

بنام خدا

با سلام،

از خوانندگان محترم تقاضا دارم در صورت مشاهده هرگونه ایرادی از طریق صفحه زیر اطلاع دهند تا پاسخها اصلاح شوند:

@Nezam_hoseinzadehasl

۱- کانال تلگرام ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران):

<https://telegram.me/mhoseinzadehasl>

۲- ارسال پرسش از طریق تلگرام:

<http://www.hoseinzadeh.net/nezam.htm>

۳- وبسایت شخصی:

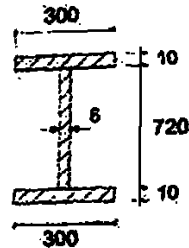
در کانال فوق همچنین به سؤالات مطرح در این زمینه پاسخ داده خواهد شد.

تاریخ آخرین ویرایش در سربرگ پاسخها درج خواهد شد.

مسعود حسین زاده اصل

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۱- در یک تیر فولادی ساخته شده از ورق با مقطع شکل زیر، فاصله آزاد بین سخت کننده های عرضی در یک چشمه برابر 1500 mm است. در صورتی که استفاده از عمل میدان کششی در این چشمه مجاز باشد، نسبت مقاومت برشی اسمی مقطع با توجه به عمل میدان کششی به مقاومت برشی اسمی مقطع بدون توجه به عمل میدان کششی به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ در شکل ابعاد به میلی متر است. $F_y = 235 \text{ MPa}$ و $E = 2 \times 10^5 \text{ MPa}$



۱.0 (۱)

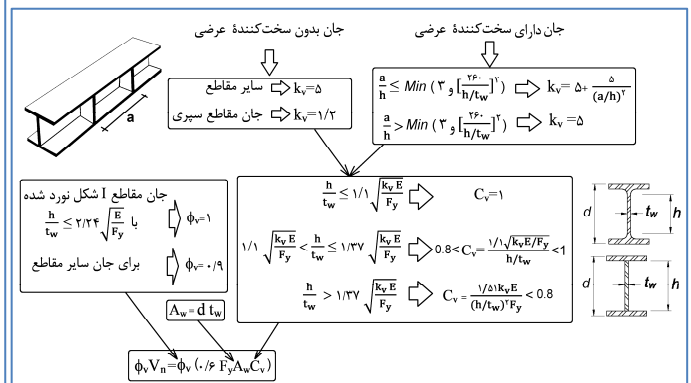
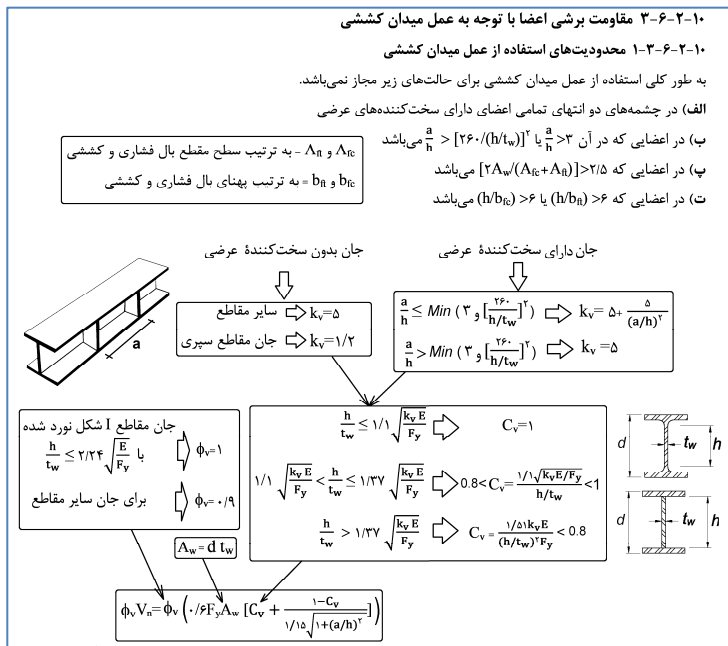
۱.10 (۲)

۱.20 (۳)

۱.30 (۴)

گزینه ۴ (سطح سوال متوسط)

فلوچارت های زیر از کتاب سازه های فولادی ویژه آزمون نظام میباشند. شکل سمت راست مربوط به محاسبه مقاومت برشی بدون توجه به میدان کششی و سمت راست مربوط به حالت با میدان کششی میباشد.



$$k_v = 5 + \frac{5}{\left(\frac{1500}{720} \right)^2} = 6.152$$

$$\rightarrow \frac{h}{t_w} = \frac{720}{6} = 120 > 1.37 \sqrt{\frac{6.152 \times 2 \times 10^5}{235}} = 99.13 \rightarrow C_v = \frac{1.51 \times 6.152 \times 2 \times 10^5}{\left(\frac{720}{6} \right)^2 \times 235} = 0.549$$

$$\frac{\text{با توجه به میدان کششی}}{\text{بدون توجه به میدان کششی}} = \frac{\left(C_v + \frac{1 - C_v}{1.15 \sqrt{1 + \left(\frac{a}{h} \right)^2}} \right)}{(C_v)} = \frac{\left(0.549 + \frac{1 - 0.549}{1.15 \sqrt{1 + \left(\frac{1500}{720} \right)^2}} \right)}{0.549} = 1.31$$

۲- در خصوص تقویت اتصالات پیچی در ساختمان‌های موجود از طریق جوشکاری اگر استفاده از مشارکت جوش و پیچ در مقاومت اتصال مدنظر باشد، کدام یک از عبارات‌های زیر صحیح است؟

۱) تقویت اتصال به شرطی مجاز است که پیچ‌ها از نوع پرمقاومت بوده و اتصال از نوع اصطکاکی طراحی و اجرا شده باشد.

۲) تقویت اتصال به شرطی مجاز است که پیچ‌ها از نوع پرمقاومت بوده و به نوع عملکرد پیچ‌های اتصال بستگی ندارد.

۳) تقویت اتصال تحت هیچ شرایطی مجاز نیست.

۴) تقویت اتصال به شرطی مجاز است که سهم بخش جوشکاری شده از کل مقاومت موردنیاز کمتر از ۲۵ درصد بوده و پیچ‌ها پیش‌تنیده نشده باشند.

گزینه ۱ (سطح سوال با توجه به جدید بودن آن متوسط)

طبق بند زیر از مبحث دهم، گزینه ۱ صحیح می‌باشد.

۱۰-۲-۹-۱-۸ ترکیب پیچ و جوش

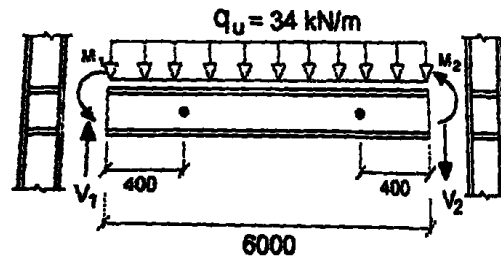
وقتی که پیچ‌های معمولی یا پیچ‌های پر مقاومت در حالت اتصال اتکایی (غیر اصطکاکی) بصورت مشترک با جوش استفاده شود، نباید فرض کرد که آنها در تحمل بار با جوش سهیم هستند. در این صورت کل تنش در اتصال را باید جوش به تنهایی تحمل کند.

در صورت استفاده از ترکیب جوش و پیچ‌های پر مقاومت در اتصال اصطکاکی، می‌توان جوش و پیچ را در تحمل تنش‌ها سهیم فرض کرد مشروط بر اینکه در اتصال‌های برشی سوراخ پیچ‌ها از نوع استاندارد یا دارای شکاف‌های عمود بر جهت بار و جوش‌های گوشه تحت اثر بار طولی در نظر گرفته شده باشند. در چنین اتصال‌هایی، مقاومت موجود در پیچ‌ها را نباید بزرگتر از ۵۰ درصد مقاومت موجود پیچ‌ها در حالت اتکایی در نظر گرفت.

تقویت از طریق جوشکاری در خصوص ساختمان‌های موجودی که اتصالات آنها از نوع پیچی می‌باشد به شرطی مجاز است که پیچ‌های موجود از نوع اصطکاکی طراحی و اجرا شده باشند. در اینگونه موارد پیچ‌های موجود را می‌توان برای انتقال بارهای موجود فرض نموده و جوش باید تنش‌های اضافی را انتقال دهند.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۳- تیر نشان داده شده در شکل زیر مربوط به یک قاب خمشی ویژه با اتصالات گیردار از نوع BFP بوده و مقدار لنگر پلاستیک مقطع تیر ساخته شده از ورق برابر 375.6 kN.m است. اگر طول دهانه آزاد تیر برابر ۶ متر و محل مفصل پلاستیک در فاصله ۴۰۰ میلی متر از هر ستون در هر دو سمت تیر و بار ثقلی ضریبدار ناشی از بارهای مرده و زنده (با ضرایب بار مربوط به ترکیب بارگذاری شامل نیروی زلزله) برابر 34 kN/m باشد، حداکثر لنگرهای خمشی موردانتظار M_1 و M_2 در وجه اتصال تیر به ستون (براساس جهت لنگرهای نشان داده شده در شکل) به ترتیب به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ ابعاد روی شکل به میلی متر است.



$F_y=240 \text{ MPa}$ و $F_u=360 \text{ MPa}$

۱) 636 kN.m و 636 kN.m

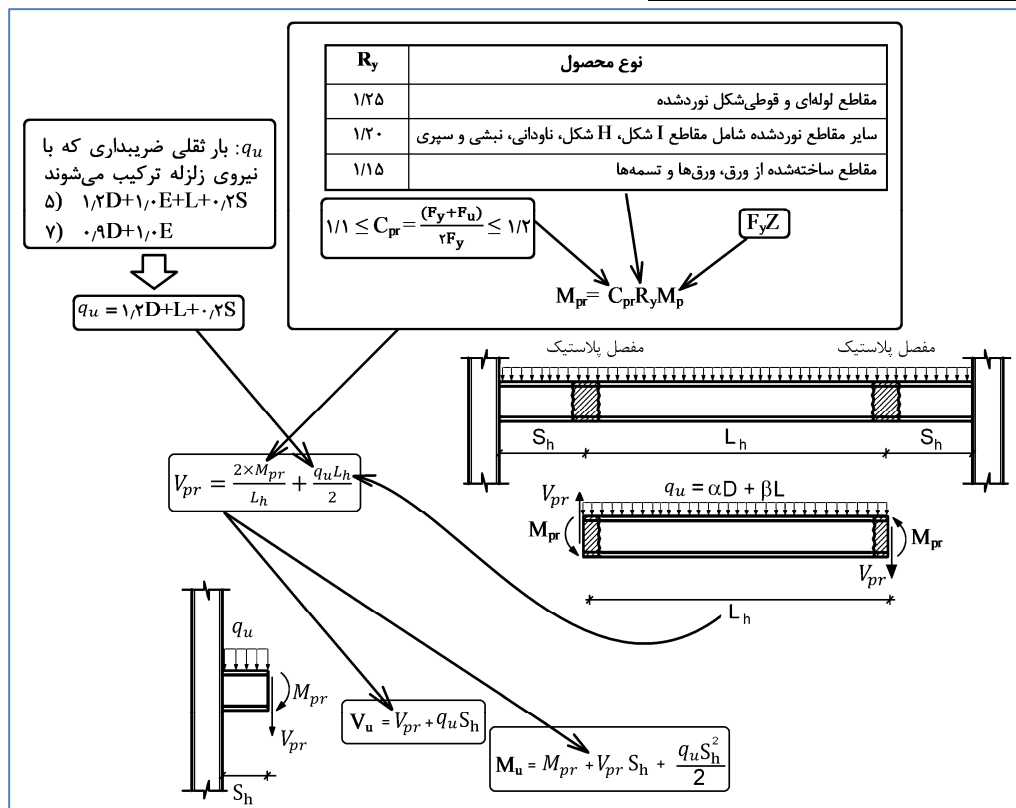
۲) 560 kN.m و 636 kN.m

۳) 558 kN.m و 558 kN.m

۴) 458 kN.m و 558 kN.m

گزینه ۲ (سطح سوال با توجه به تکراری بودن آن آسان)

فلوچارت های زیر از کتاب سازه های فولادی ویژه آزمون نظام میباشند.



$$M_{pr} = C_{pr} R_y M_p = 1.2 \times 1.15 \times 375.6 = 518.32 \text{ kN.m}$$

$$\text{لنگر گیری حول سمت راست} \rightarrow V_{pr-Left} \times L_h - 2M_{pr} + \frac{q_u L_h^2}{2} = 0$$

$$\rightarrow V_{pr-Left} = \frac{2M_{pr}}{L_h} + \frac{q_u L_h}{2} = \frac{2 \times 518.32}{5.2} + \frac{34 \times 5.2}{2} = 287.7 \text{ kN}$$

$$\rightarrow M_1 = M_{pr} + V_{pr-Left} \times S_h + \frac{q_u \times S_h^2}{2} = 518.32 + 287.7 \times 0.4 + \frac{34 \times 0.4^2}{2} = 636.12 \text{ kN.m}$$

$$\text{لنگر گیری حول سمت چپ} \rightarrow V_{pr-Right} \times L_h - 2M_{pr} - \frac{q_u L_h^2}{2} = 0$$

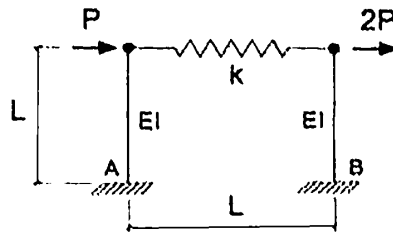
$$\rightarrow V_{pr-Left} = \frac{2M_{pr}}{L_h} + \frac{q_u L_h}{2} = \frac{2 \times 518.32}{5.2} + \frac{34 \times 5.2}{2} = 110.95 \text{ kN}$$

$$\rightarrow M_2 = M_{pr} + V_{pr-right} \times S_h - \frac{q_u \times S_h^2}{2} = 518.32 + 110.95 \times 0.4 - \frac{34 \times 0.4^2}{2} = 559 \text{ kN.m}$$

کپی برداری از مطالب و تصاویر این پاسخنامه تنها با ذکر منبع مجاز بوده و فروش آن ممنوع می باشد ۴

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۲ در قاب شکل (بر اگر $k = \frac{3EI}{L^3}$ باشد، مقدار لنگر خمشی در پای ستون سمت چپ قاب (تکیه‌گاه (۸ به کدام یک از موارد (بر لرد بگ‌تر است؟



$$\frac{5}{3} PL \quad (۱)$$

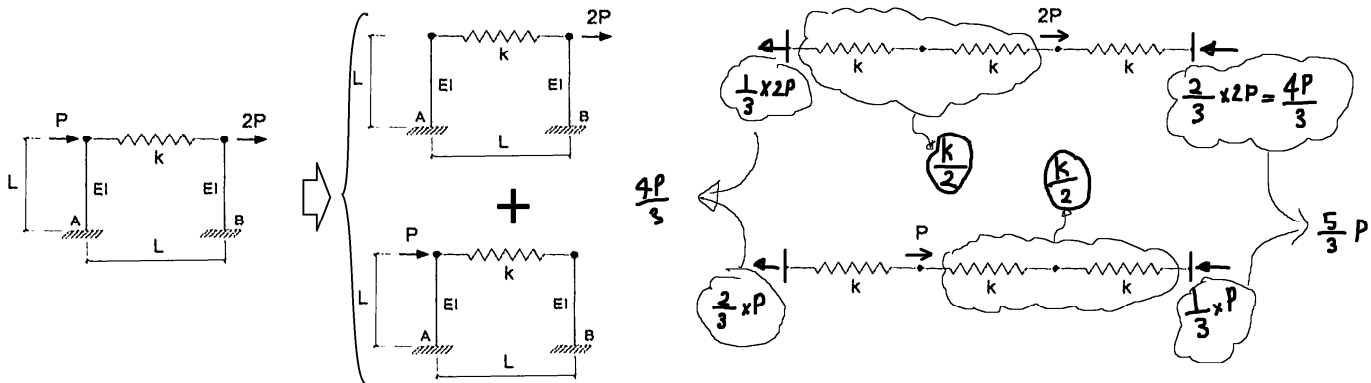
$$\frac{4}{3} PL \quad (۲)$$

$$\frac{2}{3} PL \quad (۳)$$

$$2 PL \quad (۴)$$

گزینه ۲ (سطح سوال متوسط)

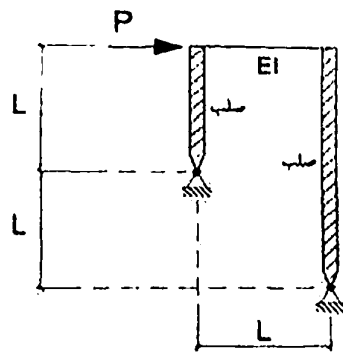
سختی ستونها (که طره عمل میکنند) نیز برابر $\frac{3EI}{L^3}$ میباشد و بنابراین سختی جانبی ستونها نیز برابر k خواهد بود و با استفاده از سختی های نشان داده شده در شکل زیر میتوان به راحتی عکس العملهای تکیه گاهی را بدست آورد.



پس از یافتن عکس العمل های تکیه گاهی، با توجه به اینکه طول ستونها برابر L میباشد، لنگر تکیه گاه سمت چپ برابر $M = \frac{4P}{3} \times L$ و تکیه گاه سمت راست برابر $M = \frac{5P}{3} \times L$ خواهد بود.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۵. در قاب شکل زیر اگر از اثر تغییر شکل‌های محوری و برشی تیر صرف‌نظر شود، تغییر مکان جالبی قاب به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟



(۱) $\frac{PL^3}{12EI}$

(۲) $\frac{PL^3}{6EI}$

(۳) $\frac{PL^3}{7EI}$

(۴) $\frac{PL^3}{5EI}$

گزینه ۳ (سطح سوال متوسط)

با توجه به اینکه تیر تغییر طول ندارد، دو سر تیر به اندازه Δ و یکسان حرکت خواهد کرد و بنابراین دوران ستون سمت چپ دو برابر ستون سمت راست خواهد بود. با نوشتن روابط شیب افت برای تیر، لنگر دو انتهای تیر بدست می‌آید:

$$M_{Left} = \frac{4EI}{L}(2\theta) + \frac{2EI}{L}(\theta) = \frac{10EI}{L}(\theta)$$

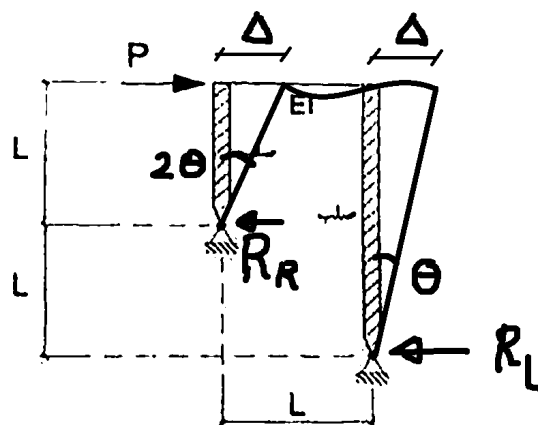
$$M_{Right} = \frac{4EI}{L}(\theta) + \frac{2EI}{L}(2\theta) = \frac{8EI}{L}(\theta)$$

با توجه به اینکه پای ستون مفصل است، لنگر انتهای ستون تابع برش تکیه گاهی خواهد بود:

$$R_L = \frac{M_{Right}}{2L} = \frac{\frac{8EI}{L}(\theta)}{2L} = \frac{4EI}{L^2}(\theta)$$

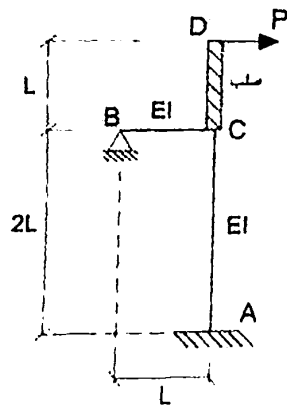
$$R_R = \frac{M_{Left}}{2L} = \frac{\frac{10EI}{L}(\theta)}{L} = \frac{10EI}{L^2}(\theta)$$

$$R_L + R_R = P \rightarrow (\theta) = \frac{PL^2}{14EI} \rightarrow \Delta = (\theta) \times 2L = \frac{PL^3}{7EI}$$



کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۶ در سازه شکل زیر اگر از تغییر شکل های محوری و برشی اعضای BC و AC صرف نظر شود، تغییر مکان افقی نقطه D به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟



(۱) $\frac{PL^3}{12EI}$

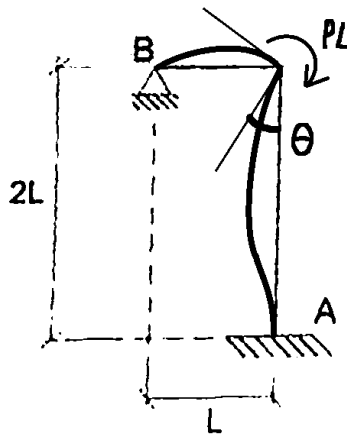
(۲) $\frac{PL^3}{4EI}$

(۳) $\frac{PL^3}{6EI}$

(۴) $\frac{PL^3}{5EI}$

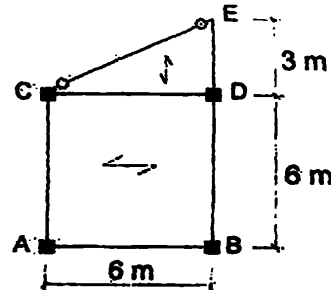
گزینه ۴ (سطح سوال آسان)

$$PL = M_{CB} + M_{CA} = \frac{3EI}{L}\theta + \frac{4EI}{2L}\theta \quad \rightarrow \quad \theta = \frac{PL^2}{5EI} \quad \rightarrow \quad \Delta = \theta \times L = \frac{PL^3}{5EI}$$



کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۷- پلان نشان داده شده در شکل زیر مربوط به یک ساختمان اداری فولادی بوده که در آن مقدار بار مرده گسترده یکنواخت کف برابر $q_D = 10 \text{ kN/m}^2$ و مقدار بار زنده گسترده یکنواخت کف برابر $q_L = 2.5 \text{ kN/m}^2$ است. چنانچه از وزن واحد طول اعضا، وزن دیوارهای پیرامونی، وزن دیوارهای تقسیم کننده، اثر بُعد ستون و آثار نیروی قائم زلزله صرف نظر شود، در طراحی این ساختمان فولادی به روش ضرایب بار و مقاومت، حداقل مقاومت خمشی مورد نیاز تیر طره ای DE در نقطه D به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟



(۱) 96 kN.m

(۲) 112.5 kN.m

(۳) 144 kN.m

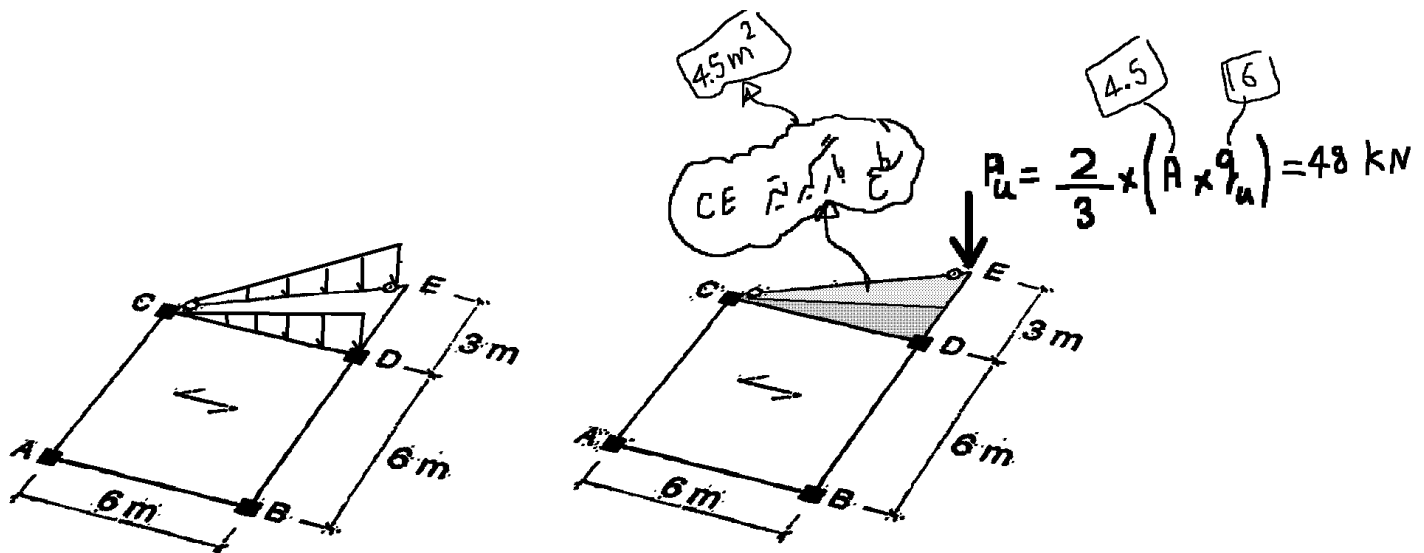
(۴) 161 kN.m

گزینه ۳ (سطح سوال متوسط)

$$q_u = \text{Max}(1.4 \times 10, 1.2 \times 10 + 1.6 \times 2.5) = 16 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

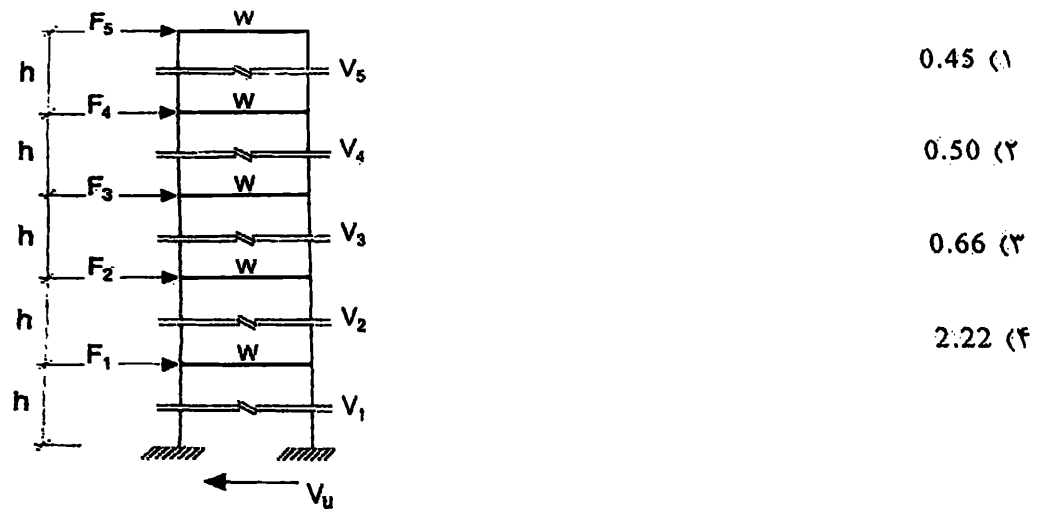
$$\rightarrow P_u = 48 \text{ kN} \quad (\text{مطابق شکل}) \rightarrow M_u = P_u \times 3 = 144 \text{ kN.m}$$

- دقت شود که اگر در روی سوال قید میشد که کاربری قسمت طره "بالکن" هست، باید بار زنده آن برابر $1.5 \times 2.5 = 3.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ در نظر گرفته میشد.



کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۸- اگر در یک ساختمان فولادی ۵ طبقه با ارتفاع و وزن مؤثر لرزه‌ای یکسان طبقات، زمان تناوب اصلی سازه برابر ۰.۸ ثانیه و مقدار برش پایه این ساختمان براساس روش استاتیکی معادل برابر V_u باشد، نسبت برش طبقه در طبقه چهارم (V_4) به برش طبقه دوم (V_2) به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟



گزینه ۳ (سطح با توجه به تکراری بودن سوال آسان)

۳-۳-۶ توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان

نیروی برشی پایه V_u که طبق بند (۳-۳-۱) محاسبه شده است، مطابق رابطه زیر در ارتفاع ساختمان توزیع می‌گردد:

$$F_{ui} = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n W_j h_j^k} V_u \quad (۳-۶)$$

در این رابطه:

F_{ui} : نیروی جانبی در تراز طبقه i

W_i : وزن طبقه i شامل وزن سقف و قسمتی از سربار آن مطابق جدول (۳-۱) و نصف وزن دیوارها و ستون‌هایی که در بالا و پایین سقف قرار گرفته‌اند.

h_i : ارتفاع تراز سقف طبقه i از تراز پایه

n : تعداد طبقات ساختمان از تراز پایه به بالا

k : ضریبی است که با توجه به زمان تناوب نوسان اصلی سازه T از رابطه زیر به‌دست آورده می‌شود:

$$K = 0.5T + 0.75 \quad 0.5 \leq T \leq 2.5 \text{ Sec} \quad (۳-۷)$$

مقدار K برای مقادیر T کوچک‌تر از ۰.۵ ثانیه و بزرگ‌تر از ۲/۵ ثانیه باید به ترتیب برابر با ۱/۰ و ۲/۰ در نظر گرفته شود.

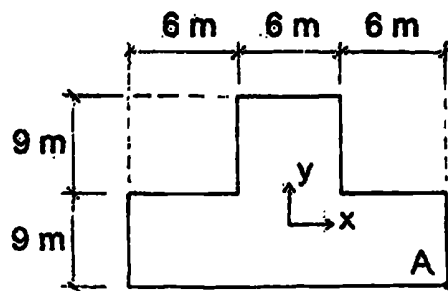
$$K = 0.5T + 0.75 = 1.15$$

$$\left. \begin{aligned} V_4 &= F_5 + F_4 = (V) \frac{W \times (5h)^{1.15}}{\sum W_i h_i^{1.15}} + (V) \frac{W \times (4h)^{1.15}}{\sum W_i h_i^{1.15}} \\ V_2 &= F_5 + F_4 + F_3 + F_2 = (V) \frac{W \times (5h)^{1.15}}{\sum W_i h_i^{1.15}} + (V) \frac{W \times (4h)^{1.15}}{\sum W_i h_i^{1.15}} + (V) \frac{W \times (3h)^{1.15}}{\sum W_i h_i^{1.15}} + (V) \frac{W \times (2h)^{1.15}}{\sum W_i h_i^{1.15}} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{V_4}{V_2} = \frac{(5h)^{1.15} + (4h)^{1.15}}{(5h)^{1.15} + (4h)^{1.15} + (3h)^{1.15} + (2h)^{1.15}} = 0.66$$

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۹- پلان شکل زیر یک ساختمان ۸ طبقه با پلان، ارتفاع و وزن مؤثر لرزه‌ای یکسان در کلیه طبقات را نشان می‌دهد که بر اثر نیروی زلزله در راستای x با در نظر گرفتن برون مرکزی اتفاقی برابر ۵ درصد بُعد ساختمان، مقدار تغییرمکان حداکثر در راستای x در طبقه ششم که در نقطه A اتفاق می‌افتد، برابر 60 mm محاسبه شده است. اگر سقف‌ها صلب و مرکز جرم طبقات منطبق بر مرکز سطح آنها باشد و مقدار ضریب بزرگنمایی برون مرکزی اتفاقی برای نیروی زلزله در راستای x در این طبقه برابر $A_j = 2$ محاسبه شده باشد، برای اساس تغییرمکان مرکز جرم طبقه ششم در راستای x بر اثر نیروی زلزله در راستای x با در نظر گرفتن برون مرکزی اتفاقی برابر ۵ درصد بُعد ساختمان، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟

(۱) 51.5 mm (۲) 41.5 mm (۳) 35.4 mm (۴) 28.9 mm

گزینه ۲ (سطح سوال: متوسط)

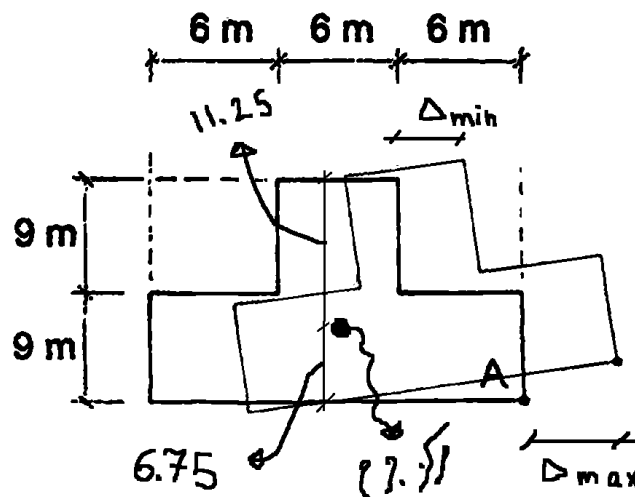
با توجه به اینکه عنوان شده ضریب A_j برابر ۲ بدست آمده است، میتوان به راحتی مقدار تغییرمکان ave و نیز min را بدست آورد:

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{max}}{1.2\Delta_{ave}} \right)^2 \rightarrow 2 = \left(\frac{60}{1.2 \times \Delta_{ave}} \right)^2 \rightarrow \Delta_{ave} = 35.35 \text{ mm}$$

$$\Delta_{ave} = \frac{\Delta_{min} + \Delta_{max}}{2} \rightarrow 35.35 = \frac{\Delta_{min} + 60}{2} \rightarrow \Delta_{min} = 10.71 \text{ mm}$$

پس از یافتن تغییرمکان min و با معلوم بودن تغییرمکان max میتوان تغییرمکان مرکز جرم را بدست آورد:

$$\Delta_{\text{مرکز جرم}} = \frac{6.75}{18} \times \Delta_{min} + \frac{11.25}{18} \times \Delta_{max} = 41.51 \text{ mm}$$



کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۱۰- در نظر است یک ساختمان فولادی شش طبقه از نوع قاب خمشی در شهر تهران ساخته شود. اگر زمان تناوب نوسان اصلی این ساختمان ۰.۶ ثانیه باشد، نسبت ضریب شکل طیف این ساختمان با فرض قرارگیری بر روی زمین نوع I به ضریب شکل طیف آن با فرض قرارگیری بر روی زمین نوع III به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر خواهد بود؟

۰.۶ (۱) ۰.۷ (۲) ۰.۷۵ (۳) ۰.۸ (۴)

گزینه ۱ (سطح سوال آسان)

$$\text{خاک نوع III} \rightarrow T_0 = 0.1 < T = 0.6 < T_s = 0.7 \rightarrow B_1 = S + 1 = 2.75$$

$$\text{خاک نوع I} \rightarrow T_s = 0.4 < T = 0.6 \rightarrow B_1 = (S + 1) \left(\frac{T_s}{T} \right) = (1.5 + 1) \left(\frac{0.4}{0.6} \right) = 1.666$$

و نسبت دو مقدار برابر است با:

$$\frac{1.666}{2.75} = 0.6$$

۲-۳ ضریب بازتاب ساختمان، B

ضریب بازتاب ساختمان بیانگر نحوه پاسخ ساختمان به حرکت زمین با توجه به نوع آن است. این ضریب با استفاده از رابطه زیر تعیین می شود:

$$B = B_1 N \quad (۱-۲)$$

در این رابطه B_1 ضریب شکل طیف و N ضریب اصلاح طیف است.

۲-۳-۱ ضریب شکل طیف، B_1 ، با در نظر گرفتن بزرگنمایی خاک در پریودهای مختلف و میزان لرزه خیزی منطقه مشخص می شود. این ضریب با استفاده از روابط زیر و یا از شکل های (۲-۱ الف) و (۲-۱ ب) تعیین می گردد.

$$\begin{aligned} B_1 &= S_0 + (S - S_0 + 1)(T/T_0) & 0 < T < T_0 \\ B_1 &= S + 1 & T_0 < T < T_s \\ B_1 &= (S + 1)(T_s/T) & T > T_s \end{aligned} \quad (۲-۲)$$

جدول ۲-۲ پارامترهای مربوط به روابط (۲-۲)

نوع زمین	T_0	T_s	خطر نسبی کم و متوسط		خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد	
			S_0	S	S_0	S
I	۰/۱	۰/۴	۱	۱/۵	۱	۱/۵
II	۰/۱	۰/۵	۱	۱/۵	۱	۱/۵
III	۰/۱۵	۰/۷	۱/۱	۱/۷۵	۱/۱	۱/۷۵
IV	۰/۱۵	۱/۰	۱/۳	۲/۲۵	۱/۱	۱/۷۵

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۱۱- فرض کنید یک ساختمان سه طبقه فولادی با سیستم باربر جانبی از نوع قاب ساختمانی ساده توأم با مهاربندی‌های همگرای معمولی دارای تمامی شرایط لازم برای تحلیل و طراحی به روش ساده‌شده را دارد. اگر ارتفاع کلیه طبقات یکسان و برابر h ، وزن مؤثر لرزه‌ای کلیه طبقات یکسان و برابر W و زمین محل قرارگیری این ساختمان از نوع II باشد و ساختمان در منطقه‌ای با خطر نسبی خیلی زیاد در برابر زلزله قرار گرفته باشد، مقدار برش پایه این ساختمان در روش ساده‌شده تحلیل به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ مقدار $\frac{AI}{R_u}$ این ساختمان برابر 0.1 فرض شود.

(۲) $0.75W$

(۱) $0.90W$

(۴) $0.30W$

(۳) $0.63W$

گزینه ۱ (سطح سوال آسان)

$$E = C \times (3W) = \frac{ABIF}{R_u} (3W) = 0.1 \times (1.5 + 1) \times 1.2 \times (3W) = 0.9W$$

۳-۱۳-۱-۳ نیروی برش پایه

نیروی برشی پایه از رابطه (۱-۳) محاسبه می‌شود، با این تفاوت که در این روش C ، ضریب زلزله، از رابطه (۱۷-۳) به دست می‌آید،

$$C = \frac{ABIF}{R_u} \quad (۱۷-۳)$$

A، I و R_u ضرایب تعریف شده در بند (۱-۳-۳) می‌باشند.

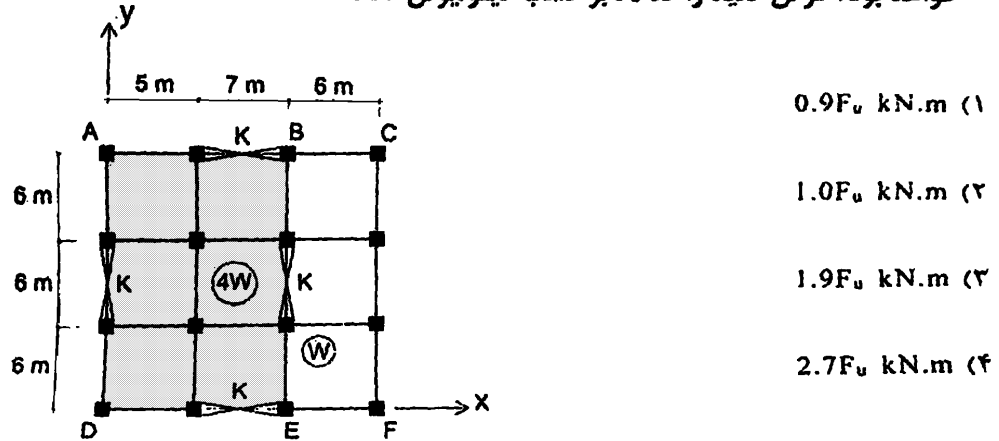
B: ضریب بازتاب ساختمان است که در روش ساده‌شده برابر $B=S+1$ در نظر گرفته

می‌شود. ضریب S با توجه به نوع زمین و پهنه‌بندی خطر زلزله با استفاده از جدول (۲-۲) تعیین می‌شود.

F: ضریبی است که برای ساختمان‌های ۱ الی ۳ طبقه به ترتیب برابر ۱، ۱/۱ و ۱/۲ در نظر گرفته می‌شود.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۱۲- در شکل زیر پلان یک ساختمان یک طبقه نشان داده شده است که در آن مقدار سختی جانبی عناصر مقاوم در برابر زلزله برابر K ، وزن مؤثر لرزه‌ای بخش ADEB در واحد سطح برابر $4W$ و وزن مؤثر لرزه‌ای بخش BEFC در واحد سطح برابر W است. اگر نیروی زلزله وارد بر این ساختمان در راستای y برابر F_u باشد، لنگر پیچشی کل ایجادشده در طبقه در اثر نیروی زلزله در راستای y (بدون احتساب برون مرکزی اتفاقی) به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ فرض کنید واحد F_u برحسب کیلونیوتن است.



گزینه ۲ (سطح سوال با توجه به محاسبات کوتاه و ساده آن، آسان)

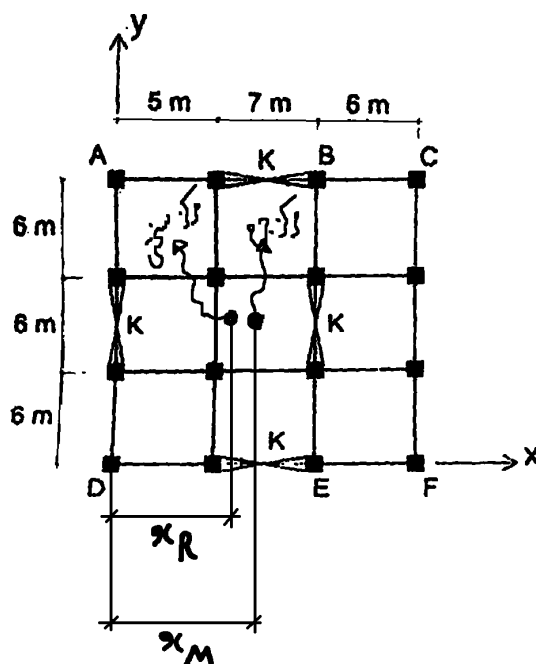
کل وزن قطعه سمت چپ برابر $18 \times 12 \times 4W = 864W$ و کل وزن قطع سمت راست برابر $18 \times 6 \times W = 108W$ می‌باشد و بنابراین مختصات مرکز جرم برابر است با:

$$x_M = \frac{W_1 \times X_1 + W_2 \times X_2}{W_1 + W_2} = \frac{864W \times 6 + 108W \times 15}{864W + 108W} = 7 \text{ m}$$

مختصات مرکز سختی با توجه به موقعیت مهاربندهای قائم برابر است با:

$$x_R = \frac{K_1 \times X_1 + K_2 \times X_2}{K_1 + K_2} = \frac{K \times 0 + K \times 12}{2k} = 6 \text{ m}$$

$$M = F_u \times (X_M - X_R) = F_u \times 1 \text{ kN.m}$$



- ۱۳- برای کنترل محدودیت تغییر مکان جانبی نسبی، کدام یک از عبارات زیر در خصوص تعیین تغییر مکان جانبی نسبی طبقات یک ساختمان در برابر نیروی زلزله صحیح است؟
- ۱) تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه همواره برابر اختلاف بین تغییر مکان های جانبی حداکثر کف های بالا و پایین آن طبقه است.
 - ۲) اگر ساختمان نامنظم شدید پیچشی نباشد، تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه را همواره می توان برابر اختلاف بین تغییر مکان های جانبی واقعی مراکز جرم کف های بالا و پایین آن طبقه در نظر گرفت.
 - ۳) تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه را همواره می توان برابر اختلاف بین تغییر مکان های جانبی واقعی مراکز جرم کف های بالا و پایین آن طبقه در نظر گرفت.
 - ۴) اگر ساختمان نامنظم شدید پیچشی باشد، تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه را باید برابر اختلاف بین تغییر مکان های جانبی کف های بالا و پایین آن طبقه در امتداد محورهای کناری ساختمان در نظر گرفت.

