

۲- ترکیبات بار و کلیات طراحی

۱- روش LRFD (Load and Resistance Factor Design):

$$\gamma \times Q \leq \phi \times R$$

ضریب افزایش بار بار ضریب کاهش مقاومت مقاومت

۳-۳-۲-۶ ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سایر ساختمان‌ها از جمله

ساختمان‌های فولادی

در طراحی ساختمان‌های فولادی، به روش ضرایب بار و مقاومت، موضوع مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، و یا دیگر مصالح به جز بتن‌آرمه، از ترکیب بارهای این بند استفاده می‌شود. سازه‌ها و اعضای آن‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که مقاومت طراحی آن‌ها، بزرگ‌تر و یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب‌دار زیر باشند:

- ۱) $1.4D$
- ۲) $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
- ۳) $1.2D + 1.6(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } 0.5(1.4W)]$
- ۴) $1.2D + 1.0(1.4W) + L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
- ۵) $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$
- ۶) $0.9D + 1.0(1.4W)$
- ۷) $0.9D + 1.0E$
- ۸) $1.2D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ یا } S) + 1.2T$
- ۹) $1.2D + 1.6L + 1.6(L_r \text{ یا } S) + 1.0T$

مثال:

یک عضو فولادی تحت اثر بار زنده کششی 20 ton، بار مرده 40ton قرار گرفته است. نیروی محوری ناشی از نیروی زلزله برابر 10ton می‌باشد. مساحت مقطع عضو چقدر باید باشد تا از نظر آیین نامه قابل قبول باشد؟

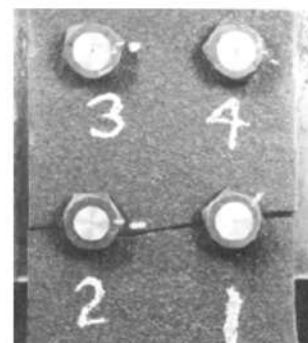
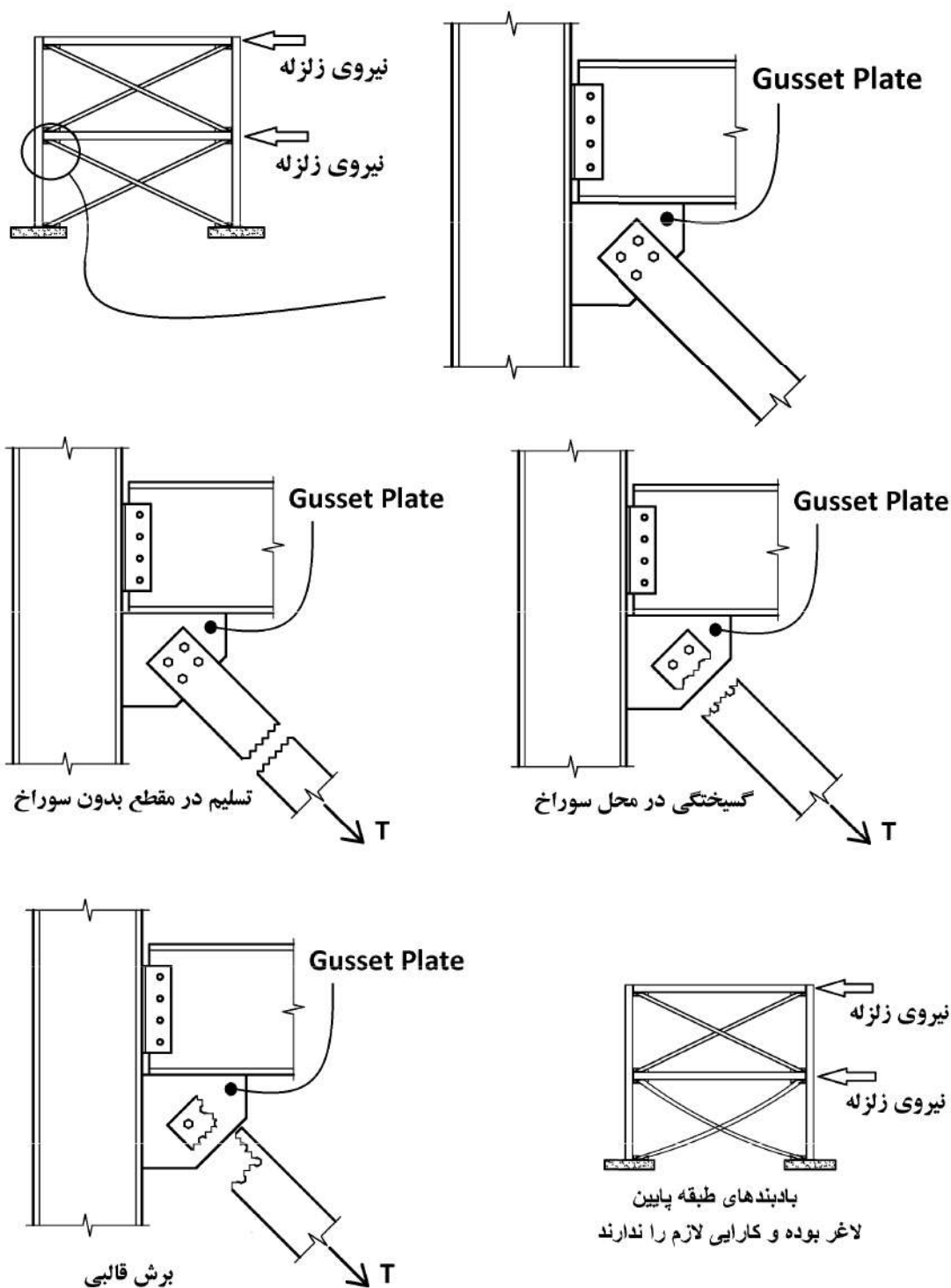
$$\gamma Q \leq \phi R$$

