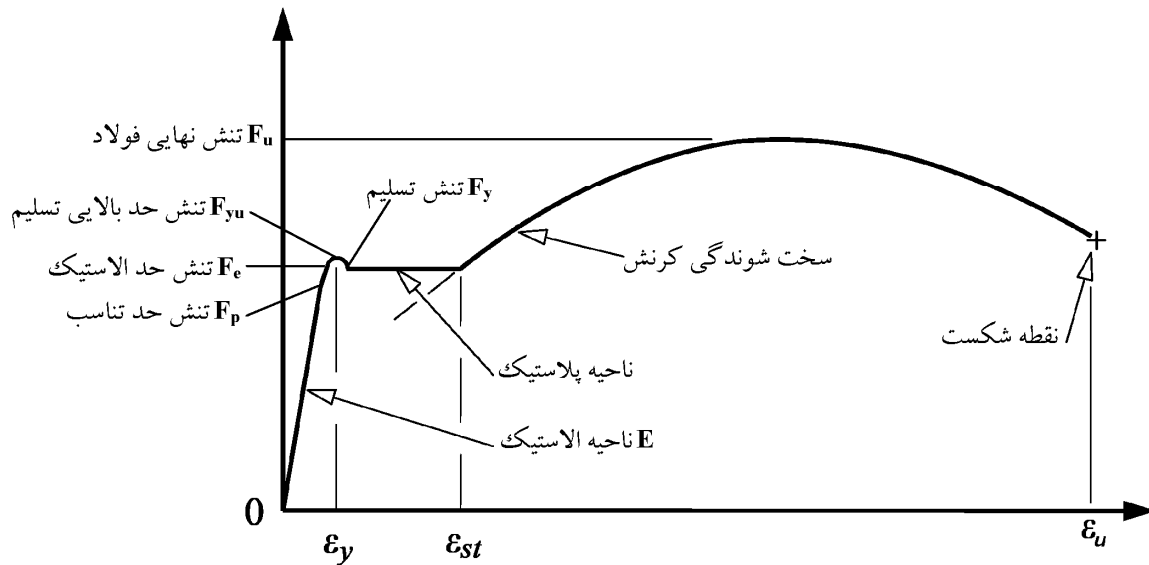


طراحی سازه‌های فولادی

1.....	(1) مشخصات فیزیکی فولاد
7.....	(2) اعضای کششی
21.....	(3) ستونها
21.....	3-1- تنش های پسماند
24.....	3-2- ضریب K
42.....	(4) تیر
43.....	4-1- ضریب شکل
44.....	4-2- کمانش موضعی
47.....	4-3- کمانش پیچشی جانبی
52.....	4-4- صفحات تقویتی
56.....	4-5- کاهش لنگر
58.....	4-6- خمش دو محوره
58.....	4-7- کنترل خیز در تیرها
61.....	4-8- تیر نعل درگاهی
62.....	4-9- تیر مرکب
62.....	4-10- تیر لانه زنبوری
64.....	4-11- برش در تیر
66.....	4-12- پیچش
69.....	(5) تیرستون
74.....	(6) جوش
82.....	(7) پیچ ها
91.....	(8) اتصالات
101.....	(9) ورق پای ستون (Base plate)
105.....	(10) تیروورق ها
105.....	10-1- انواع کمانش ها
107.....	10-2- اثر بار متمرکز
113.....	(11) مسائل لرزه‌ای



(1) مشخصات فیزیکی فولاد



شکل 1: منحنی تنش کرنش فولاد نرمه ساختمانی

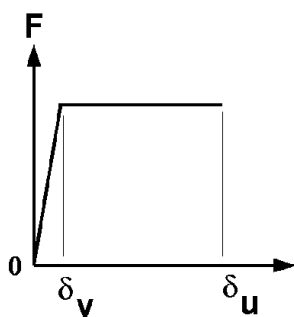
F_p : رفتار فولاد تا این نقطه به صورت خطی است و شیب منحنی تنش - کرنش تا این نقطه به صورت خط راست می باشد.
 F_e : رفتار فولاد تا این نقطه به صورت الاستیک است و هنگام بار برداری، برگشت منحنی دقیقاً مطابق منحنی اولیه (منحنی بار گذاری) می باشد.

F_{yu} : این نقطه حد بالای تسلیم را نشان می دهد. پس از این نقطه یک پله تسلیم خواهیم داشت و پس از پله تسلیم به نقطه ای می رسمیم که در شکل با F_y نشان داده شده است.

F_y : این نقطه حد پایینی تسلیم را نشان می دهد که نشان دهنده تنش تسلیمی است که به عنوان مشخصه اصلی فولاد بیان می شود. این مقدار برای فولاد نرمه موجود در ایران معمولاً برابر 2400 kg/cm^2 می باشد.

نکته: E فولاد برعکس بتن، بستگی به F_y ندارد و برای فولادهای با مقاومت بالاتر مقدار E تغییر نمی کند.

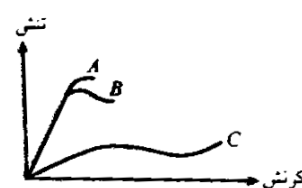
نکته: منحنی فوق مربوط به فولاد نرمه ساختمانی با $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ می باشد. در منحنی های مربوط به فولادهای با مقاومت بالاتر پله تسلیم نداریم:



شکل پذیری (نرمی) = نسبت کرنش نهایی به کرنش تسلیم $= \frac{\epsilon_u}{\epsilon_y}$

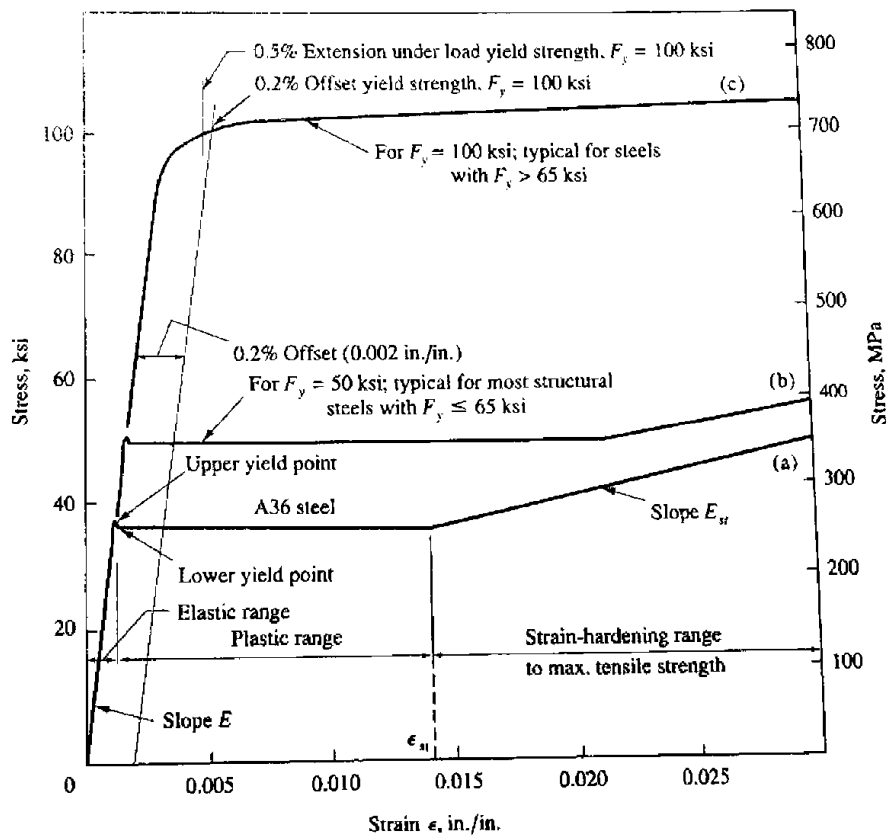
$\mu = \frac{\delta_u}{\delta_y}$ = نسبت تغییر شکل نهایی به تغییر شکل ارتجاعی

۴- نمودار تنش - کرنش سه نوع فولاد در شکل داده شده است. کدام نوع فولاد شکل پذیرتر می باشد؟ (۷۹ آد ۷۹)

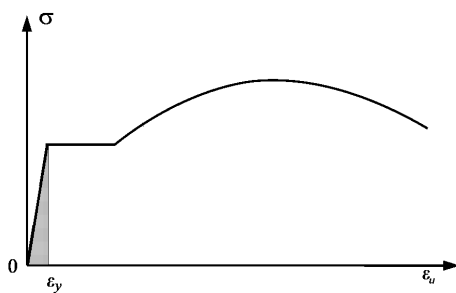


- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)

(۴) هر سه نوع فولاد شکل پذیری یکسانی دارند.

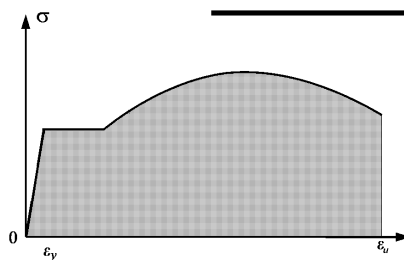


شکل 2: منحنی تنش کرنش فولادهای مختلف ساختمانی



ضریب فنریّت = سطح زیر منحنی تنش-کرنش تا ناحیه ارتجاعی

= میزان جذب انرژی در ناحیه خطی



سفتی (چقرمگی) = سطح زیر منحنی تنش-کرنش تا ناحیه گسیختگی

= میزان جذب انرژی ماده

$$\left\{ \begin{array}{l} \downarrow \text{شکل پذیری} \\ \mu \\ \downarrow \text{جوش پذیری} \\ \mu \quad F_y \uparrow \\ \mu \quad F_u \uparrow \end{array} \right\} \mu$$

← افزایش درصد کربن

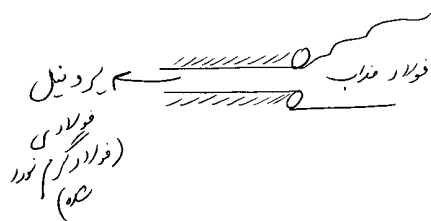
$$\left\{ \begin{array}{l} \uparrow \text{شکل پذیری} \\ \mu \\ E \downarrow \\ F_y \downarrow \\ \mu \quad F_u \downarrow \end{array} \right\} \mu$$

← افزایش حرارت

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{بار گذاری دینامیکی} \\ \mu \quad \text{جوشکاری} \\ \mu \quad \text{وجود پارگی یا زدگی} \\ \mu \quad \text{تنش چند محوره} \end{array} \right\} \mu$$

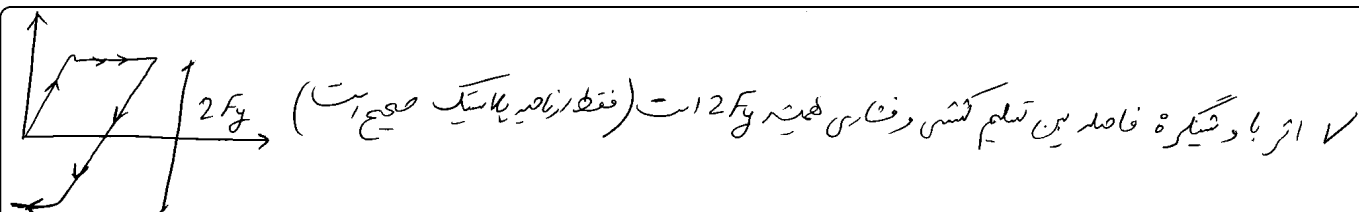
← تردشکنی

✓ تعریف فولاد گرم نوردیده یا با نور گرم :



✓ به پدیده بار یک شدگی :

$$\left\{ \begin{array}{l} IPE \\ IPB \\ INR \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} d \approx 2b_f \\ d \approx b_f \\ \text{منسوخ شده} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} b_f \\ t_f \\ h \\ t_w \end{array} \right\} d \quad \checkmark$$



۱- کدام یک از موارد زیر در مورد فولاد ساختمانی صحیح است؟ (هر اهری ۷۷)

- (۱) هرچه مقاومت نهایی نسبت به مقاومت جاری شدن فولاد بزرگتر باشد، شکل پذیری آن بیشتر است.
- (۲) هرچه تغییر شکل نسبی گسیختگی فولاد نسبت به تغییر شکل نسبی تسلیم بیشتر باشد، شکل پذیری آن بیشتر است.
- (۳) هرچه سطح زیر منحنی تنش - کرنش فولاد از شروع بارگذاری تا نقطه گسیختگی بزرگتر باشد، شکل پذیری بیشتر است.
- (۴) هرچه میزان کرن، فسفر و گوگرد در آلیاژ فولاد بیشتر باشد، شکل پذیری آن بیشتر است.

گزینه ۲ صحیح است.

گزینه ۳ تعریف سفتی است.

(آزاد ۸۱)

۱۱- چنانچه فولاد در برابر حرارت قرار گیرد:

- (۱) مقاومت تسلیم آن کاهش می یابد.
- (۲) مقاومت تسلیم آن افزایش می یابد.
- (۳) مقاومت تسلیم آن تغییری نمی کند.
- (۴) مقاومت تسلیم به حد جاری شدن می رسد.

(هر اهری ۷۰ و نظام مهندسی)

۲- با افزایش مقدار کرن در آلیاژ فولاد:

- (۱) جوش پذیری فولاد بهتر می شود.
- (۲) فولاد شکننده شده، مقاومت آن افزایش یافته و جوش پذیری آن کاهش می یابد.
- (۳) فولاد شکننده شده، شکل پذیری آن افزایش یافته و جوش پذیری آن کاهش می یابد.
- (۴) هیچ تأثیری در خواص فولاد به وجود نمی آید.

۳- فولادهای مصرفی در سازه های مقاوم در برابر زلزله باید دارای مقاومت نهایی کششی حداقل

(آزاد ۸۱)

برابر مقاومت حد جاری شدن باشند.

۱/۴۰ (۴)

۱/۲۰ (۳)

۱/۳۰ (۲)

۱/۲۵ (۱)

استاندارد 2800 (زلزله) گفته 1.3 بار بردی آیین نامه فولاد گفته 1.2

هم اگر در صورت تست به زلزله اشاره کرد یا نه 1.3
1.2 ~ ~ ~ ~ ~

(آر 77)

14. سازه‌های فولادی که در مقابل بارهای دینامیکی قرار می‌گیرند، (آر 77)

(1) شکنندگی ترد آنها کاهش می‌یابد.

(2) تغییر در شکنندگی ترد آنها اتفاق نمی‌افتد.

(3) شکنندگی ترد آنها افزایش می‌یابد.

(4) خمیدگی آنها افزایش می‌یابد.

(آر 77)

15. فولاد در مقابل حرارت:

(1) به ضریب الاستیسیته آن اضافه می‌شود.

(2) به مقاومت کشش نهایی آن افزوده می‌شود.

(4) ضریب الاستیسیته آن کاهش می‌یابد.

(3) هیچ‌کدام

طراحی اصف } طراحی بر روش تنش مجاز (ASD)

طراحی بر روش مقاومت نهایی (LRFD) روش ضریب بار و مقاومت

طراحی خمیری (پلاستیک)

$$\begin{array}{c} \text{مقاومت تسلیم کهر} \\ \uparrow \\ R \\ \text{S.F.} \\ \downarrow \\ q \end{array}$$

بارهای وارده

ضریب اطمینان = 1.67

روش ASD

سوال: یک عضو کشی در بار 10 ton تسلیم می‌شود اگر ضریب اطمینان 2 باشد، حداکثر چه بار می‌توان بر آن وارد کرد؟

$$q = \frac{10}{2} = 5 \text{ بار مجاز}$$

روش LRFD به S.F. از ضرایب مختلف استفاده می‌کنیم

$$\phi \times R \rightarrow S.F. = \frac{\phi}{R}$$

مقدار بار

1.25D { افزایش بار

1.5L {

0.9 { فولاد

0.85 { فولاد (ارماتور در بتن)

0.65 { بتن

ü تحت بارهای فوق العاده (زلزله) بارها را 25% کاهش می‌دهیم و یا مقاومت را 33% افزایش می‌دهیم.



اگر در طراحی یک عضو فولادی، بارهای واقعی از بار پیش‌بینی شده به میزان ۲۰٪ بیشتر و مقاومت واقعی از مقدار مقاومت محاسبه شده به میزان ۲۰٪ کمتر باشد، ضریب اطمینان طراحی چقدر می‌باشد؟

سراسری ۸۹

(۱) ۰/۶۷

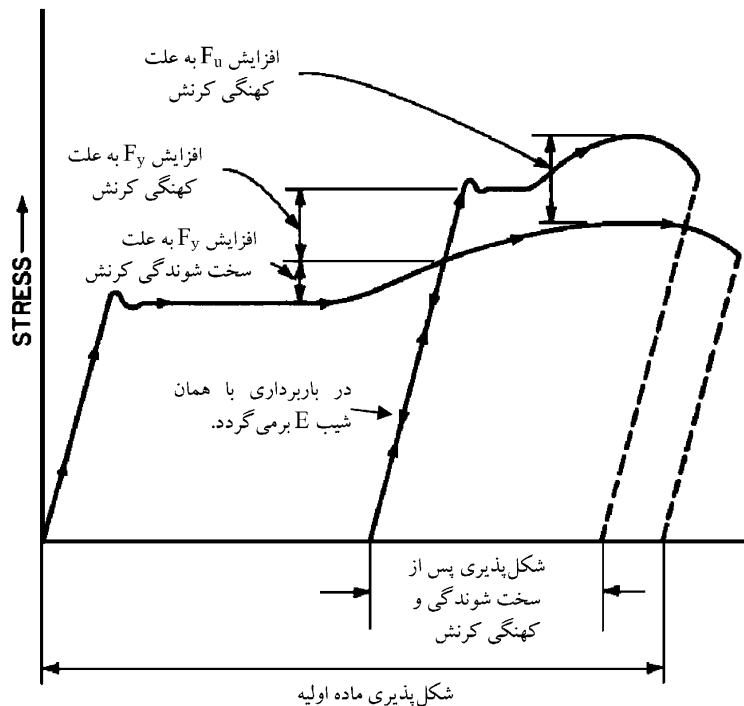
(۲) ۱/۳۳

(۳) ۱/۵

(۴) ضریب اطمینان برای اعضای فولادی همیشه ثابت و برابر ۱/۶۷ باشد

$$\left. \begin{array}{l} \gamma = 1.2 \\ \phi = 0.8 \end{array} \right\} \rightarrow S.F. = 1.5$$

اثر کهنگی کرنش

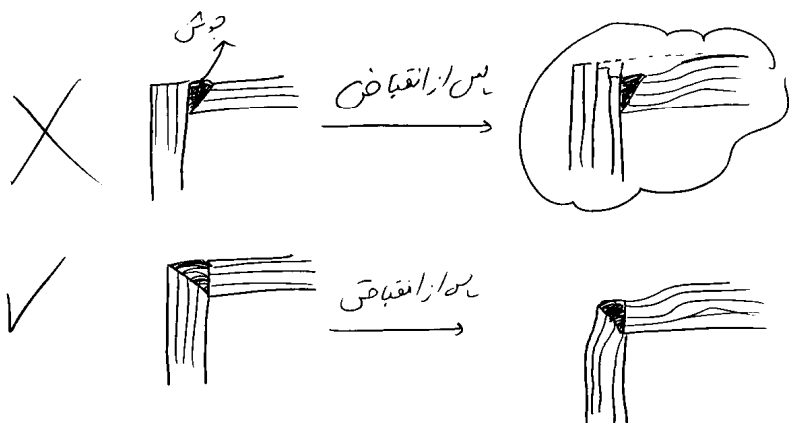
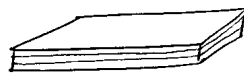


۵. اگر فولاد نرمه را تا پایان مرحله جاری شدن (تسلیم) تحت کشش قرار دهیم و بعد آزاد کنیم: (نظام مهلک)

(۱) فولاد مقاومت خود را از دست می‌دهد. (۲) فولاد تنش تسلیم بیشتری را بدست می‌آورد.

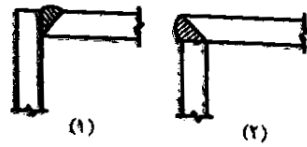
(۳) در شکل‌پذیری فولاد تغییری به وجود نمی‌آید. (۴) ضریب ارتجاعی فولاد تغییر نمی‌یابد.

تورق: ورق کس نوارهای گره‌گیرنده به‌طور منظم پس از تورق شکل لایه‌های مجزای رسی هم درمی‌آیند



(نقشه مهله‌ها)

۱۶. کدام یک از دو وضعیت جوشکاری زیر صحیح‌تر است؟



(۱) هر دو گزینه یکسان هستند.

(۲) گزینه (۱)

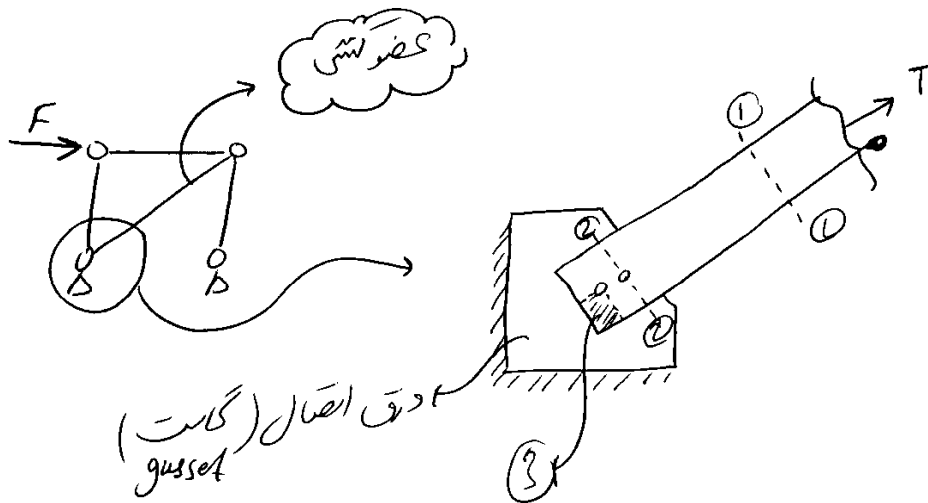
(۳) گزینه (۲)

(۴) هیچ کدام

اثر خستگی

اگر عضوی تحت اثر سیکل‌های بارگذاری و باربرداری زیاد قرار گیرد (مانند سازه پل‌ها که هر بار با عبور ماشین یک سیکل بارگذاری و باربرداری را تجربه می‌کنند) تنش تسلیم آن کاهش می‌یابد.

(2) اعضای کششی



1- تسلیم در مقطع کل
2- گسیختگی در کل سوراخ

3- برش قلابی

4- کنترل لافرس

5- شکست (خراب) بولت

نیروی کششی عضو $\rightarrow \frac{T}{A_g}$ $< \{ F_t = 0.6 F_y \}$

مساحت مقطع عضو $\rightarrow$ تنش مجاز کششی

1- کنترل تنش تسلیم مجاز کششی :

2- کنترل پارگی یا گسیختگی کششی در مقطع موثر :

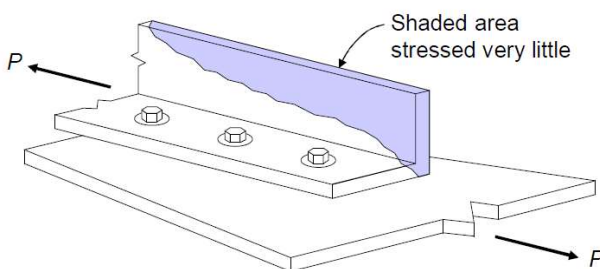
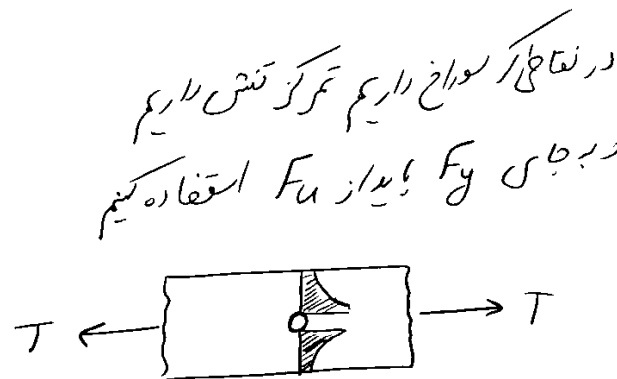
$\frac{T}{A_e} \leq 0.5 F_u$

$A_e = U \times A_n$

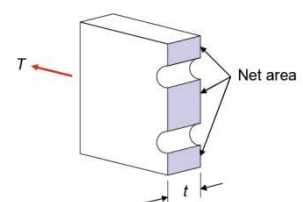
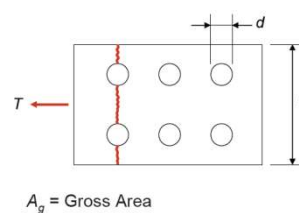
مساحت مقطع موثر $\rightarrow$ A_e

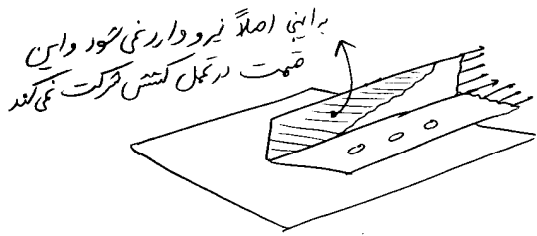
مساحت مقطع خالص $\rightarrow$ A_n

ضرایب $\rightarrow$ U



(Net Area), A_n



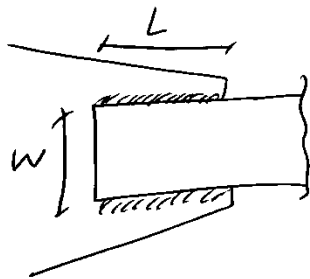


اگر در یک عضو کشش تمام اجزا تشکیل دهنده مقطع عضو شرکت کنند، به جای کل مقطع تنها قسمتی از آن در تحمل کشش موثر است که به آن سطح مقطع موثر می گویند (A_e)

بررسی پدیده (تأخیر برشی)

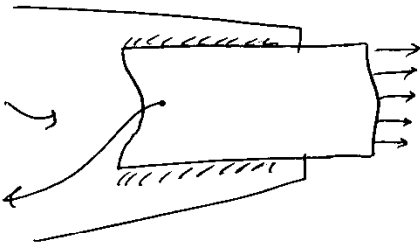
نتیجه: اگر تمام مقطع متصل باشد

$$A_e = A_n$$



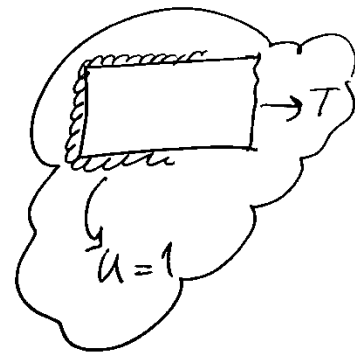
نکته: ورق که با جوش در دو لبه سر

بعد از اعمال کشش

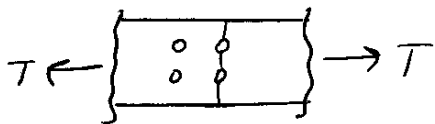


این قسمت در تحمل کشش مشارکت ندارد ($u < 1$)

$$\left. \begin{array}{l} L > 2w \rightarrow u = 1 \\ 1.5w < L < 2w \rightarrow u = 0.87 \\ w < L < 1.5w \rightarrow u = 0.75 \\ L < w \rightarrow \text{مبارزیت} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{اگر انتها ورق} \\ \text{جوش نشود} \end{array}$$



نمونه های سه سطح مقطع خالص:

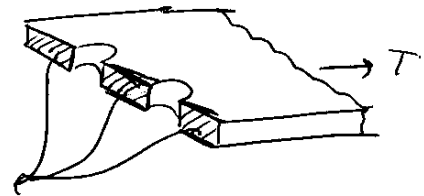


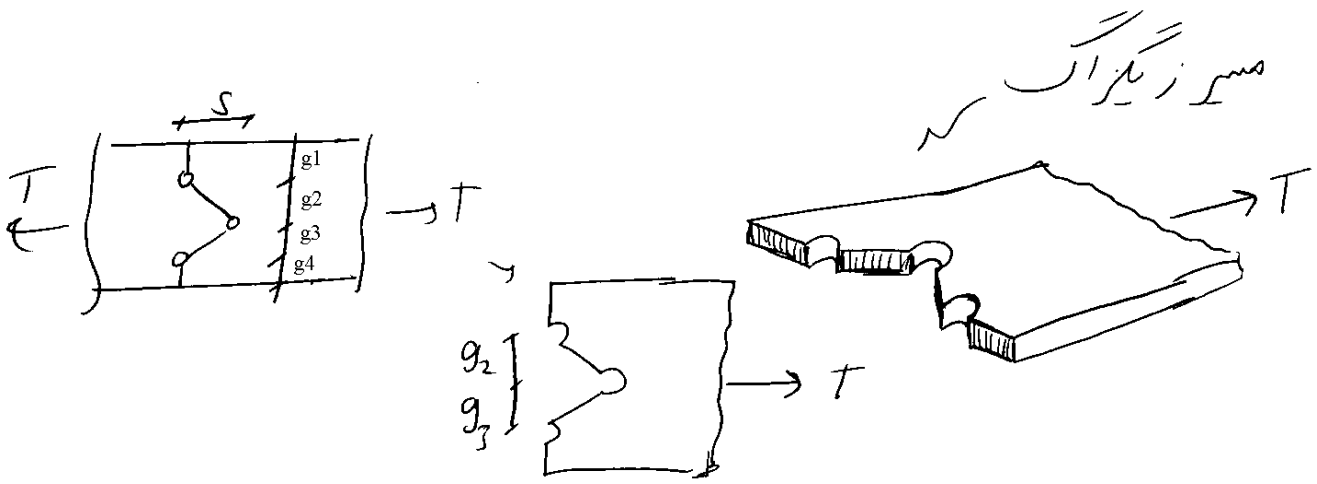
مساحت کل

$$A_n = A_g - 2 \times D \times t$$

مساحت خالص

تعداد اسوراخ
قطر اسوراخ
ضخامت ورق





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

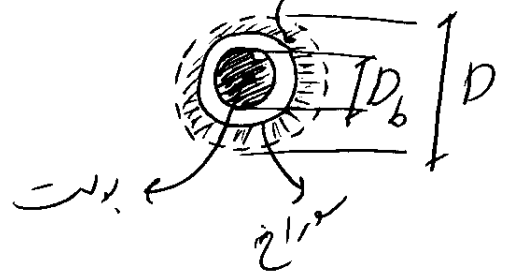
مقدار سوراخ

بازار هر یک $\frac{S^2}{4g}$
مقدار A_n افزوده می شود

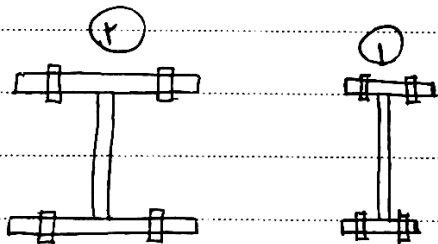
مقدار D (قطر سوراخ) $\checkmark$ اگر d_b قطر بولت (سیج) باشد
قطر سوراخ باید $2mm$ بیشتر از آن باشد

$$D = d_b + 2 + 2 = d_b + 4mm$$

$\checkmark$ اگر سوراخ یا نیج شده باشد قطر سوراخ را $2mm$ بیشتر از قطر می گیریم



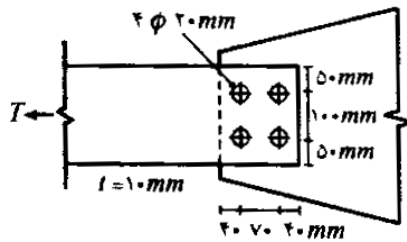
در دو مقطع زیر اگر مقدار واقعی u محاسب شود (ضرب کاهش مقطع خالص به علت پیریه تأخیر برش) کدام مقطع u بیشتری دارد؟



حودر مقطع دارای مساحت جان یکسان می باشند
ولی مساحت بال مقطع ② بیشتر از ① است
از ③ پیچ برای هر طرف بال استفاده شده است؟

در مقطع ② درصد بیشتری از مساحت مقطع به انتقال نیرو کمک می کنند و در حالت ① درصد کمتری از مساحت به ارتباط مفصل شده است بنابراین $u_2 > u_1$

۱- در شکل زیر یک قطعه کششی فولادی با مقطع تسمه با ضخامت 1 cm و پهنای 20 cm تحت نیروی محوری کششی T قرار دارد. در صورتی که تنش کششی مجاز با توجه به معیار جاری شدن و معیار گسیختگی به ترتیب برابر 1400 kg/cm^2 و 2000 kg/cm^2 باشد، مطلوب است تعیین حداکثر بار محوری کششی مجاز T . قطر سوراخها 20 mm است که با استفاده از مته ایجاد شده‌اند. (هراسری ۸۶)

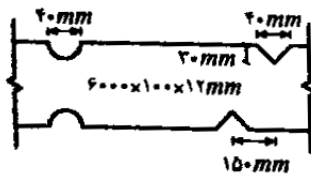


- (۱) ۲۸ تن
(۲) ۳۲ تن
(۳) ۳۴/۹ تن
(۴) ۳۵/۶ تن

$$\left. \begin{aligned} T < A \times 1400 &= (20 \times 1) \times 1400 = 28000 \text{ kg} \\ T < A_n \times 2000 &= (20 \times 1 - 2 \times 1 \times 2) \times 2000 = 32000 \text{ kg} \end{aligned} \right\} \rightarrow T = 28000$$

(نقشه درج)
تعداد سوراخ
مقطع سوراخ

۲- مقاومت کششی حداکثر (بدون اعمال ضرایب اطمینان) تسمه فولادی شکل زیر را که دو فرورفتگی مثلثی و دو فرورفتگی نیم‌دایره در لبه‌های آن ایجاد شده تعیین نمایید. در محاسبات از تمرکز تنش صرف‌نظر نمایید. (تنش جاری شدن فولاد $= 4000\text{ kg/cm}^2$ و تنش نهایی $= 6000\text{ kg/cm}^2$ می‌باشد) (هراسری ۸۶)



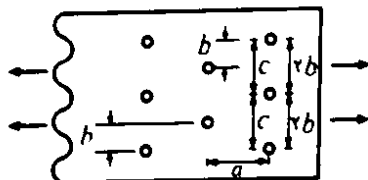
- (۲) ۴۲/۲ تن
(۴) ۶۴/۲ تن

- (۱) ۲۸/۸ تن
(۳) ۴۸/۰ تن

$$\begin{aligned} A_{n1} &= (10 \times 1.2 - 4 \times 1.2) = 7.2 \text{ cm}^2 \\ A_{n2} &= (10 \times 1.2 - 3 \times 1.2) = 8.4 \text{ cm}^2 \\ A_{n3} &= (10 \times 1.2 - 6 \times 1.2 + \frac{15^2}{4 \times 4}) = 21.675 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

البته لازم نیست حباب شود چون تنش است که
بیشتر از A_{n2} است.

در اتصالات پیچی هنگام محاسبه سطح خالص، لازم است به ازا هر خط زیگزاگ به مقدار زیر به عرض اتصال اضافه شود. (هراسری ۷۳ و ۷۴ و ۷۵ و ۷۶)



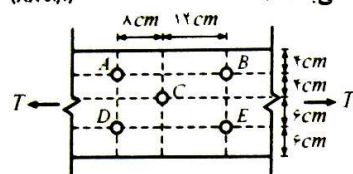
$$\frac{a^2}{4c} \quad (۲)$$

$$\frac{c^2}{4a} \quad (۴)$$

$$\frac{b^2}{4a} \quad (۱)$$

$$\frac{a^2}{4b} \quad (۳)$$

(AA 3HT)



- (۱) ۱۴ تن
(۲) ۲۴ تن
(۳) ۲۶/۳ تن
(۴) ۱۶/۳ تن

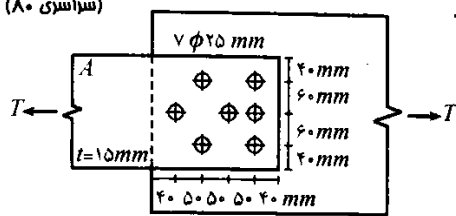
$T = A_h \times 1000$ → تنش مجاز هستی

$$= (20 \times 1 - 3 \times 2 \times 1 + \frac{8^2}{4 \times 4} \times 1 + \frac{12^2}{4 \times 6} \times 1) \times 1000$$

← عرض ورق
 ← فضای ورق
 ← تعداد سوراخ ها
 ← قطر سوراخ ها
 ← فضای سوراخ ها
 ← مسیر لوزب AC
 ← مسیر لوزب CF

$\rightarrow T = 24000 \log$
 $= 24 \text{ ton}$

۵- مقاومت گسیختگی مجاز ورق A (شکل زیر) در کشش، تقریباً چند تن است؟ فولاد ورق $ST-52$ با تنش جاری شدن $F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$ و مقاومت نهایی $F_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$ می‌باشد. تنش مجاز برای کنترل گسیختگی $F_t = 0.5 F_u$ در نظر گرفته شود. (سراسری ۸۰)



- F1 (1)
F9 (2)
ΔY (3)
FA (4)

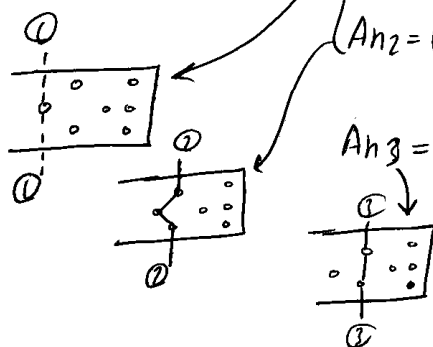
5 چون مقدار گسیختگی را خواسته نیدار به کنترل تسلیم شدن در $(T_1 = A \times 0.6 f_y)$

لکھنؤ

$$T(A_h \times 0.5 F_u) \rightarrow \int A_{h1} = (20 \times 1.5 - 2.5 \times 1.5) = 26.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{n2} = (20 \times 1.5 - 3 \times 2.5 \times 1.5 + 2 \times \frac{5^2}{4 \times 6} \times 1.5) = 21.875 \text{ cm}^2$$

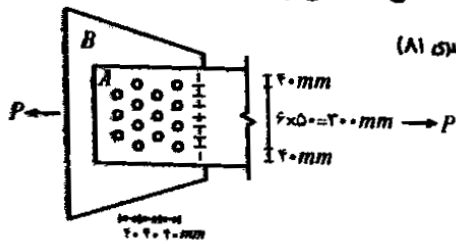
$$A_{h3} = (20 \times 1.5 - 2 \times 2.5 \times 1.5) \times \frac{7}{6} = 26.25 \text{ cm}^2$$



$$\rightarrow T(21.875 \times 0.5 \times 5200 = 56875 \text{ kg} \rightarrow 57 \text{ ton})$$



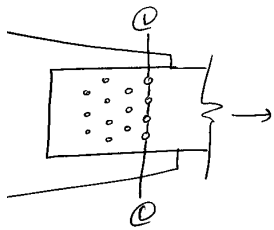
۳- اگر ضخامت ورق A برابر $t = 12 \text{ mm}$ و قطر سوراخ‌ها با منظور کردن افزایش $1/5$ میلی‌متر به خاطر روش سوراخکاری $d = 20 \text{ mm}$ باشد، در این صورت سطح مقطع خالص ورق A در اتصال کششی



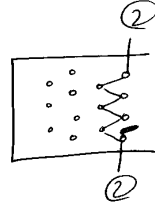
مطابق شکل چند میلی‌متر مربع (mm^2) می‌باشد؟ (مراستی ۸۱)

$$A_n = 3456 \text{ (۲)} \quad A_n = 3000 \text{ (۱)}$$

$$A_n = 3600 \text{ (۴)} \quad A_n = 2552 \text{ (۳)}$$



$$A_{n1} = (38 \times 1.2 - 4 \times 2 \times 1.2)$$



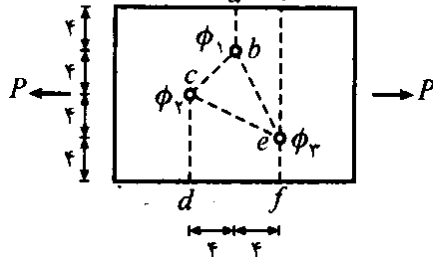
$$A_{n2} = (38 \times 1.2 - 7 \times 2 \times 1.2 + 6 \times \frac{4^2}{4 \times 5} \times 1.2)$$

$$\rightarrow A_{n2} = 34.56 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow A_n = \min \{A_{n1}, A_{n2}\} = 34.56 \text{ mm}^2$$

۶- در تسمه‌ای که تحت اثر کشش قرار دارد سوراخ‌هایی مطابق شکل تعبیه شده است. مسیر مقطع مفید

(بهرانی) کدام است؟ ($\phi_1 = 1/6 \text{ cm}$, $\phi_2 = 1/8 \text{ cm}$, $\phi_3 = 2 \text{ cm}$) (مراستی ۷۹)



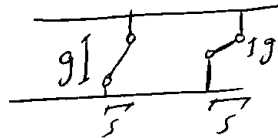
gef (۱)

abef (۲)

abcd (۳)

abcef (۴)

۷ نکته: از دو مسیری که دارای ۵ یکسان هستند، آن مسیری که به خط قائم‌ها میل تر است باید انتخاب شود



این مسیر تعیین شده است

دلی این مسئله چون قطر سوراخ یکسان است که می‌باید کنترل شوند

$$A_{abef} = A - (1.6 + 2 - \frac{4^2}{4 \times 8})t = A - 3.1t$$

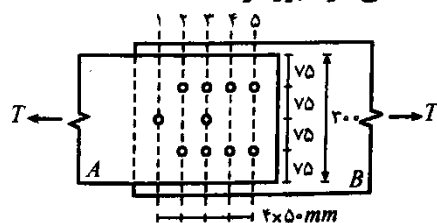
$$A_{abcd} = A - (1.6 + 1.8 - \frac{4^2}{4 \times 4})t = A - 2.4t$$

$$A_{gef} = A - 2t$$

$$A_{abcef} = A - (1.6 + 1.8 + 2 - \frac{4^2}{4 \times 4} - \frac{8^2}{4 \times 4})t = A - 0.4t$$

A_{abef} از همه کمتر است

۷- گسیختگی ورق A از کدام مسیر محتمل تر است؟ (ضخامت ورق برابر ۱۶ mm است.) (سراسری ۷۸)
 قطر سوراخها ۳۰ میلی متر است و از آنها پیچ هایی به قطر ۲۷ میلی متر عبور کرده اند.



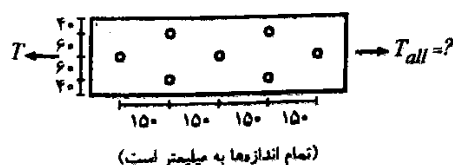
- (۱) شماره ۱
 (۲) شماره ۲
 (۳) شماره ۳
 (۴) شماره ۲ یا ۴ یا ۵

① میر → $A_{n1} = A - 3 \times 1.6 = A - 4.8 = 30 \times 1.6 - 4.8 = 43.2 \text{ cm}^2$ 7

② میر → $A_{n2} = (A - 2 \times 3 \times 1.6) \times \frac{10}{9} = 42.66 \text{ cm}^2$ ✓

③ میر → $A_{n3} = (A - 3 \times 3 \times 1.6) \times \frac{10}{7} = 48 \text{ cm}^2$

۸- تنش مجاز کششی روی سطح مقطع خالص ورق شکل زیر 2000 kg/cm^2 و روی سطح مقطع ناخالص آن 1500 kg/cm^2 است. چنانچه قطر هر یک از سوراخها ۲۰ mm باشد، نیروی کششی مجاز ورق چند تن خواهد بود؟ ضخامت ورق ۱۰ mm و عرض آن ۲۰۰ mm است. (سراسری ۷۸)

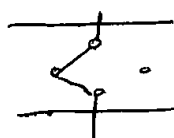


- (۱) ۲۸
 (۲) ۳۲
 (۳) ۲۰
 (۴) ۳۲

$T_1 = 20 \times 1 \times 1500 = 30000 \text{ kg}$



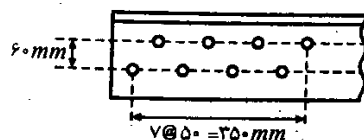
$T_2 = (20 \times 1 - 2 \times 1) \times 2000 = 36000 \text{ kg}$ 8



$T_3 = (20 \times 1 - 3 \times 1 + \frac{2 \times 15^2}{4 \times 6}) \times 2000 = 71500$

بنابراین در نهایت جواب می شود ۷۱۵۰۰ کیلوگرم.

۱۸- یک نبشی $L 100 \times 100 \times 12$ تحت تأثیر نیروی کششی قرار دارد. این نبشی در انتها از طریق بال بزرگتر خود و توسط ۸ عدد پیچ مطابق شکل به ورق لچکی متصل است. قطر سوراخ پیچها ۲۵ میلی متر است. چنانچه تنش جاری شدن فولاد $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ و تنش نهایی آن $F_u = 3600 \text{ kg/cm}^2$ باشد، بار کششی مجاز که می تواند به این نبشی اعمال شود برابر است با: (نظام مهندسی)



- (۱) ۳۵/۷۷ تن
 (۲) ۴۱/۳۳ تن
 (۳) ۴۲/۰۸ تن
 (۴) ۲۷/۵ تن



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



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



تسترل تسلیم
در مقطع بدون
سوراخ

→ $T_1 = 0.6 F_y \times A_g = (0.6 \times 2400) \times 22.7 = 32700 \text{ kg}$

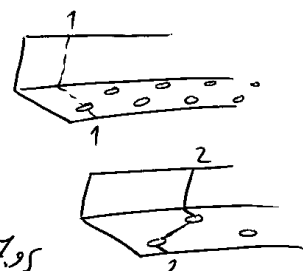
فرد مساله دراره ۱

تسترل مقطع
سوراخ رار

$A_{n1} = A_g - 1 \times 2.5 \times 1.2 = 12.7 \text{ cm}^2$

که قطر سوراخ
فقط است و در

$A_{n2} = A_g - 2 \times 2.5 \times 1.2 + \frac{5^2}{4 \times 6} \times 1.2 = 17.95$



چون بال دیگر متقل نیست باید تاخیر برشی را هم در نظر بگیریم

$U = 0.85$

$\Rightarrow A_e = 0.85 \times 17.95 = 15.26$

(نقاهم اندیش و open book)

لازم به فقط کردن این اعداد نیست

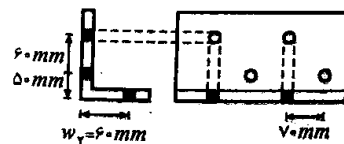
→ $T_2 = 0.5 \times F_u \times 15.26 = 27500 \text{ kg}$

3600

$T = \text{Min} \{T_1, T_2\} = 27500 \text{ kg}$

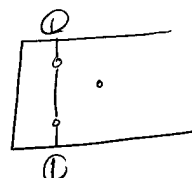
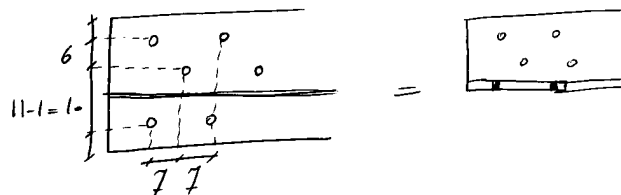
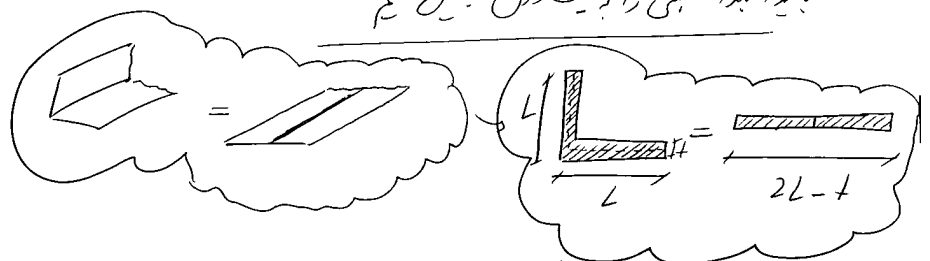
۱۹- سطح مقطع خالص نبشی زیر را بدست آورید. (ضخامت نبشی ۱ cm، قطر سوراخ ۲ cm و سطح مقطع نبشی ۳۰ cm² می باشد.)

