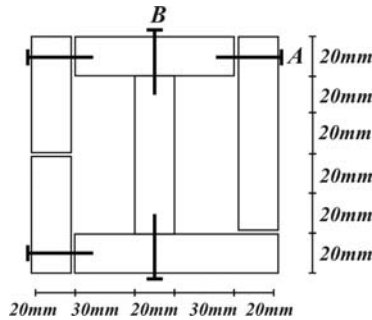


۱- اگر مقطع مقابل تحت برش قائم  $V$  قرار گیرد نسبت تنش برشی در نقطه  $A$  به  $B$  کدام است؟

(۱)  $\frac{3}{10}$  (۲)  $\frac{3}{4}$

(۳)  $\frac{15}{8}$  (۴)  $\frac{5}{2}$

۲- اگر مقطع زیر تحت نیروی برشی قائم  $V$  اعمال شده به مرکز برش باشد نسبت نیروی برشی در میخ  $B$  به  $A$  کدام است در صورتی که فاصله طولی میخ  $A$  دو برابر میخ  $B$  باشد.



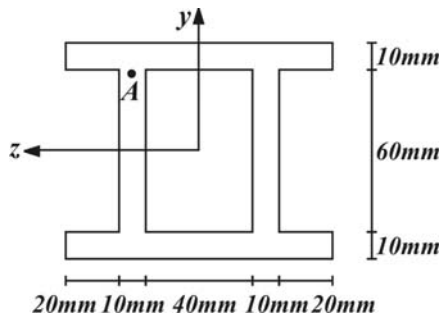
(۱)  $0.68$

(۲)  $1/36$

(۳)  $3/4$

(۴)  $6/8$

۳- اگر مقطع زیر تحت نیروی برشی قائم  $V$  باشد نسبت تنش برشی ماکزیمم به تنش برشی در نقطه  $A$  کدام است؟



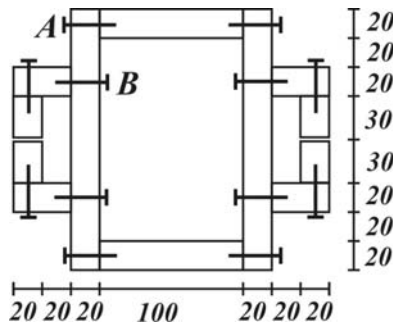
(۱) ۱

(۲)  $\frac{44}{35}$

(۳)  $\frac{17}{12}$

(۴)  $\frac{3}{2}$

۴- اگر مقطع زیر تحت برش قائم  $V$  قرار گیرد نسبت نیروی برشی در میخ  $B$  به میخ  $A$  کدام است در صورتی که فاصله طولی میخ‌های  $A, B$  یکسان باشد. (ابعاد بر حسب  $mm$  است)



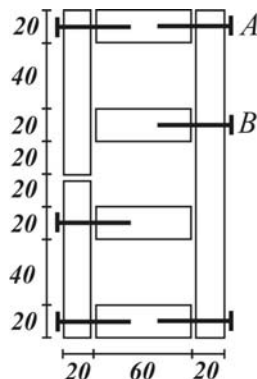
(۱)  $\frac{2}{5}$

(۲)  $\frac{5}{8}$

(۳)  $\frac{41}{80}$

(۴)  $\frac{7}{5}$

۵- اگر نیروی برشی قائم  $V$  بر مرکز برش مقطع نشان داده شده اعمال شود نسبت نیروی برشی در میخ  $A$  به  $B$  کدام است در صورتی که فاصله طولی میخ  $B$ ، ۴ برابر میخ  $A$  باشد. (ابعاد بر حسب  $mm$  است)



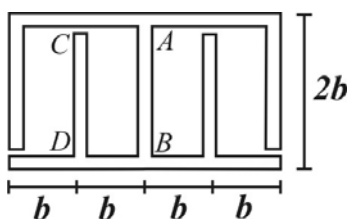
(۱)  $\frac{1}{2}$

(۲) ۱

(۳)  $\frac{11}{9}$

(۴)  $\frac{13}{9}$

۶- اگر مقطع زیر تحت برش قائم  $V$  باشد نسبت سهم نیروی برشی وجه  $AB$  به وجه  $CD$  کدام است؟ (مقطع جدار نازک به ضخامت ثابت  $t$  می باشد)



