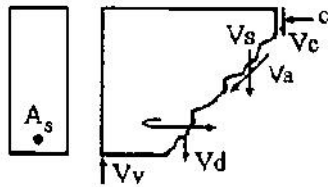


۱۶- در تیر بتن مسلح نشان داده شده پس از آنکه ترکهای تظری اتفاق افتاد، مجموع نیروهای برشی عبارتند

از: (مهندس عمران ۷۳)



$$V_c + V_{ay} + V_d \quad (1)$$

$$V_c + V_d \quad (2)$$

$$V_c + V_{ay} + V_d + V_s \quad (3)$$

$$V_c \quad (4)$$

۵- در ارتباط با بررسی مقاومت برشی مقاطع بتن آرمه، کدام عبارت صحیح است؟

(مهندس عمران ۸۱)

- ۱) فولاد طولی خمشی نقشی در مقاومت برشی تیر ندارد.
- ۲) حضور فولاد طولی خمشی باعث می شود تا مقاومت برشی تیر همواره از مقاومت خمشی کمتر باشد.

۳) اثر فولاد طولی خمشی، در مقاومت برش نهایی تأمین شده توسط بتن ( $V_c$ ) ملحوظ شده است.

۴) اثر فولاد طولی خمشی در مقاومت برشی نهایی تأمین شده توسط آرماتور برشی ( $V_s$ ) مستظور شده است.

در یک بخش از تیر مستطیل شکلی که هم دارای فولاد طولی خمشی و هم فولاد خاموت برشی می باشد،

در اثر بارگذاری، ترکهای ناشی از خمش به وجود آمده اند، ترک عرضی برشی مشاهده نمی شود. در چنین

وضعیتی، کدام عوامل زیر، عوامل اصلی ایجاد مقاومت برشی معادل می باشند؟ (مهندس عمران ۸۲)

۱) فقط بتن و فولاد طولی و تنش اصطکاک (interlocking)

۲) فقط بتن

۳) بتن و فولاد طولی و تنش اصطکاک (interlocking) و فولاد برشی

۴) فقط بتن و فولاد طولی

(مهندس عمران ۷۰)

۲۳- مقاومت برشی یک مقطع بتن آرمه رابطه:

۱) مستقیم با مقاومت فشاری بتن، نیروی برشی اعمالی، میزان فولاد و عمق مؤثر آن و رابطه

غیرمستقیم با میزان لنگر اعمالی دارد.

۲) مستقیم با میزان لنگر اعمالی، درصد فولاد، نیروی برشی اعمالی و مقاومت فشاری بتن دارد.

۳) مستقیم با مقاومت فشاری بتن و میزان فولاد و رابطه غیرمستقیم با میزان لنگر و برش اعمالی دارد.

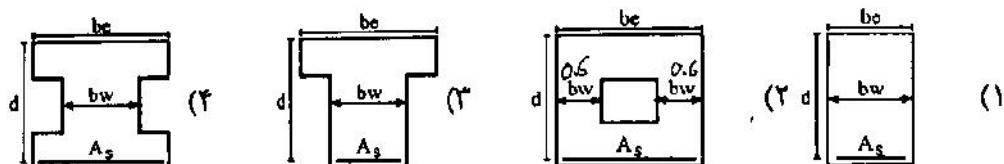
۴) مستقیم با مقاومت فشاری بتن و فاصله مقطع از تکیه گاه دارد.

۲- مقطع تیر بتن آرمه مطابق شکل های زیر در نظر است. در صورتی که عمق مؤثر تیر، مقدار فولادهای

عرضی (خاموت) و مشخصات مصالح مصرفی آنها یکسان باشد، مقاومت کدام شکل در مقابل نیروهای

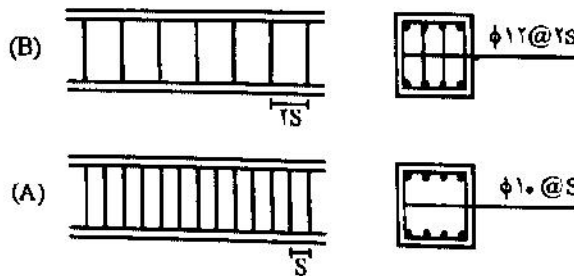
برشی بیشتر است؟ (مهندس عمران ۸۶)

$bw=30\text{cm}$  و  $be=60\text{cm}$  و  $d=45\text{cm}$



۳- دو طرح (A) و (B) برای خاموت‌گذاری برشی یک تیر بتن آرمه پیشنهاد شده است. مقاومت تأمین شده توسط آرماتورهای عرضی در طرح (B) چند برابر مقاومت مربوطه در طرح (A) خواهد بود؟

(مهندس عمران ۸۶)



$$\frac{V_{SB}}{V_{SA}} = 1/0 \quad (1)$$

$$\frac{V_{SB}}{V_{SA}} = 1/31 \quad (2)$$

$$\frac{V_{SB}}{V_{SA}} = 1/439 \quad (3)$$

$$\frac{V_{SB}}{V_{SA}} = 0/694 \quad (4)$$

$$\begin{aligned} B \text{ ع } \rightarrow V_s &= \frac{4 \times \pi \times 6^2}{2S} \alpha F_y = 72 \frac{\pi \alpha F_y}{S} \\ A \text{ ع } \rightarrow V_s &= \frac{2 \times \pi \times 5^2}{S} \alpha F_y = 50 \frac{\pi \alpha F_y}{S} \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} B \text{ ع } \rightarrow V_s \\ A \text{ ع } \rightarrow V_s \end{aligned}} \right\} \frac{V_{SB}}{V_{SA}} = \frac{72}{50} = 1.44$$

۱۸- در مقاطع بحرانی یک تیر بتن آرمه که تحت بار گسترده یکنواختی در تمام طول خود قرار می‌گیرد، لنگر خمشی و نیروی برشی وارده درست برابر مقاومت‌های مربوطه هستند. با ثابت بودن دیگر پارامترها، اگر در طول تیر عمق مؤثر مقطع دو برابر و شدت بار وارده اندکی بیش از ۲ برابر شود:

- (۱) احتمالاً ابتدا شکست خمشی رخ خواهد داد.  
 (۲) احتمالاً ابتدا شکست برشی رخ خواهد داد.

(مهندس عمران ۷۷)

۷- در یک تیر بتن آرمه مسلح به آرماتور برشی، مقاومت برشی تمام عوامل مؤثر (به جز آرماتور برشی)، یک سوم مقاومت برشی ناشی از آرماتور برشی می‌باشد. چنانچه فاصله آرماتورهای برشی در تیر سه برابر شود، مقاومت برشی تیر چند برابر خواهد شد؟

- (۱) ۰/۵ (۲) ۰/۷۵ (۳) ۲ (۴) صفر

$$\begin{aligned} \text{حالت اول} \rightarrow V &= \frac{V_s}{3} + V_r = \frac{4V_s}{3} \\ \text{حالت دوم} \rightarrow V &= \frac{V_s}{3} + \frac{V_s}{3} = \frac{2V_s}{3} \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} \text{حالت اول} \rightarrow V \\ \text{حالت دوم} \rightarrow V \end{aligned}} \right\} \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2}$$

۸- در یک تیر بتن آرمه مسلح به آرماتور برشی، مقاومت برشی تمام عوامل به جز آرماتور برشی، نصف مقاومت ناشی از آرماتور برشی می‌باشد. چنانچه فاصله آرماتورهای برشی در تیر نصف شود، مقاومت برشی چند برابر خواهد شد؟

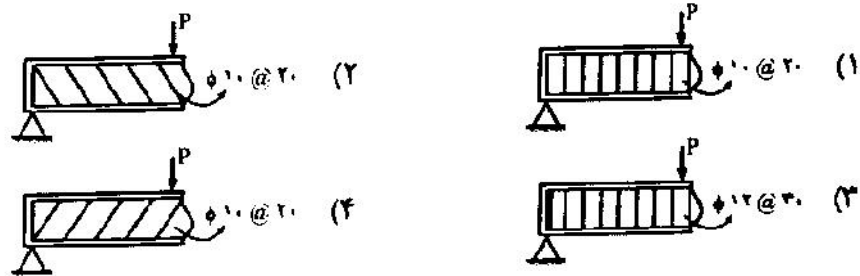
(مهندس عمران ۷۹)

- (۱) ۱/۳ (۲) ۱/۷ (۳) ۲ (۴) بدون تغییر

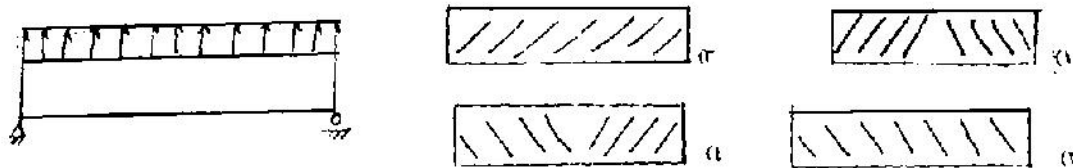
$$\left. \begin{aligned} \text{حالت اول} &\rightarrow V_1 = \frac{V_s}{2} + V_s = \frac{3}{2} V_s \\ \text{حالت دوم} &\rightarrow V_2 = \frac{V_s}{3} + \frac{V_s}{2} = \frac{5V_s}{6} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{5}{6}}{\frac{3}{2}} = \frac{5}{3} = 1.67$$

۹- اگر در تیرهای موجود تنها جهت آرماتور برشی تغییر کرده باشد، مقاومت برشی کدامیک بیشتر است؟

(مهلتی عمران ۷۹)

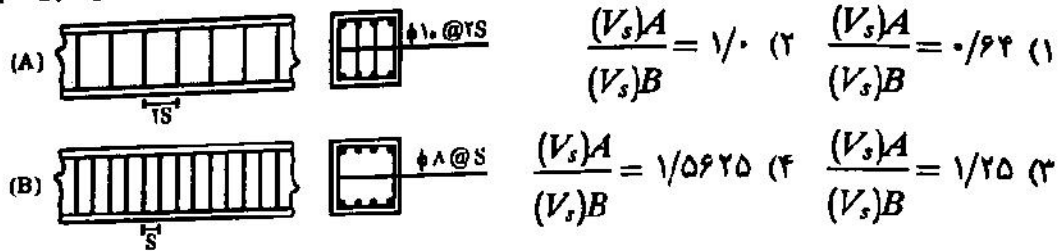


۱۳۵- نامناسب ترین آرماتورگذاری عرضی در تیر نشان داده شده در شکل کدام گزینه است؟ (تیر از شروع سبک نمی باشد)



۱۰- دو طرح (A) و (B) برای خاموت گذاری یک تیر بتن آرمه پیشنهاد شده اند، مقاومت تأمین شده توسط آرماتورهای عرضی (خاموت) در طرح (A) چند برابر مقاومت مربوطه در طرح (B) خواهد بود؟

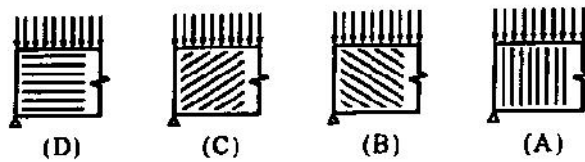
(مهلتی عمران ۷۸)



$$\left. \begin{aligned} (A) &\rightarrow V_s = \frac{4 \times \pi \times 5^2}{2S} d \times f_y = 50 \frac{\pi}{S} d f_y \\ (B) &\rightarrow V_s = \frac{2 \times \pi \times 4^2}{S} d \times f_y = 32 \frac{\pi}{S} d f_y \end{aligned} \right\} \frac{V_{sA}}{V_{sB}} = \frac{50}{32} = 1.5625$$

۱۱- آرایش کدامیک از جزئیات میلگردگذاری شکل‌های مقابل به لحاظ ثوریک برای مقاومت در برابر نیروی برشی مناسب‌تر است؟

(مهلتی عمزان ۷۸)



A (۱)

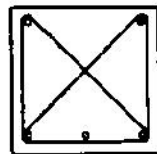
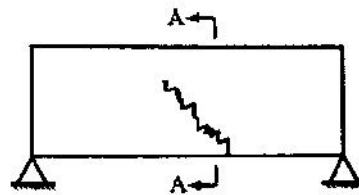
B (۲)

C (۳)

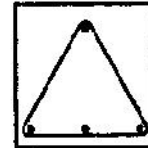
D (۴)

۲۴- برای کنترل ترک خمشی برشی تیر روبرو کدام نوع میلگرد برشی در مقطع مناسب‌تر است؟

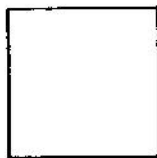
(مهلتی عمزان آزاد ۸۴)



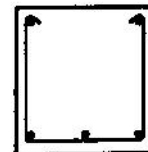
(۲) مقطع A-A



(۱) مقطع A-A



(۴) هر سه گزینه یکسان است.

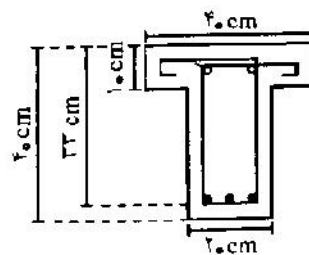


(۳) مقطع A-A

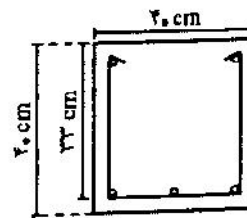
۲۳- برای تیرهای شکل‌های  $a$  و  $b$  زیر، که در آنها از فولاد آجدار  $\phi 10$  به عنوان فولاد برشی استفاده شده است و مساحت فولاد طولی در هر دو مقطع  $16\text{ cm}^2$  می‌باشد و  $f_c = 250\text{ kg/cm}^2$  و  $f_y = 3000\text{ kg/cm}^2$

(مهلتی عمزان آزاد ۸۱)

می‌باشد، کدام عبارت صحیح است؟



(a)



(b)

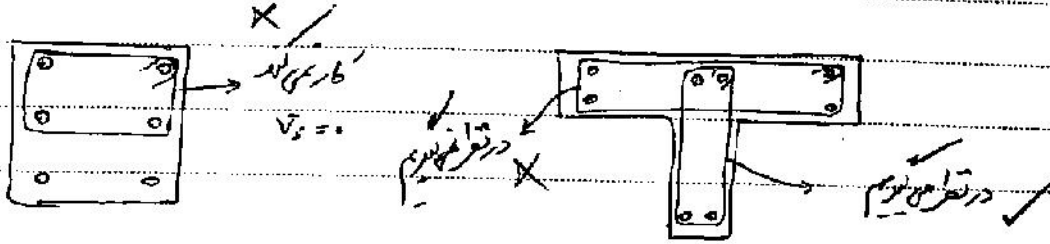
(۱) مقاومت برشی نهایی اسمی (*nominal*) هر دو مقطع یکسان است.

(۲) مقاومت برشی نهایی اسمی (*nominal*) مقطع  $b$  بیشتر از مقطع  $a$  است.

(۳) مقاومت برشی نهایی اسمی (*nominal*)  $a$  بیشتر از مقطع  $b$  است.

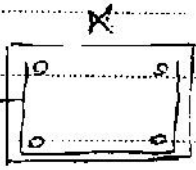
(۴) مقاومت برشی نهایی اسمی (*nominal*) مقاطع بستگی به میزان بار وارده بر آنها دارد.

نکات ۱) آرماچورهای برشی از دورترین تارکشی باید امتداد یابند اگر نیابند در نظر گرفته نمی شود



باید یک خاصیت پیوسته از بالا تا پایین استفاده شود تا بتوان آن را در نظر گرفته شود.

۲) خاصیت باید در بالا و پایین مهار شود وگرنه کار نمی کند

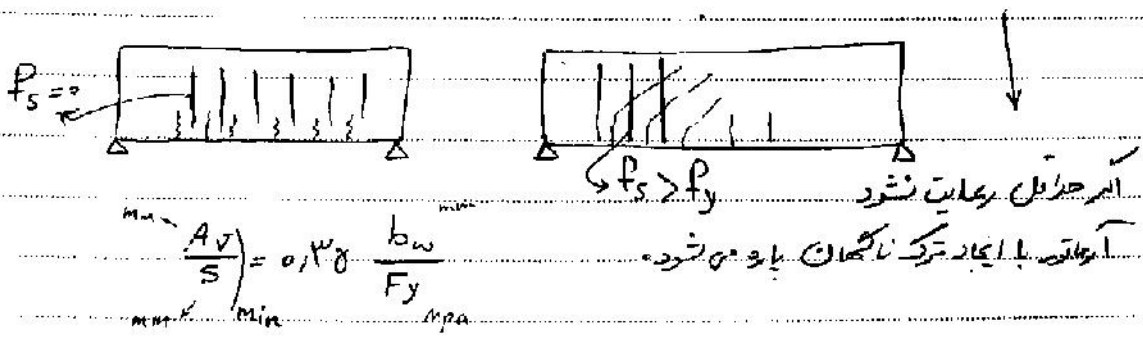


۳) مقدار  $F_y$  خاصیت نباید از ۴۰۰ مپا بیشتر باشد (معدت اجزایی)

معدت اگر از فولاد توپی است استفاده کنیم در محاسبه خواص گزینش های بالاتری خواهد داشت و بعضی ترکها بیشتر

خواهد بود و یا کمتر از صدای خواهد بود که آنرا در نظر گرفته می شود  
 معیار این نامبر رسیدن خاصیت  $F_y$  معادل خواص است  
 قبل از خواص (قبل از رسیدن  $F_y$  مقدار  $V_s$  با فرض کم عرض بودن ترکها محاسبه می شود)

۴) آرماچور جداول اگر مقدار آرماچور برشی از یک عددی کمتر باشد به عرض برآوردن ترک قطعی و احتمال نیروی آرماچور به علت کم بودن مقدار آن در ضعیف بودن آن بلا فایده می باشد (نکات آخر)



$$\frac{A_v}{S} \times F_y \times d > 0.138 \times b_w \times d$$

نکته: طبق این نامبر اگر  $V_u > \frac{V_c}{2}$  باید از آرماچور برشی (جدایی) استفاده شود  
 اگر  $V_u < \frac{V_c}{2}$  نیاز به آرماچور برشی نیست

- قانون فوق لازم نیست برای موارد زیر در نظر گرفته شود:
- ۱ - دال‌ها و جوارب‌ها
  - ۲ - تیرهای با  $h \leq 28 \cdot c$
  - ۳ - سقف تیرچوبک (تیرچه‌های یکپارچه ریخته شده دال)
- $V_u < V_c$  ← نیاز به آرماتور برش نیست.

آرماتور لازم بر اساس طرأی کمتر از مقدار حداقل بود باید مقدار حداقل را قرار دهیم که برای این کار سه توان داریم:

- ۱ -  $A_v$  بالا برده (از آرماتور با قطر بالاتر استفاده کرد)
- ۲ -  $S$  کاهش داد.
- ۳ -  $F_y$  را افزایش داد.

آرماتور حداقلتر و آیین نامه می‌خواهد که صحت در نظر نماند شکست برش و آرماتورهای برش تسلیم شود. شکست آن به صورت شکست تردین نباید. علاوه بر آن اگر مقدار آرماتور برش از یک صدی بالاتر رود اجرای آن (بن برود) سخت می‌شود.

مقاومت بتن

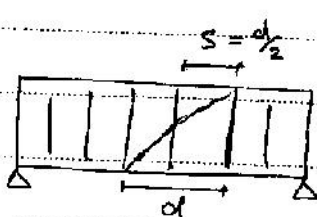
$$V_s < \min \left( \left[ \frac{E_s V_c}{f_y} \right] \text{ و } 3,8 \cdot b_w \cdot d \right)$$

$$4V_c = 0,48 \sqrt{f_c} \quad V_c < 0,5 \sqrt{f_c}$$

$$V_c = 0,2 \phi \sqrt{f_c} = 0,2 \times 0,6 \sqrt{f_c} = 0,12 \sqrt{f_c}$$

آیین نامه جدید: مقدار  $V_r (= V_c + V_s)$  نباید بیشتر از  $0,25 \phi_c f_c b_w d$  در نظر گرفته شود.

$$S < \frac{d}{2}$$



حداکثر فواصل آرماتورهای برش ۸.

برای اینکه ترکها به تعداد کافی

آرماتور برش قطع کنند محدودیت

فوق بیان شده است.

در شرایطی که مقدار  $V$  زیاد است باید  $S < \frac{d}{4}$  باشد.

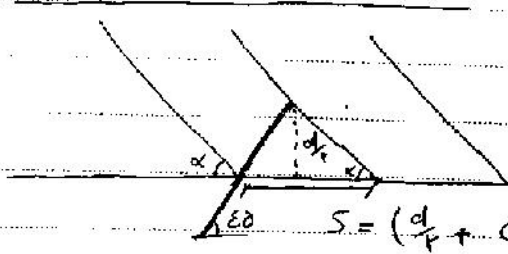
$$V_s > 2V_c \Rightarrow S_{max} = \frac{d}{4}$$

$$V_s < 2V_c \Rightarrow S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_u > 0,125 \phi_c f_c b_w d \rightarrow S_{max} = \frac{d}{4} \\ V_u < 0,125 \phi_c f_c b_w d \rightarrow S_{max} = \frac{d}{2} \end{array} \right\}$$

آیین نامه جدید:

۸. حداکثر فواصل خاموتها برای خاموتهای مایل



$$S = (d_1 + \cot \alpha \cdot d_2) \cdot H$$

$$S = d_2 \cdot (1 + \cot \alpha) \cdot H$$

حرفه ۵۵ درجه از وسط مقطع (دایره) در جهت عکس ابعاب سمت چپ و راست یک شش ضلعی رسم شود. حاصل یک خاموت مقطع کند.



$$W = A \cdot \gamma \cdot H \cdot \sin \alpha$$

معمود خم نشود. برای درجه ۵۵  
۳/۳ طول خم شده خود را براندازد. بخش تحمل کند.

در روابط با المانهای خم شده

(مهندس عمران آزاد) (۸۴)

۲۶- چرا حداکثر فاصله خاموت باید رعایت شود؟

- ۱) برای اطمینان از قطع همه ترکهای برشی توسط خاموتها
- ۲) برای اطمینان از جاری شدن خاموتها
- ۳) برای اطمینان از مهار کامل خاموتها و عدم گسیختگی در ترکهای مورب برشی
- ۴) هر سه مورد

(مهندس عمران آزاد) (۸۱)

۲۴- علت اصلی محدودیت حداکثر آرمانتور برشی در اعضای بتن مسلح چیست؟

- ۱) جلوگیری از شکست برشی - کششی
- ۲) جلوگیری از شکست برشی - فشاری
- ۳) جلوگیری از تراکم آرمانتور برشی
- ۴) کاهش هزینه ها و ارائه طرح بهینه

(مهندس عمران آزاد) (۸۴)

۲۶- چرا حداکثر فاصله خاموت باید رعایت شود؟

- ۱) برای اطمینان از قطع همه ترکهای برشی توسط خاموتها
- ۲) برای اطمینان از جاری شدن خاموتها
- ۳) برای اطمینان از مهار کامل خاموتها و عدم گسیختگی در ترکهای مورب برشی
- ۴) هر سه مورد

(مهندس عمران آزاد) (۸۱)

۲۴- علت اصلی محدودیت حداکثر آرمانتور برشی در اعضای بتن مسلح چیست؟

- ۱) جلوگیری از شکست برشی - کششی

۲) جلوگیری از شکست برشی - فشاری

۳) جلوگیری از تراکم آرماتور برشی

۴) کاهش هزینه‌ها و ارائه طرح بهینه

۲۶- چرا حداکثر فاصله خاموت باید رعایت شود؟

(مهندس عمران آزاد ۸۴)

۱) برای اطمینان از قطع همه ترکهای برشی توسط خاموتها

۲) برای اطمینان از جاری شدن خاموتها

۳) برای اطمینان از مهار کامل خاموتها و عدم گسیختگی در ترکهای مورب برشی

۴) هر سه مورد

۳۴- علت اصلی محدودیت حداکثر آرماتور برشی در اعضای بتن مسلح چیست؟ (مهندس عمران آزاد ۸۱)

۱) جلوگیری از شکست برشی - کششی

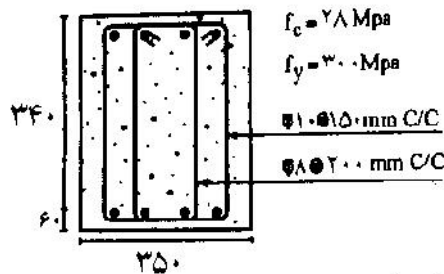
۲) جلوگیری از شکست برشی - فشاری

۳) جلوگیری از تراکم آرماتور برشی

۴) کاهش هزینه‌ها و ارائه طرح بهینه

مقاومت برشی طراحی مقطع نشان داده شده در شکل زیر چقدر می‌باشد: (براساس آیین نامه آبا)

(مهندس عمران آزاد ۸۳)



۱) ۱۹۵/۴ kN

۲) ۱۸۲/۴ kN

۳) ۱۶۶/۴ kN

۴) ۲۱۶/۸ kN

آرماچر  $\varnothing 8 @ 200$  برش تکمیل نمی‌کنند ← فاصله آنها از  $\frac{d}{2}$  بیشتر است

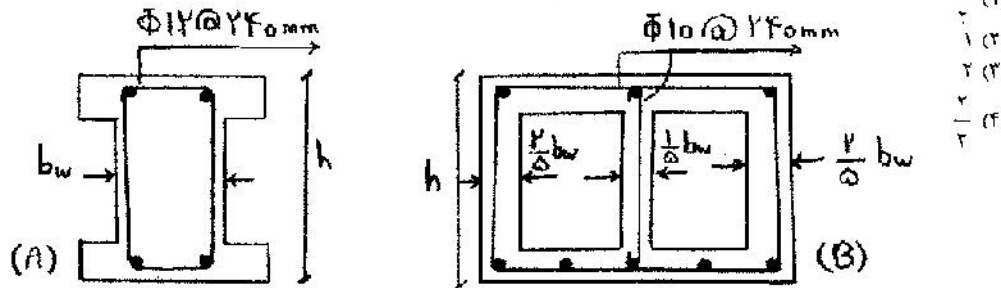
$$V_r = 0.2 \varphi_c \sqrt{f_c} \times 340 \times 350 + \frac{A_v \sigma_s}{s} \times (\varphi_s \times 300) = 172651 N = 172 kN$$

$\begin{matrix} 2 \times (1 \times 5^2) & 340 \text{ mm} \\ \swarrow & \uparrow \\ 0.65 & 28 & 150 & 0.85 \end{matrix}$

آیین نامه آبا  $\varphi_c = 0.6 \rightarrow V_r = 166354 N = 166.4 kN$



۱۱۴- دو مقطع A و B به صورت زیر می باشند. مطلوبست تعیین نسبت ظرفیت برشی مقطع A به مقطع B در صورتی که مقاومت مشخصه فولاد و مقاومت مشخصه بتن در دو مقطع یکسان باشد؟



✓ و است بتن برش در دو مقطع یکسان است

مقطع A → 0.2

$$0.94 = \frac{2 \times \pi \times \delta^2}{240} \iff \frac{3 \times \pi \times 5^2}{240} = 0.98$$

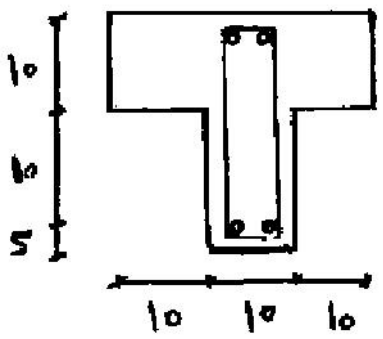
مقطع A      مقطع B

→ (VA = VB)

کدامیک از گزینه های زیر، بر طبق آیین نامه ACI، یک طرح فولاد برشی مناسب برای یک مقطع مستطیلی به ابعاد: ۳۰ سانتی متر = عمق مؤثر و ۲۵ سانتی متر = عرض و ۴۰ سانتی متر = ارتفاع کل و مقاومت ۲۸ روزه بتن آن ۲۲۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و تنش تسلیم فولاد برشی برابر با ۳۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می باشد؟

- (۱) Uφ۱۰ به فاصله ۱۵ سانتی متر
- (۲) Uφ۱۰ به فاصله ۲۰ سانتی متر
- (۳) Uφ۸ به فاصله ۶ سانتی متر
- (۴) Uφ۸ به فاصله ۲۲ سانتی متر

آزاد ۸۸



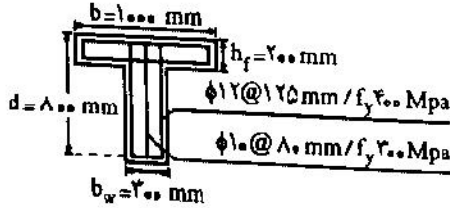
۱۳۹- چنانچه برش قابل تحمل توسط بتن از رابطه  $V_c = 0.5 \sqrt{f'_c} b_w d$  محاسب شود. برای تیر مقابل که تحت برش ۳ تن قرار گرفته است. مقدار فاصله خابرتها از یکدیگر (محاسباتی) چقدر باید باشد؟ (واحدهای شکل بر حسب cm می باشد).