گزینه ۴ (سطح سوال آسان)

۳-۵ تغییر مکان جانبی نسبی طبقات

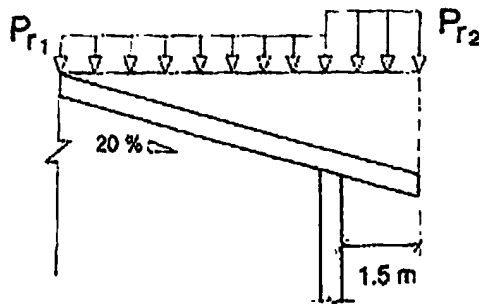
۳-۵-۱ تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه، که اختلاف بین تغییر مکان های جانبی واقعی مراکز جرم کف های بالا و پایین آن طبقه است، نباید از مقدار مشخصی که در این بند تعیین شده، تجاوز نماید. این تغییر مکان تنها با استفاده از تحلیل غیرخطی سازه قابل محاسبه است، ولی می توان آن را با تقریب خوبی از رابطه زیر به دست آورد:

$$\Delta_M = c_d \cdot \Delta_{eu} \quad (۳-۱۱)$$

۳-۵-۴ در ساختمان های نامنظم پیچشی و یا نامنظم شدید پیچشی، برای محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه Δ_{eu} ، به جای تفاوت بین تغییر مکان های جانبی مراکز جرم کف ها، باید تفاوت بین تغییر مکان های جانبی کف های بالا و پایین آن طبقه در امتداد محورهای کناری ساختمان مد نظر قرار گیرد.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۱۴- در شکل زیر نمای یک بیمارستان واقع در شهر رشت با سقف شیب‌دار با شیب 20% نشان داده شده است. در صورتی که سقف دارای 1.5 m طره بوده و بر روی آن امکان تجمع برف وجود داشته باشد، مقادیر بار برف متوازن روی سقف مطابق شکل به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر هستند؟ سقف برف‌ریز با ناهمواری متوسط و غیرلغزنده است.



$$P_{r1}=1.51 \text{ kN/m}^2, P_{r2}=3 \text{ kN/m}^2 \quad (۱)$$

$$P_{r1}=1.37 \text{ kN/m}^2, P_{r2}=1.37 \text{ kN/m}^2 \quad (۲)$$

$$P_{r1}=1.51 \text{ kN/m}^2, P_{r2}=1.51 \text{ kN/m}^2 \quad (۳)$$

$$P_{r1}=1.37 \text{ kN/m}^2, P_{r2}=2.5 \text{ kN/m}^2 \quad (۴)$$

گزینه ۱ (سطح سوال: متوسط)

$$P_r = 0.7 C_s C_t C_e I_s P_g$$

کاربری سازه بیمارستان است و بنابراین $C_t = 1$ می‌باشد.

$$\left. \begin{array}{l} tg(\alpha) = 0.2 \rightarrow \alpha = 11^\circ \\ \text{بام غیر لغزنده} \rightarrow \alpha_0 = 30^\circ \end{array} \right\} \alpha < \alpha_0 \rightarrow C_s = 1$$

گروه ناهمواری متوسط و سازه برف ریز است و بنابراین $C_e = 0.9$ می‌باشد.

ضریب اهمیت: بیمارستان در گروه خطر پذیری ۱ قرار دارد و بنابراین $I_s = 1.2$ می‌باشد.

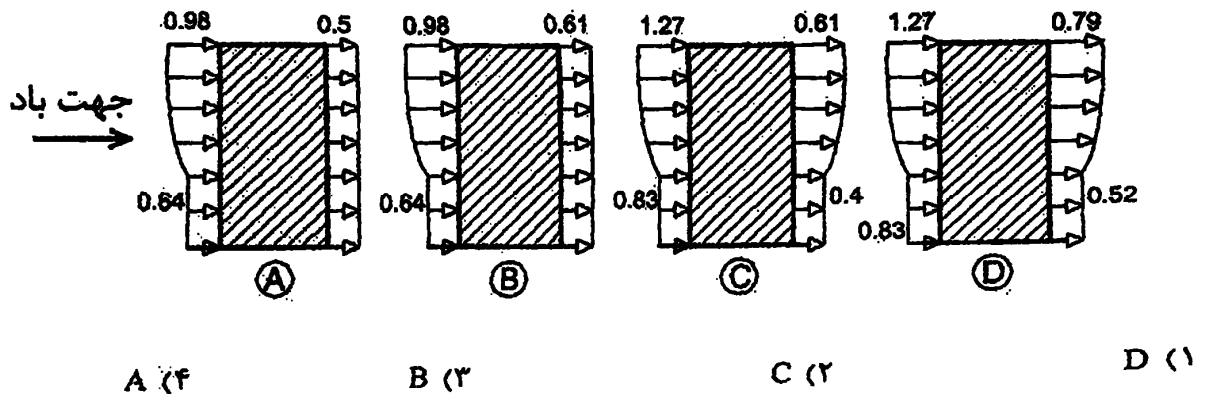
شهر رشت منطقه ۵ می‌باشد و بنابراین $P_g = 2 \frac{kN}{m^2}$ می‌باشد.

$$P_{r1} = 0.7 \times 1 \times 1 \times 0.9 \times 1.2 \times 2 = 1.512 \frac{kN}{m^2}$$

۶-۷-۶-۴ بر روی طره لبه پایین بام، که امکان تجمع برف وجود خواهد داشت، از ضریب یک برای C_s و C_t استفاده شده ولی مقدار P_r در ناحیه تجمع برف دو برابر می‌شود. عرض ناحیه تجمع برف برابر طول طره خواهد بود ولی مقدار آن از بر دیوار زیر سقف به سمت بیرون را لازم نیست بیشتر از ۱/۵ متر در نظر گرفت.

$$P_{r2} = 2 \times 0.7 \times 1 \times 1 \times 0.9 \times 1.2 \times 2 = 3.02 \frac{kN}{m^2}$$

۱۵- برای طراحی اعضای اصلی یک ساختمان مسکونی با بام تخت واقع در زمین پرتراکم ناهموار شهر اصفهان به ابعاد 25×25 m و ارتفاع 50 m از سطح زمین، توزیع فشارهای باد استاتیک وارد بر وجه رو به باد و مکش در وجه پشت به باد در ارتفاع به کدام یک از شکل های زیر نزدیک تر است؟ در شکل ها واحد فشار باد kN/m^2 است.

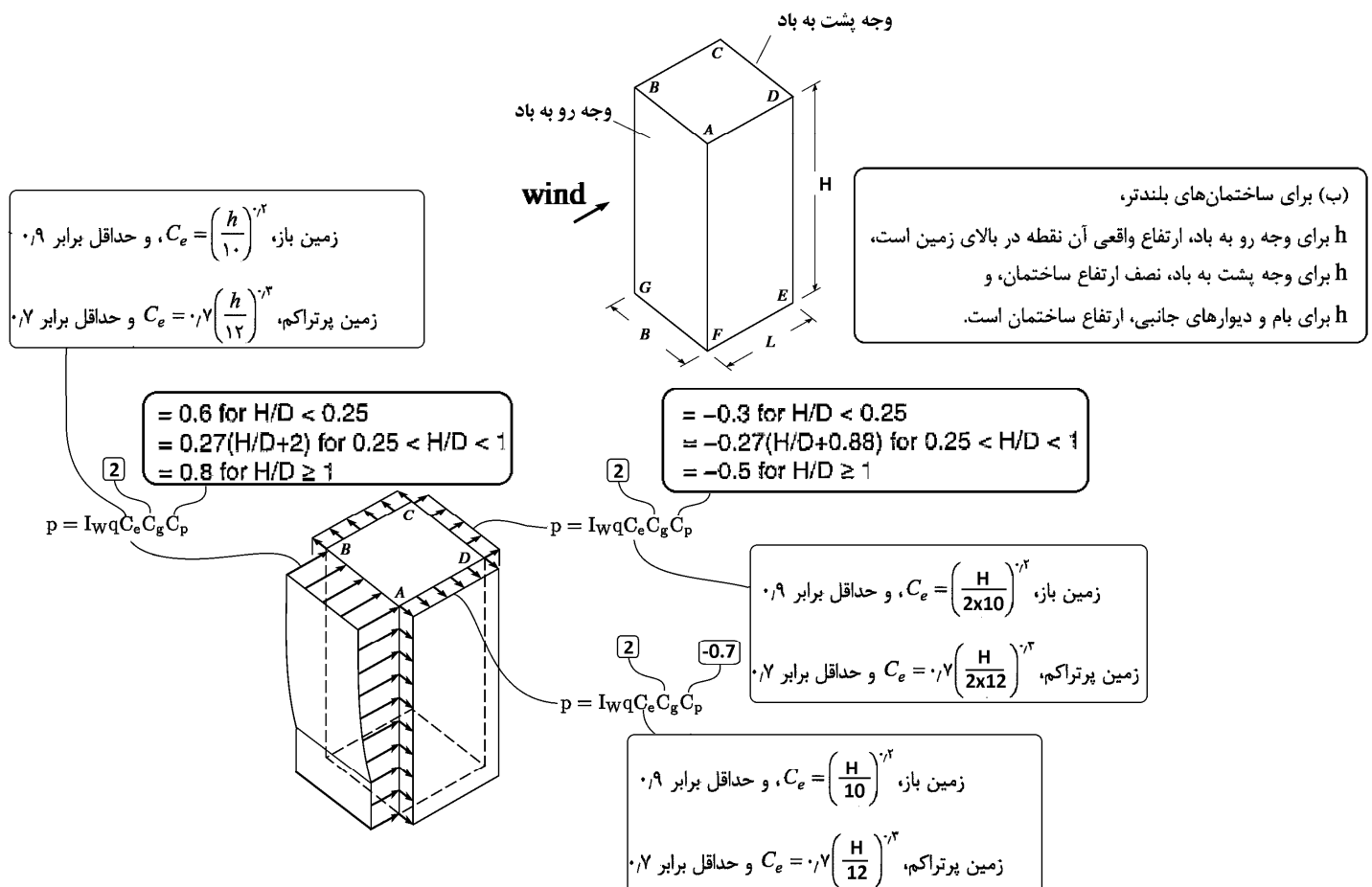


گزینه ۴ (سطح سوال متوسط)

با توجه به شکل زیر (از جزوه بارگذاری)، در سازه های بلند، مکش پشت به باد مقداری ثابت دارد و بنابراین شکل های C و D نادرست هستند و یکی از دو شکل A یا B صحیح هستند. تفاوت این دو شکل در مقدار فشار پشت به باد است و بنابراین تنها کافی است که بر اساس شکل زیر مکش پشت به باد محاسبه شود.

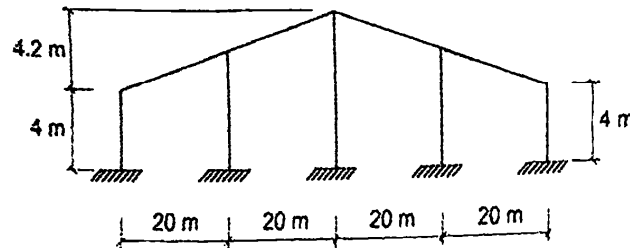
نیروی پشت به باد برابر است با:

$$P = I_w q C_e C_g C_p = 1 \times (0.741 \times 0.772) \times 0.7 \left(\frac{50}{2 \times 12} \right)^{0.3} \times 2 \times 0.5 = 0.5$$



کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۱۶- یک سالن صنعتی متعارف در تبریز واقع شده و قاب‌های آن مطابق شکل نشان داده شده در زیر است. اگر لایه‌های (برلین‌های) این سالن صنعتی از یک مقطع ثابت در نظر گرفته شوند، برای طراحی آنها مقدار بار برف در واحد سطح افقی حدوداً چقدر باید در نظر گرفته شود؟ مقدار بار برف روی بام (P_r)، برابر 1.05 kN/m^2 محاسبه شده است و فاصله لایه‌ها از یکدیگر برابر یک متر فرض شود.



$$1.05 \text{ kN/m}^2 \quad (۱)$$

$$1.55 \text{ kN/m}^2 \quad (۲)$$

$$1.75 \text{ kN/m}^2 \quad (۳)$$

$$2.05 \text{ kN/m}^2 \quad (۴)$$

گزینه ۴ (سطح سوال با توجه به تصویری که در جزوه بارگذاری موجود بود، متوسط)

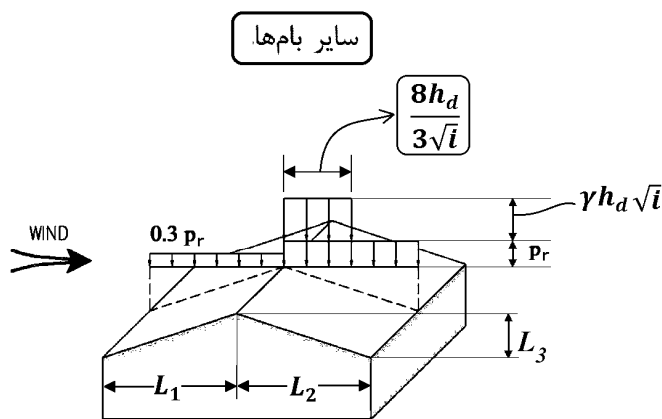
$$h_d = 0.12 \sqrt[3]{l_u^4} \sqrt{100P_g + 50} - 0.5 = 0.12 \sqrt[3]{40^4} \sqrt{100 \times 1.5 + 50} - 0.5 = 1.04 \text{ m}$$

$$\gamma = 0.43P_g + 2.2 = 0.43 \times 1.5 + 2.2 = 2.85 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$i = \frac{L_3}{L_2} = \frac{4.2}{40} = 0.105$$

$$\text{بار برف نامتوازن} = \gamma h_d \sqrt{i} + P_r = 2.85 \times 1.04 \times \sqrt{0.105} + 1.05 = 2.01 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

تصویر زیر در جزوه بارگذاری ویژه نظام موجود بود:

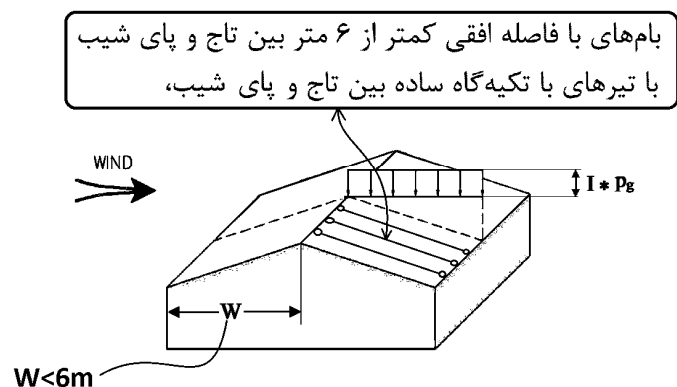


$$l_u: \begin{cases} L_2 < 6\text{m} \rightarrow l_u = 6\text{m} \\ L_2 \geq 6\text{m} \rightarrow l_u = L_1 \end{cases}$$

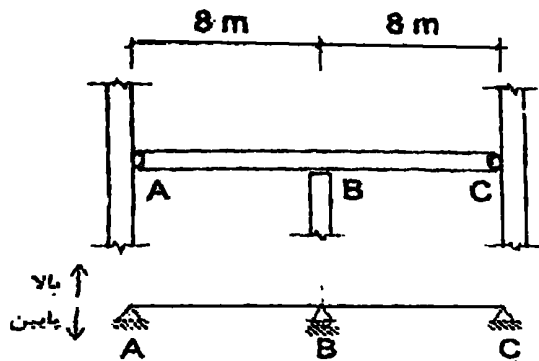
$$i = \frac{L_3}{L_2}$$

$$h_d = 0.12 \sqrt[3]{l_u^4} \sqrt{100 \cdot P_g + 50} - 0.5$$

$$\gamma = 0.43 P_g + 2.2 \quad \text{کیلونیوتن بر متر مکعب}$$



۱۷- در شکل زیر یک تیر پیوسته مربوط به یک کارگاه صنعتی با اسکلت فولادی و سدل ساده‌شده ریاضی از آن نشان داده شده است. چنانچه فقط بار گسترده مرده و زنده مدنظر باشند، با در نظر گرفتن نامناسب‌ترین وضع بارگذاری، در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت، مقاومت برشی موردنیاز (V_u) تیر به ستون در اتصال A وقتی جهت نیروی برشی منتقل شده از تیر به ستون به سمت پایین باشد، چند برابر حالتی است که جهت نیروی برشی منتقل شده از تیر به ستون به سمت بالا باشد؟ بار مرده گسترده روی تیر (شامل وزن تیر) برابر 4 kN/m و بار زنده گسترده روی تیر با توجه به سطح بارگیر و بار گسترده یکنواخت 12 kN/m^2 ، برابر با 36 kN/m فرضی شود.



13 (۱)

15 (۲)

21 (۳)

∞ (۴)

گزینه ۲ (سطح سوال، با توجه به جدید بودن آن سخت)

حالت اول: در صورتی که بار زنده تنها در هانه سمت

راست باشد (ولی بار مرده در هر دو دهانه):

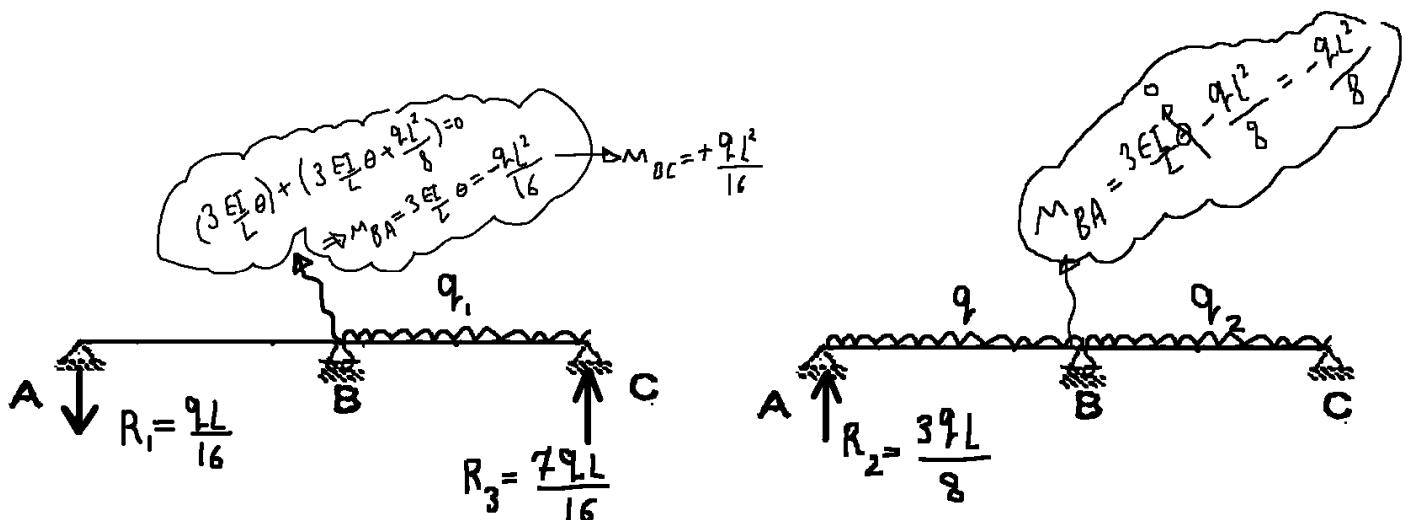
$$V_1 = \frac{(1.6q_L)L}{16} - \frac{3(1.2q_D)L}{8} = \frac{(1.6 \times 36) \times 8}{16} - \frac{3(1.2 \times 4) \times 8}{8} = 14.4 \text{ kN}$$

حالت دوم: در صورتی که بار زنده تنها در هانه سمت

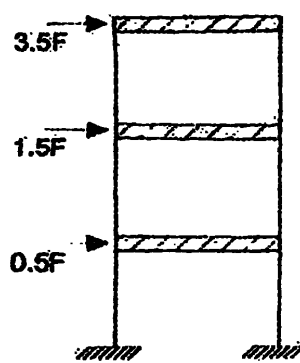
چپ باشد (ولی بار مرده در هر دو دهانه):

$$V_2 = \frac{7(1.6q_L)L}{16} + \frac{3(1.2q_D)L}{8} = \frac{7(1.6 \times 36) \times 8}{16} + \frac{3(1.2 \times 4) \times 8}{8} = 216 \text{ k}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{216}{14.4} = 15$$



۱۸- شکل نشان داده شده مدل ساده شده ای از یک قاب دو بُعدی برشی، تحت بارگذاری جانبی ناشی از زلزله است. تحت بارگذاری نشان داده شده، جابجایی طبقات از پایین به بالا نسبت به پای ستون ها (تکیه گاه ها) به ترتیب d ، $1.5d$ و $2.5d$ محاسبه شده است. در ارتباط با نامنظمی این قاب در ارتفاع، کدام یک از گزینه های زیر حتماً صحیح است؟ منظور از قاب برشی، قابی با اتصالات صلب تیر به ستون و ستون به شالوده است که در آن سختی خمشی، محوری و برشی تیرها و سختی محوری ستون ها بی نهایت فرض می شود.



