



# جلسه پنجاه و نهم

- ✓ اتصال بادبند به گاست پلیت
- ✓ نیروهای طراحی اتصالات مهاربند به گاست
- ✓ طراحی اتصال جوشی

# اتصال اعضای مهاربندی و گاست پلیت



اطلاعات عمومی و مقطع بادبند  
تعیین فاصله لقمه در مهاربند  
محاسبه ضریب لاغری و تنش فشاری مقاوم  
نیروهای کششی و فشاری طراحی اتصال

تعیین **طول جوش** بادبند به گاست  
تعیین **ابعاد کلی ورق گاست** در دو راستا  
کنترل **ضخامت ورق گاست**  
کنترل **برش قالبی ورق گاست**  
کنترل **عدم کمانش فشاری ورق گاست**  
کنترل **عدم کمانش لبه آزاد ورق گاست**

مراحل طراحی





# اتصال اعضای مهاربندی و گاست پلست



# تعریف مشخصات مصالح (فولاد)

وزن واحد حجم فولاد

$$W = 7850 \frac{kg}{m^3}$$

$$E = 2 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}$$

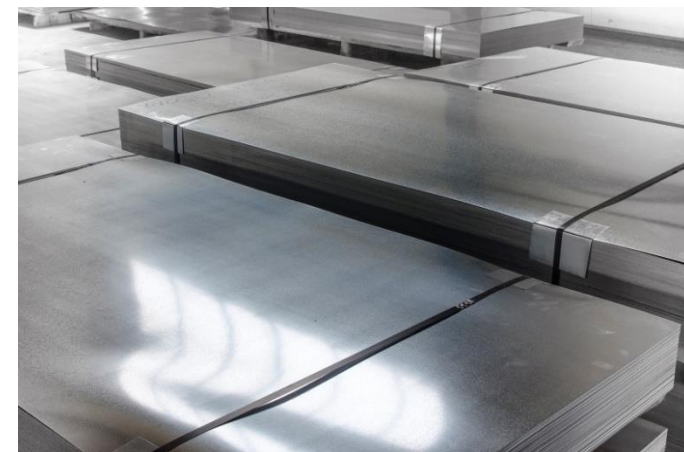
**ST37**

$$\rightarrow \begin{cases} F_u = 370 \text{ Mpa} \\ F_y = 240 \text{ Mpa} \end{cases} \quad S240$$

**ST52**

$$\rightarrow \begin{cases} F_u = 520 \text{ Mpa} \\ F_y = 360 \text{ Mpa} \end{cases}$$

فولاد رایج ساختمانی



جدول ۱۰-۳-۱: مقادیر  $R_t$  و  $R_y$  فولاد و  $R_c$  بتن

مقادیر $R_t$ و $R_y$ فولاد		
$R_t$	$R_y$	نوع مصالح
1.1	1.25	مقاطع لوله‌ای و قوطی شکل نورد شده
1.1	1.2	سایر مقاطع نورد شده I شکل و H شکل و ناودانی و سپری و نبشی
1.1	1.15	مقاطع ساخته شده از ورق، ورق‌ها و تسمه‌ها
1.2	1.2	میله‌گردها

مبحث دهم ۱۴۰۱ - ص ۲۵۳

تعریف در نرم افزار

$S240 - R_y - 1.15$  تیورق، باکس

$S240 - R_y - 1.2$  مقاطع آماده



# کاربرد تنش تسلیم موردانتظار ( $F_y$ )



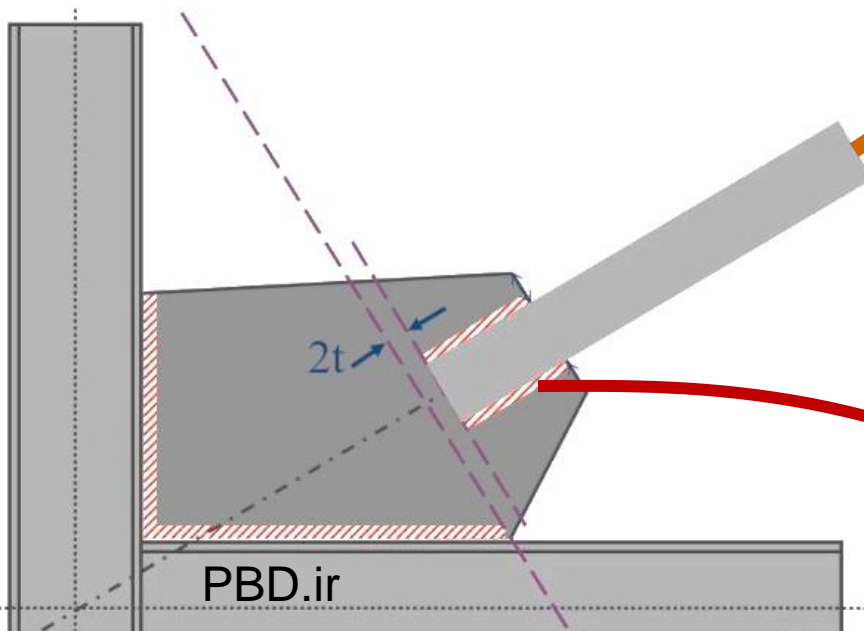
## ترس از خرابی اتصال (چون تردشکن هست) ✓

نیروی کششی وارده ناشی  
از تحلیل (ترکیب بارها)  
 $P_u = 6 \text{ ton}$

مقاومت عضو مهاربند  $\phi P_n = 9 \text{ ton } (F_y)$

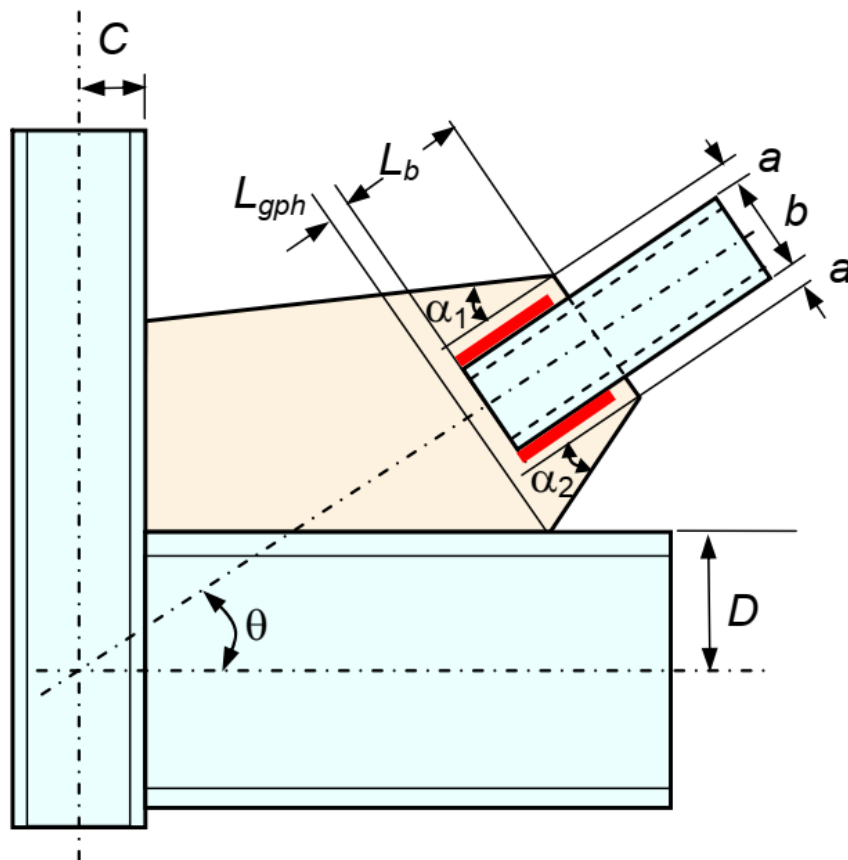
مقاومت موردانتظار  $P_{ne} = 12 \text{ ton } (F_{ye})$