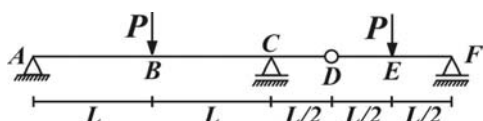
(۱) ۱۳

(۲) ۱۷

(۳) ۲۶

(۴) ۳۴

۷- در سازه زیر اگر مقطع مربعی به ضلع  $a$  باشد نسبت تنش خمشی ماکزیمم به تنش برشی ماکزیمم کدام است؟ ( $\frac{L}{a} = ۱۰$ )



(۱) ۱۲

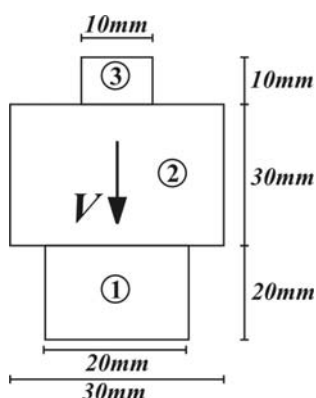
(۲) ۱۸

(۳) ۲۴

(۴) ۳۶

۸- اگر مقطع مقابل تحت نیروی برشی  $V = ۹\text{ kN}$  باشد تنش برشی ماکزیمم را تعیین نمایید.

( $E_r = ۲E_1 = ۳E_r$ )



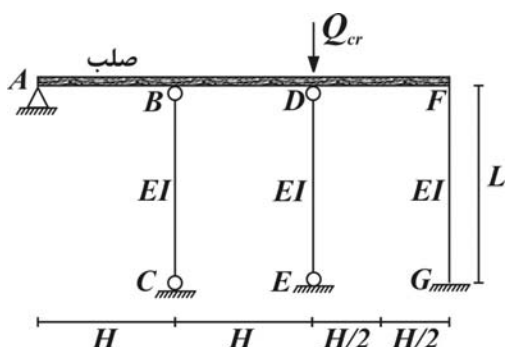
(۱)  $۷/۵\text{ MPa}$

(۲)  $۱۰\text{ MPa}$

(۳)  $۱۲/۵\text{ MPa}$

(۴)  $۲۲/۵\text{ MPa}$

۹- بار بحرانی مجموعه مقابل کدام است؟



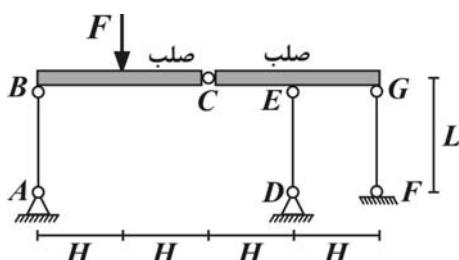
(۱)  $\frac{۱۵\pi^2 EI}{L^2}$

(۲)  $\frac{۱۵\pi^2 EI}{۲L^2}$

(۳)  $\frac{۶\pi^2 EI}{L^2}$

(۴)  $\frac{۹\pi^2 EI}{۲L^2}$

۱۰- اگر مشخصات ستون  $AB$  برابر  $۳EI$  و ستون های  $DE$  و  $FG$  برابر  $EI$  باشد بار بحرانی مجموعه زیر کدام است؟ ( $F_{cr} = ?$ )



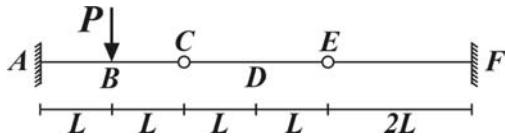
(۱)  $\frac{\pi^2 EI}{L^2}$

(۲)  $\frac{۲\pi^2 EI}{L^2}$

(۳)  $\frac{۳\pi^2 EI}{L^2}$

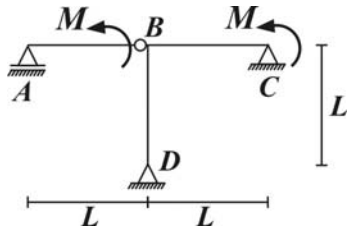
(۴)  $\frac{۶\pi^2 EI}{L^2}$

۱۱- تغییرمکان قائم نقطه  $D$  از سازه مقابل کدام است؟



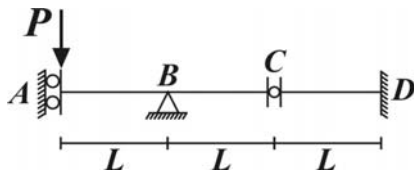
- (۱)  $\frac{5PL^3}{6EI}$   
 (۲)  $\frac{2PL^3}{3EI}$   
 (۳)  $\frac{5PL^3}{12EI}$   
 (۴)  $\frac{PL^3}{3EI}$