(نقاهم مهندس)



- ۲۲ cm² (۱)
- ۲۵ cm² (۲)
- ۲۲ cm² (۳)
- ۲۶ cm² (۴)

باید ابتدا نبشی را به یک ورق تبدیل کنیم



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

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

$+ \frac{7^2}{4 \times 10} \times 1 = 27.27 \text{ cm}^2$

$$T < \{A_t \times 0.5F_u + A_v \times 0.3F_u\}$$

3- کنترل برش قالبی:

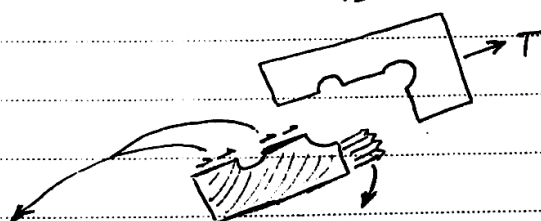
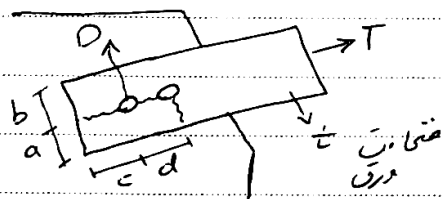
مساحت قسمت کششی $\rightarrow$ A_t مساحت قسمت برشی $\rightarrow$ A_v

(آ ۸۶ و آ ۸۴)

کنترل پدیده پارگی ناشی از برش (برش قالبی) فقط در حالات زیر باید انجام پذیرد:

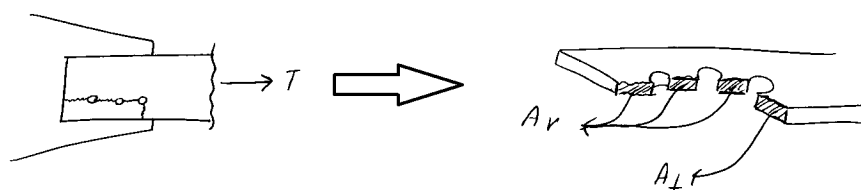
- (۱) وقتی که اتصال پیچی داریم.
- (۲) وقتی که اتصال جوشی داریم.
- (۳) وقتی که اتصال تحت نیروی برشی و کششی همزمان قرار دارد.
- (۴) تمام موارد ذکر شده.

برش قالبی: ترکیبی از برش و کشش در اتصال اتصالی است.

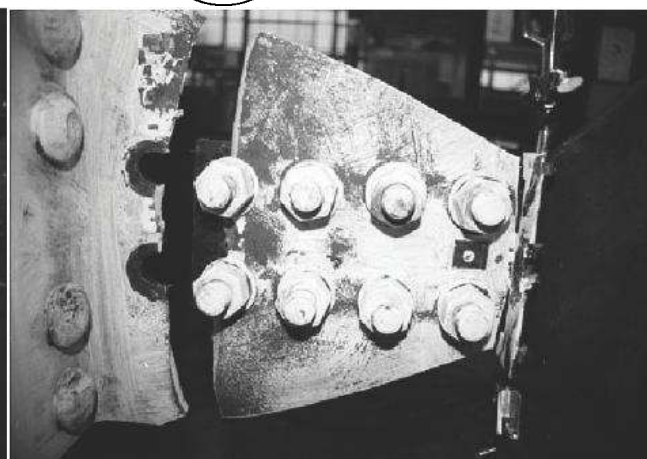
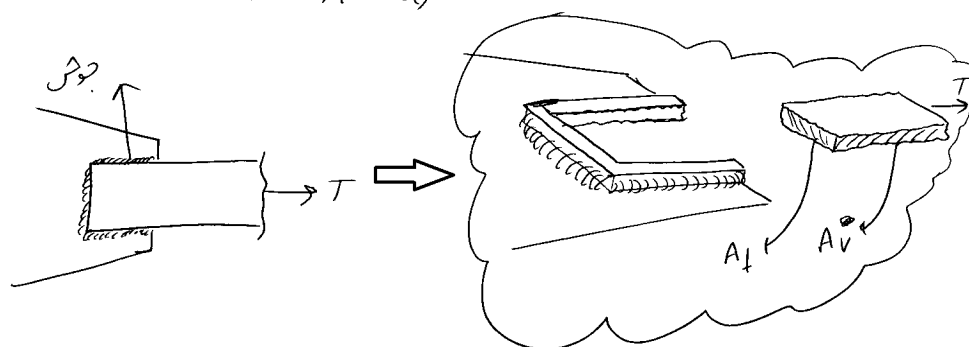


$$A_t = (a - \frac{D}{4})t \quad (\text{مقطع کشش}) \quad A_v = (c + d - 1.5D)t \quad (\text{مقطع برش})$$

برش قالبی: مثال



$$T = A_v \times (0.3F_u) + A_t \times (0.5F_u)$$



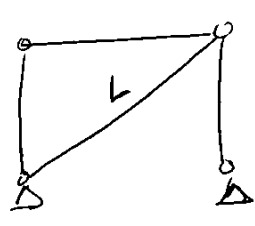
4- کنترل لاغری (سرویس دهی):

$$\frac{L}{r} < 300$$

شعاع ژیراسیون مقطع $r = \sqrt{\frac{I}{Ag}}$

لاغری: $\lambda = \frac{L}{r}$ طول عضو کمتر

$r = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}}$ شعاع ژیراسیون



مثال: یک مقطع مستطیل به طول L و مقطع آن $\frac{h}{b}$ می باشد. لاغری آن چند است؟

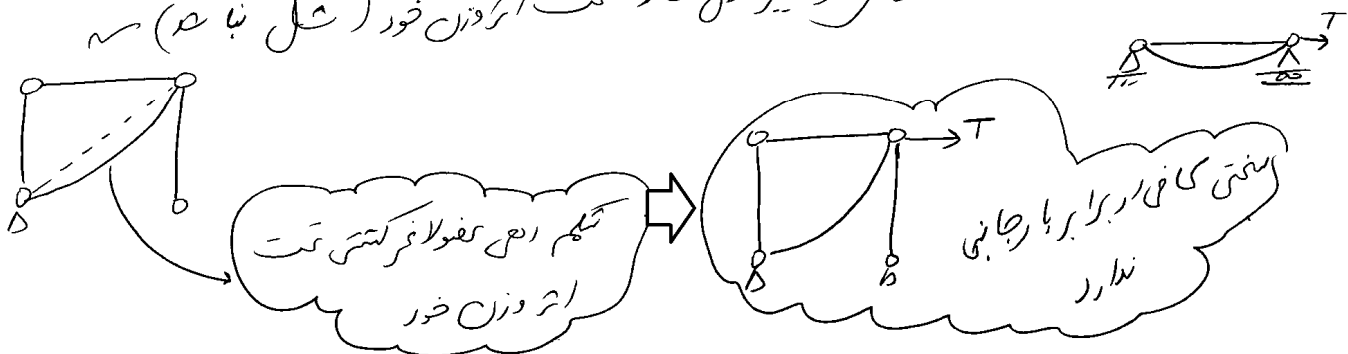
$$I_{min} = \frac{hb^3}{12}$$

$$\rightarrow r = \sqrt{\frac{hb^3}{12(b \times h)}} \approx 0.3b$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{L}{0.3b}$$

آیین نامه ۵۸ افزایش کشتی باید کمتر از ۳۰۰ باشد $\left(\frac{L}{r} < 300 \right)$

نکته: جدول زیر از تغییر شکل عضو تحت اثر دین خود (مثل بنابر) است

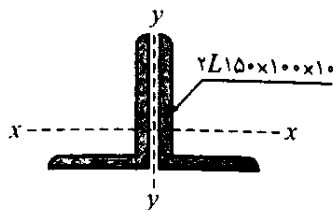


نکته: برای میل ۴، کمرش تنیده شده اند محدودیت فوق لازم نیست به شرطی که $\frac{L}{b} < 300$

(سراسری ۸۱)

۴- حداکثر طول آزاد عضو کششی شکل زیر چند سانتی متر است؟ (با ماشین حساب حل شود).

مشخصات تک‌نبشی: $A = 24.2 \text{ cm}^2$, $I_x = 552 \text{ cm}^4$, $I_y = 198 \text{ cm}^4$, $e_x = 4.78 \text{ cm}$, $e_y = 2.34 \text{ cm}$



۸۵۶ (۱)

۱۱۱۰ (۲)

۹۱۰ (۳)

۹۲۵ (۴)

۴. با اعضاء کششی حداکثر طول آزاد براساس $\frac{L}{r} < 300$ تعیین می‌شود

$$r_x = \sqrt{\frac{2I_x}{2A}} = \sqrt{\frac{2 \times 552}{2 \times 24.2}} = 4.77 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{2A}} = \sqrt{\frac{198 + 2 \times 24.2 \times 2.34^2}{2 \times 24.2}} = 3.6955 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \frac{L}{3.6955} < 300 \rightarrow L < 300 \times 3.6955 = 1108.7 \text{ cm} \rightarrow \text{گزینه (۲)}$$

برای جلوگیری از تغییر شکل خمشی عنصر کششی تحت اثر وزن خودش و داشتن سختی کافی، حداکثر لاغری که آیین‌نامه AISC مقرر می‌دارد:

(۲) برای مقاطع اصلی ۲۴۰ باشد.

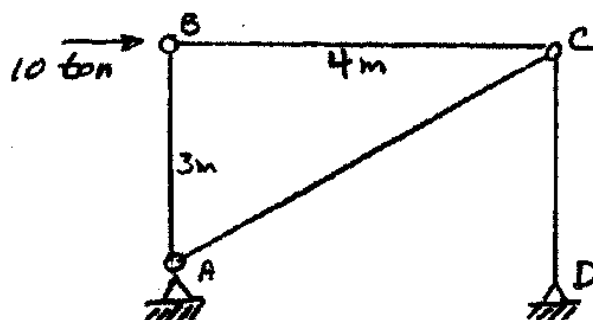
(۱) برای مقاطع اصلی ۳۰۰ باشد.

(۴) برای مقاطع اصلی ۳۵۰ باشد.

(۳) برای مقاطع اصلی ۲۵۰ باشد.

عضو بادبندی AC از دو میلگرد ساده تشکیل شده است. مقاومت تسلیم ۴۰۰۰ و مقاومت نهایی کششی این میلگردها 5000 kg/cm^2 و ضریب اطمینان نیز در مقابل گسیختگی ۲ و فرض شود به علت تراشکاری دنده‌ها روی میلگرد ۳۷/۵ درصد از سطح آن کاسته شده است. در این صورت حداقل سطح اسمی لازم برای هر یک از این میلگردها بر حسب cm^2 چقدر است؟

سراسری ۸۹



۳ (۱)

۴ (۲)

۸ (۳)

۵ (۴)

تنها ضریب اطمینان برابر گسیختگی را ارائه کرده است (۲)

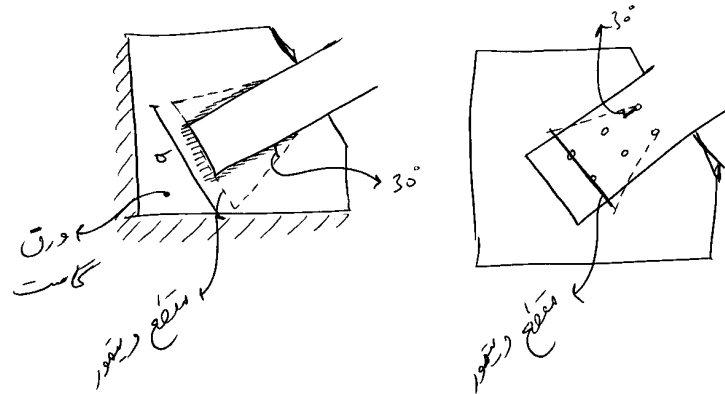
$$F = \frac{10 \times 5}{4} = 12.5 \text{ ton} \Rightarrow \frac{F}{A_n} < \frac{5000}{2} \rightarrow \frac{12500}{A_n} < 2500 \rightarrow A_n = 2 \text{ cm}^2$$

$$A_g \times (1 - 0.375) = A_n \rightarrow A_g = \frac{2}{1 - 0.375} = 3.2 \text{ cm}^2 \quad \text{یا سطح: گزینه ۴}$$

(آ ۸۶)

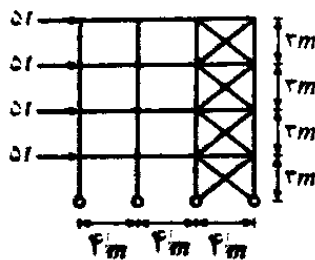
در طراحی ورق گاست یک بادبند موارد زیر باید در نظر گرفته شود.

- (۱) ورق گاست باید برای جاری شدن روی مقطع ویتمور چک شود.
- (۲) ورق گاست باید برای شکست از محل سوراخ پیچ ها روی مقطع ویتمور چک شود.
- (۳) ورق گاست باید برای برش قالبی چک شود.
- (۴) تمامی موارد مذکور



۲۱- با فرض اتصال لولایی تیرها به ستون ها و صرف نظر از رفتار فشاری بادبند، چنانچه تنش کششی مجاز فولاد 1250 kg/cm^2 باشد، سطح مقطع لازم برای بادبند طبقه همکف چقدر است؟

(مهارتی ۷۶ و لایم مهندسی)



(۱) 20 cm^2

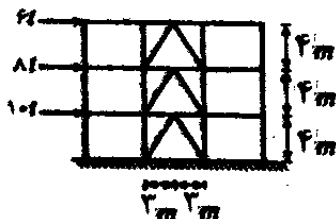
(۲) $26/7 \text{ cm}^2$

(۳) 10 cm^2

(۴) $13/4 \text{ cm}^2$

۲۳- قاب ساده زیر نیروهای زلزله مطابق شکل را باید تحمل کند. هر یک از اعضای بادبند طبقه بالا برای چه نیرویی باید طراحی شود؟ (با صرف نظر از رفتار فشاری مهاربند)

(آ ۸۱)



(۱) ۵

(۲) ۷/۵

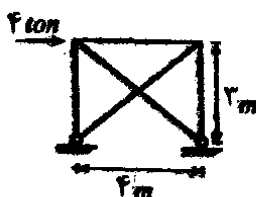
(۳) ۱۰

(۴) ۷

۲۴- سطح مقطع بادبند در سازه مقابل چنانچه از بادبند فشاری صرف نظر شود با فرض

(آ ۸۱)

$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ برابر است با:

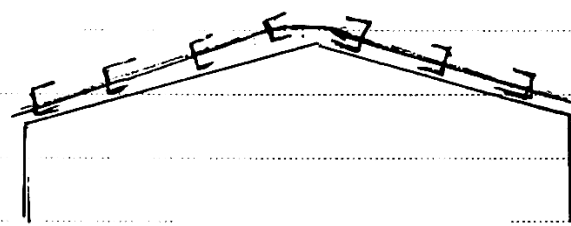


(۱) ۳/۴۷ سانتی متر مربع

(۲) ۳/۷۴ سانتی متر مربع

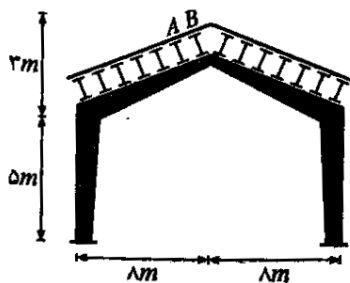
(۳) ۲/۴۷ سانتی متر مربع

(۴) ۲/۷۴ سانتی متر مربع



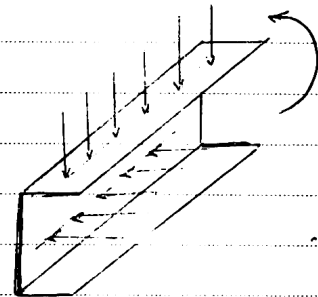
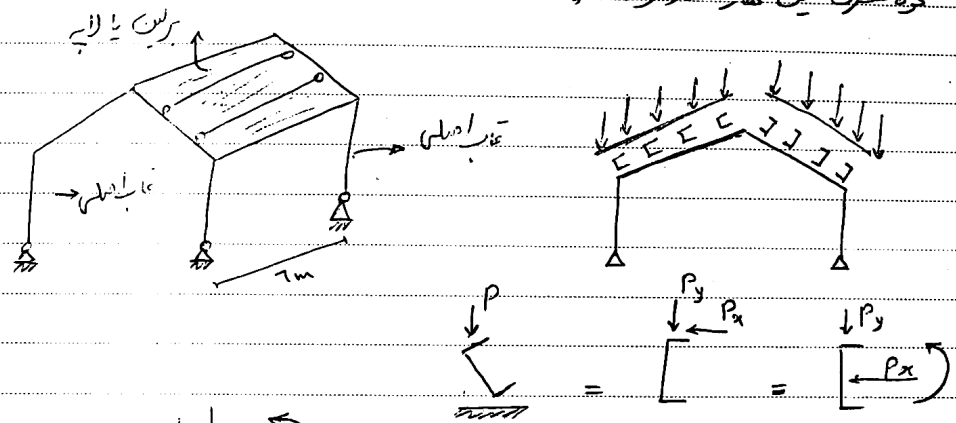
برای صاف کردن با نخش تا به هم می‌رسند
لاچ‌ها را در راستای شیب سقف
مطابق شکل ربط میل مهار به یکدیگر
مستقل نورد.

۲۹- در قاب شیبدار زیر فواصل قاب‌ها از یکدیگر $6m$ و فاصله محور میل‌مه‌ارهای عرضی (sagrod) از یکدیگر $2m$ می‌باشد. چنانچه وزن مرده سازه برابر $80 kg/m^2$ روی سطح شیبدار باشد و بار برف برابر $200 kg/m^2$ روی تصویر افقی سطح بام باشد، مطلوب است حداقل سطح لازم برای میل‌مه‌ار AB در صورتی که تنش مجاز آن برابر $1420 kg/cm^2$ باشد.
(سراسری ۷۰ و نظام مهندسی)



$$\begin{aligned} & \frac{120 + \frac{2400}{\sqrt{73}}}{355} \quad (1) \\ & \frac{160\sqrt{73} + 3200}{1420} \quad (2) \\ & \frac{80\sqrt{73} + 1600}{1420} \quad (3) \\ & \frac{120\sqrt{73} + 2400}{355} \quad (4) \end{aligned}$$

نمونه کنترل میل مهارها در سوله ها:



لازم است اثر بار قائم خشی حول محور اصلی را در نظر داشت.
جانبی خشی حول محور ضعیف در نظر
بیست خشی را در نظر داشت.

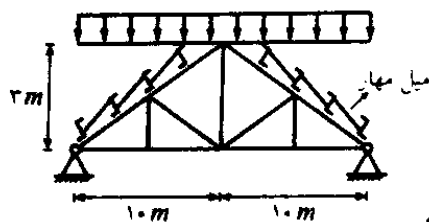
$$F = \left[100 \times [1 \times 2] + 10 \times (2 \sqrt{1^2 + 3^2}) \right] \times \frac{3}{\sqrt{1^2 + 3^2}}$$

$$\frac{F}{A} < 1420 \rightarrow A > \frac{F}{1420} \rightarrow \text{قطر لازم بدست می آید}$$

$$F_L = 0.33 F_u \quad \text{نسبت مجاز کشش میل مهارها}$$

اگر بار برف 150 kg/m^2 روی سطح افقی وارد شود و فاصله میل مهارها از یکدیگر برابر 2 m فرض

گردد، حداقل سطح مقطع برای میل مهار بحرانی کدام است؟ ($F_u = 4000 \text{ kg/cm}^2$) (آ) (۸۸)



$$(1) 0.165 \text{ cm}^2$$

$$(2) 0.15 \text{ cm}^2$$

$$(3) 1 \text{ cm}^2$$

(۴) در حالت بارگذاری برف، میل مهارها نیروی محوری تحمل نمی کنند.

$$F = \left[150 \times (10 \times 2) \right] \times \frac{3}{\sqrt{10^2 + 3^2}} = 862 \text{ kg}$$

تأثیر میل مهارها در عمق

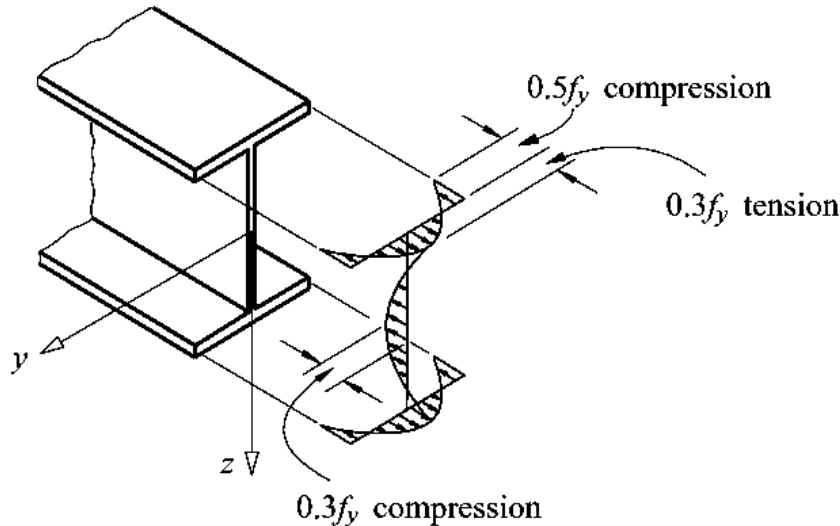
$$\frac{F}{A} < 0.33 F_u \rightarrow A > \frac{862}{0.33 \times 4000} = 0.65 \text{ cm}^2$$

اگر میل مهارها در بالا متصل نباشند هرگز نیز ۴ صحیح است

3) ستونها

3-1- تنش های پسماند

در مقاطع نورد شده، پس از خروج از کوره آهن، در هنگام خنک شدن مقطع، لبه های آزاد زودتر به جسم جامد تبدیل می شوند. سپس قسمت های داخلی هنگام خنک شدن به علت انقباض کاهش طول می یابند و در نتیجه لبه های آزاد تحت اثر فشار، و قسمتهای داخلی تحت اثر کشش قرار می گیرند. به این تنش های ناشی از سرد شدن غیر یکنواخت، تنش های پسماند گویند.

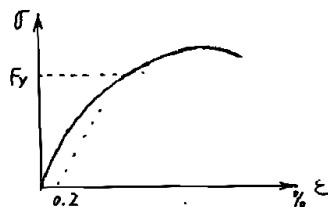


- نکته: رابطه زیر باعث ایجاد تنش های پسماند می شود:
۱. نورد گرم مقاطع
 ۲. جوشکاری
 ۳. خم کاری سرد مقاطع
 ۴. سوراخ کاری (یا بیخ کردن)
 ۵. بریدن با شعله

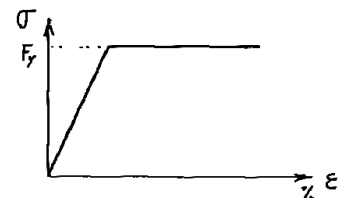
نکته:

- 1- تنش های پسماند مقاومت کششی را کاهش نمی دهد ولی مقاومت فشاری را کاهش می دهد.
- 2- تنش های پس ماند رفتار غیر خطی را در هر دو عضو کششی و فشاری تسریع می کند.

۸- نمودار تنش - کرنش حاصل از انجام آزمایش کشش بر روی یک مقطع کامل نبشی شکل با نورد گرم از فولاد نرمة ساختمانی به کدام یک از شکل های زیر شبیه است؟ (سراسری ۸۷)



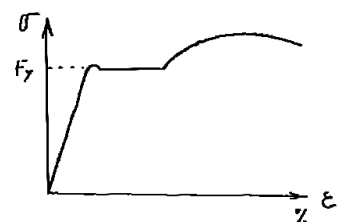
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

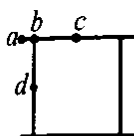
۱۲- تنش پسماند از نورد گرم (در پروفیل نورد گرم) یا جوشکاری (در مقاطع ساخته شده) به طور معمول معادل کدام یک از مقادیر زیر در نظر گرفته می شود؟ (مهره ۷۵ و ۷۴)

- (۱) حدود ۱۰٪ حد ارتجاعی فولاد
- (۲) حدود ۵۰٪ حد ارتجاعی فولاد
- (۳) معادل حد ارتجاعی (فقط برای فولاد نرمه)
- (۴) خیلی جزیی و در محاسبات دخالت داده نمی شود.

۱۸- در مقاطع بال پهن تولید شده در کارخانه، تنش های پسماند به صورت زیر می باشند؟ (آزاد ۸۰)

- (۱) در وسط جان و انتهای بال ها فشاری است.
- (۲) در وسط جان و وسط بال ها فشاری است.
- (۳) در وسط جان و انتهای بال ها کششی است.
- (۴) در وسط جان و وسط بال ها کششی است.

۱۶- در مقطع قوطی ساخته شده از ورق به شکل زیر، تنش های پسماند حرارتی به چه نحوی خواهد بود؟ (آزاد ۸۲)



- (۱) فشار در b و d
- (۲) فشار در b و کشش در c و d
- (۳) کشش در b و فشار در d
- (۴) کشش در c و a

۱۳- تأثیر تنش پسماند (*residual stress*) در باربری نهایی نیمرخ های فولادی تحت کشش و تحت فشار چگونه است؟ (مهره ۷۵)

- (۱) باربری هر دو نوع قطعه کششی و فشاری را تقلیل می دهد.
- (۲) در باربری فشاری قطعات تأثیری ندارد ولی باربری کششی نیمرخ ها را تقلیل می دهد.
- (۳) در باربری کششی قطعات تأثیری ندارد ولی باربری فشاری نیمرخ ها را تقلیل می دهد.
- (۴) هیچگونه تأثیری در باربری نهایی قطعات کششی و فشاری ندارد.

۱۱- ظرفیت کمانشی ستون های فولادی نورد شده را تا زمانی می توان از فرمول اولر به دست آورد که تنش موجود در ستون از تنش (مهره ۷۶)

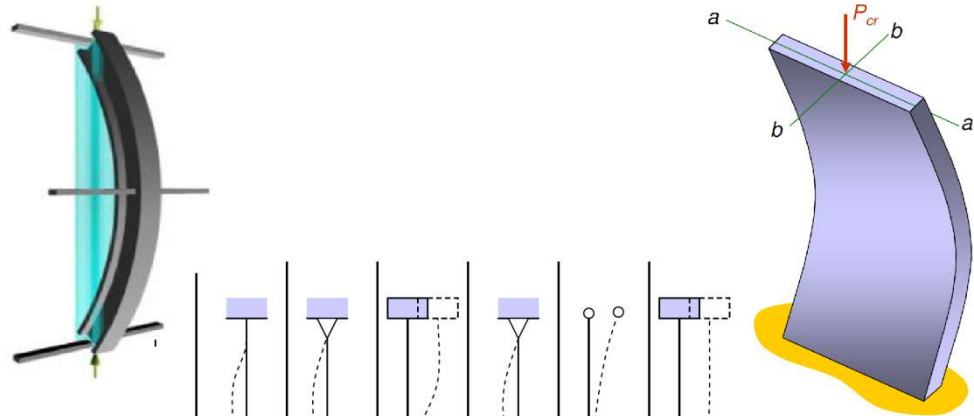
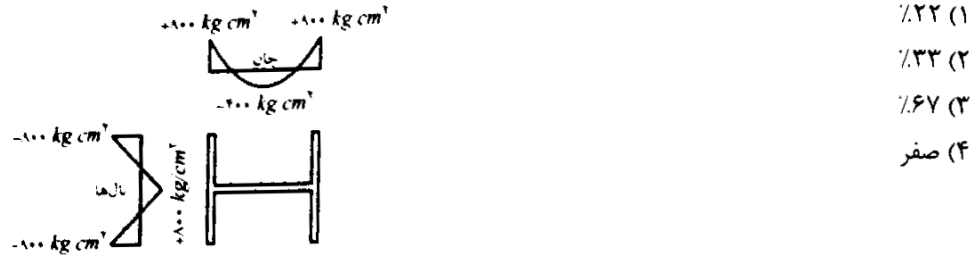
- (۱) پسماند تجاوز نکند.
- (۲) تسلیم تجاوز نکند.
- (۳) تسلیم به اضافه حداکثر تنش پسماند تجاوز نکند.
- (۴) تسلیم منهای حداکثر تنش پسماند تجاوز نکند.

۱۷- در رابطه با تنش های پسماند و پدیده تمرکز تنش در پروفیل های نورد شده کدام گزینه صحیح است؟ (آزاد ۸۱)

- (۱) در طرح اعضای فشاری اهمیت بیشتری دارند.
- (۲) در طرح اعضای کششی اهمیت بیشتری دارند.
- (۳) در طرح اعضای خمشی اهمیت بیشتری دارند.
- (۴) در طرح اعضای فشاری، کششی و خمشی اهمیت یکسان دارند.



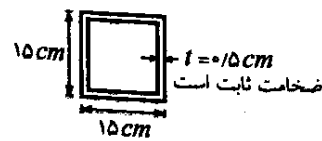
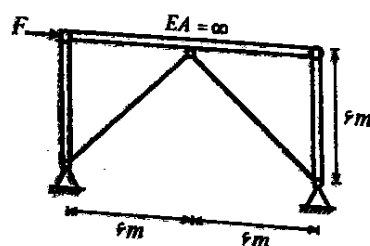
۱۰- تنش‌های پسماند حرارتی به صورت تقریبی در بال یک عضو کششی با مقطع $IPB\ 200$ با تنش جاری شدن $F_y = 2400\ kg/cm^2$ و تنش نهایی $F_u = 3700\ kg/cm^2$ مطابق شکل زیر فرض شده است. درصد کاهش در مقاومت عضو کششی ناشی از این تنش کدام است؟ (هرگز ۸۰)



تنوریک
طراحی

	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
	0.65	0.8	1.2	1.0	2.1	2.0

۴۳- برای سازه شکل زیر چنانچه مقطع نشان داده شده برای بادبندها به کار رفته باشد، حداکثر نیروی F که سازه می‌تواند فقط با توجه به کمانش بادبندها با ضریب اطمینان ۲ تحمل کند، چند تن است؟ (حرکت سازه در جهت عمود بر صفحه قاب مقید است.) ($E = 2 \times 10^6\ kg/cm^2$ مدول ارتجاعی) (هرگز ۸۱)



$$(I = 1020\ cm^4, \pi^2 = 10)$$

(۱) ۱۲

(۲) ۱۶/۴

(۳) ۲۰

(۴) ۳۲/۸

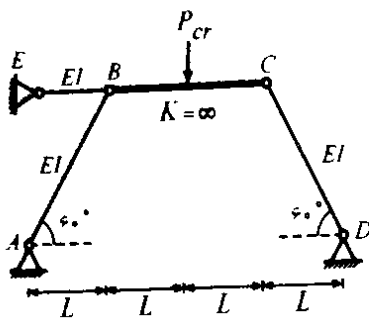
کل نیروی جانی را باربند که تحمل می‌کند

رقتی اتصال تیر به ستون مفصلی است

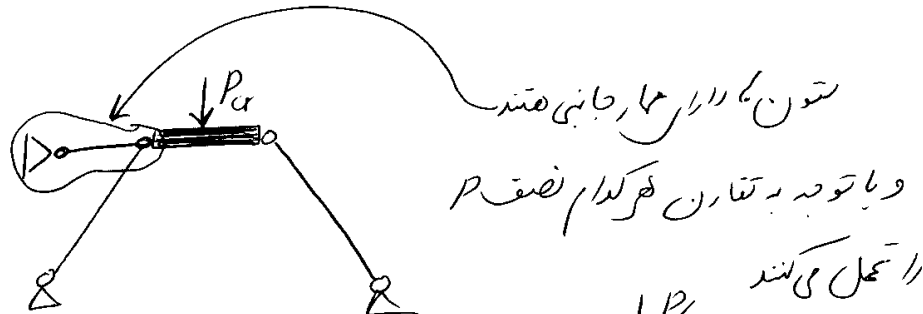
با برقراری این فرض کششی که از باربند فارسی صرف‌الطوری کردیم، اینجا سازه را تاکید داریم که کمانش را بررسی کنیم (فارسی صرف‌الطوری شود)

$$\begin{aligned} \text{نیروی مایل} &= (F/2) \times \frac{6\sqrt{2}}{6} = \frac{F\sqrt{2}}{2} \\ \text{نیروی عمود بر بار} &= \frac{P_{cr}}{2} = \frac{\frac{\pi^2 EI}{L^2}}{2} = \frac{10 \times 2 \times 10^6 \times 10^2}{2 \times (600\sqrt{2})^2} = 14/67 \text{ kg} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{F\sqrt{2}}{2} < 14/67 \rightarrow F < 20034 \text{ kg} = 20 \text{ ton} \end{array} \right.$$

۴۷- سازه روبه‌رو در نقاط B و C، تکیه‌گاه‌های جانبی دارد. عضو BC نیز کاملاً صلب می‌باشد. چنانچه رفتار سیستم کاملاً الاستیک باشد، بار بحرانی P_{cr} را برای این سیستم محاسبه کنید. (هر از ۷۸)



$$\begin{aligned} P_{cr} &= \frac{\pi^2 EI}{L^2} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + 1 \right) \quad (۳) & P_{cr} &= \frac{2\pi^2 EI}{L^2} \quad (۱) \\ P_{cr} &= \frac{\sqrt{3}\pi^2 EI}{4L^2} \quad (۴) & P_{cr} &= \frac{\sqrt{3}\pi^2 EI}{2L^2} \quad (۲) \end{aligned}$$



ستون را در هر دو طرف جدا می‌کنند
و با توجه به تقارن هر کدام نصف P را تحمل می‌کنند

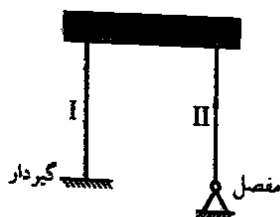
$$F \sin 60^\circ = P/2 \rightarrow F = \frac{P_{cr}}{\sqrt{3}} \rightarrow \frac{\pi^2 EI}{(2L)^2} = \frac{P_{cr}}{\sqrt{3}} \rightarrow P_{cr} = \frac{\sqrt{3}\pi^2 EI}{4L^2}$$

مؤلفه قائم این ستون باید $P/2$ باشد

نیروی ستون

طول ستون $2L$

2-3- ضریب K

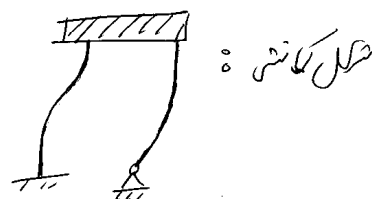
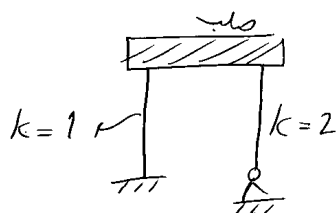


مقدار ضریب طول مؤثر کمانش (K) به ترتیب برای ستون‌های I و II سازه شکل مقابل که با انتهای فوقانی گیردار به عضو صلب فوقانی متصل شده‌اند کدام است؟ (هر از ۸۰)

$$\begin{aligned} (۲) & ۰/۷ و ۰/۵ \\ (۴) & ۱ و ۰/۵ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (۱) & ۲ و ۱ \\ (۳) & ۱ و ۱ \end{aligned}$$

هر دو ستون بدون مهار جانبی هستند $\left\{ \begin{array}{l} k=1 \text{ دگر گیر در بالا} \\ k=2 \text{ بگر گیر در بالا} \end{array} \right\}$



۳۶- طول گمانش یک ستون فولادی به طول L در یک قاب ساختمانی مهار نشده که حرکت جانبی در آن آزاد است کدام یک از مقادیر زیر را می تواند دارا باشد؟
(آزاد ۷۸ و نظام مهندسی)

(۱) برابر L می باشد.

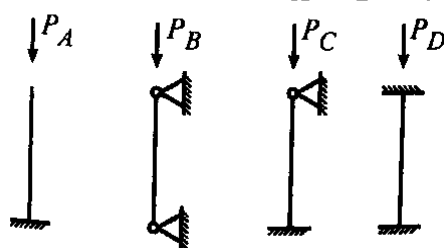
(۲) بزرگتر از L می باشد.

(۳) کوچکتر از L بوده و بستگی به سختی ستون های بالا و پایین ستون مورد نظر دارد.

(۴) کوچکتر از L بوده و بستگی به سختی تیر های متصل به دو انتهای ستون مورد نظر دارد.

(آزاد ۷۹ و نظام مهندسی)

۳۷- تناسب ظرفیت باربری ستون های مطابق شکل چگونه است؟ $P_A : P_B : P_C : P_D$

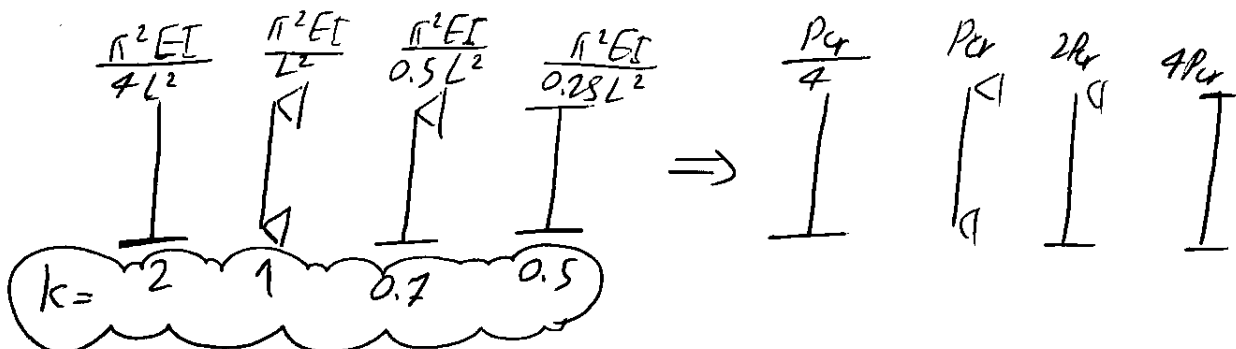


(۱) ۱:۴:۸:۱۶

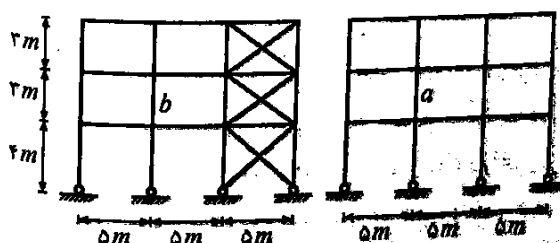
(۲) ۱:۲:۱/۴:۴

(۳) ۱:۲:۱/۴:۱۶

(۴) ۱:۲:۲/۵:۴/۳



۷۸- دو ستون a و b دارای مشخصات هندسی مقطع یکسان می باشند. باربری کدام یک بیشتر است؟
(مشخصات هندسی قاب ها یکسان است).
(نظام مهندسی)



(۱) ستون b

(۲) ستون a

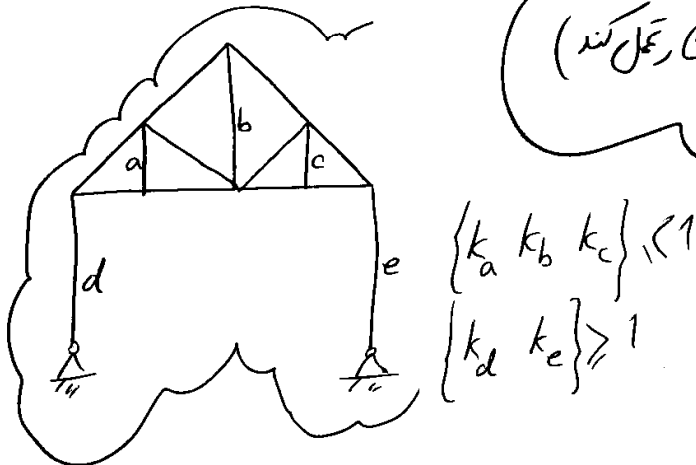
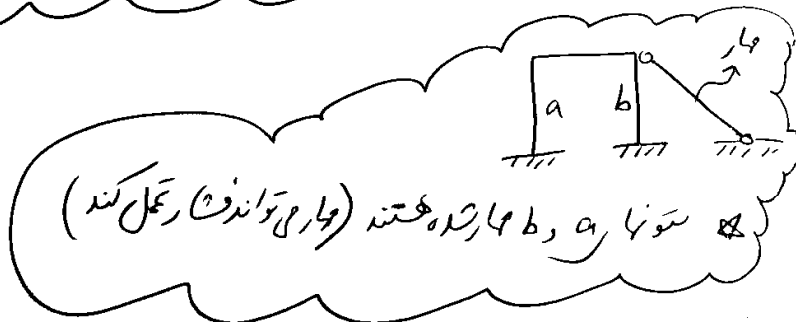
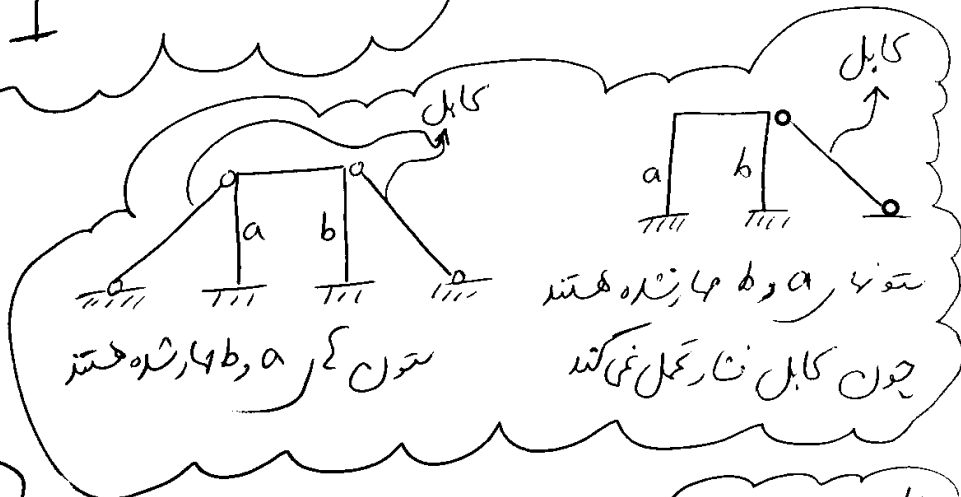
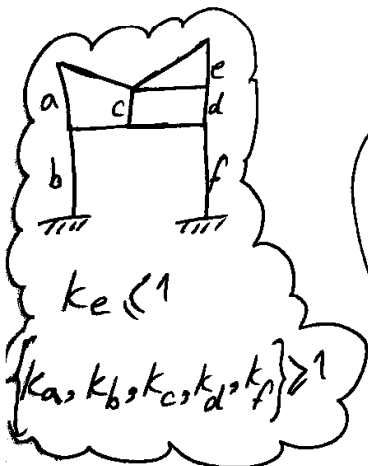
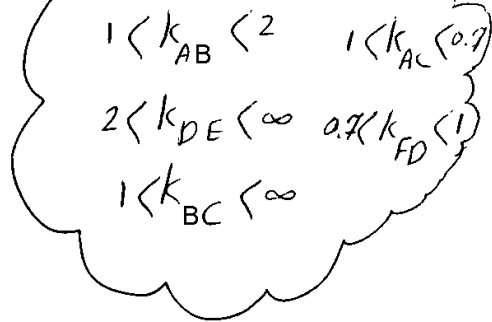
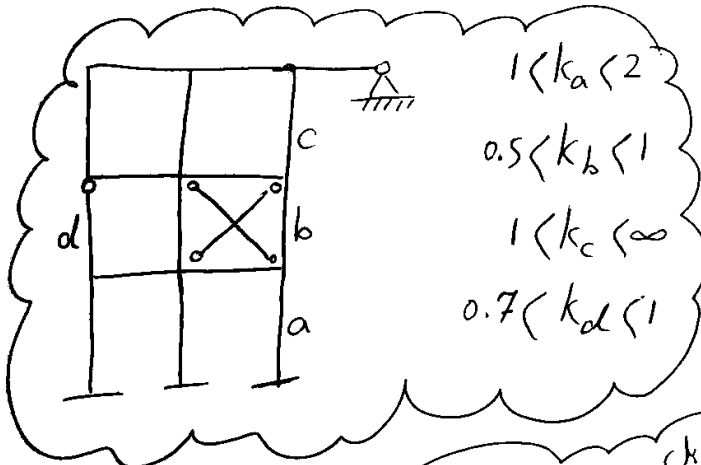
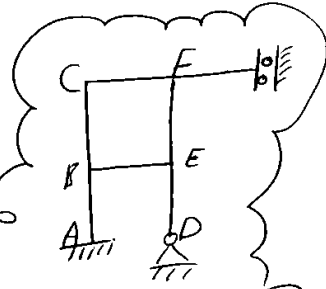
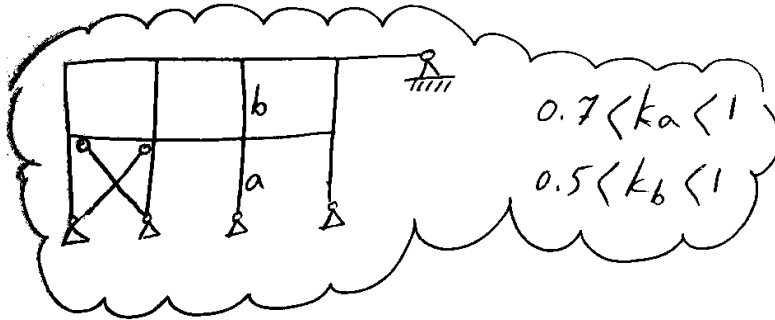
(۳) هر دو مساوی هستند، چون

مشخصات هندسی مساوی دارند.