نیروی طراحی اتصال  $12 \text{ ton} <$





# طراحی اتصال اعضای مهاربندی



۱۰-۳-۴-۲ الزامات لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه (SCBF)

۱۰-۳-۴-۲-۶-۳ اتصال اعضای مهاربندی

مقاومت‌های موردنیاز کششی، فشاری و خمشی اتصال اعضای مهاربندی که باید به‌طور مجزا در

نظر گرفته شوند، به شرح زیر هستند:

(الف) مقاومت کششی موردنیاز

مقاومت کششی موردنیاز اتصالات اعضای مهاربندی باید حداقل برابر  $R_y F_y A_g / \alpha_s$  در نظر گرفته شود،

(ب) مقاومت فشاری موردنیاز

مقاومت فشاری موردنیاز اتصالات اعضای مهاربندی باید حداقل برابر کوچک‌ترین مقدار از بین

$R_y F_y A_g / \alpha_s$  و  $1.14 F_{cre} A_g / \alpha_s$  در نظر گرفته شود

$F_{cre}$  = تنش فشاری مورد انتظار ناشی از کمانش مطابق ضوابط بخش ۱۰-۲-۴ با این شرط که در

آن به جای  $F_y$  از  $R_y F_y$  استفاده شده باشد.

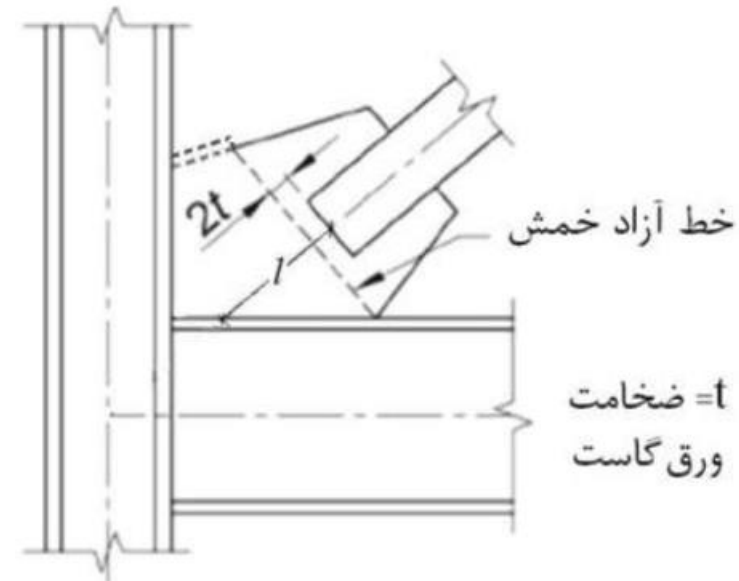
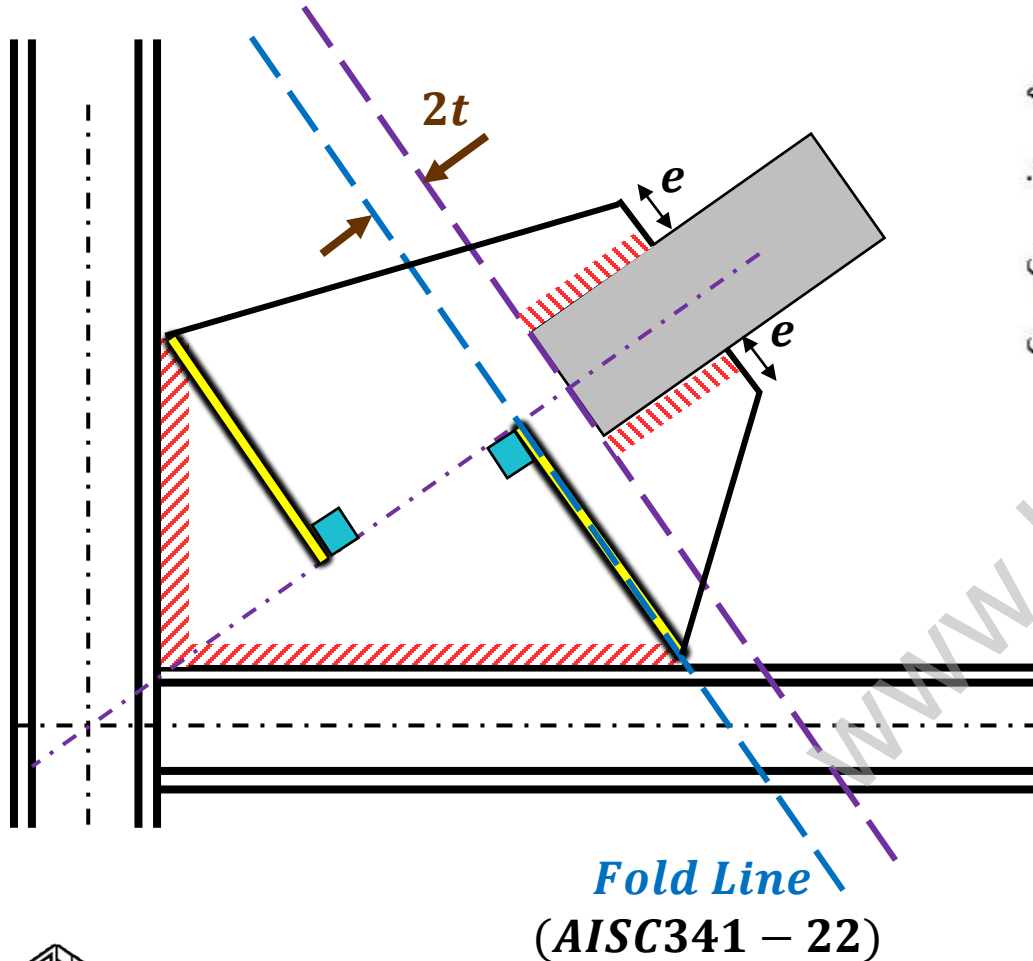