$$\phi R$$

$$\left. \begin{array}{l} 1.4 \times 40 = 56 \text{ ton} \\ 1.2 \times 40 + 1.6 \times 20 = 80 \text{ ton} \\ 1.2 \times 40 + 1 \times 20 + 1 \times 10 = 78 \text{ ton} \end{array} \right\} \gamma Q = 80 \text{ ton}$$

$$\phi R = 0.9F_y \times A = 2160 \times A$$

$$\rightarrow 80000 \leq 2160A \rightarrow 37 \text{ cm}^2 \leq A$$



۳-۱- مراحل کنترل عضو کششی

در اعضای کششی ۵ مورد زیر باید کنترل شود. تمامی این موارد باید تامین شوند. ولی مورد های ۱ و ۲ بیشتر مورد سوال هستند.

۱- در مقطع کل تسلیم رخ ندهد

۲- در محل سوراخ گسیختگی رخ ندهد

۳- در محل سوراخ برش قالبی رخ ندهد.

۴- عضو کششی لاغر نباشد

۵- بولت ها (و یا جوش) گسیخته نشود

۱۰-۲-۳-۴ مقاومت کششی

مقاومت کششی طراحی $(\phi_t P_n)$ در اعضای تحت کشش باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت های حدی تسلیم کششی در مقطع کلی (A_g) و گسیختگی کششی در مقطع خالص عضو (A_n) و مقطع خالص موثر (A_e) در نظر گرفته شود.

الف) برای تسلیم کششی در مقطع کلی عضو:

$$\phi_t = 0.9 \quad \text{و} \quad P_n = F_y A_g \quad (4-3-2-10)$$

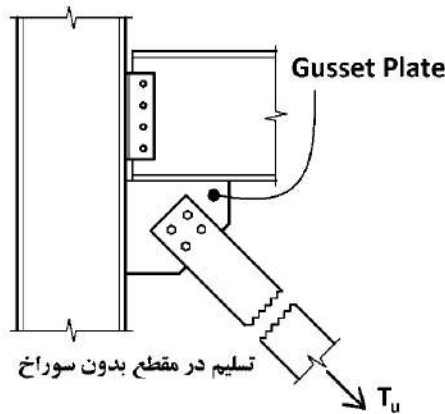
ب) برای گسیختگی کششی در مقطع خالص عضو:

$$\phi_t = 0.75 \quad \text{و} \quad P_n = F_u A_n \quad (5-3-2-10)$$

پ) برای گسیختگی کششی در مقطع خالص موثر عضو در محل اتصال:

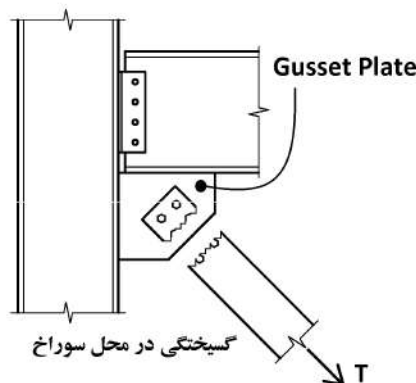
$$\phi_t = 0.75 \quad \text{و} \quad P_n = F_u A_e \quad (6-3-2-10)$$

۳-۱-۱- کنترل تسلیم در مقطع کل



$$T_u < 0.9F_y \times A_g$$

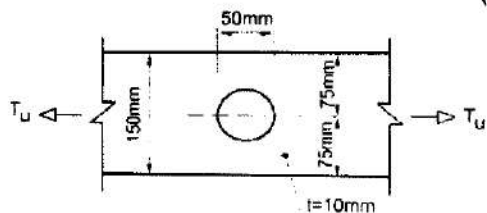
۳-۱-۲- کنترل گسیختگی کششی در محل سوراخ



$$T_u < 0.75F_u A_e$$

محاسبات ۹۴

۵- حداکثر نیروی کششی نهایی قابل تحمل T_u ، توسط تسمه کششی سوراخ دار نشان داده شده در شکل زیر به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ (فرض کنید طول تسمه نسبتاً زیاد بوده و فولاد مصرفی با $F_u=370 \text{ MPa}$ و $F_y=240 \text{ MPa}$ می باشد.)



360 kN (۱)

320 kN (۲)

270 kN (۳)

220 kN (۴)

گزینه ۳

$$A_n = (150 - 52) \times 10 = 980 \text{ mm}^2 \rightarrow \phi A_n F_u = 0.75 \times 980 \times 370 = 271.9 \text{ kN}$$

$$A_g = 150 \times 10 = 1500 \text{ mm}^2 \rightarrow \phi A_g F_y = 0.9 \times 1500 \times 240 = 324 \text{ kN}$$

تمرین: محاسبات اسفند ۸۹

۲۳- طراحی اعضای کششی براساس روش حالات حدی، با استفاده از کدامیک از عباراتهای زیر صورت می گیرد؟

min ($F_y A_g$ و $F_u A_e$) (۱)min ($F_y A_g$ و $0.9 F_u A_e$) (۲)max ($0.9 F_y A_g$ و $0.75 F_u A_e$) (۳)min ($0.9 F_y A_g$ و $0.75 F_u A_e$) (۴)

گزینه ۴

۳-۱-۳- سطح مقطع خالص

۵-۲-۲-۱۰ تعیین سطح مقطع کل و سطح مقطع خالص در اعضای سازه

الف) سطح مقطع کلی عضو (A_g) برابر با مجموع سطح مقطع اجزای تشکیل دهنده آن و سطح مقطع هر جزء برابر با حاصل ضرب پهنای کلی در ضخامت آن می‌باشد. برای نیمرخ نبشی پهنای کلی عبارت است از مجموع پهنای دو بال منهای ضخامت بال.