$f_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$  ,  $f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$  ,  $A_v = 0.5 \text{ cm}^2$  هر شاخه

10 cm (۱)      30 cm (۳)      20 cm (۲)      60 cm (۴)

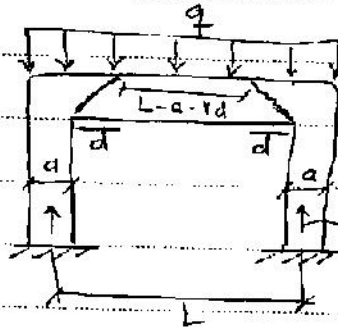
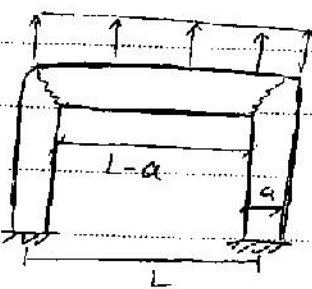
$$V = 0.5 \sqrt{f'_c} b d + \frac{A_v}{s} d F_y \Rightarrow s = 15 \text{ cm} \Rightarrow \text{گزینه ۴ صحیح است}$$

۴- در تیر مقابل با فولادگذاری برشی نشان داده شده، ظرفیت برشی فولادهای برشی به صورت تئوریک کدام است؟ ( $\phi_s = 1/0$  منظور شود)



- (۱) ۸۱۴ kN
- (۲) ۵۷۸ kN
- (۳) ۱۰۲۵ kN
- (۴) ۱۹۴۰ kN

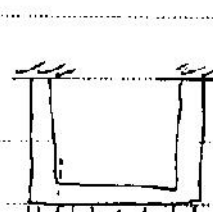
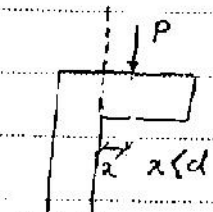
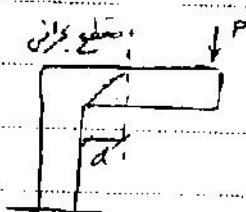
$$V_s = \leq \frac{A_v}{s} d f_y = \left[ \frac{\pi \times 5^2}{80} \times 800 \times 300 \right] + \left[ \frac{2 \times \pi \times 6^2}{125} \times 800 \times 400 \right] = 814678 N = 814 kN$$



مقطع برای برش و

مکان العمل  
تکیه کاسی

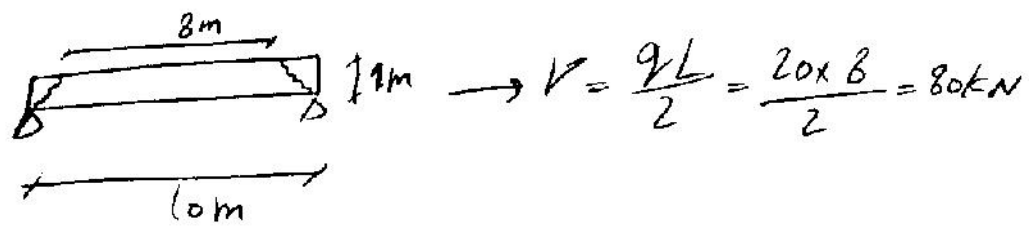
کمان در بخش العمل تکیه کاسه در امتداد برش اعمال شده در نواحی انتهایی تیر ایجاد فشار کند  
که سازه هیچ بار مستقیم در فاصله برد اعلى تکیه کاسه تا مقطع بحرانی دارا ندارد  
مقطع بحرانی بر روی تیر برش به نام عمل ←



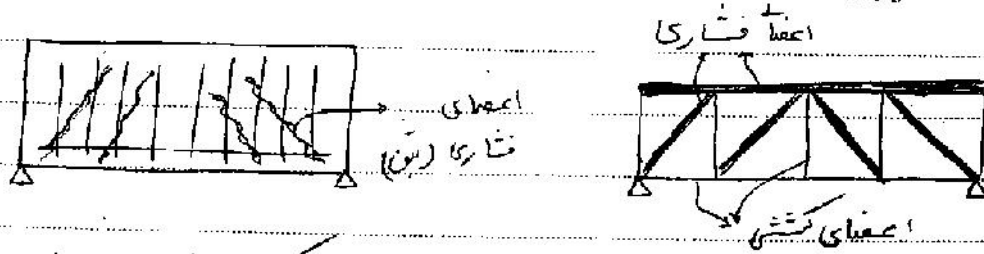
آزاد ۸۵

۱۱۸- در یک تیر ساده با طول ۱۰ متر و عمق مؤثر ۱۰۰ سانتیمتر و بار نهایی گسترده ۲۰ KN.m برش نهایی طراحی برابر است با:

- (۱) ۸۰ KN
- (۲) ۱۰۰ KN
- (۳) ۲۰۰ KN
- (۴) ۱۲۰ KN



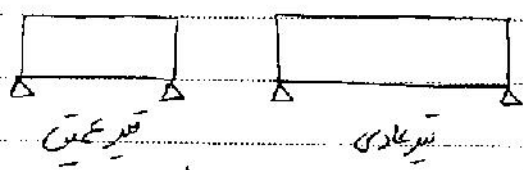
عملکرد خرابی تحت بارش :



تحت اثر بار قائم و اعضای دائم آرماتور و نیز آرماتور طولی بصورت اعضای کششی خراب و بتن فشاری بالای سطح و نیز بتن فشاری قطری بصورت اعضای فشاری عمل می کند. اگر آرماتور برش بیشتر از حدکش باشد قبل از تمام آرماتورهای برش بتن فشاری خراب می شود. شکست ترد

۲-۲- تیرهای عمیق

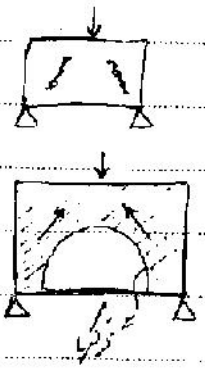
تیر عمیق و



در تیر عمیق مقدار کمتر و برش، مقدار بسیار بالایی دارد و از طرفی چون  $v = \frac{2M}{l}$  (میرکناه) مقدار  $v$  بسیار افزایش می یابد پس در تیر عمیق مقدار  $v$  بسیار قابل توجه است.

$v = \frac{2M}{l}$

که اگر مقدار  $\frac{M}{Vd} \ll 1$  باشد تیر عمیق است.



- ✓ در تیر عمیق اول ترک قطری زیاد می شود و ترک خمشی
- ✓ پس از تشکیل ترکهای قطری، تیر تبدیل به قوس می شود
- ✓ تیرهای عمیق با وجود آمدن ترک قطری خراب نمی شود.

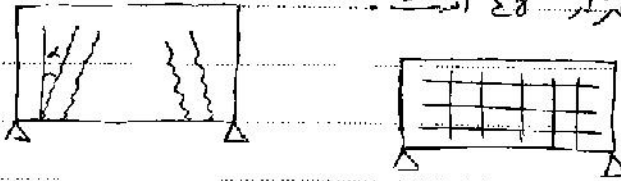
با افزایش بار  $\left\{ \begin{array}{l} \text{ا. بتن فشاری بالا خراب شود} \\ \text{ب. آرماتور کششی پایین تقیم یا از داخل بتن سرخورد خارج شود} \end{array} \right.$

تیرهای عمیق: ✓ تیرهایی که مقدار برش نسبت به قطر بسیار بالاست.

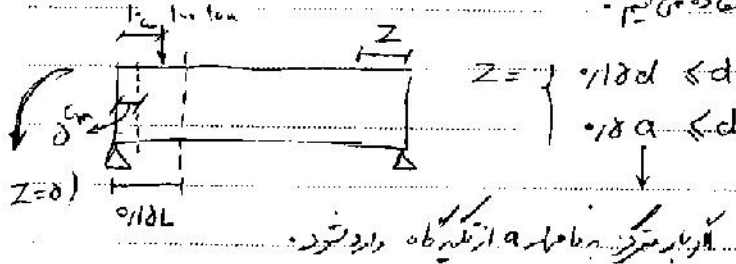


✓ در تیرهای عمیق علاوه بر آرماتور برشی قائم، آرماتور طولی نیز برای برش لازم است.

✓ زاویه ترکهای برشی کمتر از ۴۵ است.



✓ مقطع بحرانی برای تیرهای عمیق: اولاً برش را تنها در مقطع بحرانی حساب کرده و برای کل تیر از برش حداکثر حساب شده در مقطع بحرانی استفاده می‌کنیم.

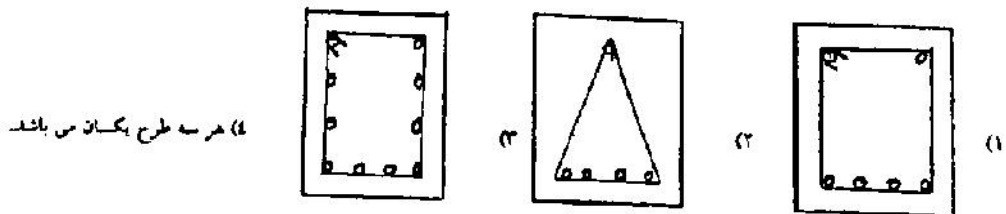


آرماتور ترکها را با هم در نظر بگیرد و در نظر نگیرد.

$$V_s = \left[ \frac{A_s}{1.25} \left( 1 + \frac{L}{d} \right) + \frac{A_{ch}}{1.25r} \left( 11 - \frac{L}{d} \right) \right] \phi_s P_y d < 4 \rho_c b_w d$$

آزاد ۸۶

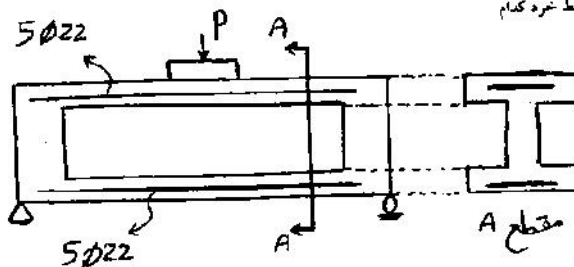
طراحی تیری با دهانه های یکسره با طول دهانه آزاد ۵ متر و ارتفاع ۲ متر مدنظر می باشد کدامیک از آرایش آرماتورها مناسب تر است؟



(۱) هر سه طرح یکسان می باشد

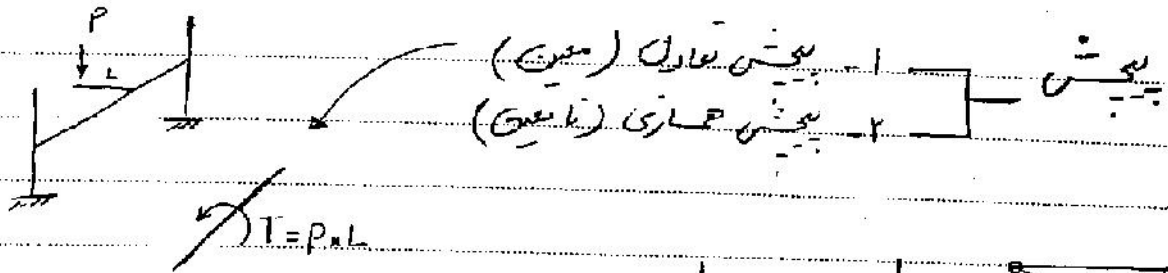
آزاد ۸۸

۱۳۸- در تیر دو سر مفصل بین آرمه و دودر تحت بار متمرکز در وسط خورده کدام نوع شکست محتمل تر است؟

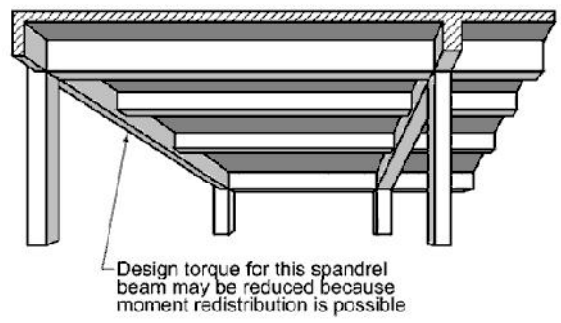
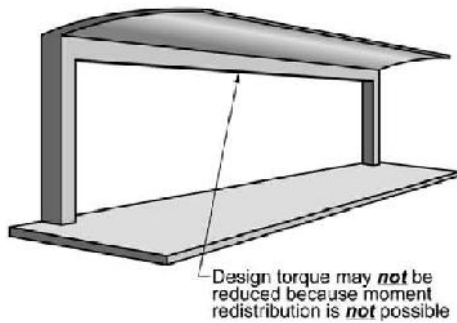
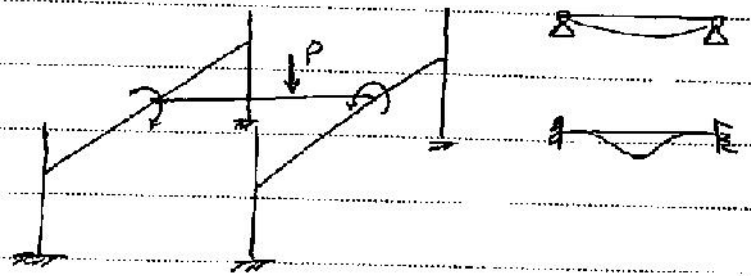


- (۱) شکست خروشدگی جان
- (۲) شکست فرس سته

- (۳) شکست خمشی
- (۴) شکست برشی در تکیه گاهها



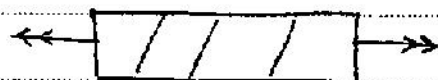
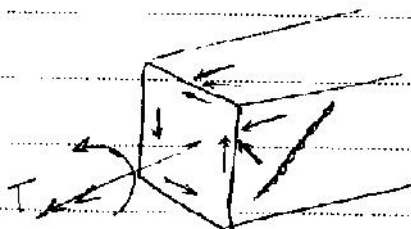
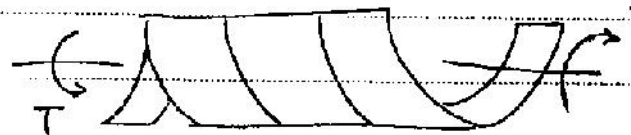
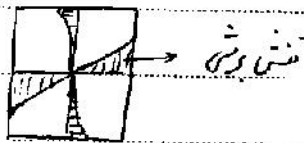
نکته: در ریه‌ها میانی پیچش نداریم.  
کناری داریم.



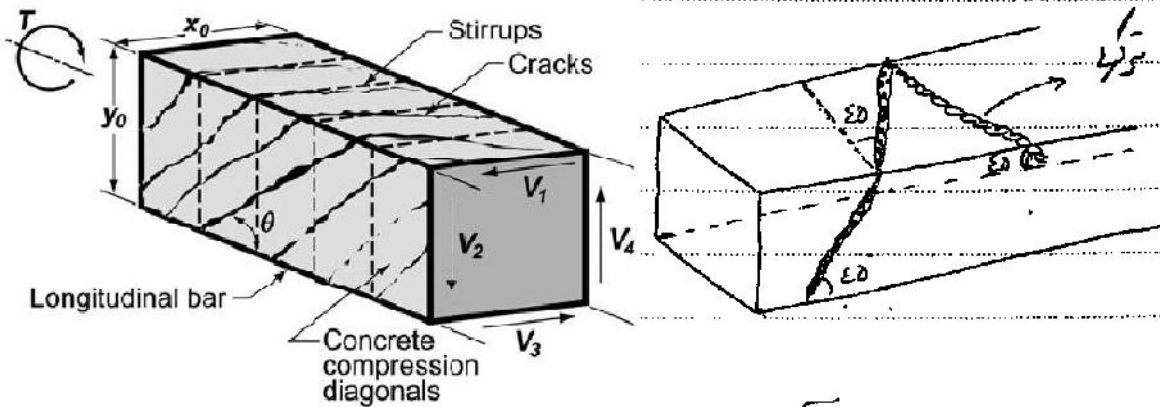
۳- در صورت اتصال گیردار یک تیر، تحت بار قائم به وسط دهانه یک تیر دیگر، می توان گفت: لنگر پیچشی ایجاد شد در عضو دوم، ...  
(مهندس عمران ۸۰)

- ۱) اکثراً قابل اضماع است.
- ۲) مانند لنگرهای پیچشی تعادلی محسوب می شود.
- ۳) به دلیل امکان باز توزیع لنگرها، کاهش می یابد.
- ۴) به دلیل امکان باز توزیع لنگرها، افزایش می یابد.

تخمین دقیق نوع ترک‌ها: که در مقاطع مستطیلی حداکثر تنش برشی ناشی از میخ در وسط ضلع بزرگتر اتفاق می افتد.

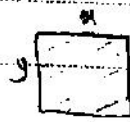


در بتن بدون آرماتور برش و با احتمال  $T$  اولین ترکها در وسط ضلع موم شروع شده و وقتی به ضلعها نزدیک بالا می رسانی رسیدند با ترک های با زوایای نامشخص ترک پشتی در بر روی به یکدیگر وصل شوند.



مقاومت پیش از مقطع بتن بدون آرماتور:

$$T_{cr} = \gamma \frac{A_c^2}{P_c} \nu_c = \gamma \frac{A_c^2}{P_c} (0.12 \phi \sqrt{f_{pc}})$$



$$A_c = xy$$

$$P_c = (x+y)^2$$

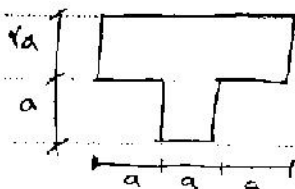
$T_{cr}$  مقاومت پیش از مقطع بتن است که اگر  $T < T_{cr}$  شود مقطع تحت یکپس خراب می شود.

پس از ایجاد ترک پیش از مقاومت بتن در حدود ۴۰٪ کاهش می یابد ولی آیین نامه از این مقاومت صرف نظر می کند یعنی

- \* قبل از ترک  $T < T_{cr}$  تقریباً ترک خردی  $T = T_{cr}$  مقاومت
- \* بعد از ترک  $T > T_{cr}$  تقریباً مقاومت آرماتور  $T = T_s$  مقاومت

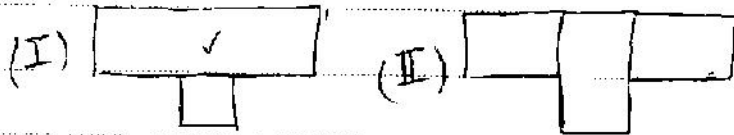
آیین نامه: اگر  $T < \frac{T_{cr}}{4}$  نیاز به آرماتور پیش از نیامد

اگر  $T > \frac{T_{cr}}{4}$  باید آرماتور پیش از استفاده کنیم



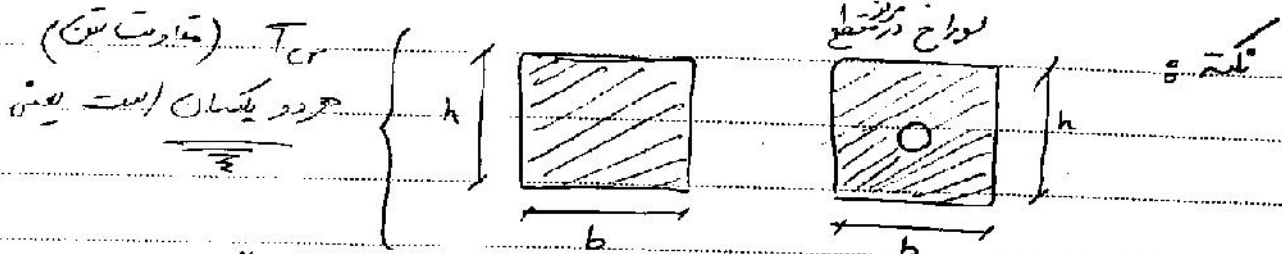
نکته: اگر چند مقطع مستطیل با هم داشته باشیم و برای محاسبه  $T_{cr}$  برای شکل نوز آنرا تبدیل به مستطیل ها که چگالتر می کنیم.

بسیار اینکه کدام تقسیم بندی را انتخاب کنیم و هر کدام که  $ya^2$  بزرگتری داشته باشند (یعنی ضلع کوچکتر و ضلع بزرگتر)



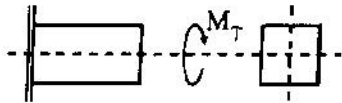
(I)  $\sum x^2 y = [2^2 \times 2] + [1^2 \times 1] = 13 \checkmark$

(II)  $\sum x^2 y = 2[1^2 \times 2] + [1^2 \times 3] = 7$



$T_{cr} = \gamma \frac{A_c^2}{P_c} \times \gamma_c$  در محاسبه  $A_c$  (ماحتای کل بتن) سوراخ داخلی مقطع را کسر نمی‌کنیم (در نظر نمی‌گیریم)

۵- در بارگذاری پیچشی وارد بر تیر منشوری بتن آرمه با مقطع مستطیل شکل به صورت زیر، تنش برشی ماکزیمم در کدام قسمت مقطع به وجود می‌آید؟ (مهندس عمران ۷۷)



- (۱) جدار خارجی
- (۲) داخل هسته مرکزی
- (۳) مرکز پیچشی
- (۴) مرکز هندسی

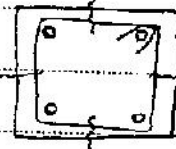
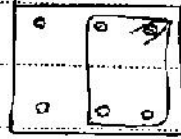
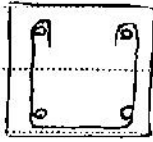
۶- چنانچه یک عضو بتن آرمه تحت اثر پیچش خالص  $T$  قرار گیرد، احتمال کدام شکست بیشتر است؟ (مهندس عمران ۷۵)



۱۱- در یک تیر عمودی با مقطع مستطیلی تحت اثر لنگر پیچشی امتداد و موقعیت ترکهای حاصله چه خواهد بود؟ (مهندس عمران ۷۶)

- (۱) ترکها عمود بر محور تیر به طور مجزا در طول تیر
- (۲) ترکهای مورب به طور مجزا در طول تیر
- (۳) ترکهای پیوسته مارپیچی در طول تیر
- (۴) هیچ کدام

نمونه کارکرد آرماتورهای پیشی و چون ترکها در جدار خارج شدی تر است باید از جوت به ترکها جدار بیرون استاده شود

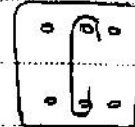


غلط در پیشه کار نمی کند ولی در روش کار کند

مناسب نیست چون باید در همه قرار گیرد تا ترکها بلند نشود

درست

در پیشه کارها کند (ولی در روش کارها کند)



$$T = \tau (Y A_m t) \Rightarrow T = \tau A_o \times \frac{A_t}{S} + \phi_s = f_{y,v} \times \cos \theta$$

$A_o$  مساحت محور در داخل غارت  $\approx 1.85 A_c$

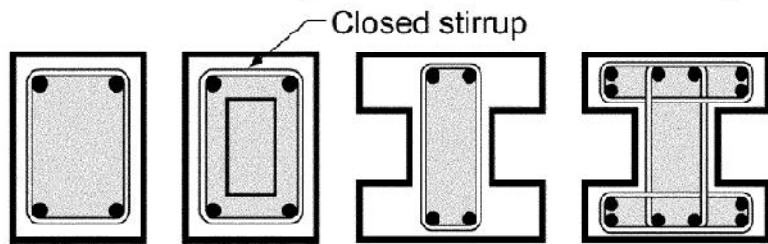
فاصله خاموتها  $S$

$A_c$  مساحت یک شاخ خاموت

مقاومت تسلیم خاموتها  $f_{y,v}$

$$\cos \theta = 1$$

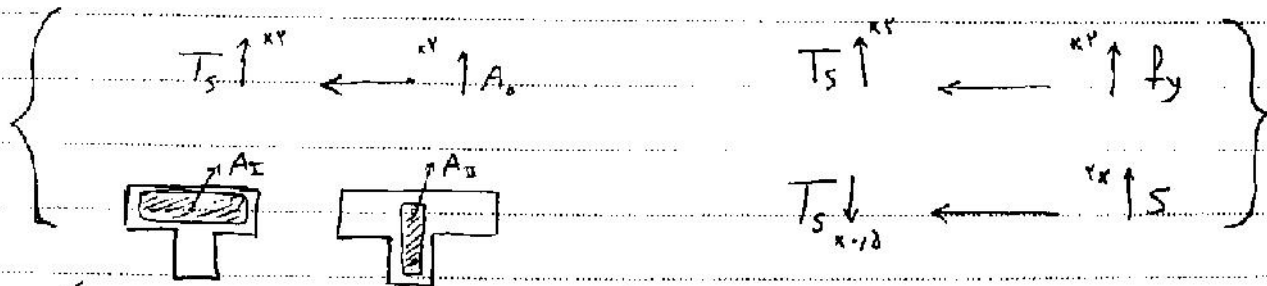
(خاموتها فقط تحت کشش هستند)



$A_{oh}$  = shaded area

Fig. R11.5.3.6(b)—Definition of  $A_{oh}$

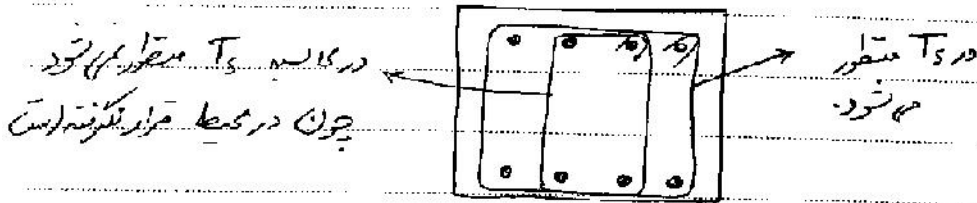
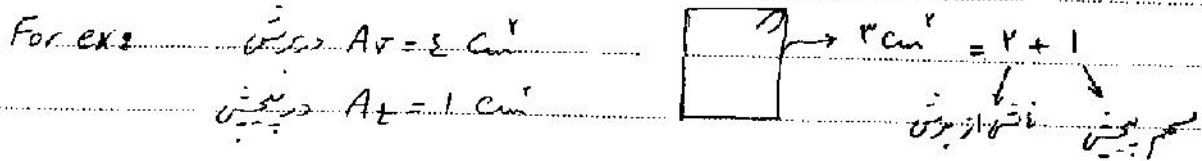
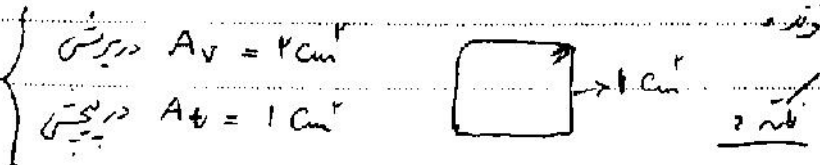
نکته: نباید از آرماتور قوی تر از  $F_y = 400 \text{ MPa}$  برای آرماتور پیشی عرضی استفاده کرد.



(نقطه پیشی) - خاموت طوری قرار دهیم که بیشترین  $A$  برآید کند (داخل بزرگترین مستطیل)



تکته ها خاموتها یکی که برای پیچش محاسبه می شوند و دیگر نمی توان مجدداً برای برش در نظر گرفت و باید به خاموتهای برش اضافه شوند.



فرویل حداقل خاموت که در جهت برش ارائه شده است

$$\frac{A_v}{s} + \frac{2A_t}{s} > \frac{0.35 b_w}{f_y}$$

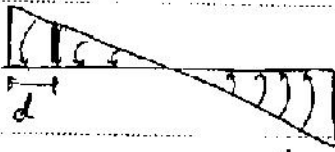
حداکثر فاصله خاموتهای بسته پیچشی:

$$s_{max} = \text{Min} \left\{ \frac{P_h}{8}, 300 \text{ mm} \right\}$$

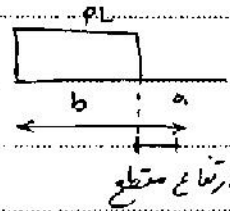
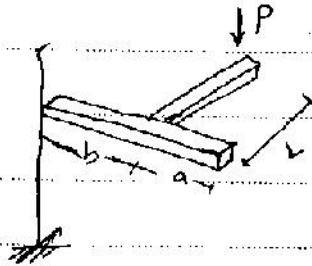
حداکثر مقدار آرماتور پیچشی در مقاطع نوپر از رابطه زیر تعیین می شود:

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{bd}\right)^2 + \left(\frac{V_u P_h}{1.7 A_{on}}\right)^2} \leq 0.25 \phi_c f_c$$

مقطع بحرانی برای پیچش ← فاصله برش متعین برای فاصله  $d$  از برشگاه است مگر آنکه پیچش متعین اعمال شده باشد.



نکته ۸: آرماتورهای همیشه باید از نقطه قطع تئوریک (نقطه‌ای که دیگر از نظر محاسبات نیاز به  $T_s$  به اندازه بزرگترین برش مقطع ادامه یابند. نیست)



نکته: آیین نامه ACI گفته که باید با اندازه  $(b+d)$  ادامه یابند که صحیح تر است.

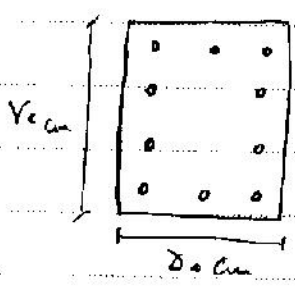
- \* نقش آرماتورهای طولی در همیشه و
- ① نگهداشتن خاویزهای همیشه (مهارتنگ‌ها بخصوص در گزیده‌ها)
- ② جلوگیری از بارشدن بیشتر ترک‌ها
- ③ افزایش جزئی در مقاومت همیشه (عملی تا جایی) ← آیین نامه از این افزایش صرف نظر نموده

\* مقدار آرماتور طولی در محاسبه  $T_s$  وارد نمی‌شود. یعنی اگر بگوئید آرماتورهای طولی را ۲ برابر کنیم  $T_s$  چند برابر نمی‌شود ← تغییر نمی‌کند.  
 ✓ ولی مقدار آرماتور عرضی در محاسبه  $T_s$  شرح زیر باید علاوه بر آرماتور عرضی به مقطع اضافه کرد.