# تأمین خط آزاد خمش در ورق گاست (مهاربند SCBF)

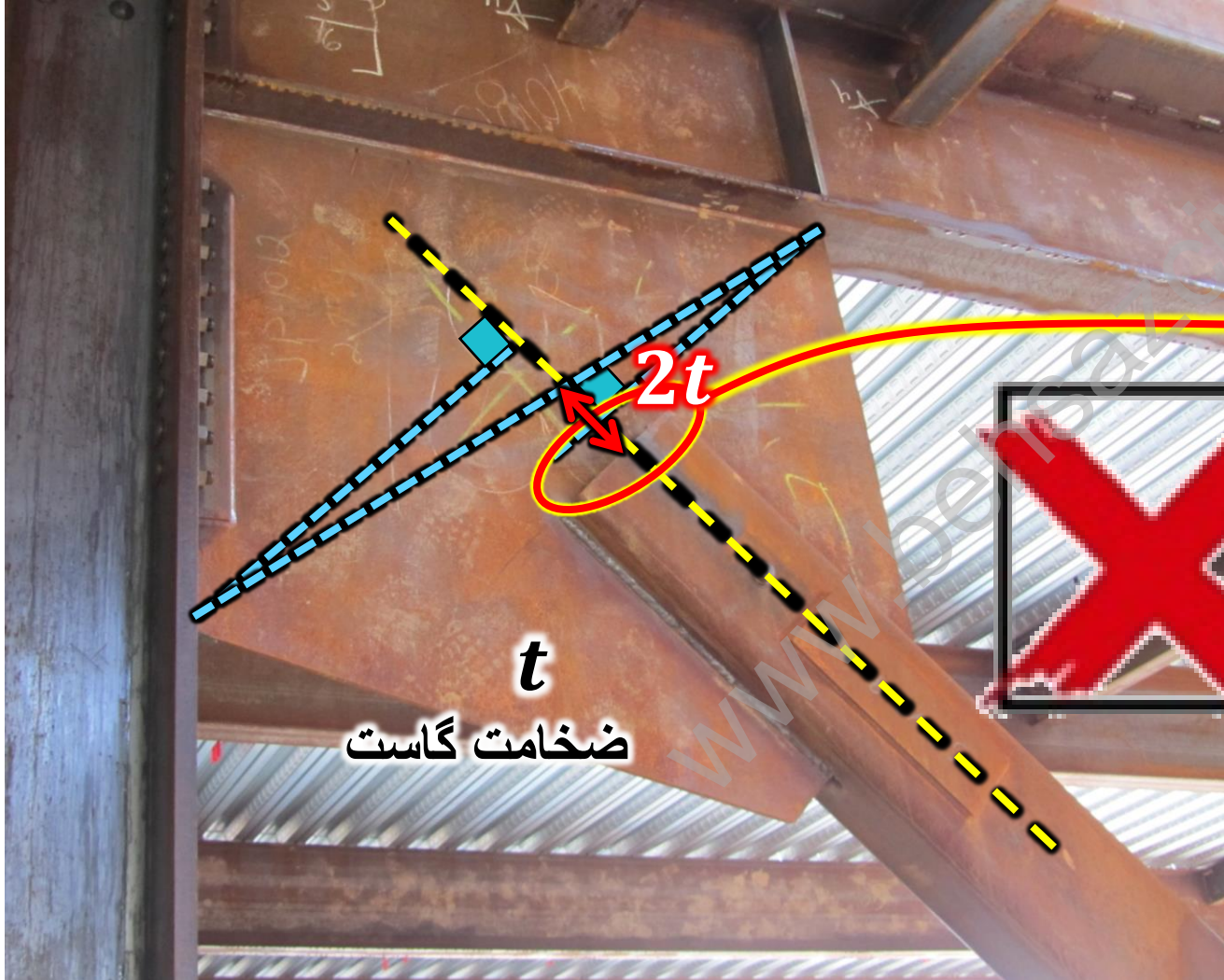


پ) مقاومت خمشی موردنیاز

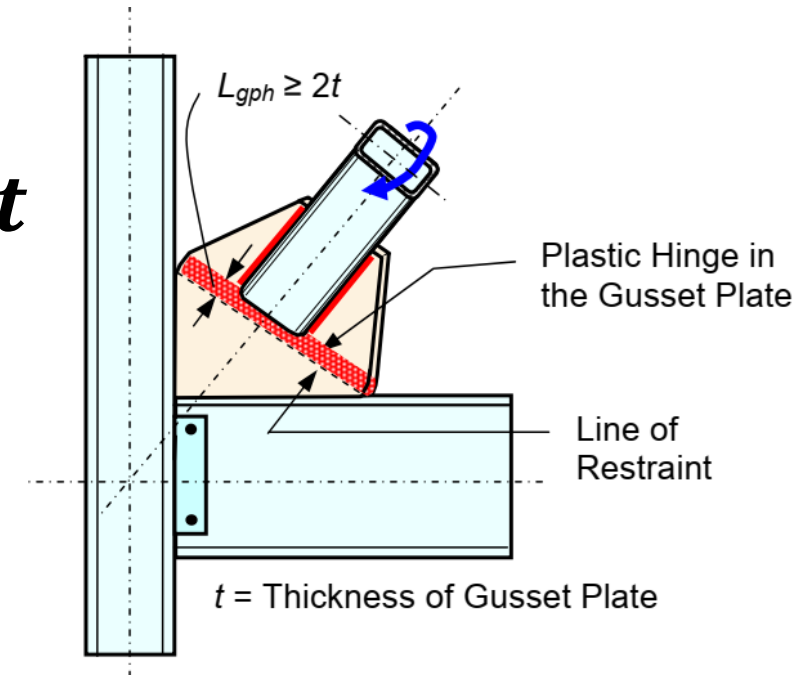
اتصال اعضای مهاربندی باید دارای مقاومت خمشی موردنیاز حداقل برابر  $1.1R_y M_p / \alpha_s$  باشد که در آن،  $M_p$  لنگر خمشی پلاستیک مقطع عضو مهاربندی حول محور کماتش بحرانی مقطع است. در صورت حاکم بودن کماتش خارج از صفحه مهاربندی و تأمین شرایط مناسب سازگاری ورق اتصال با کماتش خارج از صفحه، نظیر تأمین فاصله حداقل  $2t$  مطابق شکل ۱۰-۳-۲-۳ بین انتهای مهاربند تا خط آزاد خمش، لزومی به در نظر گرفتن مقاومت خمشی موردنیاز نیست.



# اتصال اعضای مهاربندی و گاست پلایت



$$\geq 2t$$





# تنش مقاوم فشاری بر اساس کمانش خمشی



۱۰-۲-۴-۳ مقاومت فشاری اسمی براساس کمانش خمشی در اعضای با مقطع بدون اجزای لاغر

مقاومت فشاری اسمی ( $P_n$ )، اعضای فشاری با مقطع دارای یک یا دو محور تقارن بدون اجزای لاغر براساس کمانش خمشی حول محور موردنظر با استفاده از رابطه زیر تعیین می شود:

$$P_n = F_{cr} A_g \quad (۱۰-۲-۴-۱)$$

(الف) اگر  $\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$  (یا  $\frac{F_y}{E} \leq 2.25$ ) باشد:

$$F_{cr} = \left( 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) F_y$$

(ب) اگر  $\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$  (یا  $\frac{F_y}{E} > 2.25$ ) باشد:

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{KL}{r} \right)^2} \quad F_e = \text{تنش کمانش الاستیک که مقدار آن عبارت است از:}$$

$F_{cre}$  = تنش فشاری مورد انتظار ناشی از کمانش مطابق ضوابط بخش ۱۰-۲-۴ با این شرط که در

آن به جای  $F_y$  از  $R_y F_y$  استفاده شده باشد.