(۴) هیچ کدام از جواب های فوق

ستون a مهار شده است و $k_a > 1$ $\leftarrow$ ستون b ضعیف تر و در درجه کمانش کم تر است و $k_b < 1$

ضریب طول مدثر (برای حالت های مختلف k)



۳۹- اگر نیروی محوری بحرانی (برای حالت کمانش) ستون دو سرگیردار P_1 و ستون دو سر مفصل P_2 و ستون یک سرگیردار - یک سر آزاد P_3 باشد (برای ابعاد و جنس یکسان فلزی) داریم: (نظام مهده)

$$P_1 < P_2 < P_3 \quad (۲)$$

$$P_1 < P_2 < P_3 \quad (۱)$$

$$P_1 < P_2 < P_3 \quad (۴)$$

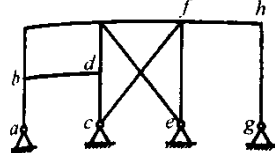
$$P_1 < P_2 < P_3 \quad (۳)$$

$$I \quad k=0.5 \rightarrow P_1 = \frac{\pi^2 EI}{(0.5L)^2} = 4 P_{cr}$$

$$k=1 \rightarrow P_2 = \frac{\pi^2 EI}{(L)^2} = P_{cr}$$

$$k=2 \rightarrow P_3 = \frac{\pi^2 EI}{(2L)^2} = \frac{P_{cr}}{4}$$

(سراسری ۷۹)



۲۱- در قاب شکل مقابل، کدام گزینه صحیح است؟ (K ضریب طول مؤثر کمانش ستون)

$$K_{ef} > 1 \quad (۲)$$

$$K_{gh} > 1 \quad (۱)$$

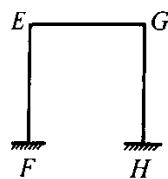
$$K_{ab} > 1 \quad (۴)$$

$$K_{cd} < 1 \quad (۳)$$

ستون ac مهار شده است ($k < 1$)
 ستون ab مهار شده است ($k > 1$)

ستون ef مهار شده است ($k < 1$)

(آزاد ۷۹)



۳۵- ضریب طول کمانش ستون EF چقدر است؟

$$2 \leq K_{EF} \leq \infty \quad (۱)$$

$$0 \leq K_{EF} \leq 0.167 \quad (۲)$$

$$1 \leq K_{EF} \leq 2 \quad (۳)$$

$$K_{EF} = 0.167 \quad (۴)$$

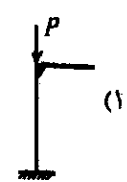
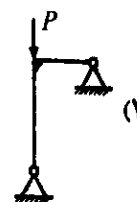
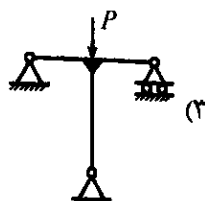
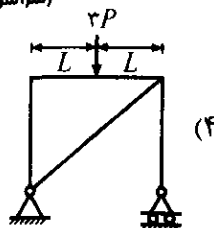
ستون EF مهار شده است.

$k=1 \rightarrow$ (دو سرگیردار)

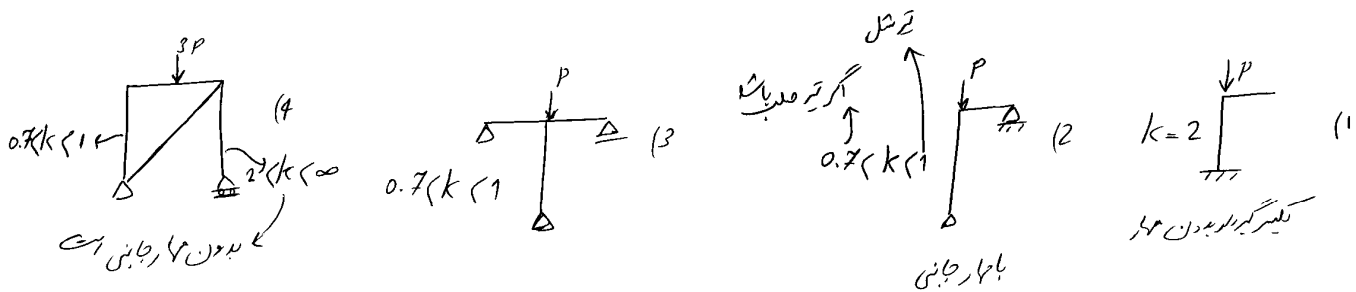
$k=2 \rightarrow$ (یک سرگیردار)

۲۶- احتمال کمانش کدام ستون در صفحه کاغذ بیشتر است. تمام ستون‌ها دارای طول، مقطع و فولاد

(سراسری ۷۸)



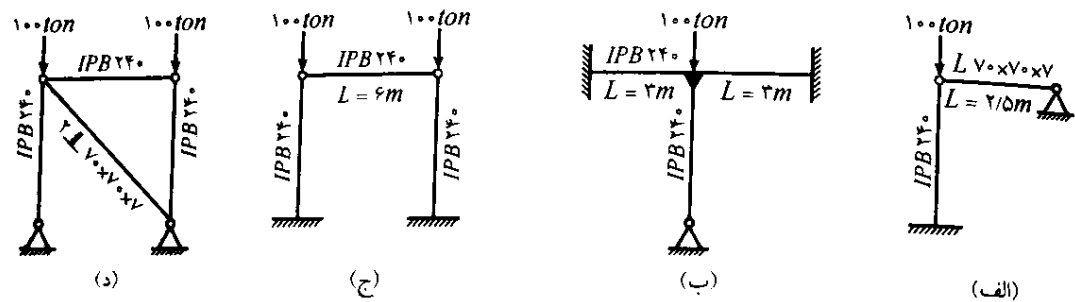
مشابه هستند.



ک ستون درگزین ۴ از همه بیشتر است و نیون آن نیز از همه بیشتر است (۱.۵P) بنابراین زودتر کماتش می کند.

۲۰. احتمال وقوع کماتش در کدام یک از ستون های شکل زیر در صفحه کاغذ بیشتر است؟ طول تمام ستون ها برابر ۶ متر می باشد و مقطع آن ها نیز مشابه و از نیم رخ IPB ۲۴۰ است. عمود بر صفحه کاغذ تمام ستون ها در برابر کماتش نگهداری شده اند.

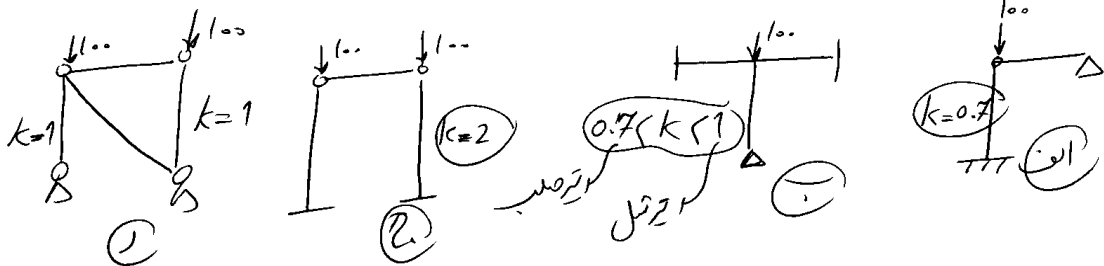
(هراسری ۸۶)



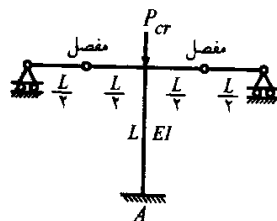
$$L 70 \times 70 \times 70 (A = 914 \text{ cm}^2, r_x = 212.8 \text{ cm}, r_y = 137 \text{ cm})$$

$$IPB 240 (A = 106 \text{ cm}^2, I_x = 11260 \text{ cm}^4, r_x = 103 \text{ cm})$$

- (۱) به ترتیب موارد الف، ب، ج، د
- (۲) به ترتیب موارد ب، الف، د، ج
- (۳) به ترتیب موارد ج، د، ب، الف
- (۴) به ترتیب موارد د، ج، ب، الف



(ج، د، ب، الف)



۲۱- در شکل زیر در صورتی که EI اعضاء افقی بی نهایت فرض شود، ضریب طول مؤثر تنوریک عضو قائم چقدر است؟ (هراسری ۸۱)

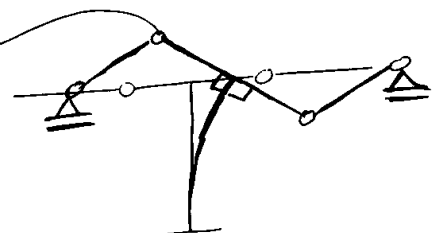
$$K = 0.7 (1)$$

$$K = 1 (2)$$

$$K = 1/8 (3)$$

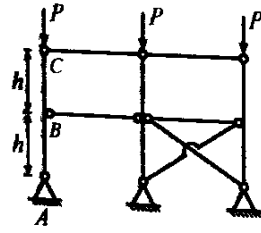
$$K = 2 (4)$$

به علت وجود مفصل که تیر نمی تواند جلورود استون را بگیرند
بنابراین ستون مانند ستون محو عمل می کند ($k=2$)



۵۹- در قاب الاستیک مطابق شکل، ستون‌ها یکسره بوده و تیرها با آنها اتصال مفصلی دارند. اتصال ستون

به پی نیز مفصلی می‌باشد. برای بار کمانش ستون ABC در صفحه قاب بر حسب $P_E = \frac{\pi^2 EI}{h^2}$



(آ) (۸۰)

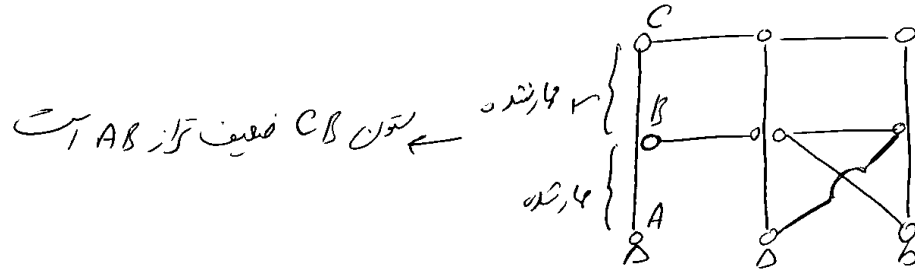
$$P_{cr} = P_E \quad (۲)$$

$$P_{cr} < 0.۲۵ P_E \quad (۴)$$

می‌توان گفت:

$$0.۱۵ P_E < P_{cr} < P_E \quad (۱)$$

$$0.۲۵ P_E < P_{cr} < 0.۱۵ P_E \quad (۳)$$

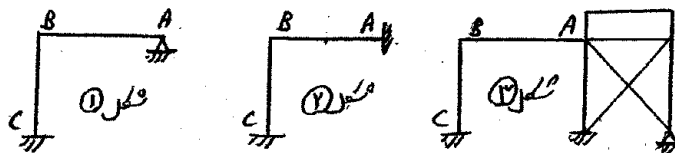


$$\left\{ \begin{array}{l} k=2 \text{ اگر ستون } AB \text{ قوی باشد (صلب)} \\ k=\infty \text{ اگر ستون } AB \text{ ضعیف باشد (مفصل)} \end{array} \right.$$

$$\frac{\pi^2 EI}{\infty^2} < P_{cr} < \frac{\pi^2 EI}{(2L)^2} \Rightarrow 0 < P_{cr} < \frac{P_E}{4}$$

۱۰۸- در سازه‌های شکل زیر چنانچه در هر سه شکل مشخصات تیر AB و ستون BC یکسان باشد، ضریب طولی موثر ستون BC در کدام شکل بیشتر خواهد بود؟

سراسری ۸۹



$$K_2 > K_1 > K_3 \quad (۴) \quad K_1 > K_2 > K_3 \quad (۳) \quad K_2 > K_3 > K_1 \quad (۲) \quad K_1 > K_2 > K_3 \quad (۱)$$

(۲) ← این تیراز کمترین سختی است

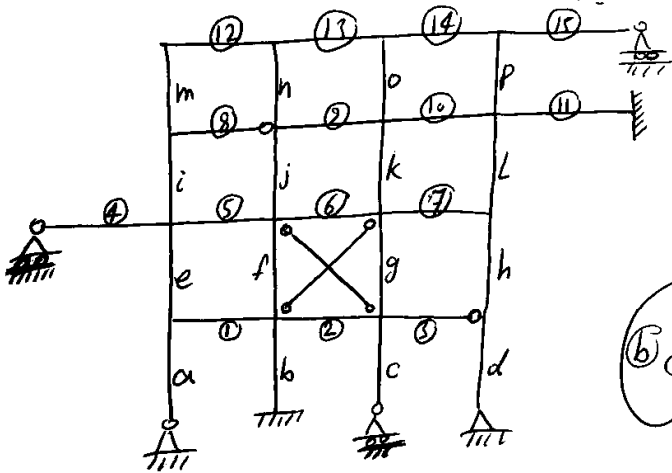
(۳) ← سختی این تیر بین دو تیر دیگر است

(۱) ← سختی این تیراز کمترین است

$$k_1 > k_3 > k_2$$

هر چه ستون محکم‌تر باشد k ستون بر اساس سختی تیر تعیین می‌گردد

ضریب اصلاح سنتی تیر بارکام به ضریب G :



ستون a:

$$2 < k < \infty$$

$$G_{top} = \frac{a+e}{1}$$

$$G_{bot} = 1.0$$

ستون b:

$$G_{top} = \frac{f+b}{1+2}$$

$$G_{bot} = 1$$

ستون c:

$$2 < k < \infty, G_{top} = \frac{c+g}{2+0.5 \times 3}$$

ستون d:

$$G_{top} = 1.0$$

$$G_{bot} = 1.0$$

ستون e:

$$0.5 < k < 1, G_{top} = \frac{e+i}{1.5 \times 4 + 5}, G_{bot} = \frac{a+e}{1}$$

ستون j:

$$G_{top} = \frac{n+j}{9}$$

$$G_{bot} = \frac{j+l}{5+6}$$

ستون f:

$$0.5 < k < 1, G_{top} = \frac{f+j}{5+6}, G_{bot} = \frac{f+b}{1+2}$$

ستون i:

$$1 < k < \infty, G_{top} = \frac{i+m}{0.5 \times 8}, G_{bot} = \frac{i+e}{0.5 \times 4 + 5}$$

ستون L:

$$1 < k < \infty, G_{top} = \frac{P+L}{10 + \frac{2}{3} \times 11}, G_{bot} = \frac{L+h}{7}$$

ستون m:

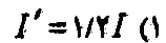
$$1 < k < \infty, G_{top} = \frac{m}{12}, G_{bot} = \frac{m+i}{0.5 \times 8}$$

ستون P:

$$1 < k < \infty, G_{top} = \frac{P}{17 + 0.5 \times 15}, G_{bot} = \frac{P+L}{10 + \frac{2}{3} \times 11}$$



(مسابقتی ۷۶)

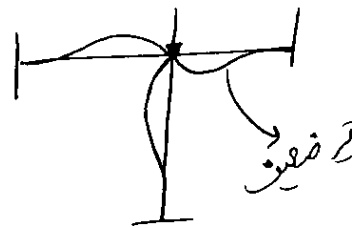


$$I' = 1/312 \Delta I \quad (5)$$

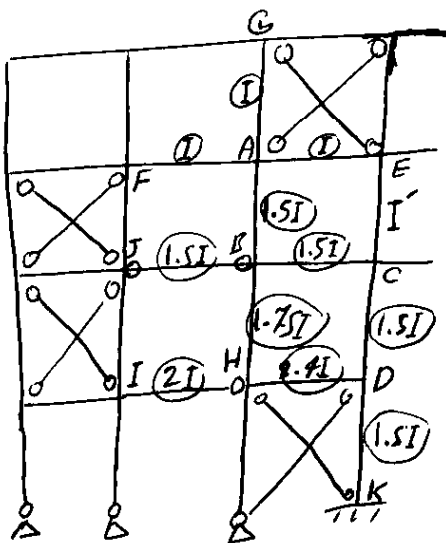
$$I' = 1/V \Delta B \text{ (r)}$$

(۴) مقدار I' قابل محاسبه نمی باشد.

تیسے قوسی



$$G = \frac{\sum (EI/L) \text{ ستون}}{\sum (EI/L) \text{ تیر}}$$



$$G_A = \frac{I + 1.5I}{I + I} = 1.25$$

$$G_B = \frac{1.5I + 1.75I}{1.5I + 1.5I \times 0} = \frac{3.25}{1.5}$$

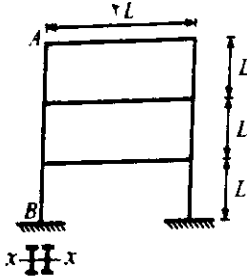
$$\Rightarrow I' = 1.75 \text{ A}$$

$$G_C = \frac{1.5I + I}{1.5I}$$

$$G_D = \frac{1.5I + 1.5I}{2.4I} = 1.25$$

۲۹- برای ستون AB از سازه شکل مقابل که تکیه‌گاه‌های جانبی آن فقط در نقاط A و B (عمود بر صفحه) قرار دارد، در صورتی که نسبت ضریب طول مؤثر در دو جهت برابر $K_y = 3K_x$ باشد، کدام یک از نسبت‌های شعاع ژیراسیون برای مقطع داده شده مناسب‌تر است؟

(هرای ۷۳)



$$r_x = r_y \quad (1)$$

$$r_x = 3r_y \quad (2)$$

$$3r_x = r_y \quad (3)$$

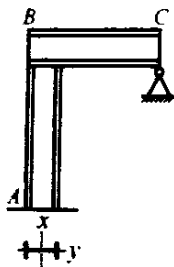
$$9r_x = r_y \quad (4)$$

بست. بیشترین ستون باید $r_x = r_y$ باشد ✓

$$\left(\frac{kL}{r}\right)_x = \left(\frac{kL}{r}\right)_y \rightarrow \frac{k_x L}{r_x} = \frac{(3k_x)L}{r_y} \rightarrow \boxed{r_y = 3r_x}$$

۳۰- قطعات قاب ABC از یک نیم‌رخ بال پهن تشکیل شده‌اند. وضع تکیه‌گاه‌ها در صفحه قاب مطابق شکل زیر بوده و در نقاط A و C دارای تکیه‌گاه جانبی است که از حرکت قاب در امتداد عمود بر صفحه قاب در این نقاط جلوگیری می‌نمایند. ضریب کمانش ستون AB در دو امتداد به ترتیب زیر است:

(هرای ۷۴)

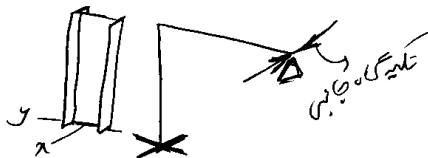


$$K_y < 1, K_x < 1 \quad (1)$$

$$K_y > 1, K_x < 1 \quad (2)$$

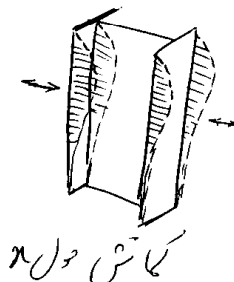
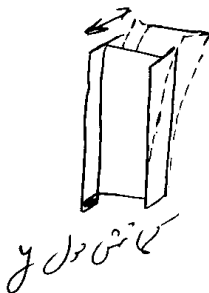
$$K_y > 1, K_x > 1 \quad (3)$$

$$K_y < 1, K_x > 1 \quad (4)$$



بار کمانش حول y ستون مهار نشده است $\rightarrow k_y > 1$

بار کمانش حول x ستون مهار شده است $\rightarrow k_x < 1$



(آاد ۸۱)

۳۳- در قاب‌های خمشی بدون بادبند، با کاهش صلبیت تیرها، ضریب طول مؤثر قطعات فشاری،

(۲) تغییر نمی‌کند.

(۱) کاهش می‌یابد.

(۴) به سمت ۱/۵ میل می‌کند.

(۳) افزایش می‌یابد.

۴۲- لاغری یک ستون با حد تسلیم $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ برابر $\lambda = 180$ و بار مجاز آن ۱۰۰ تن می‌باشد.

اگر به جای استفاده از فولاد نرمه فوق‌الذکر از فولادی که دارای حد تسلیم $F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$ باشد،

(هرای ۸۱)

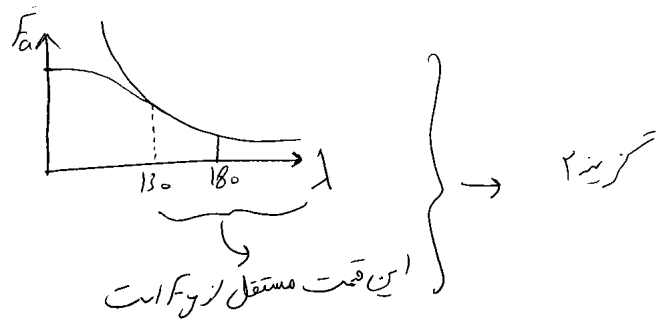
است استفاده گردد، بار مجاز ستون به چند تن خواهد رسید؟

۱۵۰ (۴)

۱۲۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۶۶/۶ (۱)



۴۸- اگر ستون شماره ۱ از فولاد $ST-۳۷$ ($F_y = ۲۴۰۰ \text{ kg/cm}^2$) و ستون شماره ۲ از فولاد $ST-۵۲$ ($F_y = ۳۶۰۰ \text{ kg/cm}^2$) ساخته شده باشند، تحت شرایط کمانش ارتجاعی مقدار تنش فشاری مجاز (F_a) آن دو چه رابطه‌ای با یکدیگر دارند؟ (F_y تنش تسلیم فولاد است.) (۷۷)

$$F_{a2} = ۰/۶۶ F_{a1} \quad (۴) \quad F_{a2} = ۲ F_{a1} \quad (۳) \quad F_{a2} = ۱/۵ F_{a1} \quad (۲) \quad F_{a2} = F_{a1} \quad (۱)$$

۴۹- اگر ضریب اطمینان طراحی ستون‌های لاغر را $۲/۵$ در نظر گرفته، حد تناسب (رفتار خطی) را برابر

$۰/۶ F_y$ فرض کنیم، کدام یک از روابط طراحی زیر برای فولاد نرمه ساختمانی با $F_y = ۲۴۰۰$ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع صحیح می‌باشد؟ (مدول ارتجاعی فولاد $E = ۲/۱ \times ۱۰^۶$ کیلوگرم بر سانتی‌متر

مربع و در تمام روابط F_a تنش فشاری مجاز بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد.) (۷۷)

$$F_a = \frac{۸/۳ \times ۱۰^۶}{(KL/r)^2}, \quad \frac{KL}{r} \geq ۱۲۰ \text{ برای } (۲) \quad F_a = \frac{۱۰/۴ \times ۱۰^۶}{(KL/r)^2}, \quad \frac{KL}{r} \geq ۱۲۰ \text{ برای } (۱)$$

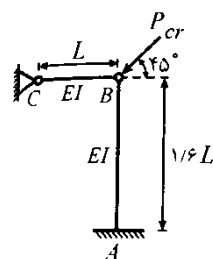
$$F_a = \frac{۱۰/۸ \times ۱۰^۶}{(KL/r)^2}, \quad \frac{KL}{r} \geq ۱۳۱ \text{ برای } (۴) \quad F_a = \frac{۸/۳ \times ۱۰^۶}{(KL/r)^2}, \quad \frac{KL}{r} \geq ۱۱۰ \text{ برای } (۳)$$

$$0.6 F_y = \frac{\pi^2 E}{\lambda_c^2} \rightarrow \lambda_c = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6 \times ۱۲۴۰۰}} = ۱۲۰$$

$$F_a = \frac{1}{2.5} \times \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = \frac{3.14^2 \times 2.1 \times ۱۰^6}{2.5 \times \left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{8.2 \times ۱۰^6}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad \text{گزینه ۲}$$

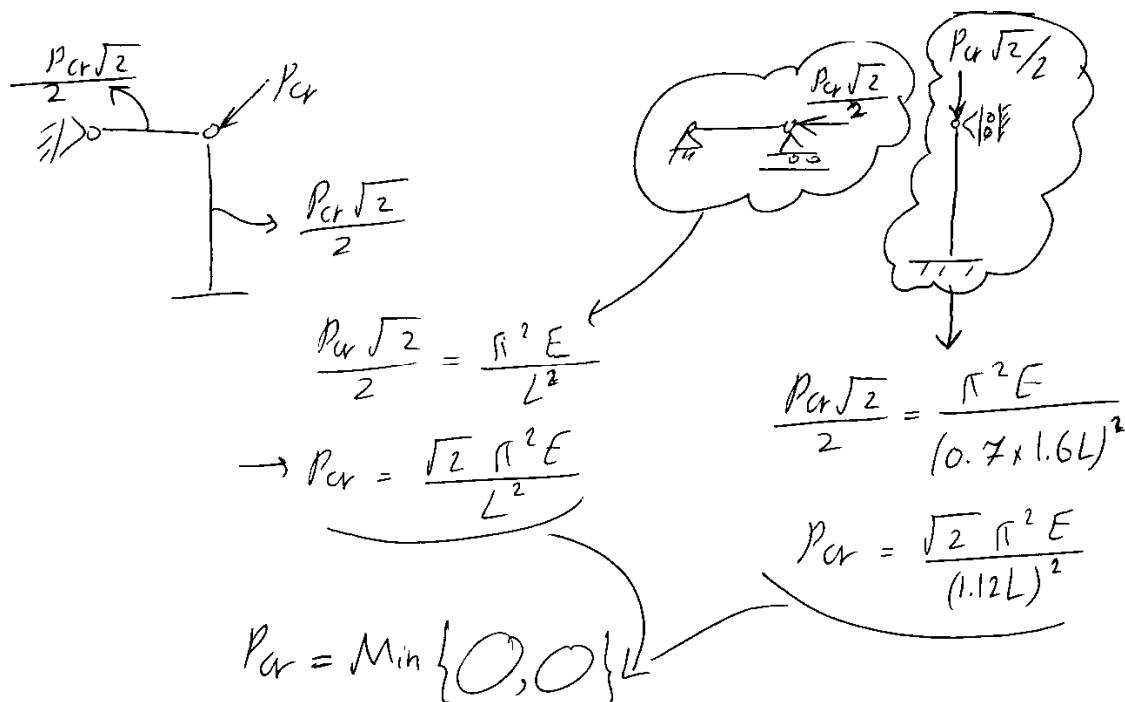
۵۲- چنانچه رفتار سازه شکل مقابل الاستیک فرض شود و EI هر دو عضو یکسان باشد، بار بحرانی عبارت (سراسری ۷۳)

است از:



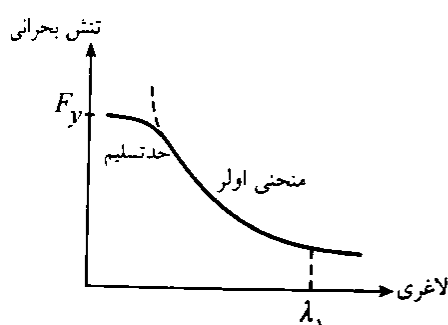
$$P_{cr} = \frac{\sqrt{2} \pi^2 \cdot EI}{L^2} \quad (۳) \quad P_{cr} = \frac{\sqrt{2} \pi^2 \cdot EI}{(1/12 L)^2} \quad (۱)$$

$$P_{cr} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2} \pi^2 \cdot EI}{1/12 L^2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2} \pi^2 \cdot EI}{L^2}\right)^2} \quad (۴) \quad P_{cr} = \frac{\sqrt{2} \pi^2 \cdot EI}{(1/6 L)^2} \quad (۲)$$



(سراسری ۷۶)

۵۲- با توجه به شکل زیر که در مورد یک ستون با بار محوری رسم شده است:



(۱) تنش مجاز ستون در لاغری نظیر λ_1 تنها تابع تنش تسلیم فولاد است.

(۲) تنش مجاز ستون در لاغری نظیر λ_1 تنها تابع تنش تسلیم فولاد و مدول الاستیسیته فولاد است.

(۳) تنش مجاز ستون در لاغری نظیر λ_1 تنها تابع مدول الاستیسیته فولاد است.

(۴) تنش مجاز ستون در لاغری نظیر λ_1 تنها تابع مدول الاستیسیته مماسی فولاد است.

۵۸- ضریب لاغری هر دو ستون a و b برابر 180 می باشد، تنش حد جاری شدن فولاد ستون های a و b به ترتیب برابر 2400 و 3600 کیلوگرم بر سانتی متر مربع است. نسبت تنش فشاری مجاز ستون a به ستون b برابر است با:

$$\frac{2}{3} \quad (۱) \quad ۱ \quad (۲) \quad \frac{\sqrt{2}}{3} \quad (۳) \quad \frac{4}{9} \quad (۴)$$

۵۴- فرمول اولر برای محاسبه بار بحرانی ستون ها در محدوده الاستیک به صورت $P = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$ است.

(سراسری ۷۰)

چنانچه ستون دارای رفتار غیرالاستیک باشد:

(۱) از فرمول فوق می توان بار بحرانی را به دست آورد.

(۲) اصولاً چنین حالتی برای ستون ها پیش نمی آید.

(۳) از فرمول اولر نمی توان استفاده کرد.

(۴) از فرمول اولر با تغییراتی می توان بار بحرانی ستون را به دست آورد.



۵۵- برای عضو فشاری با ضریب لاغری بیشتر از C_c ، تنش مجاز متناسب با کاهش کاهش می یابد.
 $r =$ شعاع ژیراسیون، $F_y =$ تنش حد جاری شدن فولاد

(۸۲ د ۸۲)

r (۴)

r^2 (۳)

$r F_y$ (۲)

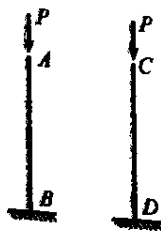
$r^2 F_y$ (۱)

لاغری بیشتر از C_c است بنابراین تنش مجاز برابر با:

$$F_a = \frac{12}{23} \frac{\pi^2 E}{L^2} = \frac{12}{23} \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{12}{23} \frac{\pi^2 E}{(KL)^2} r^2 \rightarrow \text{با کاهش } r^2 \text{، کاهش می یابد}$$

۶۰- ستون های AB و CD دارای مقطع، ارتفاع و شرایط تکیه گاهی یکسان می باشند. ستون AB از فولاد با $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ و ستون DC از فولاد با $F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$ می باشند. کدام یک از پاسخ های زیر صحیح است؟

(۷۹ د ۷۹)



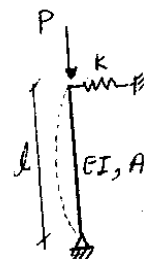
- (۱) ستون ها دارای ظرفیت باربری یکسان هستند.
- (۲) ستون CD دارای ظرفیت باربری بیشتر است.
- (۳) بر حسب ضریب لاغری هر یک از موارد (۱) و (۲) امکان پذیر است.
- (۴) بر حسب ضریب لاغری و مدول الاستیسیته فولاد هر یک از موارد (۱) و (۲) امکان پذیر است.

(۷۸ آ ۷۸)

۶۱- اعضای فشاری با لاغری متوسط چگونه خراب می شوند؟

- (۱) به واسطه کماتش الاستیک
- (۲) به واسطه جاری شدن
- (۳) به واسطه کماتش بعد از جاری شدن نقاطی از مقطع
- (۴) به واسطه تسلیم

۱۲۴- در ستون نشان داده شده حداقل سختی مهارجانی برای آنکه کماتش ستون به صورت دو سر مفصل انجام شود کدام است؟

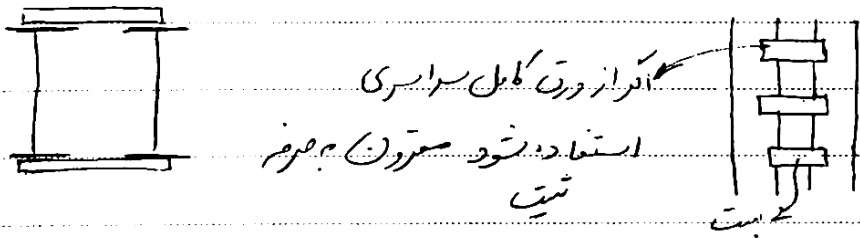


$$\begin{aligned} k &\geq \frac{\pi^2 EI}{l^2} \quad (۳) & k &\geq \frac{\pi^2 EI}{\Lambda l} \quad (۱) \\ k &\geq \frac{\pi^2 EI}{4l^2} \quad (۴) & k &\geq \frac{4\pi^2 EI}{l^2} \quad (۲) \end{aligned}$$

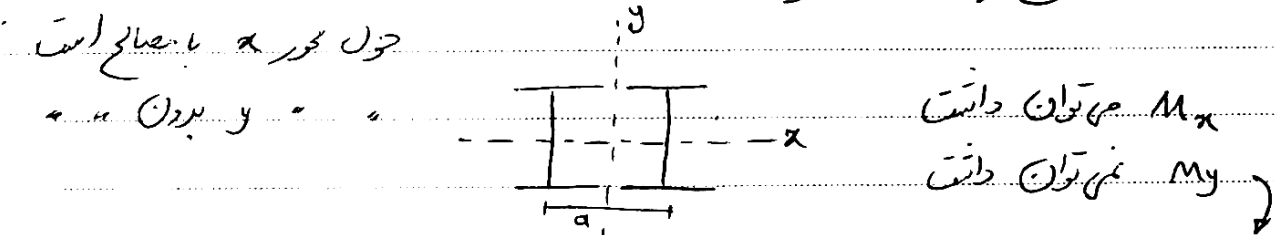
نکته

$$\text{For } \lambda > C_c \quad \left\{ \begin{array}{l} E \uparrow \rightarrow F_a \uparrow \\ L \uparrow \rightarrow F_a \downarrow \\ \lambda \uparrow \rightarrow F_a \downarrow \\ F_y \uparrow \rightarrow F_a \uparrow \end{array} \right. \quad \text{For } \lambda < C_c \quad \left\{ \begin{array}{l} \lambda \uparrow \rightarrow S.F \uparrow \\ \lambda \uparrow \rightarrow F_a \downarrow \\ F_y \uparrow \rightarrow F_a \uparrow \end{array} \right.$$

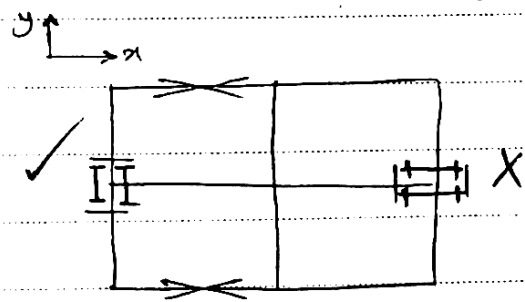
ستونهای مشبک: علت استفاده، برای افزایش I_y ستونهای I شکل را با فاصله از هم قرار می‌دهند و برای اتصال از بست استفاده می‌کنند.



را این دارد جبر از ستونهای مشبک را می‌توان استفاده کرد که عضو تحت فشار حاصل و یا فشار + کش حول محور با مصالح (محور x) قرار گیرد.

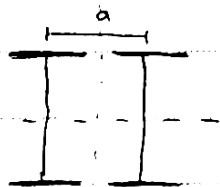


نکته: حوض فاصله a بیشتر شود I_y بیشتر خواهد شد.



در مقدار مشخص از a ، $I_x = I_y$ می‌شود.

سؤال: اگر $I_x = I_y$ باشد کمانش حول کدام محور رخ می‌دهد؟



$$I_x = 2I'_x$$

$$I_y = 2I'_y + 2A'\left(\frac{a}{2}\right)^2$$

$$I_y = 2I'_y$$

$$2I'_y < I_y < (2I'_y + 2A'\left(\frac{a}{2}\right)^2)$$

جواب سؤال: حول محور y کمانش می‌کند چون $I_y < I_x$ حقیقی است.

نمونه تعیین لایغری برتر حول محور ۲

لایغری حول محور ۱

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{k_y L}{\sqrt{\frac{I_y'}{A'}}} \Rightarrow \lambda_{ye} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_x^2}$$

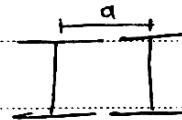
لایغری حول محور ۲
بر رویین بین
بسته‌ها

$$\lambda_x = \frac{L_1}{r_1} = \frac{\text{فاصله مرکز - مرکز بسته‌ها}}{\sqrt{\frac{I_x'}{A'}}}$$

لایغری مؤثر
ستون حول محور
ضعیف

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_{ye} \uparrow \\ \lambda_y \neq \\ k_y \neq \end{array} \right\} \Leftrightarrow \uparrow L_1 \text{ فاصله بسته‌ها}$$

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_{ye} \downarrow \\ \lambda_y \downarrow \\ k_y \neq \end{array} \right\} \Leftrightarrow \uparrow a \text{ با افزایش طول } a$$



جهت یا ضعیف یا برعکس طراحی $\lambda = \max \{ \lambda_x, \lambda_{ye} \}$ $F_a \leftarrow$

✓ برای بسته‌ها هر تیر از تسمه، ناودان و ... و یا نبشی استفاده کرد.

$$\frac{L_1}{r_1} < \left\{ \frac{3}{4} \lambda_y, 40 \right\}$$

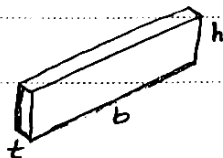
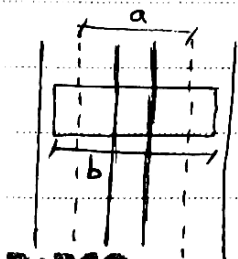
طراحی بسته:

$$t \geq \frac{a}{40}$$

✓ ضخامت بسته (t)

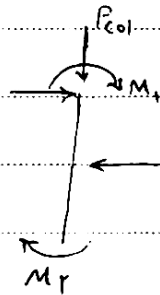
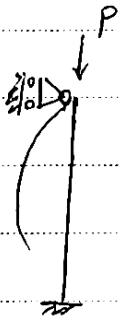
$$h \geq \frac{b}{2}$$

✓ پهنای بسته (h)



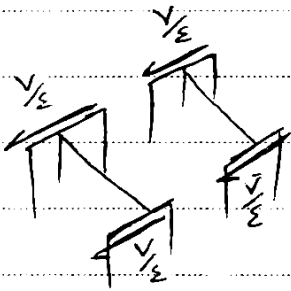
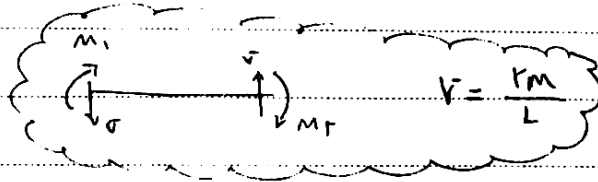
PAPCO

✓ بست باید بتواند بخش و برش را به شرح زیر تحمل کند:



$$V = 0.02 P_{col} + V_{col} + \frac{M_1 + M_2}{L}$$

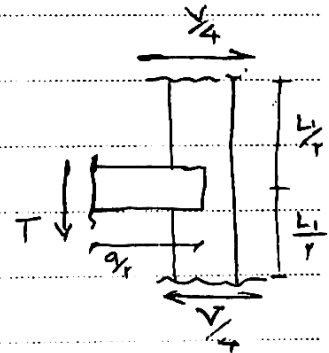
در این بار جدید صرف شده



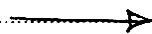
این برش V توسط ۴ بال تحمل می شود.

$$T = \frac{\frac{V}{4} \times L_1}{a_r} = \frac{VL_1}{4a_r}$$

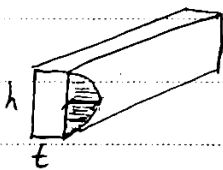
$$M = T \times \frac{a}{r} = \frac{VL_1}{4}$$



$$\frac{6M}{th^2} < 0.16 F_y$$

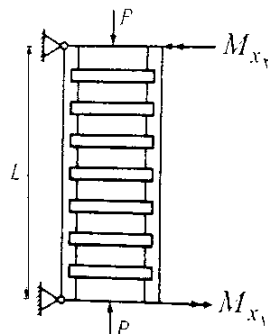


$$\frac{6\left(\frac{VL_1}{4}\right)}{th^2} < 0.16 F_y$$



$$\frac{1.5T}{ht} < 0.4 F_y$$

در طرح ستون های مرکب (مشبک) با قیدهای افقی که مطابق شکل بارگذاری شده اند و برای ساختمان به کار می روند، مقدار نیروی برشی در طول ستون، از کدام گزینه به دست می آید؟ (سراسری ۷۹)



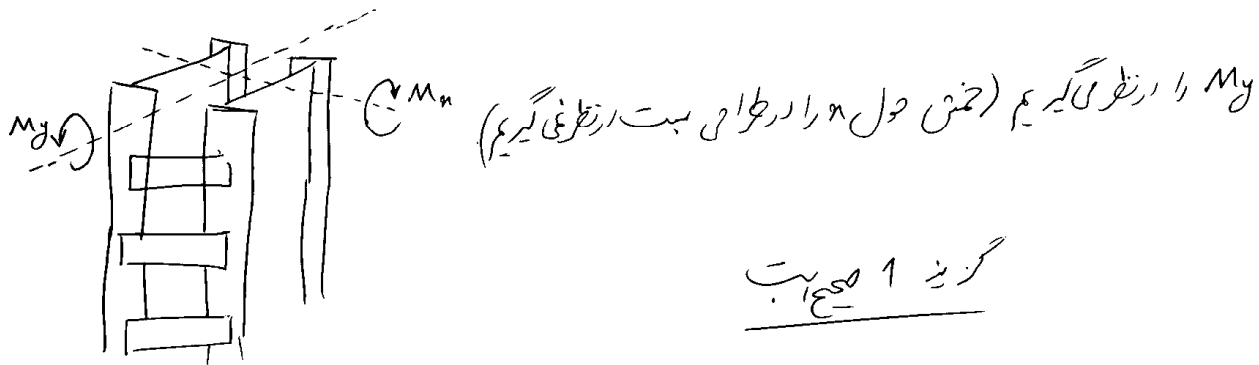
$$V = 0.02 P \quad (1)$$

$$V = 0.02 P + \frac{M_{x1} - M_{x2}}{L} \quad (2)$$

$$V = 0.02 P + \frac{M_{x1} - M_{x2}}{2} \quad (3)$$

$$V = 0.02 P - \frac{M_{x1} - M_{x2}}{L} \quad (4)$$

نکته: گنگری که موجب تغییر شکل در بست و نشور در محاسبات بست در نظر گرفته نمی شود



ستونی دو سر مفصل به طول ۴ متر از دو نیمرخ I شکل تشکیل شده است و در آن از بست های افقی استفاده گردیده است. طبق ضوابط خاصی ضریب لاغری هر جزء ستون مابین بست ها نباید بیشتر از $\frac{2}{3}$ ضریب لاغری کل ستون باشد. در عین حال ضریب لاغری هر جزء ستون مابین بست ها نباید از ۴۰ نیز بیشتر شود. بر این اساس حداکثر فاصله S چقدر می تواند باشد؟ (سراسری ۷۸)

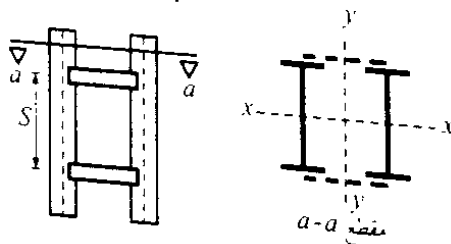
$$A = 60 \text{ cm}^2, I_x = 4000 \text{ cm}^4, I_y = 4000 \text{ cm}^4$$

مشخصات هندسی نیمرخ دوپل:

$$A' = 30 \text{ cm}^2, I_x' = 2000 \text{ cm}^4, I_y' = 200 \text{ cm}^4$$

$$r_x' = 8.2 \text{ cm}, r_y' = 2.6 \text{ cm}$$

مشخصات هندسی تک نیمرخ:



$$42 \text{ cm} \quad (1)$$

$$84 \text{ cm} \quad (2)$$

$$103 \text{ cm} \quad (3)$$

$$126 \text{ cm} \quad (4)$$

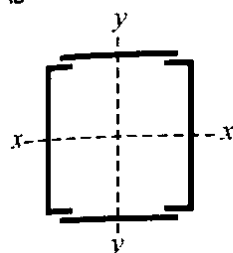
$$\frac{L_1}{r_1} < \frac{2}{3} \left(\frac{L}{r} \right)_{\text{کل ستون}} \rightarrow \frac{S}{(2.6)} < \frac{2}{3} \times \frac{400}{\sqrt{\frac{4000}{60}}} \rightarrow S < 84.9 \text{ cm}$$

کل ستون I کل ستون r_y مقطع کل ستون

$$\frac{S}{2.6} < 40 \rightarrow S < 104 \text{ cm}$$

گزینه ۲ صحیح است

۶۸- هر یک ستون با مقطع مرکب که از دو پروفیل ناودانی ساخته شده و در آن از بست های افقی استفاده شده و فقط نیروی محوری را تحمل می کند، اگر $\left(\frac{KL}{r} \right)_x = \left(\frac{KL}{r} \right)_y$ باشد، مقدار بار ماکزیممی که ستون می تواند تحمل کند چگونه محاسبه خواهد شد؟ (سراسری ۷۴ و نظام مهندسی)



(۱) از محاسبه حول محور y ها

(۲) از محاسبه حول محور x ها

(۳) برابری ستون در دو جهت برابر است.

(۴) بار محاسبه شده حول محور y را باید ۲٪ افزایش داد.

۶۹- ستونی از $2INP$ با فاصله مرکز تا مرکز a تشکیل شده است. اگر ستون تحت نیروی محوری و M_x قرار گیرد (خمش حول محور x)، مناسب ترین فاصله a چگونه محاسبه می شود؟ (سراسری ۷۴ و نظام مهندسی)

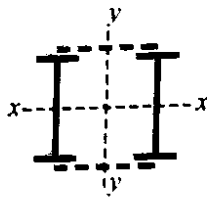
(۱) ضریب لاغری مؤثر ستون حول دو محور یکسان باشد.

(۲) شعاع زیراسیون حول دو محور یکسان باشد.

(۳) طول مؤثر $(\frac{KL}{r})$ ستون نسبت به دو محور یکسان باشد.

(۴) هرچه a بیشتر انتخاب شود بهتر است.

۷۳- ستون مرکب حاصل از دو تیر آهن $IPE 200$ که فاصله محور آنها 200 mm است را در نظر بگیرید. اگر ورق های بست دارای فاصله محور تا محور 500 mm و ابعاد هر ورق برابر $240 \times 100 \times 10$ باشد، بر اثر بار محوری 30 تن برای ستون، ورق بست برای چه تنش خمشی باید جوابگو باشد؟ (آ ۸۰)



(۱) 900 kg/cm^2

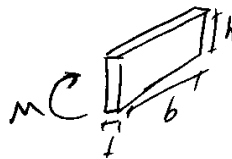
(۲) 1400 kg/cm^2

(۳) 450 kg/cm^2

(۴) 1800 kg/cm^2

$$V = 0.02 \times P = 0.02 \times 30000 = 600\text{ kg} \Rightarrow M = \frac{V \cdot L_1}{4} = \frac{600 \times 50}{4} = 7500\text{ kg.cm}$$

$$\sigma = \frac{6M}{b \cdot t^2} = \frac{6 \times 7500}{10 \times 1^2} = 4500\text{ kg/cm}^2$$



(آ ۷۸)

۷۴- بست های موازی در ستون های دابل براساس طراحی می شوند.

