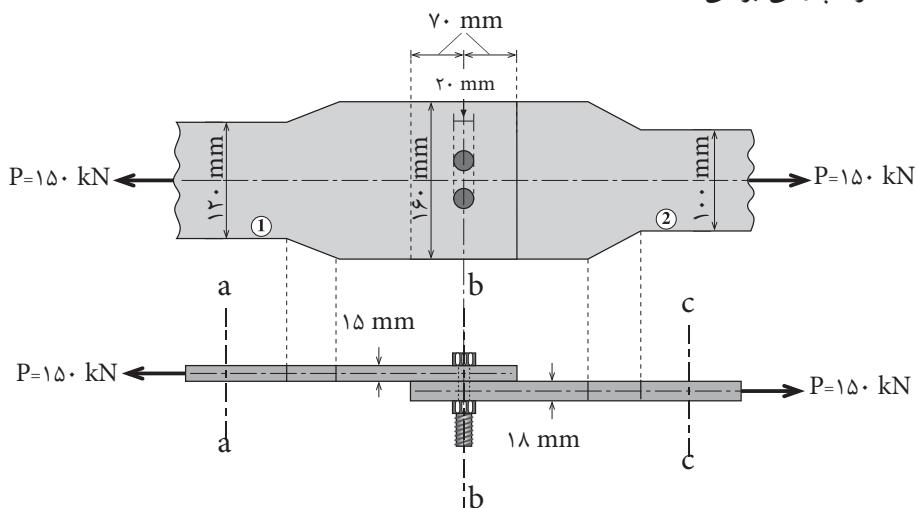
۱- در شکل زیر مطلوب است محاسبه

الف) تنش کششی در مقاطع a-a و b-b و c-c

ب) تنش برشی پیچ ها

ج) تنش لهیدگی ماکزیمم

د) کنترل پارگی برشی



۲- در مسائل ۲ و ۳ مطلوب است محاسبه:

تنش ماکزیمم صفحه ها - تنش برشی پیچ ها - تنش لهیدگی ماکزیمم و کنترل پارگی

برشی