نسبت حجم آرماتور طولی

$$\frac{A_L \cdot f_y}{F_n} \geq \frac{A_t \cdot f_y}{s} \cdot \cos \theta$$

لازم به صحت کردن است ← نسبت خاویزها



\* آرماتورهای طولی باید در کل محیط گزیده شوند بطوریکه:  
 ✓ حداقل یک آرماتور در هر گوشه خاویز باشد.  
 ✓ موازات آرماتورهای از 30 cm بیشتر نشود.

۱۰۹- در طراحی برش و پیچش توأم:

- (۱) مقاومت برشی با افزایش پیچش وارده افزایش می یابد. (۲) مقاومت برشی ربطی به پیچش وارده ندارد.  
(۳) پیچش با افزایش برش وارده افزایش می یابد. (۴) مقاومت برشی با افزایش پیچش وارده کاهش می یابد.

۱- یک تیر بتن آرمه با دهانه ۴ متر و ابعاد مقطع  $40 \times 60 \text{ cm}$  تحت لنگر پیچشی ثابت روی ۲ متر اول دهانه است. طراحی خاموت پیچشی برای تیر فوق مطابق کدام گزینه باید انجام گیرد؟

(مهندس عمران ۸۶)

- (۱) خاموتهای طراحی شده باید تا طولی پس از ۲ متر اول دهانه ادامه یابند.  
(۲) خاموتهای طراحی شده باید تا طول ۲ متر اول دهانه ادامه یابند.  
(۳) خاموتهای طراحی شده باید تا طولی کمتر از ۲ متر اول دهانه ادامه یابند.  
(۴) خاموتهای طراحی شده باید تا نزدیکترین فاصله قبل از ۲ متر اول دهانه ادامه یابند.

۱- در مقاطع مستطیل شکل از بتن آرمه تحت اثر پیچش، کدام عبارت صحیح است؟

(مهندس عمران ۷۳)

- (۱) ترک خوردگی در هسته داخلی مقطع ایجاد شده و تنها فولادهای عرضی که هسته را قطع می کنند مقاوم می باشند.  
(۲) ترک خوردگی به صورت مورب در پوسته خارجی ظاهر شده و تنها فولادهای عرضی مناسب می باشند.  
(۳) ترک خوردگی در هسته داخلی ایجاد شده و تنها فولادهای طولی برای مقاومت در مقابل پیچش مناسب هستند.  
(۴) ترک خوردگی به صورت مورب در پوسته خارجی ظاهر شده و فولادهای طولی و عرضی هر دو برای مقاومت در مقابل پیچش لازم هستند.

آزاد ۸۷

۱۳۴- در طراحی یک تیر بتن آرمه برای برش و پیچش همزمان.

- (۱) از مقاومت بتن در برابر برش و پیچش بعلاوه ترک خوردگی بتن صرف نظر می گردد.  
(۲) مقاومت بتن در برابر برش در نظر گرفته شده و از مقاومت پیچشی آن بعلاوه ترک خوردگی بتن صرف نظر می گردد.  
(۳) مقاومت بتن در برابر برش و پیچش با استفاده از روابط اندرکنش در نظر گرفته می شود.  
(۴) مقاومت بتن در برابر برش و پیچش به صورت مستقل در نظر گرفته می شود.

۷- در صورت نیاز به مسلح کردن یک تیر بتنی تحت پیچش خالص، کدام توصیه مناسبتر است؟

(مهندس عمران ۷۴)

- (۱) استقرار خاموت به علاوه فولاد طولی.  
(۲) فقط استقرار خاموت  $U$  شکل.  
(۳) فقط استقرار خاموت بسته.  
(۴) کاربرد خاموت بسته به علاوه فولاد طولی.

- ۲- در مقاطع بتنی متشکل از چند مستطیل مانند مقاطع L شکل و T شکل، بهترین محل برای قرارگیری فولادهای پیچشی کجا می باشد؟
- (۱) در داخل بزرگترین مستطیل مقطع
  - (۲) در داخل کوچکترین مستطیل مقطع
  - (۳) آرماتورهای پیچشی باید به نسبت سطح اجزاء مستطیل بین آنها تقسیم شوند.
  - (۴) آرماتورهای پیچشی باید به نسبت  $\lambda x$  اجزاء مستطیل تقسیم شوند. ( $x$  ضلع کوچک و  $\lambda$  ضلع بزرگ هر جزء می باشد).

آزاد ۸۶

یک تیر بتن آرمه برای برش و پیچش طراحی شده است. در این تیر، از ظرفیت پیچشی بتن صرف نظر شده و  $\frac{1}{3}$  ظرفیت آرماتورهای عرضی برای تحمل پیچش بکار می رود. در صورتیکه ظرفیت برشی بتن برابر با نصف ظرفیت آرماتورهای عرضی باشد که برای تحمل برش بکار می رود با تئیل فرضی آرماتورها به نصف مقدار کنونی آن و ثابت ماندن سایر پارامترها، ظرفیت این تیر برای تحمل برش و پیچش چند برابر خواهد شد؟ (کلیه آرماتورهای عرضی بصورت تنگ بسته فرض می شود)

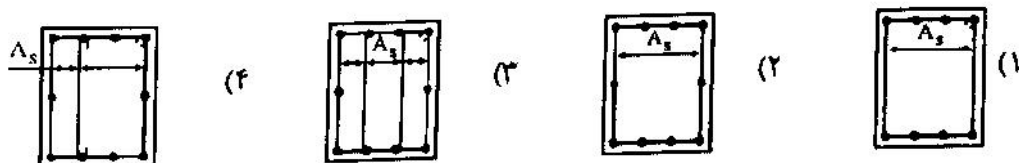
(۱)  $\frac{7}{4}$       (۲) 2      (۳)  $\frac{5}{4}$       (۴)  $\frac{3}{4}$

$$\left. \begin{array}{l} V_{ST} \leftarrow \text{مقاومت بتن نسبت آرماتور} \\ V_C \leftarrow \text{مقاومت بتن} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} V_{ST} = \frac{1}{2} V_{SV} \\ V_C = \frac{1}{2} V_{SV} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{نسبت از تقییل ضامن}} \left. \begin{array}{l} V_{SV} \uparrow^{\times 2} \\ V_{ST} \uparrow^{\times 2} \end{array} \right\} \rightarrow$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{ظرفیت برشی اولیه} = V_C + V_{SV} = \frac{1}{2} V_{SV} + V_{SV} = \frac{3V_{SV}}{2} \\ \text{ظرفیت بتن اولیه} = V_{ST} = \frac{1}{2} V_{SV} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{جمع ظرفیت}} = 2V_{SV} \left. \begin{array}{l} \text{ظرفیت برشی ثانویه} = V_C + 2V_{SV} = \frac{1}{2} V_{SV} + 2V_{SV} = \frac{5V_{SV}}{2} \\ \text{ظرفیت بتن ثانویه} = 2V_{ST} = V_{SV} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{جمع ظرفیت}} = \frac{7V_{SV}}{2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{7}{4}$$

- ۴- برای یک تیر بتن آرمه تحت پیچش، کدام یک از فولادگذارهای زیر مناسبتر است؟ (جمع سطح مقطع ساقها در همه حالات یکسان است.)
- (مهملی عمزاد ۱۷۹)



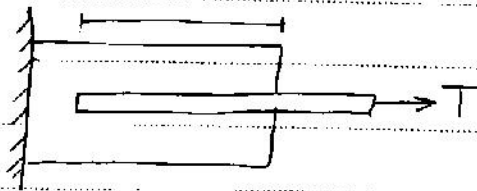
۸- در یک تیر بتن آرمه با فولاد خمشی و بدون فولاد عرضی (خاموت) چنانچه عرض تیر به دو برابر افزایش و عمق تیر به نصف کاهش یابد، کدام یک از تغییرات زیر در مقاومتهای خمشی، برشی و پیچشی (هر کدام به طور مجزا) حاصل می‌گردد.

(مهلهله شماره ۷۳)

- ۱) مقاومت خمشی نصف - مقاومت برشی بدون تغییر و مقاومت پیچشی نصف می‌گردد.
- ۲) مقاومت خمشی نصف - مقاومت برشی بدون تغییر و مقاومت پیچشی دو برابر می‌گردد.
- ۳) مقاومت خمشی بدون تغییر - مقاومت برشی بدون تغییر و مقاومت پیچشی بدون تغییر می‌ماند.
- ۴) مقاومت خمشی یک چهارم - مقاومت برشی بدون تغییر و مقاومت پیچشی دو برابر می‌گردد.

۵- مهار آرماتورها

مهار آرماتورها: هدف آنست که در آن بتوان نیروی  $T$  را از آرماتور به بتن منتقل کرد.



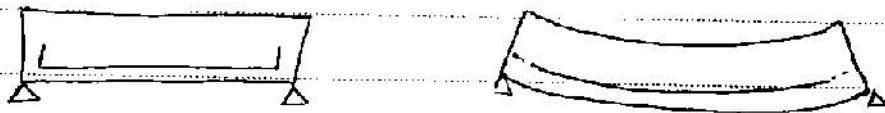
رقت آرماتورهای صاف:

عوامل جلوگیری از لغزش آرماتور صاف در بتن:

- ۱) چسبندگی ناشی از انقباض بتن
- ۲) اصطکاک ناشی از زبری سطح آرماتور

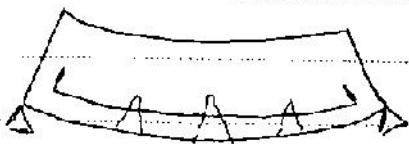
نیاز به فولاد مهار زیاد دارد و در نهایت بدون

ایجاد شکاف در بتن، در داخل آن مهار لغزد. ← برای تأمین مهار باید انقباض آن را ملاحظه کرد.

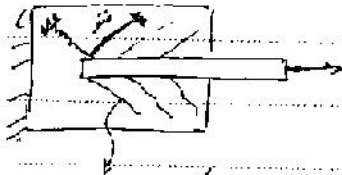


در حالت سگکود صاف با ملاحظه انقباض به علت لغزش آرماتور در

خمش کاهش مهار باید و در بتن عمق آنرا افزایش می‌دهد.

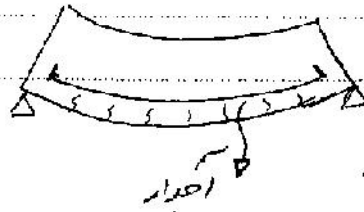


آرماتور آجدار: } / آجا نقش اصلی را در گیرداری (مهار) آرماتور در داخل بتن دارد.  
 / نقش زبری آرماتور و انقباض بتن در مهار با عامل بالایی تا چیزی است.



میانبر این چیز تیر با آرما تور آجدار کمتر از تیر با آرما تور صاف می باشد

ترک ها ناشی از تنش کششی



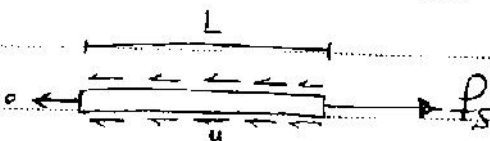
در حالت میلگرد آجدار، تعداد ترکها تنش افزایش می یابد و همچنین آنرا کاهش می یابد.

- ۶- چنانچه در یک تیر بتن آرمه به جای استفاده از آرما تور خمشی آجدار، از آرما تور بدون آج و از قلاب انتهایی جهت مهار آرما تور استفاده شود، کدام یک از عبارات زیر صحیح خواهد بود؟ (مهلهله عمده ۱۷۹)
- ۱) پس از بارگذاری، این تیر به دلیل استفاده از آرما تور بدون آج به سرعت دچار گسیختگی مهاری خواهد شد.
- ۲) پس از بارگذاری، تعداد ترک های این تیر به مراتب بیشتر از تیرهای با آرما تور آجدار است، ولی عرض ترک ها کمتر از تیرهای با آرما تور آجدار خواهد بود.
- ۳) پس از بارگذاری، تنش آرما تور در تمام طول دهانه تیر یکسان و مساوی حداکثر تنش در طول دهانه است و عرض ترک ها نیز بیشتر از حالت تیر با آرما تور آجدار است.
- ۴) پس از بارگذاری، حداکثر تنش در قسمت قلاب انتهایی آرما تور اتفاق خواهد افتاد که باعث عرض تر شدن ترک ها در این ناحیه نسبت به حالت تیر با آرما تور آجدار خواهد شد.

آزاد ۸۷

- ۱۳۷- کدامیک از گزینه های زیر در رابطه با چسبندگی و مهار میلگرد در بتن صحیح می باشد؟
- ۱) مکانیزم انتقال نیرو در میلگردهای صاف و آجدار یکسان بوده، ولیکن گسیختگی چسبندگی در میلگردهای صاف از نوع لغزشی و در میلگردهای آجدار از نوع شکاف خوردگی می باشد.
- ۲) مکانیزم انتقال نیرو در میلگردهای صاف و آجدار متفاوت بوده و گسیختگی چسبندگی در میلگردهای صاف از نوع لغزشی و در میلگردهای آجدار از نوع شکاف خوردگی می باشد.
- ۳) مکانیزم انتقال نیرو در میلگردهای صاف و آجدار یکسان بوده و گسیختگی چسبندگی در هر دو نوع میلگرد از نوع لغزشی می باشد.
- ۴) مکانیزم انتقال نیرو در میلگردهای صاف و آجدار متفاوت بوده و گسیختگی چسبندگی در میلگردهای صاف از نوع شکاف خوردگی و در میلگردهای آجدار از نوع لغزشی می باشد.

انواع روشهای محاسبه مهار آرما تور



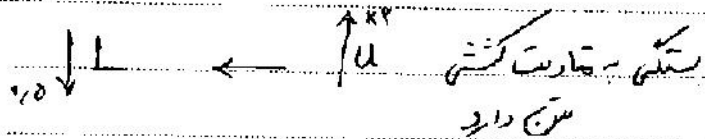
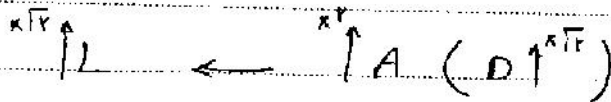
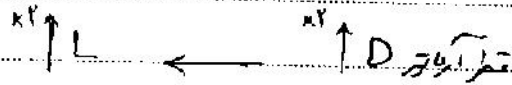
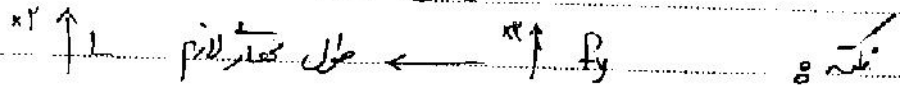
① روشی بر مبنای مهارت

$f_s$ : تنش در آبراتور

$u$ : تنش چسبندگی بین آبراتور و  $u$

$$f_s \times \frac{\pi D^2}{4} = u \times L \times \pi D$$

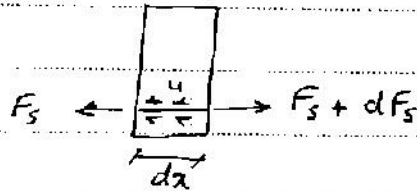
$$\Rightarrow L = \frac{f_s \times D}{4u}$$



تولید آبراتور

$$u \times \pi D \times dx = dF_s$$

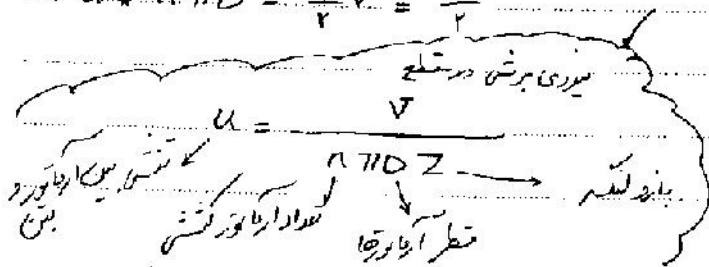
(انوار)



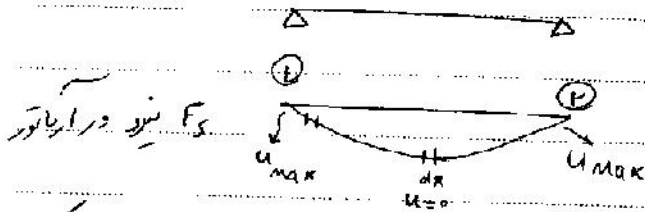
پوشش خسته

$$u + \pi D = \frac{1}{r} \frac{dM}{dx}$$

$$u + \pi D = \frac{1}{r} V = \frac{V}{r}$$

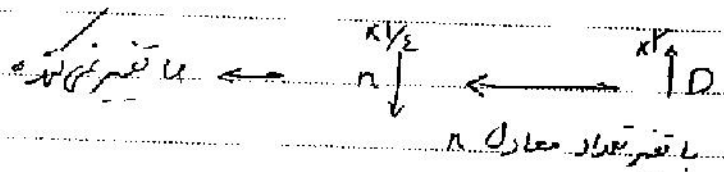


با توجه به نمودار فوق، تنش پیوستگی خمشی در محل‌های که برش ماکزیمم است، بیشترین مقدار را



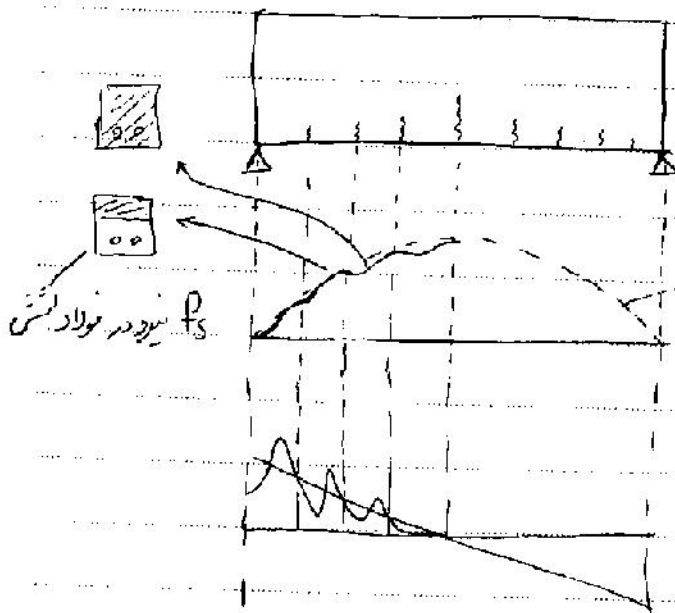
به شرط اینکه مقدار آرکاتورها تغییر نکند.

تغییرات  $F_s$  در نقاط اول زیاد است ولی در جاهای که  $Max$  است تغییرات  $F_s$  کم است.



با تغییر تعداد معادل  $n$ .

تنش پیوستگی خمشی



تیر دوسر مفصل تحت بار گسترده

اگر فرض کنیم در هیچ نقطه‌ای بین تنش وجود ندارد (کل نقاط پایین تیر ترک خورد)

(دیگرام تنش چسبندگی شبیه دیگرام برش است)

در ردیفی ترک چون نیروی فولاد کشش ناگهان زیاد

می‌شود تنش چسبندگی افزایش می‌یابد.

به نحوی که در ردیفی ترک جفت تنش چسبندگی زیاد امکان لغزش بین فولاد و بتن وجود دارد.

نکته: تنش هر چسبندگی حلالتر در نقاط وجود می‌آید نقطه عطف کمتر باشد و یا کمتر در آن نقطه صفر باشد و یا برش در آن نقطه  $Max$  باشد.

نکته: وجود تنش درین دو ترک چسبندگی کاهش می‌دهد.



(مهندسی عمران ۸۱)

۳- تعریف صحیح طول مهاری یا طول گیرایی آرماتور، کدام است؟

- (۱) طولی از آرماتور است که در آن تنش به صفر می‌رسد.
- (۲) طولی از آرماتور است که در آن تنش به صورت یکنواخت توزیع شده‌اند.
- (۳) حداقل طولی از آرماتور است که در آن تنش می‌تواند از صفر در انتهای آرماتور به حد جاری شدن فولاد برسد.
- (۴) هر سه مورد

۱- تنش‌های پیوستگی در طول میلگردهای تیر تحت خمش در چه شرایطی حضور دارند؟

(مهندسی عمران ۸۲)

- (۱) بین هر دو مقطعی که نیرو در میلگردها تغییر یابد.
- (۲) فقط بین نقطه حداکثر لنگر و انتهای آزاد میلگرد.
- (۳) در بخش‌هایی از تیر که تنش‌های برشی نسبتاً زیاد هستند.
- (۴) این تنش‌ها فقط در تیرهای تحت پیچش در میلگردها حضور دارند.

(مهندسی عمران آزاد ۸۱)

۲۵- چسبندگی بتن بین فولاد آجدار و بتنی ناشی از:

- (۱) اصطکاک و گیرش بتن و زبری سطح میلگردها و همچنین برآمدگی سطح میلگردها می‌باشد. اما عامل دوم مؤثرتر است.
- (۲) اصطکاک و گیرش بتن و زبری سطح میلگردها و همچنین برآمدگی سطح میلگردها می‌باشد. اما عامل اول مؤثرتر است.
- (۳) اصطکاک و گیرش و زبری سطح میلگردها می‌باشد.
- (۴) برآمدگی سطح میلگردها می‌باشد.

(مهندسی عمران آزاد ۸۲)

۲۰- کدام گزینه صحیح نیست؟

- (۱) مقدار نیروی برشی روی طراحی طول مهاری تأثیر دارد.
- (۲) جزئیات وصله در مقطع باید طوری باشد که نیرو مستقیماً از یک میلگرد به دیگری منتقل شود.
- (۳) قطع میلگردها در نواحی کششی تیر باید کمتر از نواحی فشاری باشد.
- (۴) با افزایش قطر میلگرد طول مهاری افزایش می‌یابد.

آزاد ۸۶

کدامیک از گزینه‌های زیر در رابطه با چسبندگی میلگرد در بتن صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) اهمیت تنش چسبندگی مهاری به مراتب بیشتر از تنش چسبندگی خمشی می‌باشد.
- (۲) تنش چسبندگی خمشی بین هر دو مقطع که نیرو در میلگردها تغییر کند وجود دارد.
- (۳) مقدار تنش چسبندگی خمشی در نقاط عطف تیرهای سراسری و دو انتهای تیرهای ساده مقادیر کوچکتری خواهد داشت.
- (۴) مبنای تعیین طول مهاری آرماتورها تنش چسبندگی مهاری می‌باشد.

۹- عضو بتن آرمه شکل روبرو تحت اثر لنگرهای خمشی نشان داده شده، ترک خورده است. نمودارها به ترتیب معرف عوامل زیر هستند؟

(مهلهه شماره ۱۷۸)



(۱) (A) تنش کششی در بتن، (B) توزیع تنش چسبندگی،

(C) صلیبیت خمشی در حد الاستیک، (D) تنش کششی در فولاد

(۲) (A) تنش کششی در بتن، (B) صلیبیت خمشی در حد الاستیک، (A)

(C) توزیع تنش چسبندگی، (D) تنش کششی در فولاد (B)

(۳) (A) توزیع تنش چسبندگی، (B) تنش کششی در بتن،

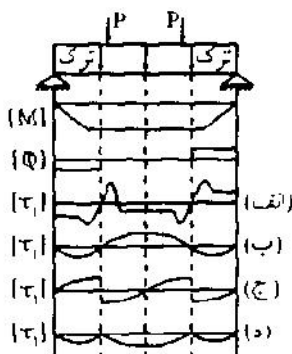
(C) تنش کششی در فولاد، (D) صلیبیت خمشی در حد الاستیک

(۴) (A) توزیع تنش چسبندگی، (B) صلیبیت خمشی در حد الاستیک،

(C) تنش کششی در بتن، (D) تنش کششی در فولاد

۱۳- منحنی نمایش تنش چسبندگی بین فولاد و بتن ( $\tau_1$ ) در تیر

نشان داده شده زیر کدام است؟ (مهلهه شماره ۱۷۵)



(۱) الف

(۲) ب

(۳) ج

(۴) د

۱۷- در قطعات خمشی، بتن کششی واقع بین دو ترک متوالی چه تأثیری بر تغییر شکل خمشی قطعه و تنش در فولادهای کششی دارد؟ (مهلهه شماره ۱۷۳)

(۱) هیچ تأثیری در تنش آرماتور کششی و در تغییر شکل قطعه ندارد.

(۲) تنش متوسط در آرماتور کششی را کم می کند و در نتیجه تغییر شکل خمشی کم می شود.

(۳) تنش متوسط در آرماتور کششی را کم می کند ولی در تغییر شکل خمشی بدون تأثیر است.

(۴) تأثیری در تنش آرماتور کششی ندارد ولی باعث کم شدن تغییر شکل می شود.

۱۸- با توجه به اصول چسبندگی موجود بین فولاد و بتن، کدام شکل درست تر است؟

(مهلهه شماره ۱۷۳)



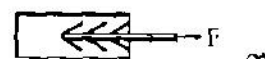
(۲)



(۱)

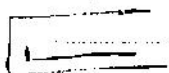


(۴)



(۳)

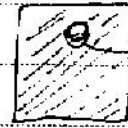
روشهای مهار آرماتور استفاده از طول مهار (استقرار مشخص از طول آرماتور باید در بتن اذانه باشد)



استفاده از قلاب انبساطی (فقط برای سگرد کشش)

استفاده از وسایل مکانیکی (.....)

$$L_d = \frac{F_y}{\sqrt{f_c}} \frac{\alpha \rho \lambda}{\left(\frac{c + k t_r}{d}\right)} d \quad (\text{لازم حتماً})$$

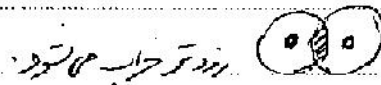
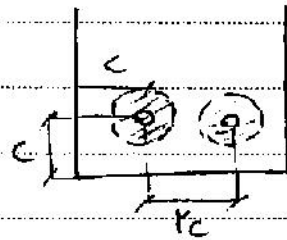


منه برای آرماتور به سمت راست است. طول محاسب لازم برای آرماتورهای میانی ۳ برابر آرماتورهای پایینی است.

$$L_{d \text{ لازم}} = L_d \times \frac{A_s \text{ لازم}}{A_s \text{ موجود}}$$

نکته: اگر آرماتور موجود بیشتر از آرماتور لازم باشد ←

$$\delta : \begin{cases} d \leq 4e_{min} \rightarrow 0.8 \\ d > 4e_{min} \rightarrow 1 \end{cases}$$



$k t_r$  ← برای در نظر گرفتن تأثیر چابک‌ها روی مقاومت بتن با افزایش  $\frac{A_v}{s}$  بین آن محدودیت بیشتری برخوردار شده و  $R_c$  آن افزایش می‌یابد.

- $L_d \downarrow \leftarrow \uparrow \sqrt{f_c}$
- $L_d \uparrow \leftarrow \uparrow F_y$
- $L_d \downarrow \leftarrow \uparrow \frac{A_v}{s}$
- $L_d \downarrow \leftarrow \uparrow c$

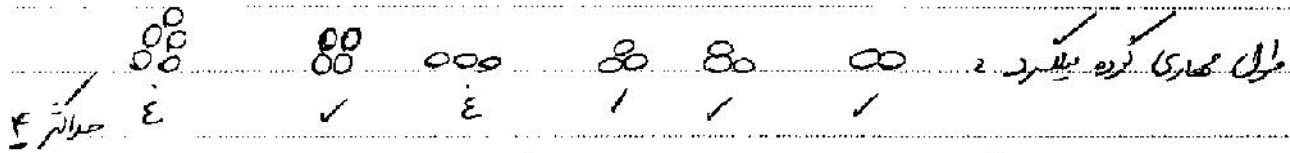
طول تیر برای میله در گتشی:  $L_{dt} \approx \frac{400}{\sqrt{f_s}} \times \frac{1}{1.5} = \begin{cases} 70d & \text{میله بلایی} \\ 83d & \text{میله پهنی} \end{cases}$

این رابطه نشانه می شود بدون اینکه  $\frac{c+kt}{d}$  برابر با  $1.5$  در نظر گرفته شود.

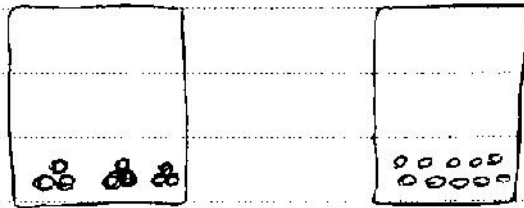
طول تیر برای میله مشارک:

$L_{dc} = \text{Max} \left\{ \frac{P_y}{\phi P_c} d, 0.4 P_y d \right\} = 70d$

\* طول محاسب در فشار کمتر از طول محاسب در گتشی است.



علت استفاده از اثر تعلق میله درها زیاد باشد ← فواصل بین میله در کاهش می یابد و این می تواند ازین آنگو رد شود.