Ppt90.ir



# بست‌های اتصال دهنده (لقمه‌ها در مهاربند)



## ۱۰-۲-۴-۶ اعضای فشاری ساخته‌شده (مرکب)

### ۱۰-۲-۴-۶-۱ مقاومت فشاری اسمی

مقاومت فشاری اسمی مقاطع ساخته‌شده باید براساس الزامات بندهای ۱۰-۲-۴-۳ و ۱۰-۲-۴-۴ یا

۱۰-۲-۴-۷ و با اصلاحات لاغری ارائه‌شده در حالت‌های (الف) و (ب) این بند تعیین شود:

(ب) در اعضای فشاری ساخته‌شده که در آن‌ها اتصال قطعات میانی متصل‌کننده نیمرخ‌های مختلف

مقطع به صورت جوشی یا پیچی پیش‌تنیده یا لغزش بحرانی است، نسبت لاغری نسبت به محور

عمود بر صفحه بست (محور بدون مصالح مقطع ساخته‌شده) باید از رابطه زیر تعیین شود:

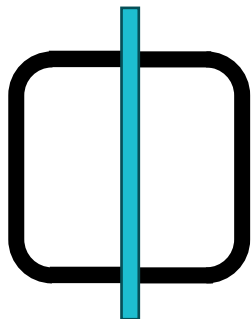
$$\frac{a}{r_i} \leq 40 : \left( \frac{KL}{r} \right)_m = \left( \frac{KL}{r} \right)_o \quad (10-2-4-18)$$

$$\frac{a}{r_i} > 40 : \left( \frac{KL}{r} \right)_m = \sqrt{\left( \frac{KL}{r} \right)_o^2 + \left( \frac{K_i a}{r_i} \right)^2} \quad (10-2-4-19)$$

$\left( \frac{KL}{r} \right)_m$  = نسبت لاغری اصلاح‌شده عضو فشاری نسبت به محور بدون مصالح مقطع ساخته‌شده

$\left( \frac{KL}{r} \right)_o$  = نسبت لاغری عضو فشاری نسبت به محور بدون مصالح مقطع ساخته‌شده

$K_i = 0.5$  برای مقطع نبشی پشت‌به‌پشت، 0.75 برای مقطع ناودانی پشت‌به‌پشت و 0.86 برای سایر مقاطع





# بست‌های اتصال دهنده (لقمه‌ها در مهاربند)



۱۰-۳-۴-۲-۵-۲ اعضای مهاربندی

در قاب‌های مهاربندی شده همگرایی ویژه، اعضای مهاربندی باید دارای شرایط زیر باشند:

(الف) مقدار نسبت لاغری ( $KL/r$ ) عضو مهاربندی نباید از 200 بزرگ‌تر باشد.

(ب) در مهاربندهای ساخته شده از دو یا چند نیمرخ، در طول عضو مهاربندی فاصله اتصال دهنده‌ها

(بست‌ها یا لقمه‌ها) باید طوری باشد که نسبت لاغری حداقل ( $a/r_i$ ) اجزای تشکیل دهنده

مقطع مهاربندی از 0.4 نسبت لاغری تعیین کننده عضو ساخته شده بیشتر نباشد. که در آن:

$a$  = فاصله مرکز تا مرکز اتصال دهنده‌ها (بست‌ها یا لقمه‌ها)

$r_i$  = شعاع ژیراسیون حداقل هر یک از نیمرخ‌های تشکیل دهنده مقطع عضو مهاربندی

$$\frac{kL}{r} \leq 200$$

$$\frac{a}{r_i} \leq 0.4 \left( \frac{kL}{r} \right)_{max}$$



ppt90.ir





# محاسبه نیروهای کششی و فشاری طراحی اتصال



۱۰-۳-۴-۲-۶-۳ اتصال اعضای مهاربندی

مقاومت‌های موردنیاز کششی، فشاری و خمشی اتصال اعضای مهاربندی که باید به‌طور مجزا در نظر گرفته شوند، به شرح زیر هستند:

## الف) مقاومت کششی موردنیاز

مقاومت کششی موردنیاز اتصالات اعضای مهاربندی باید حداقل برابر  $R_y F_y A_g / \alpha_s$  در نظر گرفته شود،

## ب) مقاومت فشاری موردنیاز

مقاومت فشاری موردنیاز اتصالات اعضای مهاربندی باید حداقل برابر کوچک‌ترین مقدار از بین  $R_y F_y A_g / \alpha_s$  و  $1.14 F_{cre} A_g / \alpha_s$  در نظر گرفته شود که در آن:

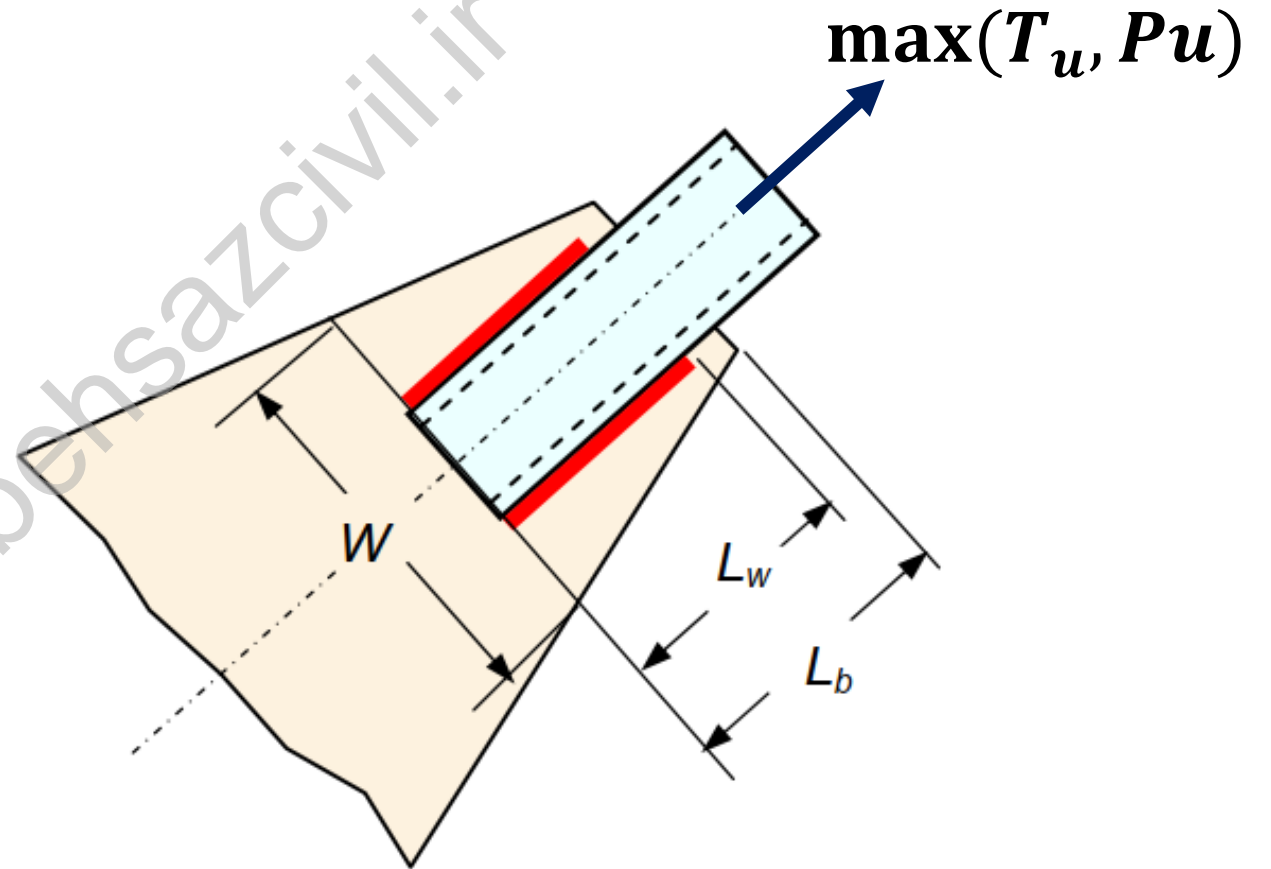
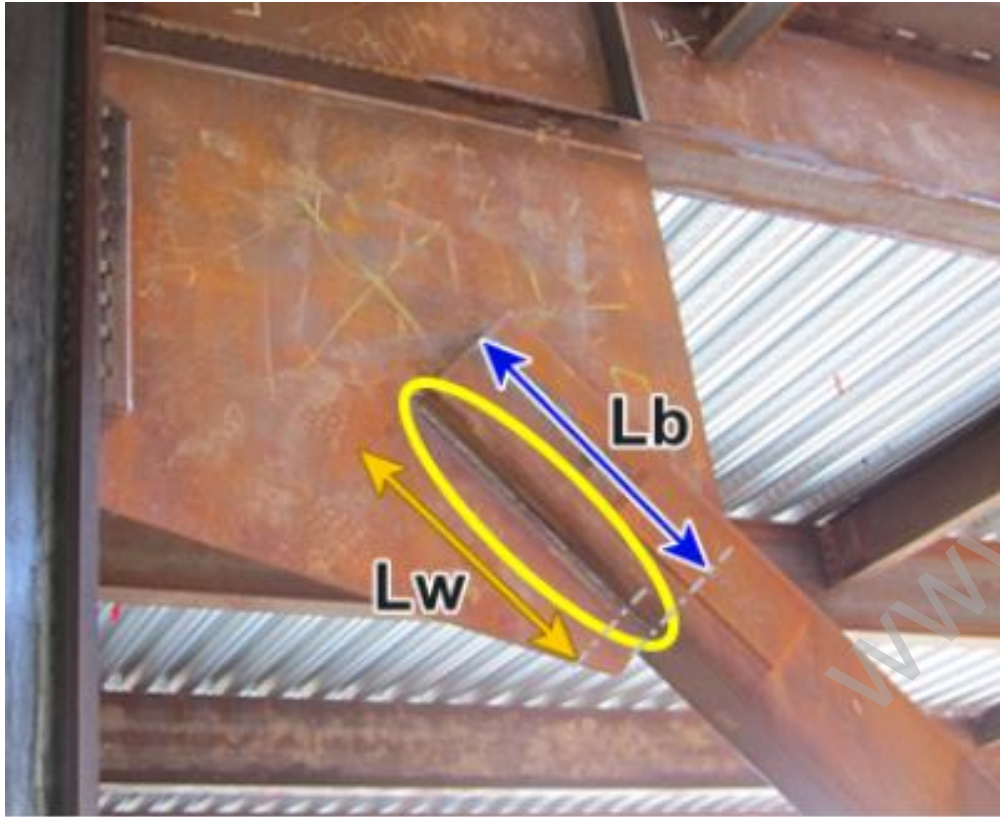