۳-۲-۲-۱۰ تعیین سطح مقطع خالص موثر اعضای کششی

سطح مقطع خالص موثر برای اعضای کششی به شرح زیر تعریف می‌شود:

$$A_e = U A_n$$

الف) برای اتصالات و وصله‌های از نوع پیچی

$$A_e = U A_g$$

ب) برای اتصالات و وصله‌های از نوع جوشی

تبصره: در ورق‌های وصله‌های پیچی در اعضای کششی:

$$A_e = A_n \leq 0.85 A_g$$

(۳-۲-۲-۱۰)

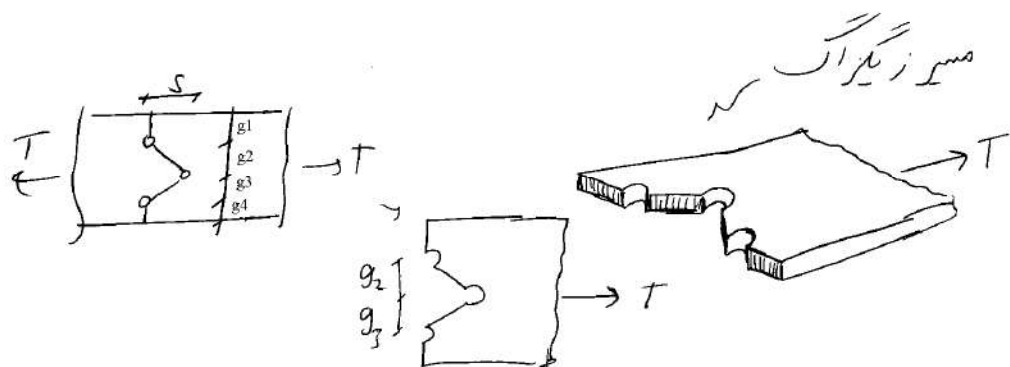
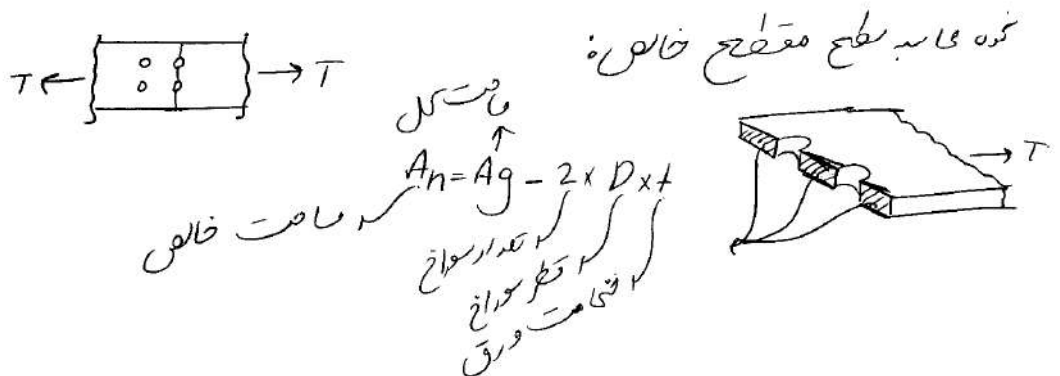
در روابط فوق:

 A_g = سطح مقطع کلی عضو A_n = سطح مقطع خالص عضو A_e = سطح مقطع خالص موثر عضو

U = ضریب تأخیر برش مطابق جدول ۱-۳-۲-۱۰. در هر حال این ضریب در مقاطع باز (نظیر

مقاطع I، L، U، T و ...) لازم نیست از نسبت سطح مقطع قسمت‌های اتصال یافته به سطح

مقطع کل کمتر در نظر گرفته شود.



$$A_n = A_g - 3 D t + \frac{S^2}{4 g_2} t + \frac{S^2}{4 g_3} t$$

با ابعاد مربع یک $\frac{S^2}{4g}$
 مقدار A_n افزوده می‌شود

ابعاد اسمی پیچ با ابعاد اسمی سوراخ چه فرقی دارد؟

جدول ۱۰-۲-۸ ابعاد اسمی سوراخ پیچ بر حسب میلی‌متر

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

۱۰-۲-۲-۵ تعیین سطح مقطع کل و سطح مقطع خالص در اعضای سازه

الف) سطح مقطع کلی عضو (A_g) برابر با مجموع سطح مقطع اجزای تشکیل‌دهنده آن و سطح مقطع هر جزء برابر با حاصل ضرب پهنای کلی در ضخامت آن می‌باشد. برای نیمرخ نبشی پهنای کلی عبارت است از مجموع پهنای دو بال منهای ضخامت بال.

ب) سطح خالص عضو (A_n) برابر با مجموع حاصل ضرب‌های پهنای خالص اعضاء در ضخامت مربوطه می‌باشد. پهنای خالص عبارت است از پهنای کلی منهای قطر سوراخ‌های عضو که به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود.