۱۲- در سازه زیر دوران نقطه  $A$  را تعیین نمایید اگر مشخصات تمامی اعضاء برابر  $EI$  باشد. (از تغییرشکل محوری اعضاء صرف نظر می شود)



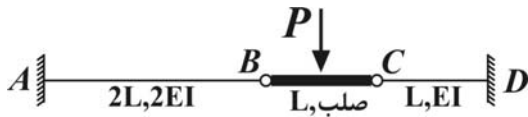
- (۱)  $\frac{ML}{2EI}$   
 (۲)  $\frac{ML}{3EI}$   
 (۳)  $\frac{ML}{6EI}$   
 (۴) صفر

۱۳- در سازه زیر اختلاف تغییرمکان لبه چپ و راست اتصال  $C$  را تعیین نمایید در صورتی که  $EI$  برای تمامی اعضاء ثابت باشد.



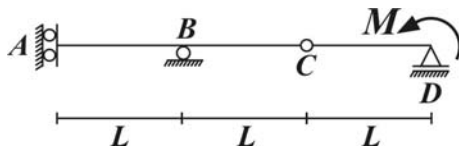
- (۱)  $\frac{PL^3}{2EI}$   
 (۲)  $\frac{PL^3}{3EI}$   
 (۳)  $\frac{PL^3}{6EI}$   
 (۴)  $\frac{PL^3}{12EI}$

۱۴- بار  $P$  در چه فاصله‌ای از مفصل  $B$  روی قطعه  $BC$  اعمال شود تا این قطعه دوران نکند.



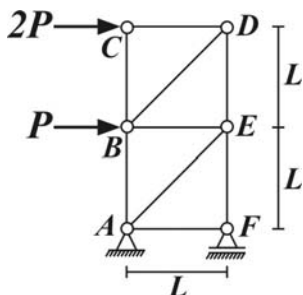
- (۱)  $\frac{L}{2}$   
 (۲)  $\frac{2L}{3}$   
 (۳)  $\frac{3L}{4}$   
 (۴)  $\frac{4L}{5}$   
 (۵)  $\frac{5L}{6}$

۱۵- در سازه زیر دوران نقطه  $B$  را تعیین نمایید اگر  $EI$  برای تمامی اعضاء ثابت باشد.



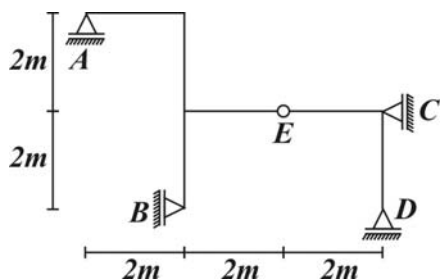
- (۱)  $\frac{ML}{EI}$   
 (۲)  $\frac{ML}{2EI}$   
 (۳)  $\frac{ML}{3EI}$   
 (۴)  $\frac{ML}{6EI}$

۱۶- در خرپای زیر به غیر از اعضاء مورب که دارای مشخصات  $EA$  می باشند بقیه اعضاء صلب هستند در این صورت تغییرمکان افقی نقطه  $E$  کدام است؟



- (۱)  $\frac{\sqrt{2}PL}{EA}$   
 (۲)  $\frac{2\sqrt{2}PL}{EA}$   
 (۳)  $\frac{3\sqrt{2}PL}{EA}$   
 (۴)  $\frac{6\sqrt{2}PL}{EA}$

۱۷- در سازه زیر اگر تکیه‌گاه  $A$  به میزان  $1\text{ cm}$  به سمت پایین و تکیه‌گاه  $B$  به میزان  $2\text{ cm}$  به سمت راست در راستای افق نشست کند تغییرمکان افقی در  $D$  کدام است؟