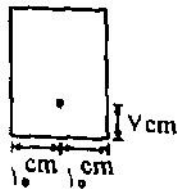


طول محاسبی برابر است هر کدام از میله درها جداگانه حساب می شود  $L_d = L_d$

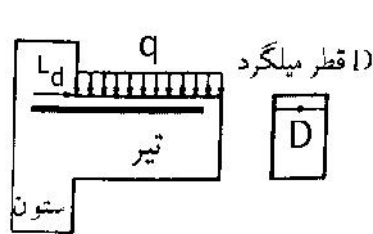
$L_d = 1.2 L_d$

ولی باید طول محاسبی را برای هر یک از میله درها آنگو به ترتیب بر افزایش داد  $L_d = 1.3 L_d$

۴- کدام گزینه، شکل تقریبی ترک های به وجود آمده در مقطع نشان داده شده را که در اثر کانی نبودن طول مهاری میله در و ترتیب احتمالی تشکیل آنها است، نشان می دهد؟ (محلش ۸۰ امتداد)



- (۱) (۲)
- (۲) (۳)
- (۳) (۴)
- (۴) (همزمان)



۸- اگر در اتصال تیر به ستون شکل مقابل از یک عدد میلگرد به قطر  $D$  استفاده شده باشد و طول مهار لازم آن در داخل اتصال برابر  $L_d$  باشد، چنانکه معادل همان سطح مقطع فولاد  $(A_s)$  لیکن از دو عدد میلگرد استفاده شود طول مهاری لازم در وضعیت جدید چقدر خواهد بود؟

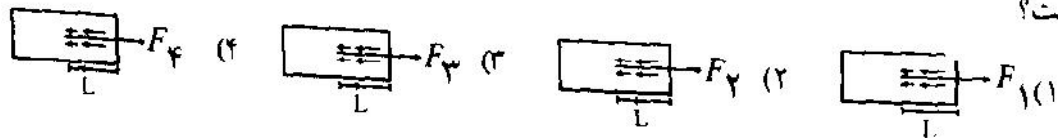
(مهندس عمران ۷۸)

$$\frac{\sqrt{2}}{2} L_d \quad (1)$$

$$2 L_d \quad (2)$$

$$\sqrt{2} L_d \quad (3)$$

۱۱- با فرض مشخصات یکسان بتن و فولاد در چهار شکل زیر، اگر قطر فولادها از ۱ تا ۴ به ترتیب  $d_1 > d_2 > d_3 > d_4$  و نیروهای وارده به ترتیب  $F_1 > F_2 > F_3 > F_4$  باشد، به گونه‌ای که تنش کششی حاصله در هر چهار میلگرد با هم برابر باشد، تنش چسبندگی (پیوستگی) بین بتن و میلگرد در کدامیک کمتر است؟



۱۶- اگر  $U$  تنش پیوستگی (چسبندگی) بین بتن و میلگرد،  $F_s$  تنش کششی میلگرد و  $d_b$  قطر میلگرد باشد، حداقل طول مهاری کششی لازم برای میلگرد برابر است با:

(مهندس عمران ۷۴)

$$F_s d_b / 4U \quad (1)$$

$$2 F_s d_b / U \quad (2)$$

$$F_s d_b / 2U \quad (3)$$

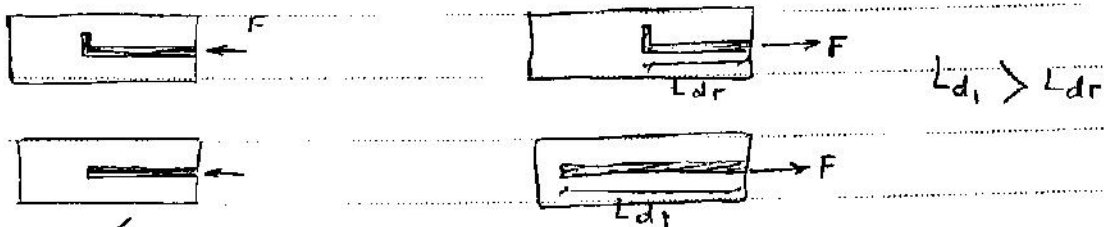
$$F_s d_b / 4\sqrt{U} \quad (4)$$



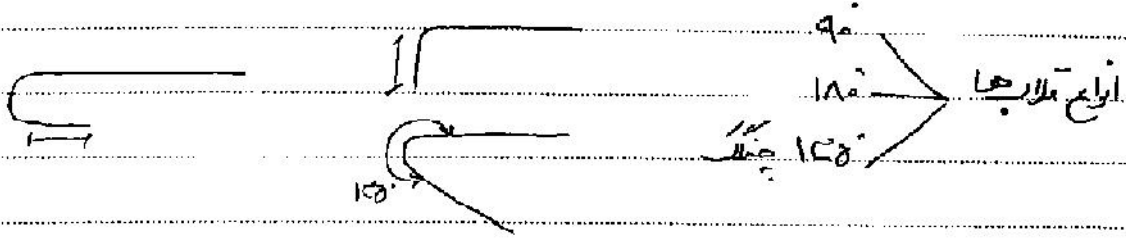
۵- در یک تیر بتن‌آرمه، برای فولاد کششی، یکبار از میلگرد با  $f_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$  و بار دیگر از همان قطر میلگرد ولی با  $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$  استفاده شده است، کدام میلگرد نیاز به طول مهاری بیشتری دارد؟

- (مهندس عمران ۸۰)
- ۱) میلگرد با  $f_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$
  - ۲) بستگی به شرایط تکیه‌گاهی تیر دارد.
  - ۳) میلگرد با  $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
  - ۴) مقاومت تسلیم فولاد تأثیری در طول مهاری ندارد.

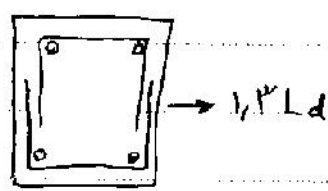
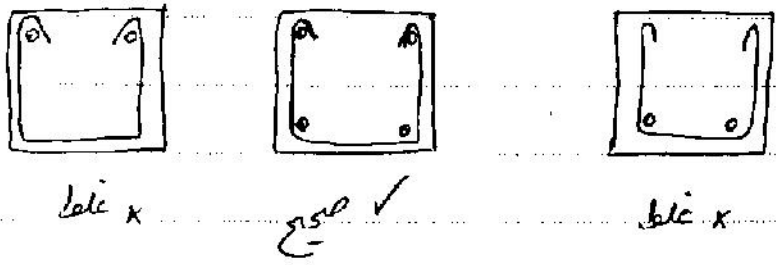
مطلب استرایی... اگر مصالحی گاهی برای مهار میلگرد وجود نداشته باشد باید از سلاب استرایی استفاده کرد. سلاب نقطه برای آرایش چهارگوشه مؤثر است.



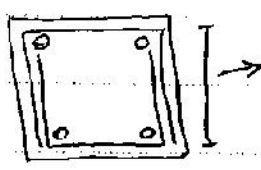
طول مهار یکسان است



معماریها و ملابها

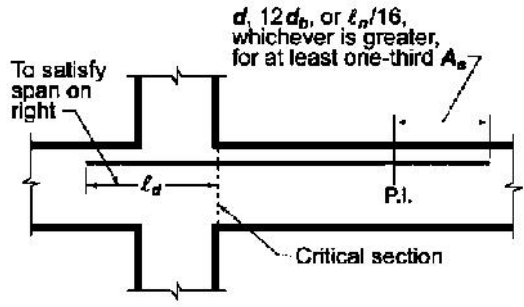
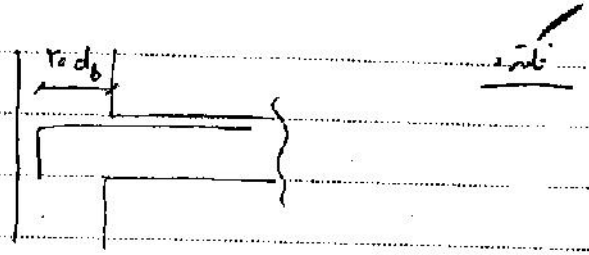


در تیرها نمی توان از این شکل استفاده کرد چون  $1.3Ld$  عدد بزرگی می شود و عین تیر اجازه نمی دهد و عین کافی نیست.



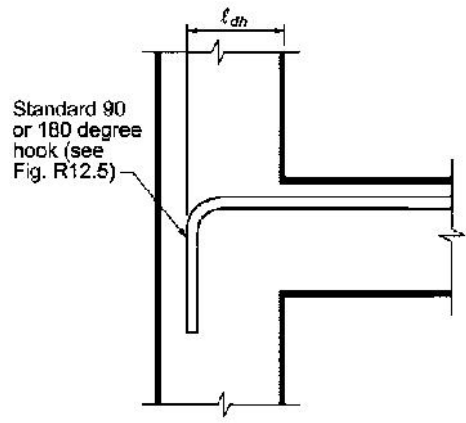
کمتر عین بزرگتر از 45 cm بود (پس با) می توان بدون ملاب (انواع) استفاده کرد.

اگر سگید محاربه م در کمانی پوشش بتن داشته باشند در اضفورت می توان بجای  $20d_b$  از  $7 \times 20d_b$  استفاده کرد.



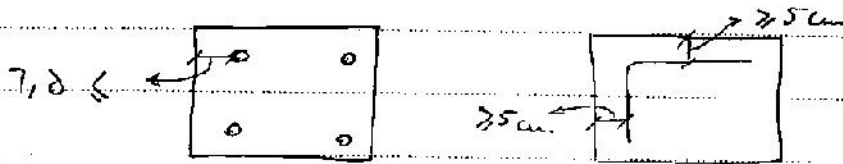
Note: Usually such anchorage becomes part of the adjacent beam reinforcement.

(b) Anchorage into adjacent beam

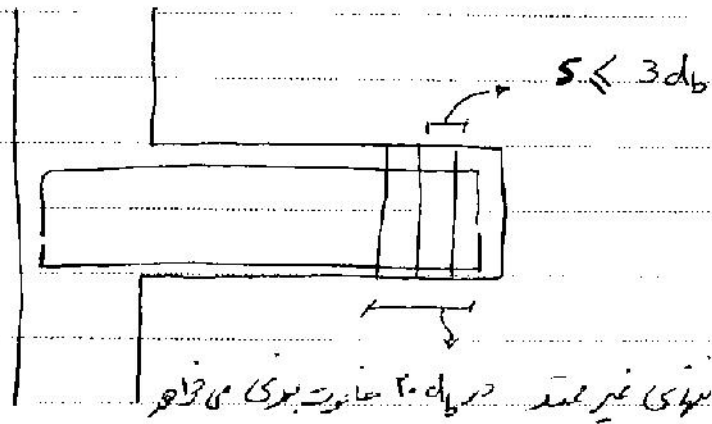


(a) Anchorage into exterior column

Fig. R12.12—Development of negative moment reinforcement.



نگهداری در دستهای غیرمتمم اعضا (برشهای طولی) اثر برشش بهتر (مطابق میلگرد طولی در منطقه) قلاب انتهایی کم باشد (کمتر از 5 cm باید از جانمایی مطابق شکل برآورد شود)



امکان همراه آزاد ۱۸۶

۳۰- درباره طرح فولاد برشی به صورت شکل مقابل چه نظری دارید؟



- ۱) از نظر طراحی صحیح است اما چون فولادهای طولی بسته نشده اند، طول مهاری آنها زیاد می شود.
- ۲) از نظر طراحی صحیح است اما از نظر اجرایی مشکل است زیرا بایستی میلگردهای برشی را به گونه ای به میلگردهای طولی متصل نمود.
- ۳) از نظر طراحی صحیح نیست زیرا ممکن است میلگردهای برشی در ضمن بتن ریزی جابجا شوند.
- ۴) از نظر طراحی صحیح نیست زیرا در این حالت میلگرد برشی دارای مهار مناسبی نیست.

سراسری ۸۹

در محل اتصال یک تیر کنسول بتن آرمه به یک ستون بتن آرمه، استفاده از طول مهاری مستقیم برای آرماتورهای فشاری امکان پذیر نیست. کدام مورد برای مهار آرماتورهای فوق امکان پذیر است؟

- ۱) استفاده از قلاب
- ۲) استفاده از آرماتورهای با  $\rho$  کمتر
- ۳) استفاده از بتن با مقاومت فشاری مشخصه کمتر
- ۴) استفاده از آرماتورهای با قطر بزرگتر

امکان همراه آزاد ۸۱

۲۶- کدامیک از عبارات زیر در مورد قلاب های استاندارد صحیح است؟

- ۱) فقط برای مهار میلگردهای کششی به کار می روند.
- ۲) برای مهار میلگردهای کششی و فشاری به کار می روند.
- ۳) برای مهار آرماتورهای خمشی قابل استفاده نمی باشد.
- ۴) برای مهار میلگردهای برشی (خاموت) قابل استفاده نمی باشند.

- ۲۲- قرار است از قلاب ۹۰ درجه از انتهای میلگرد طولی خمشی استفاده شود. (مهندس عمران آ (۸۲))
- ۱) می توان با انتخاب مناسب اندازه شعاع خمیده کردن قلاب ۹۰ درجه، تمام مهار را توسط قلاب تأمین نمود.
  - ۲) بایستی توجه داشت که استفاده از قلاب تنها در محل قطع فولاد کششی در محل نقطه عطف لنگر خمشی مربوط به فولادهای کششی مجاز است.
  - ۳) بایستی توجه داشت که طرح قلاب در مورد فولاد طولی کششی و فشاری متفاوت است و شعاع قلاب فولاد فشاری حداقل  $1/2$  برابر فولاد کششی در نظر گرفته شود.
  - ۴) قلاب تنها بخشی از مهار لازم را تأمین می کند و بخش دیگر بایستی از طریق اتصال میلگرد به بتن در طول آن تأمین شود.

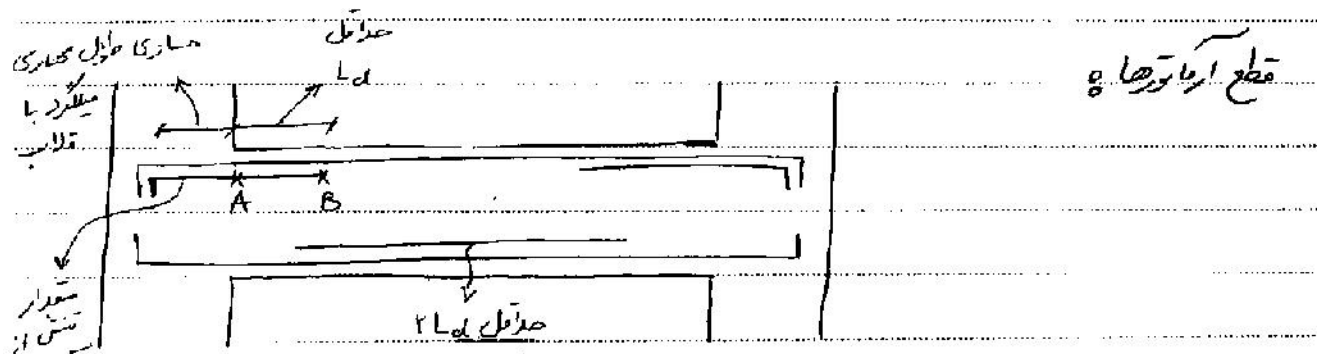
آزاد ۸۹

۱۳۹- به منظور کاهش طول مهری لازم محاسباتی در آرماتورهای طراحی شده تحت فشار در یک مقطع کدام یک از

راه حل های زیر از نظر آئین نامه مورد قبول نمی باشد؟

- ۱) کاهش تنش تسلیم آرماتور مصرفی در زمان طراحی
- ۲) افزایش مقاومت فشاری بتن مصرفی در زمان طراحی
- ۳) استفاده از قلاب استاندارد
- ۴) کاهش فضا آرماتورهای مصرفی در زمان طراحی

۵-۱- قطع آرماتور در مقاطع تحت خمش



در تمام طول که لنگر مثبت است باید از آرماتور توسعه در پایین استفاده شود و برعکس

در نقطه A تنش در آرماتور حداکثر می باشد که به تدریج با حرکت به سمت نقطه B مقدار تنش در آرماتور کاهش میابد تا به صفر برسد. حداقل طول لازم از نظر تنویر بین نقاط A و B،  $Ld$  است و در نقطه قطع عملی میلگرد به اندازه  $Max(d, 12d_b)$  باید ادامه یابد.

تنویر آرماتور عین موثر



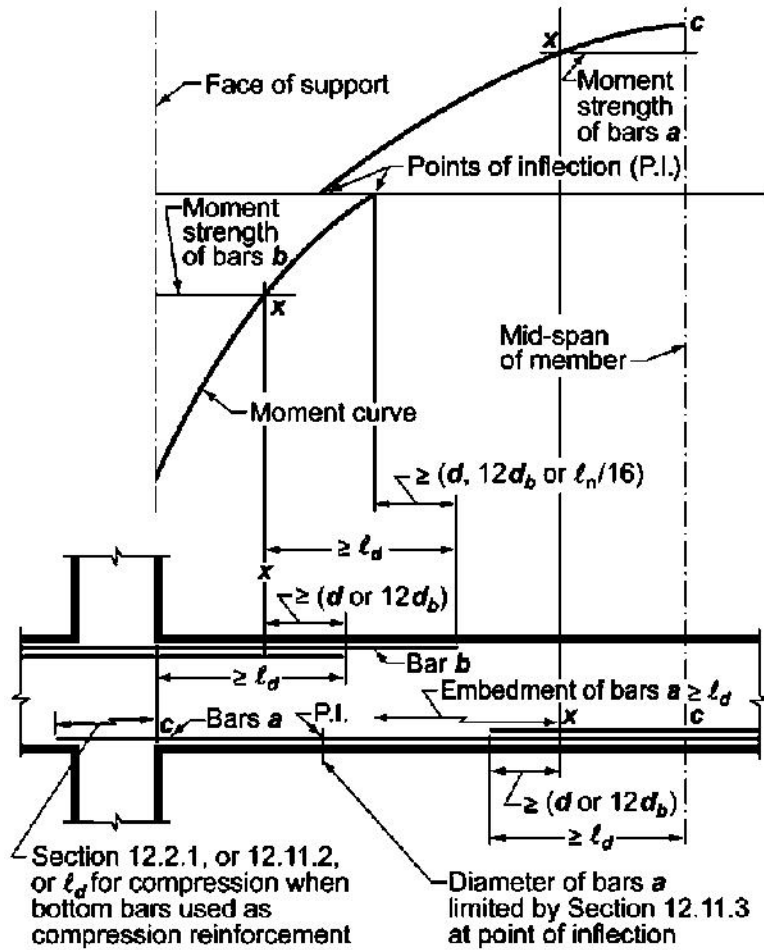
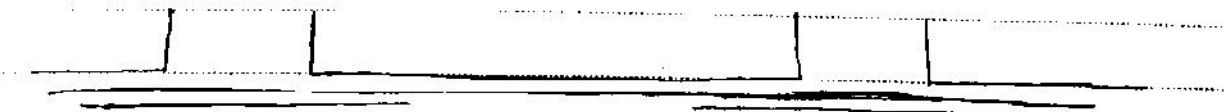


Fig. R12.10.2—Development of flexural reinforcement in a typical continuous beam.

نقطه ۲ طول محاری کشش با مبالغ حدوداً  $2ed_b$  می باشد بدون مبالغ حدوداً  $ed_b$  است.  
 زود در مواردی که تعداد میله ها قطع می شود بقیه میله ها باید حداقل به اندازه  $ed_b$  باشد.

نقطه ۳ حداقل دو میله با قطر  $\Phi 12$  یا بیشتر بطور سراسری هم در تالاب هم در پانچ باید ادامه یابد.



$$A_{s1}^+ > \left( \frac{A_{sr}^+ + A_{s1}^+}{\gamma} \right)$$

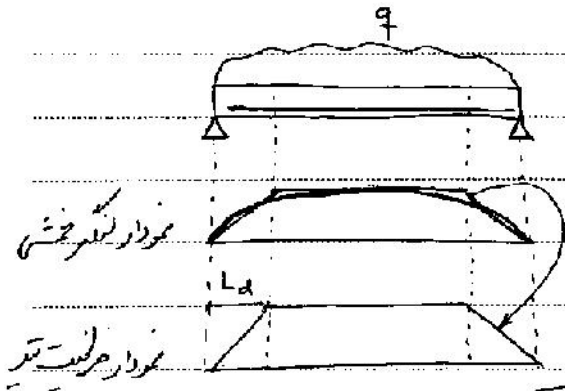
نکته: برای میلگرد خمشی + برای کمانه باره ← برای کمانه باره

$$A_{s1}^+ \geq \frac{A_{s1}^+ + A_{s2}^+}{3}$$

$$A_{s1}^+ \geq \frac{A_{s1}^+ + A_{s2}^+}{4}$$

نکته: در محل تشکیل مصلب خمشی یا مفاصل خمشی، عرضیت خمشی مقطع در نقاطی که لنگر مثبت است است نباید از نصف ظرفیت خمشی مقطع در نقاطی که لنگر منفی است کمتر شود.

مثلاً اگر  $M^- = 40 \text{ ton}\cdot\text{m} \rightarrow M^+ \geq 18 \text{ ton}\cdot\text{m}$



در مکان شکل، شب نمودار لنگر خمشی تقریباً از شب نمودار ظرفیت تیر باشد و در نقاطی که لنگر منفی است (نکته: باره در نقاط عطف تیر) میلگردها با عرضیت لنگر اعمال شده نیستند.

بموجب و در محل: افزایش شب نمودار ظرفیت (که کاهش طول محاری)

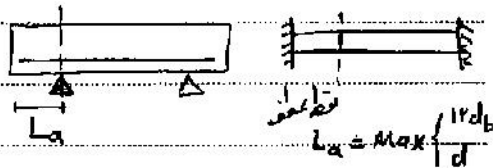
که کاهش قطر آرماتورها و افزایش تعداد آنها

تا ششم برشی در طول محاری و طبق این نام در نقاط عطف و تکیه گاه چهار باره، نظر میسرود باید برای انتخاب شود که در ابتدا برآیند شود.

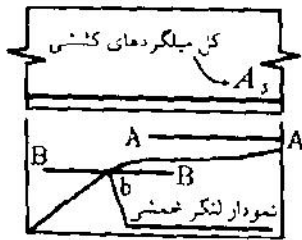
ظرفیت مقطع

$$L_d \leq \frac{M_r}{V_u} + L_a$$

که برش وجود



↑ V ← برحالی کوتاه با برش (V) بالا ← شب M بیشتر از ظرفیت می شود



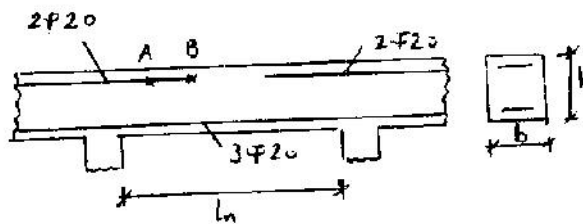
۱۰- قطعه‌ای از تیر بتن مسلح و نمودار لنگر خمشی آن نشان داده شده است. اگر خط  $A-A$  نمودار ظرفیت تیر برای کل میلگردهای کششی  $A_s$  باشد و خط  $B-B$  نمودار ظرفیت تیر برای نصف میلگردها،  $\frac{1}{2}A_s$  باشد، و در نظر باشد نصف میلگردها قطع شوند نقطه قطع تنوریک و نقطه قطع در عمل به ترتیب در کجا قرار دارند؟ (مهندس عمران ۷۸)

- (۱) در  $b$  و نقطه قطع در عمل در سمت راست  $b$  می‌باشد.
- (۲) در  $b$  و نقطه قطع در عمل در سمت چپ  $b$  می‌باشد.
- (۳) نقطه قطع عملی در  $b$  و نقطه قطع تنوریک در سمت راست  $b$  می‌باشد.
- (۴) نقطه قطع عملی در  $b$  و نقطه قطع تنوریک در سمت چپ  $b$  می‌باشد.

آزاد ۸۹

۱۲۸- در تیر شکل زیر اگر نقطه  $A$  محل قطع تنوریک آرماتورها فوقانی و نقطه  $B$  محل قطع عملی طبق این‌نامه باشد،

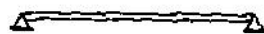
$$b = 400 \text{ mm} \quad d = h - 80 = 420 \text{ mm} \quad L_n = 9/6 \text{ m}$$



فاصله  $AB$  چقدر است؟

- (۱) ۶۰۰ mm
- (۲) ۲۴۰ mm
- (۳) ۴۲۰ mm
- (۴) ۹۰۰ mm

۱۲- در یک تیر ساده بتن‌آرمه تحت بار گسترده یکنواخت بدون آرماتور فشاری که در آن تمام آرماتورهای کششی تا تکیه‌گاهها ادامه داده شده‌اند، آیا امکان دارد که آرماتورها در وسط دهانه مهار شده باشند ولی در نقاط با لنگر کمتر مهار نشده باشند؟ (مهندس عمران ۷۷)



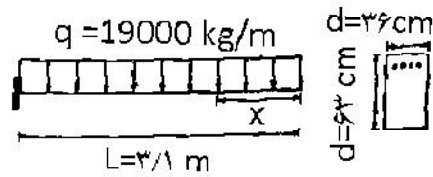
- (۱) بله، در صورتی که روی تکیه‌گاه، شیب منحنی ظرفیت لنگر بیشتر از شیب خط مماس بر منحنی لنگر لازم باشد.
- (۲) بله، در صورتی که روی تکیه‌گاه، شیب منحنی ظرفیت لنگر کمتر از شیب خط مماس بر منحنی لنگر لازم باشد.
- (۳) خیر، اگر آرماتورها در مقطع حداکثر لنگر مهار شده باشند، طبیعتاً در قسمت‌های دارای لنگر کمتر، مشکل ندارند.
- (۴) خیر، مگر اینکه آرماتورها روی تکیه‌گاه ساده با فلاپ مهار شده باشند.

۱۵- در تیر داده شده شکل زیر با مشخصات تعریف شده در شکل، مقرر شده که مقاومت خمشی نهایی

بایستی از رابطه  $M_u = 0.9 \rho b d^2 f_y \left[ 1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f_c} \right]$  محاسبه شود. اگر طراح مایل باشد دو عدد از

میلگردها را در فاصله  $x$  از نقطه  $A$  طبق مقررات نطع نماید. مطلوبیت  $x$ ، فاصله حداکثر نقطه نطع تنوریک از

$A$  حداکثر  $x$  طبق محاسبات بر مبنای مقررات عبارت است از:



$A_s = 4\phi 22$

$A_s = \rho b d$

$f_c = 28 \text{ kg/cm}^2 \quad f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$x \leq 1.96 \text{ m} \quad (1)$

$x \leq 2.00 \text{ m} \quad (2)$

$x \leq 2.27 \text{ m} \quad (3)$

$x \leq 2.05 \text{ m} \quad (4)$

$\rho = \frac{2 \times 1.6^2 \pi}{63 \times 36} = 0.0071$

$M_h = 0.9 \times 0.0071 \times 36 \times 63^2 \times 4200 \left( 1 - 0.59 \times 0.0071 \times \frac{4200}{2800} \right) = 3593766 \text{ kg.cm}$

کرو منگور

$\frac{qL^2}{2} = M_h \rightarrow \frac{190 \times x^2}{2} = 3593766 \rightarrow x = 194.5 \text{ cm} = 1.94 \text{ m}$

$M_h = (\rho b d) \left( \frac{f_y}{\gamma_s} \right) \left( 1 - \frac{1}{2 \times 0.85} \times \rho \times \frac{f_y}{f_c} \right) = 332409142 \text{ N.mm}$

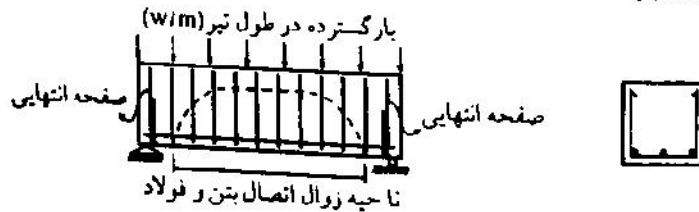
توجه: سه بار آیین نامه آ. ا.

حد در ۱۵۰ الی ۱۰۰ است

۲۷- زوال باند و اتصال بتن و فولاد در تیر دو سر ساده شکل روبرو سبب رفتار قوسی (Arch Action)

(مهندسی عمران آ.ا. ۸۰)

می شود. در این حالت،



(۱) وجود صفحات انتهایی سبب می شود که تیر دچار زوال نشود اما نیروی کششی فولاد در تمام

ناحیه زوال اتصال بتن و فولاد مقداری ثابت می باشد.

(۲) به خاطر تغییرات لنگر خمشی در طول تیر، نیروی کششی در فولاد در ناحیه زوال اتصال بتن و

فولاد متفاوت است. بیشترین این نیروی کششی در وسط تیر رخ می دهد اما به خاطر زوال اتصال،

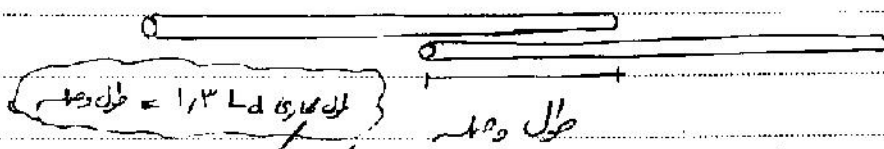
- توزیع نیروی کششی در ناحیه زوال به مقدار اندکی یا وضع پیش از زوال اتصال متفاوت است.
- ۳) وجود صفحات انتهایی مسبب می شود که تیر در دو انتها تا اندازه‌های لنگر خمشی را تحمل کند و در نتیجه به جلوگیری از زوال تیر کمک می کند.
- ۴) چنانچه زوال اتصال به شکل نمایش داده شده رخ دهد، تیر به هیچ صورت نمی تواند در مقابل لنگر خمشی مقاومت کند و به فاصله زمانی کوتاهی، کل تیر دچار زوال خمشی می شود.