(۱) طبقه اول نه طبقه نرم محسوب می شود و نه طبقه خیلی نرم

(۲) طبقه دوم سازه طبقه نرم است.

(۳) سازه دارای طبقه خیلی نرم است.

(۴) سازه فاقد نامنظمی سختی جانبی است.

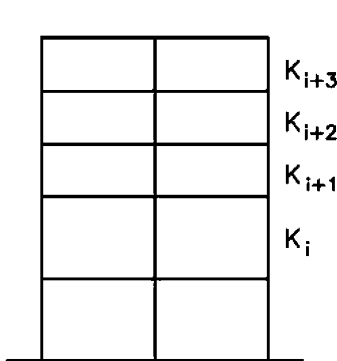
گزینه ۳ (سطح سوال متوسط)

$$K_1 = \frac{F_1}{\Delta_1} = \frac{0.5F + 1.5F + 3.5F}{d} = 5.5 \frac{F}{d}$$

$$K_2 = \frac{F_2}{\Delta_2} = \frac{1.5F + 3.5F}{1.5d - d} = 10 \frac{F}{d}$$

$$K_3 = \frac{F_3}{\Delta_3} = \frac{3.5F}{2.5d - 1.5d} = 3.5 \frac{F}{d}$$

طبقه اول نرم است $\rightarrow K_1 < 0.6K_2$

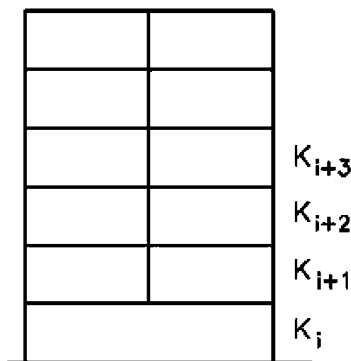


$$K_i < 0.7 K_{i+1}$$

یا

$$K_i < 0.8/3(K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})$$

طبقه نرم

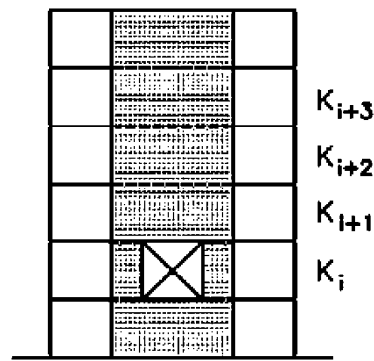


$$K_{i+3}$$

$$K_{i+2}$$

$$K_{i+1}$$

$$K_i$$



$$K_{i+3}$$

$$K_{i+2}$$

$$K_{i+1}$$

$$K_i$$

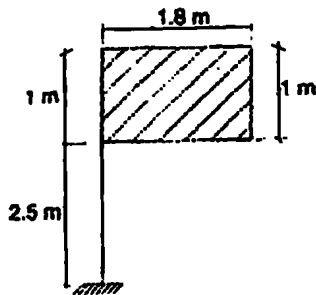
$$K_i < 0.6 K_{i+1}$$

یا

$$K_i < 0.7/3(K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})$$

طبقه خیلی نرم

۱۹- یک تابلوی تبلیغاتی به ابعاد نشان داده شده در شکل زیر در منطقه شهری با سرعت مبنای باد برابر $120 \frac{km}{h}$ نصب شده است. با فرض $C_p C_g = 1$ ، حداکثر لنگر پیچشی ناشی از وزش باد حول محور قائم میله نگهدارنده تابلو بر حسب $kN.m$ به کدام یک از گزینه های زیر نزدیک تر است؟ جهت باد در راستای عمود بر صفحه تابلو بوده و وزش باد به گونه ای است که روی کل سازه اثر دارد.



(۱) 0.7

(۲) 0.6

(۳) 0.5

(۴) 0.4

گزینه ۲

سرعت مبنای باد باید بر اساس متر بر ثانیه در محاسبات منظور شود. و طبق بند زیر از مبحث ششم (متن بند طبق غلط نامه اصلاح شده است):

$$q = 0.000613 \times V^2 = 0.000613 \times \left(120 \times \frac{10^3}{3600}\right)^2 = 0.6811 \frac{kN}{m^2}$$

فشار مبنای باد

۶-۱۰-۳ فشار مبنای باد

فشار مبنای باد بنا به تعریف، فشاری است که باد با سرعتی برابر با سرعت مبنای باد بر سطحی عمود بر جهش وزش باد اعمال می کند. مقدار این فشار برابر با $0.000613V^2$ بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع و V سرعت مبنای باد به متر بر ثانیه است.

همچنین ضریب بادگیری، C_e برای داخل شهر برابر است با:

$$C_e = \max\left(0.7, 0.7 \left(\frac{3.5}{12}\right)^{0.3}\right) = 0.7$$

پس از محاسبه فشار مبنای، فشار باد از رابطه زیر بدست می آید:

$$P = I_w \times q \times C_e C_g C_p = 0.8 \times 0.6811 \times 0.7 \times 1 = 0.38 \frac{kN}{m^2}$$

گشتاور پیچشی برابر خواهد بود با:

$$M = P \times A \times e = 0.38 \times (1.8 \times 1) \times 0.9 = 0.61 kN.m$$

۶-۱۰-۲ فشار ناشی از باد بر ساختمان ها و سازه ها

فشار خارجی یا مکش تحت باد بر روی جز یا کل سطح یک ساختمان باید با استفاده از رابطه ذیل بدست آید.

$$p = I_w q C_e C_g C_p \quad (۶-۱۰-۱)$$

- توجه: فشار باد $38 \frac{kg}{m^2} = 0.38 \frac{kN}{m^2}$ برای یک منطقه باد خیز (سرعت باد $120 \frac{km}{h}$) عدد بسیار کمی می باشد و غیر منطقی هست. در مناطق باد خیز فشار باد اعدادی بالای $100 \frac{kg}{m^2}$ بدست می آید و برای مهندسی که تجربه طراحی دارند، عدد بدست آمده، عدد بسیار کمی بوده و قابل قبول نیست.

۲۰- در یک ساختمان فولادی ۴ طبقه با اهمیت خیلی زیاد و کاملاً منظم از سیستم قاب خمشی فولادی متوسط در هر دو امتداد ساختمان استفاده شده است. تغییر مکان جانبی طبقه سوم و دوم ناشی از زلزله طرح (با احتساب ضریب نامعینی برابر یک) به روش استاتیکی معادل در مرکز جرم طبقات ساختمان به ترتیب برابر ۵۰ و ۲۵ میلی متر محاسبه شده است. اگر ارتفاع طبقه سوم برابر ۴ متر باشد، براساس این اطلاعات تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی این طبقه چه مقدار بوده و آیا در حد مجاز است؟ اثر $P-\Delta$ منظور شده است و طراحی ساختمان به روش ضرایب بار و مقاومت مدنظر است.

- (۱) ۲۵ میلی متر، در حد مجاز است. (۲) ۵۰ میلی متر، در حد مجاز نیست.
(۳) ۸۰ میلی متر، در حد مجاز است. (۴) ۱۰۰ میلی متر، در حد مجاز است.

گزینه ۴ (سطح سوال آسان)

$$\Delta_M = C_d \Delta_{eu} = 4 \times (50 - 25) = 100 \text{ mm} \leq \Delta_a = 0.025h = 0.025 \times 4000 = 100 \text{ mm} \quad OK$$

۳-۵ تغییر مکان جانبی نسبی طبقات

۳-۵-۱ تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه، که اختلاف بین تغییر مکان‌های جانبی واقعی مراکز جرم کف‌های بالا و پایین آن طبقه است، نباید از مقدار مشخصی که در این بند تعیین شده، تجاوز نماید. این تغییر مکان تنها با استفاده از تحلیل غیرخطی سازه قابل محاسبه است، ولی می‌توان آن را با تقریب خوبی از رابطه زیر به دست آورد:

$$\Delta_M = c_d \cdot \Delta_{eu} \quad (۳-۱۱)$$

در این رابطه:

Δ_M = تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی و یا تغییر مکان نسبی واقعی طبقه

C_d = ضریب بزرگنمایی مطابق جدول (۳-۴)

Δ_{eu} = تغییر مکان جانبی نسبی طبقه زیر اثر زلزله طرح، مطابق رابطه (۳-۱)

۳-۵-۲ مقدار Δ_M که با منظور کردن اثر $P-\Delta$ در محاسبه Δ_M به دست می‌آید نباید از مقدار مجاز Δ_a زیر تجاوز نماید.

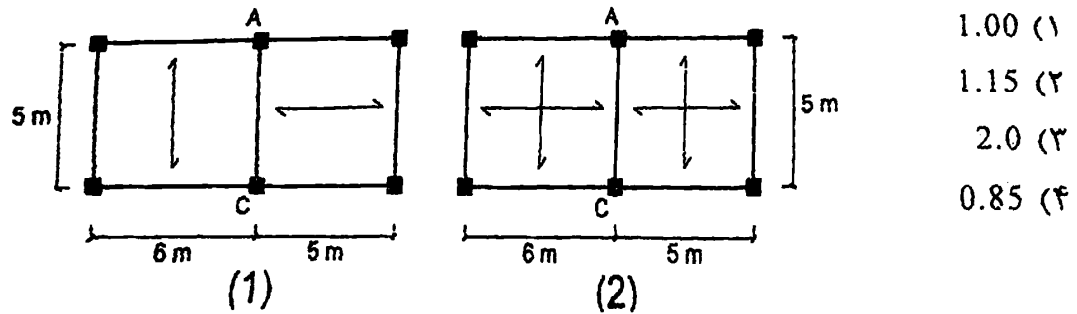
$\Delta_a = 0.025h$ - در ساختمان‌های تا ۵ طبقه

$\Delta_a = 0.020h$ - در سایر ساختمان‌ها

در این روابط h ارتفاع طبقه است.

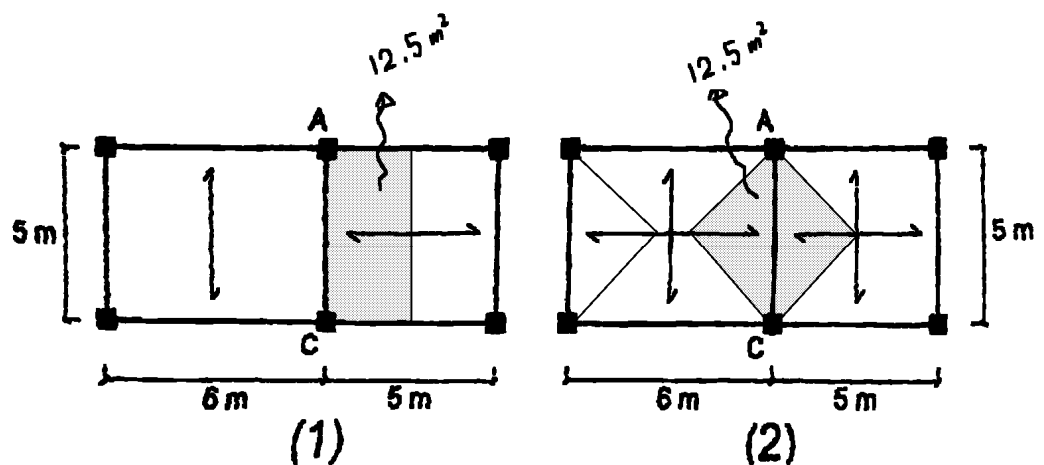
کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۲۱- شکل‌های زیر قسمتی از پلان یک ساختمان مسکونی فولادی می‌باشد. در هر دو شکل بار مرده کف برابر $5.5 \frac{kN}{m^2}$ و بار زنده کاهش نیافته برابر $2 \frac{kN}{m^2}$ می‌باشد. براساس فقط همین بارهای گسترده یکنواخت، در صورتی که بیشترین مقدار کل بارهای ثقلی وارد بر تیر AC در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت، با در نظر گرفتن کاهش بار زنده در حالت سقف یک طرفه و دو طرفه به ترتیب برحسب kN برابر Q_1 و Q_2 باشد، نسبت Q_1/Q_2 به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ تیر AC مربوط به طبقات غیر از بام بوده و وزن کلیه اعضا و اجزاء سازه‌ای در بار مرده کف لحاظ شده است. از اثر بُعد ستون صرف‌نظر شود.



گزینه ۱ (سطح سوال آسان)

با توجه به اینکه سطح بارگیر دو تیر با هم برابر است، نیروی کل وارد بر آنها نیز برابر خواهد بود.



کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۲۲- برای شناسایی ژئوتکنیکی زمین یک ساختمان منفرد با سطح اشغال 500 مترمربع که برای ساخت آن نیاز به گودبرداری به عمق 8 متر بوده و ساختمان پس از ایجاد گودبرداری ساخته خواهد شد، حداقل چند گمانه الزامی است؟ اهمیت ساختمان زیاد و زمین مناسب با لایه‌بندی ساده فرض شود. همچنین زمین محل احداث ساختمان صاف (بدون شیروانی) است.

5 (۴)

4 (۳)

3 (۲)

2 (۱)

گزینه ۴ (سطح سوال آسان)

سه گمانه + دو گمانه

۷-۲-۳-۴ چنانچه گمانه زنی به منظور ساخت یک ساختمان منفرد انجام می‌شود:

الف- فاصله گمانه‌ها باید در حدود ۱۵ الی ۶۰ متر باشد.

ب- استفاده از جدول ۷-۲-۱ با توجه به اهمیت ساختمان‌ها مبنا قرار گیرد.

جدول ۷-۲-۱ جدول حداقل تعداد گمانه

مساحت	اهمیت ساختمان	شرایط زیرسطحی	تعداد گمانه
یک ساختمان منفرد با سطح اشغال کمتر از ۳۰۰ متر مربع	خیلی زیاد و زیاد	لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۲
		لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۳
	متوسط	لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۱
		لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۲
	کم	زمین مناسب یا نامناسب	۱
		لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۳
یک ساختمان منفرد با سطح اشغال ۳۰۰ الی ۱۰۰۰ مترمربع	خیلی زیاد و زیاد	لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۵
		لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۲
	متوسط	لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۳
		زمین مناسب	۱
	کم	زمین نامناسب	۲
		زمین مناسب	۱

پ- در استفاده از جدول بالا باید نکات ذیل مد نظر قرار گیرد

پ-۳ در صورتیکه ساختمان مورد نظر پس از ایجاد گودبرداری عمیق احداث شود، تعدادی گمانه برای گودبرداری نیز باید به تعداد گمانه‌های بالا اضافه شود.

جدول ۷-۲-۲ حداقل تعداد گمانه اضافی در گودبرداری‌ها

مساحت	عمق گود کمتر از ۱۰ متر	عمق گود ۱۰ تا ۲۰ متر
یک ساختمان تکی با سطح اشغال حداکثر ۳۰۰ متر مربع	۱ گمانه	۲ یا ۳
ساختمان با مساحت ۳۰۰ الی ۱۰۰۰ مترمربع	۲ گمانه	۳ یا ۴

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۲۳- فرض کنید برای ساخت یک ساختمان، گودبرداری با دیوار قائم صورت گرفته است. اگر نسبت عمق گود به عمق بحرانی برابر ۳، عمق گود از تراز صفر برابر ۱۵ متر و عمق گود از تراز زیر پی همسایه برابر ۱۰ متر باشد، خطر گود کدام یک از گزینه‌های زیر خواهد بود؟

(۲) معمولی

(۱) قابل تعیین نیست.

(۴) زیاد

(۳) بسیار زیاد

گزینه ۳ (سطح سوال آسان)

$$\frac{h}{h_c} = 3 > 2 \rightarrow \text{بسیار زیاد}$$

$$\text{زیاد} \rightarrow 15m = \text{عمق گود از تراز صفر}$$

$$\text{زیاد} \rightarrow 10m = \text{عمق گود از زیر پی همسایه}$$

۷-۳-۴ ارزیابی خطر گود

ارزیابی خطر گود به منظور واگذاری طراحی گودبرداری و تفویض مسئولیت‌ها به مرجع ذیصلاح که در بندها مشخص می‌شود انجام می‌گردد.

۷-۳-۴-۱ جهت ارزیابی خطر گود قائم لازم است هر سه شرط تعیین شده برای هر دسته در جدول ۷-۳-۱ برقرار باشد. در صورتی که هر سه شرط مذکور با هم برقرار نباشد، خطر گود با توجه به شرطی تعیین می‌شود که خطر بیشتر را تعیین می‌کند. عمق h_c از رابطه ۷-۳-۱ محاسبه می‌شود.

$$h_c = \frac{\gamma_c}{\gamma \sqrt{K_a}} - \frac{q}{\gamma} \quad (۷-۳-۱)$$

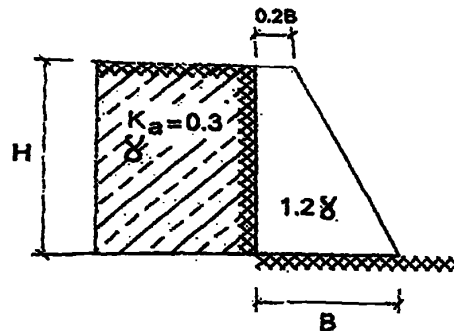
جدول ۷-۳-۱ ارزیابی خطر گود با دیوار قائم

مقدار $\frac{h}{h_c}$	عمق گود از تراز صفر	عمق گود از زیر پی همسایه	خطر گود
کمتر از ۰/۵	کمتر از ۶ متر	صفر	معمولی
بین ۰/۵ تا ۲	بین ۶ تا ۲۰ متر	بین صفر تا ۲۰ متر	زیاد
بیشتر از ۲	بیشتر از ۲۰ متر	بیشتر از ۲۰ متر	بسیار زیاد

h عمق گود مورد نظر است و h_c عمق بحرانی بر اساس تخمین اولیه C و ϕ به دست آید.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۲۴- دیوار حایل وزنی با وزن مخصوص 1.2γ مطابق شکل جهت نگهداری خاک با وزن مخصوص γ در شرایط استاتیک در نظر گرفته شده است. در صورتی که پی دیوار جزئی از آن باشد، حداقل بُعد B برای کنترل واژگونی با فرض فشار محرک در طراحی به روش تنش مجاز به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ از نیروی اصطکاک بین خاک پشت دیوار و دیوار صرف‌نظر شود.



$$B = 0.36H \quad (۱)$$

$$B = 0.4H \quad (۲)$$

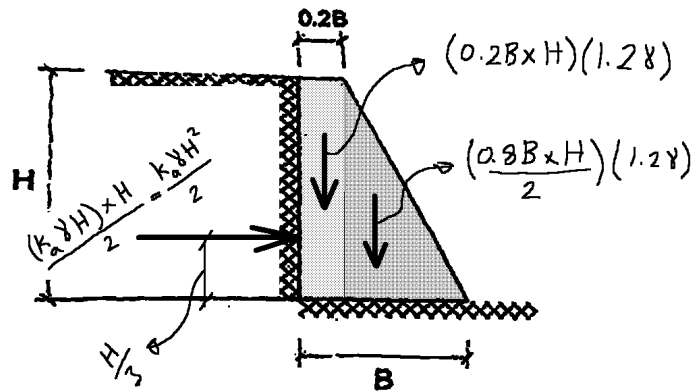
$$B = 0.46H \quad (۳)$$

$$B = 0.52H \quad (۴)$$

$$M_o = \frac{k_a \gamma H^2}{2} \times \frac{H}{3} = \frac{\gamma H^3}{20}$$

$$M_r = (0.2BH)(1.2\gamma) \times 0.9B + \left(\frac{0.8BH}{2}\right)(1.2\gamma) \times \left(\frac{2}{3} \times 0.8B\right) = 0.472B^2H\gamma$$

$$\frac{M_r}{M_o} \geq 2 \quad \rightarrow \quad 0.472B^2H\gamma \geq 2 \times \frac{\gamma H^3}{20} \quad \rightarrow \quad B \geq 0.46H$$



کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۲۵- براساس روش‌های معتبر، بار فشاری طراحی یک شمع استوانه‌ای قائم منفرد برابر 2150 kN به دست آمده است که ۳۰ درصد آن ناشی از مقاومت نوک شمع و ۷۰ درصد آن ناشی از مقاومت اصطکاکی جداری شمع است. در صورت عدم وجود آب در زمین در طول شمع و عدم انجام آزمایش بارگذاری استاتیکی کششی، براساس این اطلاعات، حداکثر بار مجوری کششی طراحی همین شمع بدون احتساب وزن آن را در بهترین شرایط چه مقدار می‌توان لحاظ کرد؟ انتخاب نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ مدنظر است.