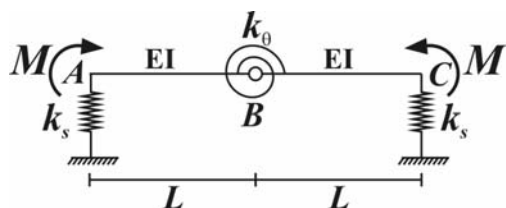
(۱)  $1\text{ cm}$

(۲)  $2\text{ cm}$

(۳)  $3\text{ cm}$

(۴)  $5\text{ cm}$

۱۸- در سازه مقابل اگر  $k_s = \frac{3EI}{L^3}$  و  $k_\theta = \frac{EI}{L}$  باشد تغییرمکان قائم  $B$  کدام است؟



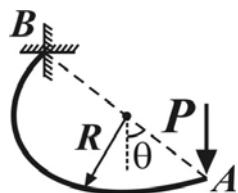
(۱)  $\frac{ML^3}{2EI}$

(۲)  $\frac{ML^3}{EI}$

(۳)  $\frac{4}{3} \frac{ML^3}{EI}$

(۴)  $\frac{5}{3} \frac{ML^3}{EI}$

۱۹- اگر بار  $P$  عمود بر صفحه سازه نیم‌دایره‌ای اعمال شود تغییرمکان قائم نقطه  $A$  را تعیین نمایید. (برای عضو  $AB$ ،  $EI = GJ$  می‌باشد)



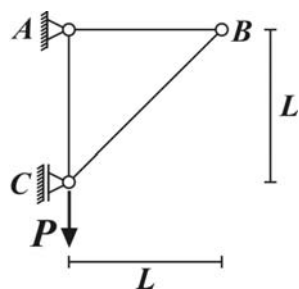
(۱)  $\frac{2\pi PR^3}{EI}$

(۲)  $\frac{3\pi PR^3}{2EI}$

(۳)  $\frac{\pi PR^3}{EI}$

(۴)  $\frac{\pi PR^3}{2EI}$

۲۰- در خرپای زیر اگر مشخصات تمامی اعضاء برابر  $EA$ ،  $\alpha$  باشد درجه حرارت میله  $BC$  چقدر تغییر کند تا تغییرمکان قائم  $B$  برابر صفر شود.



(۱) کاهش  $\frac{P}{2\alpha EA}$

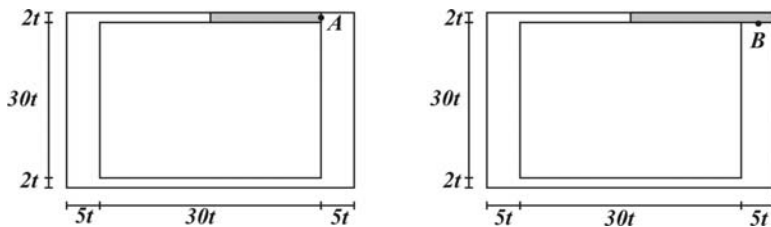
(۲) کاهش  $\frac{P}{\sqrt{2}\alpha EA}$

(۳) افزایش  $\frac{P}{\sqrt{2}\alpha EA}$

(۴) افزایش  $\frac{P}{2\alpha EA}$

## مقاومت مصالح و تحلیل سازه‌ها

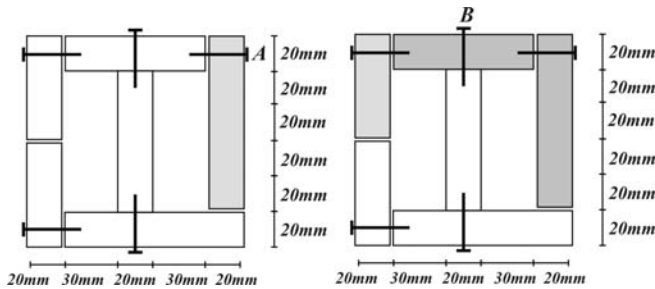
۱ - گزینه (۳) سطح برشی برای نقاط  $A, B$  با توجه به تقارن در مقطع مطابق شکل زیر می‌باشد.



$$\tau = \frac{VQ}{It}$$

$$\Rightarrow \frac{\tau_A}{\tau_B} = \frac{Q_A}{Q_B} \frac{t_B}{t_A} = \frac{15t \times 2t \times 16t}{20t \times 2t \times 16t} \frac{5t}{2t} = \frac{15}{8}$$