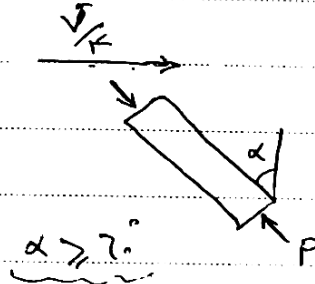
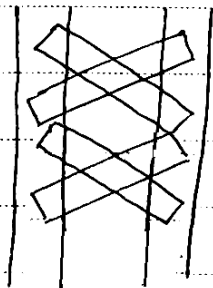
(۴) ترکیب برش و خمش

(۳) کشش و خمش

(۲) برش

(۱) خمش

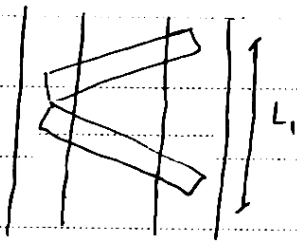
نکته: در ستون های با بست های مورب، بست ها براساس نیروی فشاری طراحی می شوند.



$$P \sin \alpha = \frac{V}{k}$$

$$P = \frac{V}{k \sin \alpha}$$

بست ضربه ای



$$P = \frac{V}{r \sin \alpha}$$

بر = هوزب تکی ←

$$\frac{L_1}{r_1} < \frac{3}{4} \lambda_{\text{کل}} \lambda_{\text{ستون}}$$

$$\lambda = \max(\lambda_y, \lambda_x) \text{ کل ستون}$$

$$\frac{L}{r} < \begin{cases} 140 & \text{تک} \\ 200 & \text{ضربدری} \end{cases}$$

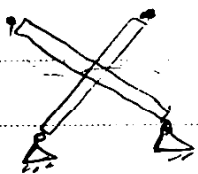
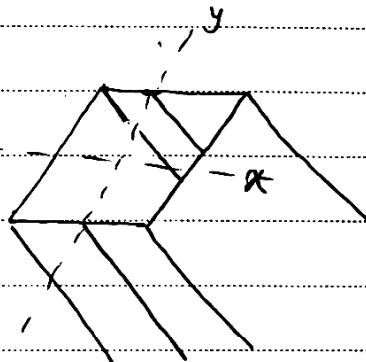
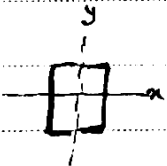
ضرب طول موثر

نکته: در عین بار مجاز قمار بست های موثر

$$\lambda = \frac{KL}{r} = \begin{cases} 0.7 \frac{L}{r} & \text{بست ضربدری} \\ 1 \times \frac{L}{r} & \text{بست تک} \end{cases}$$

تعیین ضرایب بست
مرتبه برابر ۰.۳۴
مرباند

نکته: در بادبندها، چگونه λ_x و λ_y را حساب کنیم.

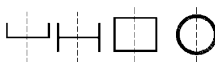
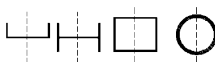


اگر بادبند در صنف خود گماشت کند ←

$$\lambda_x = \frac{0.5 \times L}{\sqrt{\frac{I_x}{A}}}$$

اگر بادبند در جهت عمود بر صنف گماشت کند ←

$$\lambda_y = \frac{0.7 \times L}{\sqrt{\frac{I_y}{A}}}$$

- Compact $\frac{b_f}{2t_f} < \frac{545}{\sqrt{F_y}}, \frac{d}{t_w} < \frac{5365}{\sqrt{F_y}} \Rightarrow$ 
- Laterally supported $L_b < \left(\frac{635b_f}{\sqrt{F_y}}, \frac{14 \times 10^5}{\left(\frac{d}{A_f}\right) F_y} \right) \Rightarrow$ 
- flanges are continuously connected to the webs

$$: F_b = 0.66F_y, \quad \text{---} \quad : F_b = 0.75F_y$$

- Noncompact $\left(\frac{545}{\sqrt{F_y}} < \frac{b_f}{2t_f} < \frac{795}{\sqrt{F_y}} \right), \left(\frac{5365}{\sqrt{F_y}} < \frac{d}{t_w} < \frac{6370}{\sqrt{F_y}} \right)$
- Laterally supported $L_b < \left(\frac{635b_f}{\sqrt{F_y}}, \frac{14 \times 10^5}{\left(\frac{d}{A_f}\right) F_y} \right) \Rightarrow F_b = 0.6F_y$

■ flanges need not to be continuously connected to the webs

- Compact or non compact $\frac{b_f}{2t_f} < \frac{795}{\sqrt{F_y}}, \frac{d}{t_w} < \frac{6370}{\sqrt{F_y}}$
- Laterally Unsupported $L_b < \left(\frac{635b_f}{\sqrt{F_y}}, \frac{14 \times 10^5}{\left(\frac{d}{A_f}\right) F_y} \right)$
- flanges need not to be continuously connected

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times C_b}{F_y}} \leq \frac{L_b}{r_T} < \sqrt{\frac{360 \times 10^5 \times C_b}{F_y}} \rightarrow F_b = \text{Min} \left(\text{Max} \left[\left(\frac{2}{3} - \frac{F_y \left(\frac{L_b}{r_T} \right)^2}{1075 \times 10^5 \times C_b} \right) F_y, \frac{84 \times 10^4 \times C_b}{\frac{L_b \times d}{A_f}} \right], 0.6F_y \right) \\ \text{if } \frac{L_b}{r_T} > \sqrt{\frac{360 \times 10^5 \times C_b}{F_y}} \rightarrow F_b = \text{Min} \left(\text{Max} \left[\frac{120 \times 10^5 \times C_b}{\left(\frac{L_b}{r_T} \right)^2}, \frac{84 \times 10^4 \times C_b}{\frac{L_b \times d}{A_f}} \right], 0.6F_y \right) \end{array} \right.$$

A_f : Area of the compression flange

L_b : Unsupported length of compression flange

r_T : Radius of gyration of a section consisting of the compression flange + $\frac{1}{3}$ of the compression web taken about the plane of the web

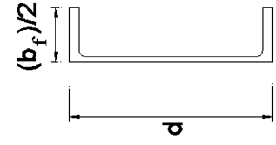
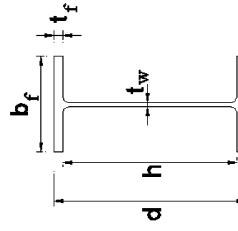
$$C_b = \text{Min} \left\{ 1.75 + 1.05 \times \frac{M_1}{M_2} + 0.3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2, 2.3 \right\}$$

For cantilever beams: $C_b = 1$
if $M_{\max}$ is not at the ends: $C_b = 1$

M_1 is the smaller and M_2 is the larger bending moment at the ends of the unbraced length

for single curvature : $\frac{M_1}{M_2} < 0$

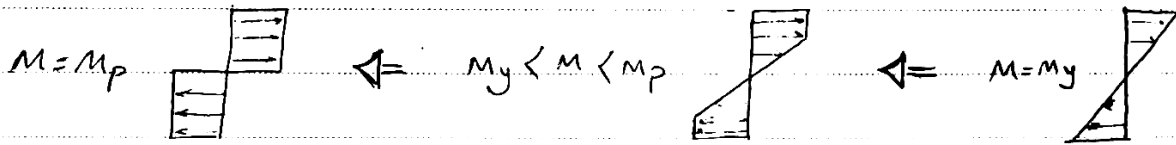
for reverse curvature : $\frac{M_1}{M_2} > 0$



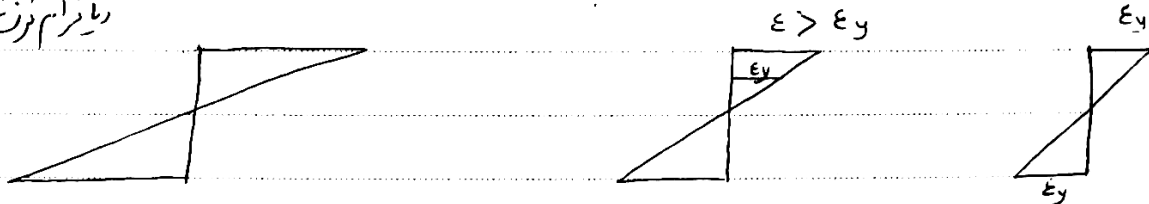
1-4- ضریب شکل

منحوم ضریب شکل :

دایگرام تنش



دایگرام کرنش

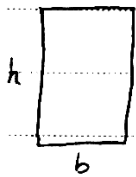


مقدار عرضی خاصی بخش مقطع (M_p) بیشتر از M_y است نسبت به $\frac{M_p}{M_y}$ ضریب شکل می نامیم.

$$M_p = (F_y \cdot S) \cdot S.F$$

$$S.F = \frac{M_p}{M_y}$$

$$M_y = F_y \cdot \frac{bh^3/12}{h/4} = F_y \cdot \frac{bh^2}{4} \Rightarrow S.F = \frac{\frac{bh^2}{4}}{\frac{bh^2}{12}} = 1.5$$



$$M_p = F_y \cdot \frac{bh^2}{4}$$

S.F	1.12	1.12	1.5	1.3	1.12
	I	□ تقطعی	■	●	○

(معماری ۷۶)

۹۱- تعریف ضریب شکل (shape factor) در تیرهای خمشی چیست؟

(۱) نسبت ممان اینرسی به ممان اولیه سطح

(۲) نسبت ممائی که در مقطع ایجاد حالت پلاستیک کامل می کند به ممان ماکزیمم الاستیک

(۳) نسبت سطح مقطع به محیط تیر

(۴) نسبت ارتفاع به عرض مقطع

۹۲- برای مقطع قوطی مربع شکل با ابعاد خارجی ۶۰×۶۰ سانتی متر و ضخامت ورق ۲ سانتی متر، مقدار

اساس مقطع پلاستیک نسبت به محوری که از مرکز سطح گذشته و موازی دو ضلع آن باشد چقدر

(۱۱ و ۸۱)

است؟ (بر حسب cm^3)

۱۰۱۰۰ (۴)

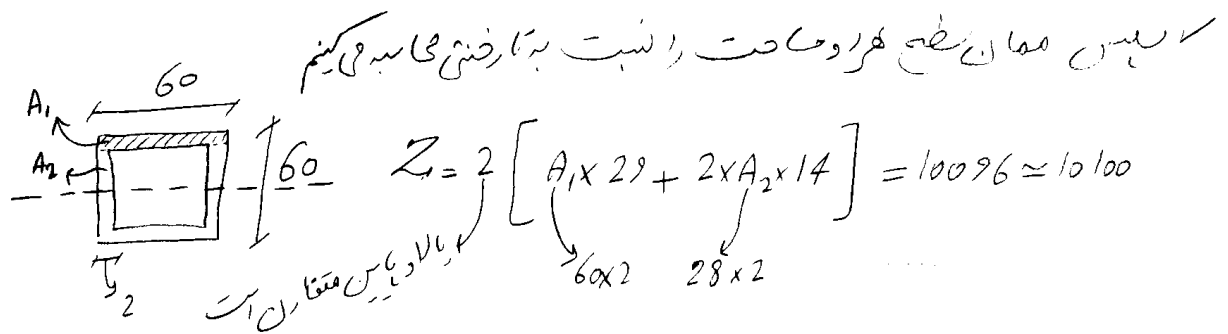
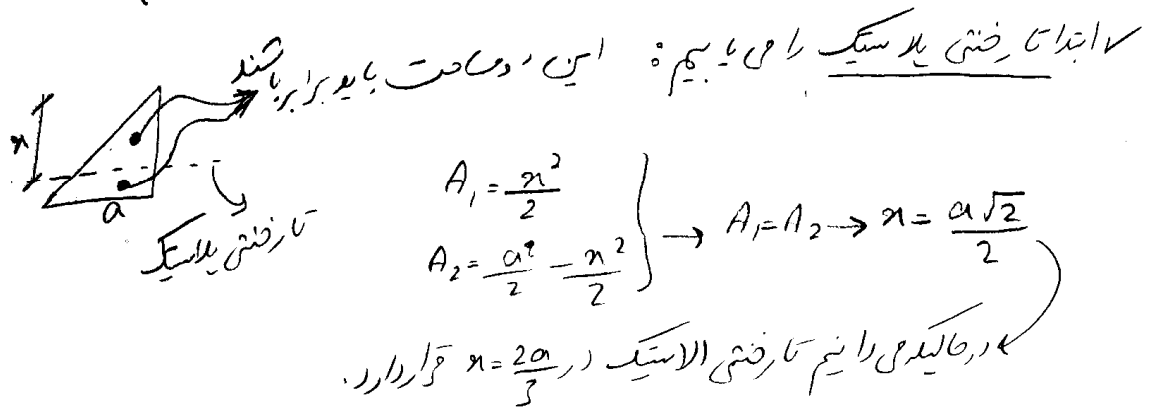
۹۵۰۰ (۳)

۸۷۰۰ (۲)

۶۷۰۰ (۱)



۲۴- نحوه محاسبه اساس مقطع پلاستیک (اساس الاستیک $\leftarrow S = \frac{I}{c}$)



2-4- کمانش موضعی



✓ برای اینکه بتوان از M_p بجای M_y استفاده کرد باید شرایط زیر ارضا شود:

✓ مقطع منفرجه باشد $\leftarrow$ آلفا منفرجه نباشد قسمتی از مقطع بصورت موضعی کمانش می کند.

✓ تیر دارای محاور جانبی با مواصل کمانی برای بال فشاری باشد.

مقطع غیر فشرده ← مقطعی که تا رسیدن به M_y گمانش موضعی نمی‌کند ولی قبل از رسیدن به M_p گمانش موضعی می‌کند.

$$M_y < M < M_p \rightarrow F_b = 0.7 F_y$$

مقطع لاغر ← قبل از رسیدن به M_y ، گمانش موضعی نخواهد داشت.

استفاده از اجزای لاغر مجاز نیست مگر برای جان تیر و ورق‌ها

نکته: در مقطع غیر فشرده نیاز نیست که اتصال بال به جان پیوسته باشد.

۱- کنترل نسبت عرض به ضخامت بال و جان در تیرها و ستون‌های فولادی I شکل و محدود کردن این نسبت اساساً به منظور جلوگیری از:

(سراسری ۷۷)

- (۱) به تسلیم رسیدن جان و بال است.
- (۲) سنگین شدن عضو است.
- (۳) شکست و فرو ریختن عضو است.
- (۴) گمانش موضعی جان و بال است.

۲- شرط آن که پروفیلی به عنوان تیر فشرده محسوب شود، علاوه بر اتصال سرتاسری جان به بال چیست؟ (سراسری ۷۴)

- (۱) نسبت عرض به ضخامت قسمت‌های مختلف آن از حد معینی تجاوز ننماید.
- (۲) نسبت عرض به ضخامت در عناصر فشاری آن از حد معینی تجاوز ننماید.
- (۳) نسبت طول دهانه تیر به عرض بال از حد معینی تجاوز ننماید.
- (۴) شرط دیگری وجود ندارد چون همه پروفیل‌های نورد شده از فولاد نرمه، فشرده محسوب می‌شوند.

۳- پروفیل‌های فشرده به پروفیل‌هایی گفته می‌شوند که دارای خاصیت زیر باشند: (سراسری ۷۶ و نفاذ موله‌ها)

- (۱) نسبت عرض به ضخامت قسمت‌های مختلف آنها از حد معینی تجاوز نکند.
- (۲) همه پروفیل‌های فولادی نورد شده از فولاد نرمه پروفیل فشرده می‌باشند.
- (۳) پروفیل‌هایی هستند که به روش خاصی در کارخانجات نورد شده‌اند.
- (۴) هیچ کدام از گزینه‌ها کامل نیست.

۴- حداکثر مجاز نسبت پهنای آزاد به ضخامت در بال پروفیل با مقطع فشرده متناسب است با: (آ ۸۶)

- (۱) تنش حد جاری شدن فولاد مصرفی
- (۲) جذر تنش حد جاری شدن فولاد مصرفی
- (۳) عکس جذر تنش حد جاری شدن فولاد مصرفی
- (۴) عکس تنش حد جاری شدن فولاد مصرفی

(آ ۸۳)

۷- معیار کنترل پدیده گمانش موضعی در آیین‌نامه فولاد ایران کدام است؟

- (۱) مقدار $L_c = \frac{635 b_f}{\sqrt{F_y}}$
- (۲) فرمول اولر
- (۳) نسبت عرض به ضخامت
- (۴) طول مهار بال فشاری

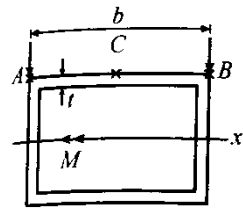
(آ ۸۶)

۸- حداکثر مجاز نسبت پهنای آزاد به ضخامت در بال تیر با مقطع فشرده متناسب است با:

- (۱) تنش حد جاری شدن فولاد مصرفی
- (۲) جذر تنش حد جاری شدن فولاد مصرفی
- (۳) عکس جذر تنش حد جاری شدن فولاد مصرفی
- (۴) عکس تنش حد جاری شدن فولاد مصرفی



۴- در تیر مقطع قوطی اگر نسبت $\frac{b}{t}$ بیش از مقدار مجاز انتخاب گردد و در خمشی حول محور x مقادیر $\sigma_A, \sigma_B, \sigma_C$ به ترتیب تنش‌های ایجاد شده در A, B و C باشند، کدام رابطه صحیح است؟ (سراسری ۷۹)



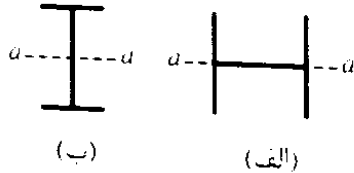
(۱) $\sigma_A = \sigma_B < \sigma_C$

(۲) $\sigma_A = \sigma_B > \sigma_C$

(۳) $\sigma_A = \sigma_B = \sigma_C$

(۴) $\sigma_A = -\sigma_B, \sigma_C = 0$

دو مقطع فشرده نشان داده شده دارای اساس مقطع مساوی حول محور $a-a$ می‌باشند. اگر از این دو مقطع به عنوان تیری با دهانه‌های مساوی استفاده شود، ظرفیت باربری خمشی کدام یک بزرگتر خواهد بود؟ (مهندسی ۸۱)



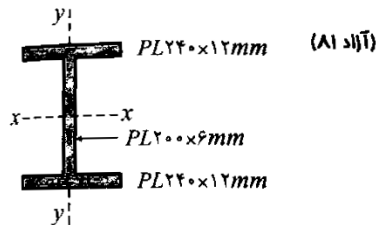
(۱) مقطع ب

(۲) مقطع الف

(۳) ظرفیت خمشی هر دو مساوی است.

(۴) بستگی به طول مهارنشده بال فشاری تیرها دارد.

۳۶- برای مقطع فشرده مطابق شکل نسبت لنگر خمشی مجاز M_x به لنگر خمشی مجاز M_y چقدر می‌باشد؟



(۱) ۲/۳۴

(۲) ۲/۷۱

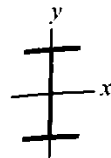
(۳) ۲/۱۷

(۴) ۲/۸۱

$$M_x = S_x (0.66 F_y) = \frac{I_x}{22.4} (0.66 F_y) = \frac{\left[\frac{24 \times 22.4^3}{12} - \frac{20 \times 6 \times 20^3}{12} \right]}{11.2} (0.66 F_y) = 405.4 F_y$$

$$M_y = S_y (0.75 F_y) = \frac{I_y}{12} (0.75 F_y) = \frac{\left[2 \times \frac{24 \times 1.2^3}{12} + \frac{20 \times 0.6^3}{12} \right]}{12} (0.75 F_y) \rightarrow M_y = 172.8 F_y \rightarrow \frac{M_x}{M_y} = 2.34$$

۳۶- در تیر با مقطع نوردشده (از نوع IPE) اگر F_{bx} و F_{by} تنش‌های خمشی مجاز نسبت به محورها x و y بوده و W_x و W_y مدول مقطع نسبت به محورها x و y باشند و تیر با داشتن تکیه‌گاه جانبی جزء تیرهای با اتکاء جانبی تلقی گردد، کدام گزینه صحیح است؟ (تیر دارای شرایط مقطع فشرده) (سراسری ۷۹ و آزاد ۷۹)



(۲) $W_x \gg W_y, F_{by} < F_{bx}$

(۴) $\frac{W_x}{W_y} = \frac{F_{bx}}{F_{by}}$

(۱) $W_x \gg W_y, F_{by} > F_{bx}$

(۳) $W_x = W_y, F_{bx} = F_{by}$

۹- پروفیل های فولادی که شرایط مقطع فشرده و محدودیت فواصل تکیه گاه های جانبی را دارا می باشند: (آزاد ۸۱)

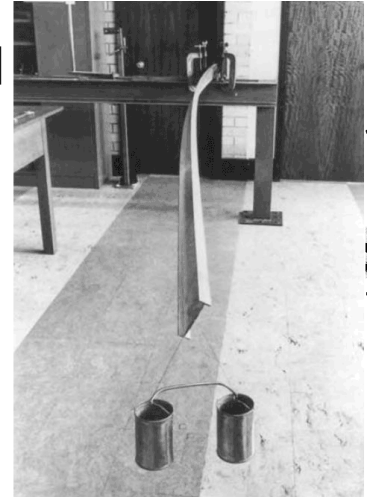
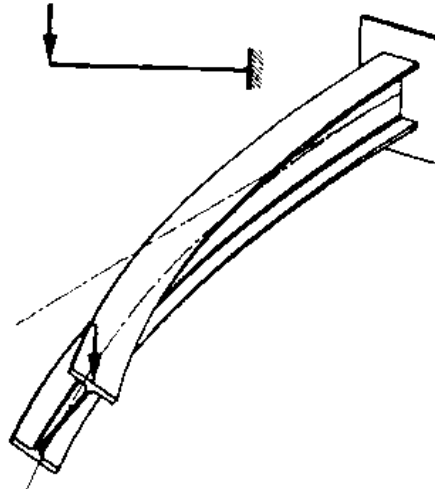
(۱) تا حد لنگر خمشی پلاستیک قادر به تحمل لنگر هستند.

(۲) تا حد لنگر خمشی جاری شدن قادر به تحمل لنگر هستند.

(۳) چنانچه تنش فشاری ناشی از خمش از $0.66 F_y$ تجاوز کند، قسمت های فشاری مقطع کمانش موضعی پیدا می کنند.

(۴) چنانچه تنش فشاری ناشی از خمش از تنش حد جاری شدن (F_y) تجاوز کند، قسمت های فشاری مقطع کمانش موضعی پیدا می کنند.

3-4- کمانش پیچشی جانبی



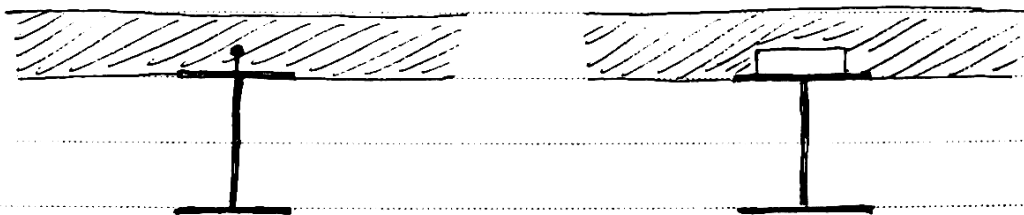
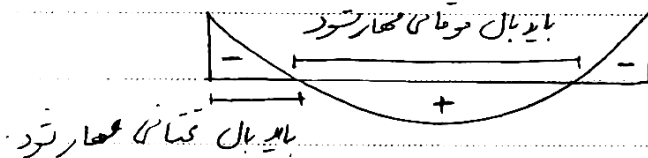
* کمانش پیچشی جانبی :

برای جلوگیری از کمانش پیچشی جانبی باید بال فشاری مقطع در فواصل مناسب مهار شود.

* در سیستم های سقف کاسه ای :

سازه باید نقش مهار جانبی را برای

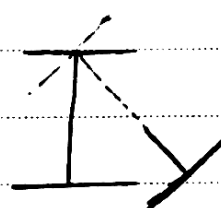
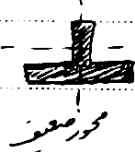
بال تودیس ایفا دهد.



* در مقابل کمانش پیچشی جانبی در عاقل مقاومت می کند :

۱. مقاومت پیچشی مقطع

۲. مقاومت کمانش سمت فشاری مقطع



$\uparrow F_y \leftarrow L_b$ باید کاهش یابد
 $\uparrow F_y \leftarrow$ احتمال کاهش بیشتر است
 $\uparrow F_y \leftarrow L_b$ می تواند افزایش یابد $\leftarrow$ احتمال کاهش بیشتر میابد

$\uparrow A_f \leftarrow L_b \leftarrow$ احتمال کاهش بیشتر میابد
 (مکانک کاهش)

$\uparrow$ یعنی تیر $\leftarrow$ احتمال کاهش $\uparrow$ و $\downarrow F_b$ و $\uparrow F_y$

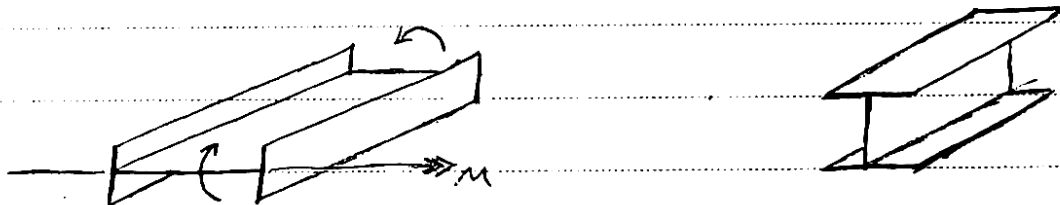
اگر تیر بدون مهار جانبی محسوب شود $\leftarrow$

$\left. \begin{array}{l} F_{bt} = 0.7 F_y \text{ (تنش مجاز کشش)} \\ F_{bc} \leq 0.7 F_y \text{ (تنش مجاز فشار)} \end{array} \right\}$

اگر تیر دارای مهار جانبی بود و غیر فشرده بود $\leftarrow F_{bt} = F_{bc} = 0.7 F_y$

نکته: مکانک بیشتر جانیه تنها برابر تنش فشرده حول محور توی (M_x) اتفاق می افتد.

$\left. \begin{array}{l} 0.75 F_y \leftarrow \text{فشرده باشد} \\ 0.7 F_y \leftarrow \text{غیر فشرده باشد} \end{array} \right\}$



۴۴ در تیرهای تحت خمش F_y برابر است با:

(آ ۷۷)

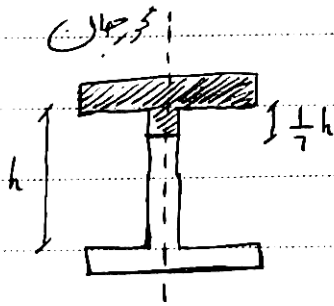
(۱) شعاع ژیراسیون قسمتی از مقطع شامل بال فشاری و $\frac{1}{6}$ مساحت جان تحت فشار حول محوری که در صفحه جان قرار دارد.

(۲) شعاع ژیراسیون قسمتی از مقطع شامل بال فشاری و $\frac{1}{3}$ مساحت جان تحت فشار حول محوری که در صفحه جان قرار دارد.

(۳) شعاع ژیراسیون قسمتی از مقطع شامل بال کششی و $\frac{1}{3}$ مساحت جان تحت فشار حول محوری که در صفحه جان قرار دارد.

(۴) شعاع ژیراسیون قسمتی از مقطع شامل بال کششی و $\frac{1}{6}$ مساحت جان تحت فشار حول محوری که در صفحه جان قرار دارد.

r_T : شعاع ژیراسیون ال شاری + $\frac{1}{12} h$ قیمت شاری جان حول محور جان



$$r_T = 1/12 h$$

لاغری طی شعاع حول محور جان r_y

۴۱- اگر برای یک عضو خمشی، σ حداکثر تنش خمشی مجاز و ρ شعاع ژیراسیون و عمق آن h باشد، مساحت سطح مقطع مورد نیاز تحت لنگر M کدام است؟ (آاد ۷۱)

$$A = \frac{My}{\rho^2 \sigma^2} \quad (۴)$$

$$A = \frac{My}{\rho \sigma} \quad (۳)$$

$$A = \frac{My^2}{\rho^2 \sigma} \quad (۲)$$

$$A = \frac{My}{\rho^2 \sigma} \quad (۱)$$

۱۱- کدام یک از تدابیر مطروحه در زیر برای افزایش مقاومت کمانش جانبی مؤثر نمی باشد؟ (آاد ۷۹)

(۲) استفاده از *Stiffener* و سخت کننده ها

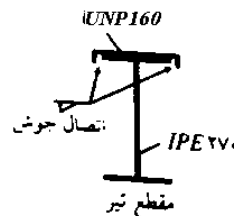
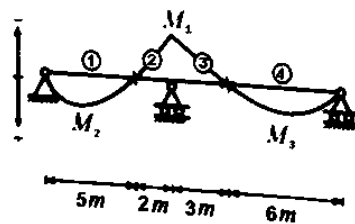
(۱) تقویت بال های فشاری تیر

(۴) افزایش ضخامت جان تیر

(۳) تقویت و اضافه نمودن صفحه در بال فشاری

کدام یک از مجموعه عوامل زیر در تعیین لنگر (بار) کمانش پیچشی جانبی تیرها بیشتر تأثیر گذار هستند؟ (مباحث ۸۶)

- (۱) طول تیر، فاصله سخت کننده های عرضی جان تیر و نوع تکیه گاه های انتهایی تیر.
 - (۲) فاصله مهارهای جانبی، محل مهارهای جانبی، ایجاد انحنای تک یا دوبل توسط لنگرهای انتهایی.
 - (۳) لاغری بال فشاری در فواصل مهارهای جانبی، مقاومت پیچشی مقطع تیر، نحوه توزیع لنگر خمشی در طول تیر.
 - (۴) نسبت های عرض به ضخامت ورق های تشکیل دهنده مقطع تیر، مقاومت و شکل پذیری فولاد مقطع.
- با توجه به شکل زیر، در کدام قطعه از تیر، احتمال کمانش پیچشی جانبی بال فشاری بیشتر است؟ تیر در تکیه گاه ها و نقاط عطف که با ضربدر مشخص شده اند، دارای مهار جانبی بال فشاری می باشد. مقطع تیر از یک نیمرخ I که در بال بالا با یک ناودانی تقویت شده، تشکیل گردیده است. (مباحث ۸۰)



$$|M_1^-| > |M_2^+| > |M_3^+|$$

(۱) شماره (۱)

(۲) شماره (۲)

(۳) شماره (۳)

(۴) شماره (۴)

پدیده کمانش پیچشی جانبی در کدام یک از حالات زیر بحرانی است؟ (آاد ۸۳)

(۲) کمانش ستون ها حول محور قوی

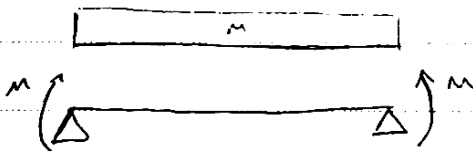
(۱) خمش تیرها حول محور ضعیف

(۴) خمش تیرها حول محور قوی

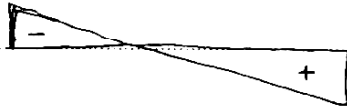
(۳) کمانش ستون ها حول محور ضعیف



تأثیر دایگرام لنگر در مقاومت پیشر حانه :



در این تیر اعمال گشت پیشر همان پیشر است



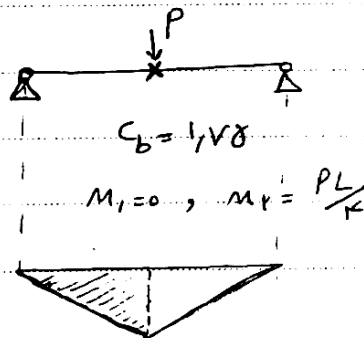
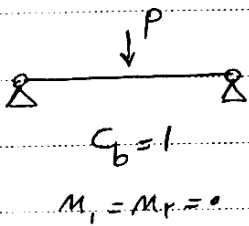
$C_{bending}$

C_b : برای تأثیر دادن شکل نمودار لنگر بر روی تنش مجاز خمشی

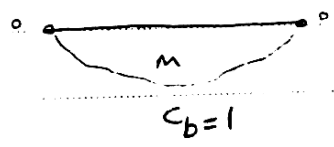
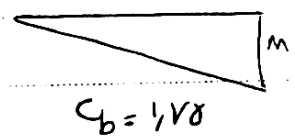
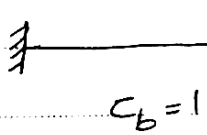
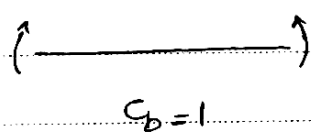
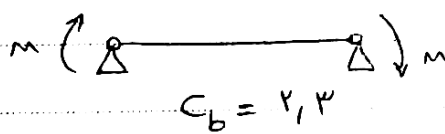
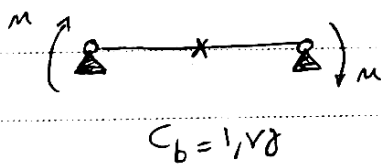
F_b بیشتر شود $\rightarrow$ بجهتین حالت $\rightarrow 1 < C_b < 1.3$ $\leftarrow$ بدترین حالت
 $\downarrow$
 F_b کمتر

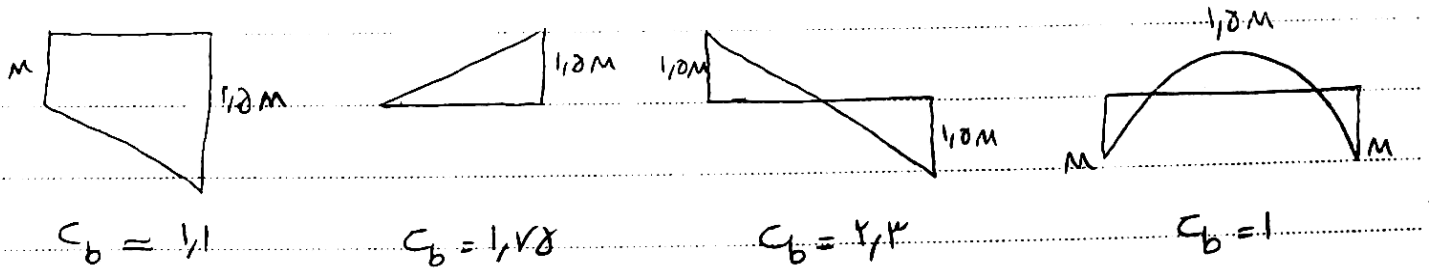
نکته : برای تیر مو مقدار $C_b = 1$ است .

• اگر حداکثر لنگر در بین دو تیر انتهایی باشد $C_b = 1$ است .



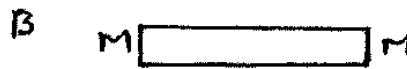
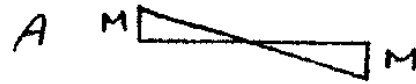
مثال ۲





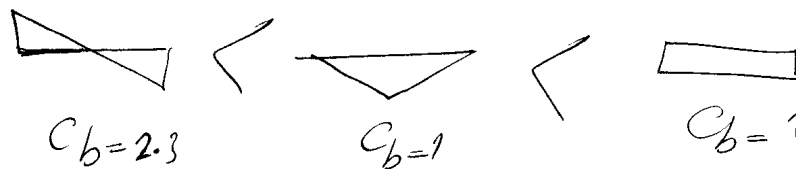
دیگرام لنگر خمشی بین تکیه‌گاه‌های جانبی سه تیر مشابه، مطابق شکل زیر است. خطر کمانش پیچشی جانبی در کدام تیر نامحتمل‌تر است؟

سراسری ۸۹



- (۱) A
(۲) B
(۳) B, A
(۴) C

۱۵۹ احتمال کمانش



در تقویت خمشی یک تیر با تقارن دوپل و مقطع جعبه‌ای فشرده، فاقد اتکای جانبی، ورق تقویت تنها برای یک بال موجود است. تقویت کدام بال به مقاومت تیر بیشتر می‌افزاید؟

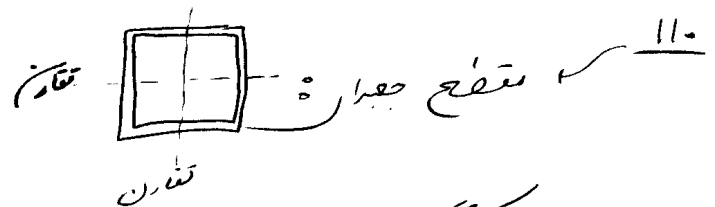
سراسری ۸۹

(۴) تفاوتی ندارد

(۳) بال تحتانی

(۲) بال فشاری

(۱) بال کششی



نیاز به تکیه‌گاه جانبی نداریم چون خمش حول محور تنبلیت و کمانش پیچشی جانبی نداریم از طرفی مقطع فشرده است پس هیچگونه کمانش نداریم در نظر نمی‌گند کدام بال تقویت شود

سوال ۱۵۰: I_x برآورد است که مایل تقویت شود چه بال فشاری

۳۲- طاق ضربی یک ساختمان از تیرهای IPE ۱۸۰ به فواصل یک متر و آجر ساخته می‌شود. اگر طول

دهانه تیر پنج متر باشد و بار مرده کف 500 kg/m^2 و زنده آن 200 kg/m^2 باشد، نسبت تنش موجود

(۸۳.۵۱۲)

به تنش مجاز در خمش چقدر است؟ ($S_x = 146 \text{ cm}^3$)

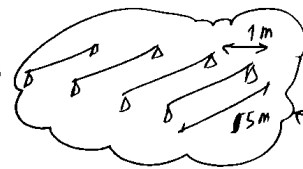
(۴) ۰/۸

(۳) ۰/۹۵

(۲) ۱/۲

(۱) ۱/۰۳

فاصله تیر از یک متر کمتر



بار این سیم باید هر تیر 1m فاصله دور

$$q = 1 \times (500 + 100) = 700$$

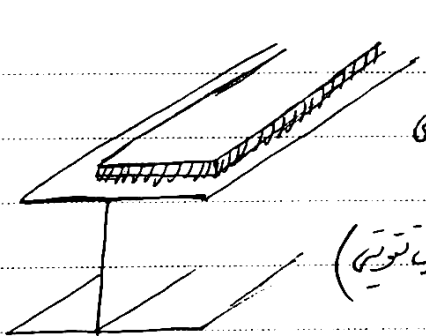
$$M = \frac{qL^2}{8} = \frac{700 \times 5^2}{8} \text{ kg.m} = 218750 \text{ kg.cm} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \text{تنش موجود} &= \frac{M}{S} = \frac{218750}{146} = 1498 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{تنش مجاز} &= 0.66 F_y = 1584 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \frac{M/S}{F_b} = \frac{1498}{1584} = 0.95$$

نکته: چون IPE18 مقطع استاندارد است ← فشرده است
چون تیر دوسره مضاعف است (مستقیم) هر جای تیر تگر + راریم و بال فشاری
رسک تیر بال بالا است. و چون بال بالا در داخل طاق فشرده قرار میگیرد
یک تیر ۲۰ جابجایی عرضی میخورد

$$F_b = 0.66 F_y$$

4-4- صفحات تقویتی

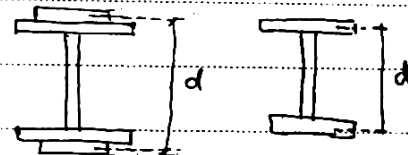


ورق های تقویتی در نقاطی که کمتر حلاله است بکای
تغییر مقطع می توان ترتیب ورق های
تقویت بال آن را تقویت کرد.
مساحت ورق تقویتی باید > 1.4 (مساحت کل بال شامل بال تیر + ورق تقویتی)

مثلاً اگر مساحت یک بال از بال های موجود 3 cm^2 باشد حلاله مساحت ورق تقویتی آن بال 7 cm^2 است.
اگر یک مقطع I شکل ورق های تقویتی به دو بال آن اضافه شود تحمل کسر آن (مقدار کس) چقدر افزایش می یابد؟

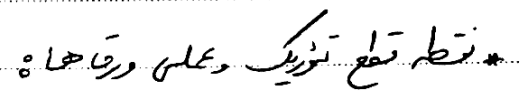
$$I_{x \text{ جدید}} = I_x + 2 I_x' + 2 A \left(\frac{d}{2} \right)^2$$

مان اینده ورق های
حول محور خودشان



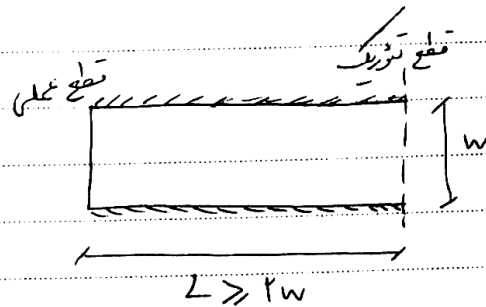
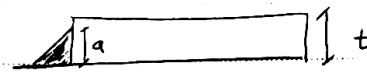
$$S_{\text{جدید}} = \frac{I_{\text{جدید}}}{\frac{M}{F_y}}$$

$$S_{\text{جدید تقریبی}} \approx S_{\text{مقدیم}} + 2 A \left(\frac{d}{2} \right)$$



M₂ معارفت با مرور تقویتی

M₄ معارفت سطح بدون ورق تقویتی



۱۴- برای مقطع تیر دو سر ساده‌ای تحت بار گسترده یکنواخت $21/m$ در طول ۶ متر از پروفیل $IPE 270$ با مدول مقطع $S = 429 cm^3$ استفاده شده است. چنانچه تنش خمشی مجاز برابر $1440 kg/cm^2$ باشد، مساحت صفحات تقویتی که به‌طور مساوی بایستی به بال‌های کششی و فشاری اضافه نمود تقریباً چقدر است؟
(سراسری ۸۱ و نظام مهندسی)

(۴) نیازی به تقویت نیست

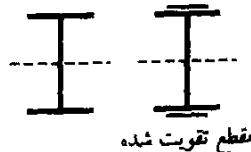
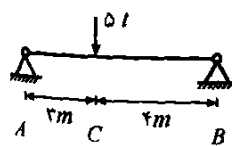
(۳) $15 cm^2$

(۲) $10 cm^2$

(۱) $7 cm^2$

گنگر موجب $\leftarrow$
 $M = \frac{qL^2}{8} = \frac{2 \times 6^2}{8} = 9 t.m.$
 $S \times 1440 = 9 \times 10^5 kg.cm.$
 $\leftarrow S'$ مورد نیاز
 $\rightarrow S = 625 cm^3$
 $\Rightarrow 625 = 429 + A \times 27 \rightarrow A = 7.25 cm^2 \rightarrow$ گزینه ①
 مساحت در تقویت

تنش مجاز نرمال در تیر زیر را $1400 kg/cm^2$ در نظر بگیرید و طول تثوریک یک ورق لازم برای تقویت خمشی آن را بر حسب cm به‌دست آورید. اساس مقطع نیم‌رخ تقویت‌نشده نسبت به محور خمشی $430 cm^2$ می‌باشد.
(سراسری ۷۹)



مقطع تقویت شده

(۱) ۲۸۱

(۲) ۲۱۱

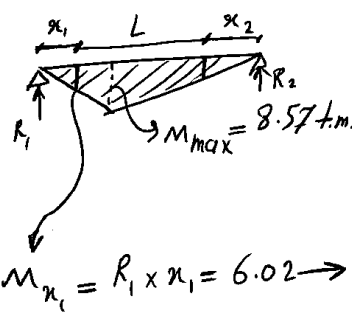
(۳) ۲۰۸

(۴) به ورق نیاز ندارد.

از آنجا که $S = 430$ ، حداکثر گنگر که تیر تقویت نشده می‌تواند تحمل کند

برابری با: $M = 430 \times 1400 = 602000 kg.cm. = 6.02 t.m.$

ابتداء انتهای تیر گنگر کم است و نیاز به تقویت نیست



$$R_1 = \frac{5 \times 4}{7} = \frac{20}{7}$$

$$R_2 = \frac{5 \times 3}{7} = \frac{15}{7}$$

$$M_{x_1} = R_1 \times x_1 = 6.02 \rightarrow x_1 = \frac{6.02}{(\frac{20}{7})} = 2.107 m$$

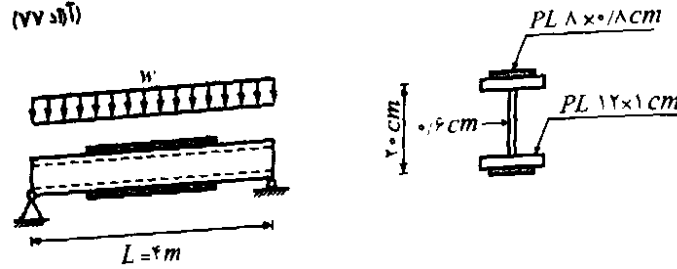
$$M_{x_2} = R_2 \times x_2 = 6.02 \rightarrow x_2 = \frac{6.02}{(\frac{15}{7})} = 2.81 m$$

$$L = 7 - x_1 - x_2 = 2.08 m = 208 cm \rightarrow$$

طول $L = 208$ نیاز به تقویت است

در سازه شکل زیر مطلوب است تعیین ظرفیت باربری تیر (w) بدون تسمه تقویتی. تنش خمشی مجاز را برابر $0.6F_y$ فرض کنید.

(آ ۷۷)



۱۸/۱۸ kg/cm (۱)

۱۷/۱۸ kg/cm (۲)

۱۷/۷۱ kg/cm (۳)

۲۲/۲۲ kg/cm (۴)

$$M_{\text{موجود}} = \frac{wL^2}{8} = \frac{w \times 4^2}{8} = 20000w \text{ kg.cm.}$$

$$M_{\text{مجاز}} = S' \times 0.6F_y = \left[\frac{\left(\frac{12 \times 20^3}{12} - \frac{11.4 \times 18^3}{12} \right)}{10} \right] \times 0.6 \times 2400$$

$$\rightarrow M_{\text{مجاز}} = 354182$$

$$\rightarrow M_{\text{موجود}} < M_{\text{مجاز}} \Rightarrow 20000w < 354182 \rightarrow w < 17.71 \text{ kg/cm}$$

در سازه شکل فوق ظرفیت باربری تیر را در حالت تقویت شده (با تسمه تقویتی) محاسبه نمایید.