۱- عرض سوراخ پیچ باید به مقدار **دو میلی‌متر بزرگتر از ابعاد اسمی سوراخ** منظور شود. ابعاد اسمی سوراخ در بخش ۱۰-۲-۹ تعریف شده است.

۲- اگر سوراخ‌های متعدد به شکل زنجیره (بصورت قطری یا زیگزاگ) در مسیر مقطع بحرانی احتمالی قرار داشته باشند، برای محاسبه پهنای خالص باید از پهنای کلی مورد بررسی، مجموع قطر سوراخ‌های مسیر زنجیره را کم و به آن برای هر ردیف گام مورب در زنجیره، یک مرتبه جمله $s^2/4g$ را اضافه کرد که در آن:

s = فاصله مرکز تا مرکز هر دو سوراخ متوالی در امتداد طولی (راستای نیرو) زنجیره مورد نظر

g = فاصله مرکز تا مرکز هر دو سوراخ متوالی در امتداد عرضی (راستای عمود بر امتداد نیرو) در زنجیره مورد نظر

۳- در مقطع نبشی گام عرضی برای سوراخ‌های واقع در روی دو بال متعامد، عبارت خواهد بود از جمع فواصل سوراخ‌ها تا پشت نبشی منهای ضخامت آن.

۳-۱-۴- تأخیر برشی و سطح مقطع موثر

۳-۳-۲-۱۰ تعیین سطح مقطع خالص موثر اعضای کششی

سطح مقطع خالص موثر برای اعضای کششی به شرح زیر تعریف می‌شود:

$$A_e = U A_n$$

الف) برای اتصالات و وصله‌های از نوع پیچی

$$A_e = U A_g$$

ب) برای اتصالات و وصله‌های از نوع جوشی

تبصره: در ورق‌های وصله‌های پیچی در اعضای کششی:

$$A_e = A_n \leq 0.85 A_g$$

(۳-۳-۲-۱۰)

در روابط فوق:

A_g = سطح مقطع کلی عضو

A_n = سطح مقطع خالص عضو

A_e = سطح مقطع خالص موثر عضو

U = ضریب تأخیر برش مطابق جدول ۳-۲-۱۰. در هر حال این ضریب در مقاطع باز (نظیر

مقاطع I، U، T و ...) لازم نیست از نسبت سطح مقطع قسمت‌های اتصال یافته به سطح

مقطع کل کمتر در نظر گرفته شود.

اگر در محل اتصال یک عضو کششی تمام اجزای مقطع در اتصال شرکت نکنند، به جای کل مقطع تنها قسمتی از آن در تحمل کشش موثر است. به قسمتی از مقطع که در انتقال نیرو مشارکت دارد سطح مقطع موثر می‌گویند و با A_e نشان می‌دهند. به پدیده انتقال نیروها از قسمت فوقانی بال به بال پایینی در شکل زیر پدیده تأخیر برشی (shear lag) گفته می‌شود.

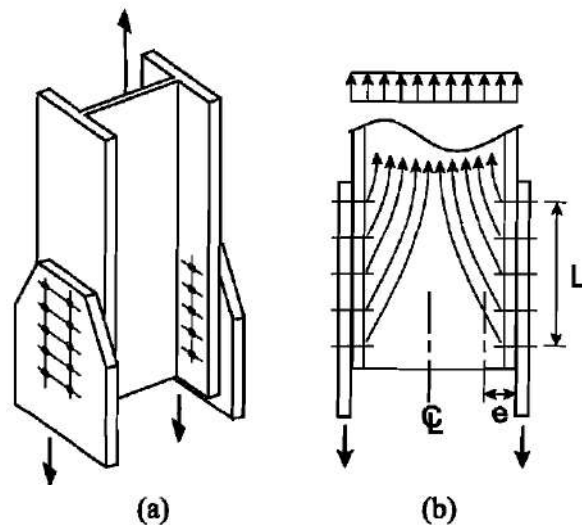
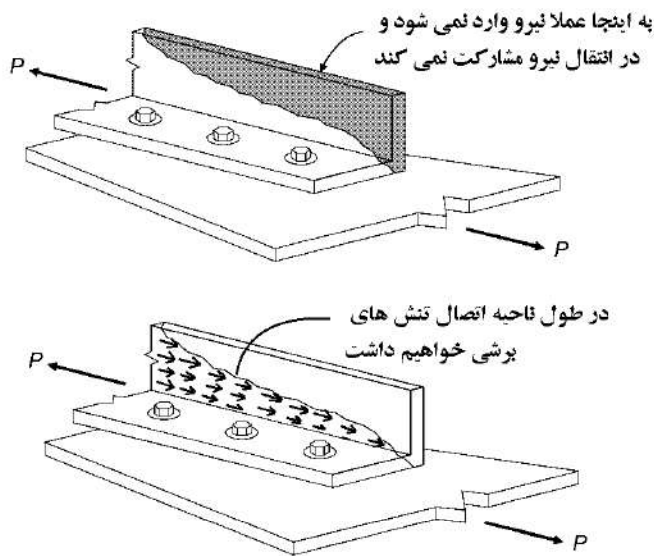
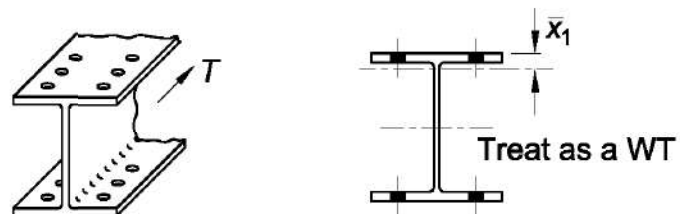