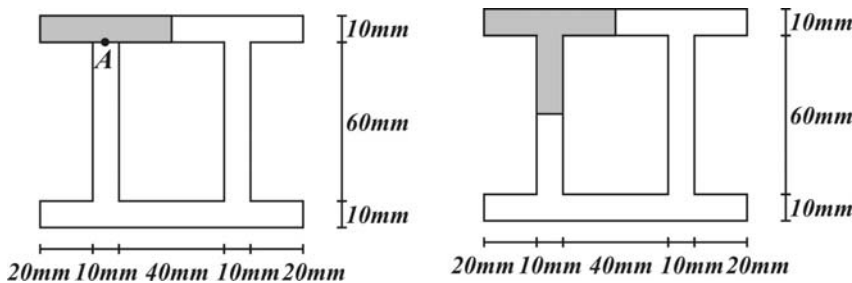
۲ - گزینه (۳) سطح برشی برای میخ  $A, B$  مطابق شکل مقابل می‌باشد.



$$F = qS \Rightarrow \frac{F_B}{F_A} = \frac{q_B}{q_A} \frac{S_B}{S_A} = \frac{Q_B}{Q_A} \frac{S_B}{S_A}$$

$$= \frac{60 \times 20 \times 30 + 100 \times 20 \times 50}{20 \times 20 \times 50} \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$$

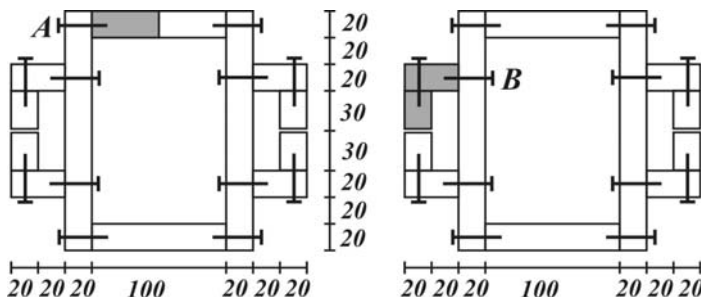
۳ - گزینه (۲) تنش برشی ماکزیمم روی تار خنثی رخ می‌دهد مطابق شکل زیر با توجه به سطح برشی برای هر دو مقطع داریم:



$$\tau = \frac{VQ}{It} \Rightarrow \frac{\tau_{\max}}{\tau_A} = \frac{Q_{\max}}{Q_A}$$

$$= \frac{50 \times 10 \times 35 + 30 \times 10 \times 15}{50 \times 10 \times 35} = \frac{44}{35}$$

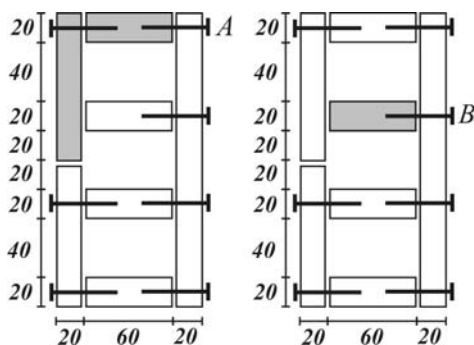
۴ - گزینه (۳) با توجه به سطح برشی برای میخ‌های  $A, B$  داریم:



$$F = qS$$

$$\Rightarrow \frac{F_B}{F_A} = \frac{q_B}{q_A} = \frac{Q_B}{Q_A}$$

$$= \frac{40 \times 20 \times 40 + 30 \times 20 \times 15}{50 \times 20 \times 80} = \frac{41}{80}$$



۵- گزینه (۴) سطح برشی برای میخ‌های  $A, B$  مطابق شکل می‌باشد در نتیجه داریم:

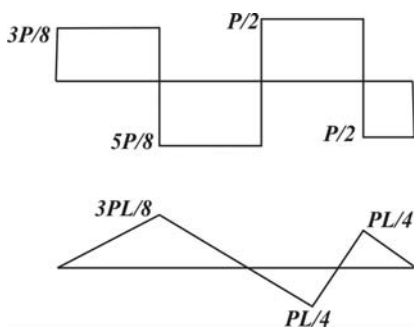
$$F = qS$$

$$\Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{Q_A}{Q_B} \frac{S_A}{S_B} = \frac{80 \times 20 \times 90 + 80 \times 20 \times 40}{60 \times 20 \times 30} \times \frac{1}{4} = \frac{13}{9}$$

$$I = 2 \left[ \frac{2}{3} t (2b)^2 \right] + \frac{t(2b)^2}{12} = \frac{34}{3} t b^2$$