(آ ۷۷)

۲۸/۱۷ kg/cm (۴)

۲۲/۳۳ kg/cm (۳)

۲۵/۶۳ kg/cm (۲)

۵۲/۶۳ kg/cm (۱)

$$M_{\text{مجاز تقویت شده}} = S \times 0.6F_y = \left[\frac{\left(\frac{12 \times 20^3}{12} - \frac{11.4 \times 18^3}{12} \right) + 2 \left(8 \times 0.8 \times 10.4^2 \right)}{10.8} \right] \times 0.6F_y$$

محاسبه I از همان اینس و در حل خودتون صرف نظر کنید

$$\rightarrow M_{\text{مجاز تقویت شده}} = 512540 \text{ kg.cm.}$$

$$\rightarrow M_{\text{موجود}} < M_{\text{مجاز تقویت شده}} \Rightarrow 20000w < 512540 \rightarrow w < 25.63 \text{ kg/cm.}$$

اگر بارش تقریبی محاسبه کنیم

$$M_{\text{مجاز تقویت}} = \left[8 \times 0.8 \times 20 \times (0.6F_y) \right] + M_{\text{مجاز بدون تقویت}} = 184320 + 354182$$

$$= 538502$$

$$20000w < 538502 \rightarrow w < 26.92$$

در شکل فوق طول تنوریک تسمه تقویتی را تعیین کنید. (حل با ماشین حساب)

(آ ۷۷)

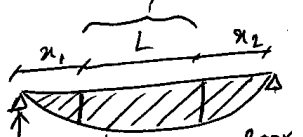
۲۲۲/۳۷ cm (۴)

۳۲۴/۱۷ cm (۳)

۱۲۶ cm (۲)

۳۳۴/۱۷ cm (۱)

سمت مایل نیاز به تقویت دارد



$R = \frac{\omega L}{2} = 200 \times 25.63 = 5126 \text{ kg}$
 با توجه به اینکه خرافیت خمشی بدون تقویت برابر $M = 354182 \text{ kg.cm}$ است
 میزان مقدار α_1 را بدست آورده
 $R \alpha_1 - \frac{\omega \alpha_1^2}{2} = M \Rightarrow 5126 \alpha_1 - \frac{25.63 \alpha_1^2}{2} = 354182$

$\rightarrow \alpha_1 = 88.82 \text{ cm}$

$\rightarrow L = 400 - 2 \times \alpha_1 = 222.37 \text{ cm}$

تأثیر سوراخ در بال های تیر

وجود سوراخ باید مقرر کرد

$$\left\{ \frac{A P_n}{A P_g} < \frac{F_y}{18000} + 0.79 \right.$$

۰/۸۵

نیازی به در نظر گرفتن سوراخ نیست

5-4- کاهش لنگر

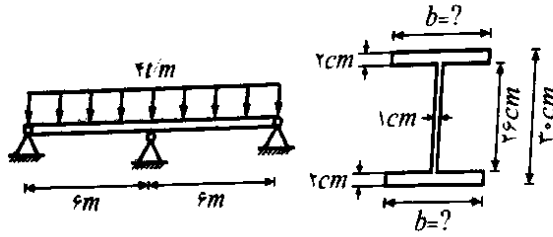
شرایط استفاده از کاهش لنگر (باز توزیع لنگر) در تیرها:

- مقطع فشرده باشد
- تیر دارای تکیه گاه جانبی باشد
- بار گذاری ثقلی
- تیر طره (معین) نباشد
- اتصال صلب انتهایی و یا سراسری
- حداکثر لنگر در تکیه گاه ها
- اگر $f_a \leq 0.15 F_a$ می توان لنگر ستون را نیز کاهش داد

تحت شرایط خاصی می توان لنگر ماکزیمم منفی را در تیرهای ممتد به میزان ۱۰ درصد کاهش داد و تیر را بر این اساس طراحی نمود. کدام گزینه بیشترین تعداد این شرایط را در بر دارد؟ (سراسری ۷۸)

- (۱) مقطع باید فشرده باشد و لنگر ماکزیمم مثبت پس از باز توزیع از قدر مطلق لنگر ماکزیمم منفی کمتر باشد.
- (۲) مقطع باید فشرده باشد و لنگر ماکزیمم مثبت پس از باز توزیع از قدر مطلق لنگر ماکزیمم منفی بیشتر باشد.
- (۳) مقطع باید غیر فشرده باشد و لنگر ماکزیمم مثبت پس از باز توزیع از قدر مطلق لنگر ماکزیمم منفی بیشتر باشد.
- (۴) مقطع باید غیر فشرده باشد و لنگر ماکزیمم مثبت پس از باز توزیع از قدر مطلق لنگر ماکزیمم منفی کمتر باشد.

در صورتی که تیر مطابق شکل به طور کامل از جانب نگهداری شده باشد، عرض ورق بال را حساب کنید. (تنش خمشی مجاز فولاد 1415 kg/cm^2 می باشد.) (هراسری ۷۵)



۱۰ cm (۱)

۱۲ cm (۲)

۱۵ cm (۳)

۲۰ cm (۴)

$$M = 0.9 \left(\frac{qL^2}{8} \right) = 0.9 \left(\frac{4 \times 6^2}{8} \right) = 16.2 \text{ t.m.}$$

بالت کاهش لنگر منفی

$$M = S \times 1415 = \frac{\left[b \left(\frac{30^3}{12} - \frac{26^3}{12} \right) + \frac{26^3 \times 1}{12} \right]}{15} \times 1415$$

$$\rightarrow M = (74083)b + 138167$$

$$M \leq M \rightarrow 16.2 \times 10^5 \text{ kg.cm} \leq (74083b + 138167)$$

$$\rightarrow b \geq 20 \text{ cm} \rightarrow \text{گزینه ۴}$$

در تیرهای با مقطع فشرده و مهار جانبی کافی که دو سر آنها با اتصال صلب به ستون‌ها متصل شده‌اند، با شرایطی در آیین نامه اجازه داده شده که برای ۹۰ درصد لنگر منفی ناشی از بار گسترده قائم طراحی شوند، علت چیست؟ (هراسری ۷۴ و نظام مهندسی)

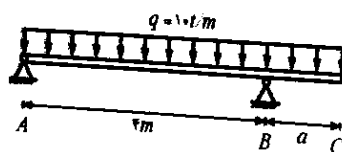
(۱) چون تیر مشکل کمانش نخواهد داشت.

(۲) ایجاد لولای پلاستیک در دو انتهای تیر و تغییر رفتار تیر

(۳) چون در این تیرها جلوی کمانش گرفته شده و در نتیجه مقاومت خمشی آنها افزایش یافته است.

(۴) چون لنگر خمشی در تیر دو سر گیردار در انتها حداکثر است و لنگر ناشی از کمانش در وسط تیر حداکثر است.

- تیری با ممان اینرسی ثابت در تمام طول خود مطابق شکل بارگذاری شده است. به ازای چه طولی از قسمت طره تیر (a) اقتصادی ترین نیمرخ به دست می آید؟ (لنگر ماکزیمم در دهانه AB را در وسط دهانه تیر فرض می کنیم.) (هراسری ۷۰)



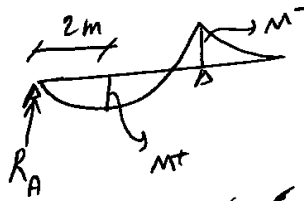
۱/۷۲ m (۱)

۱/۵۵ m (۲)

۲ m (۳)

۱/۶۳ m (۴)

جهت بهینه شدن باید گنگر منفی برابر گنگر مثبت باشد:



$$M^- = \frac{qa^2}{2}$$

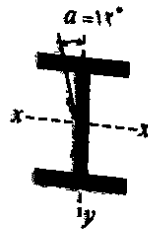
$$M^+ = R_A \times 2 - \frac{q(2)^2}{2} = 4q - \frac{qa^2}{4} - 2q = 2q - \frac{qa^2}{4}$$

$$R_A \times 4 = \frac{q(4)^2}{2} - \frac{qa^2}{2} \rightarrow R_A = 2q - \frac{qa^2}{8}$$

$$M^- = M^+ \rightarrow \frac{qa^2}{2} = 2q - \frac{qa^2}{4} \rightarrow \frac{3a^2}{4} = 2 \rightarrow a = \sqrt{\frac{8}{3}} = 1.63 \text{ m}$$

6-4- خمش دو محوره

- در تیر دو سر مفصل به طول ۶ متر چنانچه بار گسترده یکنواختی با شدت ۱/۲ تن بر متر مطابق شکل اثر کند و 1500 kg/cm^2 تنش خمشی مجاز حول محور x ، 1875 kg/cm^2 تنش خمشی مجاز حول محور y ، کدام یک از روابط زیر درست می باشد؟ (حل با ماشین حساب)



مقدار خمشی حول محور x S_x

مقدار خمشی حول محور y S_y

$$\frac{352/13}{S_x} + \frac{59/88}{S_y} \leq 1(2)$$

$$\frac{352/13}{S_x} \leq 1, \frac{59/88}{S_y} \leq 1(1)$$

$$\frac{352/13}{S_x} \leq 1 \text{ یا } \frac{59/88}{S_y} \leq 1(4)$$

$$\frac{352/13}{S_x} \leq 1(3)$$

7-4- کنترل خیز در تیرها

کنترل خیز سازه:

- در محاسبه خیز تنها از بارهای سرویس استفاده می شود

- علت کنترل:

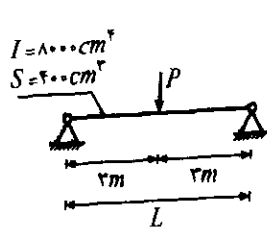
1- آسیب اجزای غیرسازه ای 2- احساس امنیت ساکنین

- در دهانه های بزرگ باید از پیش خیز استفاده کرد

- ارتعاش تیرهایی که سطوح بزرگ خالی از تیغه بندی دارند: $\frac{d}{L} > \frac{1}{20}$

افتادگی در سقف های نازک کاری شده: $\left\{ \begin{array}{l} \Delta_{D+L} < \frac{L}{240} \\ \Delta_L < \frac{L}{360} \end{array} \right\}$





اگر تغییر شکل مجاز تیر تحت بار متمرکز P در وسط دهانه برابر $\frac{L}{300}$ و تنش خمشی مجاز تیر ۱۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع باشد، کدام یک از گزاره‌های زیر صحیح است. [تذکر: تغییر شکل تیرها تحت بار متمرکز در وسط دهانه برابر است با: $\Delta = \frac{PL^3}{48EI}$ (سراسری ۸۷)]

- (۱) حداکثر بار مجاز P برابر $3/73$ تن می‌باشد و حداقل ارتفاع لازم مقطع $\frac{1}{30}$ دهانه است.
- (۲) حداکثر بار مجاز P برابر $5/20$ تن می‌باشد و حداقل ارتفاع لازم مقطع $\frac{1}{40}$ دهانه است.
- (۳) حداکثر بار مجاز P برابر $4/10$ تن می‌باشد و حداقل ارتفاع لازم مقطع $\frac{1}{30}$ دهانه است.
- (۴) حداکثر بار مجاز P برابر $7/46$ تن می‌باشد و حداقل ارتفاع لازم مقطع $\frac{1}{40}$ دهانه است.

$$\frac{M(d/2)}{I} = F_b \Rightarrow \frac{\left[\frac{P \times L}{4}\right] \times \frac{d}{2}}{I} = 1400 \rightarrow \text{این رابطه را بر یکم تقسیم می‌کنیم}$$

$$\frac{PL^3}{48EI} = \frac{L}{300} \quad \text{رابطه نیز:}$$

$$\frac{d \times 48E}{4 \times 2 \times L^2} = \frac{1400 \times 300}{L} \rightarrow d = \frac{L}{30} \quad \text{رابطه فوق را بر یکم تقسیم می‌کنیم:}$$

محدود ساختن نسبت طول دهانه (L) به ارتفاع مقطع (d) در یک تیر ساده فولادی با مقطعی به شکل I به $\frac{L}{d} \leq 30$ ، معادل با محدود ساختن تغییر مکان مجاز تیر تحت بار گسترده یکنواخت چه کسری از دهانه است؟ (سراسری ۸۰)

$$\Delta = \frac{5WL^4}{384EI}, \quad F_b = 0.16F_y, \quad F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2, \quad E = 210000 \text{ kg/cm}^2$$

(تغییر مکان حداکثر تیر ساده) (تنش مجاز) (تنش جاری شدن) (ضریب الاستیسیته فولاد)

$$\frac{1}{360} \quad (4) \quad \frac{1}{300} \quad (3) \quad \frac{1}{233} \quad (2) \quad \frac{1}{180} \quad (1)$$

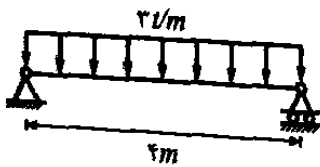
$$\frac{59L^4}{384EI} = \frac{L}{x} \quad \text{رابطه تغییر شکل:} \quad \frac{\left[\frac{9L^2}{8}\right] \frac{d}{2}}{I} = 0.6 \times 2400 \quad \text{رابطه مقاومت:}$$

مسئله را خواسته است و از $\frac{L}{d}$ می‌گفت است $\frac{L}{d} \leq 30$

رابطه را بر یکم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{\frac{9L^2 d}{16}}{\frac{59L^4}{384EI}} = \frac{0.6 \times 2400}{L/x} \Rightarrow \frac{dx 384E}{16 \times 59L^2} = \frac{1440 \times x}{L} \Rightarrow \boxed{x = \frac{7000}{L} d = 233} \Rightarrow \frac{1}{x} > \frac{1}{233}$$

در تیر ساده مقابل حداکثر تغییر مکان وسط دهانه با فرض $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$



(آ) ۷۷

(ب) ۲/۲ cm

(ج) ۲/۲۵ cm

و $I = 3000 \text{ cm}^4$ چقدر است؟

(د) ۱/۶۹ cm

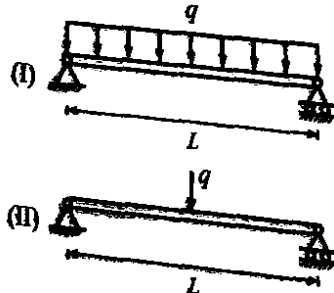
(ه) ۱/۵۹ cm

$$\Delta = \frac{5qL^4}{384EI} = \frac{5 \times 30 \times 400^4}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times 3000} = 1.59 \text{ cm}$$

در تیرهای فولادی شکل زیر چنانچه تنش خمشی مجاز برای هر دو تیر یکسان و برابر 1400 kg/cm^2 و همچنین حداکثر تغییر مکان در تیرها محدود به $\frac{L}{240}$ باشد، کدامیک از روابط زیر درست می‌باشند؟

(ساده) ۷۰

$E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ، $d_1 = I$ تیر (ارتفاع)، $d_2 = II$ عمق (ارتفاع) تیر



$$d_1 > \frac{L}{30}, d_2 > \frac{L}{37.5} \quad (1)$$

$$d_1 > \frac{L}{30}, d_2 > \frac{L}{120} \quad (2)$$

$$d_1 > \frac{L}{25}, d_2 > \frac{L}{120} \quad (3)$$

هیچکدام

رابطه زیر : $\frac{5qL^4}{384EI} = \frac{L}{240}$ رابطه مقاومت : $\frac{(\frac{qL^2}{8}) \frac{d_1}{2}}{I} = 1400$

اگر در رابطه فوق را بر هم تقسیم کنیم : $d_1 = \frac{L}{30} \Rightarrow \frac{d_1 384E}{8 \times 2 \times 5 L^2} = \frac{1400 \times 240}{L}$

II $\rightarrow \begin{cases} \frac{(\frac{qL}{4}) (\frac{d_2}{2})}{I} = 1400 \\ \frac{qL^3}{48EI} = \frac{L}{240} \end{cases} \xrightarrow{\text{تقسیم بر هم}} \frac{d_2 \times 48E}{4 \times 2 L^2} = \frac{1400 \times 240}{L} \rightarrow d_2 = \frac{L}{37.5}$

بر طبق آیین نامه AISC حداکثر تغییر شکل مربوط به بار زنده برای تیرهایی که سقف اندود شده‌ای را تحمل می‌کنند و دارای شرایط تکیه گاهی ساده می‌باشند برابر است با:

(آ) ۸۰

(۴) دهانه $\frac{1}{400}$

(آ) ۷۹

(۳) دهانه $\frac{1}{240}$

(۲) دهانه $\frac{1}{200}$

(۱) دهانه $\frac{1}{360}$

۵- کدامیک از روش‌های زیر در کاهش خیز تیرها مؤثرتر می‌باشد؟

(۲) تقویت جان تیرها

(۱) اضافه نمودن سخت کننده‌ها

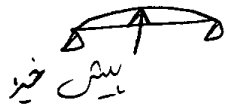
(۴) اضافه نمودن مهارهای جانبی و پلیت

(۳) تقویت بال‌های تیر

۹۷- میزان پیش خیز چیست و برای چه نوع مقاطع فولادی بایستی قید شود؟ (نظام مهندسی)

- (۱) میزان خیز از روبه‌رو را گویند و برای مقاطع پیچشی لازم است.
- (۲) میزان خیز منفی قبل از ساخت را گویند و برای تیرها و خرپاها لازم می‌شود.
- (۳) میزان تغییر شکل یافتگی اولیه عضو را گویند که برای فولادهای مستعمل لازم است.
- (۴) اصطلاح فوق برای مقاطع فولادی متداول نیست و معمولاً برای بتن پیش‌تنیده بکار می‌رود.

تیر تیر که در فرامی با طول زیاد، پس از نصب در محال بارهای مرده، تحت اثر وزن وارده تغییر شکل می‌دهند. هر چه طول تیر بیشتر تغییر شکل آن بیشتر است. برآیند تیر که در فرامی بلند افق باقی ماند، همان پیش‌خیز می‌دهند.



تا بعد از وارده شدن بارهای تیر افقی شود.
گزین ۲ صحت است

8-4- تیر نعل درگاهی

یک تیر نعل درگاهی با طول مؤثر L برای طرح روی یک درب در نظر گرفته شده است. با توجه به ضخامت ثابت دیوار و مصالح آجری چه سطحی از دیوار در طراحی تیر باید بکار رود؟ (هراسی ۷۶)

(۲) دایره‌ای به قطر L

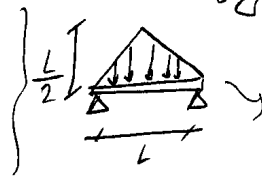
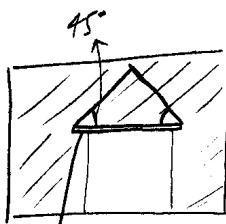
(۱) مستطیلی به طول L و ارتفاع $\frac{L}{۳}$

(۴) هیچکدام

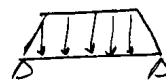
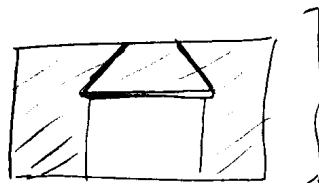
(۳) مثلثی به قاعده L و ارتفاع $\frac{L}{۳}$

۸۵ نحوه بارگذاری تیر نعل درگاهی:

۱- سطح گزیده (۲)



صاف ۲۵ cm باید داخل دیوار باشد

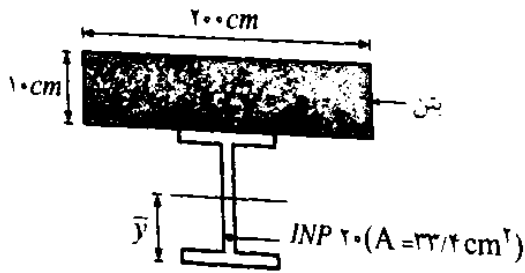


9-4- تیر مرکب

- در تیر مرکب چنانچه $\frac{E_{\text{فولاد}}}{E_{\text{بتن}}} = 10$ باشد، فاصله تار خنثی در مقطع مرکب تا بال زیرین تیر آهن

برابر است با:

(آ) ۸۰

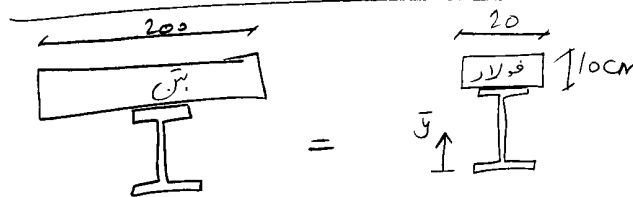


(۱) ۴۲/۸۵ سانتی متر

(۲) ۱۷/۸۵ سانتی متر

(۳) ۲۲/۸۵ سانتی متر

(۴) ۱۷/۱۵ سانتی متر



$$\bar{y} = \frac{(20 \times 10 \times 25 + 33.4 \times 10)}{20 \times 10 + 33.4} = 22.85$$

بفرض اینکه از بتن
کششی صرف نظر نشود

(آ) ۷۸

۸۴- مزایای تیرهای مرکب کدام است؟

- (۱) کاهش مصرف فولاد
- (۲) افزایش ارتفاع نیمرخ فولاد
- (۳) کاهش مصرف فولاد و کاهش در ارتفاع نیمرخ فولادی
- (۴) افزایش ارتفاع نیمرخ و کاهش مصرف خاموت‌ها

10-4- تیر لانه زنبوری

تیر لانه زنبوری:

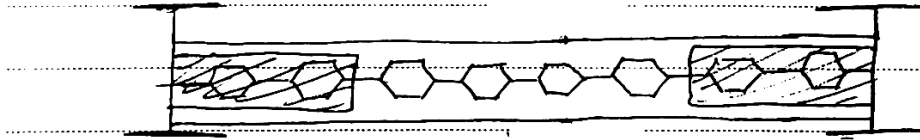
- افزایش ظرفیت خمشی: $M \times 1.5$, $I \times 2$, $S \times 1.5$

- کاهش ظرفیت برشی: $V \times 0.7$, $A_w \times 0.7$

- امکان عبور تاسیسات از سوراخ‌ها

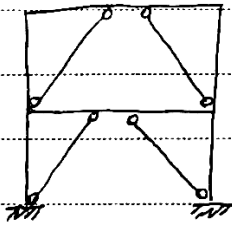
- در محل بارهای متمرکز و اتصالات باید جان آن پر شود

- استفاده از آن تنها در قابهای با شکل پذیری کم مجاز است.



در تیرهای لانه زنبوری در جاهایی که قاب اصلی هستند (مثل قاب خشی) نمی توان استفاده کرد فقط بعنوان تیرچه می توان از آنها استفاده کرد.
 * هر چه نسبت طول تیر به ارتفاع آن کمتر باشد (تیر کوتاه تر شود) برش نسبت به خشی بیشتر می شود پس استفاده از تیرهای لانه زنبوری در تیرهای کوتاه مناسب نیست.

استفاده از تیر لانه زنبوری در محاسبات بار بندها بصورت رود محسوب می باشد.



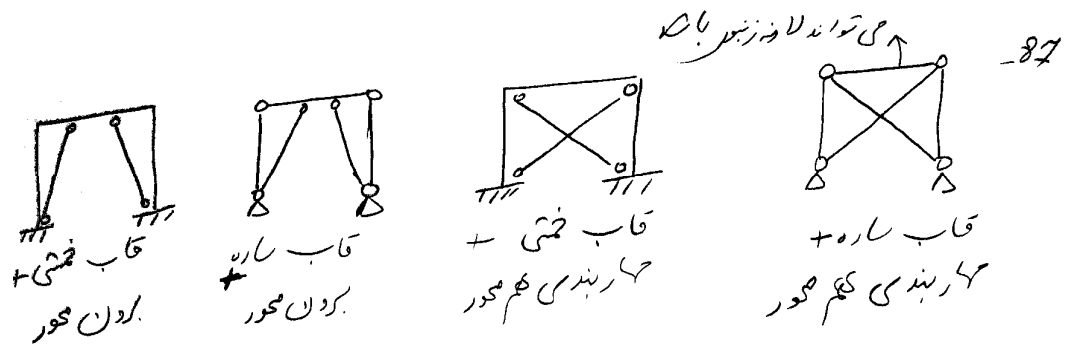
۸۶- در یک تیر I شکل، ماکزیمم تنش خمشی σ ، ماکزیمم تنش برشی τ و خیز ماکزیمم δ می باشد. در اثر لانه زنبوری کردن تیر مقادیر فوق به ترتیب به σ_c و τ_c و δ_c تبدیل می شوند. کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟

- (۱) $\delta_c = 0.17\delta$, $\sigma_c = 1/4\sigma$, $\tau_c = 1/4\tau$
 (۲) $\delta_c = 0.14\delta$, $\sigma_c = 0.17\sigma$, $\tau_c = 1/4\tau$
 (۳) $\delta_c = 1/4\delta$, $\sigma_c = 0.17\sigma$, $\tau_c = 0.17\tau$
 (۴) $\delta_c = 0.14\delta$, $\sigma_c = 1/4\sigma$, $\tau_c = 0.17\tau$

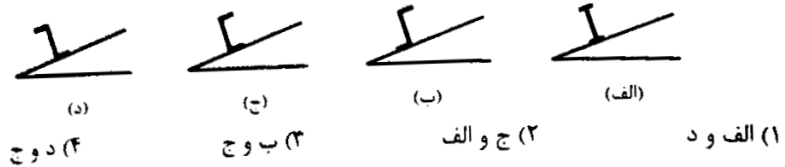
۸۶ تیر لانه زنبوری
 ✓ افزایش مقاومت خشی $\leftarrow I \times 1.5$, $\leftarrow S \times 1.5$, $\leftarrow M \times 1.5$
 ✓ کاهش ظرفیت برشی $\leftarrow V \times 0.7$
 ✓ در محل بار متمرکز باید مواخ را برگردان
 ✓ در تکیه ها مواخ انتهایی را بردار
 ✓ در اتصال گیره (قاب خشی) استفاده نشود

۸۷- استفاده از تیرهای لانه زنبوری برای تمامی تیرها در کدام یک از سیستم های سازه ای زیر می تواند بهترین اشکال را داشته باشد؟

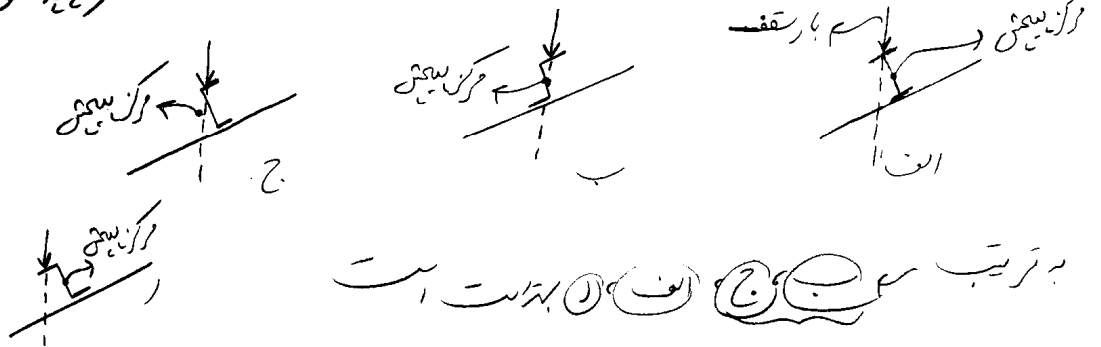
- (۱) سیستم قاب ساختمانی ساده + مهاربندی هم محور
 (۲) سیستم ترکیبی قاب خمشی فولادی معمولی + مهاربندی هم محور
 (۳) سیستم قاب ساختمانی ساده + مهاربندی برون محور
 (۴) سیستم ترکیبی قاب خمشی فولادی معمولی + مهاربندی برون محور



۹- کدام یک از گزینه های زیر برای بکارگیری به عنوان تیرچه (برلین) برای حمل بارهای نقلی بر روی سقف شیب داری با شیب تقریبی ۱۵٪ مناسب تر هستند؟
(مباحث ۸۶ و ۷۷ و آ ۸۳)



۱۰- مقطع مناسب، مقطعی است که بیشترین کمتری به آن اعمال شود (چپ نشود)



11-4- برش در تیر

۱۸- برای فولاد نرمه ساختمانی بین حد ارتجاعی برشی F_{ys} و حد ارتجاعی کششی F_y رابطه زیر برقرار است:
(سراسری ۷۴ و نظام مهندسی)

$$F_{ys} = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y \quad (۲)$$

$$F_{ys} = F_y \quad (۱)$$

$$F_{ys} \text{ ربطی به } F_y \text{ ندارد.} \quad (۴)$$

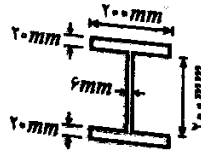
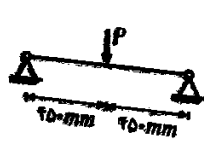
$$F_{ys} = \frac{\sqrt{3}}{۲} F_y \quad (۳)$$

$$\frac{h}{t_w} < \left(\frac{3185}{\sqrt{F_y}} = 65 \right) \rightarrow \begin{cases} F_V = 0.4 F_y \\ f_V = \frac{V}{dt_w} \end{cases}$$

$$\frac{h}{t_w} > \left(\frac{3185}{\sqrt{F_y}} = 65 \right) \rightarrow \begin{cases} F_V = \frac{55 \times 10^5}{\left(\frac{h}{t_w} \right)^2} \leq 0.4 F_y \\ f_V = \frac{V}{ht_w} \end{cases}$$

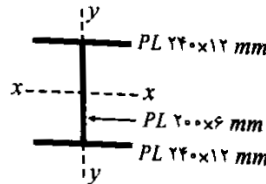
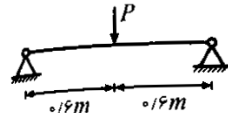
تنش مجاز برشی:

۳۴- جداکننده بار مجاز P در تیر ساده با مقطع نوردشده مطابق شکل با تنش جاری شدن $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ چقدر است؟ از کمانش جانبی جلوگیری شده است. (۸۶ اس ۱)



- تن ۲۳/۸ (۱)
تن ۲۰/۷۵ (۲)
تن ۲۷/۴۴ (۳)
تن ۲۷/۵۴ (۴)

۳۵- با فرض $F_b = 1600 \text{ kg/cm}^2$ (تنش مجاز در خمش) و $F_v = 960 \text{ kg/cm}^2$ (تنش مجاز در برش)، مقدار مجاز P بر روی تیر چند تن است؟ مقطع فشرده فرض می شود. (۸۱ اس ۱)



- ۲۵/۸ (۱)
۲۷/۶ (۲)
۲۳/۰ (۳)
۱۱/۵ (۴)

۴۱- تنش برشی مجاز در آیین نامه های فولاد $0.4F_y$ در نظر گرفته شده است. ضریب اطمینان طراحی برای برش چقدر در نظر گرفته شده و چه تناسبی با ضریب اطمینان برای کشش یا خمش (۱/۶۷) دارد؟ (۸۶ اس ۱)

- (۱) ضریب اطمینان برای برش ۱/۶۷ انتخاب شده و مساوی ضریب اطمینان برای کشش و خمش است.
(۲) ضریب اطمینان برای برش ۱/۴۴ اختیار شده که کمتر از ضریب اطمینان ۱/۶۷ برای کشش و خمش است.
(۳) ضریب اطمینان برای برش ۲/۵ اختیار شده و ۱/۵ برابر ضریب اطمینان انتخابی برای کشش و خمش است.
(۴) ضریب اطمینان برای برش ۱/۹۲ انتخاب شده و بزرگتر از ضریب اطمینان برای کشش و خمش است.

۴۴- در یک نقطه از تیر فولادی که تحت لنگر M و برش V قرار دارد کدام کنترل ها بایستی انجام شود؟ (۷۰ اس ۱)

۲ (۲)

۴ (۴) σ و τ و ترکیب تنش های $\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$

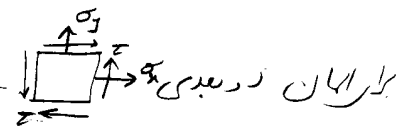
۱ (۱)

۳ (۳) σ و τ و ترکیب تنش های $\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$

نکته: اگر امکانی از فولاد است از تنش کم مختلف قرار گیر، کنترل یا مهار تسلیم

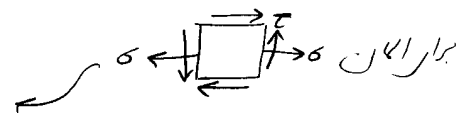
نوع آن طبق رابطه فون میس با سده $Von Mises$

$$\sigma_y \leq \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_z^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y - \sigma_y \sigma_z - \sigma_x \sigma_z + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}$$



$$\sigma_y \leq \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \sigma_z + 3\tau^2}$$

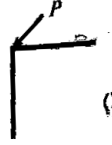
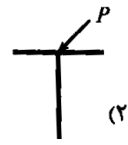
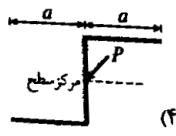
$$\sigma_y \leq \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$



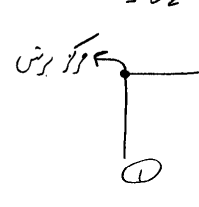
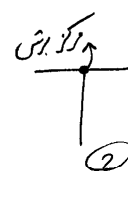
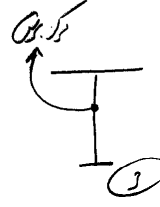
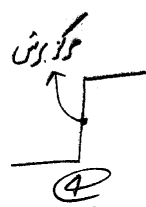
12-4 - پیش

۶۱- تیر دو سر ساده با مقطع نشان داده شده را در نظر بگیرید که نیروی P در وسط دهانه تیر به آنها اعمال می‌شود. در کدام یک از آنها تنش‌های ناشی از پیش نیز باید در طراحی در نظر گرفته شود؟
مقطع (۲) و (۳) نسبت به صفحه جان تقارن دارند.

(هرای ۷۹)



سوال 62 -



در تمامی گزینه‌ها نیروی P از مرکز برش رد می‌شود به مرکز گزینده ۳.
بنابراین در گزینه ۳ پیش نیز خواهیم داشت

(آزاد ۸۲)

(۴) مقطع Z شکل

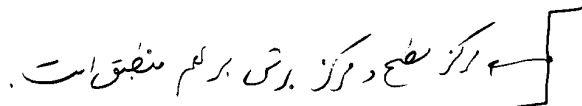
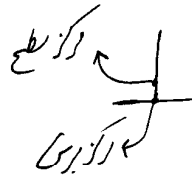
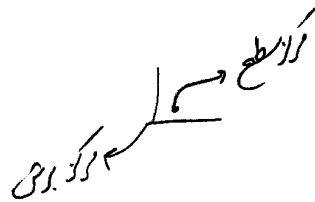
۶۵- در کدام یک از مقاطع زیر، مرکز سطح بر مرکز برش منطبق می‌باشد؟

(۳) نبشی

(۲) سپری

(۱) ناودانی

65 -



۶۶- مرکز برش در مقطع مقابل کجاست؟

(۲) نقطه ۳

(۱) نقطه ۴

(۴) نقطه ۱

(۳) نقطه ۲

۶۶- نکته: در مقاطعی که رد محور تقارن دارند، مرکز برش بر مرکز سطح منطبق است.
بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

۶۸- بطور کلی در کدام یک از حالت‌های زیر علاوه بر تنش‌های برشی در اثر پیچش، تنش‌های طولی نیز به وجود می‌آید؟

(آ) (۸۷)

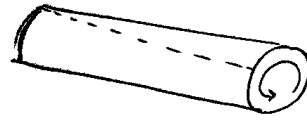
(۱) اگر مقطع عضو در هنگام پیچش تاب بردارد.

(۲) اگر مقطع عضو از نوع باز بوده ولی دارای محورهای تقارن نباشد.

(۳) اگر مقطع عضو از نوع بسته جدارنازک باشد.

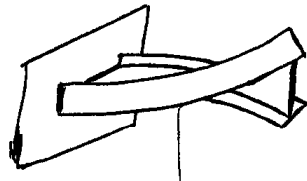
(۴) اگر مقطع عضو تاب بردارد و در مقابل تاب برداشتن ممانعت وجود داشته باشد.

68



خالص (سخت و تان)

پیچش



تابیدگی و انحنا



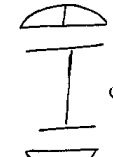
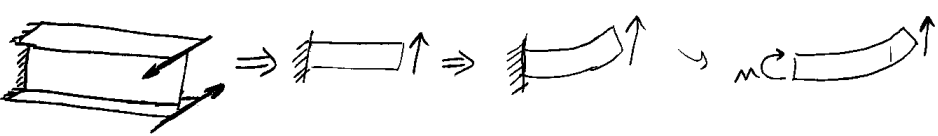
در اعضا غیر دایره اگر تابیدگی آزاد نباشد

اجزای مقطع تحت اثر خمش ناشی از پیچش قرار می‌گیرند

$$T = T_s + T_w$$

خالص تابیدگی

در اثر تابیدگی در بالای تیر I شکل تنش کم می‌شود و در پایین تنش کم می‌شود



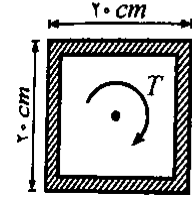
تنش و برشی تابیدگی



تنش و برشی

پایه برای پاسخ گزینه ۴ است

اگر تنش مجاز در برش ناشی از پیچش 1250 kg/cm^2 باشد و نیمرخ مطابق شکل برای تحمل پیچش $T = 16/24 \text{ m}$ انتخاب شده باشد، ضخامت جدار نیمرخ چند cm است؟ (سراسری ۷۶)



۲ (۲)

۴ (۴)

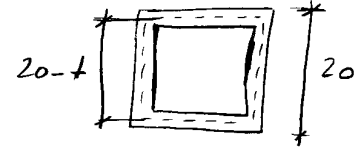
۱ (۱)

۳ (۳)



$$\left. \begin{array}{l} \text{مقطع دایره‌ای:} \\ \text{مقطع چهارضلعی:} \\ \text{مقطع چهارضلعی باز:} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \tau = \frac{T R}{J} \quad \{ J \text{ گریز ۲۱} \} \\ \tau = \frac{T}{2 A_m t} \quad \{ t \text{ ضخامت دیوار، } A_m \text{ مساحت مقطع} \} \\ \tau = \frac{T}{\frac{1}{2} L t^2} \quad \{ t \text{ ضخامت دیوار، } L \text{ طول مقطع} \} \end{array}$$

$$\tau = \frac{T}{2 A_m t} < 1250$$

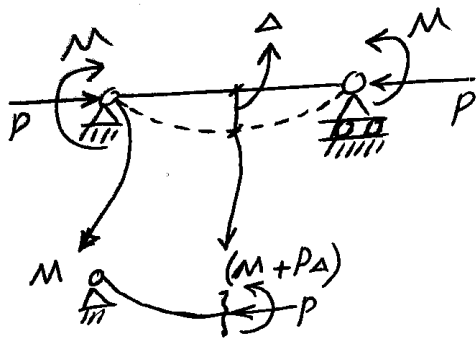


با فرض اینکه $t = 2$ باشد

$$A_m = 18 \times 18 \Rightarrow \frac{16.2 \times 10^5}{2 \times 18 \times 18 \times t} < 1250 \quad t = 2 \text{ cm}$$

(5) تیر ستون

✓ اگر محضی تحت اثر $P+M$ باشد تیر ستون می باشد

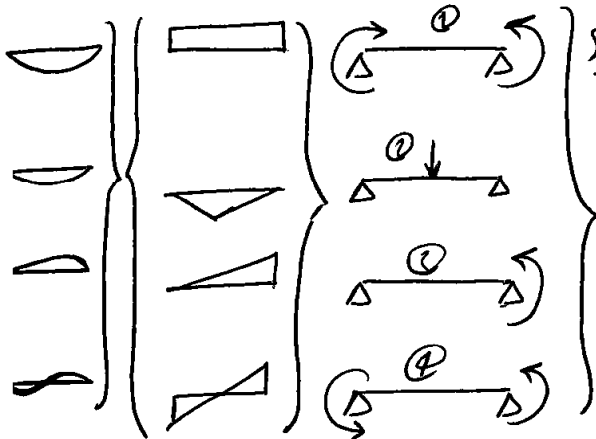


✓ در وسط تیر ببارنگر M ،
مقدارنگر $M+P\Delta$ می باشد :

$$M' = M + P\Delta = M \left(\frac{K_m}{1 - \frac{f_a}{F_a}} \right)$$

✓ فرب کشیدنگر

تغییر شکل M رانگار M

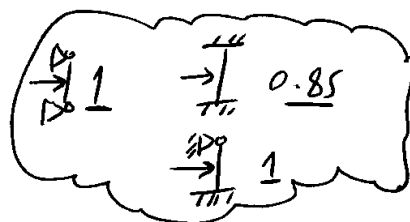


سوال در کدام یک فرب کشیدنگر بیشتر است ؟

$$① > ② > ③ > ④$$

$$① C_m = 0.6 + 0.4 = 1$$

$$② C_m =$$



$$C_m = 0.85 \leftarrow \text{بار، تیر}$$

بار، جانبی

$$C_m = 0.85 \leftarrow \text{بار، تیر}$$

$$C_m = 0.6 - 0.4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \geq 0.4 \leftarrow \text{بدون بار، جانبی}$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f'_{bn}}{F_{bn}} \left(\frac{C_{mx}}{1 - \frac{f_a}{F_a}} \right) + \frac{f_{by}}{F_{by}} \left(\frac{C_{my}}{1 - \frac{f_a}{F_a}} \right) \leq 1 \iff \frac{f_a}{F_a} > 0.15$$

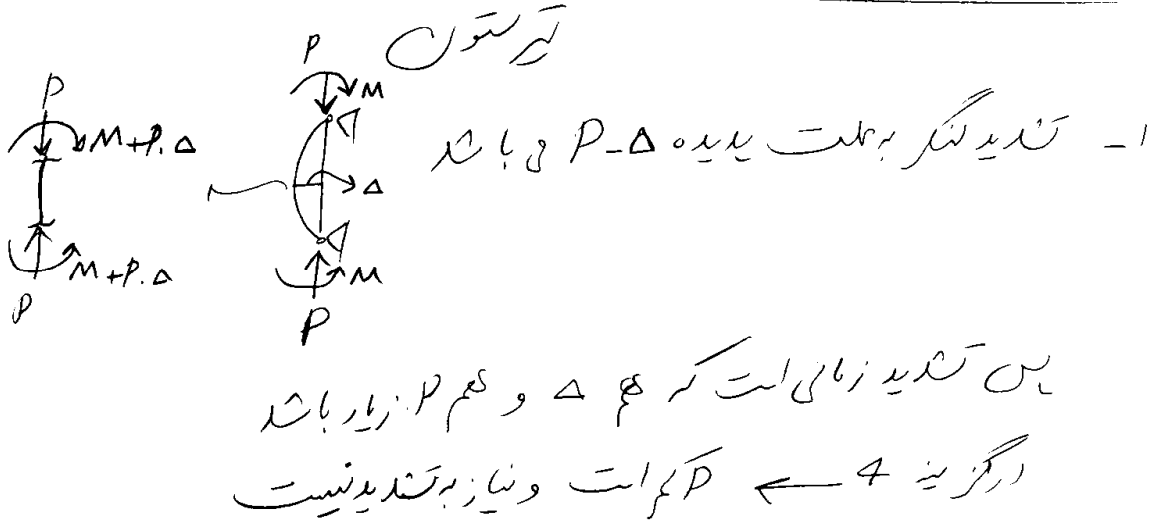
$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bn}}{F_{bn}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \iff \frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$$



(مهراسری ۸۶)

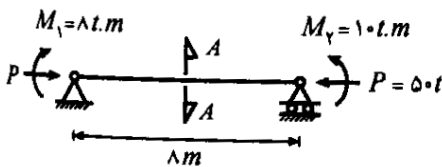
خمشی در اثر نیروی فشاری صرفنظر کرد؟

- (۱) در هیچ موردی نمی توان از اثر تشدید لنگر صرفنظر کرد.
- (۲) در مواردی که تیرستون دارای لنگر خمشی در تکیه گاه ها بوده و فاقد بار جانبی در طول ستون باشد.
- (۳) در مواردی که تیرستون فاقد لنگر خمشی در دو انتها بوده و در طول ستون بارهای جانبی بر آن اثر نمایند.
- (۴) در مواردی که تیرستون دارای مهار جانبی کافی بوده یا بار محوری آن نسبت به بار بحرانی کم باشد، کوچک (در حدود $\frac{1}{12}$) باشد.



۴- در شکل زیر، تیر $IPB 200$ تحت نیروی محوری P و لنگرهای انتهایی M_1 و M_2 قرار دارد. لنگر تشدید یافته برای کنترل این تیر، چند تن متر است؟ (حل با ماشین حساب)

$$IPB 200 \begin{cases} A = 78.1 \text{ cm}^2, I_x = 5700 \text{ cm}^4, I_y = 2000 \text{ cm}^4, S_x = 57.0 \text{ cm}^3 \\ S_y = 20.0 \text{ cm}^3, r_x = 8.54 \text{ cm}, r_y = 5.07 \text{ cm} \end{cases}$$



- ۹/۴۰ (۱)
- ۱۰/۰۸ (۲)
- ۱۲/۶۰ (۳)
- ۱۴/۴۴ (۴)

$$M' = \frac{C_m}{1 - \frac{f}{F_a}} M = \frac{0.92}{1 - \frac{640}{1232}} \times 10 = 19.1 \text{ t.m}$$

۴ منبع دیگر نیست که در جواب قرار دهم!

$$C_m = 0.6 + 0.4 \times \frac{8}{10} = 0.92$$

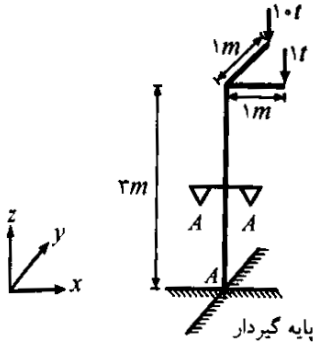
$$f = 50000 / 78.1 = 640$$

$$F_a = \frac{12}{23} \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = \frac{12}{23} \times \frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^6}{\left(\frac{800}{8.54}\right)^2} = 1232$$

۳- بارهای وارد بر تیرستون شکل زیر، تقریباً چند درصد ظرفیت مجاز تیرستون می باشد؟ (تنش خمشی مجاز حول محور قوی برابر با $1440 \text{ kg/cm}^2 = 0.6 F_y$ و تنش فشاری مجاز برابر 890 kg/cm^2 می باشد.) (حل با ماشین حساب)

(سراسری ۸۱)
 $A = 106 \text{ cm}^2$, $r_x = 10.3 \text{ cm}$, $r_y = 6.106 \text{ cm}$, $S_x = 938 \text{ cm}^3$, $S_y = 327 \text{ cm}^3$

$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$, $F_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$, $b_f = 24 \text{ cm}$, $t_f = 1.7 \text{ cm}$, $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$



(۱) ۱۰۰٪

(۲) ۵۰٪

(۳) ۷۰٪

(۴) ۱۲۰٪

$f_a = \frac{11000}{106} = 106$ (تنش کششی)
 $F_a = 890$ (تنش مجاز کششی)

ضریب تسلیدینگریم $\rightarrow P-A$ $\rightarrow$ $\frac{f_a}{F_a} < 0.15$

$\rightarrow \frac{f_a}{F_a} + \frac{(\frac{10 \times 10^5}{938})}{1440} + \frac{(\frac{1 \times 10^5}{327})}{0.75 \times 2400} = 1.03 \rightarrow$ تقریباً ۱۰۰٪
 گزینه ۱ صحیح است



۷- ستونی تحت اثر توأم نیروی P و لنگرهای خمشی M_1 و M_2 قرار گرفته است ($M_2 > M_1$). اگر جهت لنگر M_1 عوض شود، کدام گزینه زیر صحیح تر است؟

- (۱) ستون نیاز به پروفیل قوی تر پیدا می کند.
- (۲) ضریب طول مؤثر (K) افزایش می یابد.
- (۳) ستون دارای نیمرخ سبکتری می شود.
- (۴) در ستون پدیدهٔ پیچش به وجود می آید.