Figure 7-17. Misc. Connection: Truss Column C2 / Truss B7

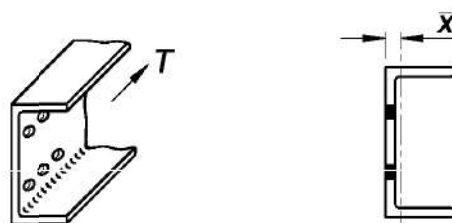


Figure 7-18. Misc. Connection: Truss Column C2 / Truss B7

در شکل (a) تنها بال مقطع متصل است و جان در انتقال نیرو مشارکت کمتری دارد.
 در شکل (b) تنها جان ناودانی متصل است و بالها در انتقال نیرو مشارکت کمتری دارد.
 در شکل (c) تنها جان مقطع متصل است و بالها در انتقال نیرو مشارکت کمتری دارد.



(a)



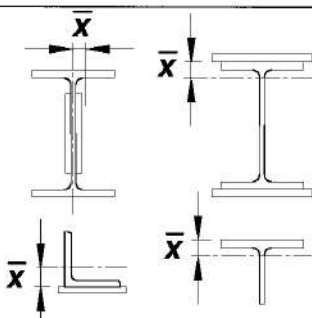
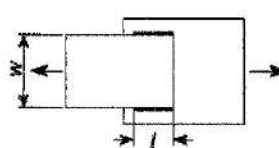
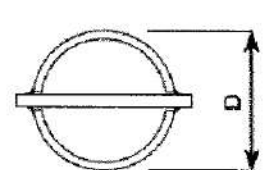
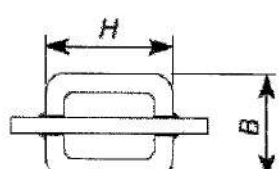
(b)

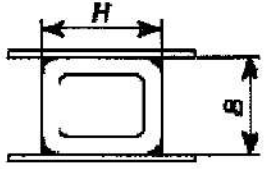


(c)

Fig. C-D3.1. Determination of $\bar{x}$ for U.

جدول ۱-۲-۳-۱ ضریب تأخیر برش (U) برای اتصالات اعضای کششی

حالت	شرح	ضریب تأخیر برش، U	مثال
۱	کلیه اعضای کششی که در آنها بار به وسیله پیچ، یا جوش مستقیماً به کلیه اجزای مقطع منتقل گردد (به غیر از حالت‌های ۳، ۴، ۵ و ۶)	$U = ۱$	
۲	کلیه اعضای کششی (به غیر از تسمه‌ها و مقاطع قوطی و لوله‌ای) که در آنها بار به وسیله پیچ یا جوش طولی و یا ترکیبی از جوش طولی و عرضی توسط قسمتی از اجزای مقطع (و نه تمام آن) منتقل گردد.	$U = ۱ - \frac{\bar{x}}{l}$	
۳	کلیه اعضای کششی که در آنها بار فقط به وسیله جوش عرضی و توسط قسمتی از اجزای مقطع (و نه تمام آن) منتقل گردد.	$U = ۱$ = A_n = سطح مقطع قسمت (یا قسمتهای) اتصال یافته	
۴	تسمه‌های کششی که با جوش‌های طولی در دو لبه موازی (در انتهای قطعه) متصل‌اند. در این حالت طول جوش‌ها نباید از فاصله عمودی بین آن (پهنای تسمه) کمتر باشد.	$w \leq l < ۱/۵w \dots U = ۰/۷۵$ $۱/۵w \leq l < ۲w \dots U = ۰/۸۷$ $l \geq ۲w \dots U = ۱/۰$	
۵	در مقاطع لوله‌ای با یک ورق اتصال هم‌محور، که در آن طول جوش‌ها نباید از قطر لوله کمتر باشد.	$D \leq l < ۱/۲D \dots U = ۱ - \frac{\bar{x}}{l}$ $l \geq ۱/۲D \dots U = ۱/۰$ $\bar{x} = \frac{D}{\pi}$	
۶	در مقاطع قوطی شکل چنانچه اتصال تنها به کمک یک ورق هم‌محور صورت گیرد که در آن طول جوش‌ها نباید از H کمتر باشد.	$l \geq H \dots U = ۱ - \frac{\bar{x}}{l}$ $\bar{x} = \frac{B^2 + ۲BH}{۴(B+H)}$	

	$l \geq H \quad \dots \quad U = 1 - \frac{x}{l}$ $\bar{x} = \frac{B^2}{2(B+H)}$	چنانچه اتصال به کمک دو ورق اتصال و در دو وجه صورت گیرد که در آن طول جوش‌ها نباید از H کمتر باشد.		
	$b_f \geq \frac{2}{3}d \Rightarrow U = 0.9$ $b_f < \frac{2}{3}d \Rightarrow U = 0.85$	در اتصالات پیچی در صورتی که اتصال از طریق بال‌ها برقرار شده و حداقل سه وسیله اتصال در هر ردیف در امتداد تأثیر نیرو موجود باشد.	۷ در نیمرخ‌های I نورد شده و سپری T بریده شده از آن‌ها و همچنین نیمرخ‌های دیگری نظیر بال پهن، استفاده از مقادیر بزرگتر از حالت ۲ جدول مجاز می‌باشد.	
	$U = 0.7$	در اتصالات پیچی در صورتی که اتصال از طریق جان برقرار شده و حداقل چهار وسیله اتصال در هر ردیف در امتداد تأثیر نیرو موجود باشد.		
	$U = 0.8$	چنانچه حداقل چهار وسیله اتصال در هر ردیف در امتداد تأثیر نیرو موجود باشد.	۸ در نیمرخ‌های تکنبشی در صورتی که توسط یک بال متصل شده باشند استفاده از مقادیر بزرگتر از حالت ۲ جدول مجاز می‌باشد.	
	$U = 0.6$	چنانچه دو یا سه وسیله اتصال در هر ردیف در امتداد تأثیر نیرو موجود باشند.		