۶- گزینه (۱) به جز وجه  $AB$  چهار وجه قائم دارای نیروی برشی یکسانی می‌باشند.

$$\tau_m^{CD} = \frac{V(bt) \left( \frac{b}{2} \right)}{\frac{34}{3} b^2 t \times t} = \frac{3}{68} \frac{V}{bt} \Rightarrow V_{CD} = \tau_m^{CD} \times \frac{2}{3} (2bt) = \frac{V}{17} \Rightarrow V_{AB} = V - 4 \left( \frac{V}{17} \right) = \frac{13}{17} V \Rightarrow \frac{V_{AB}}{V_{CD}} = 13$$



۷- گزینه (۳) با توجه به دیاگرام برش و لنگر برای این تیر و بارگذاری داریم:

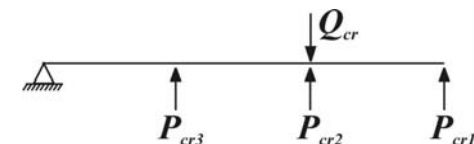
$$\tau_{\max} = \frac{2}{3} \frac{\left( \frac{\Delta P}{\lambda} \right)}{a^2} = \frac{15}{16} \frac{P}{a^2} \Rightarrow \frac{\sigma_{\max}}{\tau_{\max}} = \frac{12}{5} \frac{L}{a} = 24$$

$$\sigma_{\max} = \frac{2}{3} \frac{PL}{a^2} = \frac{9}{4} \frac{PL}{a^2}$$

۸- گزینه (۳) با تبدیل مقطع به مصالح (۲) یک مقطع مستطیلی به عرض ۳۰ و ارتفاع ۶۰ میلی‌متر حاصل می‌شود.

$$\tau_{\max}^r = \frac{3}{2} \frac{9000}{30 \times 60} = 7.5 \text{ MPa}, \quad \tau_{\max}^l = 1/5 \times 7/5 \times \left[ 1 - \frac{(10)^2}{(30)^2} \right] = 1.0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\max}^r = 3 \times 7/5 \times \left[ 1 - \frac{(20)^2}{(30)^2} \right] = 12/5 \text{ MPa} \Rightarrow \tau_{\max} = 12/5 \text{ MPa}$$



۹- گزینه (۲) با بررسی معادله لنگر تعادل حول نقطه  $A$  مطابق شکل داریم:

$$P_{cr1} = \frac{4\pi^2 EI}{L^2}, \quad P_{cr2} = P_{cr3} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

$$\Rightarrow \sum M_A = 0 \Rightarrow P_{cr1} \times 2H + P_{cr2} \times 2H + P_{cr3} \times H = Q_{cr} \times 2H \Rightarrow Q_{cr} = \frac{15}{2} \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

۱۰- گزینه (۱) با استفاده از معادلات تعادل نیروی ستون  $AB$  برابر  $\frac{F}{2}$  و ستون  $DE$  برابر  $F$  می‌باشد.

$$F_{AB} = \frac{F}{2} = \frac{\pi^2 (3EI)}{L^2} \Rightarrow F_1 = 6 \frac{\pi^2 EI}{L^2}, \quad F_{DE} = F = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

۱۱- گزینه (۳) بار  $P$  در  $B$  توسط تکیه‌گاه گیردار  $A$  منتقل می‌شود بنابراین تغییرشکل یافته ناحیه  $BC$  خطی بوده و باعث دوران قطعه  $CE$  به

صورت صلب می‌گردد از طرفی تغییرمکان قائم  $D$  نصف تغییرمکان قائم  $C$  می‌باشد.

$$u_C = u_B + \theta_B L = \frac{PL^\vee}{3EI} + \frac{PL^\vee}{2EI} L = \frac{5}{6} \frac{PL^\vee}{EI} \Rightarrow u_D = \frac{5PL^\vee}{12EI}$$

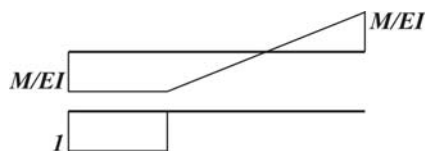
۱۲- گزینه (۳) لنگر در  $C$  فقط توسط سازه  $CBD$  منتقل می‌گردد با ترکیب تکیه‌گاه‌های  $D, C$  با اتصال  $B$  یک تکیه‌گاه مفصلی تشکیل می‌گردد که لنگر  $M$  به یک انتها وارد شده و دوران انتهای دور مد نظر می‌باشد که برابر  $\frac{ML}{6EI}$  می‌باشد.