حالت اول $C_m = 0.6 - 0.4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$

حالت دوم $C_m = 0.6 - 0.4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$
 تنش کم گاهش می یابد در ستون به مقطع یکب (ضعیف تر) نیاز دارد

(متراسی ۷۸)



$$\frac{C_m}{1 - \frac{f_a}{F_a}} M$$

را حیل رسوم : تنش ضعی برابست با

$$C_m = 0.6 - 0 = 0.6$$

$$C_m = 0.6 - 0 = 0.6$$

$$C_m = 0.6 - 0.4(-1) = 1$$

$$C_m = 0.6 - 0.4(1) = 0.2 \rightarrow 0.4 \quad (9)$$

تین مقدار متغیر رابطہ فوق C_m است

بیشترین مقدار C_m مربوط به گزینہ ۲ است

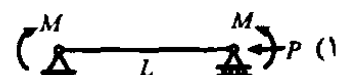
۱) $m = 0.6 - 0 = 0.6$

۲) $m = 0.6 - 0 = 0.6$

۳) $m = 0.6 - 0.4(1) = 0.2$

ضریب تشدید لنگر در تیرستون ها با عبارت $\frac{C_m}{1 - \frac{f_a}{F_c'}}$ تعریف شده است. این ضریب برای کدامیک از

گزینه‌های زیر بیشتر است؟ (جنس و نوع نیمرخ در چهارگزینه یکسان می‌باشد.) (۴×۸۷ و نظایر)



$$C_m = 1 \quad (3)$$

$$C_m = 0.6 - 0.4(-1) = 1 \leftarrow \textcircled{1}$$

$$C_m = 0.6 - 0.4(-) = 0.6 \text{ (4)}$$

$$C_m = 0.6 - 0.4(1) \rightarrow C_m = 0.4 \leftarrow (2)$$

سگزیدہ ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۸۵، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۲، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶، ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۲، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶، ۲۳۷، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۵، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۲، ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۷، ۲۷۸، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۲، ۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۲۹۴، ۲۹۵، ۲۹۶، ۲۹۷، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۰، ۳۲۱، ۳۲۲، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۱، ۳۷۲، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶، ۳۷۷، ۳۷۸، ۳۷۹، ۳۸۰، ۳۸۱، ۳۸۲، ۳۸۳، ۳۸۴، ۳۸۵، ۳۸۶، ۳۸۷، ۳۸۸، ۳۸۹، ۳۹۰، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴، ۳۹۵، ۳۹۶، ۳۹۷، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۰، ۴۰۱، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵، ۴۰۶، ۴۰۷، ۴۰۸، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸، ۴۱۹، ۴۲۰، ۴۲۱، ۴۲۲، ۴۲۳، ۴۲۴، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۳۵، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷، ۴۴۸، ۴۴۹، ۴۵۰، ۴۵۱، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۵۴، ۴۵۵، ۴۵۶، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۰، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۳، ۴۶۴، ۴۶۵، ۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۴۷۰، ۴۷۱، ۴۷۲، ۴۷۳، ۴۷۴، ۴۷۵، ۴۷۶، ۴۷۷، ۴۷۸، ۴۷۹، ۴۸۰، ۴۸۱، ۴۸۲، ۴۸۳، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۸۶، ۴۸۷، ۴۸۸، ۴۸۹، ۴۹۰، ۴۹۱، ۴۹۲، ۴۹۳، ۴۹۴، ۴۹۵، ۴۹۶، ۴۹۷، ۴۹۸، ۴۹۹، ۵۰۰، ۵۰۱، ۵۰۲، ۵۰۳، ۵۰۴، ۵۰۵، ۵۰۶، ۵۰۷، ۵۰۸، ۵۰۹، ۵۱۰، ۵۱۱، ۵۱۲، ۵۱۳، ۵۱۴، ۵۱۵، ۵۱۶، ۵۱۷، ۵۱۸، ۵۱۹، ۵۲۰، ۵۲۱، ۵۲۲، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۲۵، ۵۲۶، ۵۲۷، ۵۲۸، ۵۲۹، ۵۳۰، ۵۳۱، ۵۳۲، ۵۳۳، ۵۳۴، ۵۳۵، ۵۳۶، ۵۳۷، ۵۳۸،

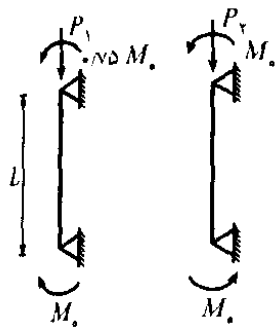
دوره { برای سزین ① ← ریگرام ستر m $\boxed{}$ m ← C_n برای یک است

$C_m \leftarrow$ به طور محافظه کارانه

ایک است دل مقدارِ راضی
آن گنہ ازید است

بنابر این اگر چه (۱) صحیح است





برای دو حالت بارگذاری مطابق شکل در رابطه با بارهای حداکثر مجاز P_1 و P_2 می توان گفت:

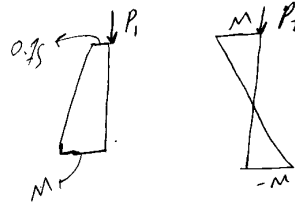
(آ ۱۱۱)

$$P_2 = P_1 \quad (۲)$$

$$P_2 > P_1 \quad (۴)$$

$$P_2 < P_1 \quad (۱)$$

$$P_2 = ۰.۷۵ P_1 \quad (۳)$$



$$C_1 > C_2 \rightarrow P_1 < P_2$$

۱۲

آزاد ۸۹

- در خصوص نسبت نیاز به ظرفیت خمشی در تیر ستون ها طبق رابطه زیر کدام عبارت صحیح است؟

(۱) C_m ضریب تشدید لنگر به علت عدم یکنواختی لنگر دو انتهای عضو است.

(۲) C_m ضریب تخفیفی برای میزان هم مکانی لنگر حداکثر با لنگر ناشی از اثرات $P - \Delta$ می باشد.

(۳) C_m وابسته به شرایط تکیه گاهی تیر ستون تعیین شده و اثر افزایش دارد.

(۴) C_m وابسته به نسبت بار محوری به لنگر خمشی تیر ستون تعیین می شود.

$$\frac{f_{bx} C_m}{F_{bx} \left(1 - \frac{f_a}{F_{ex}} \right)}$$

(6) جوش

الکتر در E60XX ← مقاومت کششی بر حسب ksi (یا kg/cm^2) $F_u = 60 ksi = (60 \times 70) \frac{kg}{cm^2}$

← وضعیت جوش کاری، نوع منبع الکتریک، جنس روکش الکترود

انواع جوش

شیرمی }
 بانفوذ کامل }
 بانفوذ ناقص }
 گوشه }
 انگشتانه }
 کامه }
 فلتر باشد

نیاز به آمپار و ولتاژ دارد (گرانتراش)
 مقاومت جوش حداقل باید برابر مقاومت فلز باشد

✓ جوش گوشه اقتصادم ترین است و بیشترین کاربرد را دارد
 بر خلاف شیرمی نیاز به جفت وجود کردن ندارد
 ✓ انگشتانه و کامه وقتی به کار می رود که } اندازه اتصال کم باشد
 امکان گمانش اتصال باشد

بعد جوش یا سائز جوش (a) } گلولی موثر (t_e)

$t_e = 0.707a$

$F = \phi (0.3 F_u) \times t_e \times L_w = 0.75 \times 0.3 \times 4200 \times 0.707 \times a \times L_w$

مقاومت جوش ← ضریب کاهش مقاومت

تکس ۴۵ جوش (E60XX) ← $F_u = 4200$

طول جوش L_w

بعد جوش $\left[\begin{matrix} 650 \\ 668 \end{matrix} \right] (a \times L_w)$

(مهندسی و نظام مهندسی)

۱- مفهوم نام $E 60$ برای الکتروود جوشکاری چیست؟

- (۱) ولتاژ جوشکاری باید ۶۰ ولت باشد.
- (۲) شدت جریان لازم ۶۰ آمپر است.
- (۳) مقاومت نهایی فلز جوش ۶۰ ksi می باشد.
- (۴) هیچ کدام

۷- در ساخت قطعاتی که تحت بارهای خستگی قرار دارند، کدام یک از موارد زیر درست نیست؟ (آزاد ۸۰)

- (۱) از عدم ایجاد هرگونه گوشه تیز بپرهیزید.
- (۲) از هرگونه اضافه جوش بپرهیزید.
- (۳) از عدم نفوذ کامل جوش بپرهیزید.
- (۴) از هرگونه ناصافی سطح جوش بپرهیزید.

در ساخت اعضای که تحت اثر بارهای خستگی قرار دارند، کدام یک از توصیه های زیر صحیح است؟ (آزاد ۷۹)

- (۱) باید سعی شود به جای اتصالات لب به لب از جوش گوشه ای با نفوذ کامل استفاده گردد.
- (۲) از اتصال جوش گوشه باید پرهیز کرد.
- (۳) باید سعی شود جوش در محل های نرم اعضا قرار گیرد.
- (۴) از مصالح خیلی نازک برای ساخت استفاده گردد.

(آزاد ۷۹)

حداقل بعد جوش به چه منظوری در نظر گرفته می شود؟

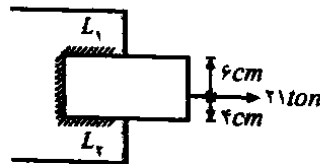
- (۱) تحمل حداکثر نیروی وارده بر اتصال
- (۲) برای کنترل خستگی در جوش
- (۳) ذوب و اتصال کامل دو قطعه
- (۴) تحمل حداقل نیروی وارده بر اتصال براساس آیین نامه

(آزاد ۷۸)

حداکثر بعد جوش به چه منظوری در نظر گرفته می شود؟

- (۱) تحمل حداکثر نیروی وارده بر اتصال
- (۲) تحمل حداقل نیروی وارده به اتصال
- (۳) تحمل نقطه ذوب توسط دستگاه جوش
- (۴) جلوگیری از ذوب فلز در محل جوش

در اتصال شکل زیر چنانچه تنش برشی مجاز جوش برابر 1 ton/cm^2 و بعد مؤثر جوش ۶ میلی متر باشد، مطلوب است تعیین مقادیر حداقل L_1 و L_2 به طوری که تنش یکنواخت در سطح جوش ها ایجاد گردد.



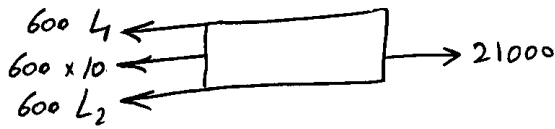
$$(1) \quad L_1 = 8 \text{ cm}, \quad L_2 = 16 \text{ cm}$$

$$(2) \quad L_1 = 9 \text{ cm}, \quad L_2 = 16 \text{ cm}$$

$$(3) \quad L_1 = 10 \text{ cm}, \quad L_2 = 20 \text{ cm}$$

$$(4) \quad L_1 = 16 \text{ cm}, \quad L_2 = 9 \text{ cm}$$

سوال ۱۷ ← در خط جوش را به هم نرسد، نرسد هر کدام را از هم نرسد. برآیند تنش یکنواخت باشد، باید برآیند نیروی جوش با بار وارده یکی باشد.



$$\rightarrow \frac{600 (L_1 \times 10 + 10 \times 5 + L_2 \times 5)}{600 (L_1 + 10 + L_2)} = 4$$

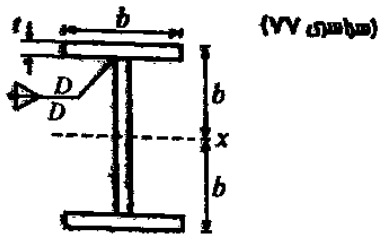
نسبت به خطای بین نگریه گیریم
حل اثر بار جوش که بدست آمده

$$\rightarrow 10 L_1 + 50 = 4 L_1 + 40 + 4 L_2 \rightarrow 6 L_1 + 10 = 4 L_2 \rightarrow \boxed{3 L_1 + 5 = 2 L_2}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow 600 (L_1 + L_2 + 10) = 21000 \rightarrow \boxed{L_1 + L_2 + 10 = 25}$$

$$\rightarrow L_1 = 9, L_2 = 16$$

اگر نیروی برشی ماکزیمم در تیر ورق مقابل V (کیلوگرم) و ارزش جوش گوشه $f = 650$ (کیلوگرم بر سانتی متر) باشد. در صورت استفاده از جوش یکسره برای اتصال بال به جان، بعد جوش لازم برابر کدام است؟ (ممان اینرسی مقطع I_x و اندازه ساق جوش است).



$$D = 1/5 t \quad (2)$$

$$D = t \quad (1)$$

$$D = \frac{V b^2 t}{1300 I_x} \quad (4)$$

$$D = \frac{V b^2 t}{650 I_x} \quad (3)$$

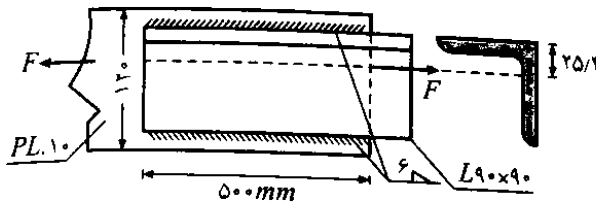
18

$$\tau = \frac{V \phi}{I_x t} = \frac{V (b + b)}{I_x \times (2 D)} \leq 650$$

برجای ضخامت از
ضخامت جوش (استفاده می کنیم)

$$\rightarrow \boxed{D \geq \frac{V b^2 t}{1300 I_x}}$$

در اتصال زیر اگر سطح مقطع نبشی $A = 15 \text{ cm}^2$ و $\sigma = 2 \text{ ton/cm}^2$ (تنش مجاز فولاد) و F مقدار مجاز τ باشد، مقدار مجاز F (مجاز جوش) $= \sigma$ (مجاز جوش) $= \sigma_{hw}$ (مجاز محاسبه ای) $= 1/5 \text{ ton/cm}^2$ (سراسری ۷۶) برابر است با: (بدون در نظر گرفتن پیچش ناشی از F در جوش ها)



- ۲۴ ton (۱)
- ۳۰ ton (۲)
- ۴۵ ton (۳)
- ۶۳ ton (۴)



$$\begin{aligned} \text{طول جوش} &= \left[\text{تنش مجاز جوش} \times (0.707 \times \text{ساق جوش}) \right] \times \text{بزرگی جوش} \\ &= 1500 \times 0.6 \times 0.707 \times (2 \times 50) = 63630 \text{ kg} \end{aligned}$$

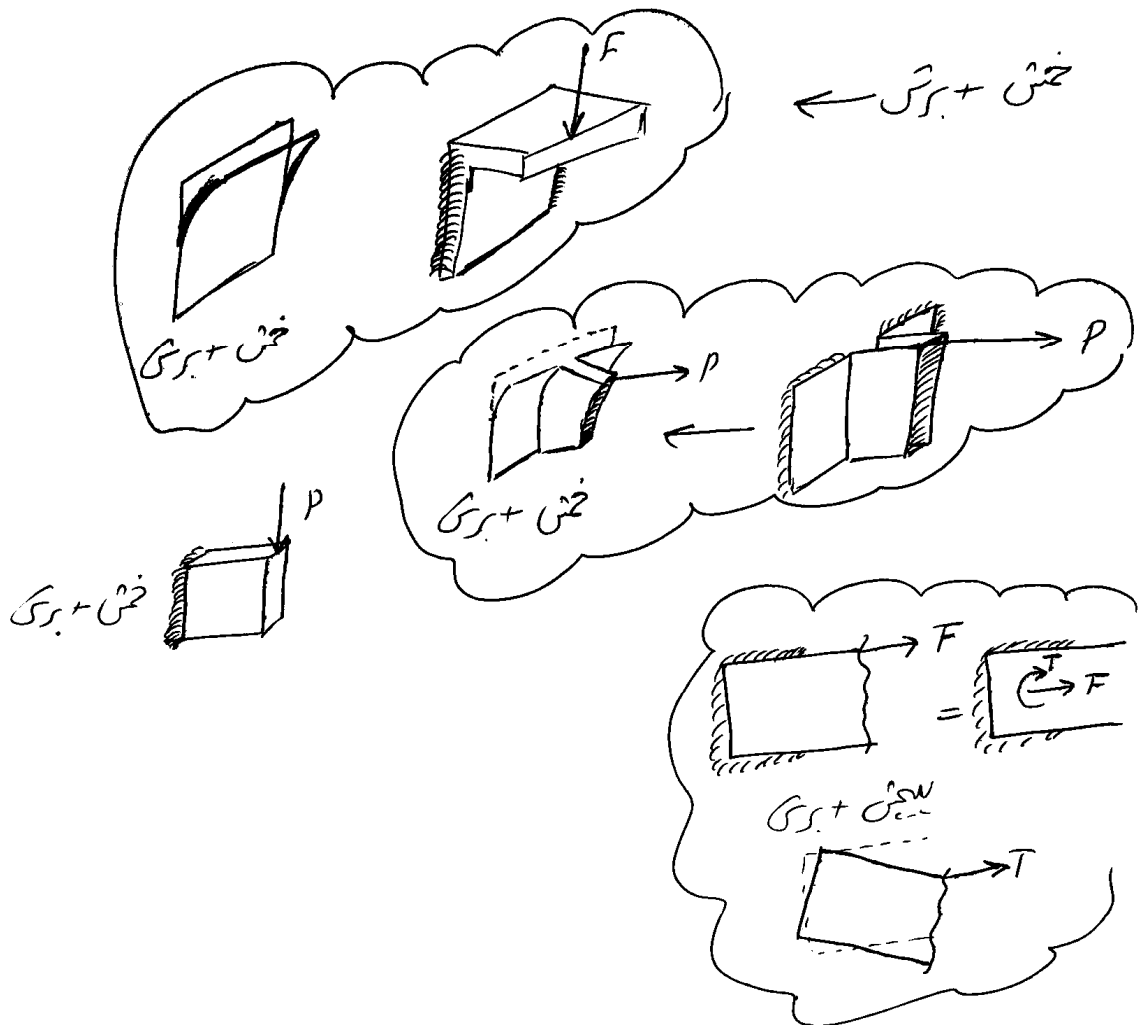
$$\begin{aligned} \text{تنش مجاز فولاد} \times \text{حالت ورق} &= \text{مقاومت مجاز ورق} \\ &= 12 \times 1 \times 2000 = 24000 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{تنش مجاز فولاد} \times \text{حالت بنش} = 15 \times 2000 = 30000 \text{ kg}$$

بنابرین بزرگی مجاز برابر 24000 است.

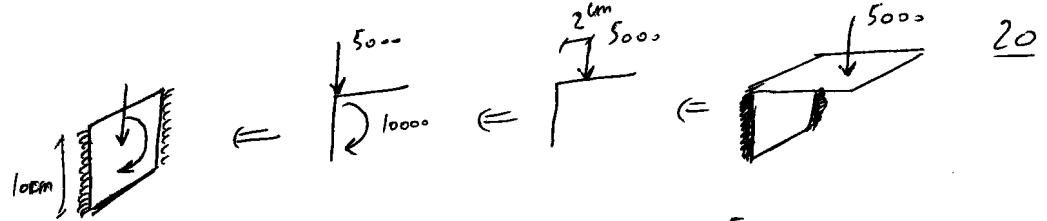
توضیح اول: ترکیب خنثی و برشی در جوش

سختی و برشی در جوش



در اتصال مفصلی تیر به ستونی از نبشی نشیمن $10 \times 10 \times 1 \text{ cm}$ استفاده گردیده است. اگر برش تیر در تکیه‌گاه ۵ تن باشد و برون محوری این نیرو از وجه ستون ۲ سانتی متر باشد، مطلوب است تعیین بعد جوش مورد نیاز در دو طرف نبشی برای اتصال به ستون، اگر تنش مجاز جوش 0.920 ton/cm^2 فرض شود. (طول نبشی 10 cm است). (سراسری ۷۳)

$$\frac{\sqrt{0.14525}}{0.920 \times 0.1707} \quad (4) \quad \frac{\sqrt{0.1325}}{0.920 \times 0.1707} \quad (3) \quad \frac{\sqrt{0.1525}}{0.920 \times 0.1707} \quad (2) \quad \frac{\sqrt{0.2215}}{0.920 \times 0.1707} \quad (1)$$

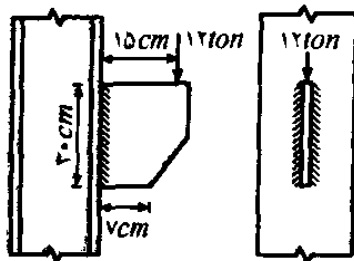


$$f_v = \frac{5000}{2 \times 10 \times a} = \frac{250}{a} \quad f_m = \frac{10000 \times 5}{2 \left(\frac{a \times 10^3}{12} \right)} = \frac{300}{a}$$

$$f = \sqrt{f_v^2 + f_m^2} = \sqrt{\left(\frac{250}{a} \right)^2 + \left(\frac{300}{a} \right)^2} < 220 \times 0.707$$

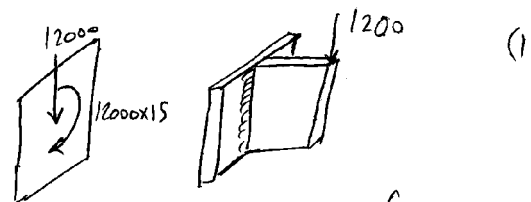
$$\rightarrow a > \frac{\sqrt{152500}}{220 \times 0.707} \rightarrow \text{گزینه (۲)}$$

اندازه حداقل ساق جوش لازم برای اتصال در شکل زیر را تعیین کنید. (ارزش جوش گوشه (سراسری ۷۷ و مشابه سراسری ۷۵) $1000 a \text{ kg/cm}$ در نظر گرفته شود که a بعد جوش است).



$$\sqrt{\left(\frac{2}{5} \right)^2 + \left(\frac{3}{5} \right)^2} \quad (3) \quad \sqrt{\left(\frac{1}{5} \right)^2 + \left(\frac{6}{5} \right)^2} \quad (1)$$

$$\sqrt{\left(\frac{1}{5} \right)^2 + \left(\frac{3}{5} \right)^2} \quad (4) \quad \sqrt{\left(\frac{1}{10} \right)^2 + \left(\frac{3}{10} \right)^2} \quad (2)$$

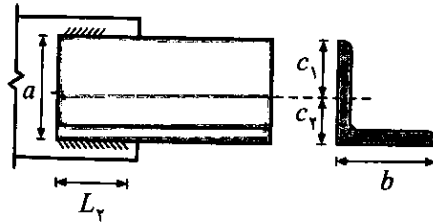


$$f_v = \frac{12000}{2 \times 30 \times a}, \quad f_m = \frac{(12000 \times 15) \times 15}{2 \times \frac{a \times 30^3}{12}}$$

$$f = \sqrt{f_v^2 + f_m^2} = \sqrt{\left(\frac{200}{a} \right)^2 + \left(\frac{600}{a} \right)^2} < 1000$$

$$\rightarrow a > \frac{\sqrt{200^2 + 600^2}}{1000} = \sqrt{\left(\frac{2}{10} \right)^2 + \left(\frac{6}{10} \right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{5} \right)^2 + \left(\frac{3}{5} \right)^2}$$

یک بال نبشی مطابق شکل به صفحه لچکی جوش شده است. برای اینکه به جوش ها کمتر نیروی برشی اعمال شود باید طول جوشکاری های L_1 و L_2 را به طریق زیر به دست آورد. (سراسری ۷۳)

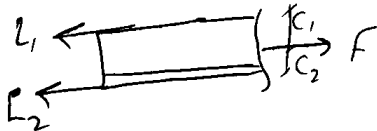


$$L_1 = L_2 \quad (1)$$

$$L_1 = \frac{a}{b} c_2, L_2 = \frac{a}{b} c_1 \quad (2)$$

$$L_1 = \frac{a}{b} c_1, L_2 = \frac{a}{b} c_2 \quad (3)$$

$$L_1 = \frac{c_1}{a} (L_1 + L_2), L_2 = \frac{c_2}{a} (L_1 + L_2) \quad (4)$$



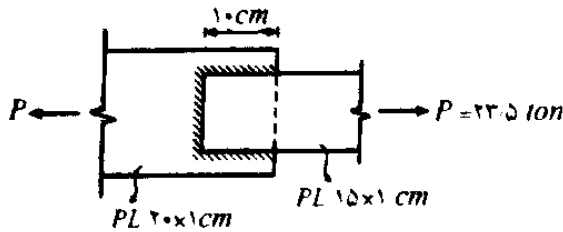
برای L_1 باید از عمل اثر

$$C_2 = \frac{L_1 \times (c_1 + c_2)}{L_1 + L_2} \Rightarrow C_2 L_1 + C_2 L_2 = C_1 L_1 + C_2 L_1$$

$$\rightarrow \boxed{C_2 L_2 = C_1 L_1}$$

در شکل زیر جوش ها با الکتروود E 6010 انجام شده اند و بازرسی چشمی می شوند. بعد جوش مورد نیاز در اتصال زیر بر حسب mm چقدر است؟

(۸۳ و ۸۴)



۴ (۱)

۱۰ (۲)

۶ (۳)

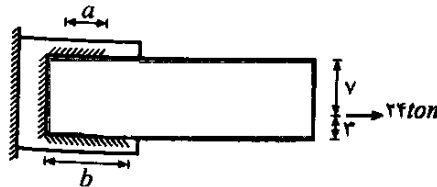
۸ (۴)

$$\begin{aligned} 10 \times 650a & \leftarrow \\ 15 \times 650a & \leftarrow \\ 10 \times 650a & \leftarrow \end{aligned} \rightarrow 23500 \text{ kg}$$

$$24 = \text{گزین (۲)}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow 650a(10 + 15 + 10) = 23500 \rightarrow a = 1.03 \text{ cm}$$

در اتصال شکل زیر چنانچه تنش برشی مجاز جوش برابر 1000 kg/cm^2 و بعد مؤثر جوش 0.8 cm باشد مطلوب است تعیین مقادیر حداقل a و b به طوری که تنش یکنواخت در جوش ها ایجاد گردد. (سراسری ۷۰)



$$a = 5.15 \text{ cm}, b = 16.15 \text{ cm} \quad (1)$$

$$a = 10 \text{ cm}, b = 20 \text{ cm} \quad (2)$$

$$a = 12 \text{ cm}, b = 11 \text{ cm} \quad (3)$$

$$a = 4 \text{ cm}, b = 16 \text{ cm} \quad (4)$$



$$\frac{a \times 10 + 10 \times 5 + b \times 0}{a + 10 + b} = 3$$

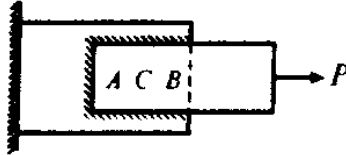
$$\rightarrow 10a + 50 = 3a + 3b + 30 \rightarrow 7a - 3b = -20$$

$$\sum F_x \Rightarrow (a + 10 + b) \times 0.8 \times 1000 = 24000 \rightarrow a + b = 20$$

$$\rightarrow a = 4, b = 16$$

(آ) ۸۱

در شکل زیر حداکثر تنش جوش گوشه در کدام نقطه اتفاق می افتد؟

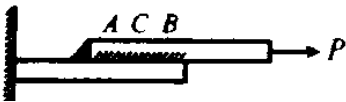


(۱) نقطه A

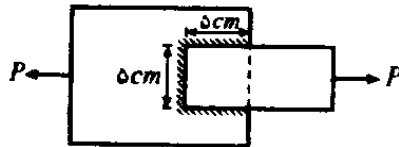
(۲) نقطه B

(۳) نقطه C و B

(۴) نقطه A و B



- ظرفیت کششی اتصال چنانچه جوش کنترل نماید برابر است با (سایز جوش ۰/۸ سانتی متر): (آ) ۸۱



(۱) ۷/۸ ton

(۲) ۶/۵ ton

(۳) ۵/۶ ton

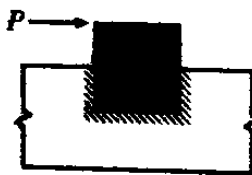
(۴) ۸/۷ ton

$$\text{ظرفیت} = (5+5+5) \times 0.8 \times 650 = 7800 \text{ kg}$$

ورقی مطابق شکل به یک تیر جوش شده است. تحت بار P مطابق شکل، جوش باید تحت اثر کدام یک

(آ) ۷۹

از تنش های زیر محاسبه شود؟



(۱) تنش های ناشی از برش

(۲) تنش های ناشی از برش و پیچش

(۳) تنش های ناشی از خمش و برش

(۴) تنش های ناشی از خمش و پیچش

سراسری ۸۹

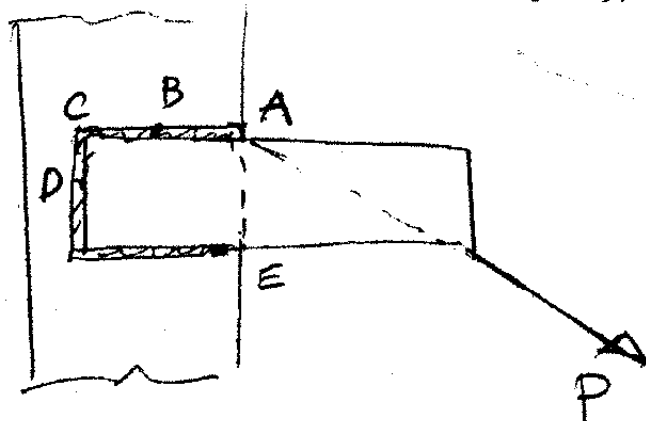
بحرانی ترین نقطه در جوش شکل داده شده، عبارتست از:

A (۱)

C (۲)

E, A (۳)

D, B (۴)



(7) پیچ ها

انواع پیچ از نظر جنس پیچ:

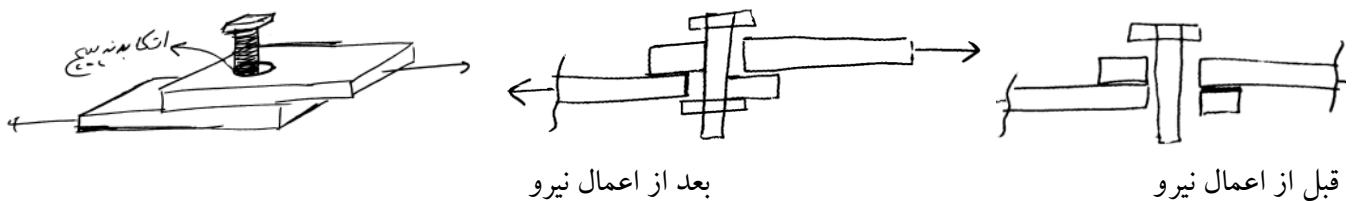
1- پیچ معمولی: ارزان تر است ولی تعداد پیچ بیشتری لازم دارد.

برای مثال: پیچ 4.6 با $F_u = 4000 \text{ kg/cm}^2$ ، $F_y = 0.6 F_u$

2- پیچ اعلا (پیچ پر مقاومت): برای مثال: پیچ 8.8 و پیچ 10.9

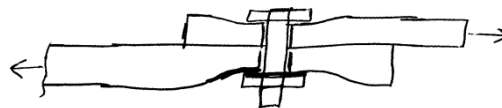
انواع پیچ از نظر نوع اتصال

1- اتصال اتکایی: از دو نوع پیچ معمولی و اعلا می توان استفاده کرد. انتقال نیروی از طریق اتکای بدنه پیچ به قطعات متصل شونده است.



2- اتصال اصطکاکی: تنها از پیچ پر مقاومت می توان استفاده کرد.

پیچها از طریق پیچاندن اضافی مهره ها پیش تنیده می شوند. در نتیجه پیچ تحت کشش اولیه و صفحات متصل شونده تحت فشار اولیه قرار می گیرند. انتقال نیرو از طریق اصطکاک بین صفحات متصل شونده است.



$$T_i = 0.55 F_u A_b$$

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)

نحوه کنترل اتصال:

1- کنترل تنش در ورق (که در اعضای کششی بحث شد)

2- کنترل تنش برشی و کششی در پیچ

- در اتصالات لرزه گیر کدام نوع اتصال باید استفاده شود:

ج: تنها اصطکاکی

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

ج: تنها اصطکاکی

- تنش های لهیدگی در کدام نوع اتصال باید کنترل شود:

ج: تنها در اتکایی



رگات مربوط به اتصال امپلاکی ←

✓ در مقایسه با اتکالی مقدار پیچ بیشتری لازم دارد (اگر نوع پیچ مواد پر مقاومت باشد)

✓ در بارگذاری متناوب با تناوب زیاد باید به شکلی به کنترل می شود
✓ سطوح صاف باید تمیز شوند

✓ کنترل تنش کششی لازم نیست

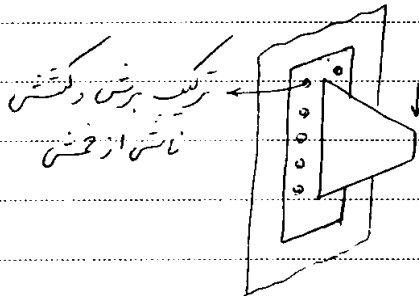
✓ سازه اتصالات در محدوده انقباضی ممرزه گیر باید امپلاکی باشند

کنترل اتصال اتکالی :

$$\left\{ \frac{1}{7} F_y, \frac{1}{10} F_u \right\} \text{ و } \left\{ A_n, A_e, A_g \right\}$$

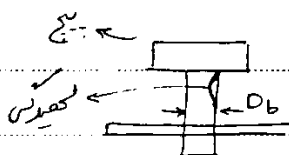
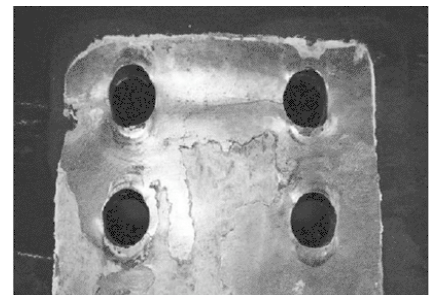
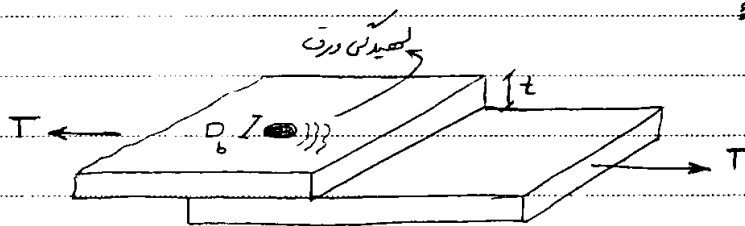
۱- کنترل تنش در ورق ها و اعضای اصلی ←

۲- کنترل برش و کشش در پیچ ها :



نکته: اگر برش و کشش همزمان باشند آنها را جدا جدا بررسی نمی کنیم.

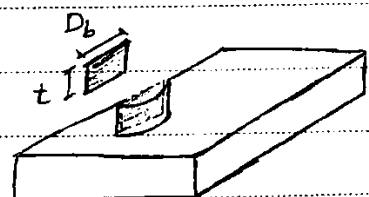
۳- کنترل لغزشی پیچ و ورق :

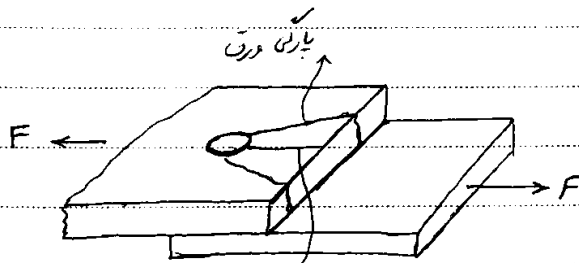


چون همیشه مقاومت پیچ < مقاومت ورق است ،

← پیچ هیچ گاه دچار لغزشی نمی شود و قبل از آن ورق له می شود

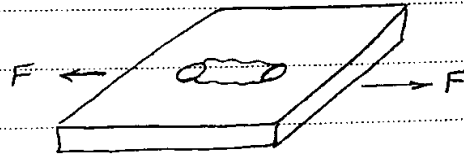
$$f_p = \frac{P_b}{t D_b} < F_p = 1.2 F_u$$



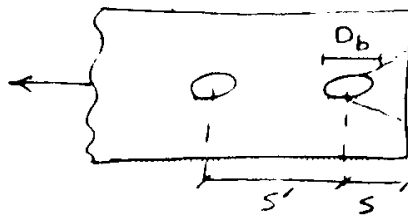


۴- کنترل پارگی ورق :

این طول کم باشد احتمال بریده شدن افزایش می یابد.

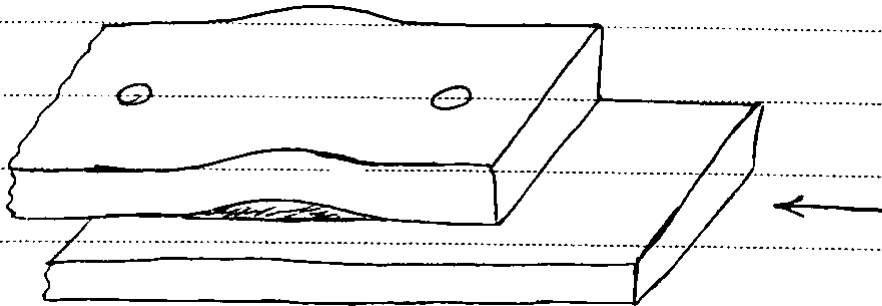


گزینه نامه به کدی اکثر $\left\{ \begin{array}{l} S > 2D_b \\ S' > 3D_b \end{array} \right\}$ $\Rightarrow$ کنترل حداقل فواصل لازم برای پیچ ها در راستای سوز
چک می شود .
 $\Rightarrow$ نیاز به کنترل پارگی نیست .

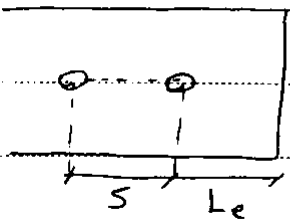


۵- کنترل حداقل فواصل :

علت : $\left\{ \begin{array}{l} ۱- جلوگیری از گاش بر روی ورق بین پیچ ها \\ ۲- جلوگیری از نفوذ مواد (آب و ...) بین صفحات بهم چسبیده و ترک خوردن آنها \end{array} \right\}$

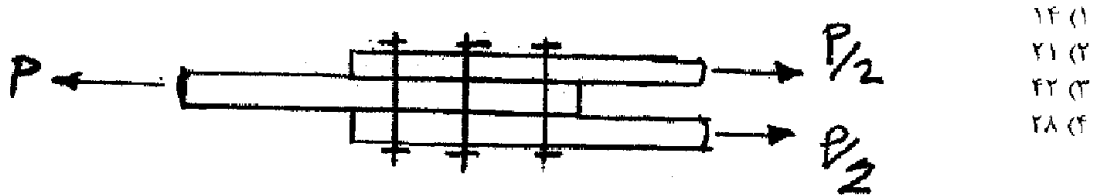


قطعات رنگ شده $L_e < \left\{ \begin{array}{l} \text{Min} \{ 12t, 18cm \} \\ \text{min} \{ 12t, 18cm \} \end{array} \right\}$
قطعات رنگ نشده

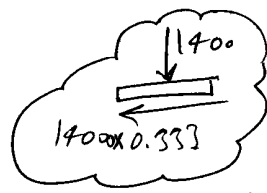


سراسری ۸۹

۱۱۲- در اتصال اصطکاکی نشان داده شده از سه پیچ استفاده شده است و در هر یک نیروی پیش تنیدگی برابر 14000 kg به وجود آمده است. در صورتیکه ضریب اصطکاک بین ورقها برابر 0.333 باشد نیروی P لازم برای اینکه ورقها در آستانه لغزش قرار گیرند بر حسب 1000 چقدر است؟



۱۱۲ ← از آنجا که ضریب اصطکاک برابر 0.333 می باشد



در آن مکان ← هر کدام را که می خواهید 14000×0.333 است

$$P = 6 \times 14000 \times 0.333 = 28000 \text{ kg}$$

در اتصالات با پیچ اصطکاکی که تحت برش قرار دارند، کدام یک از تنش های زیر را باید در محاسبات کنترل کرد؟

- (۱) برش در پیچ و اتکاء بر روی سوراخ پیچ
- (۲) برش در پیچ و اتکاء روی بدنه پیچ
- (۳) برش و کشش در پیچ
- (۴) برش در پیچ

در اتصالات لرزه گیر، پیچ ها باید شرایط زیر را داشته باشند:

- (۱) از نوع اتکایی باشند.
- (۲) گزینه (۳) و (۴)
- (۳) پیچ پرمقاومت باشند.
- (۴) به مقدار مقرر پیش تنیده شوند.

در یک ساختمان فولادی با قاب های ساده بادبندی شده، اتصالات بادبندی جهت مقابله با نیروی زلزله باید شرط زیر را دارا باشند:

- (۱) اتصال آنها جوشی و یا پیچی اصطکاکی باشد.
- (۲) حتماً اتصال آنها جوشی باشد.
- (۳) اتصال آنها جوشی و یا پیچی اتکایی باشد.
- (۴) اتصال آنها هر چه باشد، اگر فقط برای نیروهای تعیین شده پاسخگو باشد کافی است.

(نظام مهلاسی)

بر روی کله پیچی علامت 10.9 حک شده است. مفهوم این علامت چیست؟

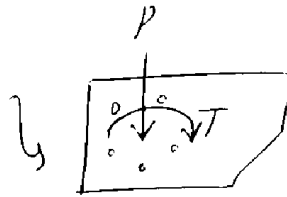
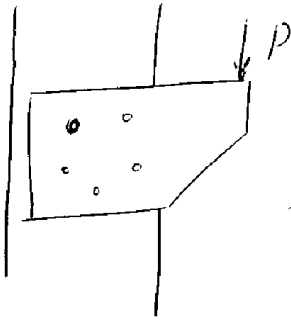
(۱) حد گسیختگی فولاد پیچ 10.9 t/cm^2 است.

(۲) قطر زیر دنده‌های پیچ 10.9 mm است.

(۳) لنگر پیچشی لازم برای سفت کردن پیچ 10.9 t.m است.

(۴) حد گسیختگی فولاد پیچ حدود 10 t/cm^2 و حد جاری شدن اسمی آن حدود 9 t/cm^2 می‌باشد.

نحوه محاسبه نیروی برشی ناشی از پیچش (در پیچ که °)



✓ نیروی P به نسبت مساوی

بین پیچ به تقسیم می‌گردد

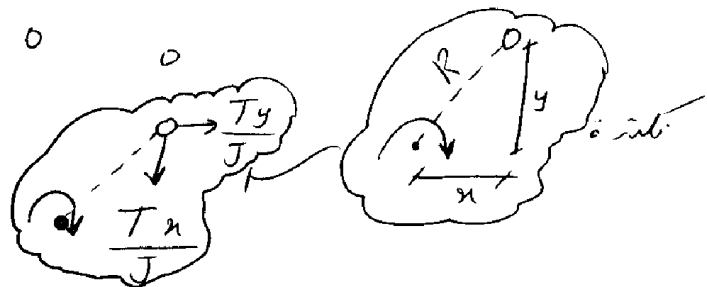
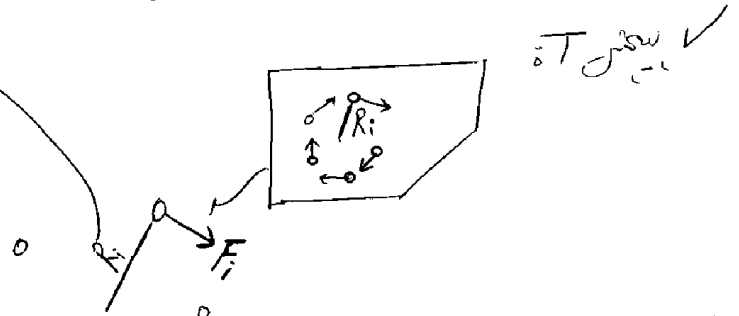
$$f_v = \frac{P}{nA}$$

تقسیم برشی ناشی از P
تعداد پیچ
مساحت هر پیچ

فاصله پیچ از مرکز سطح

$$F_i = \frac{T R_i}{\sum A_i R_i^2}$$

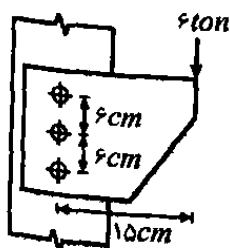
مساحت هر پیچ



برای اتصال زیر از سه پیچ با سطح مقطع 2 cm^2 استفاده شده است. تنش برشی در پیچ فوقانی کدام

(میانگین ۷۷ با کمی تغییر)

است؟ (بر حسب kg/cm^2)



$$\sqrt{1750^2 + 3000^2}$$

$$3500$$

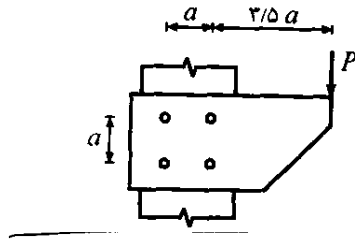
$$3500$$

$$\sqrt{2250^2 + 1000^2}$$

2

$$F = \sqrt{2000^2 + 7500^2} \rightarrow \tau = \frac{F}{2} = \sqrt{1000^2 + 750^2}$$

نیروی P به کمک چهار پیچ مشابه مطابق شکل به ستون منتقل می‌شود. براساس تحلیل الاستیک بیشترین نیروی ایجاد شده در پیچ‌ها چقدر می‌باشد؟ (۸۱ و ۸۲)



$$\begin{matrix} \sqrt{2}P/2 & \sqrt{5}P/4 \\ \sqrt{41}P/4 & 2P/2 \end{matrix}$$

- 15

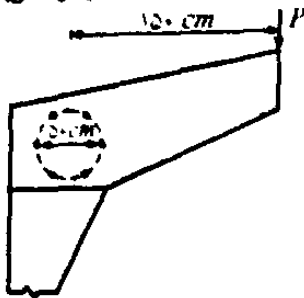
جهت نزدیک‌ترین نامی از سیم به جهت
نیروی P نزدیک‌تر است

$$\left. \begin{matrix} P/4 \\ (4Pa)/4 = \sqrt{2}P \\ R = \frac{a\sqrt{2}}{2} \end{matrix} \right\} \rightarrow \frac{\sqrt{2}P \times \sqrt{2}}{2} \rightarrow \frac{5P}{4}$$

$$\rightarrow F = \sqrt{\left(\frac{5P}{4}\right)^2 + P^2} = \frac{\sqrt{41}P}{4}$$

در اتصال اصطکاکی پیچی زیر (به صورت ساعتی) از ۶ پیچ به قطر ۲۰ mm و تنش برشی مجاز 1200 kg/cm^2 و تنش کششی مجاز 3000 kg/cm^2 استفاده شده است. حداکثر مقدار P چقدر است؟

(لگام مولده)



(۱) ۳۲۳۰ kg

(۲) ۹۴۲۵ kg

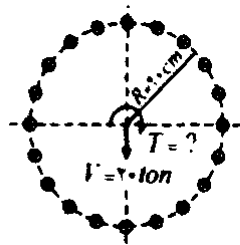
(۳) ۷۵۴۰ kg

(۴) ۶۶۰۰ kg

$$F = P + \frac{P}{6} = \frac{7P}{6} \Rightarrow \tau = \frac{7P/6}{\pi \times 1^2} < 1200$$

$$\rightarrow P < \frac{1200 \times \pi \times 6}{7} = 3231 \text{ kg}$$

در اتصال ساعتی شکل مقابل چنانچه از ۲۰ عدد پیچ $M 8.8$ به قطر 20 mm استفاده شود. در صورتی که تنش مجاز پیچ ها برابر 1600 kg/cm^2 باشد. حداکثر لنگر پیچشی T که می تواند به اتصال وارد شود کدام یک از مقادیر زیر است؟ (نظام مهندسی)



$$T = 50 \text{ t.m} \quad (1)$$

$$T = 32 \text{ t.m} \quad (2)$$

$$T = 65 \text{ t.m} \quad (3)$$

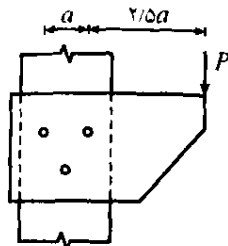
$$T = 60 \text{ t.m} \quad (4)$$

$$\text{نیروی پیچ بکری} = \frac{20000}{20} + \frac{T/20}{40} = 1000 + \frac{T}{800}$$

$$\tau = \frac{1000 + T/800}{\pi \times 1^2} < 1600 \rightarrow T < 3221238 \text{ kg.cm} = 32 \text{ t.m.}$$

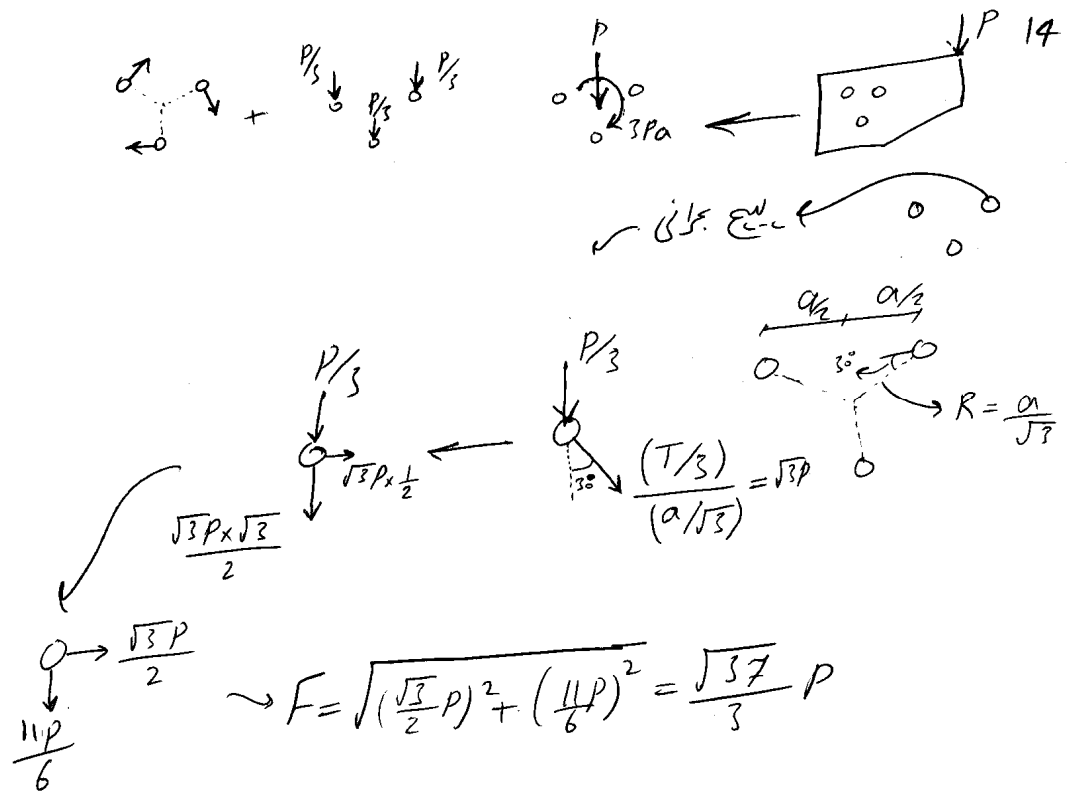
نیروی P به کمک سه پیچ مشابه مطابق شکل به ستون منتقل می شود. براساس تحلیل الاستیک. (آ) (۸۱)

بیشترین نیروی ایجاد شده در پیچ ها چقدر می باشد؟ فاصله مراکز پیچ ها از یکدیگر برابر است.