۲۸- در یک تیر دو سر ساده بتنی مسلح که تحت اثر بار گسترده یکنواختی در طول آن قرار گرفته است، با فرض آنکه اتصال و باند بتن و فولاد در تمام طول تیر سالم و برقرار باشد، کدام عبارت صحیح است؟  
(مهندسی عمران آ (۸۰))

- ۱) لنگر خمشی در محل تکیه گاه‌ها برابر با صفر است و تنش اتصال و باند بتن و فولاد در تکیه گاه‌ها صفر می باشد.
- ۲) تنش اتصال و باند بتن و فولاد در نقطه‌ای در بین هر تکیه گاه و وسط تیر، حداکثر می باشد.
- ۳) تنش اتصال و باند بتن و فولاد در وسط تیر از همه جا بیشتر است.
- ۴) لنگر خمشی در وسط تیر، حداکثر است، و تنش اتصال و باند بتن و فولاد در آن نقطه برابر با صفر می باشد.

۰-۲- وصله میلگردها

طول وصله



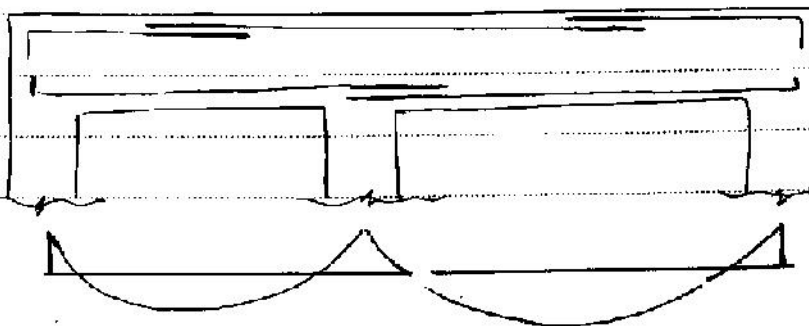
طول وصله برای دو میلگرد مطابق شکل برابر  $1.2 L_d$  می باشد.

- ۱- تعداد میلگرد صاف که با هم وصله می شوند نصف میلگردهای موجود باشند. (با رعایت شروط فوق مهتران)
- ۲- (مساحت میلگرد لازم)  $>$  (مساحت میلگرد موجود) (مساحت میلگرد لازم)  $>$  (مساحت میلگرد موجود)

آن را کاهش

داد و

در نظر گرفت



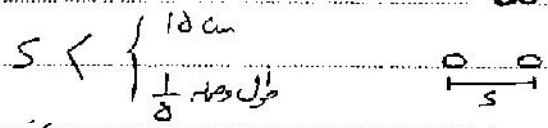
در محاسبه طول وصله و جلاف طول مهارک نیز توان طول وصله و شرح نیز کاغش داده

$$\frac{\text{مساحت ابراتور لازم}}{\text{مساحت ابراتور موجود}} = 1.3 \times \text{طول وصله}$$

نکته: طول وصله و طول مهارک در هیچ حالتی نباید کمتر از  $20 \text{ cm}$  شود.

نکته: فاصله عرض میلگرد های وصله شیشه از میلگرد

باید میلگرد ها که بلا هم بچسبند  
و بلا از هم که بلا فاصله کشیدند



مخاطب اینکس بتن بین آنها نیرو را برآورد منتقل کند

اگر وصله ها به هم چسبیده نباشند، حداقل فاصله بین آنها نیز باید رعایت شود که در فصل محدودیت فواصل آرماتورها می خوئیم

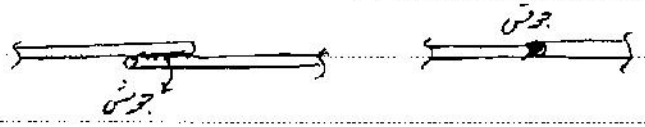
انواع وصله ها:

۱- وصله پوششی

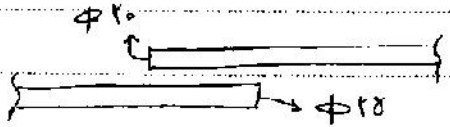
۲- وصله جوش

۳- وصله مکانیکی

۴- وصله اتکایی (برقی بکار می رود که معنیش باقیم معنوی همیشه تحت فشار است)



نکته: طول وصله بر اساس قطر بزرگتر تعیین می شود



- در مورد وصله پوششی میگرد ها کدام عبارت صحیح است؟
- ۱) کلیه میگرد ها مقطع را نباید در یک محل وصله کرد.
- ۲) میگرد ها را نباید دو محل لنگر های حداکثر وصله کرد.

- ۱) حداکثر باید پنجاه درصد میگرد های یک مقطع را وصله نمود.
- ۲) می توان تمامی میگرد های یک مقطع را وصله نمود.

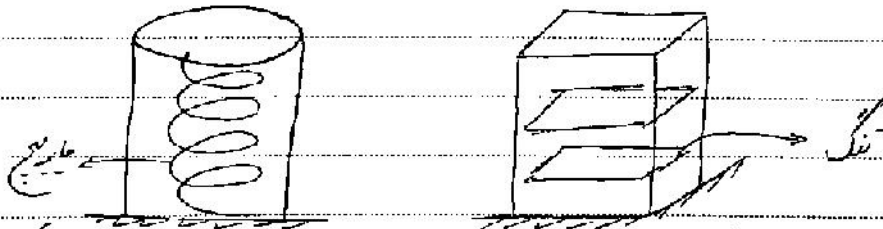
آزاد ۸۸

۱۱۰- کدام عبارت صحیح نمی باشد؟

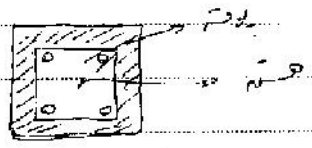
- ۱) در قطعات خمشی، فاصله دو میگرد که با وصله پوششی بهم متصل شده اند نباید از ۵ سانتیمتر بیشتر باشد.
- ۲) طول وصله یک میگرد در گروه سه تایی  $1/2$  برای طول وصله یک میگرد تنها است.
- ۳) برای مقاومت در برابر بیخش لزوماً میگرد عرض باید به صورت بسته باشد.
- ۴) فاصله محوری بین میگردهای بیخش طولی توزیع شده در داخل محیط فولاد عرض نباید بیش از  $40$  سانتیمتر در نظر گرفته شود.

۶- ستونهای کوتاه

ستونها :



در ستونهای تنگ در بار افزایش بزرگی فایزای ابتدا یورسته بین خود می شود سپس آرماتورها طویل گانیش  
 می کنند و همرا با آن عسته نیز بالا می آید خود شده و ستون خراب می شود.

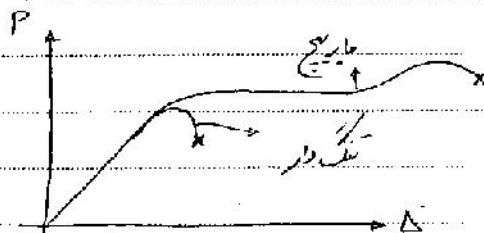
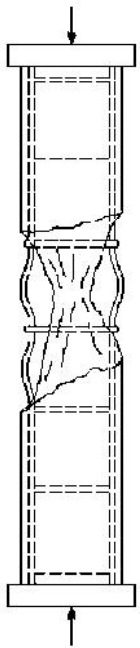


و فینه آرماتورها عرض (تنگ ها) :

۱. جگرگی از گانیش آرماتورها طویل و در نتیجه جگرگی از تلاش شدن نزد هنگام پوشش بین

۲. گندری آرماتورها طویل در معن خود هنگام بین بزرگی (سخت اجزا)

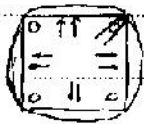
۳. تحمل بیش



\* فرکانس ستون مربعی استون تنگ دار :

در ستون مربعی با افزایش بار ابتدا یورسته بین خراب می شود سپس به علت عدم گانیش سگودهای  
 طویل و بالا رفتن مقاومت عسته ستون تغییر شکل های بیشتر می تواند تحمل کند پس از افزایش در مقاومت  
 خراب ستون محول صورت تسلیم آرماتورها طویل در بین خود شدن عسته انجام می پذیرد.

سوال : اگر در یک ستون نامرکز تنگ حاصل گانیش دهیم این ستون مانند ستون مربعی عمل خواهد کرد یا نه ؟  
 خیر ، به علت شکل غیر مرکز تنگ در اثر فشار داخلی تغییر شکل می دهد و نمی تواند محصوریت لازم را ایجاد  
 کند.



شکل بزرگی ستون مربعی < شکل بزرگی ستون نامرکز

مقاومت ستون مربعی < مقاومت ستون نامرکز

این نامرکز ستون مقاومت ستون مربعی را در نظر نمی گیرد ، علت : چون این افزایش مقاومت  
 پس از تغییر شکل حاصل می شود.

مقایسه ستری تنگ در برابر چینی : مقدار فشار یکسان نیست ولی اگر یکسان باشد

شکل دیگری  
مقدار مستطرد ها بر روی شش

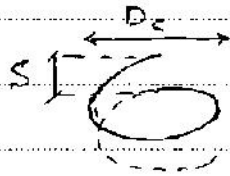
نقطه مقدار حدت جوش یکسان است

نمونه طراحی سوره های مارپیچ : مقدار آرمانی های مارپیچ باید بر روی طراحی قرار شود که مقدار حدت  
بسیار بیشتر از مقدار حدت کابل مقطع باشد.

$$P_s = \frac{A_{sp} \times \pi D_c}{A_c \times S} = \frac{4 A_{sp}}{5 D_c} \geq 0.145 \left( \frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c}{f_y}$$

$P_s$  مقدار آرمانی در واحد حجم  $\pi D_c$  طول آرمانی در هر متر

$A_c \times S$  حجم بتن در هر متر



$S$  فاصله مارپیچ

$D_c$  قطر عصبه بتن

$A_{sp}$  مساحت مقطع جلاکو مارپیچ

برای اینکه مارپیچ بخواهد نقش محصوریت را انجام دهد باید :

۱ ✓  $f_s \geq$

۲ ✓  $7.15 \text{ cm} < \text{فاصله قرار مارپیچ} < 2.5 \text{ cm}$  برای اینکه بتن در شود

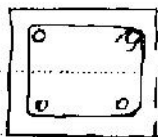
برای اینکه محصوریت

تامین شود

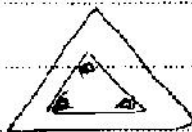
۱ نکته : حداقل قطر آرمانی مارپیچ  $\Phi 6$  ✓ نکته :  $\frac{D_c}{6} < \text{فاصله قرار}$

نمونه محصور کردن مارپیچ ها در اندازه ۵ در ۵ و اضافه فریبیدن آن

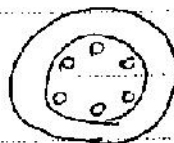
نکته : حداقل تعداد آرمانی در سوراخها :



حداقل ۴ تا

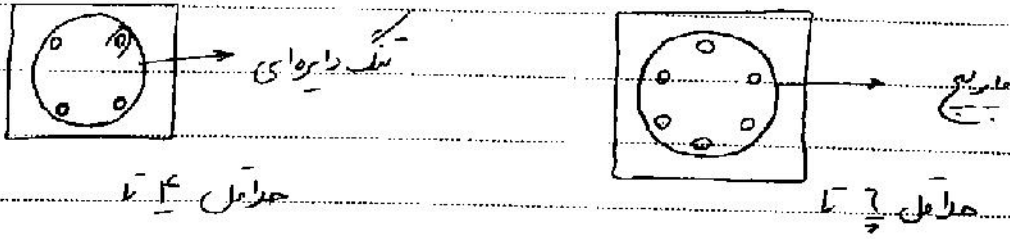


حداقل ۳ تا



حداقل ۶ تا





ارتباط‌های طولی باید بصورت یک در میان توسط تنگ‌ها مهار شوند.

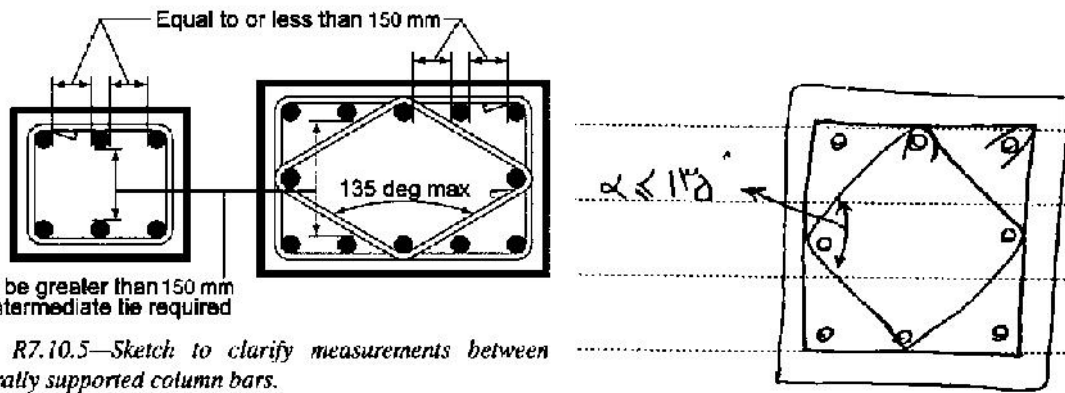
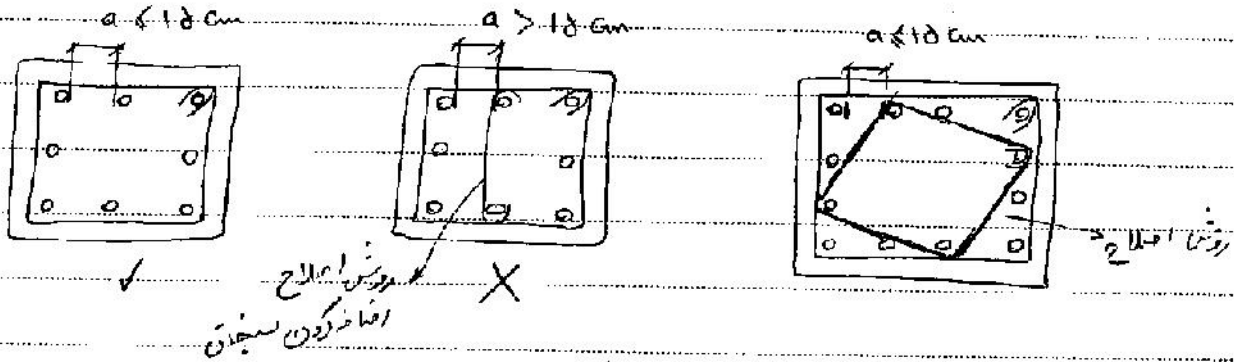


Fig. R7.10.5—Sketch to clarify measurements between laterally supported column bars.

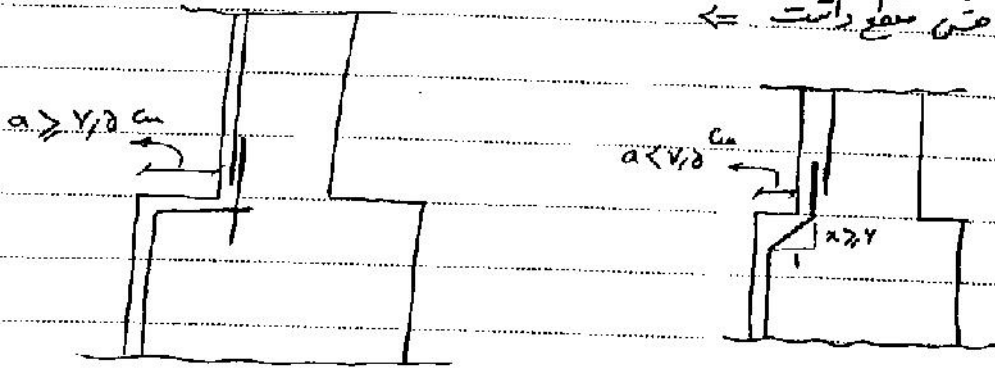
حداقل و حداکثر درصد ارتداد طولی :

حداکثر  $\rho = 7\%$  درصد ارتداد طولی ← علت دگر درصد ارتداد بیشتر از این شود بتن ستون به علت تراکم زیاد ارتداد کم می‌شود. (دیروز گفته شد)

اگر از دگر پوششی استفاده شود عملاً باید  $\rho \le 3\%$  باشد.

حاصلی :  $\rho \ge 1\%$  باشد ← علت دگر بتن ترد شکن نباشد (بن آبره محسوب شود) / کاهش تنش تراست در ستون

الستون کاهش مقطع داشت ←

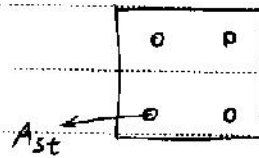


نکته محاسب مقاومت فشاری ستونها:

$$P_n = (0.85 f'_c) (A_g - A_{st}) + f_{yd} A_{st}$$

↓  
(به علت برودت جزئی من مقاومت  
کمی عمل می کند)

$$\approx A_g$$



تأثیر خروج از مرکزیت بر مقاومت ستون:

$$P_n = \begin{cases} 0.8 P_n & \text{ستون تنگ دار} \\ 0.85 P_n & \text{ستون مایع} \end{cases}$$

در حالت خروج از مرکزیت  
در هر دو شکل بزرگ بودن  
دورترین نقطه به تنگ دار

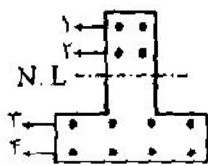
۳۴- مهمترین وظیفه آرماتورهای برشی در اعضای بتنی فشاری چیست؟ (مهندسی عمران آزاد ۸۱)

- ۱) افزایش مقاومت فشاری بتن
- ۲) دوختن آرماتورهای اصلی به همدیگر
- ۳) تأمین مقاومت برشی
- ۴) جلوگیری از کماتش آرماتورهای اصلی

۵- برای یک ستون بتن آرمه، با مقطع و فولادگذاری نشان داده شده تحت خمش یک محوره، حالت بالانس

(مهندسی عمران ۱۸۰)

(متعادل) چه هنگامی اتفاق می افتد؟



- ۱) کلیه فولادهای ناحیه کششی (ردیف ۳ و ۴) جاری شوند.
- ۲) بتن فشاری و فولاد کششی همزمان به تغییر شکل نهایی خود برسند.
- ۳) فولاد کششی ردیف ۴ و فولاد فشاری ردیف ۱ همزمان جاری شوند.
- ۴) همزمان با کرنش نهایی بتن، پایین ترین ردیف فولاد کششی (ردیف ۴) به نقطه جاری شدن برسند.

۲۰- اگر نیروی محوری فشاری وارده به مقطع یک ستون کمتر از نیروی بالانس (متوازن) باشد، در هنگام گسیختگی مقطع:

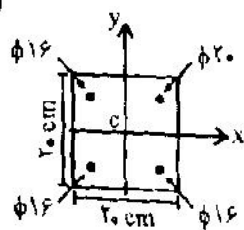
(مهندس عمران ۷۴)

- (۱) در مقایسه با حالت بالانس، لنگر مقاوم مقطع کمتر خواهد شد.
- (۲) کرنش فشاری حداکثر بتن کمتر از ظرفیت کرنش فشاری بتن خواهد شد.
- (۳) کرنش کششی حداکثر فولاد کمتر از کرنش تسلیم خواهد شد.
- (۴) در مقایسه با حالت بالانس، لنگر مقاوم مقطع بیشتر خواهد شد.

۱۱- مقطع شکست تحت فقط یک نیروی محوری فشاری  $P$  در مبدأ مختصات (نقطه  $c$ ) قرار می‌گیرد. اگر

تنش مقاوم فشاری متوسط بتن برابر  $2000 \frac{kgf}{cm^2}$  و مقاومت تسلیم فولاد برابر  $3000 \frac{kgf}{cm^2}$  باشد، حداکثر

(مهندس عمران ۷۶)



نیروی  $P$  که می‌توان بر مقطع وارد شود برابر است با:

- (۱) بیشتر از ۱۰۵۵۹۲ کیلوگرم نیرو.
- (۲) خیلی بیشتر از ۱۰۵۵۹۲ کیلوگرم نیرو.
- (۳) کمتر از ۱۰۵۵۹۲ کیلوگرم نیرو.
- (۴) مساوی ۱۰۵۵۹۲ کیلوگرم نیرو.

$$P_{10} = (0.85 f_c) \times A_c + A_s f_y = (0.85 \times 20) \times (20 \times 20 \times \pi) + A_s \times 3000 = 939511 N = 93951 kg$$

$$3 \times \pi \times 16^2 + \pi \times 20^2 = 2117$$

کار بلاستیک بر کراس سطح قرار ندارد. فرجه از ظرفیت راجع و مقدار  $P$  با کمتر مقدار قبول است. شارین گزیندگی صحیح است.

ضوابط آئین‌نامه‌ای برای تعیین حداقل میزان فولاد مارپیچ (Spiral) در ستون‌ها بر چه مبنایی استوارند؟

(مهندس عمران ۸۶)

- (۱) ستون در باری بیشتر از ستون معادل تنگدار گسیخته شود.
- (۲) پوسته بیرونی ستون در بارهای نسبتاً کم بدون آسیب باقی بماند.
- (۳) بارگسیختگی ثانویه مغزه ستون باعث پوسته شدن بتن داخل مغزه گردد.
- (۴) بارگسیختگی ثانویه مغزه ستون حداقل برابر باشد با بارگسیختگی اولیه پوسته بیرونی آن.

(مهندس عمران آ ۸۴)

۲۷- کدامیک از دلایل استفاد از تنگهای مارپیچی در ستونها نیست؟

- (۱) جلوگیری از کمانش میلگرد طولی
- (۲) سهولت در ساخت و اجرا
- (۳) افزایش ظرفیت برشی ستون
- (۴) جلوگیری از ایجاد تنش سه محوری در ستون

۱۶- در یک ستون مدور تحت اثر ترکیب بار محوری و لنگر خمشی، اگر  $A_v$  و  $S$  به ترتیب، سطح مقطع و فاصله میلگردهای عرضی باشد، کدام عبارت صحیح تر است؟

(مهلهس عمراوه ۱۷۶)

(۱) با افزایش  $\frac{A_v}{S}$  شکل پذیری افزایش می یابد.

(۲) با افزایش  $\frac{A_v}{S}$  تغییری در شکل پذیری حاصل نمی شود.

(۳) با افزایش  $\frac{A_v}{S}$  شکل پذیری کاهش می یابد.

(۴) فقط با افزایش  $A_v$  شکل پذیری افزایش می یابد.

۱۸- کدام عبارت زیر در رابطه با شکل پذیری قاب های بتن آرمه صحیح است؟

(مهلهس عمراوه ۱۷۵)

(۱) اثر فولاد فشاری در تیرها باعث افزایش شکل پذیری و دورپیچی ستون ها باعث کاهش

شکل پذیری قاب ها می شود.

(۲) اثر فولاد فشاری در تیرها و دورپیچی ستون ها باعث کاهش شکل پذیری قاب ها می شود.

(۳) اثر فولاد فشاری در تیرها باعث کاهش شکل پذیری و دورپیچی ستون ها باعث افزایش

شکل پذیری قاب ها می شود.

(۴) اثر فولاد فشاری در تیرها و دورپیچی ستون ها باعث افزایش شکل پذیری قاب ها می شود.

۲۲- از نظر خاصیت شکل پذیری (داکتیلیته) گزینه صحیح کدام است؟

(مهلهس عمراوه ۱۷۳)

(۱) ستون های با تنگ موازی نسبت به ستون های دورپیچ ارجح است.

(۲) فرقی ندارد.

(۳) شکل پذیری بستگی به تنگها ندارد.

(۴) ستون های دورپیچ (با تنگ ماریچ) نسبت به ستون های با تنگ موازی ارجحیت دارد.

۳۶- براساس آئین نامه بتن استفاده از آرماتورهای ماریچ در ستون ها:

(مهلهس عمراوه آ ۱۷۹)

(۱) شکل پذیری را زیاد می کند.

(۲) شکل پذیری را کم می کند.

(۳) اثری در شکل پذیری ندارد.

(۴) مقاومت برشی را کاهش می دهد.

آزاد ۸۵

۱۱۲- در ستون های ماریچ دار:

(۱) مقاومت فشاری ستون با مقطع یکسان برابر ستون تنگدار است.

(۲) شکل پذیری ستون با مقطع یکسان برابر ستون تنگدار است.

(۳) حداقل میلگرد برنی ستون با مقطع یکسان برابر ستون تنگدار است.

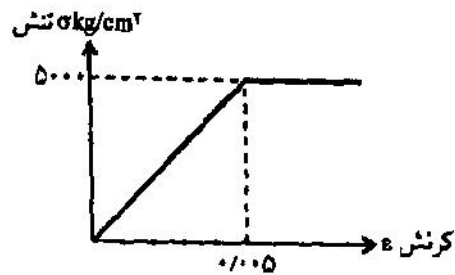
(۴) مقاومت خمشی ستون با مقطع یکسان برابر ستون تنگدار است.

۱۹- در مورد مزیت ستون بتن آرمه دورپیچ نسبت به ستون با تنگ‌های منفرد موازی کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح‌تر است؟ (با فرض طراحی مناسب آرماتور عرضی)

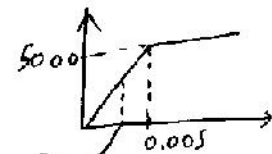
(مهندس عمران ۷۴)

- ۱) افزایش پایداری ستون‌های بلند در مقابل کمانش و کاهش شکل‌پذیری.
- ۲) افزایش شکل‌پذیری و مقاومت در مقابل آتش‌سوزی
- ۳) افزایش شکل‌پذیری و بالا رفتن ظرفیت باربری ستون‌ها.
- ۴) کاهش شکل‌پذیری و بالا رفتن ظرفیت باربری ستون‌های کوتاه.

۲۰- در مقطع زیر که تحت بار محوری خالص قرار دارد، به جای فولاد از مصالحی استفاده شده است که دارای رفتار تنش - کرنش مطابق با شکل زیر است. اگر تاب فشاری سیلندر بتن ۲۸ روزه  $f_c^t = 280 \text{ kg/cm}^2$  باشد، ظرفیت نهایی اسمی (nominal) بار محوری مقطع چه مقدار است؟ (مهندس عمران آ ۸۱)



- (۱) حدود ۵۰۰ تن      (۲) حدود ۴۵۰ تن      (۳) حدود ۴۰۰ تن      (۴) حدود ۶۰۰ تن



بتن در ۰.۰۰۳۵ کرنش در نقطه‌ای است مقدار تنش در فولاد برابر است با:

$$5000 \times \frac{0.0035}{0.005} = 3500 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow$$

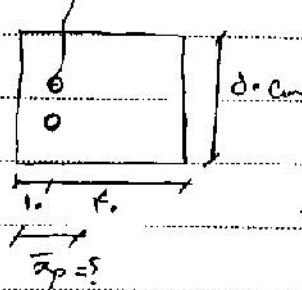
$$P_{no} = 0.85 f_c^t (300 \times 400 - A_s) + A_s \times 350 = 4956000 \text{ N} = \boxed{495.6 \text{ ton}}$$

این بار قابل  $\rightarrow \epsilon_{cu} = 0.003 \rightarrow f_s = 3000 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow P_{no} = 0.85 f_c^t (A_c) + A_s \times 3000 = \boxed{4656000 \text{ kg}}$

۱-۶- مرکز پلاستیک

بر اساس مرکز نیروها تعیین می شود.