۱۳- گزینه (۱) با ترکیب تکیه‌گاه  $D$  و اتصال  $C$  یک تکیه‌گاه غلتکی افقی نتیجه می‌شود و با ترکیب تکیه‌گاه مذکور با تکیه‌گاه  $B$  تکیه‌گاه مفصلی بوجود می‌آید بنابراین انتقال بار  $P$  در نقطه  $A$  توسط قطعه  $AB$  صورت می‌گیرد یعنی لبه سمت چپ اتصال  $C$  به میزان دوران  $B$  در فاصله  $L$  به سمت بالا حرکت می‌کند و لبه سمت راست تغییرمکانی ندارد.

$$u_C^L = \theta_B L = \frac{PL^\vee}{2EI} L = \frac{PL^\vee}{2EI}$$

۱۴- گزینه (۴) برای این منظور باید تغییرمکان قائم نقطه  $B, C$  یکسان باشد.

$$u_B^V = \left[ \frac{P(L-x)}{L} \right] \frac{(2L)^\vee}{3(2EI)}, u_C^V = \left( \frac{Px}{L} \right) \frac{L^\vee}{3EI} \Rightarrow u_B^V = u_C^V \Rightarrow 2(L-x) = x \Rightarrow x = \frac{2}{3} L$$

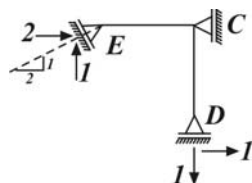


۱۵- گزینه (۱) دیاگرام انحناء و لنگر ناشی از لنگر واحد در  $B$  مطابق شکل می‌باشد.

$$\theta_B = \frac{M}{EI} \times 1 \times L = \frac{ML}{EI}$$

$$u_E^H = \frac{3\sqrt{2}P(L\sqrt{2})}{EA} \sqrt{2} = 6\sqrt{2} \frac{PL}{EA}$$

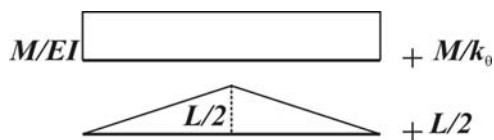
۱۶- گزینه (۴) با اعمال بار واحد افقی در  $E$  داریم:



۱۷- گزینه (۳) با اعمال بار واحد در  $D$  و ترکیب تکیه‌گاه  $A, B$  با مفصل  $E$  عکس‌العمل تکیه‌گاه  $A, B$  برابر است با:

$$R_A = 1 \uparrow, R_B = 2 \rightarrow$$

$$1 \cdot u_D^H + 1 \times (-1) + 2(2) = u_D^H = -3 \text{ cm}$$

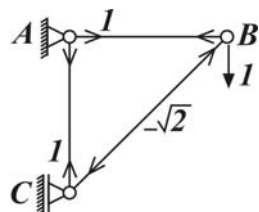


۱۸- گزینه (۲) با ضرب دیاگرام انحناء در دیاگرام لنگر ناشی از بار واحد در  $B$  داریم:

$$\Delta_B = \frac{M}{EI} \frac{L}{2} \frac{2L}{2} + \frac{ML}{2k_\theta} = \frac{ML^\vee}{EI}$$

۱۹- گزینه (۱)  $M = PR \sin \theta$ ,  $m = R \sin \theta$ ,  $T = PR(1 - \cos \theta)$ ,  $t = R(1 - \cos \theta)$

$$\Delta_A^V = \int_0^\pi \frac{PR \sin^\vee \theta}{EI} R d\theta + \int_0^\pi \frac{PR^\vee (1 - \cos \theta)}{GJ} R d\theta = \frac{2\pi PR^\vee}{EI}$$



۲۰- گزینه (۴) با اعمال بار واحد قائم در  $B$  داریم:

$$1 \cdot \Delta_B^V = (-\sqrt{2})(\alpha L \sqrt{2} \Delta T) + \frac{PL}{EA} = 0 \Rightarrow \Delta T = \frac{P}{2\alpha EA}$$