۱۵۰۵ kN (۲)

۱۲۸۰ kN (۱)

۱۸۳۰ kN (۴)

۱۶۷۰ kN (۳)

گزینه ۱ (سطح سوال آسان)

با توجه به توضیحات ارائه شده در متن سوال، مقاومت اصطکاک جداری شمع تحت نیروی فشاری برابر است با:

$$0.7 \times 2150 = 1505 \text{ kN} = \text{مقاومت اصطکاک جداری تحت فشار}$$

با توجه به بندهای زیر مقاومت کششی شمع برابر است با:

$$R_t = W_t + F_s - U_{uplit}$$

در صورت سوال اشاره شده بدون احتساب وزن و بنابراین $W_t=0$ می‌باشد. و از طرفی آب زیرزمینی نداریم و بنابراین $U_{uplit} = 0$ خواهد بود:

$$R_t = F_s = 0.85 \times 1505 = 1279 \text{ kN}$$

۷-۶-۳ شمع‌های کششی

۷-۶-۳-۱ برای آنکه یک شمع، بارهای طراحی را با ایمنی مناسبی در مقابل گسیختگی کششی تحمل نماید، باید نامساوی زیر در همه حالات حدی نهایی و برای کلیه ترکیبات بارگذاری برقرار باشد:

$$R_t \geq F_t \quad (۷-۶-۳)$$

۷-۶-۳-۲ در تعیین ظرفیت باربری شمع‌های کششی، دو نوع ساز و کار گسیختگی باید در نظر گرفته شود:

الف- بیرون آمدن شمع‌ها از زمین به صورت منفرد

ب- بالا آمدن بلوک زمین حاوی گروه شمع

۷-۶-۳-۳ نیروی مقاوم کششی، چه در حالت منفرد و چه در حالت گروهی، با استفاده از رابطه (۷-۶-۳) محاسبه می‌شود:

$$R_t = W_t + F_s - U_{uplift} \quad (۷-۶-۳)$$

در این رابطه:

W_t = وزن شمع‌ها و وزن بلوک خاک (در گروه شمع)

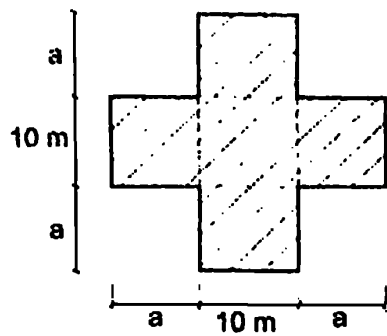
F_s = مقاومت اصطکاک جداری شمع و خاک یا مقاومت برشی خاک در مرز بلوک خاک (در گروه شمع)

U_{uplift} = برآیند نیروهای رو به بالای طراحی ناشی از فشار آب بالا برنده در زیر بلوک خاک.

۷-۶-۳-۶ مقاومت اصطکاک جداری کششی شمع‌های منفرد ۰/۷ تا ۰/۸۵ اصطکاک جداری شمع در حالت فشاری لحاظ شود، مگر آنکه آزمایش بارگذاری استاتیکی کششی انجام شده باشد.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۲۶- برای ساخت یک ساختمان بنایی محصور شده با کلاف از پلان شکل زیر استفاده شده است. حداکثر مقدار قابل قبول برای a بر حسب متر برای آنکه در این پلان به درز انقطاع نیاز نباشد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟



(۱) 7.5

(۲) 5

(۳) $\frac{10}{3}$

(۴) 2

گزینه ۲ (سطح سوال سخت)

$$\left. \begin{array}{l} \text{الف} \rightarrow 2a + 10 \leq 25m \rightarrow a \leq 7.5m \\ \text{پ ۱} \rightarrow a \leq \frac{1}{5} \times 10m = 2m \quad \text{اگر پیش آمدگی تلقی شود} \\ \text{پ ۲} \rightarrow 10 > \frac{1}{2} \times (10 + 2a) \rightarrow a < 5 \rightarrow \text{پیش آمدگی تلقی نمیشود} \end{array} \right\}$$

۸-۵-۵ طرح و اجرا

۸-۵-۵-۱ الزامات عمومی

پلان ساختمان باید واجد خصوصیات زیر باشد:

الف) طول ساختمان از سه برابر عرض آن یا ۲۵ متر بیشتر نباشد.

ب) نسبت به هر دو محور اصلی تقریباً قرینه باشد.

پ) پیشامدگی‌های آن الزامات زیر را برآورده نماید:

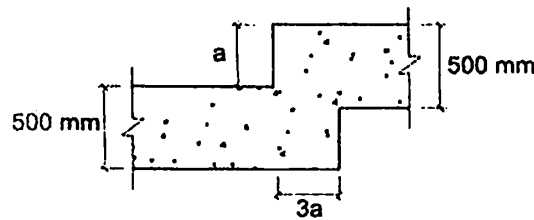
۱- اندازه پیشامدگی در هر راستایی نباید از یک پنجم بُعد ساختمان در همان راستا بیشتر باشد و علاوه بر آن بعد دیگر پیشامدگی نباید از مقدار پیشامده کمتر باشد.

۲- چنانچه اتصال قسمت پیشامده با ساختمان، بیش از نصف بُعد ساختمان در آن راستا باشد، این قسمت پیشامدگی تلقی نمی‌شود و در این صورت محدودیتی برای بُعد دیگر وجود ندارد مشروط بر آن که پلان ساختمان به طور نامناسبی نامتقارن نگردد.

در صورت نداشتن هر یک از الزامات فوق، باید با ایجاد درز انقطاع، ساختمان را به قطعات مناسب تقسیم نمود، به گونه‌ای که هر قطعه واجد شرایط یاد شده باشد. لازم نیست که درز انقطاع در شالوده ساختمان امتداد یابد.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۲۷- قرار است یک ساختمان بنایی محصور شده با کلاف در یک زمین شیب دار ساخته شود. اگر برای ساخت این ساختمان استفاده از شالوده پلکانی ضرورت داشته باشد، در این صورت در این مقطع مطابق شکل زیر کمترین و بیشترین مقدار قابل قبول برای a به کدام یک از گزینه های زیر نزدیک تر است؟



(۱) حداقل 200 mm و حداکثر 300 mm

(۲) حداقل 300 mm و حداکثر 600 mm

(۳) حداقل 150 mm و حداکثر 300 mm

(۴) حداقل 250 mm و حداکثر 500 mm

گزینه ۱ (سطح سوال آسان)

$$\begin{cases} 3a \geq 600mm & \rightarrow a \geq 200mm \\ \text{کنترل ارتفاع پله} & \rightarrow a \leq 300 \end{cases} \rightarrow \text{الف}$$

۸-۵-۵ شالوده

رعایت ضوابط زیر برای شالوده ها الزامی است:

الف) شالوده ها باید در یک تراز ساخته شوند و هر گاه احداث شالوده به هر دلیل در یک تراز ممکن

نباشد، هر بخشی از شالوده باید به صورت افقی در یک تراز قرار گیرد.

ب) ساخت شالوده شیب دار به هیچ وجه مجاز نیست. در زمین های شیب دار چنانچه ساخت

شالوده ساختمان در یک تراز ممکن نباشد باید از شالوده های پلکانی استفاده شود، به طوری

که این شالوده ها در جهت افقی حداقل ۶۰۰ میلی متر همپوشانی داشته و ارتفاع هر پله نباید

بیش از ۳۰۰ میلی متر باشد.

پ) برای دیوارهای باربر، عرض شالوده نواری باید حداقل ۱/۵ برابر عرض کرسی چینی و عمق آن

حداقل ۵۰۰ میلی متر باشد.

ت) شالوده دیوارها باید با استفاده از بتن یا حداقل شفته آهکی با عیار ۳۵۰ کیلوگرم آهک در متر

مکعب شفته و یا سنگ لاشه با یکی از ملات های گل- آهک، ماسه- سیمان- آهک (باتارد) و

یا ماسه- سیمان ساخته شود.

ث) در مناطق سردسیر و دارای یخبندان تراز روی شالوده حداقل ۴۰۰ میلی متر زیر سطح زمین

قرار گیرد.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۲۸- در ساختمان‌های با مصالح بنایی چنانچه از میلگرد به قطر ۸ میلی‌متر به‌عنوان میلگرد برای بازشویی به طول ۸۰۰ میلی‌متر استفاده شود، حداقل تعداد میلگرد و حداقل طول کل هر یک از میلگردهای افقی در بالای بازشو به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

۲) ۲ عدد و ۱.۲ متر

۱) ۲ عدد و ۱.۱۲ متر

۴) ۳ عدد و ۱.۵ متر

۳) ۳ عدد و ۲ متر

گزینه ۴ (سطح سوال متوسط)

$$n \times \left(\pi \times \frac{8^2}{4} \right) = 130 \text{ mm}^2 \rightarrow n = 2.6 \rightarrow \text{سه عدد}$$

$$L = 800 + 2 \times \text{Min}(600, 40 \times 8) = 1440 \text{ mm}$$

۸-۳-۱-۲۲ میلگرد بازشوها

حداقل میلگرد افقی و قائم برای بالا و پایین و اطراف بازشوها ۱۳۰ میلی‌متر مربع می‌باشد که میلگردهای افقی باید حداقل بطول کمترین عدد از دو مقدار «۶۰۰ میلی‌متر» و «۴۰» برابر قطر میلگرد» بعد از بازشو امتداد یابند. در صورت استفاده از کلاف‌ها، باید طرفین بازشو را با تعبیه کلاف‌های قائم که به کلاف‌های افقی بالا و پایین آن طبقه متصل می‌شوند و همچنین با مهار نعل‌درگاه بازشو در کلاف‌های قائم طرفین تقویت کرد.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۲۹- در یک دیوار با مصالح بنایی که به صورت دو جداره میان تهی می باشد، یکی از جداره ها دارای ضخامت برابر ۲۲۰ میلی متر و جداره دیگر دارای ضخامت برابر ۱۰۵ میلی متر است. در صورتی که یک طرف دیوار تحت اثر بار محوری باشد، ضخامت مؤثر این دیوار میان تهی به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟

۲) ۲۲۰ میلی متر

۱) ۲۴۵ میلی متر

۴) ۱۰۵ میلی متر

۳) ۳۲۵ میلی متر

گزینه ۱ (سطح سوال متوسط)

$$t_e = \sqrt{220^2 + 105^2} = 243.7 \text{ mm}$$

۸-۳-۱-۲۰ ابعاد هندسی مؤثر در دیوارها و ستونها

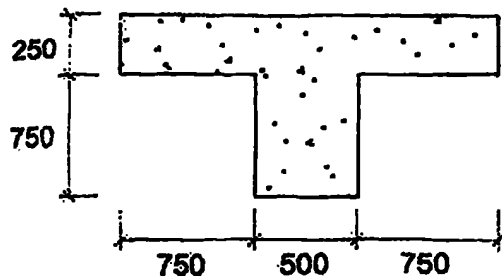
۸-۳-۱-۲۰-۱ ضخامت مؤثر

ضخامت مؤثر دیوارها و ستونها در سازه های بنایی در بندهای الف تا ت ارائه شده است.

پ) دیوارهای میان تهی

اگر هر دو جدار از دیوارهای میان تهی، به طور محوری بارگذاری شده باشد، هر جدار باید برای عملکرد مستقل در نظر گرفته شود. ضخامت مؤثر هر جدار در قسمت الف آورده شده است. اگر یک جدار تحت بار محوری باشد، ضخامت مؤثر دیوار میان تهی از ریشه دوم مجموع مربعات ضخامت های مشخصه جدارها بدست می آید. اگر یک دیوار میان تهی تک جداره یا چند جداره باشد و هر دو طرف تحت بار محوری باشند، هر طرف دیوار میان تهی، باید برای عملکرد مستقل، در نظر گرفته شود و ضخامت مؤثر هر طرف طبق قسمت های الف وب خواهد بود. اگر یک طرف دیوار تحت بار محوری باشد، ضخامت مؤثر دیوار میان تهی، ریشه دوم مجموع مربعات ضخامت های مشخصه دو طرف خواهد بود.

۳۰- در شکل زیر مقطع یک تیر بتنی T شکل مجزا نشان داده شده است. فرض کنید از بال این تیر برای تأمین سطح فشاری اضافی استفاده خواهد شد. در خصوص این مقطع کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.

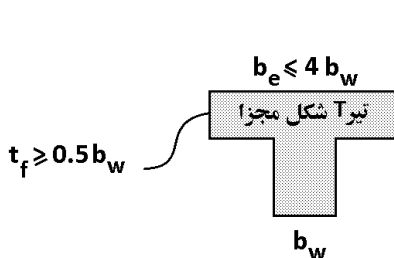


- (۱) مقطع قابل قبول نیست، چون ضخامت بال کمتر از مقدار مجاز است.
- (۲) مقطع قابل قبول نیست، چون عرض بال تیر بیش از مقدار مجاز است.
- (۳) مقطع قابل قبول نیست، چون عرض جان تیر بیش از مقدار مجاز است.
- (۴) مقطع قابل قبول است.

گزینه ۴ (سطح سوال آسان)

$$b_e = 2000 \text{ mm} \leq 4 \times 500 \quad \text{OK}$$

$$t_f = 250 \text{ mm} \geq 0.5 \times 500 \quad \text{OK}$$



۹-۱۴-۶-۴ در تیرهای T شکل مجزا که از بال آنها برای تأمین سطح فشاری اضافی استفاده می‌شود، ضخامت بال نباید کمتر از نصف عرض جان تیر باشد. در این تیرها عرض موثر بال نباید بیشتر از چهار برابر عرض جان تیر اختیار شود.

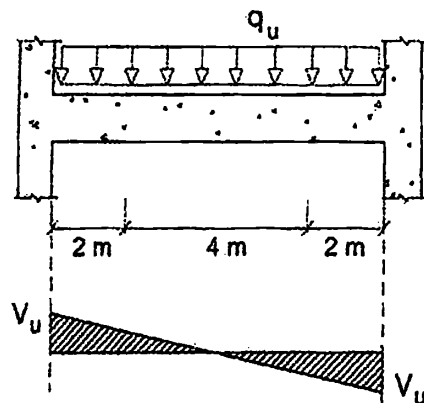
۹-۱۴-۶-۵ در مواردی که میلگردهای اصلی خمشی در دالی که به عنوان بال تیر T در نظر گرفته شده است موازی تیر باشند، میلگردهایی عمود بر تیر باید مطابق ضوابط (الف) و (ب) این بند، در دال قرار داده شود. سیستم تیرچه‌های بتنی که مشمول مقررات بند ۹-۱۴-۶-۲ هستند، از این ضابطه مستثنی می‌باشند.

الف- میلگردهای عرضی عمود بر تیر باید برای تحمل بارهای نهایی وارد بر بال و یا فرض عملکرد طره‌ای دال طراحی شوند. در تیرهای T شکل مجزا تمام عرض بال طره‌ای و در سایر تیرها عرض موثر بال در این طراحی منظور می‌شوند.

ب- فاصله میلگردهای عرضی عمود بر تیر نباید از پنج برابر ضخامت دال و نه از ۳۵۰ میلی‌متر بیشتر اختیار شود.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۳۱- در شکل زیر نمودار نیروی برشی یک تیر بتنی با مقطع $600 \times 600 \text{ mm}$ و با عمق مؤثر 530 mm نشان داده شده است. قرار است در حد فاصل بر داخلی تکیه‌گاه‌ها تا دو متر به سمت وسط دهانه، از خاموت‌های بسته با قطر و فاصله یکسان استفاده شود. حداقل نیروی برشی محاسباتی برای طراحی این نواحی (دو متر از بر داخلی تکیه‌گاه‌ها) در برابر برش به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید این تیر غیرلرزه‌ای بوده و رعایت الزامات لرزه‌ای مدنظر نیست. همچنین فرض نمائید در فاصله دو متر از بر داخلی تکیه‌گاه‌ها به سمت وسط دهانه به آرماتور برشی نیاز است.



(۱) V_u

(۲) $0.87V_u$

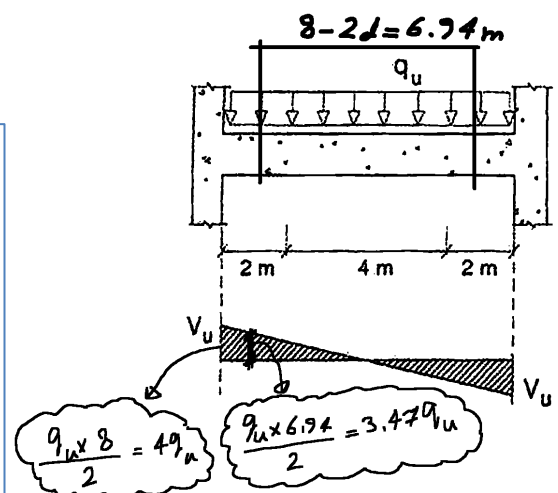
(۳) $0.7V_u$

(۴) $0.75V_u$

گزینه ۲ (سطح سوال متوسط)

برش تحت بار ثقیل به فاصله d از بر تکیه‌گاه محاسبه می‌شود. مطابق شکل زیر برش در بر تکیه‌گاه برابر $V_u = 4q_u$ می‌باشد. در حالیکه طراحی تیر می‌تواند بر اساس برشی برابر با $3.47q_u$ انجام شود. با توجه به شکل، برش در بر ستون V_u می‌باشد و بنابراین در فاصله d از بر ستون برابر خواهد بود با:

$$V_{\text{فاصله } d \text{ از بر ستون}} = \frac{3.47}{4} V_u = 0.8675 V_u$$



۹-۱۵-۵ ضوابط کلی طراحی برای برش

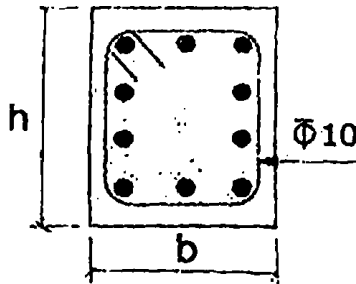
۹-۱۵-۳ مقدار V_u در تکیه‌گاه‌ها را می‌توان طبق بند ۹-۱۵-۴ کاهش داد، مشروط بر آنکه:

(الف) عکس‌العمل تکیه‌گاه در امتداد برش اعمال شده در نواحی انتهایی عضو ایجاد فشار کند.

(ب) هیچ بار متمرکزی در فاصله بین بر داخلی تکیه‌گاه تا محل مقطع بحرانی، مطابق بند ۹-۱۵-۴ وارد نشود.

۹-۱۵-۴ تمامی مقاطعی را که در فاصله‌ای کمتر از d از بر داخلی تکیه‌گاه قرار دارند می‌توان برای همان برش V_u که در مقطع به فاصله d (مقطع بحرانی) وجود دارد، طراحی کرد.

۳۲ فرض کنید در یک پیر بتنی طراحی برای برش و پیچش الزامی بوده و مقدار سطح مقطع آرماتور برشی مورد نیاز برابر $690 \text{ mm}^2/\text{m}$ و مقدار سطح مقطع آرماتور پیچشی مورد نیاز برابر $690 \text{ mm}^2/\text{m}$ است. اگر برای این تیر از خاموت‌های بسته به قطر 10 mm استفاده شود، بدون توجه به سایر الزامات از جمله الزامات لرزه‌ای، حداکثر فاصله قابل قبول این خاموت‌های بسته به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ پوشش بتن برابر 60 میلی‌متر ، میلگردها از رده S340 و بتن از نوع C25 فرض شود.

(۱) 60 mm (۲) 75 mm (۳) 120 mm (۴) 150 mm

گزینه ۲ (سطح سوال آسان)

محاسبه حجم خاموت لازم (محاسباتی)

$$\frac{A_v}{s} + \frac{2A_t}{s} = 690 + 2 \times 690 = 2070 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

قطر خاموت قرار داده شده برابر 10 میلی‌متر بوده و شامل دو ساق می‌باشد و بنابراین برای تامین مقدار فوق باید خاموت با فواصل زیر قرار داده شود:

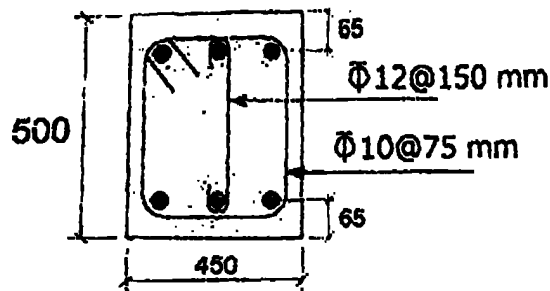
$$\frac{2(\pi \times 5^2)}{s} \geq 2070 \quad \rightarrow \quad s \leq 0.075 \text{ m} = 75 \text{ mm}$$

کنترل حداقل فواصل:

با توجه به اینکه ابعاد تیر ارائه نشده امکان کنترل حداقل ها را نداریم.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۳۲- مقطع نشان داده شده در شکل زیر مربوط به یک تیر بتنی درجا بوده که در آن بتن از نوع C30 معمولی و فولاد خاموت‌ها از نوع S400 است. اگر از آثار لنگر خمشی و نیروی محوری بر روی نیروی برشی مقاوم مقطع صرف نظر شود، بدون توجه به الزامات لرزه‌ای، حداکثر نیروی برشی مقاوم مقطع به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (در شکل ابعاد به میلی‌متر است)



(۱) 406 kN

(۲) 526 kN

(۳) 560 kN

(۴) 954 kN

گزینه ؟ (سطح سوال با توجه به تکراری بودن متوسط)

$$A_{\phi 10} = 78.5 \text{ mm}^2$$

$$A_{\phi 12} = 113 \text{ mm}^2$$

$$\left. \begin{aligned} V_c &= 0.2 \times 0.65 \times \sqrt{30} (450 \times 435) = 139.4 \text{ kN} \\ V_s &= \frac{A_v}{s} d F_{yd} = \left(\frac{78.5 \times 2}{75} + \frac{113}{150} \right) \times 435 \times 0.85 \times 400 = 421 \text{ kN} \end{aligned} \right\} V = 560.4 \text{ kN}$$

کنترل مقاومت برشی حداکثر:

$$(V_r = V_c + V_s = 560.4 \text{ kN}) < (0.25 f'_{cd} b_w d = 0.25 \times 0.65 \times 30 \times 450 \times 435) = 954 \text{ kN} \quad OK$$

کنترل فاصله خاموت‌ها:

۱-۴-۶-۱۵-۹ فاصله بین خاموت‌های برشی عمود بر محور عضو نباید از $\frac{d}{4}$ بیشتر باشد.
 ۳-۴-۶-۱۵-۹ در صورتی که مقدار V_u بیشتر از $0.125 \phi_c f'_c b_w d$ باشد، حداکثر فواصل داده شده در بندهای ۱-۴-۶-۱۵-۹ و ۲-۴-۶-۱۵-۹ باید به نصف تقلیل داده شوند.