# جلسه شصت

- ✓ اتصال جوش یادبند به گاست پلیت
- ✓ اتصال جوش گاست به تیر و ستون
- ✓ کنترل های ورق گاست

تعیین طول جوش کافی بابدند به ورق گاست





# محاسبه مقاومت جوش



تبصره ۱: برای جوش‌های گوشه‌ای که در آن‌ها تمامی خطوط جوش موازی یکدیگر بوده و نیروی

وارد بر مرکز ثقل آن‌ها نسبت به خطوط طولی جوش دارای زاویه  $\theta$  باشد، به‌عنوان یک

گزینه دیگر طراحی، مقاومت اسمی فلز جوش گوشه را می‌توان از طریق رابطه زیر نیز

تعیین نمود:

$$R_n = F_{nw} A_{we}$$

$$F_{nw} = 0.60 F_{ue} (1.0 + 0.50 \sin^{1.5} \theta)$$

$$\phi = 0.75 \text{ (LRFD)} \quad \Omega = 2.0 \text{ (ASD)}$$

$$R_n = F_{nw} A_{we}$$

ضریب کاهش مقاومت  $\phi = 0.75$

$$R_u = \phi \times 0.6 F_{ue} \times A_{we}$$

$$(E60 \rightarrow F_{ue} = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})$$

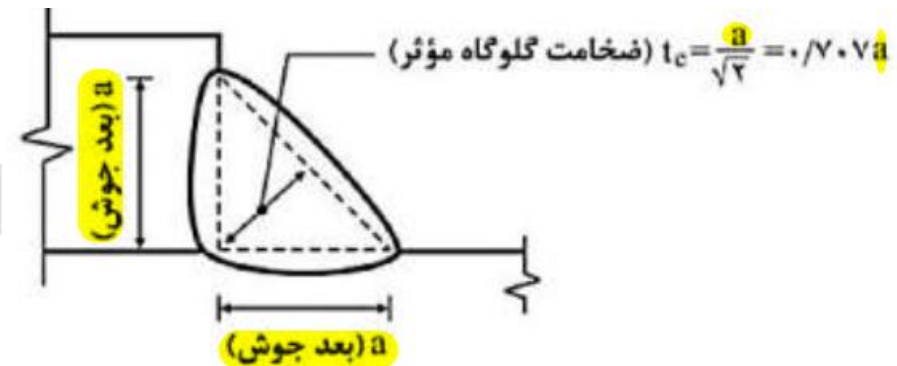
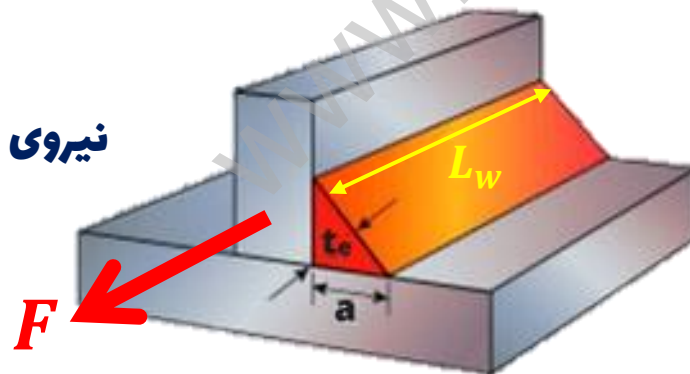
$$R_u = 0.75 \times 0.6 \times 4200 \times A_{we}$$