$\sum A_{st} = 10 \text{ cm}^2$



$f'_c = 28$

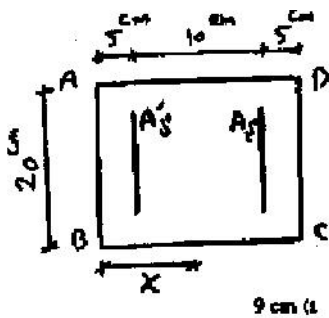
$f_y = 5000$

مثال عدد مرکز پلاستیک = ؟

نیروی بتن  
نیروی فولاد

$$\bar{x}_p = \frac{(10 \times 500) \times 10 + (0.85 \times 28 \times 5 \times 10) \times 2.5}{10 \times 500 + 0.85 \times 28 \times 5 \times 10} = 24.8$$

آزاد ۸۸



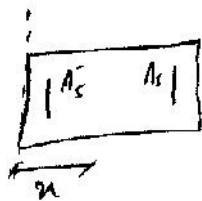
۱۳۷- در مقطع ستون نشان داده شده فاصله مرکز پلاستیک تا وجه AB (که تمام هست)؟  
 $f'_c = 2000 \text{ kg/cm}^2, f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2, A'_s = 8.5 \text{ cm}^2, A_s = 2.4$

9 cm (L)

6 cm (r)

12.5 cm (r)

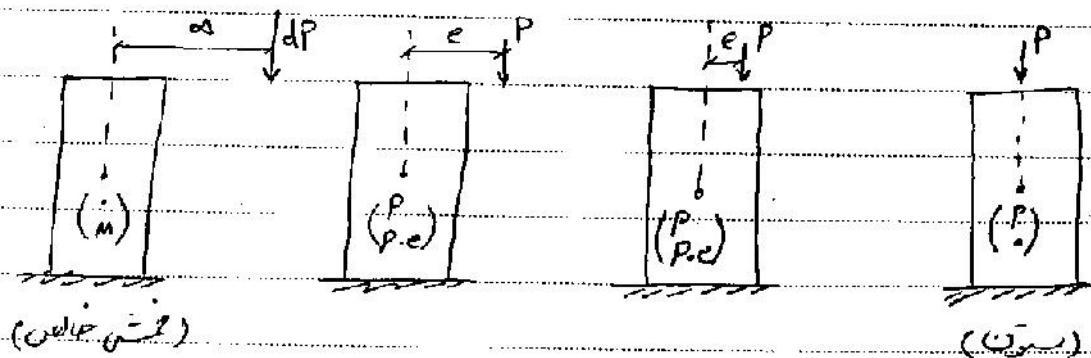
10 cm (D)

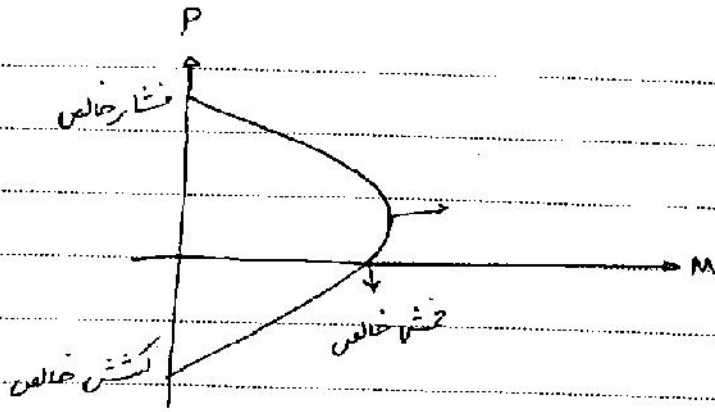


$$x = \frac{(A'_s \times 4000) \times 5 + (A_s \times 4000) \times 15 + (0.85 \times 2000) \times (20 \times 20) \times 10}{(A'_s + A_s) \times 4000 + (0.85 \times 2000) \times (20 \times 20)} = 9 \text{ cm}$$

۲-۶- اندرکنش خمش و نیروی محوری

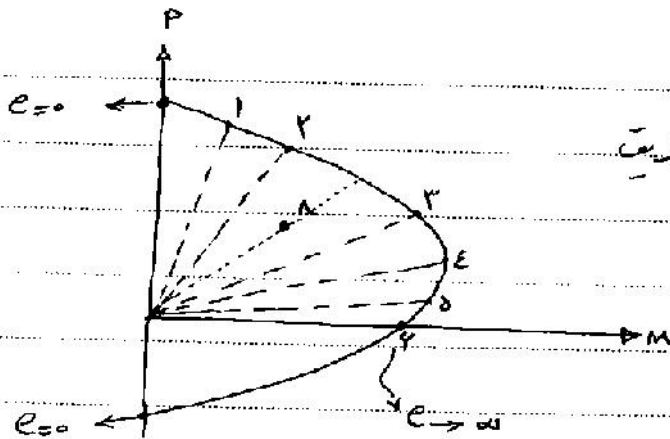
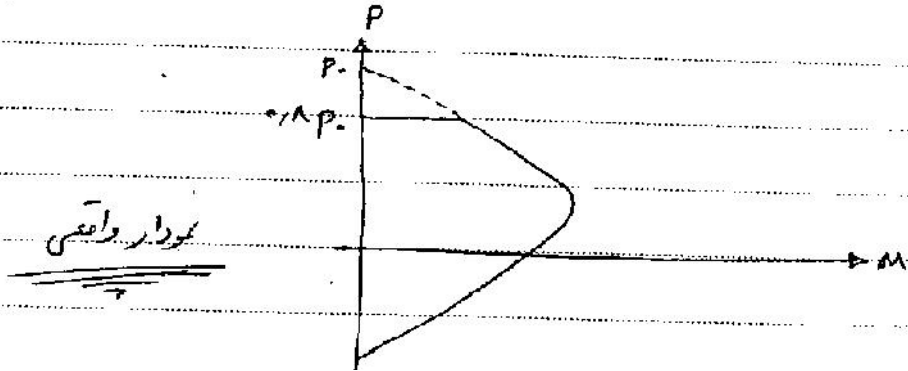
ترکیب نیروی محوری و خمشی :





با کاهش بار محوری ممکن است  
ظرفیت لنگر افزایش یا کاهش یابد.

با توجه به اینکه لنگر نام گفته بود  
خروج از کرنش احتمال در نظر بگیریم،  
نمودار واقعی بصورت زیر است

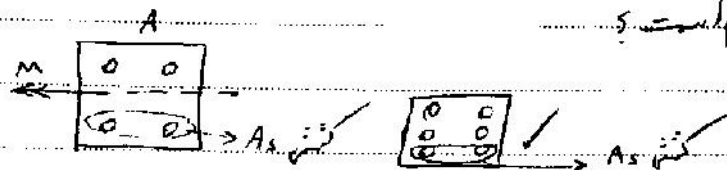
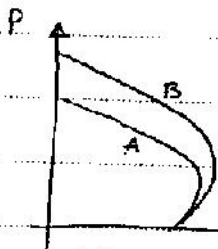


$$e = \frac{M}{P} \text{ خروج از کرنش}$$

$$e_4 > e_5 > e_3 > \dots > e_1$$

$$e_2 < e_4 < e_3$$

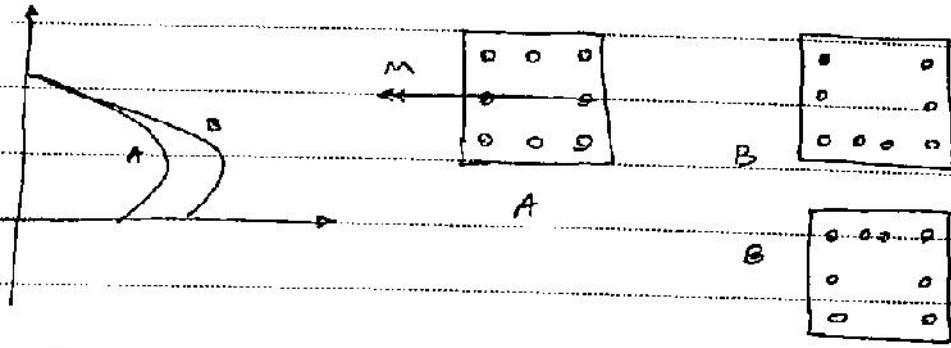
تقریباً B کلام است.



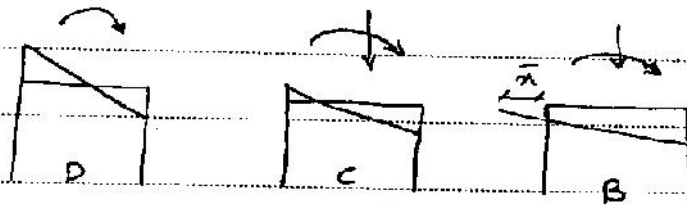
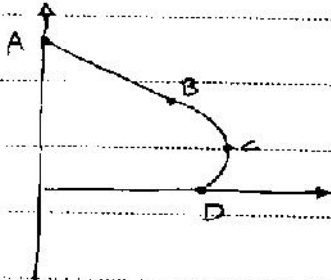
از آنجا که ظرفیت خمشی در دو سطح یکسان است مساحت آرایشهای

کشش در هر دو سطح باید یکسان باشد و از عرض چون مقاومت تباری سطح B بیشتر است مقدار آرایشهای B باید بیشتر از A باشد.

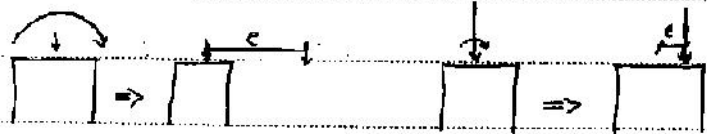
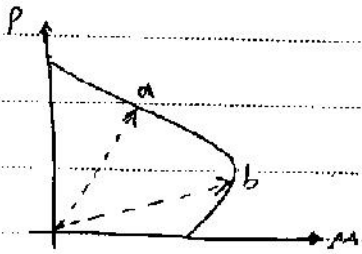
کدام است؟



با حرکت از A تا D محل تاریخچه؟  
 به سمت A که هر دویم تاریخچه پایین می‌رود



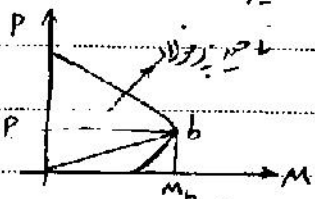
سؤال: در کدام مسیر c (خروج از مرکزیت) بیشتر است؟  $b \leftarrow$



کدام مسیر تاریخچه از مرکزیت دورتر است؟  $a \leftarrow$  (خرج P بیشتر به تاریخچه دورتر)  
 احتمال تمام شدن آرماتور کشش وجود دارد؟  $b \leftarrow$  (درقی فشار حاصل داریم (a) چه جاد و فشار است و کشش نداریم و خرج M بیشتر شود کشش بیشتر می‌شود)

کدام مسیر تاریخچه کشش ستون بیشتر است؟  $a \leftarrow$  با افزایش فشار میلان انحراف می‌یابد  
 به سمت چپ ستون در نقطه a بیشتر است

اگر خروج از مرکزیت بار محوری باشد کونای با تدریجاً در نقطه ط در شکل برسم نقطه مورد نظر را نقطه بالانس (سؤال) می‌نامیم.

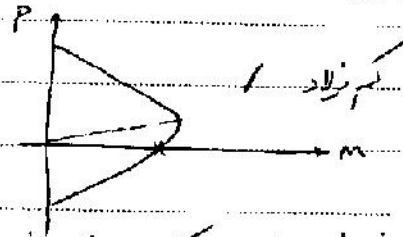
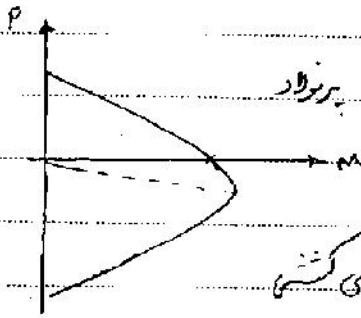


سروی محوری و کشش متناظر با نقطه ط در سروی محوری و کشش بالانس می‌نامیم.

تا که تمام بار از خط چین  
 که کم فولاد



سوال: اگر یک تیر یک فولاد یا فولاد آلیاژی رسم شود کدام فولاد صریح است؟  
 برابر



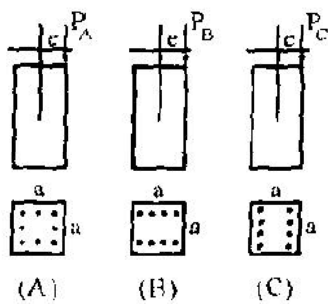
هر وقت که بار از نوادار که بالای مقطع بالایی قرار گیرد هنگام خرابی بتن فولادهای کششی خارج می‌شوند و در نتیجه سطح از نوع شکست فشاری (برون) خواهد بود.

نکته: نسبت کشش فولاد از کشش تیر با خط میانه شد و بر اساس میزان ترکیب های مختلف از کشش و کشش فولاد بر روی فولاد درست آورد.

۶- در تحلیل یک مقطع بتن مسلح تحت اثر توأم خمش و فشار با خروج از محور ناچیز کدام فرض به واقع نزدیک تر است؟  
 (مهندس عمران ۷۸)

- ۱) مقطع ترک نخورده و تار کششی مقطع در خارج مقطع قرار می‌گیرد.
- ۲) مقطع ترک نخورده و تار کششی مقطع در داخل مقطع قرار می‌گیرد.
- ۳) مقطع ترک نخورده و تار کششی مقطع در فاصله بینهایت قرار می‌گیرد.
- ۴) مقطع ترک نخورده و تار کششی مقطع بر روی مرکز پلاستیک مقطع قرار می‌گیرد.

۷- ستون مربع شکلی به ضلع  $a$  و با  $8$  عدد میلگرد مشابه به سه صورت  $A$ ،  $B$  و  $C$  مطابق شکل های زیر



مسلح شده است. اگر در هر سه حالت خروج از مرکزیت نیروی فشاری ( $P$ ) یکسان باشد، کدام رابطه در مورد قدرت فشاری نهایی ستون‌ها صحیح است؟  
 (مهندس عمران ۷۸)

- ۱)  $P_B > P_C > P_A$  (۲)  $P_B = P_C > P_A$
- ۳)  $P_A > P_C > P_B$  (۴)  $P_C > P_A > P_B$

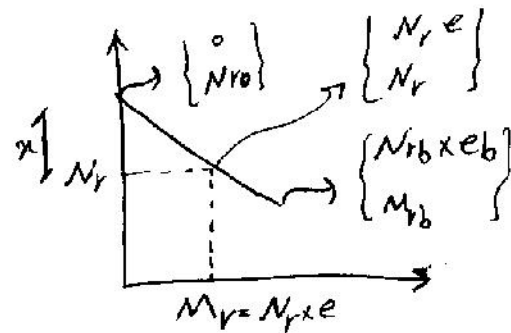
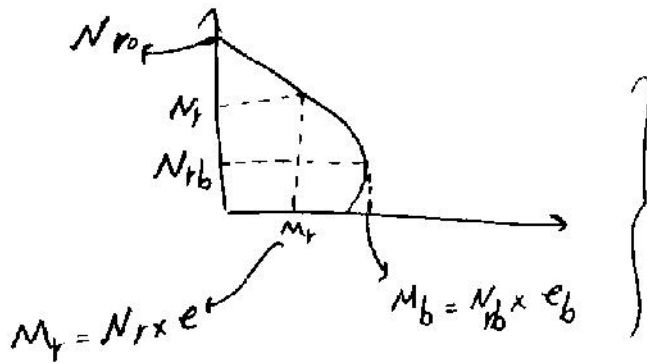
۱۱۶ ناحیه کنترل فشار در منحنی تداخلی ستون را می توان با یک خط مستقیم تقریب زد. معادله این خط کدام است؟

$$N_r = \frac{N_{ro}}{1 + \left(\frac{N_{ro}}{N_{rb}} - 1\right) \frac{e_b}{e}} \quad (2)$$

$$N_r = \frac{N_{rb}}{1 + \left(\frac{N_{ro}}{N_{rb}} - 1\right) \frac{e}{e_b}} \quad (1)$$

$$N_r = \frac{N_{ru}}{1 + \left(\frac{N_{ro}}{N_{rb}} - 1\right) \frac{e}{e_b}} \quad (2)$$

$$N_r = \frac{N_{rb}}{1 + \left(\frac{N_{rb}}{N_{ro}} - 1\right) \frac{e}{e_b}} \quad (3)$$



$$\alpha = \frac{(M_r)}{M_{rb}} \times (N_{ro} - N_{rb}) = \frac{N_r e (N_{ro} - N_{rb})}{e_b \times N_{rb}} = N_r \left[ \frac{e (N_{ro} - 1)}{e_b N_{rb}} \right]$$

$$N_r = N_{ro} - \alpha = N_{ro} - N_r \left[ \frac{e (N_{ro} - 1)}{e_b N_{rb}} \right] \rightarrow N_r = \frac{N_{ro}}{1 + \frac{e}{e_b} \left( \frac{N_{ro}}{N_{rb}} - 1 \right)}$$

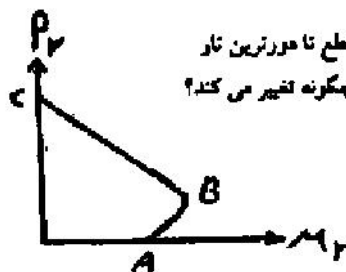
(محلصن عمراو آ ۱۷۹)

۳۷- برای جاری شدن فولادکشی در ستون ها باید:

- ۱) مقدار خارج از محوری برابر  $e_b$  باشد
- ۲) مقدار خارج از محوری کمتر از  $e_b$  باشد.
- ۳) رابطه ای بین خارج از محوری و  $e_b$  موجود نمی باشد.
- ۴) مقدار خارج از محوری بیشتر از  $e_b$  باشد.

آزاد ۸۸

۱۳۵- در مورد دیاگرام نیرو-شکل، شکل، لاصله محور خشی مقطع تا دورترین تار فشاری و همچنین خروج از محوریت نیروی فشاری به ترتیب از نقطه A به B به C چگونه تغییر می کند؟



- ۲) افزایش - کاهش
- ۱) افزایش - افزایش

- ۱) کاهش - افزایش
- ۳) کاهش - کاهش

۳۲. کدامیک از عبارات‌های زیر در مورد شکست فشاری اعضای بتن مسلح درست است؟

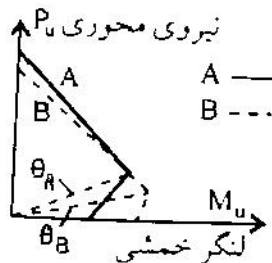
(مهندس عمران آزاد ۸۱)

- ۱) در اعضای خمشی و در اعضای فشاری شکست فشاری مجاز است.
- ۲) در اعضای فشاری شکست فشاری به شکست کششی ترجیح داده می‌شود.
- ۳) شکست فشاری فقط در اعضای خمشی مجاز است.
- ۴) شکست فشاری تحت هیچ شرایطی برای اعضای فشاری و اعضای خمشی مجاز نمی‌باشد.

(مهندس عمران آزاد ۸۱)

۳۵. شرط جاری شدن فولاد کششی در ستون‌ها:

- ۱) مقدار خارج از محوری کمتر از  $e_b$  باشد.
- ۲) مقدار خارج از محوری برابر صفر باشد.
- ۳) مقدار خارج از محوری برابر بینهایت باشد.
- ۴) مقدار خارج از محوری بیشتر از  $e_b$  باشد.



۸. نمودارهای اندرکنش نشان داده شده در شکل زیر مربوط به دو مقطع مربع مستطیل هستند که تنها از نظر مقدار فولاد کششی و فشاری با هم تفاوت دارند. درباره این اختلاف فولادگذاری چه می‌توان گفت؟

(مهندس عمران ۷۷)

- ۱) فولاد فشاری مقطع A برابر نقطه B و فولاد کششی مقطع A بیشتر از مقطع B است.
- ۲) فولاد کششی مقطع A برابر مقطع B و فولاد فشاری مقطع A کمتر از مقطع B است.
- ۳) فولاد فشاری مقطع A کمتر از مقطع B و فولاد کششی مقطع A بیشتر از مقطع B است.
- ۴) فولاد فشاری مقطع A بیشتر از مقطع B و فولاد کششی مقطع A کمتر از مقطع B است.

۳۱. چنانچه در یک ستون کوتاه بار محوری افزایش یابد، چه اتفاقی برای ظرفیت اسمی (*nominal*)

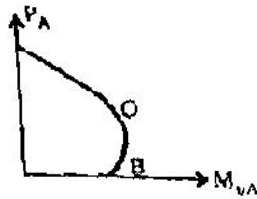
(مهندس عمران آزاد ۸۱)

خمشی ستون رخ می‌دهد؟

- ۱) تغییر در ظرفیت اسمی (*nominal*) خمشی رخ نمی‌دهد زیرا بار محوری و ظرفیت اسمی خمشی مستقل از یکدیگر محاسبه می‌شوند.
- ۲) ممکن است ظرفیت اسمی (*nominal*) خمشی افزایش یا کاهش یابد.
- ۳) ظرفیت اسمی (*nominal*) خمشی افزایش می‌یابد.
- ۴) ظرفیت اسمی (*nominal*) خمشی کاهش می‌یابد زیرا تنش محوری در مقطع بیشتر شده و مقطع ضعیف‌تر می‌شود.

۲۱- برای نمودار اندرکنش (توأم) نیروی محوری - لنگر خمشی مربوط به یک ستون بتن مسلح، کدامیک از گزینه‌های زیر درباره سختی ( $EI$ ) ستون صحیح است؟

(مهندس عمران ۱۷۴)

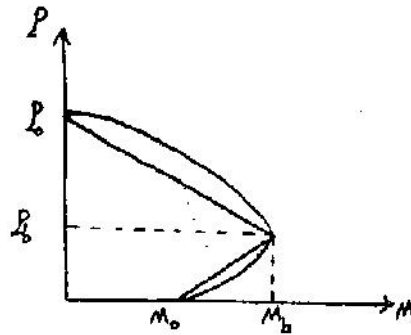


- (۱) سختی در منطقه  $OB$  کمتر از منطقه  $OA$  است.
- (۲) سختی در منطقه  $OA$  کمتر از منطقه  $OB$  است.
- (۳) سختی در منطقه  $OA$  مساوی با سختی منطقه  $OB$  است.
- (۴) سختی های نقاط  $A$  و  $B$  با یکدیگر مساوی هستند.

آزاد ۸۶

نمودار اندرکنش نیروی محوری به لنگر یک ستون بتن آرمه مطابق شکل با یک نمودار

در خطی تقریب زده شده است. در صورتیکه  $M = \frac{1}{2}M_0$  بوده و دورترین آرمانورهای کششی تسلیم شده باشند مقدار  $P$  برابر است با:



$$P = P_0 + \frac{M_b P_0}{2(M_0 - M_b)} \quad (۱)$$

$$P = \frac{P_0 - P_1}{2} \quad (۳)$$

$$P = P_1 - \frac{M_b P_1}{2(M_0 - M_b)} \quad (۴)$$

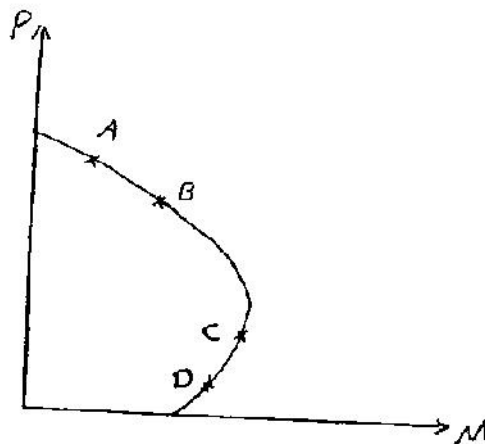
$$P = \frac{P_0 + P_1}{2} \quad (۲)$$

۲۹- برای یک ستون بتن مسلح با مقطع مستطیلی که ابعاد، ارتفاع، شرایط انتهایی و مقدار فولاد آن مشخص است. ظرفیت نهایی خمشی ستون تحت اثر بار نهایی محوری  $P_n$  برابر با  $M_n$  می‌باشد. چنانچه بار محوری از  $P_n$  به مقدار اندکی بیشتر یعنی  $P_n' > P_n$  افزایش یابد، در آن صورت تغییر  $M_n$  چگونه است؟

(مهندس عمران آزاد ۸۲)

- (۱)  $M_n$  هم حتماً افزایش می‌یابد.
- (۲) افزایش یا کاهش  $M_n$  بستگی به مقدار  $P_n$  دارد.
- (۳)  $M_n$  حتماً کاهش می‌یابد.
- (۴)  $M_n$  تغییر نمی‌کند زیرا نسبت خروج از محوری  $e = \frac{M_n}{P_n}$  ثابت است.

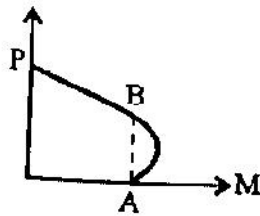
آزاد ۸۵



۱۱۳- سائق با شکل روبرو کدام ستون اقتصادی تر است؟  
(پس در کدام ستون بهترین استفاده از مصالح شده است)

- |       |       |
|-------|-------|
| B (۱) | C (۲) |
| A (۳) | D (۴) |

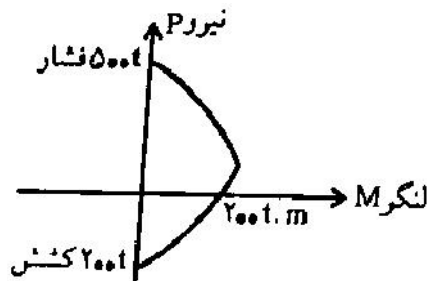
۲۶. در یک مقطع بتن آرمه که تحت نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی حول یک محور اصلی قرار دارد.



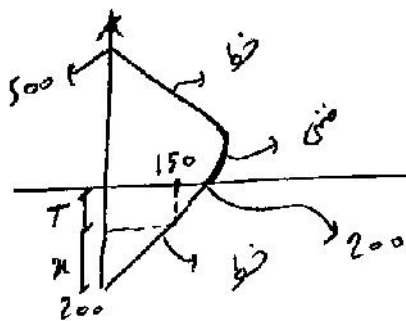
منحنی اندرکش نیروی محوری و لنگر خمشی مطابق شکل است. دو نقطه A و B روی منحنی متعلق به مقادیر ثابت لنگر خمشی هستند. اما نیروی محوری در A صفر و در B غیرصفر است. کدامیک از عبارات زیر درست است؟  
(مهندس عماد ۷۶)

- (۱) محل محور خنثی در دو نقطه A و B یکسان نیست.
- (۲) محل تار خنثی در دو نقطه A و B یکی است ولی کرنش فولاد در B کمتر از A است.
- (۳) محل محور خنثی یکی است ولی کرنش ماکزیمم فشاری در B بیشتر از A می باشد.
- (۴) ۲

۱۷. ستون بتن آرمه‌ای در فشار خالص دارای ظرفیت باربری فشار ۵۰۰ ton و در خمش خالص دارای ظرفیت خمشی ۲۰۰ kNm و در کشش خالص ظرفیت باربری کششی ۲۰۰ ton می باشد. چنانچه لنگر وارد بر این ستون ۱۵۰ kNm باشد، حداکثر کشش قابل اعمال به ستون به طور توأم با این لنگر تقریباً چقدر است؟  
(مهندس عماد ۷۵)

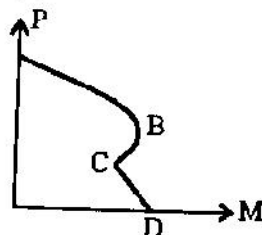


- (۱) ۲۵t
- (۲) ۵۰t
- (۳) ۷۵t
- (۴) ۱۰۰t



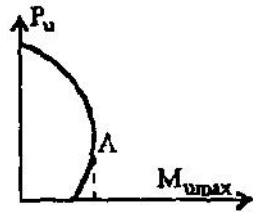
$$\mu = \frac{150}{200} \times 200 = 150 \rightarrow T = 200 - \mu = 50$$

۲۴. در دیاگرام شکل زیر که مربوط به اثر توأم لنگر خمشی و نیروی فشاری در یک مقطع بتن آرمه است، دلیل وجود شاخه‌ای نظیر CD چیست؟  
(مهندس عماد ۷۶)



- (۱) زیاد بودن فولاد کششی
- (۲) وجود فولاد فشاری
- (۳) کم بودن مقدار فولاد کششی
- (۴) هیچکدام

۲۲- در نمودار اندرکش لنگر خمشی - نیروهای نشار مقطعی (مطابق شکل) نقطه A متناظر با چه حالتی است؟  
(مهندس عمران ۷۳)



(۱) تنش فولاد = حد تسلیم فولاد

(۲) تنش بتن = مقاومت نهائی بتن

(۳) تغییر شکل نسبی فولاد =  $\frac{\text{حد تسلیم فولاد}}{\text{ضریب ارتجاعی فولاد}}$

(۴) تنش فولاد فشاری = تنش فولاد کششی

۹- ظرفیت ستون بتن مسلح تحت اثر توأم خمش و فشار تعیین شده و برابر  $P_u$  و  $M_{u, \text{ گزارش شده}}$  و صحیح

است. نسبت  $\frac{M_u}{P_u}$  خروج از محور  $e$  نام دارد. منظور از خروج از محور، فاصله:  
(مهندس عمران ۷۷)

(۱) امتداد اثر برآیند تنش های مقطع از مرکز پلاستیک مقطع است.

(۲) امتداد اثر برآیند مقاومت فشاری مقطع تا مرکز سطح فولادهاست.

(۳) نقطه اثر بار فشاری تا مرکز سطح ستون است.

(۴) نقطه اثر ظرفیت فشاری تا محور خنثی می باشد.

۱۰- چنانچه ستونی تحت اثر باری در خارج از محوری  $e = \gamma e_0$  ( $b$  معرف حالت متوازن یا بالانس است)

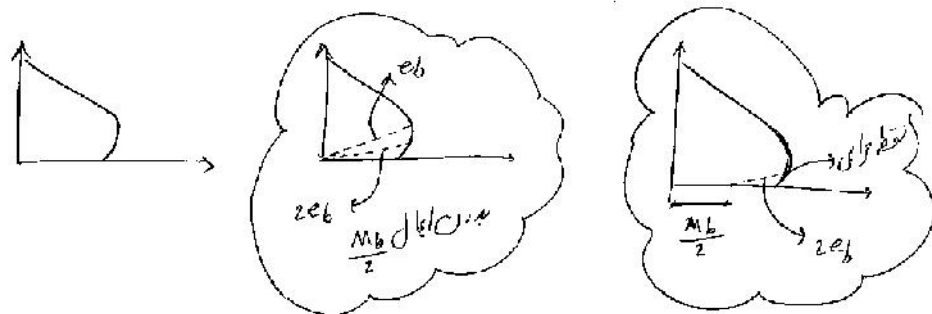
قرار گیرد و لنگر اعمالی معادل  $M = \frac{1}{\gamma} M_0$  باشد در حد نهایی شکست با:  
(مهندس عمران ۷۷)

(۱) انهدام بتن شروع می شود.