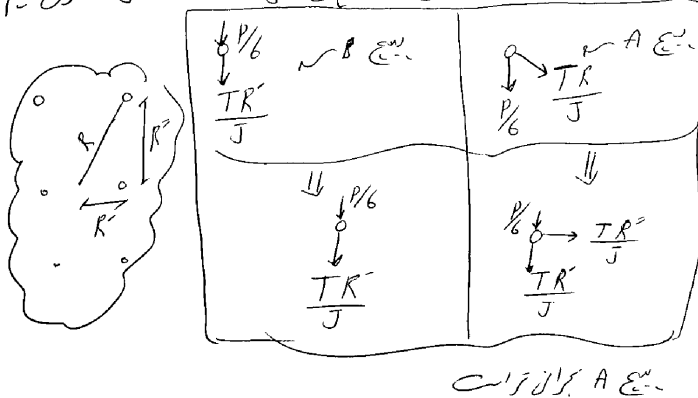


$$\frac{\sqrt{25}}{3} P \quad (1) \quad \frac{\sqrt{27}}{3} P \quad (2)$$

$$2P \quad (3) \quad \frac{\sqrt{28}}{3} P \quad (4)$$



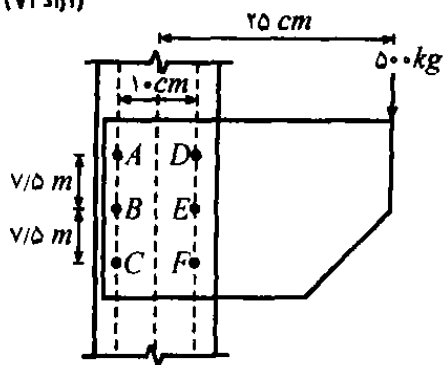
سعی A, C شرایط یکسان دارند پس کافی است فقط یکی را کنترل کنیم



نموده تقسیم به سه بزرگی

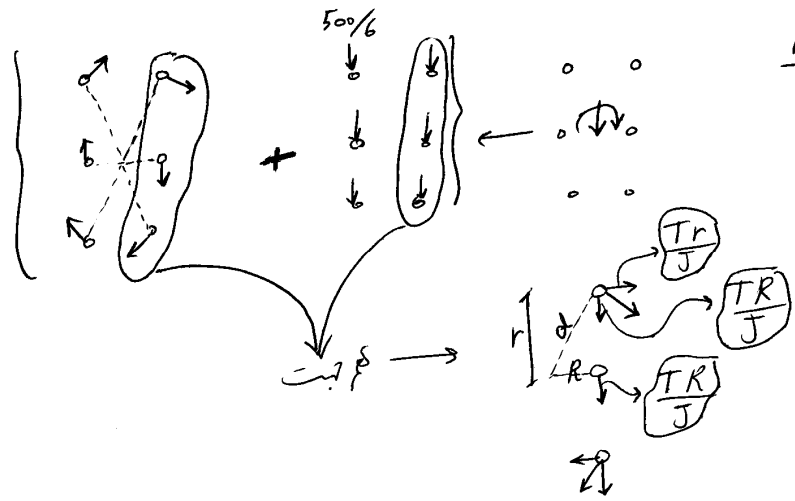
کافی چون بزرگی با $P/6$ کم نیست

(آزاد ۷۱)

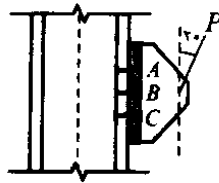


در کدام یک از پیچ‌های شکل مقابل حداکثر تنش رخ می‌دهد؟

- D, A (1)
- A, C (X)
- F, C (X)
- F, D (X)



در طراحی اتصال اصطکاکی نشان داده شده در شکل وضعیت کدام پیچ بحرانی تر می باشد؟ (مهراسری ۷۹)

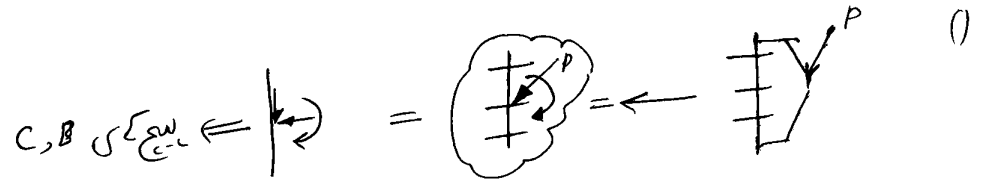


C (۱)

B (۲)

A (۳)

(۴) هر سه پیچ یک وضع دارند.



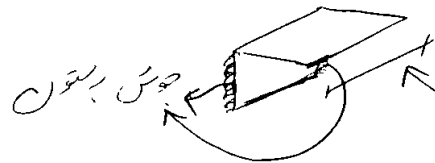
رنگ را خواهند بود تنها پیچ که ممکن است ترکش بیند پیچ A است

(8) اتصالات

انواع اتصال
 {
 ملب
 غیر ملب
 سازه (مفصلی)

اتصال با نبشی نشیمن

(مفصلی)



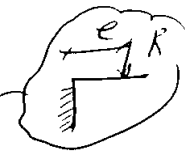
عرض نبش باید بزرگتر از عرض تیر باشد

طول پل نبش
 براساس اسیدگی جان تیر ملبه‌ی شور

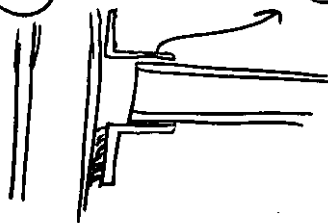
ضخامت پل نبش
 براساس نقش برکی در مقطع

$$V = R$$

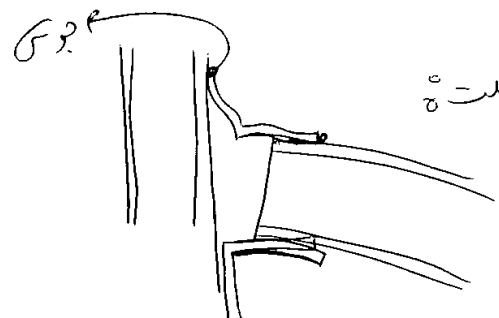
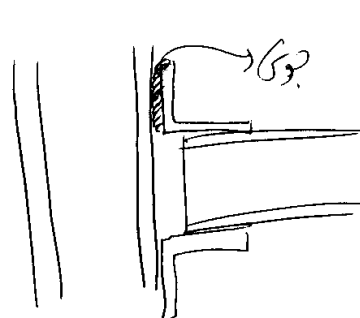
$$M = R \times e$$



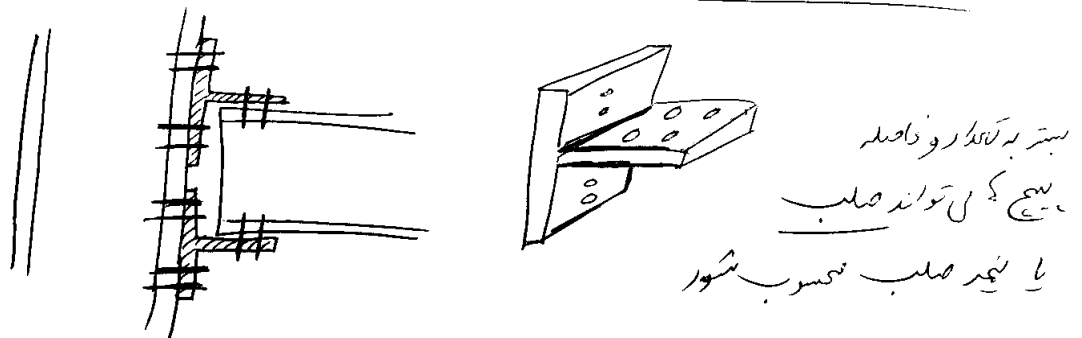
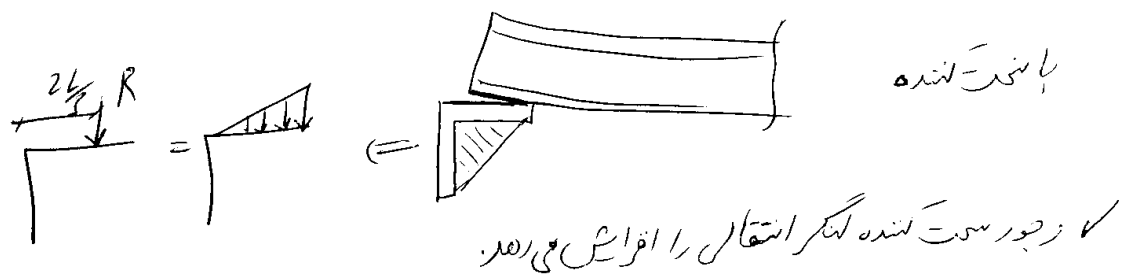
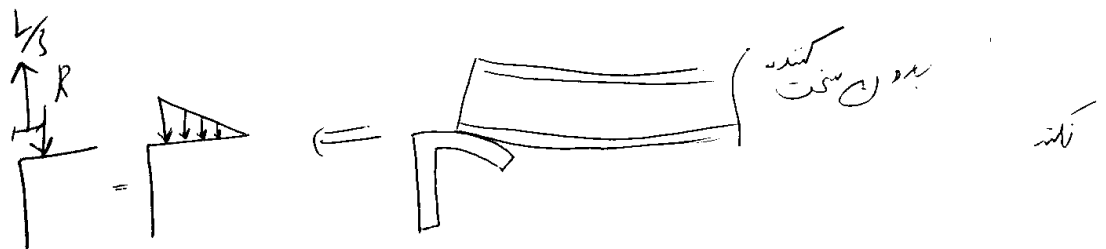
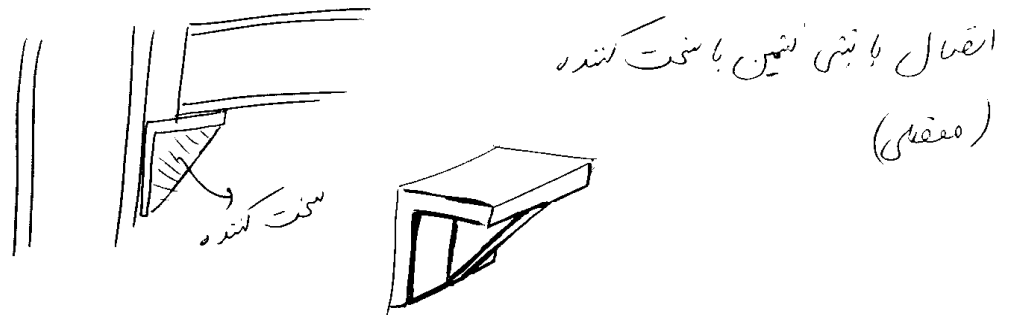
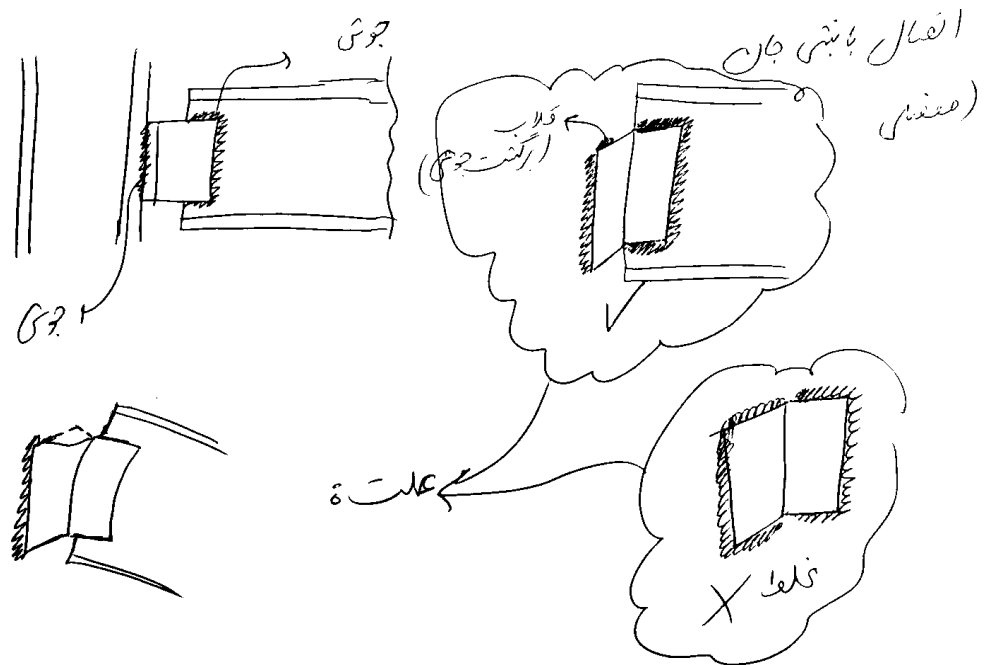
نبشی فوقانی نقش سازه از ندارد و تنها براساس جلدگیر از نقش درپایه است
 بنابراین نیاز به هم‌کاسه ندارد (ابعاد نبشی و جوش آن)

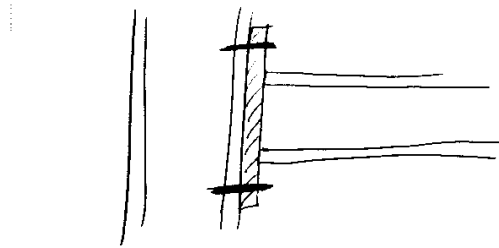


اتصال نبشی فوقانی نباید سراسری باشد چون بتون



نقطه (چون گیره‌ای ندارد)





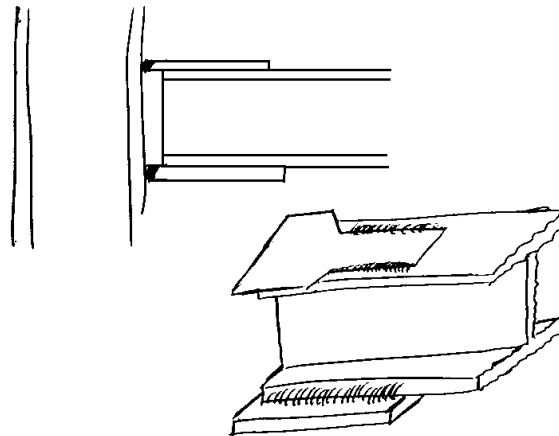
اتصال با صفحه انتهایی

ابتدای صفحه انتهایی را به تیر

جوش می دهند سپس صفحه را به ستون
پیچ می کنند

بسته به تعداد و فاصله پیچ که صلب یا نیمه صلب است (معمولاً صلب فرض می شود)

اتصال با وسیله های بال



اتصال صلب

مبنای طراحی ابعاد (طول، عرض و ضخامت) پایه افقی (بال افقی) نبشی نشیمن در اتصال مفصلی

(مراکز ۷۴)

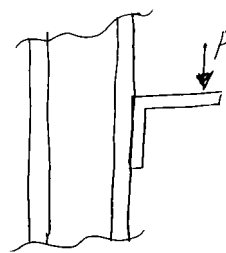
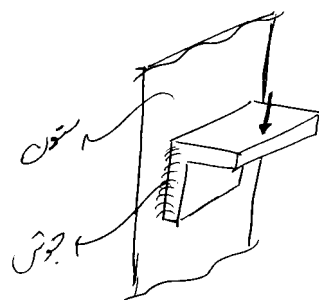
(ساده) تیر به ستون چیست؟

(۱) لهیدگی یا جاری شدن جان تیر

(۲) کنترل برش در پایه افقی

(۳) کنترل خمش در مقطع بحرانی پایه افقی

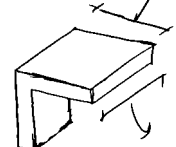
(۴) هر سه مورد



نبشی نشیمن

این طول اگر کوچک باشد به
سخت تمرکز بار جان
تیر لهیده می شود

مقطع بحرانی
جوش به ستون
بر اساس فاصله بین در مقطع بحرانی تعیین می شود
تخمین + باید
آوردن را باید تا بتواند
تخمین + باید آنگاه باشد تا بتواند
 $M = P \cdot e$
 $V = P$ را تحمل کند

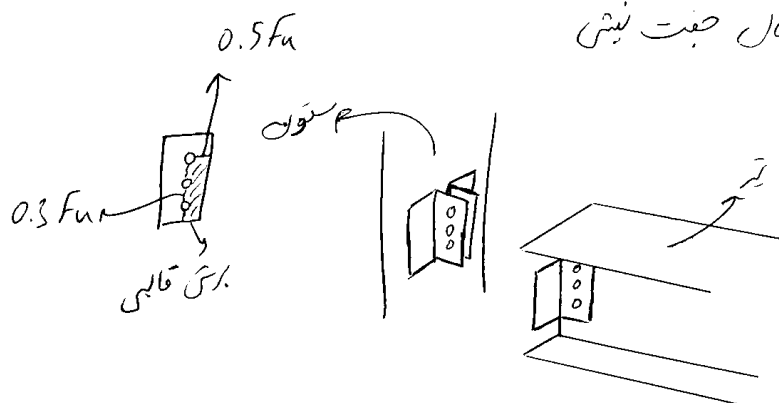


این عرض باید حداقل
Scm بزرگتر از عرض تیر باشد

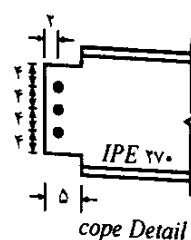
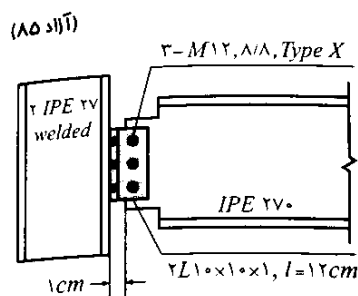
در اتصال مفصلی جفت نبشی تیر به ستون اگر اتصال نبشی به تیر پیچی باشد بوش دو راستای سوراخ
پیچ‌ها در نبشی با تنش مجاز زیر کنترل می‌گردد.

(۱) $0.13 F_u$ (۲) $0.16 F_y$ (۳) $0.14 F_y$ (۴) برش چک نمی‌شود

۱- اتصال جفت نبشی



- در شکل (۱) نوع اتصال را تعیین فرمایید.



فرمول‌های آیین‌نامه فولاد ایران:

مشخصات پروفیل IPE 270

$$\begin{aligned} b_f &= 13.5 \text{ cm} \\ t_f &= 1.02 \text{ cm} \\ t_w &= 0.166 \text{ cm} \\ h - 2c &= 21.9 \text{ cm} \\ I_x &= 5790 \text{ cm}^4 \\ I_y &= 420 \text{ cm}^4 \\ S_x &= 429 \text{ cm}^3 \\ A &= 45.9 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Bolts: $F_u = 8250 \text{ kg/cm}^2$ پیچ‌ها

$$\begin{aligned} F_v &= 0.28 F_u \\ F_t &= 0.38 F_u \\ F_p &= 1.2 F_u \end{aligned}$$

Steel: فولاد $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$

$$\begin{aligned} F_v &= 0.4 F_y & F_u &= 3700 \text{ kg/cm}^2 \\ F_b &= 0.16 F_y \\ F_t &= 0.5 F_u \\ F_v &= 0.3 F_u \end{aligned}$$

شکل ۱- اتصال تیر به ستون

(۱) صلب (۲) خورجینی (۳) مفصلی (۴) نیمه صلب

۴ چون این اتصال مفصلی است به کار رفته در اتصال را تعیین کنید

در شکل سؤال قبل (شکل ۱) نوع پیچ‌های به کار رفته در اتصال را تعیین کنید.

(۱) پرمقاومت (۲) اتکایی (۳) اصطکاکی (۴) گزینه (۱) و (۲)

گزینه ۴ صحیح است

۵ - اتکایی

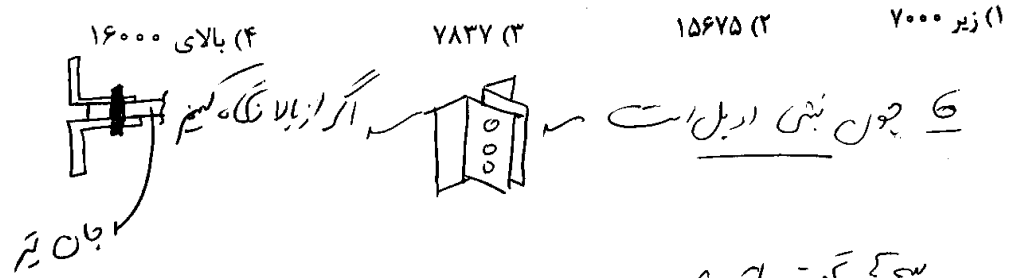
M 12, 8/8, Type X

۱۲ mm قطر

$F_u = 8000$

$F_y = 0.8 F_u = 6400$

در شکل (۱) ظرفیت برشی کل پیچ‌های متصل به تیر برابر است با (بر حسب کیلوگرم): (آ) (۸۵)



پیچ گت از برش ادبل است و نیروی هر پیچ $\frac{P}{2}$ است

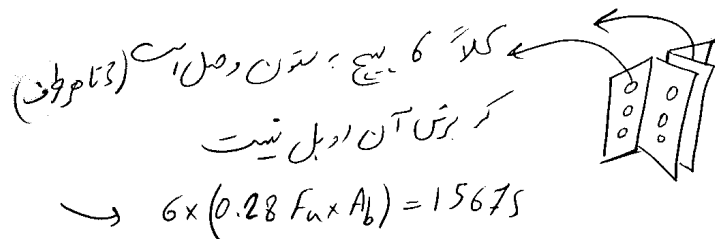
مات پیچ $\rightarrow$

$$F_u = 3 \times (2 \times 0.28 F_u A_b) = 3 \times 2 \times 0.28 \times 8250 \times \pi \times 0.6^2 = 15675 \text{ kg}$$

مات گرفته
یعنی دوین
تعداد پیچ ۳

در شکل (۱) ظرفیت برشی کل پیچ‌های متصل به ستون برابر است با (بر حسب کیلوگرم): (آ) (۸۵)

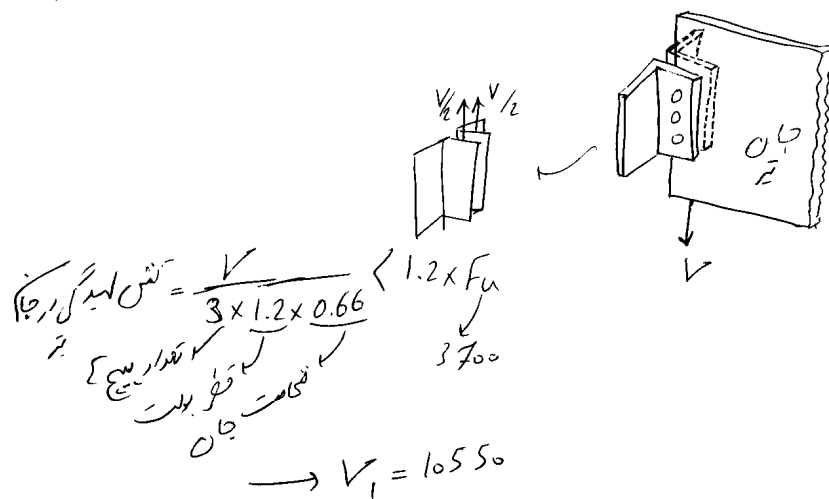
(۱) زیر ۷۰۰۰ (۲) ۸۷۳۷ (۳) ۱۵۶۷۵ (۴) بالای ۱۶۰۰۰



$$6 \times (0.28 F_u A_b) = 15675$$

در شکل (۱) کل ظرفیت پیچ‌های متصل به تیر در اتکاء روی سوراخ پیچ بر حسب کیلوگرم برابر است با: (آ) (۸۵)

(۱) ۱۰۵۵۰ (۲) ۲۱۰۹۹ (۳) ۳۱۹۶۸ (۴) ۲۳۵۲۲



تشن لیدگی در جاک $= \frac{V}{3 \times 1.2 \times 0.66} < 1.2 \times F_u$

تعداد پیچ ۳
فاصله بین پیچ ۱۰
قطر بولت ۰

$\rightarrow V_1 = 10550$

تشن لیدگی در نبی $= \frac{V/2}{3 \times 1 \times 1.2} < 1.2 \times F_u \rightarrow V_2 = 31268 \text{ kg}$

تعداد پیچ ۳
فاصله بین پیچ ۱۰
قطر بولت ۰

$\rightarrow V = \min \{V_1, V_2\} = 10550$

در شکل (۱) ظرفیت پارگی برش قالبی در قسمت تیر بر حسب کیلوگرم برابر است با: (۱) ۱۱۴۷۰ (۲) ۷۵۷۰ (۳) ۱۷۲۰۰ (۴) ۸۴۲۵

(آ) ۸۵

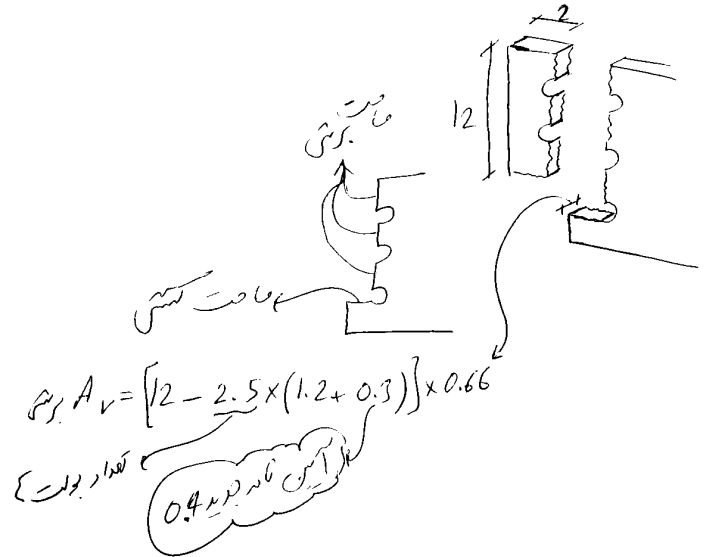
چون جان تیر ناگزیر تراست و نیروی آن برضلات نبشی که (در ۱/۲ است) برابر ۷ است تنها جان تیر را بررسی می کنیم

$$A_T = [2 - 0.5 \times (1.2 + 0.3)] \times 0.66$$

کشی

$$V = 0.3 F_u \times A_v + 0.5 F_u \times A_T = 7570$$

۳۷۰۰



در شکل (۱) ظرفیت پارگی برشی در هر یک از نبشی های اتصال بر حسب کیلوگرم برابر است با: (۱) ۱۱۵۲۰ (۲) ۸۳۲۵ (۳) ۵۰۰۰ (۴) ۶۰۰۰

(آ) ۸۵

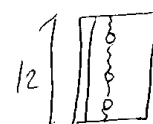
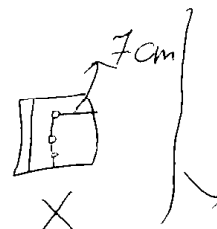
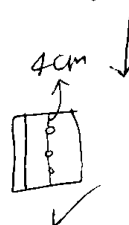
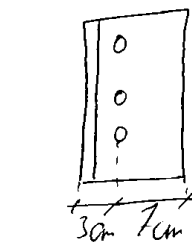
۶۰۰۰ (۴)

۵۰۰۰ (۳)

۸۳۲۵ (۲)

۱۱۵۲۰ (۱)

چون نبشی ۱۰×۱۰ است



$$T = A_v \times 0.3 F_u = (12 - 3 \times (1.2 + 0.3)) \times 1 \times 0.3 \times 3700 = 8325 \text{ kg}$$

نشی نبشی ۰.۴

در شکل (۱) فاصله آزاد ۱cm بین تیر و ستون به علت زیر گذاشته می شود:

(آ(اد ۸۵)

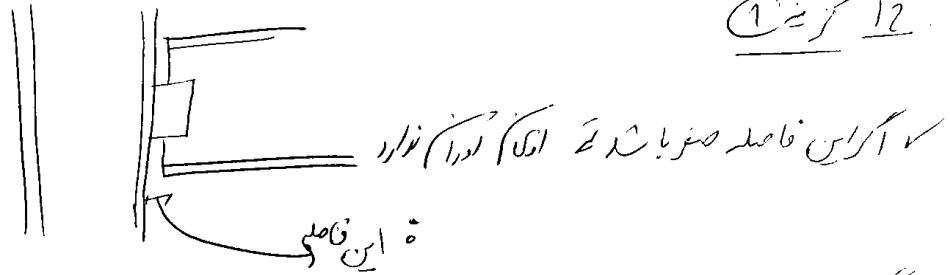
(۲) ایجاد دوران در تیر

(۱) گزینه (۲) و (۴)

(۴) رواداری اجرای نصب

(۳) انتقال برش از نبشی به ستون

۱۲ گزینه ۱

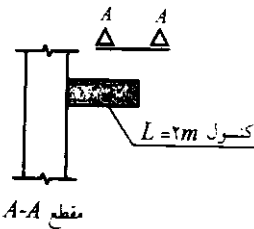
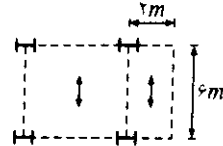


✓ اگر این فاصله صفر باشد نه امکان ندارد
 ✓ اگر این فاصله صفر باشد موقع نصب تیر اگر تیر کمی بلند تر باشد شور (خطای ناخست) یا ستون کمی نزدیک تر باشد تیر جابجی شور!

در شکل زیر، چنانچه از یک نبشی با دو بال مساوی به عنوان نبشی زیرسری استفاده شود، ساین

نبشی برابر است با: $\begin{cases} DL = 0.55 t/m^2 \\ LL = 0.35 t/m^2 \end{cases}$ و $42cm$ (طول نبشی)

(آ(اد ۷۸)



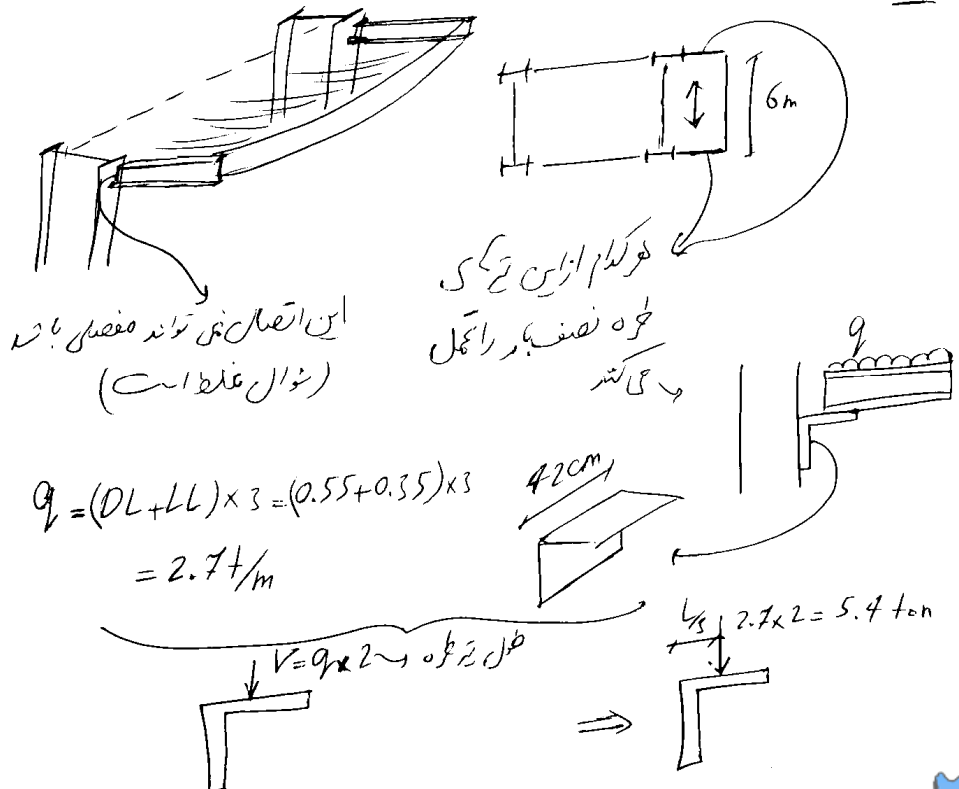
(۱) $L15 \times 15 \times 1.5$

(۲) $L10 \times 10 \times 1$

(۳) $L12 \times 12 \times 1.2$

(۴) $L8 \times 8 \times 0.8$

13



$$q = (DL + LL) \times 3 = (0.55 + 0.35) \times 3 = 2.7 t/m$$

$$2.7 \times 2 = 5.4 ton$$

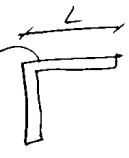
نکته: کل اثر بار پخش بر نبشی برنامد $\frac{1}{3}$ طول نبشی قرار دارد



$$M = V \times \frac{L}{3} = 5400 \times \frac{L}{3} = 1800L$$

$$S = \frac{1}{6} b t^2 = \frac{1}{6} \times 42 t^2 = 7t^2$$

در مقطع برای نبشی



$$\Rightarrow \frac{M}{S} < 0.75 f_y \rightarrow \frac{1800L}{7t^2} < 1800$$

رنبشی t معادل $\frac{1}{10}$ تنش بار

$$\rightarrow 7t^2 > L \rightarrow t > 1.4 \text{ cm} \rightarrow t = 1.5 \text{ cm}$$

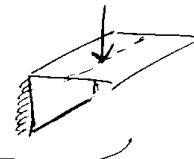
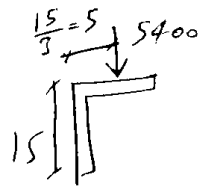
در شکل سؤال قبل اگر دو طرف محل اتصال نبشی به ستون کاملاً جوش شود، سایز جوش برابر است با: (ارزش جوش گوشه $1000a \text{ kg/cm}$ در نظر گرفته شود که a بعد جوش است.) (آاد ۷۸)

۰/۳۶ $\sqrt{5} \text{ cm}$ (۲)

۰/۱۸ $\sqrt{5} \text{ cm}$ (۱)

۰/۳۶ $\sqrt{10} \text{ cm}$ (۴)

۰/۱۸ $\sqrt{10} \text{ cm}$ (۳)

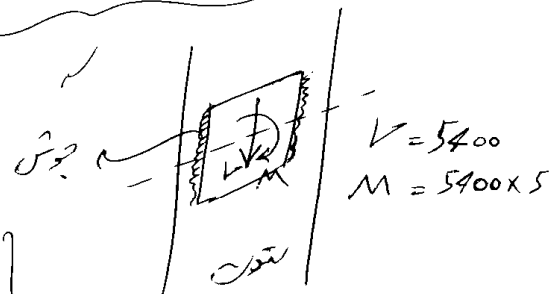


۱۴

$$f_v = \frac{V}{2 \times 15 \times a} = \frac{180}{a}$$

در خط جوش

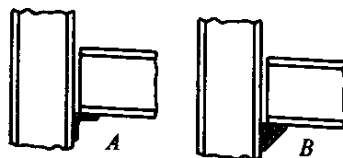
$$f_m = \frac{M \times 7.5}{2 \left[a \times \frac{15^3}{12} \right]} = \frac{360}{a}$$



$$\rightarrow f < 1000 \rightarrow a > \sqrt{\left(\frac{180}{1000} \right)^2 + \left(\frac{360}{1000} \right)^2} = 0.18 \sqrt{5}$$

برای تکیه‌گاه ساده یک تیر فولادی دو شکل A و B مطرح شده است. در مورد لنگر خمشی وارده به

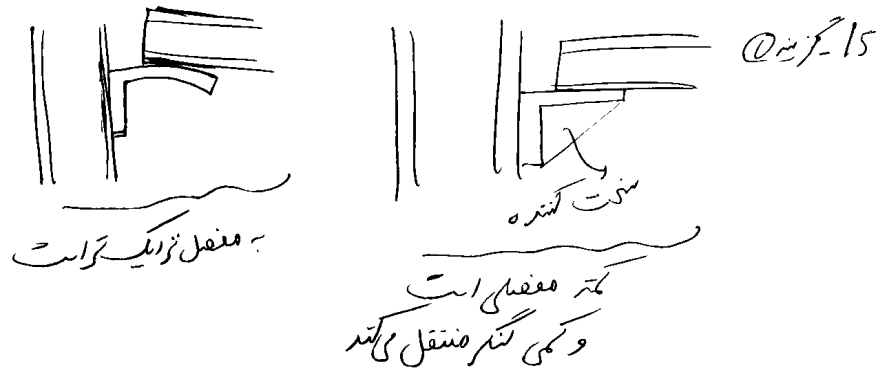
(آاد ۷۸ و نظام مهندسی)



ستون کدام گزینه صحیح است؟

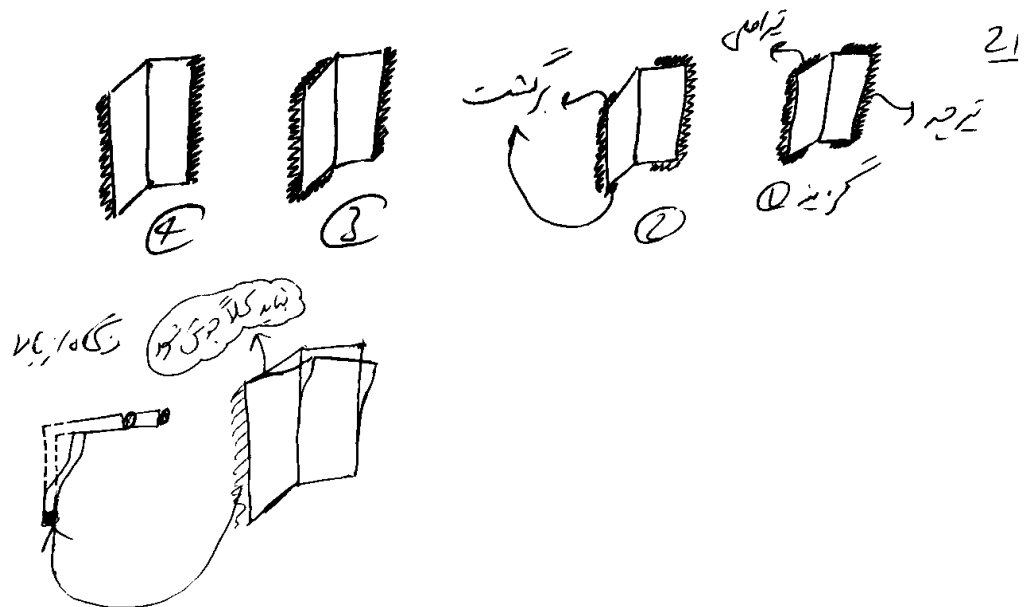
- (۱) لنگر وارده به ستون در حالت B بیشتر است.
- (۲) لنگر وارده به ستون در هر دو حالت مساوی است.
- (۳) لنگر وارده به ستون در حالت A بیشتر است.
- (۴) چون تکیه‌گاه ساده است به ستون لنگری وارد نمی‌شود.



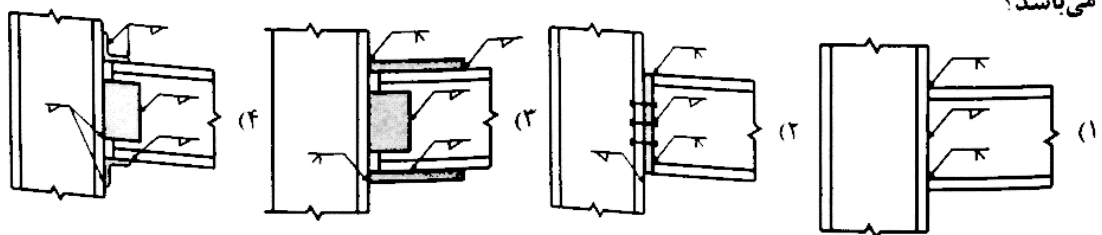


در مورد اتصال ساده تیر به تیر، با جفت نبشی جان کدام یک از حالت‌های زیر طریقه صحیح جوشکاری را مشخص می‌کند؟
(نظام مهندسی)

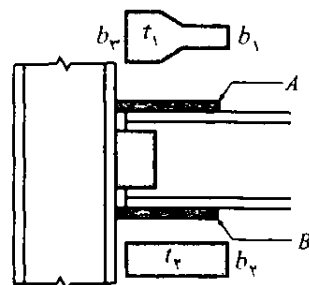
- (۱) دور تا دور نبشی روی تیرچه و تیر اصلی
- (۲) روی تیرچه دور تا دور و روی تیر اصلی فقط دو خط قائم با دو برگشت
- (۳) روی تیرچه دو خط قائم و روی تیر اصلی دور تا دور
- (۴) روی تیرچه دو خط قائم و روی تیر اصلی دو خط قائم



۲۵- کدام یک از اتصالات تیر به ستون زیر شکل پذیری و مقاومت بیشتری را برای اتصال صلب دارا می‌باشد؟
(میزا سری ۷۷)



در طرح اتصال صلب تیر به ستون یک قاب خمشی معمولی از مقاومت نهایی تیر استفاده شده است. اگر t_1 و t_2 ضخامت ورق‌های A و B باشند، کدام مورد صحیح است؟
(آزاد ۷۸ و نظام مهندسی)



$$t_1 b_1 > t_2 b_2 \quad (۱)$$

$$t_1 b_1 = t_2 b_2 \quad (۲)$$

$$t_1 b_1 < t_2 b_2 \quad (۳)$$

$$t_1 b_1 = t_2 b_2 \quad (۴)$$

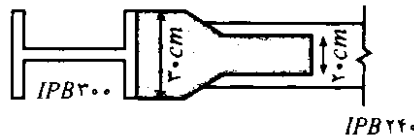
26 ورق A ← یک عضو کششی است که زیر بار (گرم) دارا است $\frac{M}{d} = \frac{F}{b_1 t_1}$ نیروی دارا بر ورق A
لنگر دارا بر تیر
ارتفاع تیر

$$\frac{F}{b_1 t_1} < 0.6 F_y \rightarrow \frac{M/d}{b_1 t_1} < 0.6 F_y$$

$$\frac{M/d}{b_2 t_2} < 0.6 F_y \quad \leftarrow \text{ورق ۸}$$

$$b_1 t_1 = b_2 t_2 \quad \text{با مقایسه ادرابطه فوق}$$

در اتصال صلب تیر به ستون شکل زیر لنگر انتهای تیر $M = 12 \text{ ton}\cdot\text{m}$ و عکس العمل تیر به ستون $R = 18 \text{ ton}$ می باشد. با توجه به اینکه $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ ضخامت ورق گیردار برابر است با:



(۱) ۲ cm

(۲) ۲/۵ cm

(۳) ۳ cm

(۴) ۱/۸ cm

27 نکته: ورق های بالای و پایین تنها لنگر را منتقل می کنند برش توسط ورق جانم منتقل می شود بنابراین در این مسئله نیازی به $R = 18$ نداریم

$$F = \frac{1200000}{24} = 50000 \text{ kg} \Rightarrow \frac{50000}{(20 \times t)} < 0.6 \times 2400$$

ارتفاع تیر
ضخامت ورق

$$\rightarrow t \geq 1.736 \text{ cm}$$

گزینه ۴ صحیح است

(آ) ۷۸

در شکل فوق حداقل تنش کششی در جوش نفوذی بین ورق و ستون برابر است با:

$$759 \text{ kg/cm}^2 \quad (۲)$$

$$957 \text{ kg/cm}^2 \quad (۱)$$

$$925 \text{ kg/cm}^2 \quad (۴)$$

$$653 \text{ kg/cm}^2 \quad (۳)$$



(آ) ۷۸

در شکل فوق چنانچه ساق جوش ۱ cm باشد، طول جوش ورق به بال تیر برابر است با:

$$\sigma = \frac{50000}{1.8 \times 30} = 925.92 \quad \underline{28} \quad \text{گزینه ۴}$$

(ارزش جوش: $a = 670$ کیلوگرم بر سانتی متر، a ساق جوش است.)