فواصل خاموت‌های با قطر 12 mm برابر 150 mm می‌باشد که بیش از $\frac{d}{4} = \frac{435}{4} = 108.75 \text{ mm}$ می‌باشد و بنابراین برش وارد شده نباید بیش از مقدار زیر باشد:

$$V_u < 0.125 f'_{cd} b_w d = 477 \text{ kN}$$

دو حالت پیش می‌آید:

۱- طراح از وجود سنجاق 12 mm صرف نظر کند (چون محدودیت $d/4$ را رعایت نکرده است) که در این صورت مقاومت برشی مقطع برابر خواهد بود با:

$$\left. \begin{aligned} V_c &= 0.2 \times 0.65 \times \sqrt{30} (450 \times 435) = 139.4 \text{ kN} \\ V_s &= \frac{A_v}{s} d F_{yd} = \left(\frac{78.5 \times 2}{75} \right) \times 435 \times 0.85 \times 400 = 309.6 \text{ kN} \end{aligned} \right\} V = 449 \text{ kN}$$

۲- طراح از وجود سنجاق 12 mm صرف نظر نکند که در این صورت مقاومت برشی مقطع حداکثر می‌تواند برابر مقدار زیر در نظر گرفته شود:

$$V_u < 0.125 f'_{cd} b_w d = 477 \text{ kN}$$

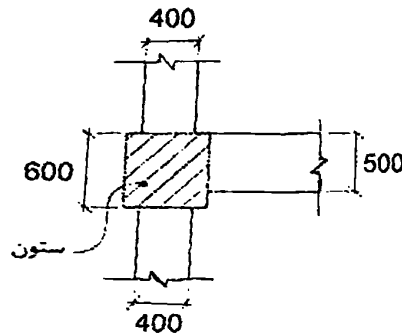
مقاومت برشی مقطع برابر است با:

$$V_r = \text{Max} (449, 477) = 477 \text{ kN}$$

مقدار فوق به گزینه ۲ نزدیک می‌باشد و بنابراین گزینه ۲ می‌تواند صحیح باشد.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۳۴- حداکثر نیروی برشی مقاوم نهایی اتصال شکل زیر در امتداد محور طولی تیر به عرض 500 میلی‌متر (V_r) با فرض v_c برابر 0.7 MPa به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ ارتفاع تیرها برابر 500 میلی‌متر و ابعاد مقطع ستون برابر 600×600 میلی‌متر می‌باشد. فرض نمائید اتصال مذکور مربوط به یک قاب خمشی ویژه بوده و در آن کلیه الزامات آرماتورگذاری رعایت شده است.



(۱) 2268 kN

(۲) 2100 kN

(۳) 1890 kN

(۴) 1575 kN

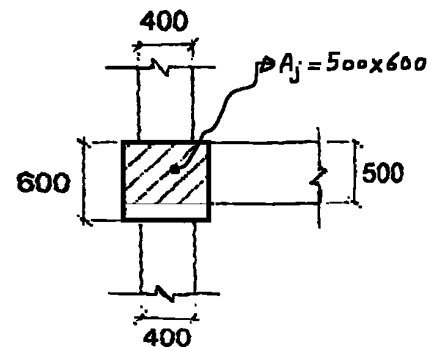
گزینه ۴ (سطح سوال با توجه به تکراری بودن آن آسان)

عرض تیرها برابر 400 mm می‌باشد که کمتر از سه چهارم بعد ستون می‌باشد:

$$400 \text{ mm} < \frac{3}{4} \times 600 \text{ mm} \rightarrow \text{تیرها محصور کننده نیستند}$$

بنابراین مقاومت برشی اتصال از رابطه اول محاسبه می‌شود:

$$V_r = 7.5 A_j v_c = 7.5 \times (500 \times 600) \times 0.7 = 1575 \text{ kN}$$



۹-۲۳-۴ ضوابط ساختمان‌های با شکل‌پذیری زیاد

۹-۲۳-۴-۴ اتصالات تیر به ستون در قاب‌ها

۹-۲۳-۴-۱ ضوابط کلی طراحی

۹-۲۳-۴-۴-۱ نیروی برشی مقاوم نهایی اتصال، V_r ، را می‌توان با شرط رعایت ضوابط بند

۹-۲۳-۴-۲ حداکثر برابر با مقادیر (الف) تا (پ) این بند در نظر گرفت:

الف- برای اتصالات محصور شده در چهار سمت

$$12 A_j v_c$$

ب- برای اتصالات محصور شده در سه سمت و یا در دو سمت مقابل هم

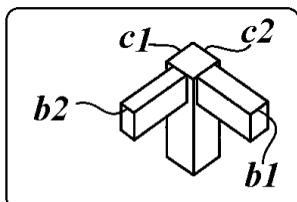
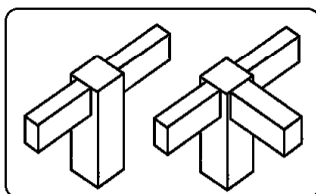
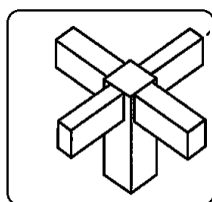
$$9 A_j v_c$$

پ- برای سایر اتصالات

$$7/5 A_j v_c$$

یک اتصال زمانی توسط نیرویی که به یک وجه آن می‌رسد محصور شده تلقی می‌گردد که تیر

حداقل سه‌چهارم سطح آن اتصال را پوشانده باشد.



$$b1 \geq \frac{3}{4} c1$$

$$b2 \geq \frac{3}{4} c2$$

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۳۵- براساس روابط محاسباتی غیرلرزه‌ای، در یک تیر بتنی طول گیرایی میلگردهای طولی تحتانی و فوقانی در کشش به ترتیب برابر 0.85 m و 1.10 m به دست آمده است. اگر طول گیرایی قلابدار این میلگردها برابر 400 mm و ارتفاع تیر برابر 500 میلی‌متر باشد و نیز تیر مربوط به اتصال در هسته محصور شده ستون در یک قاب خمشی ویژه باشد، در محدوده اتصال تیر به ستون حداقل طول گیرایی مستقیم قابل قبول میلگردهای طولی تحتانی و فوقانی به ترتیب به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

(۱) ۱ متر و 1.40 متر

(۲) 0.85 متر و 1.10 متر

(۳) ۱ متر و 1.30 متر

(۴) 1.20 متر و 1.56 متر

گزینه ۱ (سطح سوال سخت)

$$\text{فوقانی} \quad l_d \geq 3.5 \times 400 = 1400 \text{ mm}$$

$$\text{تحتانی} \quad l_d \geq 2.5 \times 400 = 1000 \text{ mm}$$

مقادیر فوق بیشتر از مقدار طول مهار محاسبه شده (که در روی سوال ارائه شده) می‌باشد. در قابهای خمشی ویژه طول مهار نباید کمتر از مقادیر فوق منظور شود.

۹-۲۳-۴ ضوابط ساختمان‌های با شکل‌پذیری زیاد

۹-۲۳-۴-۴ اتصالات تیر به ستون در قاب‌ها

۹-۲۳-۴-۴-۳ طول گیرایی میلگردهای کششی

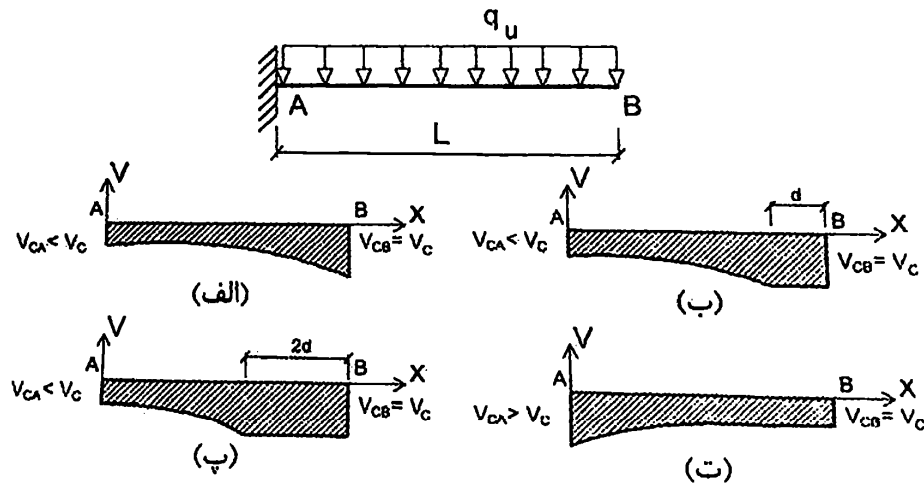
۹-۲۳-۴-۴-۳-۳ طول گیرایی میلگردهای مستقیم، l_d ، در میلگردهای تحتانی، مطابق تعریف بند

۹-۲۱-۲-۴-۱، نباید کمتر از $2/5$ برابر طول گیرایی میلگردهای قلابدار و در میلگردهای فوقانی

نباید کمتر از $3/5$ برابر طول گیرایی میلگردهای قلابدار منظور گردد.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۳۶- یک تیر طره بتنی با مقطع مستطیلی و عمق مؤثر d و بارگذاری گسترده یکنواخت مفروض است. نمودار نیروی برشی مقاوم تأمین شده توسط بتن با فرض اثرات همزمان لنگر خمشی و نیروی برشی و با مقدار آرماتور طولی حداکثر در مقطع و در سرتاسر طول تیر به کدام یک از نمودارهای زیر نزدیک تر است؟ رده بتن C25 و نوع میلگرد S400 است.



ب (۲)

ت (۴)

الف (۱)

پ (۳)

گزینه ۳ (سطح سوال سخت)

$$V_c = \left[0.95 \times 0.65 + 12 \times 0.0164 \times \min \left(\left(\frac{q_u x d}{\frac{q_u x^2}{2}} \right) \right) \right] b_w d = \left[0.62 + 0.2 \times \min \left(\left(\frac{2d}{x} \right) \right) \right] b_w d$$

$$x \leq 2d \rightarrow V_c = [0.62 + 0.2] b_w d = 0.82 b_w d$$

$$x > 2d \rightarrow V_c = \left[0.62 + 0.2 \frac{2d}{x} \right] b_w d$$

در فاصله $x < 2d$ مقدار V_c عدد ثابتی هست و در مقادیر $x > 2d$ مقدار V_c تابعی از x بوده و با افزایش x کاهش میابد.

۲-۳-۱۵-۹ مقدار V_c را می توان با جزئیات دقیق تر مطابق بندهای ۱-۲-۳-۱۵-۹ و ۲-۲-۳-۱۵-۹

محاسبه نمود.

۱-۲-۳-۱۵-۹ برای اعضای که تحت اثر همزمان برش و خمش قرار دارند:

$$V_c = (0.175 V_c + 12 \rho_w \frac{V_u d}{M_u}) b_w d \leq 1.75 V_c b_w d \quad (7-15-9)$$

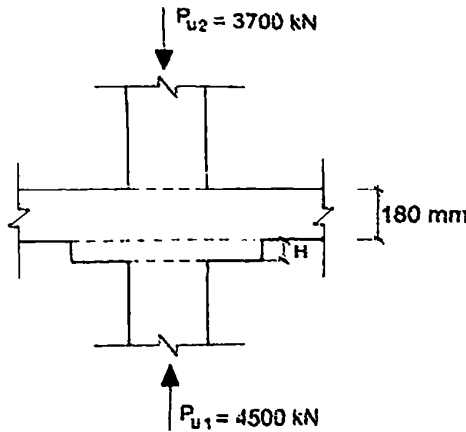
مقدار V_c در هر حال نباید بزرگتر از $1.75 V_c b_w d$ در نظر گرفته شود.

در محاسبه V_c از رابطه (۷-۱۵-۹) کمیت $\frac{V_u d}{M_u}$ نباید بزرگتر از واحد اختیار شود. لنگر خمشی

نهایی M_u لنگری است که همزمان با نیروی برشی نهایی V_u بر مقطع مورد نظر اثر می کند.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۳۷. یک دال بتنی تخت به ضخامت 180 mm به یک ستون میانی به ابعاد 400×400 mm متصل شده است، در صورتی که انتقال لنگر ستون به دال ناچیز باشد، در کنترل برش برای عملکرد دو طرفه، حداقل ضخامت لازم برای کتیبه مطابق شکل به کدام یک از اعداد زیر نزدیک تر است؟ فاصله سطح خارجی بتن تا محور آرماتورهای طولی برابر 50 mm بوده و در دال از آرماتورهای برشی یا کلاهی استفاده نشده است. همچنین بتن از نوع معمولی و از رده C25 است. کتیبه مربع و هم مرکز ستون است.



$$H = 95 \text{ mm} \quad (1)$$

$$H = 115 \text{ mm} \quad (2)$$

$$H = 195 \text{ mm} \quad (3)$$

$$H = 295 \text{ mm} \quad (4)$$

گزینه ۲ (سطح سوال متوسط)

$$V_c = \min \left\{ \frac{1 + \frac{2}{\beta}}{\frac{\alpha_0 \times d}{b_0} + 1} \right\} v_c b_0 d = \min \left\{ \frac{1 + \frac{2}{1} = 3}{\frac{20 \times d}{4 \times (400 + d)} + 1} \right\} v_c b_0 d$$

با توجه به اینکه $d > 180 \text{ mm}$ خواهد بود، رابطه دوم در روابط بالا بیش از ۲ خواهد بود و بنابراین رابطه سوم تعیین کننده است:

$$V_c = 2v_c b_0 d > P_u = 4500 - 3700 = 800 \text{ kN} \rightarrow 2 \times 0.65 \times (4 \times (400 + d)) \times d > 800000 \text{ N}$$

$$\rightarrow \left. \begin{aligned} d &> 240 \text{ mm} \\ H &= d + 50 - 180 \end{aligned} \right\} \rightarrow H > 110 \text{ mm}$$

• دقت شود که امکان کنترل محیط پانچ دوم (خارج از کتیبه) وجود ندارد. چون ابعاد کتیبه داده نشده است.

۹-۱۵-۱۷-۲-۴ در دال ها و شالوده هایی که در آنها از آرماتور برشی یا کلاهی استفاده نمی شود مقدار V_c ، برابر با کمترین مقادیر به دست آمده از سه رابطه (۹-۱۵-۳۳) الی (۹-۱۵-۳۵) در نظر گرفته می شود:

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) v_c b_0 d \quad (۹-۱۵-۳۳)$$

β_c = نسبت طول به عرض سطح اثر بار متمرکز با سطح تکیه گاه محدود

b_0 = محیط مقطع بحرانی برای دال ها و شالوده ها، میلی متر

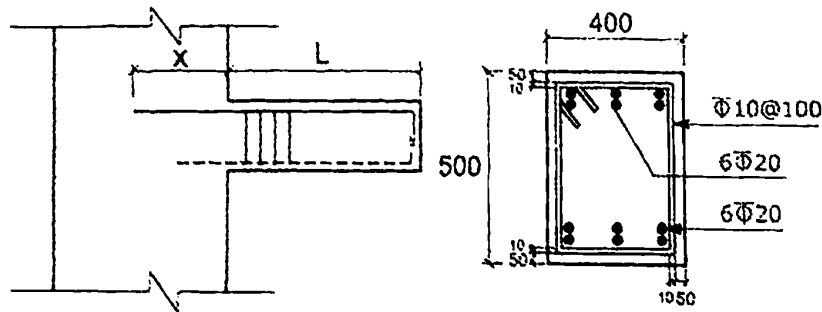
$$V_c = \left(\frac{\alpha_s d}{b_0} + 1\right) v_c b_0 d \quad (۹-۱۵-۳۴)$$

$$V_c = 2v_c b_0 d \quad (۹-۱۵-۳۵)$$

α_s عددی است که برای ستون های میانی برابر با ۲۰، برای ستون های کناری ۱۵ و برای ستون های گوشه ۱۰ در نظر گرفته می شود.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۳۸- مقدار دقیق‌تر حداقل طول مهار (x) موردنیاز آرماتورهای طولی فوقانی تیر طرئه متصل به دیوار برشی به ضخامت عرض تیر براساس آرماتورگذاری موردنیاز (مطابق شکل) در صورتی که خاموت‌ها تنها در طول تیر استفاده شده باشد و به داخل دیوار برشی ادامه داده نشده باشند، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بتن معمولی و میلگرد بدون اندود بوده و آرماتورهای طولی تیر به صورت گروه دوتایی فرض شوند. همچنین ابعاد در شکل به میلی‌متر است. (رده بتن C25 و نوع میلگرد S400)



$$x = 605 \text{ mm (۱)}$$

$$x = 850 \text{ mm (۲)}$$

$$x = 1000 \text{ mm (۳)}$$

$$x = 1160 \text{ mm (۴)}$$

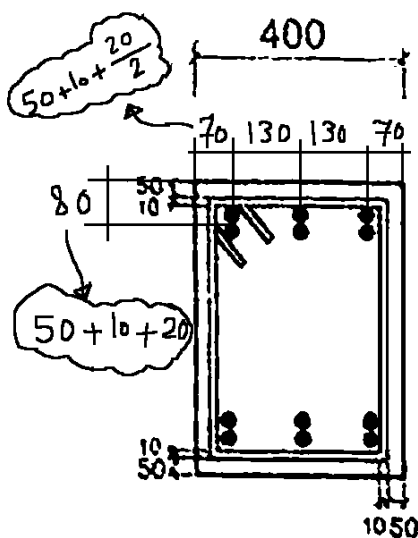
گزینه ۲ (سطح سوال متوسط)

$$C = \min \left(\frac{70}{80}, \frac{130}{2} \right) = 65 \text{ mm}$$

$$\frac{C + K_{tr}}{d_b} = \frac{65 + 0}{28.3} = 2.3 < 2.5$$

$$l_d = \left[\frac{0.86 \times 0.85 \times 400}{\sqrt{0.65 \times 25}} \times \frac{1.3 \times 1 \times 1 \times 1}{\left(\frac{65+0}{28.3} \right)} \right] \times 20 = 820 \text{ mm}$$

$$2 \times 314 = \frac{\pi d^2}{4} \rightarrow d = 28.3$$



۹-۲۱-۴ طول گیرایی میلگردهای کششی

۹-۲۱-۴-۱ طول گیرایی یک میلگرد در کشش، l_d ، باید حداقل برابر با مقدار حاصل از رابطه (۹-۲۱-۱) در نظر گرفته شود، در هر حال کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر اختیار نشود.

$$l_d = \left[\frac{\cdot / \lambda f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}} \frac{\alpha \beta \gamma \lambda}{\left(\frac{C + k_{tr}}{d_b} \right)} \right] d_b \quad (۹-۲۱-۱)$$

مقدار $\frac{C + k_{tr}}{d_b}$ نبایستی بیش از ۲/۵ در نظر گرفته شود.

۹-۲۱-۶ طول گیرایی در گروه میلگردها

۹-۲۱-۶-۱ طول گیرایی گروه میلگردهای سه‌تایی و چهارتایی در کشش یا فشار باید به ترتیب ۱/۲ و ۱/۳ برابر طول گیرایی یک میلگرد تنها در نظر گرفته شود. برای گروه میلگردهای دوتایی افزایش طول گیرایی الزامی نیست.

۹-۲۱-۶-۲ برای تعیین طول گیرایی یک میلگرد در گروه میلگردها (ضرایب) بکار برده شده رابطه ۹-۲۱-۱ باید براساس قطر میلگرد فرضی با مقطع معادل گروه میلگردها اختیار شوند.

• در رابطه با کلمه ضرایب در متن آیین نامه (شکل فوق) به توضیحات صفحه بعد مراجعه کنید.