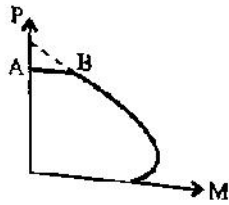
(۲) جاری شدن فولادها شروع می شود.

(۳) جاری شدن فولادها همزمان با انهدام بتن صورت می گیرد.

(۴) کمانش ستون شروع می شود.



۴- در منحنی اثر متقابل نیروی محوری و لنگر خمشی ستون‌ها (مطابق شکل روبرو)، قسمت  $AB$  بیانگر کدام مطلب می‌باشد؟



(مهندس عمران ۸۰)

(۱) عدد فولاد عرضی در ستون است.

(۲) کنترل‌کننده خروج از مرکزیت حداقل در ستون است.

(۳) رفتار ستون در فواید با لنگر کم بوده و به صورت

تئوریک حاصل می‌شود

(۴) قسمت  $AB$  در منحنی اثر متقابل ستون وجود نداشته و در این شکل اشتباهاً رسم شده است.

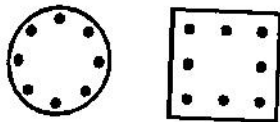
در یک عضو بتن آرمه تحت نیروی محوری کششی و لنگر خمشی، چنانچه ظرفیت مقطع تحت نیروی کششی خالص برابر  $T$ ، و ظرفیت مقطع تحت لنگر خمشی خالص برابر  $M$  باشد، ظرفیت خمشی مقطع تحت بار کششی  $T$  تقریباً با کدام گزینه برابر خواهد بود؟

(مهندس عمران ۸۱)

$$\frac{1}{3} M \quad (۱) \quad M \quad (۲) \quad \frac{2}{3} M \quad (۳) \quad \frac{1}{4} M \quad (۴)$$

۱۴- دو ستون مربعی و دایروی با سطح مقطع معادل و فولاد یکسان فرض شود. اگر فولادگذاری در هر دو حالت متقارن و پوشش بتن بر روی فولاد نیز در دو حالت یکسان باشد:

(مهندس عمران ۷۶)



(۱) در مقابل فشار خالص هر دو ستون دارای مقاومت یکسان و در

مقابل اثر توأم فشار و خمش، ستون مربعی مقاوم‌تر است.

(۲) در مقابل هر ترکیب دلخواه توأم فشار و خمش دو ستون دارای مقاومت یکسان هستند.

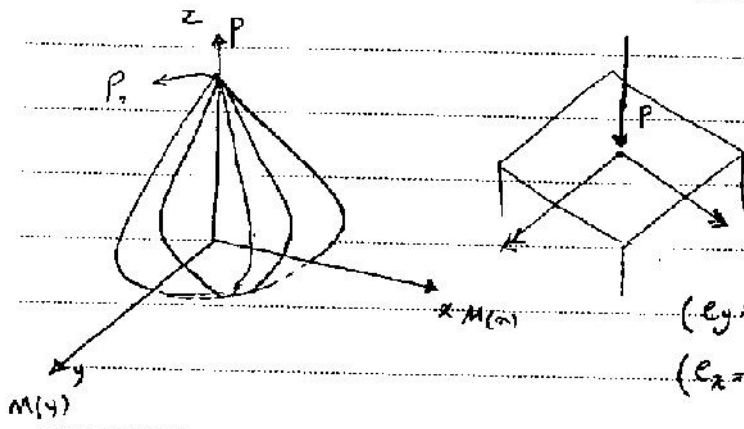
(۳) در مقابل فشار خالص هر دو ستون مقاومت یکسان و در مقابل اثر توأم فشار و خمش ستون

دایروی مقاوم‌تر است.

(۴) در مقابل فشار خالص ستون مربعی مقاوم‌تر و در مقابل اثر توأم فشار و خمش ستون دایروی

مقاوم‌تر است.

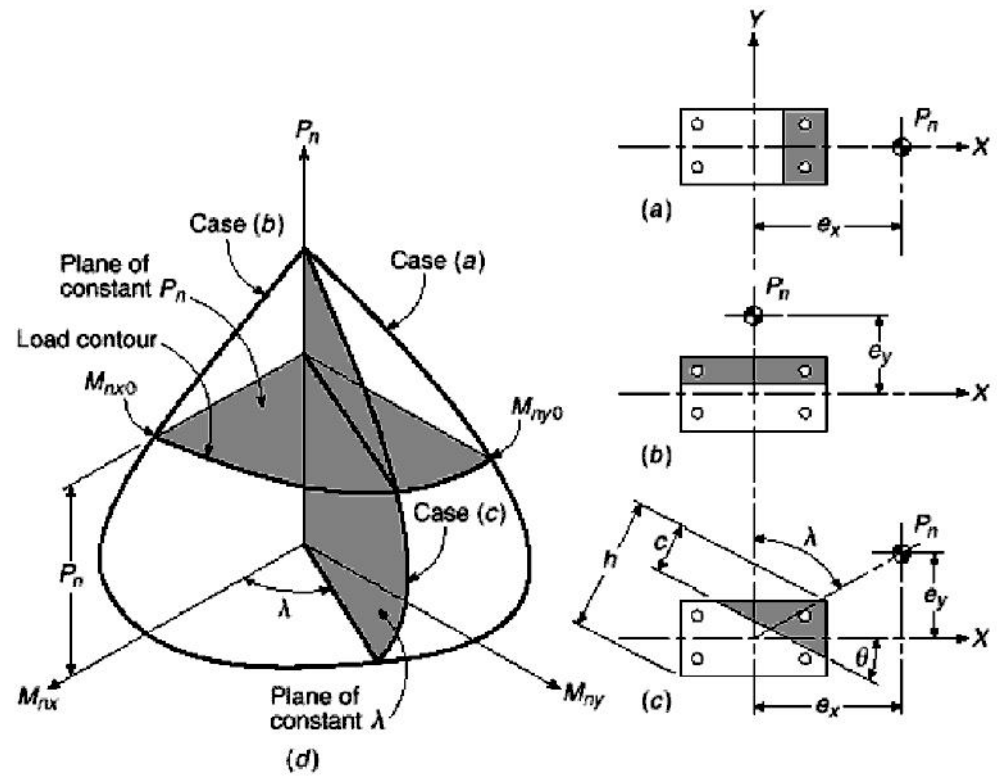
\*  $P = P_x + P_y$  دو محوره :



$P_x$  و  $P_y$  مقادیر فشاری به  $e_x$  و  $e_y$   
 $P_x$  و  $P_y$  مقادیر فشاری همراه با  $e_x$  و  $e_y$   
 $P_x$  و  $P_y$  مقادیر فشاری همراه با  $e_x$  و  $e_y$

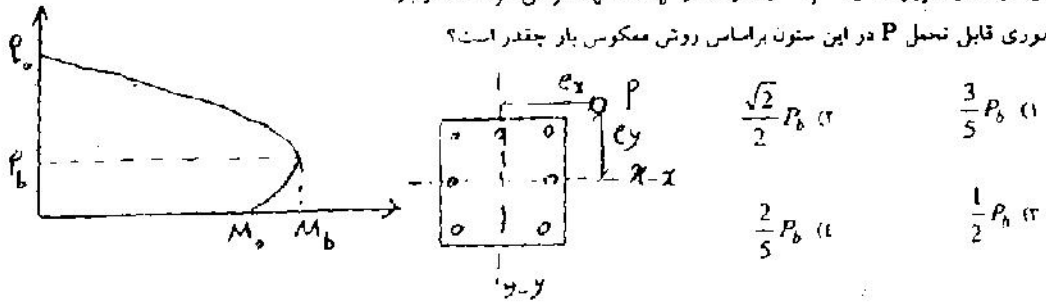
$$\frac{1}{P_{xy}} + \frac{1}{P_o} = \frac{1}{P_x} + \frac{1}{P_y}$$

نقطه استفاده از روش بار متمرکز زمانی که لازم است در سیری فشاری ستون ما چیزی نباشد (بزرگتر از ابعاد ستون باشد) فشاری ستون باشد





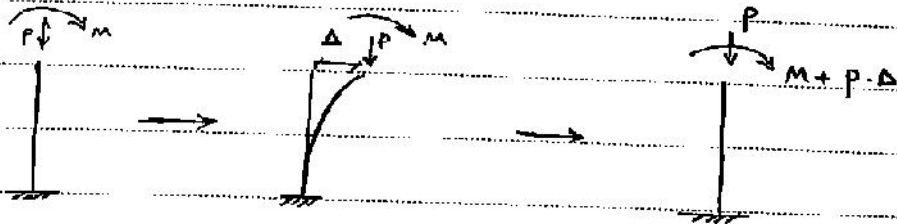
۱-۳-۶ ستون بتن آرمه با مقطع متقارن نشان داده شده در شکل تحت خمش دو محوره قرار دارد. در صورتیکه  $e_x = e_y = e_0$  و مقدار  $P_0 = 3P_0$  فرض کرده، مقدار بار محوری قابل تحمل  $P$  در این ستون بر اساس روش معکوس بار چقدر است؟



$$\frac{1}{P_{xy}} + \frac{1}{P} = \frac{1}{P_x} + \frac{1}{P_y} \quad \frac{1}{P_{xy}} + \frac{1}{3P_0} = \frac{1}{P_0} + \frac{1}{P} \Rightarrow P_{xy} = \frac{3}{8} P_0$$

۲-۶- ستونهای لاغر

ستون لاغر: اگر ستون لاغر باشد به علت اثر  $P \cdot \Delta$  باید فکر آنرا افزایش دهیم.



بستن به شرایط گانج داد  
 $\lambda = \frac{KL}{r}$   
 $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$  شعاع گیراسیون

$\lambda < 12$  ← ستون لاغریست  
 $\lambda < 1$  ← ستون کوتاه تراست

$\left(\frac{KL}{r}\right) < 12$  ← احتمال گمانش بیشتر است.

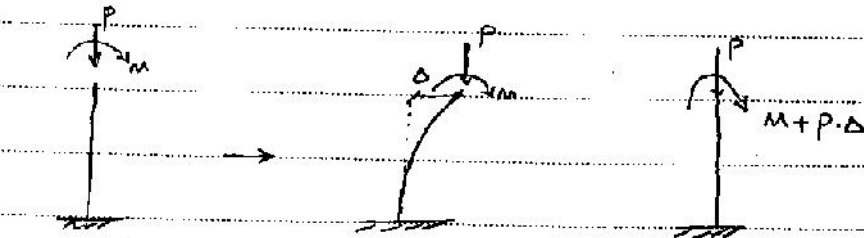
پس ستون لاغریست ممکن است - قبل از خرابی مقطع در اثر گمانش کارایی خود را از دست بدهد

معیار این نام است

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{KL}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \\ \frac{KL}{r} < 22 \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} \leftarrow \text{تاب بخار شده} \\ \leftarrow \text{تاب بخار شده} \end{array} \right\} \leftarrow \text{التر}$$

← میزان از اثر گمانش صرف نظر کرد. ← ستون کوتاه محسوب می شود

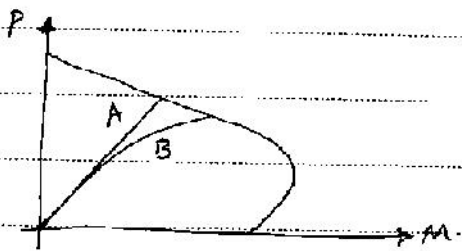
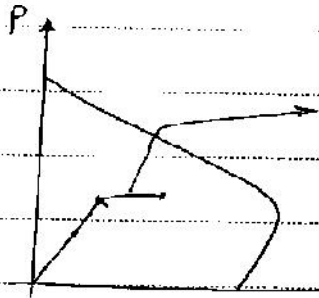
ولوله استون لاغریه ←



بیردهای اولیه

موتوان بای آنرا مرتبه دم از شدت لنگر استناد کرد یعنی مقدار  $M$  اولیه را بیک ضریب بزرگتر از یک ضرب کرد.

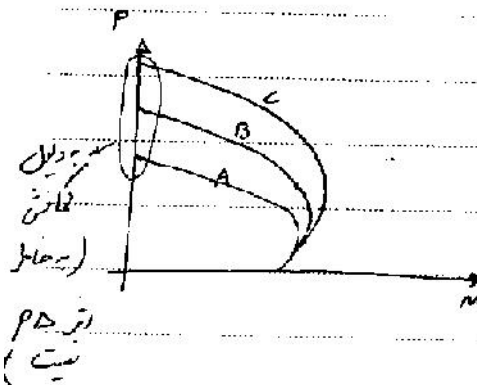
- ✓ در هر ستون لاغریه این افزایش  $m$  بیشتر است.
- ✓ این افزایش با گذشت زمان اتفاق می افتد.
- ✓ به علت خزش + انحراف  $P \cdot e$  است
- ✓ به علت افزایش لنگر ناشی از خزش است



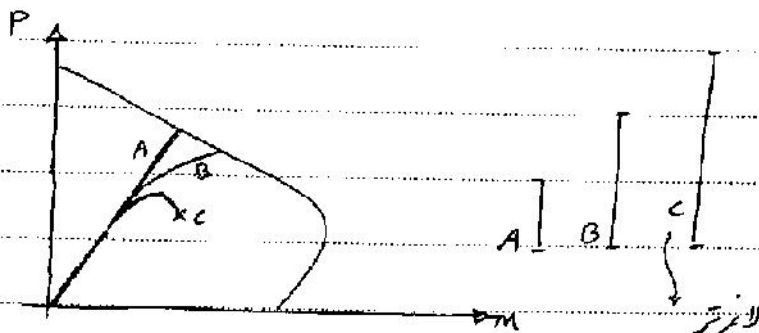
✓ A بارگذاری آهسته  
 ✓ B بارگذاری آرام  
 (مثلاً جوشکاری بار اعمال شود)

نتیجه کدام ستون کوتاه تر می باشد؟

(مقطع جوش ستون یکسان است و در طول آن فرق می کند)

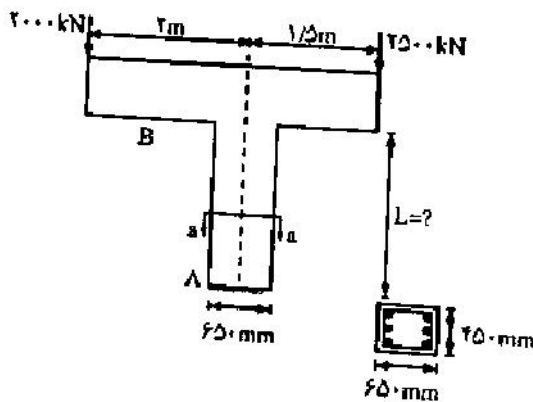


✓ ستون کوتاه است چون گمان نمی کند بار محوری بیشتری تحمل می کند  
 ✓ ستون لاغریه است و قبل از اینکه به حد ظرفیت محوری برسد این شاره خود برداشتن می کند



✓ B بیش از  $P \cdot e$   
 ✓ C گمان کرده  
 ✓ A بارگذاری آهسته

۳- حداکثر طول ممکن برای ستون کنسولی در شرایطی که به صورت ستون کوتاه عمل می‌کند چند متر است؟ (مهندس عمران ۸۱)



- (۱)  $L = 1/0.7$
- (۲)  $L = 2/1.5$
- (۳)  $L = 3/2.1$
- (۴)  $L = 4/3.0$

$$\frac{kL}{r} < 22 \rightarrow \frac{2 \times L}{0.3 \times 65} < 22 \Rightarrow L < 214.5 \text{ cm} \Rightarrow L < 2.15 \text{ m}$$

(مهندس عمران آزاد ۸۱)

۳۳- ستون‌های بتن مسلح با حرکت جانبی زمانی کوتاه فرض می‌شوند که:

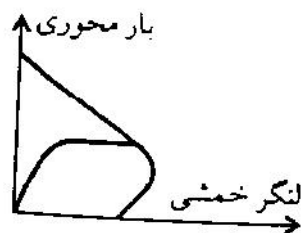
- (۱) ضریب لاغری ستون کوچکتر از ۲۲ باشد.
- (۲) ضریب لاغری ستون کوچکتر از ۳۴ باشد.
- (۳) نسبت ارتفاع ستون به بعد حداقل مقطع آن کوچکتر از ۴ باشد.
- (۴) نسبت ارتفاع ستون به بعد حداقل مقطع آن کوچکتر از ۸ باشد.

آزاد ۸۵

۱۱۴- ستون لاغر ستونی است که در آن:

- (۱) لنگرهای ناشی از تغییر مکان جانبی باعث تغییر مد کمانشی شوند.
- (۲) لنگرهای ناشی از تغییر مکان جانبی باعث کاهش ظرفیت بار محوری شوند.
- (۳) لنگرهای ناشی از تغییر مکان جانبی در آن ایجاد شوند.
- (۴) لنگرهای ناشی از تغییر مکان جانبی باعث حاکم شدن اثر لنگر نسبت به نیروی محوری شوند.

(مهندس عمران ۷۷)



۱- نمودار زیر نشان‌دهنده چه پدیده‌ای در یک ستون بتن‌آرمه است؟

- (۱) گسیختگی ناشی از ازدیاد لنگر در اثر لاغری ستون
- (۲) گسیختگی ناشی از افزایش فوق‌العاده سریع بار محوری
- (۳) گسیختگی ناشی از افزایش فوق‌العاده سریع لنگر
- (۴) گسیختگی ناشی از کمانش خزشی

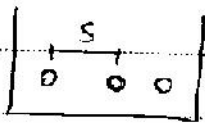
آزاد ۸۵

۱۱۵- در قاب مهارشده بتنی:

- (۱) لنگرهای ثانویه کمتر از لنگرهای اولیه هستند. (۲) لنگرهای ثانویه بیشتر از لنگرهای اولیه هستند.
- (۳) ضریب لاغری عموماً بین ۰/۶ تا ۱/۰ است. (۴) دارای سیستم بار جانبی دایر برشی یا بادبندی است.

۷- محدودیت فواصل آرماتورها

محدودیت فواصل آرماتورها: ← حداقل فواصل (بسته به بتن و میزان آرماتور) (در صورت)



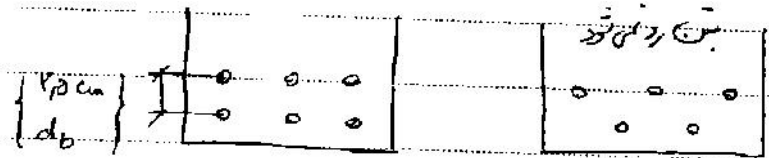
نسبت بزرگترین مساحت بتن  $\frac{4}{3} \times s$

MAX

درستیها:  $\{ 2, 5, 6 \}$

درستیها:  $\{ 1, 5, 6 \}$

در محل وصله همانند آرماتور می شود.



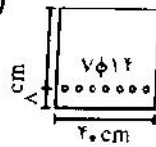
✓

✗

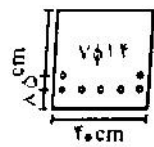
- ✓ در اعضای تحت فشار و خمش فاصله محور تا محور میلگردهای طولی از یکدیگر نباید بیش از ۲۰۰ mm باشد.
- ✓ حداقل فاصله آزاد بین میلگردها باید در مورد فاصله آزاد بین وصله ها با یکدیگر و یا وصله ها با میلگردهای مجاور نیز رعایت شود. (دقت شود که میتوان میلگردهای وصله شونده را در تماس با یکدیگر نیز قرار داد)

۲۳- کدامیک از طرح های زیر، از نظر نحوه چیدن فولاد طولی خمشی، مناسب نیست؟

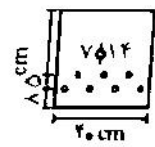
(مهندس عمران آزاد آ)



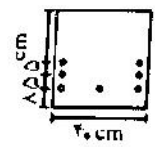
طرح (۱)



طرح (۲)



طرح (۳)



طرح (۴)

(۱) (۴)

(۴) (۳)

(۲) (۲)

(۳) (۱)

آزاد ۸۵

۱۰۴- با کاهش فاصله میلگردها نسبت به هم:

- (۱) طول مهاري کاهش می یابد.
- (۲) طول مهاري تغییر نمی کند.
- (۳) طول مهاري افزایش می یابد.
- (۴) ممکن است کاهش و یا افزایش یابد.

آزاد ۸۵

۱۰۵- در مورد وصله میلگردها:

- (۱) تا حد اکثر فاصله مسمی از یکدیگر می توانند قرار گیرند.
- (۲) میلگردها باید حتماً بهم چسبیده باشند.
- (۳) محور آنها در هر فاصله ای نسبت به هم می توانند قرار گیرند.
- (۴) حداقل باید به اندازه ۱/۳ برابر قطر میلگرد فاصله داشته باشند.

(مهندس عمران آزاد)

۲۴- در تیرهای بتن آرمه:

- (۱) آرماتور مثبت در هر تکیه گاه تیر، نباید کمتر از  $\frac{2}{3}$  آرماتور منفی تیر در آن تکیه گاه باشد.
- (۲) آرماتور مثبت و منفی در هیچ یک از مقاطع تیر نباید به ترتیب کمتر از  $\frac{1}{3}$  بیشترین مقدار آرماتور مثبت و منفی در تکیه گاهها باشد.
- (۳) آرماتور مثبت در هر تکیه گاه تیر، نباید کمتر از  $\frac{1}{3}$  آرماتور منفی تیر در آن تکیه گاه باشد.
- (۴) آرماتور مثبت و منفی در هیچ یک از مقاطع تیر، به ترتیب کمتر از  $\frac{2}{3}$  بیشترین مقدار آرماتور مثبت و منفی در تکیه گاهها باشد.

۸- کنترل تغییر شکل

کنترل تغییر شکل ها:

بسته به نوع بارکنش اجزای اساسی از آن کنترل می شود  
 (۱. زیاده (ترک خوردن) اجزای غیر باربر (کلی کار) ...)

دو روش برای محاسبه کنترل تغییر شکل ها:

۱- روش دقیق

۲- روش تقریبی ← برای ارتفاع مرتفع تیر (d) و برای ارتفاع مترها دال ها محدودیت های برآورده است.  
 مقادیر داده شده در این نام برای  $F_y = 42000$  هستند اگر از  $F_y$  بزرگتر استفاده شود  
 مساحت آرماتورهای کشش کاهش می یابد و اگر مساحت فولاد را کم کنیم باید حقوق آرماتور افزایش دهیم.

$$\text{اگر } \uparrow \frac{M_{cr}}{M} \leftarrow \text{مکان اینرسی متر } \uparrow I_c$$

(مکت باربرین)

$$\text{اگر } \uparrow \frac{I_{cr}}{I_g} \leftarrow \uparrow I_c$$

اثر بار دلتا در صورت در محاسبه خیز:

چون از محاسبه  $I_c$  و محاسبه  $\Delta$  ناشی از بارها ← خیز بدست می آید این محاسبه را اثرات خیز دلتا دیده نشده است.

$$\text{ضریب (بار دلتا)} = \frac{\Delta}{\Delta + \delta \cdot \Delta} \leftarrow \Delta \cdot \frac{\delta}{1 + \delta}$$

(۱.۵ است برای  $\delta$  سال است)

$$\rho' = \frac{A_s'}{bd}$$

در صورت نیاز است

نکته کنترل ضوابط خاص کنترل تغییر شکل ها و ترک خوردگی ها تنها برای قطعات تحت خمش (تیرها) الزامی است و برای اعضای تحت اثر توأم نیروی محوری و خمش (ستونها) رعایت آنها لازم نیست.

نکته: در تحلیل سازه های بتنی، بارهای اعمال شده در سازه های نامعین به نسبت سختی بین اعضای بتنی تقسیم می شود:

- در قابهای مهارشده سختی تیرها و ستونها را به ترتیب معادل  $0/35$  و  $0/7$  برابر سختی مقطع ترک نخورده در نظر می گیریم.
- در قابهای مهارشده سختی تیرها و ستونها را به ترتیب معادل  $0/5$  و  $1$  برابر سختی مقطع ترک نخورده در نظر می گیریم.
- سختی دیوارها را در صورتی که ترک خورده باشند  $0/35$  و در غیر این صورت  $0/7$  سختی مقطع کل در نظر می گیریم.

آزاد ۸۷

۱۴۸- مقدار خیز دوازدهم یک تیر بتن آرمه با فولاد کششی تنها ۴ برابر خیز اولیه آن می باشد.

در صورتیکه در این تیر از یک درصد فولاد فناری استفاده نمود ( $\rho' = 0/01$ ).

با فرض ثابت بودن خیز اولیه تیر، مقدار خیز کل تیر نسبت به حالت قبل چند درصد کاهش می یابد؟

- (۱) ۳۳ (۲) ۵۰ (۳) ۶۶ (۴) ۲۲

۷- در دو قطعه خمشی کاملاً مشابه (از نظر بارگذاری، عرض و نوع بتن)، از دو نوع فولاد AII

و AIII (با  $f_y = 40000 \frac{kg}{cm^2}$ ) استفاده شده است. ضخامت قطعه خمشی برای

آنکه تغییر مکان قائم قطعه از حد مجاز تجاوز نکند، به چه صورت انتخاب می شود؟

(۱) بستگی به مقدار خاموت ها یا تنگ های عرضی دارد. (مهندس عمران ۷۹)

(۲) ضخامت دو قطعه می تواند مشابه و یکسان انتخاب شود.

(۳) قطعه مسلح شده با فولاد AII، ضخامت بیشتری را نیاز دارد.

(۴) قطعه مسلح شده با فولاد AIII، ضخامت بیشتری را نیاز دارد.

تغییر شکل کدامیک از دو قطعه خمشی کاملاً مشابه (از نظر ابعاد و جنس بتن) که در مقابل گسیختگی (حالت حدی نهایی) دارای حاشیه ایمنی یکسان بوده و به طور مشابه بارگذاری شده اند، ولی یکی با فولاد

AII ( $f_y = 300 MPa$ ) و دیگری AIII ( $f_y = 400 MPa$ ) مسلح شده است، بیشتر است؟

(۱) تغییر شکل های دو قطعه فرقی باهم ندارند. (مهندس عمران ۷۷)

(۲) تغییر شکل قطعه مسلح شده با فولاد AII بیشتر است.

(۳) تغییر شکل قطعه مسلح شده با فولاد AIII بیشتر است.

(۴) در حالت کلی نمی توان پاسخ داد.

۱۴- در یک تیر بتن آرمه با مقطع ترک خورده اگر بار وارده دو برابر شود، خیز تیر چقدر خواهد شد؟

(مهندس عمران ۷۵)

- (۱) بیش از دو برابر (۲) دو برابر (۳) کمتر از دو برابر (۴) قابل پیش بینی نیست.

کنترل عرض توک در سیرها: برای شرایط محیطی ملام و متوسط

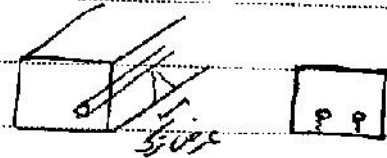
$$w = 1.2 \times 10^{-7} \times f_s \sqrt{d_c} A_s \leq 0.3 \text{ mm}$$

$f_s$  تنش در آرماتور تحت بارهای سوزنی

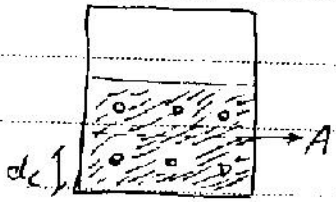
$d_c$  و  $d_s$  در صورت گسترش نامرکز توک بزرگترین میگرد گش

$A_s$  مساحت سطح گسترش مرکز آن بر مرکز فولادهای گش منطبق باشد

تعداد بزرگهای گش



(فولاد  $f_s = \frac{4}{3} f_y$ )  $\uparrow f_s$  توکها با بزرگتر میشوند  
 $\uparrow f_y$  عرض توک  $\uparrow$



استفاده از آرماتورهای با قطر کمتر عرض توک ↓  
 (چون مجموع تعداد آرماتور زیاد کنیم)

(نوع جدید آرماتور در عرض توک تاثیر دارد)

چسبیدن فولاد به بتن عرض توک ↓

کنترل در سیرهای عمیق (با عمق آرماتور از ۹۰ cm) باید در جان تیر هم آرماتور نداشت که بر این آرماتورها  
 آرماتورهای سطحی آرماتور گشته می شود (محل اکثر عرض توک در سیرهای میان تیر)

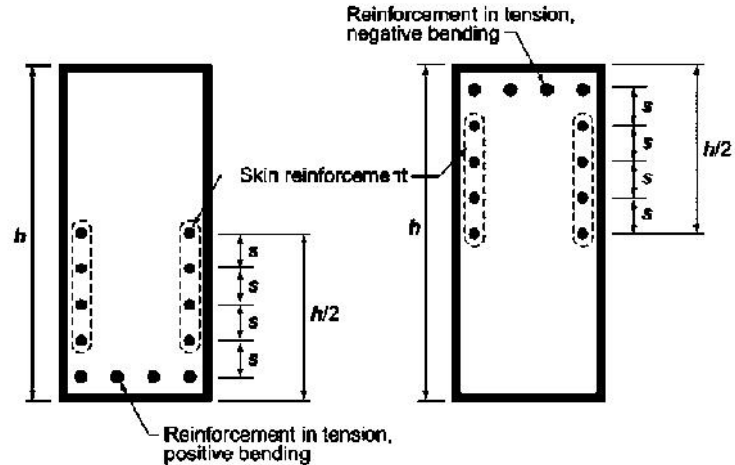
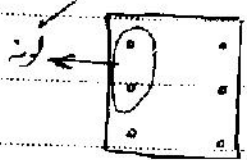


Fig. R10.6.7—Skin reinforcement for beams and joists with  $h > 900$  mm.