$$R_u = 1336a \times L_w$$

نیروی قابل تحمل به ازای هر 1 cm جوش گوشه

با الکترود E60

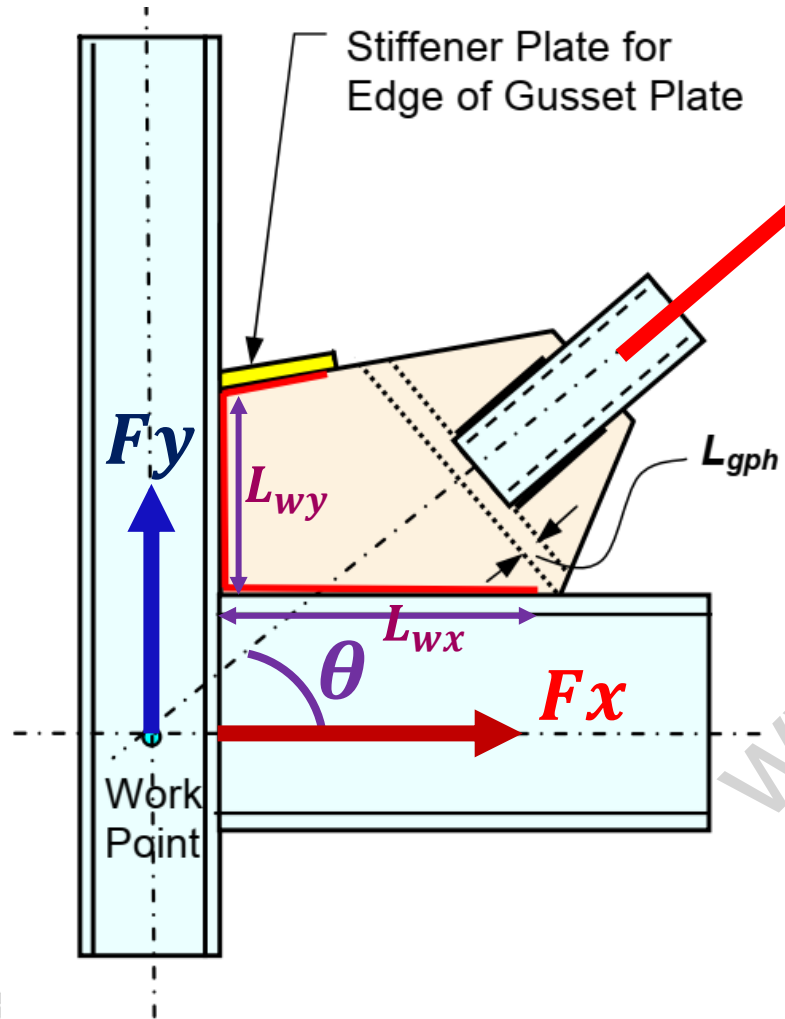
$$R_u = 1336a \text{ (kg)}$$



$$A_{we} = t_e L_w = 0.707a L_w$$



# تعیین حداقل ابعاد ورق گاست (طول جوش کافی)



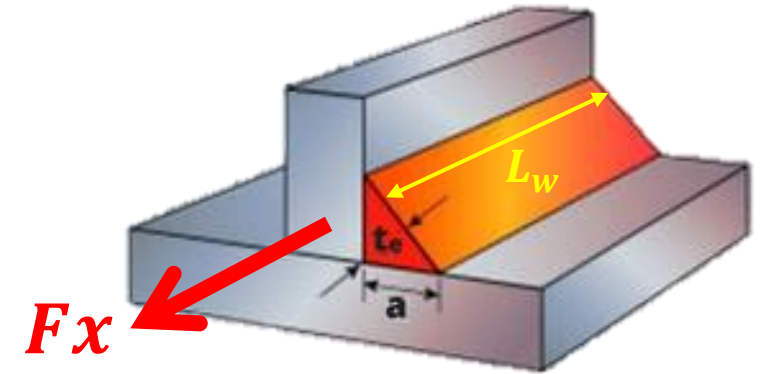
$$F = \max(T_u, P_u)$$

$$F_x = F \times \cos(\theta)$$

$$F_y = F \times \sin(\theta)$$

$$F_x \leq 2 \times \phi R_n$$

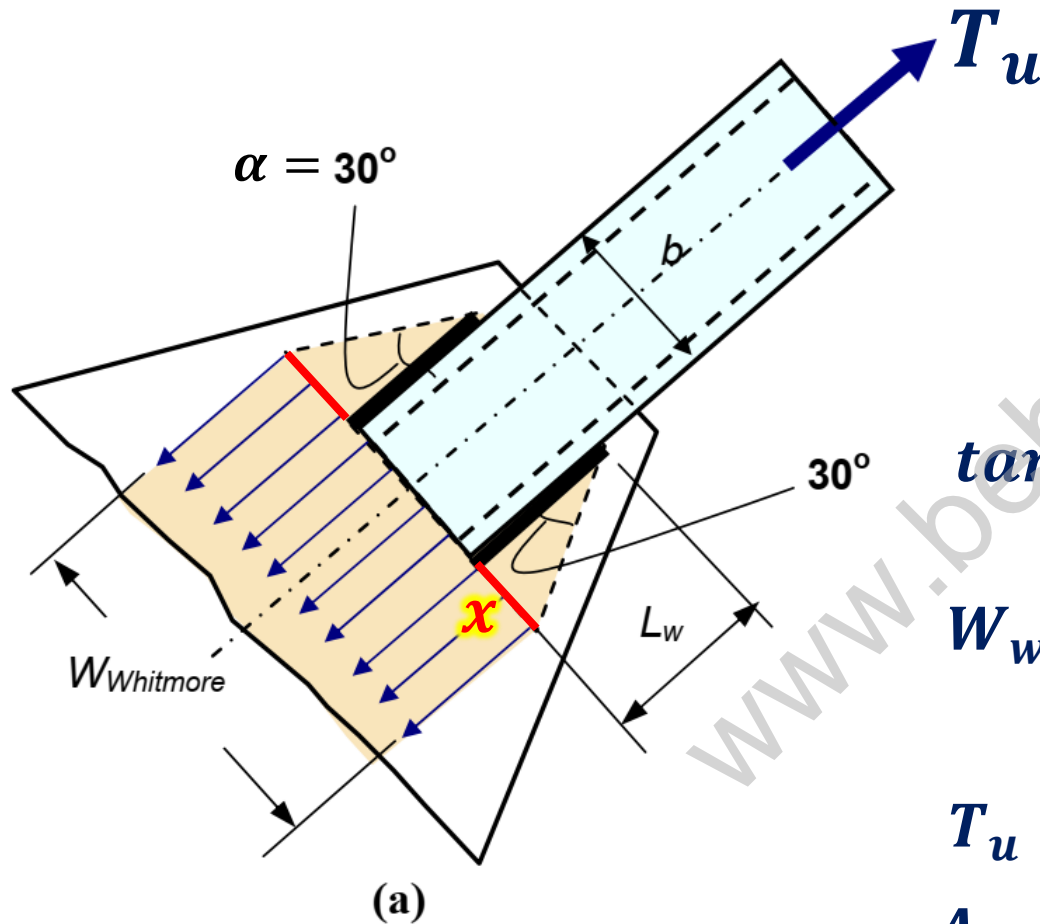
$$F_x \leq 2\phi F_{nw} t_e L_{wx}$$



$$A_{we} = t_e L_w = 0.707 a L_w$$



# تعیین حداقل ضخامت ورق گاست (بر حسب عرض ویتمور)



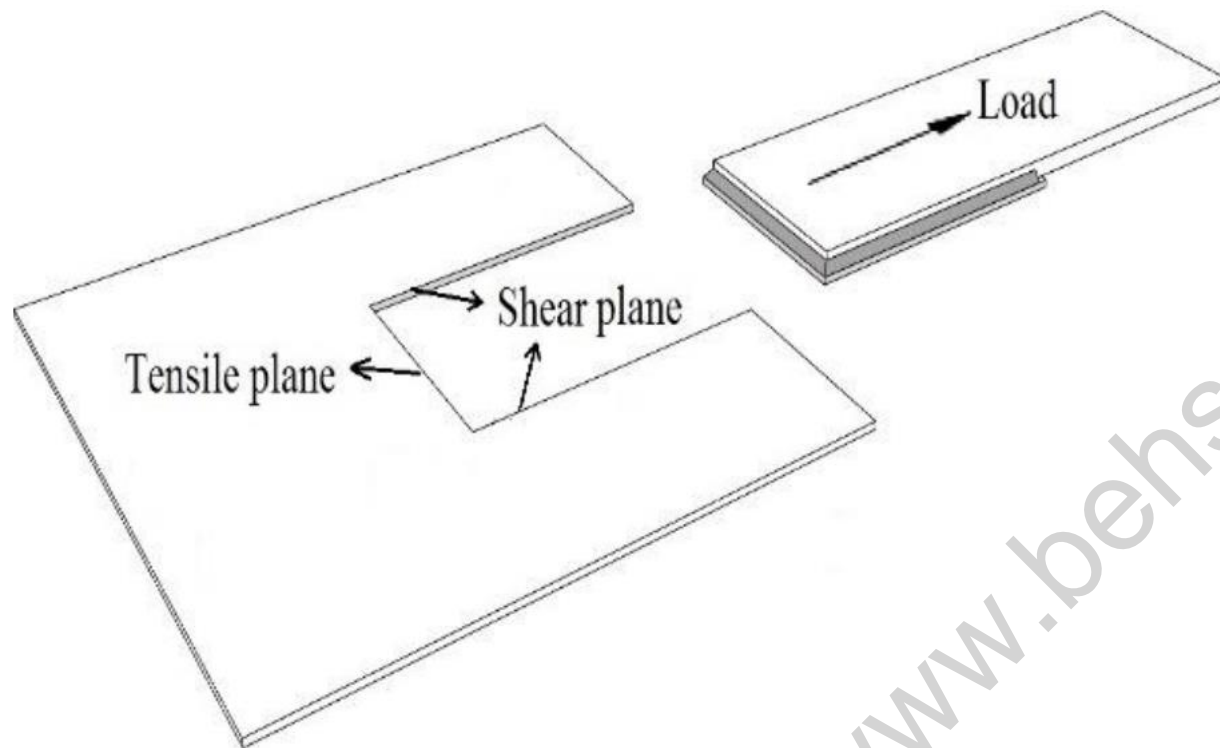
$$\tan(30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{x}{L_w} \Rightarrow x = \frac{\sqrt{3}}{3} L_w$$

$$W_w = b + 2x$$

$$\left. \begin{array}{l} T_u \leq \phi A_g F_y \\ A_g = t_G \times W_w \end{array} \right\} \Rightarrow t_G \geq \frac{T_u}{\phi F_y W_w}$$



# کنترل برش قالبی



نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۴، شماره ۵، سال ۱۴۰۱، صفحات ۱۹۳۵ تا ۱۹۴۰  
DOI: 10.22060/ceej.2021.19991.7309



## مطالعه عددی حالت حدی برش قالبی در صفحات گاست با اتصال جوشی

مجید قادری گرگانی<sup>\*</sup>، شروین ملکی

دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.

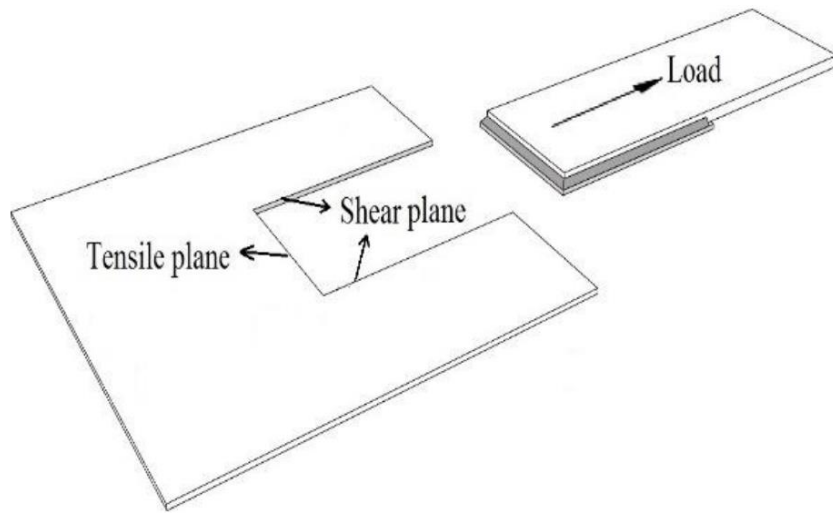