در این جدول:

l = طول اتصال مساوی فاصله اولین و آخرین پیچ در اتصال پیچی و طول جوش در اتصال جوشی

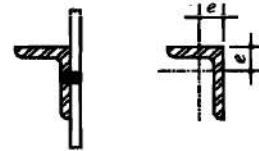
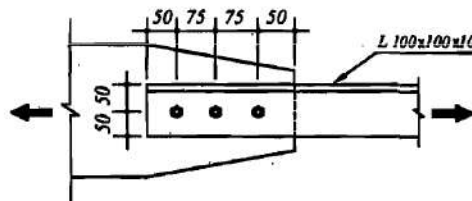
w = پهنای ورق

$\bar{x}$ = خروج از مرکزیت اتصال (فاصله عمودی مرکز اتصال تا مرکز هندسی بخشی از عضو که نیروی آن توسط این اتصال منتقل می‌گردد)

B = پهنای کلی مقاطع قوطی شکل (عمود بر صفحه اتصال)

H = ارتفاع کلی مقاطع قوطی شکل (در صفحه اتصال)

۱۰- در محل اتصال نبشی $L100 \times 100 \times 10$ سه سوراخ با قطر اسمی 18 mm در یک بال و در راستای نیرو با جزییات شکل زیر اجرا شده است. مقدار سطح مقطع خالص مؤثر عضو در محل اتصال پیچی بر حسب میلی مترمربع به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ (ابعاد به میلی متر است).
 $e=28.2 \text{ mm}$, $A_g=1920 \text{ mm}^2$



(۱) 1030

(۲) 1150

(۳) 1395

(۴) 1640

گزینه ۳

$$A_n = A_g - (18 + 2) \times 10 = 1920 - 200 = 1720 \text{ mm}^2$$

در صورت استفاده از ردیف ۲ جدول:

$$U = 1 - \frac{28.2}{75 + 75} = 0.812$$

در صورت استفاده از ردیف ۸ جدول:

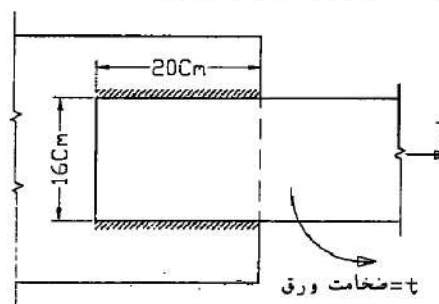
$$U = 0.6$$

مقدار دقیق مساحت مؤثر برابر است با:

$$A_e = U A_n = 0.812 \times 1720 = 1396 \text{ mm}^2$$

محاسبات خرداد ۸۹

۲۰- در اتصال جوشی شکل مقابل، در طراحی به روش تنش مجاز، ضخامت ورق (t) بر اساس کنترل کدام دسته از روابط زیر محاسبه می شود؟

 F_u = تنش کششی نهایی ورق (kg/cm^2) F_y = تنش تسلیم ورق (kg/cm^2)

$$t \geq \frac{T}{7.5 F_u} \quad , \quad t \geq \frac{T}{8 F_y} \quad (۱)$$

$$t \geq \frac{T}{6 F_u} \quad , \quad t \geq \frac{T}{9.6 F_y} \quad (۲)$$

$$t \geq \frac{T}{8 F_u} \quad , \quad t \geq \frac{T}{9.6 F_y} \quad (۳)$$

$$t \geq \frac{T}{0.5 F_u} \quad , \quad t \geq \frac{T}{0.6 F_y} \quad (۴)$$

حل به روش LRFD:

کنترل تسلیم:

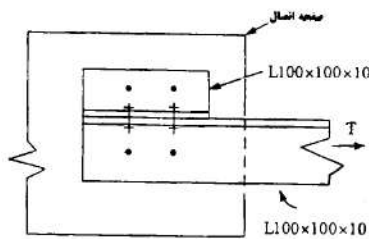
$$T_u \leq 0.9 F_y \times A_g \quad \rightarrow \quad T_u \leq 0.9 F_y \times 16t \quad \rightarrow \quad t \geq \frac{T_u}{14.4 F_y}$$

کنترل گسیختگی:

$$T_u \leq 0.75 F_u \times A_e \quad \rightarrow \quad T_u \leq 0.75 F_u \times 0.75 \times 16t \quad \rightarrow \quad t \geq \frac{T_u}{9 F_u}$$

تمرین: محاسبات - ۱ - آذر ۸۴

۲۸- انتقال نیروی T از نبشی دو طرف مساوی $L100 \times 100 \times 10$ به صفحه اتصال با شش عدد پیچ به قطر 20 mm با سوراخ‌های استاندارد طبق شکل انجام می‌گیرد. سطح مقطع خالص مؤثر این نبشی چقدر است؟ سوراخ‌ها با مته اجرا شده‌اند.