۱۰۱- برای کاهش ترک خوردگی بتن:

- (۱) میلگردها با قطر پایین تر و تعداد بیشتر بهتر عمل می کنند.  
 (۲) فولاد با یوگ بالاتر و تعداد کمتر بهتر عمل می کند.  
 (۳) میلگردها با قطر بالاتر و تعداد کمتر بهتر عمل می کنند.  
 (۴) به قطر میلگرد بستگی ندارد.

آزاد ۸۵

۱۱۰- ترک خوردگی مقاطع بتنی مسلح:

- (۱) با افزایش تنش فولاد در حالت بهره برداری افزایش می یابد.  
 (۲) با کاهش پوشش بتن کاهش می یابد.  
 (۳) با افزایش عمق مقطع افزایش می یابد.  
 (۴) در دالها کمتر از ستون ها مشکل ساز می باشد.

۱۰۲- کدام عبارت صحیح نیست؟

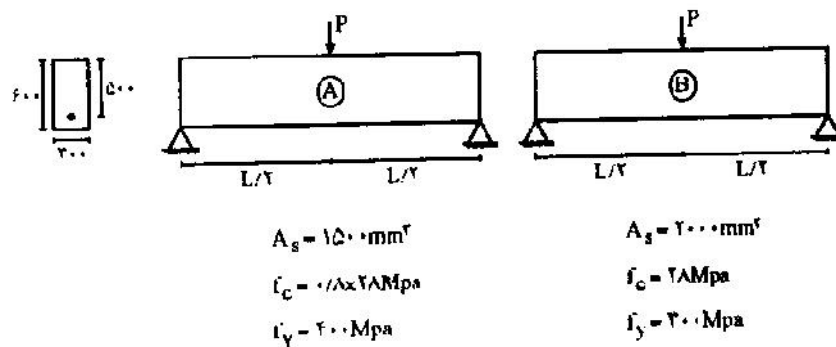
- (۱) مدول برشی مقطع ترک خورده کمتر از مدول برشی مقطع ترک نخورده است.  
 (۲) سختی مقطع ترک خورده کمتر از سختی مقطع ترک نخورده است.  
 (۳) تنش پیوستگی فولاد و بتن در مقطع ترک خورده کمتر از مقطع ترک نخورده است.  
 (۴) کرنش نهایی قابل تحمل مقطع ترک خورده کمتر از مقطع ترک نخورده است.  
 کدامیک از گزینه های زیر به بیان حالت حدی بهره برداری در سازه های بتن آرمه مربوط نمی شود:

(مهندس عمران آ (۸۳))

- (۱) کنترل تغییر شکل بیش از حد سازه  
 (۲) کنترل عرض ترک حداکثر  
 (۳) کنترل تبدیل شدن سازه یا قسمتی از آن به مکانیزم  
 (۴) کنترل لرزش بیش از حد سازه

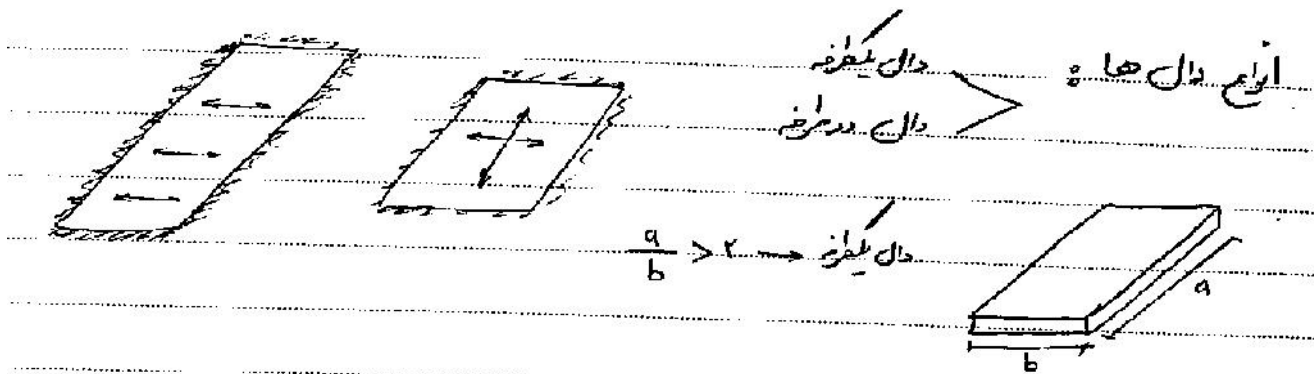
دو تیر بتن آرمه با طول دهانه و ابعاد مقطع و حاموت گذاری یکسان و عمل مؤثر یکسان مطابق شکل زیر با فولادهای آجدار با حد تسلیم متفاوت و با مقاومت فشاری بتن متفاوت ساخته شده اند. کدامیک از گزینه های زیر در مورد رفتار مقایسه ای بین این دو تیر صحیح نمی باشد. در تیر تحت اثر بارگذاری مشابه قرار داشته و مقدار بارها در حدی است که در تیرها ترکهای خمشی بوجود آمده است.

(مهندس عمران آ (۸۳))



- (۱) داکتیلیته یا شکل پذیری تیر B کمتر است.  
 (۲) عرض ترک در تیر B کمتر است.  
 (۳) خیز در تیر A بیشتر است.  
 (۴) مقاومت خمشی تیر A در حدود ۴٪ کمتر است.





- در طراحی دالها در چه صورتی نیازی به اثر دادن بارگذاری متناوب نیست؟ (مهندس عمران آزاد ۸۴)
- (۱) در صورتیکه بار مرده ضریبدار کمتر از نصف بار زنده ضریبدار باشد.
  - (۲) در صورتیکه نسبت بار زنده و مرده بدون ضریب کمتر از یک باشد.
  - (۳) در صورتیکه بار مرده بدون ضریب کمتر از بار زنده بدون ضریب نباشد.
  - (۴) در صورتیکه نسبت بار زنده بدون ضریب به بار مرده بدون ضریب کمتر از یک دوم باشد.

۹- ماکزیمم پیچش در ناوهای بتن آرمه مربع شکل با تکیه گاههای کاملاً گیردار تحت اثر بار گسترده یکنواخت در کجا ظاهر می شود؟ (مهندس عمران آزاد ۱۷۶)

- (۱) در کنار تکیه گاهها و روی ناوه.
- (۲) در مرکز ناوه.
- (۳) در حد فاصل بین مرکز ناوه و تکیه گاهها
- (۴) در گوشه های ناوه

آزاد ۸۵

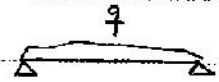
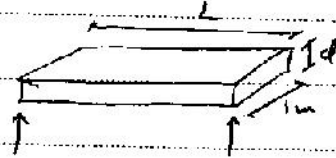
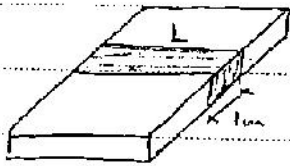
۱۱۱- کدام مطلب در مورد میلگردهای افت و حرارتی صحیح نمی باشد؟

- (۱) میلگردهای افت و حرارتی بهتر است در پایین ترین حد پوشش قرار گیرند.
- (۲) اهمیت میلگردهای افت و حرارتی در تیرها بیش از دالها می باشد.
- (۳) میلگردهای افت و حرارتی باید حتماً در هر دو جهت قرار گیرند.
- (۴) حداقل درصد میلگردهای افت و حرارتی برای میلگردهای با تنش جاری شدن بالاتر، کمتر است.

۹-۱- دالهای یک طرفه

نوع طراحی دالهای یکطرفه:

تعمیر اول: تعیین ضخامت دال، چون در دالها معمولاً از آرماتور برش استفاده نمی‌شود، ضخامت آن بر اساس برش وجود در دال تعیین می‌شود.  
 مانند یک تیر عاری بر اساس جداول برش بر مبنای  $d$  از بریکه گاه و سادگی برش دال جداول لازم تعیین می‌شود.

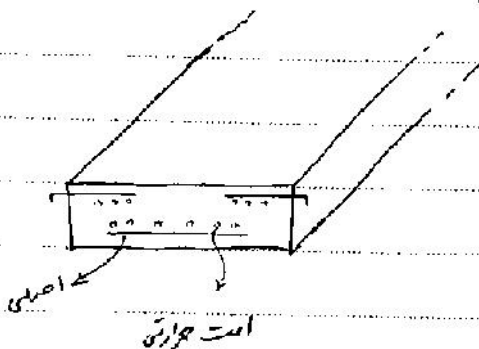


$$V = \frac{q(L+d)}{2}$$

تعمیر دوم: کنترل خیز دال بر اساس جداولهای این نام.  
 اگر خیز جواب نداد باید عمق دال را افزایش دهیم.

تعمیر سوم: محاسبه آرماتورهای کشش در دال مانند یک تیر عاری

مقدار بر خلاف تیرها که جداول فولاد کشش برابر  $\frac{\sqrt{F_c}}{4F_y}$  و  $\frac{1.4}{F_y}$  بود در دالها جداول فولاد کشش بر اساس جداول آرماتورهای (انت و جوارت) تعیین می‌شود.



$$\rho = \frac{As}{b \times h}$$

$\rho = 0.002$	$S \leq 5$
$\rho = 0.018$	$5 < S \leq 10$
$\rho = 0.015$	$S > 10$

آزاد ۸۵

۱۱۶- در مرفق اضافه کردن سر ستون به دال دو طرفه کدام عامل بیشتر در ظرفیت برش مؤثر است؟

- (۱) افزایش ضخامت دال در بر ستون
- (۲) امکان استفاده از خاموت بدلیل افزایش عمق
- (۳) افزایش محیط مقطع بحرانی
- (۴) افزایش عمق مؤثر دال در بر ستون

آزاد ۸۵

۱۲۰- روش قابل معادل برای طراحی دالهای دو طرفه:

- ۱) دارای محدودیتهای بیشتری نسبت به روش طراحی مستقیم است.
- ۲) براساس روش توزیع لنگر و محاسبه ضرایب انتقال و گیرداری می باشد.
- ۳) براساس تحلیل پلاستیک قاب و توزیع لنگرهای مثبت و منفی در توارهای ستونی و میانی است.
- ۴) سختی اعضاء در ناحیه اتصال ستون به دال برابر قاب معمولی در نظر گرفته می شود.

آزاد ۸۶

در دالهای دو طرفه بتن آرمه، بهترین محل برای تعبیه بازشو کدام ناحیه می باشد؟

- ۱) فصل مشترک توارهای ستونی و میانی
- ۲) فصل مشترک توارهای ستونی
- ۳) در نزدیکترین فاصله به ستونها
- ۴) فصل مشترک توارهای میانی

آزاد ۸۷

۱۳۹- کدام گزینه در رابطه با مقدار آرماتورهای افق و حرارت در دالهای بتن آرمه صحیح است؟

- ۱) نایمی از جنس آرماتور بوده و بر روی سطح مقطع کل تیر محاسبه می شود.
- ۲) عددی ثابت بوده و بر روی سطح مقطع مؤثر بتن محاسبه می شود.
- ۳) عددی ثابت بوده و بر روی سطح مقطع کل بتن محاسبه می شود.
- ۴) نایمی از جنس آرماتور بوده و بر روی سطح مقطع مؤثر بتن محاسبه می شود.

## ۹-۲- دالهای دو طرفه

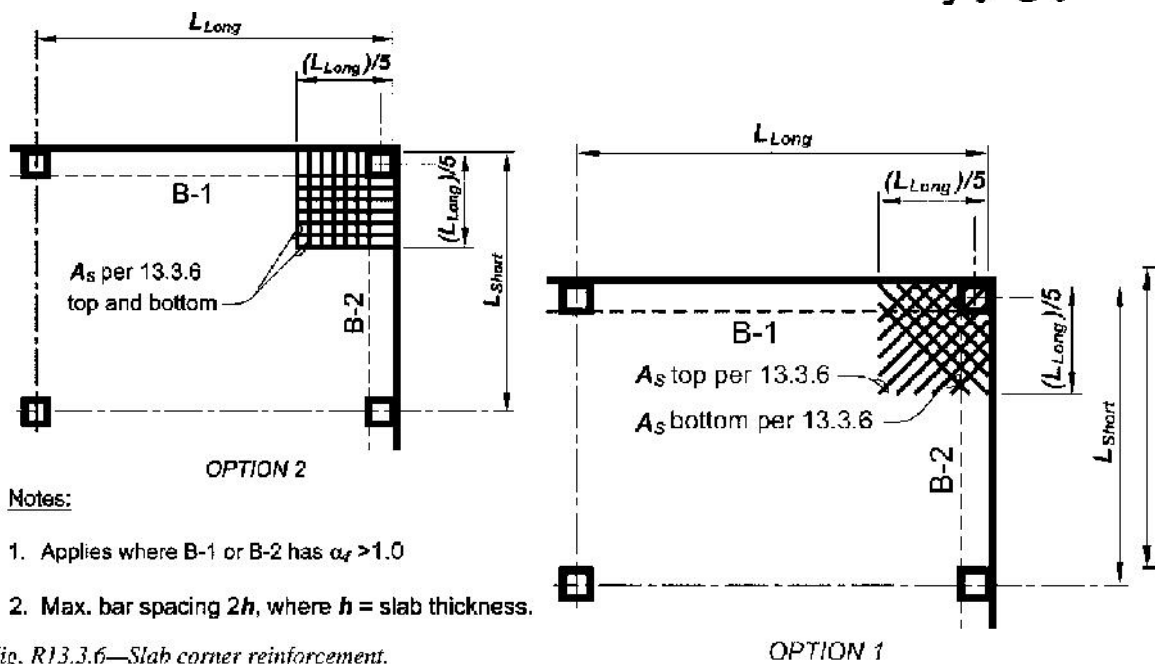


Fig. R13.3.6—Slab corner reinforcement.

سراسری ۸۹

در دال‌های متکی بر تیرهای ضعیف در صورت وجود تیر در امتداد مورد نظر، سختی اعضای پیچشی بوسیله رابطه

$$k_{ta} = k_t \frac{I_{sb}}{I_s}$$

سختی پیچش افزایش یافته به علت تیر موازی:  $k_{ta}$

ممان اینرسی مقطعی از دال به عرض  $I_p$  و ضخامت دال:  $I_s$

ممان اینرسی مقطع فوق شامل قسمت برجسته تیر موازی:  $I_{sb}$   
 علت اینکار چیست؟

(۱) چون  $k_{ta}$  با  $I_{sb}$  متناسب است

(۲) چون  $k_{ta}$  با  $I_{sb}$  متناسب بوده و با  $I_s$  نسبت عکس دارد.

(۳) پایین بودن نسبی  $k_{ta}$  سبب کاهش بیش از حد سختی ستون معادل شده و سهم کمی از لنگر به ستون منتقل می‌شود در صورتی که در صورت وجود تیر مقداری لنگر مستقیماً از طریق تیر وارد ستون می‌شود.

(۴) زیرا افزایش  $k_{ta}$  لنگر بیشتری را به عضو پیچشی منتقل کرده و لنگر وارد به ستون کاهش می‌یابد و طرح اقتصادی‌تری را در صورت وجود تیر ایجاد خواهد نمود.

آزاد ۸۵

۱۱۷- در کنترل اثر توأم لنگر و برش در دال دوطرفه، اگر فاصله مرکز ستون تا مرکز محیط برش ۷ سانتیمتر باشد و برش نهایی

۱۵۶ KN و لنگر ناشی از تحلیل ۶۱/۵ KN.m باشد لنگر معادل شده در دال تقریباً برابر است با:

۴۸ KN.m (۱)

۸۴ KN.m (۲)

۳۶ KN.m (۳)

۷۰ KN.m (۴)

## ۱۰- اتصالات و ضوابط لرزه‌ای

۹-۲۰-۲-۵-۲ حد شکل‌پذیری کم: این حد برای سازه‌هایی مناسب است که

در آنها انتظار به‌وجود آمدن تغییر شکل زیاد نمی‌رود این شرط در مناطق با خطر زلزله

نسبی کم و متوسط قابل کاربرد است.

۹-۲۰-۲-۵-۳ حد شکل‌پذیری متوسط: این حد برای سازه‌هایی الزامی است

که در آنها بازتاب سازه در برابر نیروهای زلزله وارد ناحیه غیرخطی می‌شود و مقاطع

سازه باید آنچنان طراحی شوند که از ایمنی کافی در مقابل گسیختگی ترد برخوردار

باشند.

۹-۲۰-۲-۵-۴ حد شکل‌پذیری زیاد: این حد برای سازه‌هایی الزامی است که

اعضای آنها در مقاطع خاصی باید از ظرفیت جذب و استهلاک انرژی زیاد برخوردار

باشند به‌طوری که در صورت ایجاد مکانیزم در آنها پایداری و انسجام کلی سازه محفوظ

مانده و از این نظر اطمینان کافی موجود باشد.

۹-۲۰-۲-۵-۵ سازه‌هایی را که در آنها حدود شکل‌پذیری بیشتر

تأمین می‌شود، با توجه به قابلیت جذب انرژی و رفتار غیرخطی بیشتر، می‌توان برای

بارهای جانبی زلزله کمتری طراحی نمود، ضوابط مربوط به چگونگی کاهش این بارها در

آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (مبحث ششم) تعیین شده‌اند.

۹-۲۰-۳ ضوابط سازه‌های با شکل‌پذیری متوسط

۹- ۲۰- ۳- ۱ اعضای تحت خمشی در قاب‌ها ( $N_u \leq 0.15 \phi_c f_c A_g$ )

۹- ۲۰- ۳- ۱- ۱ محدودیت‌های هندسی

الف) ارتفاع مؤثر مقطع نباید بیشتر از یک‌چهارم طول دهانه آزاد باشد.

ب) عرض مقطع نباید کمتر از یک‌چهارم ارتفاع آن و ۲۵۰ میلی‌متر باشد.

۹- ۲۰- ۳- ۱- ۲ آرماتورهای طولی و عرضی

۹- ۲۰- ۳- ۱- ۲- ۱ در تمامی مقاطع عضو خمشی نسبت آرماتور، هم در

پایین و هم در بالا، نباید کمتر از مقادیر  $\frac{1}{4} f_y$  و  $\frac{0.25 \sqrt{f_c}}{f_y}$  و نسبت آرماتور کششی

نباید بیشتر از ۰/۰۲۵ اختیار شود. حداقل دو میلگرد با قطر مساوی با بزرگتر از ۱۲

میلی‌متر باید هم در پایین و هم در بالای مقطع در سراسر طول ادامه یابند ضابطه بند

۹- ۱۱- ۵- ۲- ۳ در این حالت نیز معتبر است.

۹- ۲۰- ۳- ۱- ۲- ۲ در تکیه‌گاه‌های عضو خمشی و در هر مقطعی که در آن

امکان تشکیل مفصل پلاستیک وجود داشته باشد، مقاومت خمشی مثبت نباید از نصف

مقاومت خمشی منفی کمتر باشد. همچنین، مقاومت خمشی مثبت یا منفی در هر

مقطعی در طول عضو، نباید از یک‌چهارم حداکثر مقاومت خمشی هر یک از دو انتهای

عضو کمتر باشد.

۹- ۲۰- ۳- ۱- ۳ در هر عضو خمشی حداقل یک‌پنجم آرماتور موجود در

مقاطع بر تکیه‌گاه‌ها، هر انتها که آرماتور بیشتری دارد، باید در سراسر طول تیر در بالا و

پایین ادامه داده شوند.

۹- ۲۰- ۳- ۱- ۴ در اعضای خمشی در طول قسمت‌های بحرانی که در زیر

مشخص می‌شوند باید خاموت مطابق ضوابط بند ۹- ۲۰- ۳- ۱- ۵ به کار برده

شود. مگر آنکه طراحی برای برش نیاز به آرماتور بیشتری را ایجاب کند:

الف) در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع از بر تکیه‌گاه به سمت وسط دهانه .

ب) در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع در هر دو سمت مقطعی که در آن امکان تشکیل

مفصل پلاستیکی در اثر تغییر مکان جانبی غیرالاستیکی قاب وجود داشته باشد.

پ) در طولی که در آن برای تأمین ظرفیت خمشی مقطع به آرماتور فشاری نیاز باشد.

۹- ۲۰- ۳- ۱- ۵ خاموت‌ها و فواصل آنها از یکدیگر باید دارای شرایط

الف) و ب) این بند باشند:

الف) قطر خاموت‌ها کمتر از ۶ میلی‌متر نباشد.

ب) فاصله خاموت‌ها از یکدیگر بیشتر از مقادیر: یک‌چهارم ارتفاع مؤثر مقطع، ۸ برابر

قطر کوچکترین آرماتور طولی، ۲۴ برابر قطر خاموت‌ها و ۳۰۰ میلی‌متر اختیار نشود.

پ) فاصله اولین خاموت از بر تکیه‌گاه بیشتر از ۵۰ میلی‌متر نباشد.

۹-۲۰-۳-۲ اعضای تحت فشار و خمش در قاب‌ها ( $N_u > 0.15\phi_c f_c A_g$ )

۹-۲۰-۳-۲-۱ محدودیت‌های هندسی

۹-۲۰-۳-۲-۱-۱ در ستون‌ها محدودیت‌های هندسی (الف) و (ب) این بند

باید رعایت شوند:

الف) عرض مقطع نباید کمتر از سدهم بعد دیگر آن و نباید کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر باشد.

ب) نسبت عرض مقطع به طول آزاد ستون نباید از  $\frac{1}{45}$  کمتر باشد.

۹-۲۰-۳-۲-۲ آرماتورهای طولی و عرضی

۹-۲۰-۳-۲-۲-۱ در ستون‌ها نسبت آرماتور طولی نباید کمتر از یک درصد

و بیشتر از شش درصد در نظر گرفته شود. محدودیت حداکثر مقدار آرماتور باید در محل وصله‌ها نیز رعایت شود. در مواردی که آرماتور طولی از نوع فولاد S۴۰۰ است نسبت آرماتور در خارج از محل وصله‌ها به حداکثر چهار و نیم درصد محدود می‌شود.

۹-۲۰-۳-۲-۲-۲ فاصله محور تا محور میلگردهای طولی از یکدیگر نباید

بیشتر از ۲۰۰ میلی‌متر باشد.

۹-۲۰-۳-۲-۲-۳ در دو انتهای ستون‌ها به طول  $l_e$  باید آرماتور عرضی

مطابق ضوابط بند ۹-۲۰-۳-۲-۲ به کار برده شود، مگر آنکه طراحی برای برش نیاز به آرماتور بیشتری را ایجاب کند. طول  $l_e$ ، ناحیه بحرانی، که از بر اتصال به اعضای جانبی اندازه‌گیری می‌شود نباید کمتر از مقادیر (الف) تا (پ) این بند در نظر گرفته شود:

الف) یک‌ششم ارتفاع آزاد ستون

ب) ضلع بزرگتر مقطع مستطیلی شکل ستون یا قطر مقطع دایره‌ای شکل ستون  
پ) ۴۵۰ میلی‌متر

۹-۲۰-۳-۲-۲-۴ آرماتور عرضی مورد نیاز در طول  $l_e$  باید دارای قطر

حداقل ۸ میلی‌متر بوده و فواصل آنها از یکدیگر در مواردی که به صورت دورپیچ به کار گرفته می‌شوند از ضابطه بند ۹-۱۱-۳ تعیین گردد. فواصل آرماتورهای عرضی در مواردی که به صورت خاموت به کار می‌روند باید کمتر از مقادیر (الف) تا (ت) این بند در نظر گرفته شود:

الف) ۸ برابر قطر کوچکترین میلگرد طولی ستون

ب) ۲۴ برابر قطر خاموت‌ها

پ) نصف کوچکترین ضلع مقطع ستون

ت) ۲۵۰ میلی‌متر

۹- ۲۰- ۳- ۲- ۲- ۷ در محل اتصال ستون به شالوده، آرماتور طولی ستون که به داخل تیر برده شده است باید در طول حداقل برابر با ۳۰۰ میلی‌متر با آرماتور عرضی مطابق ضابطه بند ۹- ۲۰- ۳- ۲- ۴ تقویت گردد.

#### ۹- ۲۰- ۳- ۴ اتصالات تیر به ستون‌ها در قاب‌ها

۹- ۲۰- ۳- ۴- ۱ در اتصالات تیرها به ستون‌ها، در طول ارتفاع تیر یا دالی که بیشترین ارتفاع را دارد و به محل اتصال منتهی می‌شود، باید در امتداد عمود بر میلگرد طولی ستون، میلگرد عرضی به مقدار حداقل برابر با مقادیر (الف) و (ب) این بند پیش‌بینی نمود:

الف) سطح مقطع میلگرد عرضی نباید کمتر از مقدار محاسبه‌شده از رابطه (۹-۱۲-۱۳) باشد.

ب) مقدار آرماتور عرضی نباید کمتر از دوسوم مقدار آرماتور عرضی در ناحیه  $l_e$  ستون، مطابق بند ۹- ۲۰- ۳- ۲- ۴ باشد. فاصله سفره‌های این آرماتور از یکدیگر نباید بیشتر از یک و نیم برابر فاصله سفره‌های نظیر در ناحیه  $l_e$  اختیار شود.

(مهندس عمران ۷۶)

۱۲- در قاب‌های بتن‌آرمه در محل گره اتصال تیر به ستون بهتر است:

- ۱) خاموت‌های تیر و ستون هر دو در ناحیه اتصال قطع شوند.
- ۲) خاموت‌های ستون ادامه یافته ولی خاموت‌های تیر قطع شوند.
- ۳) بستگی به لنگر خمشی تیر در محل اتصال دارد.
- ۴) خاموت‌های ستون قطع شوند ولی خاموت‌های تیر ادامه یابد.

(مهندس عمران ۷۵)

۱۳- در یک اتصال قاب بتن مسلح با شکل‌پذیری زیاد، کدام عبارت مناسب‌تر است؟

- ۱) ظرفیت خمشی تیرها و ستون‌ها برابر باشد.
- ۲) ظرفیت خمشی تیرها بیش از ظرفیت خمشی ستون‌ها باشد.
- ۳) ظرفیت خمشی ستون‌ها بیش از ظرفیت خمشی تیرها باشد.
- ۴) ظرفیت خمشی تیرها بیش از ۲ برابر ظرفیت خمشی ستون‌ها باشد.

۲۵- در رابطه با مقاومت ستون‌های بتن‌آرمه در مقابل آتش‌سوزی، شرایط فولادگذاری مطلوب چیست؟

(مهندس عمران ۷۶)

- ۱) فولادگذاری به مقدار زیاد و توزیع شده در چهار وجه
- ۲) فولادگذاری به مقدار درصد محدود و متمرکز در چهار گوشه
- ۳) فولادگذاری با مقدار درصد محدود و توزیع شده در چهار وجه
- ۴) هیچکدام

۳۸- کدامیک از ایده‌های زیر برای طرح سازه‌های بتنی مقاوم در برابر زلزله مناسب است؟

(مهندس عمران آ (۷۹))

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| ۱) ستون قوی - تیر ضعیف  | ۲) ستون قوی - تیر قوی  |
| ۳) ستون ضعیف - تیر ضعیف | ۴) ستون ضعیف - تیر قوی |

۲- در مناطق زلزله‌خیز نبایستی از تیرهای بتن‌آرمه عمیق همراه با ستون‌های کم‌عرض استفاده کرد، چون در هنگام یک زلزله شدید،

(مهندس عمران ۸۶)

- ۱) خاموت‌های ستون دچار گسیختگی می‌شوند.
- ۲) مفاصل خمیری در ستون‌ها تشکیل خواهند شد.
- ۳) آرماتورهای طولی ستون جاری خواهند گردید.
- ۴) مفاصل خمیری به تعداد خیلی زیادی تشکیل شده و سازه ناپایدار می‌شود.

بی

آزاد ۸۷

۱۴۰- در طراحی پی‌های منفرد بتن‌آرمه بر اساس حالات حدی، طول و عرض پی بر اساس ..... و ضخامت آن بر اساس ..... طراحی می‌گردد

- ۱) بارهای ضریب‌دار و مقاومت نهایی خاک - برش یکطرفه و دو طرفه حاصل از بارهای ضریب‌دار
- ۲) بارهای بدون ضریب و مقاومت مجاز خاک - خمش و برش یکطرفه و دو طرفه حاصل از بارهای ضریب‌دار
- ۳) بارهای بدون ضریب و مقاومت مجاز خاک - برش یکطرفه و دو طرفه حاصل از بارهای ضریب‌دار
- ۴) بارهای ضریب‌دار و مقاومت مجاز خاک - خمشی و برش یکطرفه و دو طرفه حاصل از بارهای ضریب‌دار

۲- دلیل خم آرماتورهای انتظار بین شالوده و ستون در منطقه تحتانی شالوده کدام است؟

(مهندس عمران ۸۶)

- ۱) مقاومت در برابر برش وارده به شالوده
- ۲) تأمین طول مهارتی لازم برای آرماتورهای فشاری
- ۳) سادگی اجرای اتصال این آرماتورها به آرماتورهای شالوده
- ۴) ایجاد وصله مناسب برای انتقال بار به آرماتورهای شالوده