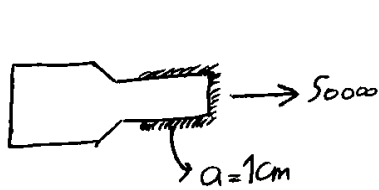
$$75 \text{ cm} \quad (۴)$$

$$50 \text{ cm} \quad (۳)$$

$$45 \text{ cm} \quad (۲)$$

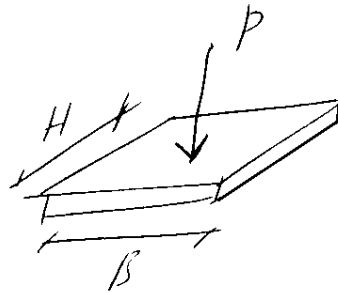
$$40 \text{ cm} \quad (۱)$$





$$50000 = L \times 670 \times 1 \rightarrow L = 74.62 \text{ cm} \quad \frac{29}{4} \text{ گزین 4}$$

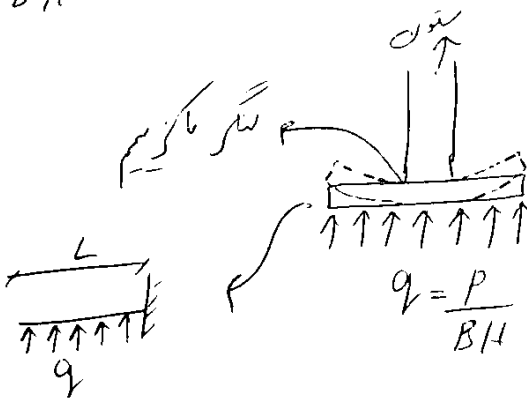
(Base plate) ورق پای ستون



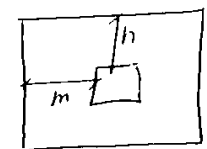
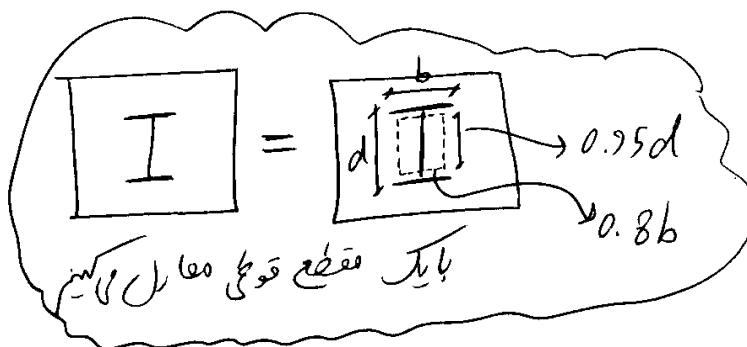
Baseplate

① یقین B و H را اگر کو چک باشند بن زیر آن خواب می شود

تشن با زرفا سی بین $\frac{P}{BH} <$



$$\left(\begin{array}{l} M = \frac{qL^2}{2} \\ S = \frac{t^2}{6} \end{array} \right) \leq 0.75 \times F_y \Rightarrow t^2 \geq \frac{3qL^2}{0.75F_y} \rightarrow t \geq L \sqrt{\frac{3q}{0.75F_y}}$$



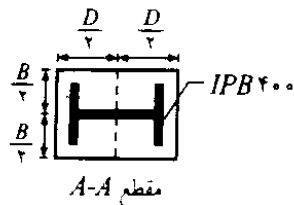
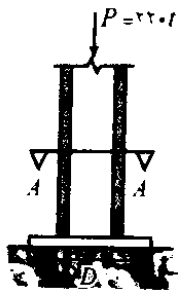
$$L = \max(m, h)$$



Figure 1.16 Cracks in 4-in.-thick base plates during the Northridge earthquake, Oviatt Library Annex Building.

(هرادی ۸۱)

با توجه به شکل، کدام یک از ابعاد زیر برای صفحه زیر ستون مناسب تر است؟



تنش مجاز فشاری بتن: 80 kg/cm^2

تنش جاری شدن فولاد: 3000 kg/cm^2

تنش نهایی فولاد: 5000 kg/cm^2

$$IPB 400 \begin{cases} A = 198 \text{ cm}^2 \\ b_f = 300 \text{ mm} \\ H = 400 \text{ mm} \end{cases}$$

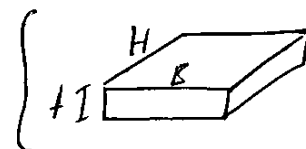
$$50 \times 45 \times 2/10 \text{ cm} (D \times B \times t) \quad (2)$$

$$60 \times 50 \times 4/10 \text{ cm} (D \times B \times t) \quad (4)$$

$$60 \times 50 \times 2/5 \text{ cm} (D \times B \times t) \quad (1)$$

$$50 \times 60 \times 3/10 \text{ cm} (D \times B \times t) \quad (3)$$

B, H براساس مقاومت بتن زیر ورق تعیین می شود
(اگر مساحت $B \times H$ از یک حدی کمتر شود بتن می خراب می شود)
+ اگر از یک حدی کمتر شود ورق تحت اثر خمش خراب می شود



تنش بتن

$$\frac{220000}{B \times H} \leq 80 \rightarrow B \times H > 2750 \rightarrow \text{گزینه}$$

$$\begin{cases} 60 \times 50 = 3000 \\ 50 \times 45 = 2250 \end{cases}$$

فاصله داره بره

بنابراین 60×50 باید انتخاب شود

با توجه به اینکه باید $D > B$ باشد و مسخ یا گزینه ۱ است یا گزینه ۴

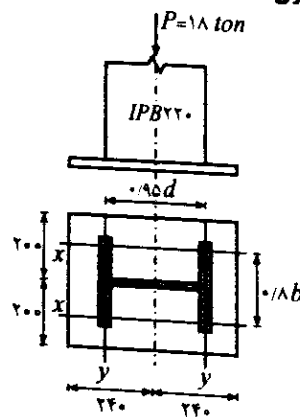


$$\left. \begin{aligned} n &= \frac{50 - 0.8 \times 30}{2} = 15 \\ m &= \frac{60 - 0.9 \times 40}{2} = 11 \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{\left(\frac{P}{B \times D} \right) n^2}{2} < \frac{f^2}{6} \times 0.75 \times 3000$$

$$M < S \times F_b$$

$$\rightarrow \frac{220000}{2 \times 50 \times 60} \times 15^2 < \frac{f^2}{6} \times 2250 \rightarrow f > 4.065 \text{ cm} \rightarrow \text{گزین 4}$$

ضخامت مناسب کف ستون در شکل زیر چیست؟ تنش خمشی مجاز ورق را $F_b = 1750 \text{ kg/cm}^2$ بگیرید. محورها x و y محوره‌های بحرانی کنترل خمش در صفحه زیر ستون هستند. (مراهمری ۷۸)



$$t = 20 \text{ mm} \quad (1)$$

$$t = 15 \text{ mm} \quad (2)$$

$$t = 10 \text{ mm} \quad (3)$$

$$t = 25 \text{ mm} \quad (4)$$

2 ← چون ضخامت خواسته باید بیش از ورق را بررسی کنیم

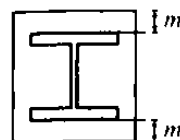
$$\left. \begin{aligned} m &= \frac{40 - 0.8 \times 22}{2} = 11.2 \\ n &= \frac{48 - 0.95 \times 22}{2} = 13.55 \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{\left(\frac{18000}{40 \times 48} \right) \times 13.55^2}{2} < \frac{f^2}{6} \times 1750$$

$$M < S' \times F_b$$

$$\rightarrow t \geq 1.71 \text{ cm} \rightarrow \text{گزین 1}$$

برای محاسبه ضخامت ورق کف ستون‌هایی که تنها نیروی محوری تحمل می‌نمایند کدام یک از روابط زیر به کار می‌رود؟ (توزیع تنش در زیر ورق پایه یکنواخت فرض شده است.) (مراهمری ۷۵ و ۷۶)

ضخامت ورق t ، تنش خمشی مجاز فولاد F_b ، تنش فشاری مجاز بتن σ



$$t = 2 \sqrt{\frac{m F_b}{\sigma}} \quad (2)$$

$$t = m \sqrt{\frac{2 \sigma}{F_b}} \quad (4)$$

$$t = \sqrt{\frac{2 F_b m^2}{\sigma}} \quad (1)$$

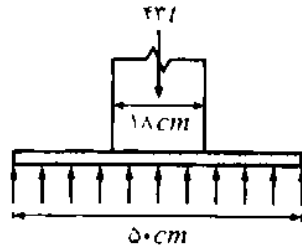
$$t = 2 \sqrt{\frac{m \sigma}{F_b}} \quad (3)$$

$$\frac{\sigma \times m^2}{2} < \frac{f^2}{6} \times F_b \rightarrow t > \sqrt{\frac{3 m^2 \sigma}{F_b}} = m \sqrt{\frac{3 \sigma}{F_b}}$$

حداقل ضخامت لازم برای ورق کفستون نشان داده شده در شکل زیر چقدر می باشد؟

(آر ۸۰ و نظام مهندسی)

$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ و ستون و کفستون مربع شکل در نظر گرفته شود.



(۱) ۳ سانتی متر

(۲) ۱۰ سانتی متر

(۳) ۶ سانتی متر

(۴) ۱۲ سانتی متر

۴

$$\frac{\left(\frac{43000}{50 \times 50}\right) \times 16^2}{2} < \frac{f^2}{6} \times 0.75 \times 2400 \rightarrow f > 2.709 \text{ cm}$$

گزین ④

چنانچه بر اثر بار فشاری وارده بر صفحه زیر ستون به ابعاد 50×50 سانتی متر، فشار زیر صفحه

برابر $q_a = 1 \text{ kg/cm}^2$ شود حداقل ضخامت صفحه زیر ستون برابر خواهد بود با:

(آر ۸۰)

(ستون $IPB 200$, $b_f = 9 \text{ cm}$, $d = 20 \text{ cm}$ و $F_b = 1800 \text{ kg/cm}^2$)

(۴) ۶/۳ mm

(۳) ۶/۱ mm

(۲) ۵/۳ mm

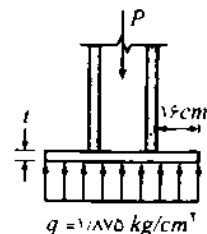
(۱) ۵/۱ mm

۵

$$m = \frac{50 - 0.8 \times 9}{2} = 21.4 \rightarrow \frac{1 \times (21.4)^2}{2} < \frac{f^2}{6} \times 1800$$

$$\rightarrow f > 0.87 \text{ cm} \rightarrow \text{درگزین ۵ ۱cm برابر با}$$

چنانچه حداکثر فشار صفحه زیر ستون $q = 1/175 \text{ kg/cm}^2$ باشد، حداقل ضخامت صفحه برابر است



(آر ۷۹)

با: ($F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$)

(۱) $t = 1 \text{ cm}$

(۲) $t = 0.18 \text{ cm}$

(۳) $t = 1/2 \text{ cm}$

(۴) $t = 1/5 \text{ cm}$

$$\frac{1.875 \times 16^2}{2} < \frac{f^2}{6} \times 0.75 \times 2400 \rightarrow f > 0.89 \text{ cm} \rightarrow t = 1 \text{ cm} \quad 6$$

(آر ۷۸)

صفحه کفستون ها بر چه اساسی تعیین می شوند؟

(۲) خمش کفستون

(۱) برش کفستون

(۴) تنش فشاری بتن زیر کفستون

(۳) تنش فشاری ستون

در یک کفستون چنانچه نیروی فشاری ستون برابر $112/5$ تن باشد، ابعاد صفحه کفستون برابر است

با: (نیمرخ ستون $IPB 200$ ، حداکثر تنش مجاز بین بتن و صفحه 53 kg/cm^2 و

(آر ۷۸)

و $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ و $F_b = 0.75 F_y$.)

۴۶×۴۶ (۴)

۶۰×۶۰ (۳)

۳۲×۳۲ (۲)

۵۵×۵۵ (۱)

$$\frac{112500}{B \times H} < 53 \rightarrow B \times H > 2122.6 \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{if } B = H \rightarrow B = \sqrt{2122.6} = 46.07$$

۸

10) تیرورق ها

- در مقایسه با تیرهای عادی: $I_x \gg I_y$ ، و برای افزایش هرچه بیشتر I_x ارتفاع جان را افزایش می دهند و احتمال انواع کمانش ها به ویژه کمانش های مربوط به جان افزایش می یابد

10-1- انواع کمانش ها

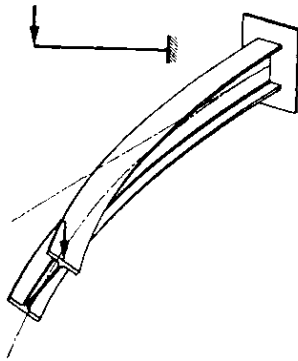


Figure 2.13 Lateral torsional buckling of a cantilever

1- کمانش پیچشی - جانبی (lateral-torsional buckling)

- وقوع آن ممنوع نیست.
- سخت کننده عرضی تاثیری در جلوگیری از آن ندارد.
- تاثیر وقوع: کاهش تنش مجاز خمشی.

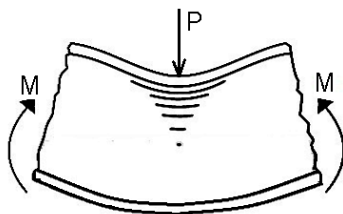
2- کمانش موضعی بال فشاری و کمانش موضعی جان (local buckling)

- وقوع آن ممنوع نیست.
- تاثیر وقوع: کاهش تنش مجاز خمشی.
- سخت کننده عرضی تاثیری در جلوگیری از آن ندارد.
- راه جلوگیری: بال تیر فشرده باشد (یعنی نازک نباشد و نسبت عرض بال به ضخامت آن از حد مشخصی کمتر نباشد)



3- کمانش قائم بال فشاری یا کمانش عمودی ورق جان (Vertical flange buckling)

- فرض کنیم بال بالایی تیر تحت اثر لنگر + تحت فشار قرار دارد. این بال به جان تیر فشار قائم وارد می کند (مایل است به سمت پایین حرکت کند که جان جلوی آن را می گیرد)
- در نقاطی اتفاق می افتد که لنگر بسیار بالایی داشته باشیم.
- وجود بار متمرکز آن را تشدید می کند.
- وقوع آن مجاز نیست.



- راه جلوگیری: جان تیر از یک حد مشخصی نازک تر نباشد:

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{985000}{\sqrt{F_y(F_y + 1160)}} \xrightarrow{F_y=2400} = 337 \quad \left(\frac{a}{h} > 1.5\right)$$

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{16770}{\sqrt{F_y}} \xrightarrow{F_y=2400} = 342 \quad \left(\frac{a}{h} < 1.5\right)$$

- برای افزایش بار کمانشی (کاهش احتمال کمانش): $\downarrow$ تنش پسماند $F_y \downarrow$, $\frac{h}{t_w} \downarrow$, $E \uparrow$, $v \uparrow$
- در تیرهای با $F_y=2400$ ، وجود سخت کننده عرضی تاثیر کمی در جلوگیری از کمانش عمودی ورق جان دارد
- اعداد فوق حداکثر مقدار مجاز $\frac{h}{t_w}$ برای تیر ورق است.

4- کمانش خمشی ورق جان (Bend-Buckling of the web)

- قسمتی از جان تیرورق که تحت اثر فشار ناشی از **تنشهای خمشی** قرار دارد در راستای طولی تیر کمانش می کند.
- **وقوع آن ممنوع نیست.**
- تاثیر وقوع: کاهش تنش مجاز خمشی:

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{6370}{\sqrt{F_b}} \frac{F_y=2400}{\text{www}} = 176 \rightarrow \text{کمانش خمشی ورق جان رخ نمی دهد}$$

$$\frac{h}{t_w} > \frac{6370}{\sqrt{F_b}} \frac{F_y=2400}{\text{www}} = 176 \rightarrow F'_b = F_b \left[1 - 0.0005 \frac{A_w}{A_f} \left(\frac{h}{t_w} - \frac{6370}{\sqrt{F_b}} \right) \right] \rightarrow \text{کمانش خمشی ورق جان رخ می دهد}$$

- راه جلوگیری: 1- از جان نازک استفاده نشود ($\frac{h}{t_w} < 176$) 2- استفاده از سخت کننده طولی در جان تیرورق در میانه قسمت فشاری آن، تا جلوی کمانش آن را بگیرد (این راحل در آیین نامه ایران ذکر نشده است و بیشتر برای تیرهای با فولاد با مقاومت بالا کارا می باشد).

- برای افزایش بار کمانشی (کاهش احتمال کمانش): $E \uparrow, v \uparrow, \frac{h}{t_w} \downarrow, F_y \downarrow$

5- کمانش برشی یا قطری جان (Web shear buckling)

- علت آن نیروی برشی در تیرورق می باشد.

- وقوع آن ممنوع نیست.

- تاثیر وقوع: کاهش تنش مجاز برشی:

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{3185}{\sqrt{F_y}} \frac{F_y=2400}{\text{www}} = 65 \rightarrow \text{کمانش برشی جان رخ نمی دهد}$$

$$\frac{h}{t_w} > \frac{3185}{\sqrt{F_y}} \frac{F_y=2400}{\text{www}} = 65 \rightarrow \text{تنش مجاز برشی باید کاهش یابد}$$

دو روش برای محاسبه تنش مجاز برشی کاهش یافته داریم:

- 1- استفاده از عمل میدان کششی: در حالت فرض می شود پس از وقوع کمانش هنوز تیر قادر است به باربری ادامه دهد.

شرایط استفاده:

- در چشمه های انتهایی نمی توان استفاده کرد،

- در چشمه هایی که جان سوراخ دارد و دو چشمه کناری آن نمی توان استفاده کرد،

$$\frac{a}{h} \leq \text{Min} \left\{ \left(\frac{260}{\frac{h}{t_w}} \right)^2, 3 \right\} \rightarrow \text{تیر باید سخت کننده عرضی داشته باشد و}$$

$$C_V = \frac{\tau_{cr}}{\tau_y} \leq 1$$

- 2- بدون استفاده از عمل میدان کششی: فرض می شود پس از کمانش تیر قادر نیست به باربری ادامه دهد (محافظه کارانه)

$$F_V = \frac{F_y C_V}{\sqrt{3} \times 1.67 = 2.89} \leq 0.4 F_y$$

- راه جلوگیری:

- 1- کاهش ($\frac{h}{t_w}$) 2- استفاده از سخت کننده عرضی در جان تیرورق و کاهش فواصل آنها

- برای افزایش تنش مجاز برشی: $F_y \uparrow, \frac{a}{h} \downarrow, \frac{h}{t_w} \downarrow$

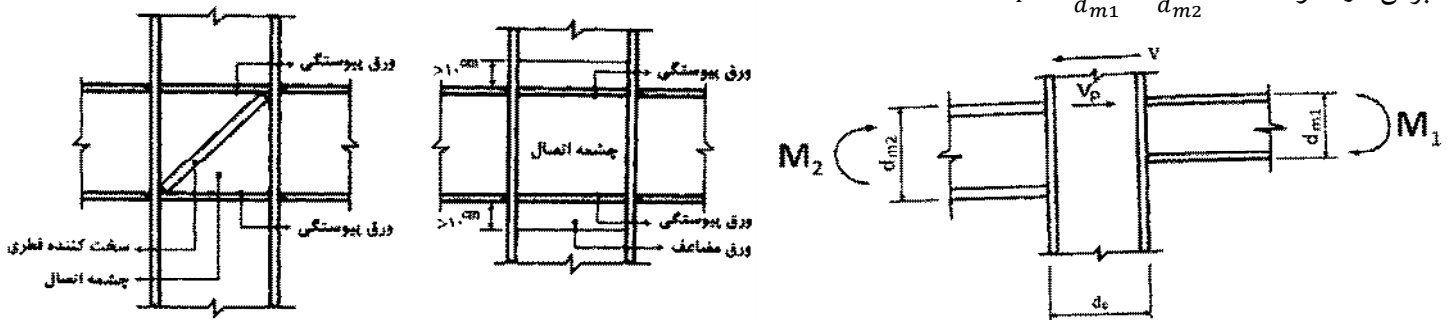


- وجود سخت کننده عرضی زمانی مفید است که جان تیر نازک باشد ($\frac{h}{t_w} > 65$) و برای تیرهایی که ($\frac{h}{t_w} < 65$) افزودن سخت کننده عرضی تنش مجاز برشی را افزایش نمی دهد.
- اگر ($\frac{h}{t_w} > 260$) باشد وجود سخت کننده عرضی الزامی است.
- برای اتصال سخت کننده می توان از جوش منقطع استفاده کرد.
- سخت کننده ها باید به بال فشاری جوش شوند.

ناحیه اتصال (panel zone)

- چشمه اتصال (ناحیه مشترک بین تیر و ستون) باید بتواند برش زیر را تحمل کند:

$$V_P = \frac{M_1}{d_{m1}} + \frac{M_2}{d_{m2}} - V$$



- تنش مجاز چشمه اتصال:

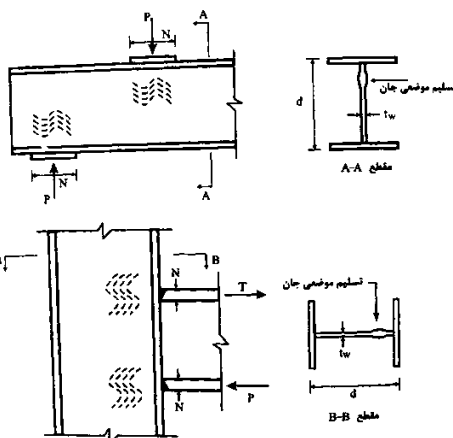
$$\frac{f_a}{F_a} \leq 0.5 \rightarrow F_V = 0.4F_y \left(1 + \frac{3b_{cf}t_{cf}^2}{d_b d_{ct} c_{w}} \right)$$

$$\frac{f_a}{F_a} > 0.5 \rightarrow F_V = 0.4F_y \left(1 + \frac{3b_{cf}t_{cf}^2}{d_b d_{ct} c_{w}} \right) \left(1.9 - 1.8 \frac{f_a}{F_a} \right)$$

- اگر ضخامت جان ستون به تنهایی قادر تحمل برش نباشد باید از سخت کننده قطری جان و یا از ورق مضاعف استفاده کرد.

10-2- اثر بار متمرکز

در تمامی مواردی که نیاز به سخت کننده است، اگر بار متمرکز به صورت کششی باشد: سخت کننده باید به بال تحت بار جوش شود. اگر بار متمرکز فشاری است: سخت کننده یا باید با فشار مستقیم تماسی (با سطح کاملاً صاف) بار را منتقل کند و یا اینکه جوش شود.



1- تسلیم موضعی جان (Web local yielding)

- در جان تیرها و ستونها در زیر بار متمرکز رخ می دهد.
- در هر دو حالت بار فشاری و کششی باید کنترل شود.
- راه جلوگیری:

1- افزایش ضخامت جان و یا افزایش طول تماس بار با تیر یا ستون و از بردن

$$\frac{R}{t_w(N + \frac{2.5}{5}K)} \leq 0.66F_y$$

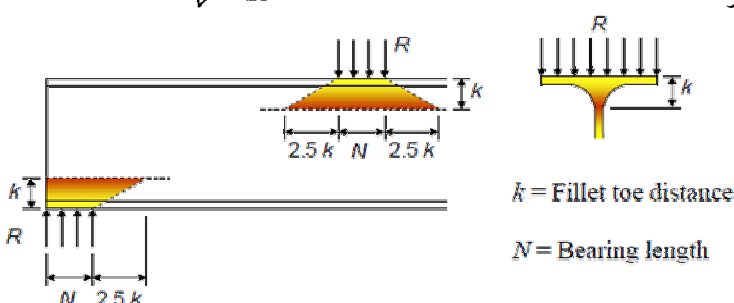
- به جای افزایش ضخامت جان می توان از ورق مضاعف جان در

محل اثر بار متمرکز استفاده کرد.

2- استفاده از سخت کننده حداقل تا نصف ارتفاع جان و

به صورت جفت و جوش دادن آن به بال تحت بار متمرکز.

مساحت مقطع سخت کننده بر اساس اضافه باری که جان

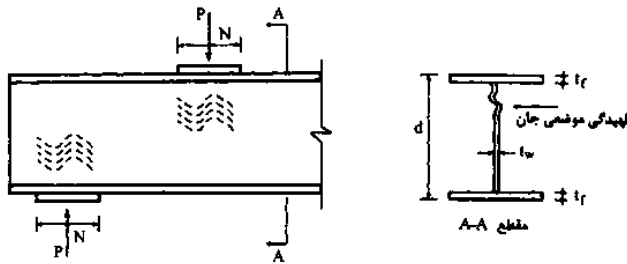


نمی تواند تحمل کند، تعیین می شود:

$$P_{bf} = \left(\frac{5}{3} R_{fy} \times \text{مساحت بال فشاری} \right) \leq F_y t_w (N + \left(\frac{2.5}{5} \right) K) + F_{yst} A_{st}$$

- عرض هر سخت کننده به اضافه نصف ضخامت جان ستون نباید از یک سوم عرض بال تیر یا ورق اتصال کمتر باشد.
- ضخامت سخت کننده نباید از نصف ضخامت بال تیر یا ورق اتصال کمتر باشد.
- سخت کننده به صورت ستون فرضی با طول موثر $0.75h$ (فاصله آزاد جان) طراحی می شود

2- چروکیدگی جان (لهیدگی در جان تیرها) در زیر بار متمرکز فشاری (Web crippling)



- در جان تیرها در زیر بار متمرکز رخ می دهد.

و تنها برای بار فشاری کنترل می شود.

- راه جلوگیری:

- 1- افزایش ضخامت جان [استفاده از ورق مضاعف جان تا نصف ارتفاع جان] و یا افزایش طول تماس بار با تیر یا ستون و از بردن تمرکز آن:

$$R \leq \left(\frac{566}{285} \right) t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{N}{d} \right) \left(t_w / t_f \right)^2 \right] \sqrt{F_{yw} \frac{t_w}{t_f}}$$

- 2- استفاده از سخت کننده حداقل تا نصف ارتفاع جان و به صورت جفت و جوش دادن آن به بال تحت بار متمرکز. مساحت مقطع سخت کننده بر اساس اضافه باری که جان نمی تواند تحمل کند، تعیین می شود.
- سخت کننده به صورت ستون فرضی با طول موثر $0.75h$ (فاصله آزاد جان) طراحی می شود.

3- کمناش توام با حرکت جانبی در جان تیرها (نام دیگر: کمناش قائم جان) (Web sideway buckling)

- در جان تیرها در زیر بار متمرکز فشاری رخ می دهد.

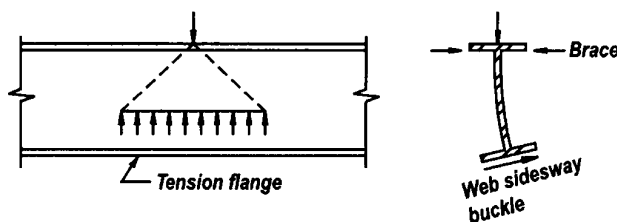


Fig. C-110.1. Web sideway buckling.

- راه جلوگیری:

- 1- اگر بال بارگذاری شده در مقابل دوران نگهداری شده، باید:

$$\left\{ R \leq \frac{480000 t_w^3}{h} \left[1 + 4 \left(\frac{d_c / t_w}{L / b_f} \right)^3 \right] \right\} \quad \text{OR} \quad \left\{ \frac{d_c / t_w}{L / b_f} > 2.3 \right\}$$

یعنی باید فواصل تکیه گاهای جانبی هر دو بال (L) را کاهش داد و یا ضخامت جان را با استفاده از ورق مضاعف طوری افزایش داد که رابطه

فوق ارضا شود **و گرنه باید:**

باید برای بال کششی (بارگذاری نشده) مهار جانبی قرار داد یا اینکه از یک جفت سخت کننده و به صورت جفت استفاده کرد.

مساحت مقطع سخت کننده بر اساس اضافه باری که جان نمی تواند تحمل کند،

تعیین می شود و سخت کننده به صورت ستون فرضی
با طول موثر $0.75h$ (فاصله آزاد جان) طراحی می شود.

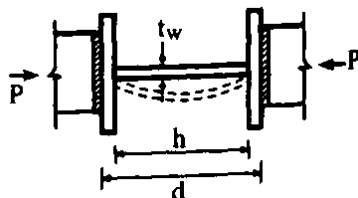
2- اگر بال بارگذاری شده در مقابل دوران نگهداری نشده، باید:

$$\left\{ R \leq \frac{480000 t_w^3}{h} \left[0.4 \left(\frac{d_c/t_w}{L/b_f} \right)^3 \right] \right\} \quad OR \quad \left\{ \frac{d_c/t_w}{L/b_f} > 1.7 \right\}$$

وگرنه باید:

باید برای هم بال کششی (بارگذاری نشده) و هم بال فشاری (بالی که بار متمرکز به آن وارد می شود) مهار جانبی قرار داد
در این حالت برخلاف حالت 1 (که بال فشاری دوران نداشت) استفاده از سخت کننده عرضی بی فایده است!
- برای بار گسترده روی تیر نیاز به این بررسی نیست.

4- کمانش فشاری در جان ستون در مقابل بال فشاری تیر در اتصال صلب تیر به ستون (Web compression)
(buckling)



- زمانی اتفاق می افتد که هر دو بال تحت بار متمرکز قرار داشته باشند.
- راه جلوگیری:

1- کاهش نازکی جان ستون (کاهش $\frac{d}{t_{wc}}$) به طوریکه:

$$\frac{d}{t_{wc}} \leq \frac{35000 t_{wc}^2 \sqrt{F_{yc}}}{P_{bf} = \left(\frac{5}{3} R \right) (F_{cy} \times \text{مساحت بال فشاری})}$$

2- اگر رابطه بالا ارضا نشد باید یک جفت سخت کننده

و به صورت جفت در مقابل بال فشاری تیر در جان

ستون قرار داد (ورق پیوستگی).

- سخت کننده به صورت ستون فرضی با طول موثر

$0.75h$ (فاصله آزاد جان) طراحی می شود.

- عرض هر سخت کننده به اضافه نصف ضخامت جان ستون نباید از یک سوم عرض بال تیر یا ورق اتصال کمتر باشد.

- ضخامت سخت کننده نباید از نصف ضخامت بال تیر یا ورق اتصال کمتر باشد.

5- خمشی موضعی بال ستون در مقابل بال کششی تیر در اتصال صلب تیر به ستون با مقطع H (Flange local bending)

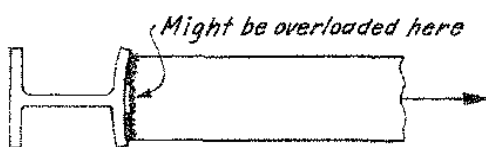
- اگر بال تیر به حد کافی صلبیت نداشته باشد، باعث ایجاد تمرکز تنش در جوش می شود

- راه جلوگیری:

1- افزایش ضخامت بال ستون (t_{fc}) به طوریکه:

$$t_{fc} \leq 0.4 \sqrt{\frac{P_{bf} = \left(\frac{5}{3} R \right) (F_{cy} \times \text{مساحت بال کششی})}{F_{yc}}}$$

- اگر عرض بارگذاری شده روی بال ستون از $0.15b_{fc}$ کمتر باشد، بررسی فوق لازم نیست.



2- اگر رابطه بالا ارضا نشد باید یک جفت سخت کننده و به صورت جفت و حداقل تا نصف ارتفاع جان در مقابل بال کششی تیر در جان ستون قرار داد (ورق پیوستگی).

- عرض هر سخت کننده به اضافه نصف ضخامت جان ستون نباید از یک سوم عرض بال تیر یا ورق اتصال کمتر باشد.
- ضخامت سخت کننده نباید از نصف ضخامت بال تیر یا ورق اتصال کمتر باشد.

- پدیده لهیدگی جان را تعریف کنید.

(سراسری ۷۳، آ ۷۹ و نظام مهندسی)

- ۱) قسمتی از جان که تحت اثر نیروی متمرکز فشاری قرار می گیرد و دچار اعوجاج می شود.
- ۲) قسمتی از جان که تحت اثر نیروی متمرکز فشاری قرار می گیرد و دچار پیچش می شود.
- ۳) قسمتی از جان که تحت اثر نیروی متمرکز فشاری قرار می گیرد و دچار کمانش می شود.
- ۴) قسمتی از جان که تحت اثر نیروی متمرکز فشاری قرار می گیرد و دچار تسلیم می شود.

گزینه ۴ صحیح است

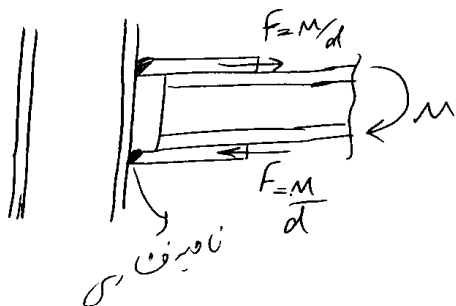
۷۱- یک اتصال صلب تیر به ستون در قسمت فشاری سخت کننده نیاز دارد که این سخت کننده به صورت یک عضو فشاری طرح شده است. کدام گزاره زیر صحیح است؟ (آ ۸۶)

- ۱) جان ستون در کمانش فشاری مشکل داشته است.
- ۲) جان ستون در تسلیم موضعی جان مشکل داشته است.
- ۳) جان ستون در لهیدگی جان مشکل داشته است.
- ۴) جان ستون در برش چشمه جان مشکل داشته است.

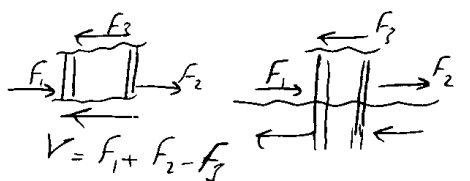
از آنجا که گفته در قسمت فشاری سخت کننده نیاز دارد به صورت عضو فشاری طرح می شود نتیجه می گیریم که مشکل کمانش داشته است. گزینه ۲ صحیح است.

در اتصال صلب تیر به ستون که با استفاده از ورق های اتصال جوش نفوذی شده در بالا و پایین تیر ساخته می شود، کدام پدیده زیر در ناحیه فشاری اتصال باید کنترل گردد؟ (آ ۸۵)

- ۱) کمانش توأم با انتقال جانبی در جان ستون
- ۲) تسلیم موضعی در جان ستون
- ۳) پارگی برش در جان ستون
- ۴) خمش موضعی در بال ستون



گزینه ۱: کمانش توأم با انتقال جانبی، تنها در تیر اتفاق می افتد چون معمولاً ستون که از ناحیه اتصال در برابر انتقال جانبی مهار شده اند



گزینه ۲: پارگی برشی مربوط به کل اتصال (کش + فشار) است

گزینه ۴: خمش موضعی در بال کششی باید کنترل گردد.

گزینه ۲ صحیح است

در یک اتصال صلب تیر به ستون که با استفاده از ورق های اتصال جوش نفوذی شده به ستون در دو طرف ساخته می شود، کدام پدیده زیر در ناحیه فشاری اتصال نباید کنترل شود؟
(آ) (۸۴)
(۱) کمناش توأم با انتقال جانبی در جان
(۲) خمش موضعی بال ستون
(۳) لهیدگی در جان
(۴) ۱ و ۲

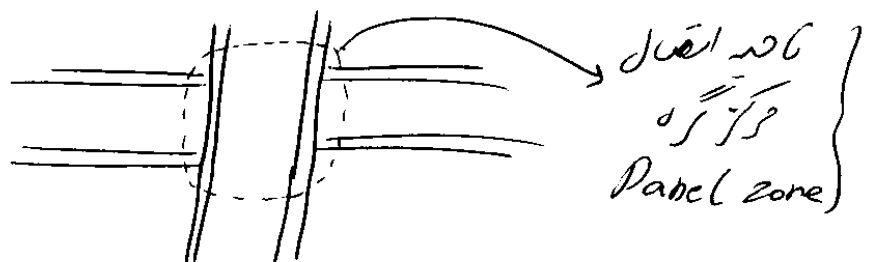
در ناحیه اتصال کمناش با انتقال جانبی رخ نمی دهد و خمشی موضعی مربوط به ناحیه کششی است (گزینۀ ۴ صحیح است)

نکته: در ناحیه فشاری کمناش فشاری جان، لهیدگی و مرکز کشیدگی جان ستون باید چک شود

کدام یک از عبارات های زیر صحیح است؟
(آ) (۸۰)
(۱) لهیدگی بین جان و بال در تکیه گاه و کمناش قطری و کمناش قائم در زیر بار متمرکز اتفاق می افتد.
(۲) لهیدگی بین جان و بال در زیر بار متمرکز سنگین اتفاق می افتد، در حالی که کمناش قطری و کمناش قائم جان تیر همیشه در تکیه گاه اتفاق می افتد.
(۳) لهیدگی بین جان و بال به علت بار متمرکزی است که به جان تیر اعمال می شود و کمناش قطری جان یک پدیده جاری نشدن موضعی است.
(۴) لهیدگی بین جان و بال یک پدیده جاری شدن موضعی است و کمناش قطری جان تیر در نتیجه فشاری است که در امتداد قطری از نیروی برشی حاصل می شود و کمناش قائم جان تیر به علت بار متمرکزی است که بر جان تیر اعمال می شود.

مرکز گره (Panel Zone) در اتصالات فولادی: (آ) (۷۸)

- (۱) به محل اتصال تیرها به صفحه ستون اطلاق می گردد.
- (۲) به محل اتصال تیر به ستون و به صفحه جان ستون اطلاق می گردد.
- (۳) به پانل های جوش شده در اتصالات گفته می شود.
- (۴) به محل اتصال تیر به ستون و به قسمت بال ستون اطلاق می گردد.



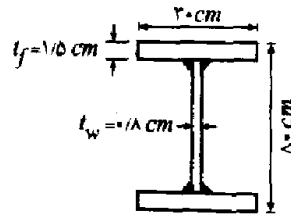
۱- نسبت عرض به ضخامت در جان تیرورق هایی که از فولاد نرمه ساخته شده اند می تواند تا مقدار زیر برسد:
(سراسری ۷۶)

- | | | | |
|----------------|----------------|------------------|------------------|
| (۱) کمتر از ۲۶ | (۲) کمتر از ۵۲ | (۳) بیشتر از ۲۰۰ | (۴) بیشتر از ۳۰۰ |
|----------------|----------------|------------------|------------------|

در یک تیرورق با مقطع زیر، ماکزیم نیروی برشی $V_{max} = 96 \text{ ton}$ می باشد. اگر حد تسلیم فولاد

(مراستی ۷۷ و نظام مهندسی)

به کار رفته در ساخت تیرورق $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ باشد، آنگاه:



(۱) این تیرورق برای تحمل نیروی برشی $V = 96 \text{ ton}$ کافی است و نیاز به تقویت ندارد.

(۲) ضعف این تیرورق را با اضافه نمودن تسمه های تقویتی به بال های فوقانی و تحتانی می توان برطرف کرد.

(۳) ضعف این تیرورق را می توان با اتصال سخت کننده هایی به جان برطرف نمود.

(۴) هیچ کدام

$$\text{تشن موجود را با تشن مجاز مقایسه می کنیم} \quad \text{تشن موجود} = \frac{96000}{80 \times 0.8} = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{نسبت } \frac{h_w}{t_w} \text{ از ۶۷ بیشتر است و تشن مجاز کمتر از } 0.4 F_y = 960 \text{ kg/cm}^2 \text{ است} \rightarrow \text{تشن مجاز}$$

دلالتی اگر تشن مجاز $0.4 F_y$ کم باشد باز کمتر از ۱۵۰۰ است!

گزینه ۲: تقویت بال تیر تنها ظرفیت خمشی آن را افزایش می دهد نه برشی

گزینه ۳: در تیر کمی که $\frac{h_w}{t_w} > 67$ است تشن مجاز کمتر از $0.4 F_y$ است و اگر سمت کشنده عرضی

بر جان اضافه شود می توان تشن مجاز را کمتر تا $0.4 F_y$ افزایش داد ولی باز تیر مشکل خواهد داشت!

گزینه ۴ صحیح است

پدیده کمانش قائم بال در جان در کدام یک از اعضای زیر اتفاق می افتد؟ (آ ۸۳)

(۲) تیر ستون ها

(۱) تیرورق ها

(۴) ستون ها

(۳) تیر ها

(آ ۸۰)

کمانش قائم جان تیر

(۱) در زیر بار متمرکز به وجود می آید.

(۲) در بالای صفحه تقسیم فشار تکیه گاه به وجود می آید.

(۳) در زیر بار متمرکز و در بالای صفحه تقسیم فشار تکیه گاه به وجود می آید.

(۴) در بال انتهایی به وجود می آید.

کمانش قائم جان (تیر) تحت بار متمرکز که در محل گتر قرار دارد و در انحراف بار محور

در تکیه گاه ها بار متمرکز داریم ولی گتر صفراست پس در بالای صفحه تقسیم فشار تکیه گاه به وجود نمی آید

گزینه ۱ صحیح است



برای افزایش مقاومت کمانشی ناشی از برش در جان یک تیر بهتر است سخت کننده جان قرار بگیرد.
(آ) ۷۹

- (۱) نزدیکتر به بال تحت فشار
(۲) نزدیکتر به بال تحت کشش
(۳) در وسط ارتفاع
(۴) در اتصال با بال تحت فشار

تنش برشی مجاز تیرهایی که در آنها کمانش قطری مطرح نیست برابر است با: (آ) ۷۷

- (۱) $0.66 F_y$
(۲) $0.16 F_y$
(۳) $0.14 F_y$
(۴) $0.145 F_y$

مبنای طراحی جوش اتصال بال به جان در تیر ورق ها چیست؟

(الف) مهندسی

- (۱) کمانش قائم جان تیر
(۲) انتقال برش بین بال و جان
(۳) لهیدگی یا جاری شدن جان در زیر بارهای سنگین
(۴) هیچ کدام

نسبت لاغری جان تیر ورق (نسبت ارتفاع به ضخامت جان) در هر صورت نباید از مقدار تعیین کننده ناشی از کمانش زیر بیشتر گرفته شود.

- (۱) کمانش برشی جان
(۲) کمانش خمشی جان
(۳) کمانش قائم جان در اثر انحنای خمشی بال فشاری
(۴) کمانش جانبی - پیچشی تیر ورق

سراسری ۸۹

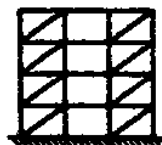
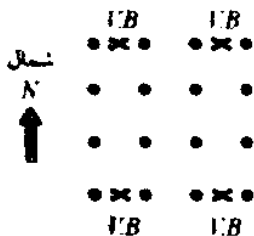
11) مسائل لوزه‌ای

بارگذاری فوق العاده:

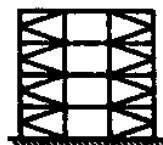
در حالتی که اثر باد، زلزله و یا حرارت چه به تنهایی و چه در ترکیب با بارهای دیگر، در محاسبه تنش ها منظور شده باشد، ترکیبات بار در ضریب 0.75 ضرب شود.

کدام یک از سیستم‌های مهاربندی شرقی - غربی زیر برای ساختمان متقارن چهار طبقه در منطقه‌ای با خطر زلزله بالا مناسب‌ترند؟

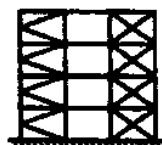
(آ) ۸۶



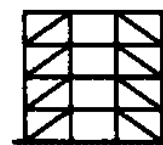
(a)



(b)



(c)



(d)

- (۱) c
(۲) d
(۳) a و d
(۴) b و c

در اعضای مهاربند ساخته شده از دو ناودانی، لاغری حداکثر هر ناودانی در حد فاصل بین قیدها (محل اتصال دو نیمرخ)، نباید از درصد لاغری کل عضو تجاوز نماید.

(آ) ۸۱

- (۱) ۵۰
(۲) ۷۰
(۳) ۳۰
(۴) ۷۵

در طراحی لوزه‌ای اعضای مهاربند ساخته شده از دو ناودانی، لاغری حداکثر هر ناودانی در حد فاصل بین قیدها (محل اتصال دو نیمرخ)، نباید از درصد لاغری کل عضو تجاوز نماید.

(آ) ۸۱

- (۱) ۵۰
(۲) ۷۰
(۳) ۳۰
(۴) ۷۵

در طراحی مقاطع فولادی، ترکیب بارگذاری برای کنترل ستون یک قاب خمشی چنانچه تنش‌های مجاز را افزایش ندهیم به صورت زیر است:

(آ) ۸۰

(۱) $0.75(1/4DL + 1/77LL \pm 1/87EQ)$

(۲) $DL + LL \pm EQ$

(۴) $1/4DL + 1/6LL \pm 1/87EQ$

(۳) $0.75(DL + LL \pm EQ)$



(VP 02010)

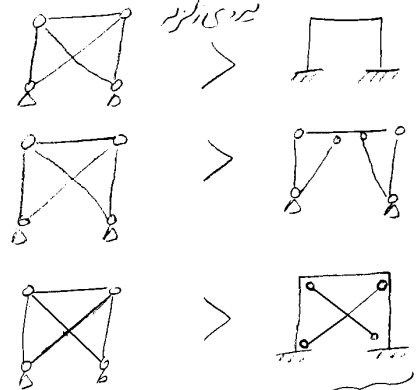
- ۱- اگر ربا خراکم صلب باشد نیرد به نسبت سختی توزیع می شود
 " " نرم " " " " جرم " "

DATA SHEET

•

- طرحہ شکل پذیری

از نظر گرفت



اس کا بندہ میرا ہی ہوں بیشتر آپ

آزاد 89

۱۲۶- در یک اتصال صلب در قالب خمشی فولادی کدام رابطه از هر نظر مناسب تر است؟

- (۱) مقاومت تیر > مقاومت ستون > مقاومت اتصال
(۲) مقاومت اتصال > مقاومت تیر > مقاومت ستون
(۳) مقاومت اتصال > مقاومت ستون > مقاومت تیر
(۴) مقاومت ستون > مقاومت اتصال > مقاومت تیر