(۱) ۱۱/۱ سانتیمتر مربع

(۲) ۱۲/۶ سانتیمتر مربع

(۳) ۱۴/۸ سانتیمتر مربع

(۴) ۱۹/۲ سانتیمتر مربع

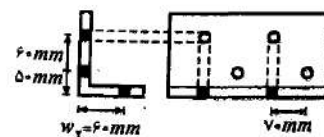
- در آیین نامه قدیم وقتی سوراخ کاری با مته انجام می‌شد، نیازی به افزایش ۲ میلیمتری در قطر سوراخ نبود ولی در آیین نامه جدید در همه حالات قطر محاسباتی سوراخ باید ۲ میلیمتر بزرگتر از قطر اسمی سوراخ منظور شود.

$$A_e = A_n = A_g - 2Dt = 19.2 - 2 \times (2.4 \times 1) = 14.4 \text{ cm}^2$$

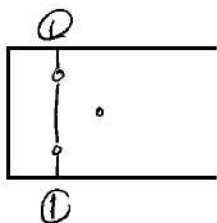
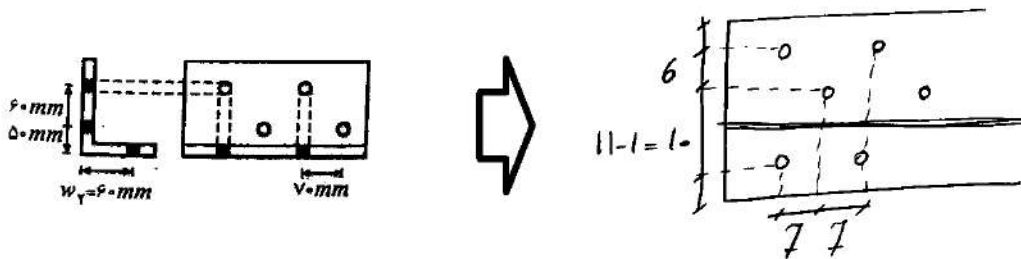
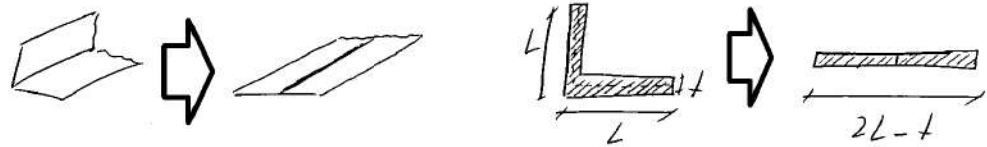
تمرین:

۱۹- سطح مقطع خالص نبشی زیر را بدست آورید. ضخامت نبشی 1 cm ، قطر سوراخ 2 cm و سطح مقطع

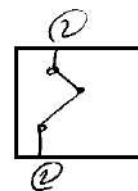
(نقطه م مه‌دس)

نبشی 30 cm^2 می‌باشد.(۱) 22 cm^2 (۲) 25 cm^2 (۳) 27 cm^2 (۴) 26 cm^2

توجه شود که تاخیر برشی زمانی مطرح است که اتصال داشته باشیم. در حل این مساله فرض شده است که قطر اسمی سوراخ 1.8 cm بوده و قطر محاسباتی سوراخ برابر 2 cm می‌باشد. ابتدا بهتر است نبشی را به صورت یک ورق در نظر بگیریم:



$$A_{n1} = 30 - 2 \times 2 \times 1 = 26 \text{ cm}^2$$



$$A_{n2} = 30 - 3 \times 2 \times 1 + \frac{7^2}{4 \times 6} \times 1 + \frac{7^2}{4 \times 10} \times 1 = 27.27 \text{ cm}^2$$

$$A_n = \text{Min}\{26, 27.27\} = 26 \text{ cm}^2$$

محاسبات ۹۵

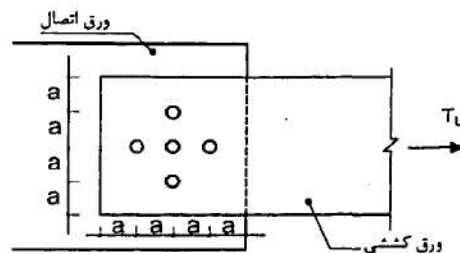
۲۰- در اتصال شکل زیر، چنانچه قطر محاسباتی سوراخ‌ها برابر $a/5$ فرض شود، مقدار تنش کششی نهایی در مقطع گسیختگی محتمل در ورق کششی به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

$$\frac{T_u}{4.0at} \quad (۱)$$

$$\frac{T_u}{3.9at} \quad (۲)$$

$$\frac{T_u}{3.4at} \quad (۳)$$

$$\frac{T_u}{3.8at} \quad (۴)$$



گزینه ۴

$$A_{n1} = 4at - \frac{at}{5} = 3.8at$$

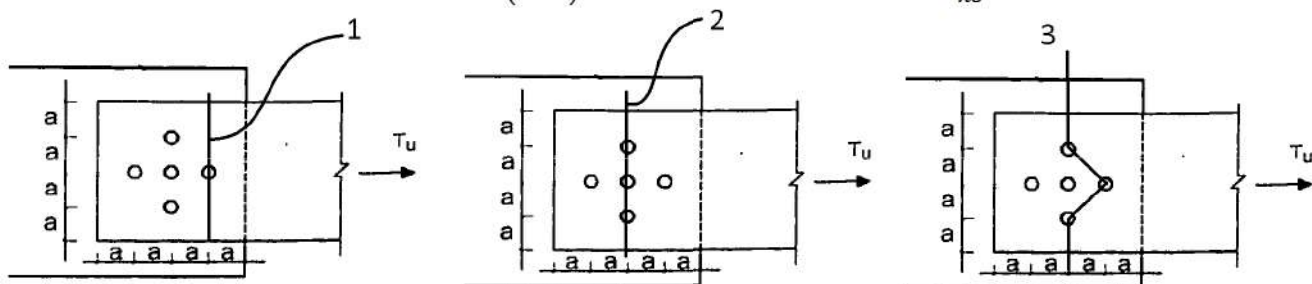
$$\rightarrow \sigma = \frac{T_u}{A_{n1}} = \frac{T_u}{3.8at}$$