عمران به زبان ساده - دوره طراحی سازه فولادی

# کنترل برش قالبی



## ۱۰-۲-۹-۳ مقاومت برش قالبی موجود



مقاومت برش قالبی موجود در اجزای اتصال دهنده و نواحی تأثیرپذیر اعضا، نظیر اتصال انتهای تیرهایی که قسمتی از بال فوقانی تیر زبانه شده است، یا در حالت‌های که ممکن است به علت برش در سطحی که از اجزای اتصال یا ناحیه تأثیرپذیر اعضا می‌گذرد و یا مطابق شکل ۱۰-۲-۹-۱۷-الف و ب به علت اثر ترکیبی برش و کشش در دو سطح متعامد در آن‌ها خرابی اتفاق افتد، در روش LRFD مساوی  $\phi R_n$  و در روش ASD مساوی  $R_n/\Omega$  بوده که در آن  $\phi$  (ضریب کاهش مقاومت)،  $\Omega$  (ضریب اطمینان) و  $R_n$  (مقاومت برش قالبی اسمی) به شرح زیر تعیین می‌شوند:

$$R_n = \min (0.6F_y A_{gv} \text{ و } 0.6F_u A_{nv}) + U_{bs} F_u A_{nt} \quad (۱۰-۲-۹-۲۱)$$

$$\phi = 0.75 \text{ (LRFD)} \quad \text{و} \quad \Omega = 2.00 \text{ (ASD)}$$

# کنترل عدم کمانش فشاری ورق گاست



## ۴-۴-۹-۲-۱۰ مقاومت فشاری موجود اجزای اتصال دهنده

مقاومت فشاری موجود اجزای اتصال دهنده در روش LRFD مساوی  $\phi R_n$  و در روش ASD مساوی  $R_n/\Omega$  بوده که در آن  $\phi$  (ضریب کاهش مقاومت)،  $\Omega$  (ضریب اطمینان) و  $R_n$  (مقاومت فشاری اسمی اجزای اتصال دهنده) براساس کوچکترین مقدار به دست آمده از حالت‌های حدی تسلیم و کمانش به شرح زیر تعیین می‌شوند:

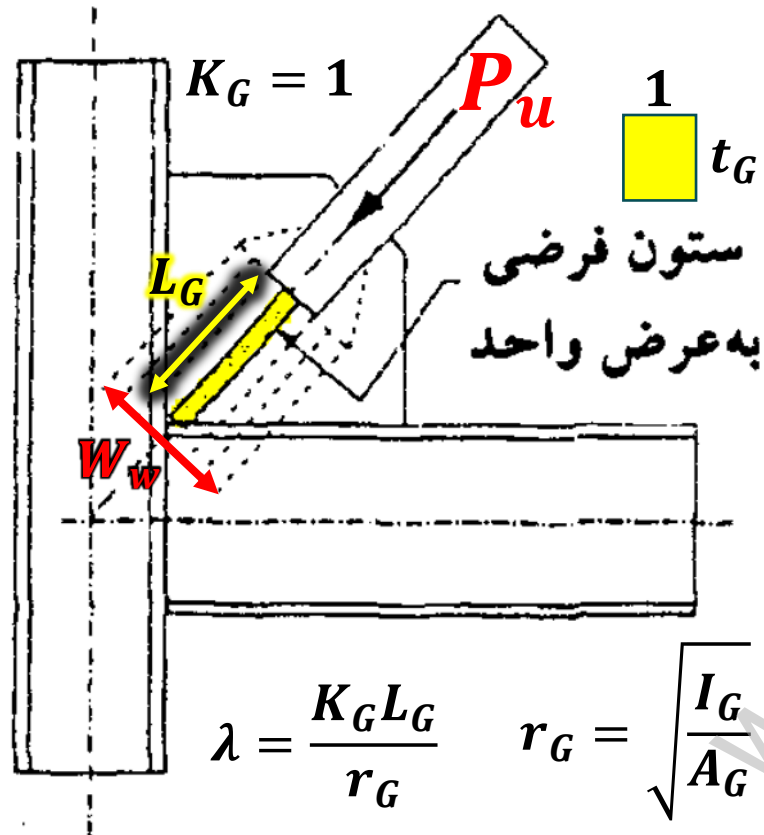
الف) در صورتی که  $KL/r \leq 25$  باشد:

(۴-۴-۹-۲-۱۰)

$$P_n = F_y A_g$$

$\phi = 0.9$  (LRFD) و  $\Omega = 1.67$  (ASD)

ب) برای حالتی که  $KL/r > 25$  است، مقاومت فشاری اجزای اتصال دهنده باید براساس الزامات بخش ۴-۴-۱۰ تعیین شود.



$$\frac{P_u}{W_w t_G} \times (1 t_G) \leq \phi P_n$$

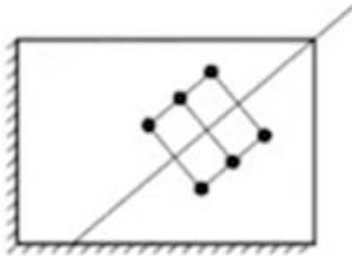


# ضریب طول مؤثر ورق گاست در بخش فشاری

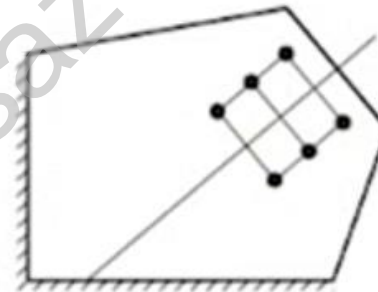


## Gusset Plate Stability Using Variable Stress Trajectories

Bo Dowswell, P.E., Ph.D.



a. corner gusset plate



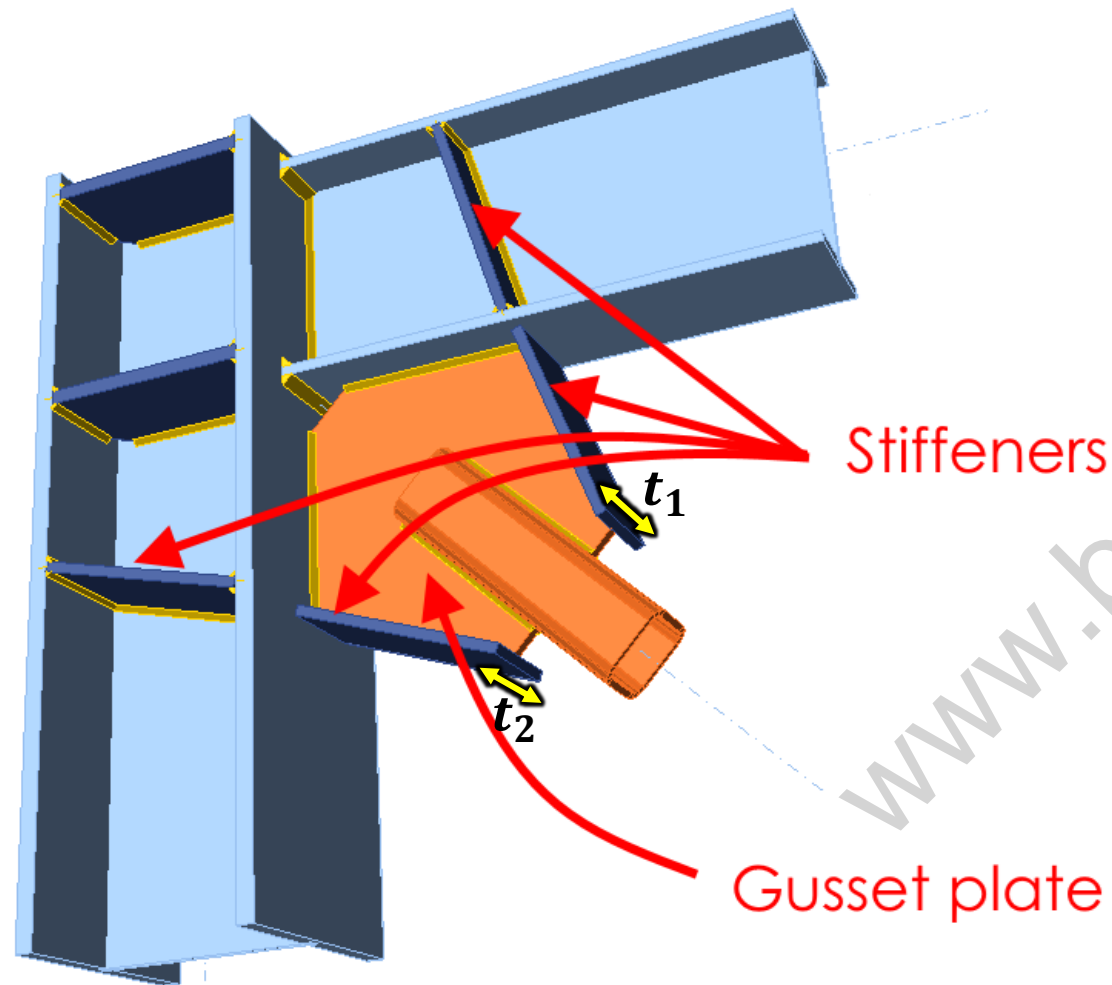
b. extended corner gusset plate

$K_m$  = maximum effective length factor  
= 0.5 for corner gusset plates  
= 0.6 for extended corner gusset plates

ارائه دکتر فاروقی



# کنترل عدم کمانش لبه آزاد ورق گاست



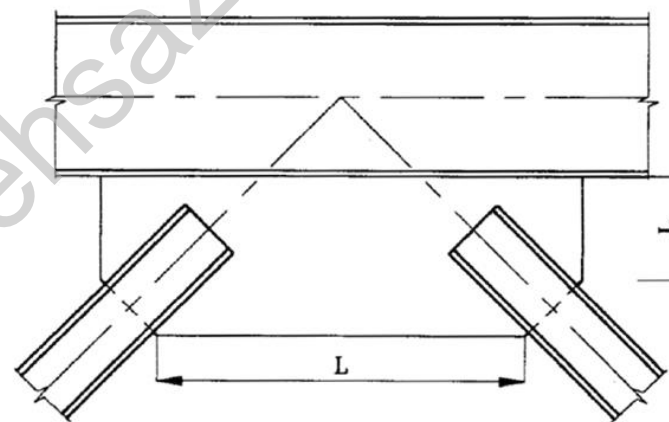
۴. کنترل کمانش لبه آزاد ورق اتصال مطابق شکل ۱۰ - ۵.

$$\frac{L}{t} \leq 0.85 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

(۱۰ - ۴)

$E$  = ضریب الاستیسیته فولاد

$F_y$  = تنش تسلیم فولاد



شکل ۱۰ - ۵ کمانش لبه آزاد ورق اتصال.

**نشریه 264**  
**صفحه 196**