از کلمه ضرایب در مبحث نهم دو استنباط متفاوت میتوان انجام داد:

استنباط اول:

$$l_d = \left[\frac{0.18 f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}} \frac{\alpha \beta \gamma \lambda}{\left(\frac{C + k_{tr}}{d_b} \right)} \right] d_b$$

ضرایب برای
 تطو معادل
 محاسب شوند

۹-۲۱-۲-۶-۲ برای تعیین طول گیرایی یک میلگرد در گروه میلگردها ضرایب بکار برده شده رابطه ۹-۲۱-۱ باید براساس قطر میلگرد فرضی با مقطع معادل گروه میلگردها اختیار شوند.

قطر واقعی

استنباط دوم:

$$l_d = \left[\frac{0.18 f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}} \frac{\alpha \beta \gamma \lambda}{\left(\frac{C + k_{tr}}{d_b} \right)} \right] d_b$$

ضرایب برای
 تطو معادل
 محاسب شوند

۹-۲۱-۲-۶-۲ برای تعیین طول گیرایی یک میلگرد در گروه میلگردها ضرایب بکار برده شده رابطه ۹-۲۱-۱ باید براساس قطر میلگرد فرضی با مقطع معادل گروه میلگردها اختیار شوند.

قطر واقعی

توجه شود که استنباط دوم صحیح است.

- جمله بندی فوق در آیین نامه ACI-318-19 به طور صریح بیان شده است، به طوریکه برای تک تک پارامترهای موجود در رابطه ذکر شده است که با قطر معادل محاسبه شوند

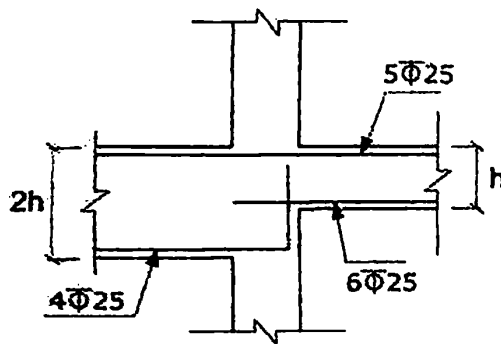
25.6.1.6 A unit of bundled bars shall be treated as a single bar with an area equivalent to that of the bundle and a centroid coinciding with that of the bundle. The diameter of the equivalent bar shall be used for d_b in (a) through (e):

- (a) Spacing limitations based on d_b
- (b) Cover requirements based on d_b
- (c) Spacing and cover values in 25.4.2.3
- (d) Confinement term in 25.4.2.4
- (e) ψ_e factor in 25.4.2.5

$$\ell_d = \frac{f_y}{1.1 \lambda \sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t \psi_e \psi_s \psi_g}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} d_b \quad (25.4.2.4a)$$

in which the confinement term $(c_b + K_{tr})/d_b$ shall not exceed 2.5

۳۹- در شکل زیر، اتصال دو تیر با ارتفاع نامساوی به یک ستون در یک سازه با شکل‌پذیری زیاد نشان داده شده است. حداکثر برش در چشمه اتصال (نیروی برشی نهایی مؤثر به اتصال) بدون در نظر گرفتن برش موجود در ستون‌های بالا و پایین اتصال، به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ رده بتن C30، نوع میلگردهای عرضی S340 و نوع میلگردهای طولی S400 است. در این محاسبات در هر تیر فقط میلگردهای بالا و پایین مؤثر فرض شود.



(۱) 2000 kN

(۲) 2200 kN

(۳) 2500 kN

(۴) 2700 kN

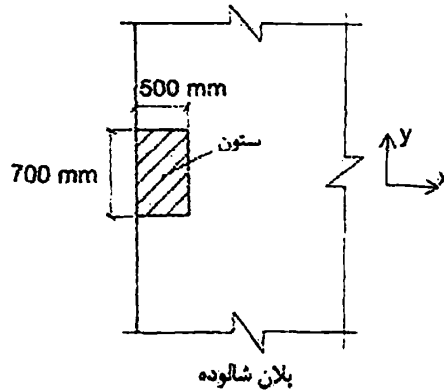
گزینه ۴ (سطح سوال با توجه به تکراری بودن آن آسان)

$$V_u = \text{Max} \left(\frac{(4\phi 25 + 5\phi 25) \times 1.47 f_{yd}}{(5\phi 25 + 6\phi 25) \times 1.47 f_{yd}} \right) = (11\phi 25) \times 1.47 f_{yd} = 5401 \times 1.47 \times 0.85 \times 400 = 2700 \text{ kN}$$

۹-۲۳-۴-۱-۲ نیروی برشی نهایی مؤثر به اتصال، V_u ، باید بر اساس تنش کششی برابر $1/47 f_{yd}$ که ممکن است در میلگردهای کششی تیرهای دو سمت اتصال و نیز برش موجود در ستون‌های بالا و پایین اتصال پدید آید، محاسبه گردد. برای تعیین این مقادیر فرض می‌شود در تیرهای دو سمت اتصال مفصل‌های پلاستیک با ظرفیت‌های خمشی مثبت یا منفی، برابر با لنگرهای خمشی مقاوم محتمل، M_{pr} ، در مقاطع بر اتصال تشکیل شده باشند. جهت‌های این لنگرها باید به صورتی در نظر گرفته شوند که بیشترین برش در اتصال ایجاد شود.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۴۰- تحلیل سازه نشان می‌دهد که در یکی از ترکیبات بارگذاری، علاوه بر بار محوری، یک لنگر خمشی در نوار پوششی امتداد x ، حول محور y در پای یک ستون کناری با ابعاد مقطع 700×500 میلی‌متر مطابق شکل وجود دارد. حدوداً چند درصد از این لنگر باید برای کنترل برش در حالت حدی مقاوم برای عملکرد دو طرفه شالوده در نظر گرفته شود؟ عمق مؤثر شالوده 900 mm است. ستون کناری است و فاصله آن از ستون‌های دیگر و لبه شالوده در سه طرف دیگر بسیار زیاد است. نزدیک‌ترین گزینه به جواب را انتخاب کنید.



(۱) 3.3 درصد

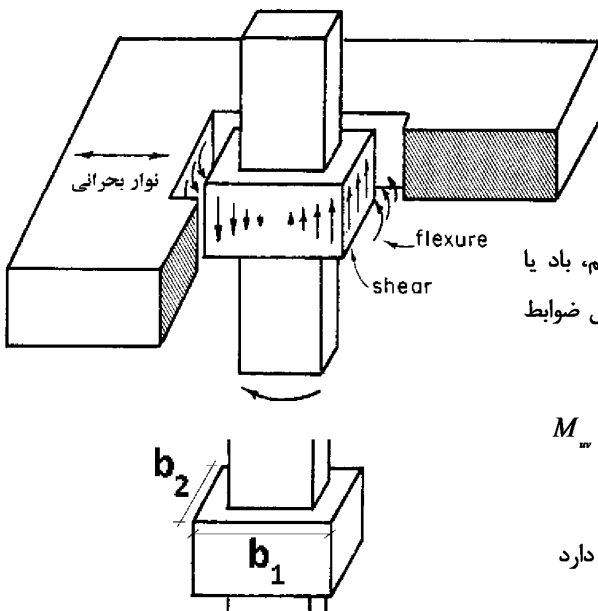
(۲) 40 درصد

(۳) 66 درصد

(۴) 100 درصد

گزینه ۱ (سطح سوال با توجه به تکراری بودن آن، متوسط)

$$\left. \begin{aligned} b_1 &= 500 + \frac{d}{2} = 500 + 450 = 950 \\ b_2 &= 500 + 2 \times \frac{d}{2} = 500 + 900 = 1400 \end{aligned} \right\} M_{uv} = \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{950}{1400}}} \right) M_u = 0.35 M_u$$



۹-۱۵-۱۷-۵ انتقال لنگر خمشی در اتصالات دال به ستون

۹-۱۵-۱۷-۵-۱ در مواردی که لنگر خمشی متعادل نشده‌ای، M_u ناشی از بارهای قائم، باد یا زلزله باید بین دال و ستون منتقل شود، قسمتی از آن، M_{uf} ، با عملکرد خمشی بر اساس ضوابط بند ۹-۱۸-۳ و بقیه آن، M_{un} ، از رابطه (۹-۱۵-۴۱) محاسبه می‌شود:

$$M_{un} = \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} \right) M_u \quad (۹-۱۵-۴۱)$$

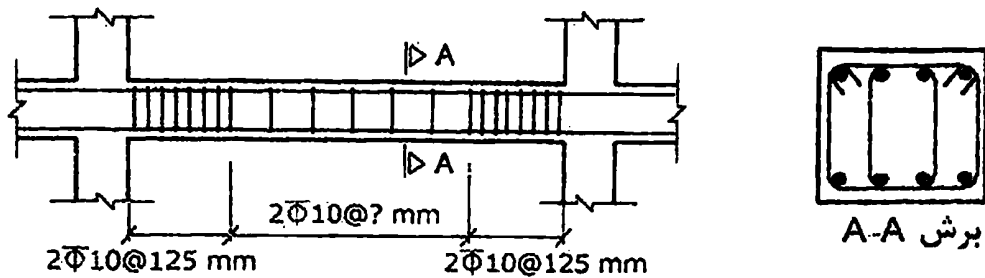
b_1 = بعد مربوط به محیط بحرانی برش سوراخ‌شدگی که به فاصله $\frac{d}{4}$ از لبه تکیه‌گاه قرار دارد

و در امتداد محور طولی نوار پوششی می‌باشد، میلی‌متر

b_2 = بعد مربوط به محیط بحرانی برش سوراخ‌شدگی که به فاصله $\frac{d}{4}$ از لبه تکیه‌گاه قرار دارد

و در امتداد محور عرضی نوار پوششی می‌باشد، میلی‌متر

۴۱- در شکل زیر یک دهانه از تیری با شکل پذیری زیاد، نشان داده شده است. براساس طراحی سازه، فاصله خاموت‌ها در نزدیک تکیه‌گاه‌ها، چنانچه از دو حلقه خاموت از میلگرد به قطر 10 mm استفاده شود، به لحاظ محاسباتی حداکثر باید 125 mm باشد. حداکثر فاصله قابل قبول خاموت‌ها (با قطر و آرایش مشابه) در بخش میانی دهانه به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ عرض مقطع تیر 500 mm و عمق مؤثر آن 530 mm فرض می‌شود. اثر پیچش در مقطع تیر و برش ناشی از بارهای ثقلی صرف نظر کنید. رده بتن C25 و نوع میلگرد S340 فرض شود.



225 mm (۲)

210 mm (۱)

265 mm (۴)

250 mm (۳)

گزینه ۲ (سطح سوال سخت)

$$\left(\text{برش انتهای تیر} \rightarrow V_u = \frac{M_{pr-Left} + M_{pr-Right}}{L_n} \right) = (V_r = V_c + V_s)$$

$$\left(\frac{2M_{pr}}{L_n} \right) = \left(\text{صفر} + \frac{d}{s} A_v F_{yd} \right) \rightarrow \left(\frac{2M_{pr}}{L_n} \right) = \left(\text{صفر} + \frac{530}{125} \left(4 \times \frac{\pi \times 10^2}{4} \right) \times 0.85 \times 340 \right) = 384 kN \rightarrow \left(\frac{2M_{pr}}{L_n} \right) = 384 kN.m$$

بار ثقلی نداریم و برش وارد بر تیر در طول آن تغییر نکرده و ثابت است و بنابراین در خارج از ناحیه بحرانی نیز همان برش را خواهیم داشت. تنها مسئله ای که فرق میکند این است که در محاسبه مقاومت برشی تیر لازم نیست از مقاومت بتن صرف نظر شود:

$$\begin{matrix} \text{خارج از} \\ \text{ناحیه بحرانی} \end{matrix} \rightarrow V_u = \left(\frac{2M_{pr}}{L_n} \right) = 384 kN < \left(0.2 \times 0.65 \sqrt{25} \times 500 \times 530 + \frac{530}{s} \left(4 \times \frac{\pi \times 10^2}{4} \right) \times 0.85 \times 340 \right) \rightarrow s < 226 mm$$

۹-۲۳-۴-۱-۴ مقاومت برشی نهایی مقاطع میله‌ای، V_r ، باید بر اساس رابطه (۹-۱۵-۲) محاسبه شود. در اعضای از قاب که در آنها نیروی فشار محوری کمتر از $0.75 f_{cd} A_g$ باشد و نیروی برشی ناشی از زلزله در نواحی بحرانی تیرها، مطابق بند ۹-۲۳-۴-۱-۳، و در نواحی ستون‌ها، مطابق بند ۹-۲۳-۴-۱-۳، بزرگتر از نصف نیروی برشی طرح، V_u ، باشد نیروی برشی مقاوم بتن، V_c ، در این نواحی مساوی با صفر منظور می‌گردد. منظور از نیروی برشی ناشی از زلزله، نیروی برشی ایجاد شده در عضو به علت اختلاف لنگرهای خمشی موجود در مفصل‌های پلاستیکی ایجاد شده در دو انتهای عضو بر طبق ضوابط بند ۹-۲۳-۴-۱-۲ است.

کنترل محدودیت فواصل:

$$V_u = 384 kN < 0.125 f_{cd} b_w d = 538 kN \rightarrow \left(\frac{d}{2} = \frac{530}{2} = 265 mm \right) \quad OK$$

۴۲- در یک ستون دایره‌ای بتنی با قطر ۶۰۰ میلی‌متر در قاب خمشی ویژه از آرماتور $\Phi 12$ به‌عنوان دورپیچ استفاده می‌شود. اگر نسبت حجمی میلگرد دورپیچ به حجم بتن محصورشده برابر ۰.۰۱۴۵ باشد، حداکثر گام آرماتور دورپیچ در امتداد محور طولی ستون در طول l_0 (ناحیه بحرانی ستون) به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ رده بتن C25، نوع میلگرد S400 و مقدار پوشش بتن روی آرماتور دورپیچ برابر ۴۰ میلی‌متر فرض شود.

(۱) ۶۰ میلی‌متر

(۲) ۷۵ میلی‌متر

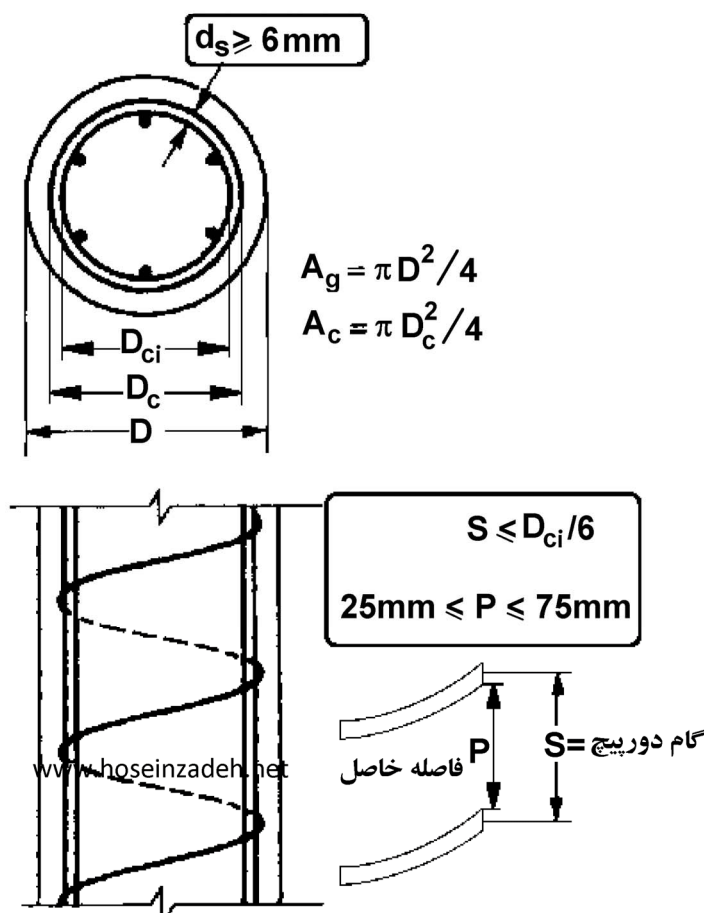
(۳) ۸۷ میلی‌متر

(۴) ۹۰ میلی‌متر

گزینه ۱ (سطح سوال آسان)

با توجه به شکل زیر (از جزوه بتن)، داریم:

$$\rho_s = \frac{\pi d_s^2}{D_c S} = 0.0145 \quad \rightarrow \quad \frac{\pi \times 12^2}{(600 - 2 \times 40)S} = 0.0145 \quad \rightarrow \quad S = 60 \text{ mm}$$



$$\rho_s = \frac{\pi d_s^2}{D_c S} \geq 0.6 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

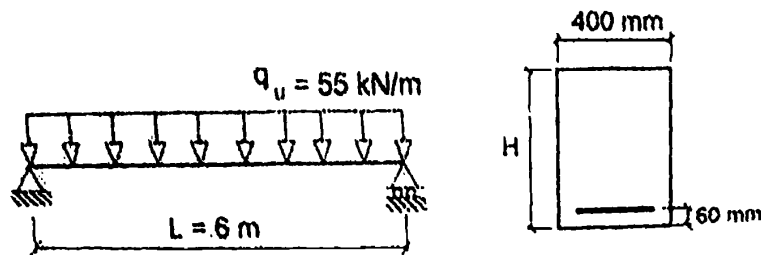
ستون با شکل پذیری معمولی و متوسط
+ ستون غیر لرزه ای

ستون با شکل پذیری ویژه

$$\rho_s = \frac{\pi d_s^2}{D_c S} \geq \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.18 \frac{f_{cd}}{f_{yh}} \\ 0.69 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_{cd}}{f_{yh}} \end{array} \right.$$

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۴۳- تیر بتنی با مقطع مستطیلی با دهانه ۶ متری و تکیه‌گاه ساده تحت بارگذاری گسترده یکنواخت ضریب‌دار $q_u = 55 \text{ kN/m}$ قرار دارد. به سبب محدودیت‌های معماری ارتفاع تیر باید دارای کمترین مقدار باشد. برای این منظور به لحاظ مقاومتی و بدون توجه به حضور آرماتور فشاری در مقطع، ارتفاع تیر در حالتی که عرض آن برابر ۴۰۰ mm باشد به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ از وزن واحد طول تیر صرف‌نظر شود. ($f_y = 400 \text{ MPa}$ و $f_c = 25 \text{ MPa}$)



$$H = 388 \text{ mm} \quad (۱)$$

$$H = 368 \text{ mm} \quad (۲)$$

$$H = 435 \text{ mm} \quad (۳)$$

$$H = 455 \text{ mm} \quad (۴)$$

گزینه ۳ (سطح سوال سخت)

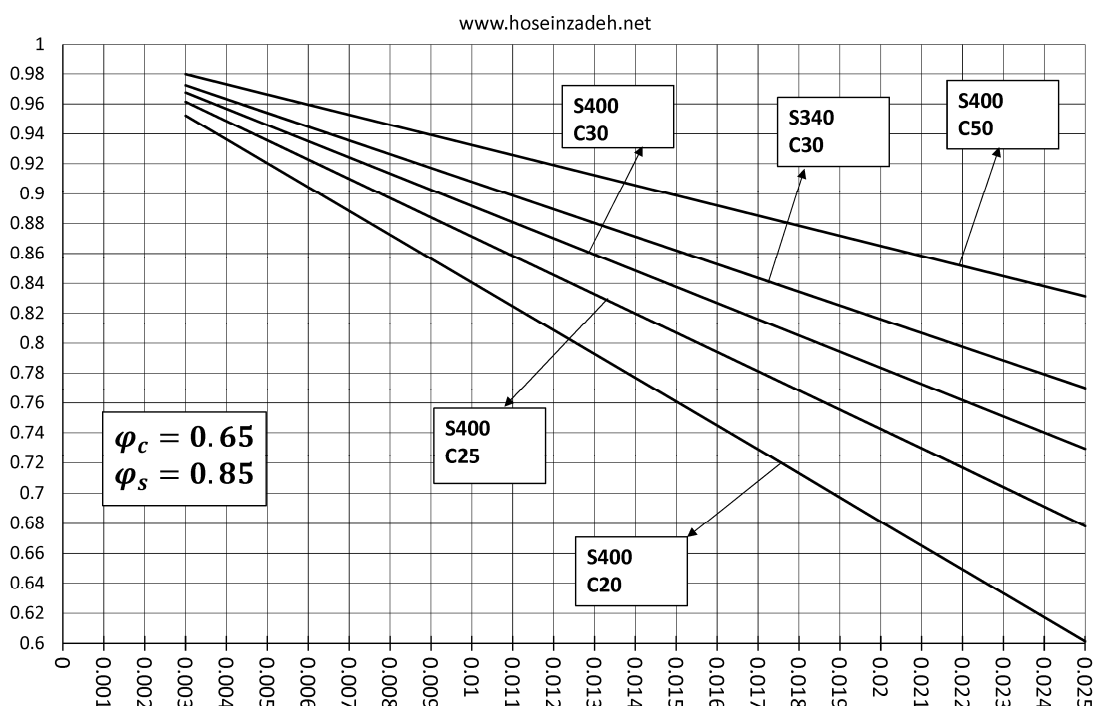
$$\left. \begin{aligned} V_u &= \frac{q_u(L - 2d)}{2} = \frac{55 \times (6 - 2d)}{2} \times 1000 \\ (V_{r-max} &= 0.25f_{cd}b_wd = 0.25 \times 0.65 \times 25 \times 400 \times d) \end{aligned} \right\} V_u = V_{r-max} \rightarrow d = 99 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{aligned} M_u &= \frac{q_u L^2}{8} = \frac{55 \times 6^2}{8} \times 10^6 \\ (M_{r-max} &= A_s f_{yd} Z = (0.0164bd) \times f_{yd} \times (0.79d) = 1762 \times d^2) \end{aligned} \right\} M_u = M_{r-max} \rightarrow d = 375 \text{ mm}$$

$$H = d + 60 = 375 + 60 = 435 \text{ mm}$$

توجه:

- بازوی خمشی ($0.79d$) از نمودار زیر (از جزوه بتن) به راحتی قابل استخراج است.
- برای S400 و C25 درصد حداکثر میلگرد برابر ۰.۰۱۶۴ می‌باشد.