$$A_{n2} = 4at - 3\frac{at}{5} = 3.4at$$

$$\rightarrow \sigma = \frac{\frac{4}{5}T_u}{A_{n2}} = \frac{\frac{4}{5}T_u}{3.4at} = \frac{T_u}{4.25at}$$

$$A_{n3} = 4at - 3\frac{at}{5} + 2\left(\frac{a^2}{4a}t\right) = 3.9at$$

$$\rightarrow \sigma = \frac{T_u}{A_{n3}} = \frac{T_u}{3.9at}$$



محاسبات ۹۱

۳۴- در اتصال نبشی دو طرف مساوی $L120 \times 120 \times 12$ mm به صفحه اتصال، از سه عدد سوراخ به قطر ۲۵ میلیمتر استفاده شده است. چنانچه سوراخ‌ها با مته صورت گرفته باشد، بدون توجه به مشخصات صفحه اتصال، حداکثر نیروی کششی قابل تحمل توسط نبشی در طراحی به روش تنش مجاز برحسب کیلونیوتن به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

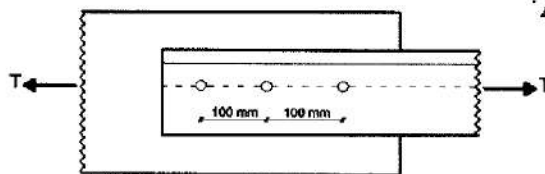
$$A = 27.5 \text{ cm}^2 \text{ و } F_u = 400 \text{ MPa}, F_y = 240 \text{ MPa}$$

$$490 \quad (۱)$$

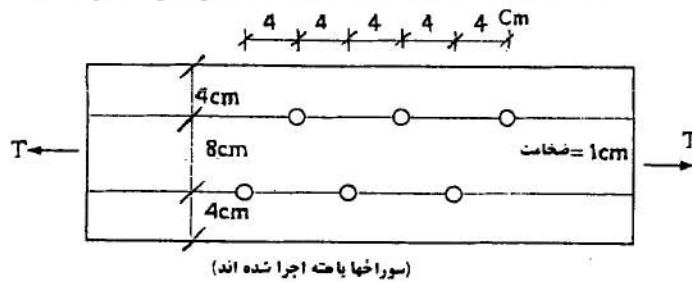
$$396 \quad (۲)$$

$$416 \quad (۳)$$

$$330 \quad (۴)$$



۲۶- ورقی با تنش تسلیم $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ و مقاومت کششی $F_u = 4000 \text{ kg/cm}^2$ تحت اثر نیروی کششی T قرار می-گیرد. شش سوراخ ورق به قطر اسمی ۲۰ میلی متر هستند. مقدار مجاز نیروی کششی قابل تحمل توسط این ورق چقدر است؟



(۱) ۲۸ ~ تن

(۲) ۲۵ ~ تن

(۳) ۲۳ ~ تن

(۴) ۲۰ ~ تن

کنترل تسلیم:

$$T_u \leq 0.9 F_y \times A_g \quad \rightarrow \quad T_u \leq 0.9(240)(1600) \quad \rightarrow \quad T_u < 345.6 \text{ kN}$$

کنترل گسیختگی:

$$T_u \leq 0.75 F_u \times A_e \rightarrow T_u \leq 0.75(400) \times \text{Min} \left(1600 - 22 \times 10, 1600 - 2 \times 22 \times 10 + \frac{40^2}{40 \times 80} \times 10 \right) \rightarrow T_u < 363 \text{ kN}$$

۳-۱-۵- مقاومت برشی عضو در مجاورت ناحیه اتصال

۱۰-۲-۹-۴ نواحی تأثیرپذیر اجزای اتصال دهنده و وسایل اتصال

الزامات این بند مربوط می‌شود به کنترل نواحی تأثیرپذیر اجزای اتصال دهنده و وسایل اتصال نظیر انتهای تیرهایی که قسمتی از بال فوقانی آن برداشته شده (زبانه شده) است یا در حالت‌های نظیر که ممکن است به علت برش در سطحی که از وسیله اتصال می‌گذرد و یا به علت اثر ترکیبی برش در سطح مار بر وسیله اتصال و کشش در سطح عمود بر آن خرابی اتفاق افتد.

۱۰-۲-۹-۱ مقاومت کششی اعضا در مجاورت ناحیه اتصال

مقاومت کششی این اعضا باید مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۳ با در نظر گرفتن اثرات اتصال تعیین شود.

۱۰-۲-۹-۲ مقاومت برشی اعضا در مجاورت ناحیه اتصال

مقاومت برشی طراحی اعضا در مجاورت ناحیه اتصال، ϕR_n ، باید به شرح زیر برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم برشی روی مقطع کلی و گسیختگی برشی روی مقطع خالص تعیین شود.

الف) بر اساس تسلیم برشی روی مقطع کلی:

$$\phi = 1 \quad (10-2-9-14)$$

$$R_n = 0.6F_y A_{gv}$$

ب) بر اساس گسیختگی برشی روی مقطع خالص:

$$\phi = 0.75 \quad (10-2-9-15)$$

$$R_n = 0.6F_u A_{nv}$$