۴۴- در یک سازه بتن آرمه با شکل‌پذیری متوسط، در گره محل اتصال تیرها به ستون، میلگرد عرضی عمود بر میلگردهای طولی ستون، کدام‌یک از مشخصات حداقل زیر را باید دارا باشند؟

- ۱) مقدار آنها باید حداقل برابر مقدار آرماتور عرضی ستون در ناحیه بحرانی بوده و فواصل آنها نباید بیشتر از فاصله نظیر در ناحیه بحرانی ستون باشند.
- ۲) مقدار آنها باید حداقل دو سوم مقدار آرماتور عرضی ستون در ناحیه بحرانی بوده و فواصل آنها نباید بیشتر از فاصله نظیر در ناحیه بحرانی ستون باشند.
- ۳) مقدار آنها باید حداقل برابر مقدار آرماتور عرضی ستون در ناحیه بحرانی بوده و فواصل آنها نباید بیشتر از ۱.۵ برابر فاصله نظیر در ناحیه بحرانی ستون باشند.
- ۴) مقدار آنها باید حداقل دو سوم مقدار آرماتور عرضی ستون در ناحیه بحرانی بوده و فواصل آنها نباید بیشتر از ۱.۵ برابر فاصله نظیر در ناحیه بحرانی ستون باشند.

گزینه ۴ (سطح سوال آسان)



۳-۲۳-۹ ضوابط ساختمان‌های با شکل‌پذیری متوسط

۴-۳-۲۳-۹ اتصالات تیر به ستون‌ها در قاب‌ها

۳-۲۳-۹-۴ 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 محاسبه شده از رابطه (۹-۱۵-۱۳) باشد.

ب- مقدار آرماتور عرضی نباید کمتر از دو سوم مقدار آرماتور عرضی در ناحیه l_0 ستون، مطابق بند

۳-۲۳-۹-۲-۴ باشد. فاصله سفره‌های این آرماتور از یکدیگر نباید بیشتر از یک و نیم برابر

فاصله سفره‌های نظیر در ناحیه l_0 اختیار شود.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۴۵- در یک ستون بتنی از گروه میلگردهای در تماس استفاده شده است که شامل سه میلگرد به قطر 20 میلی‌متر می‌باشد. قطر معادل این گروه میلگرد برای محاسبه ضخامت پوشش بتن محافظ، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

(۱) 20.0 میلی‌متر

(۲) 28.3 میلی‌متر

(۳) 34.6 میلی‌متر

(۴) 40.2 میلی‌متر

گزینه ۳ (سطح سوال آسان)

$$3 \times (314) = 1 \times \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \rightarrow d = 34.6 \text{ mm}$$

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۴۶- یک عضو کششی فولادی به طول ۶ متر تحت اثر نیروی کششی نهایی $P_u = 200 \text{ kN}$ قرار دارد. اگر برای مقطع این عضو کششی از یک عدد نیمرخ نبشی دو طرف مساوی استفاده شود و در طراحی آن پدیده تاخیر برش مطرح نباشد، کدامیک از مقاطع زیر، حداقل مقطع قابل قبول برای این عضو کششی خواهد بود؟ $E = 2 \times 10^5 \text{ MPa}$ و $F_u = 370 \text{ MPa}$ و $F_y = 240 \text{ MPa}$

(۱) $L 80 \times 80 \times 10$

(۲) $L 120 \times 120 \times 10$

(۳) $L 80 \times 80 \times 8$

(۴) $L 80 \times 80 \times 6$

گزینه ۲ (سطح سوال با توجه به تکراری بودن آن، متوسط)

کنترل مقاومت کششی عضو:

$$P_u = 200 \text{ kN} \leq \phi A_g F_y = 0.9 \times A_g \times 240 \rightarrow A_g > \frac{200000}{0.9 \times 240} = 926 \text{ mm}^2$$

کنترل لاغری عضو:

$$\frac{L}{r} < 300 \rightarrow \frac{6000}{r} < 300 \rightarrow r > 20 \text{ mm}$$

۱۰-۲-۳ محدودیت لاغری در اعضای کششی

ضریب لاغری حداکثر اعضای کششی، $(L/r)_{\max}$ ، نباید از ۳۰۰ تجاوز نماید. برای قلاب‌ها و میله مهارهای کششی که دارای پیش‌تندگی اولیه به مقدار کافی باشند، به طوری که پس از ایجاد کشش اولیه عضو به حالت مستقیم درآید، رعایت محدودیت لاغری ضروری نیست.

$$\begin{array}{ll} L 80 \times 80 \times 6 & \begin{cases} A_g = 935 \text{ mm}^2 \\ r_{\min} = 15.7 \text{ mm} \end{cases} \quad NG \\ L 80 \times 80 \times 8 & \begin{cases} A_g = 1230 \text{ mm}^2 \\ r_{\min} = 15.6 \text{ mm} \end{cases} \quad NG \\ L 80 \times 80 \times 10 & \begin{cases} A_g = 1510 \text{ mm}^2 \\ r_{\min} = 15.5 \text{ mm} \end{cases} \quad NG \\ L 120 \times 120 \times 10 & \begin{cases} A_g = 2320 \text{ mm}^2 \\ r_{\min} = 23.6 \text{ mm} \end{cases} \end{array}$$

تنها نبشی ۱۲ شعاع ژیراسیون کافی را دارد.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۴۷. فرض کنید تنش فشاری ناشی از کمانش خمشی یک عضو فشاری با مقطع دارای دو محور تقارن و نیز دارای نسبت لاغری یکسان نسبت به هر دو محور اصلی برابر $0.25F_y$ محاسبه شده است. اگر مقدار نسبت لاغری $(\frac{KL}{r})$ این عضو فشاری نسبت به هر دو محور اصلی نصف شود، تنش فشاری ناشی از کمانش خمشی این عضو به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر خواهد بود؟ $E=2 \times 10^4 \text{ MPa}$ و $F_y=240 \text{ MPa}$

(۱) $0.46F_y$ (۲) $0.50F_y$ (۳) $0.69F_y$ (۴) $0.877F_y$

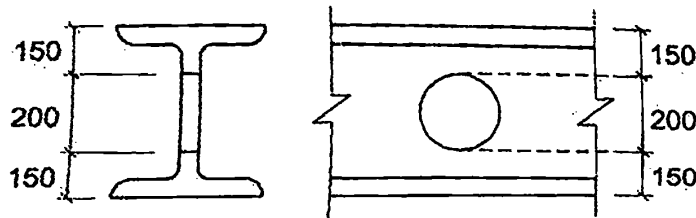
گزینه ۳ (سطح سوال آسان)

تنش بحرانی برابر $F_{cr}=0.25F_y=60 \text{ MPa}$ بدست آمده است. با استفاده از جدول زیر (از جزوه فولاد) لاغری عضو برابر ۱۷۰ خواهد بود. پس از نصف شدن لاغری مقدار آن برابر ۸۵ خواهد بود که طبق جدول برای لاغری ۸۵، تنش بحرانی برابر $F_{cr}=166.2 \text{ MPa}$ مییابد که معادل $0.69F_y$ مییابد.

λ	F_{cr} (240)	F_{cr} (360)	λ	F_{cr} (240)	F_{cr} (360)	λ	F_{cr} (240)	F_{cr} (360)	λ	F_{cr} (240)	F_{cr} (360)	λ	F_{cr} (240)	F_{cr} (360)
1	240.0	360.0	41	220.3	316.6	81	171.9	218.2	121	113.9	118.2	161	66.8	66.8
2	240.0	359.9	42	219.4	314.6	82	170.5	215.5	122	112.5	116.3	162	66.0	66.0
3	239.9	359.8	43	218.4	312.6	83	169.0	212.8	123	111.1	114.4	163	65.2	65.2
4	239.8	359.6	44	217.5	310.5	84	167.6	210.1	124	109.7	112.6	164	64.4	64.4
5	239.7	359.3	45	216.5	308.4	85	166.2	207.4	125	108.4	110.8	165	63.6	63.6
6	239.6	359.0	46	215.5	306.3	86	164.7	204.7	126	107.0	109.0	166	62.8	62.8
7	239.4	358.7	47	214.5	304.1	87	163.3	202.0	127	105.6	107.3	167	62.1	62.1
8	239.2	358.2	48	213.4	301.9	88	161.8	199.3	128	104.3	105.7	168	61.3	61.3
9	239.0	357.8	49	212.4	299.7	89	160.4	196.7	129	102.9	104.0	169	60.6	60.6
10	238.8	357.3	50	211.3	297.5	90	158.9	194.0	130	101.6	102.4	170	59.9	59.9
11	238.5	356.7	51	210.2	295.2	91	157.5	191.3	131	100.2	100.9	171	59.2	59.2
12	238.2	356.1	52	209.1	292.9	92	156.0	188.7	132	98.9	99.1	172	58.5	58.5

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۴۸- فرض کنید در وسط طول یک عضو خمشی دو سر مفصل با مقطع IPE500 به دلیل نیاز تاسیسات یک عدد سوراخ دایره‌ای شکل به قطر ۲۰۰ میلی‌متر ایجاد شده است. در مقطعی که از محل سوراخ عبور می‌کند، اساس مقطع پلاستیک مقطع حول محور قوی نسبت به حالتی که سوراخ وجود ندارد، حدوداً چند درصد کاهش پیدا می‌کند؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



(۱) ۷.۵ درصد

(۲) ۵ درصد

(۳) ۲.۵ درصد

(۴) ۱.۵ درصد

گزینه ۲ (سطح سوال آسان)

$$Z_{IPB500} = 2194000 \text{ mm}^3 \text{ طبق جدول اشتایل}$$

$$Z_{IPB500-R} = 2194000 - \frac{t_w \times 200^2}{4} = 2194000 - \frac{10.2 \times 200^2}{4} = 2092000 \text{ mm}^3$$

$$\frac{Z_{IPB500-R}}{Z_{IPB500}} = \frac{2092000}{2194000} = 0.95$$

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۴۹- فرض کنید مقاومت برشی اسمی یک مقطع I شکل ساخته شده از ورق با $\frac{h}{t_w} = 50$ برابر V_n است. اگر ضخامت جان این مقطع نصف شود، مقدار مقاومت برشی اسمی این مقطع حدوداً چقدر خواهد بود؟ فرض کنید مقاومت برشی اسمی در امتداد جان مقطع مدنظر است. همچنین فرض کنید عضو در طول خود فاقد سخت‌کننده‌های عرضی بوده و استفاده از آثار عمل میدان کششی مدنظر نیست. $F_y = 240 \text{ MPa}$ و $E = 2 \times 10^5 \text{ MPa}$

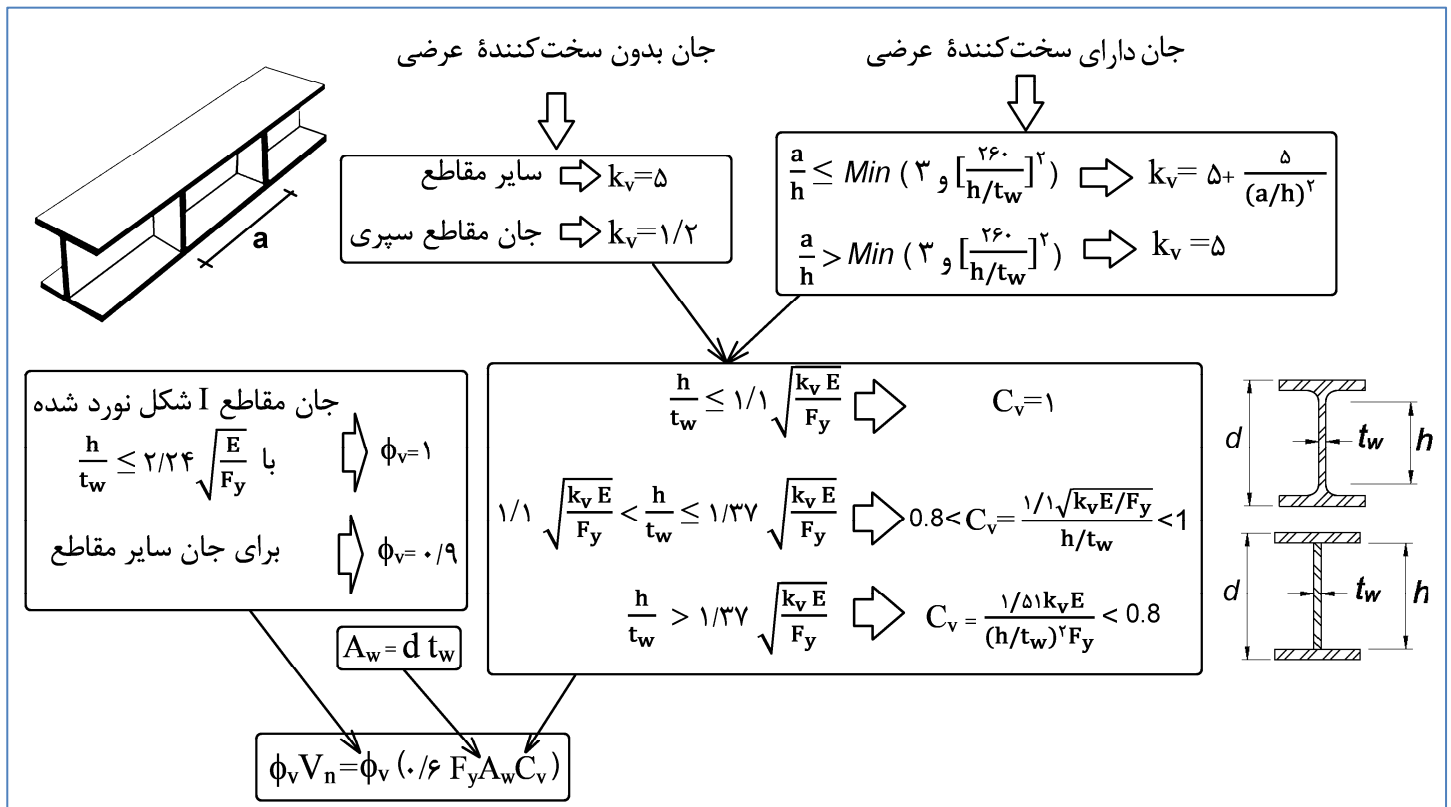
گزینه ۴ (سطح سوال آسان)

$$K_V = 5 \quad \left. \frac{h}{t_w} = 50 < 1.1 \sqrt{5 \times \frac{E}{F_y}} \right\} C_V = 1 \rightarrow V_{n1} = 0.6 F_y A_w C_C = 0.6 F_y (t_w d) \times 1$$

$$K_V = 5 \quad \left. \frac{h}{t_w} = 100 > 1.37 \sqrt{5 \times \frac{E}{F_y}} \right\} C_V = \frac{1.51 \times 5 \times 200000}{100^2 \times 240} = 0.63 \rightarrow V_{n2} = 0.6 F_y A_w C_C = 0.6 F_y \left(\frac{t_w}{2} d \right) \times 0.63$$

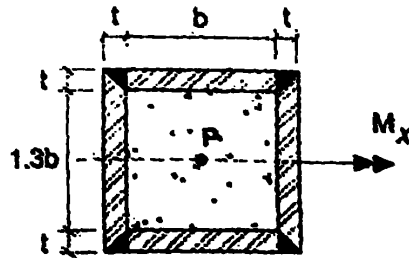
$$\frac{V_{n2}}{V_{n1}} = \frac{0.63}{2} = 0.315$$

طبق فلوچارت زیر (از جزوه فولاد) مقاومت برشی قابل محاسبه است.



کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۵- در شکل زیر یک مقطع مختلف مستطیلی پر شده با بتن و دارای ضخامت یکنواخت نشان داده شده است. فرض کنید مقطع مذکور در برابر لنگر خمشی حول محور x فشرده است. در خصوصی شرایط این مقطع در برابر نیروی محوری فشاری (P)، کدام یک از عبارات‌های زیر صحیح است؟



(۱) به مقدار $\frac{b}{t}$ بستگی دارد و ممکن است فشرده یا غیرفشرده باشد.

(۲) قطعاً فشرده خواهد بود.

(۳) قطعاً غیرفشرده خواهد بود.

(۴) قطعاً لاغر خواهد بود.

گزینه ۱ (سطح سوال متوسط)

$$\left. \begin{array}{l} \text{کنترل بال تحت خمش} \quad \frac{b}{t} \leq 2.26 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ \text{کنترل جان تحت خمش} \quad \frac{1.3b}{t} \leq 3 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \rightarrow \frac{b}{t} \leq 2.3 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \end{array} \right\} \text{مقطع تحت خمش فشرده است} \rightarrow \left(\frac{b}{t} \right) \leq \left(2.26 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right)$$

$$\text{کنترل بال و جان تحت فشار} \rightarrow \text{Max} \left(\frac{1.3b}{t}, \frac{b}{t} \right) = \frac{1.3b}{t} \rightarrow \left(\frac{1.3b}{t} \right) \leq \left(2.26 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right)$$

جدول ۱-۲-۱۰ نسبت پهنا به ضخامت اجزای مقطع مختلف پر شده با بتن در اعضای تحت اثر فشار محوری

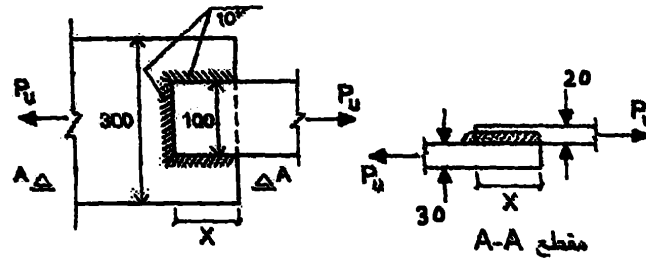
ردیف	شرح اجزا	نسبت پهنا به ضخامت	حداکثر نسبت پهنا به ضخامت		مقاطع فولادی نمونه
			λ_p (غیرفشرده/فشرده)	λ_r (لاغر/غیرفشرده)	
۱	بال‌ها و جان‌های مقاطع توخالی مستطیلی نورد شده و جبهه‌ای با ضخامت یکنواخت	b/t و h/t	$2.26 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$3.00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
۲	مقاطع توخالی دایره‌ای شکل	D/t	$\frac{0.15E}{F_y}$	$\frac{0.19E}{F_y}$	

جدول ۲-۲-۱۰ نسبت های پهنا به ضخامت اجزای مقطع مختلف پر شده با بتن در اعضای تحت اثر خمش

ردیف	شرح اجزا	نسبت پهنا به ضخامت	حداکثر نسبت پهنا به ضخامت		مقاطع فولادی نمونه
			λ_p (غیرفشرده/فشرده)	λ_r (لاغر/غیرفشرده)	
۱	بال‌های مقاطع توخالی مستطیلی نورد شده و مقاطع جبهه‌ای با ضخامت یکنواخت	b/t	$2.26 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$3.00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
۲	جان‌های مقاطع توخالی مستطیلی نورد شده و مقاطع جبهه‌ای با ضخامت یکنواخت	h/t	$3.00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
۳	مقاطع توخالی دایره‌ای شکل	D/t	$\frac{0.09E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$	

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۵۱- در اتصال جوشی شکل زیر اگر مقدار نیروی کششی نهایی (P_u) برابر 340 kN باشد، برای اساس حداقل مقدار قابل قبول برای طول x به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟
الکتروود مصرفی از نوع E70 بوده و در شکل ابعاد به میلی متر است. فرض کنید جوش از طریق آزمایش التراسونیک مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



(۱) 60 mm

(۲) 100 mm

(۳) 120 mm

(۴) 150 mm

گزینه ۲ (سطح سوال متوسط)

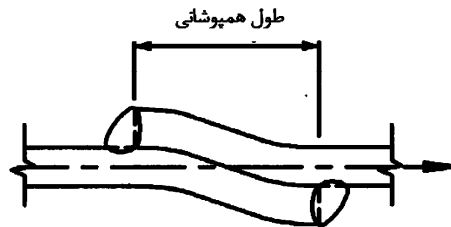
$$(P_u = 340 \text{ kN}) < (\phi \beta \times 0.6 F_{uw} \times (0.7 a L_w) = 0.75 \times 1 \times 0.6 \times 490 \times 0.7 \times 10 \times (100 + 2x))$$

$$\rightarrow x > 60 \text{ mm}$$

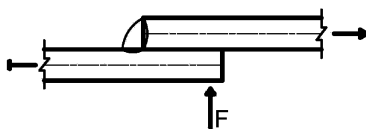
$$x > 5t = 5 \times 20 = 100 \text{ mm}$$

۱۰-۲-۹-۲-۲ جوش های گوشه
(ب) محدودیت ها:

۷- در اتصالات پوششی (رویهم) دو قطعه، طول همپوشانی نباید از ۵ برابر ضخامت قطعه نازکتر کمتر باشد و در هیچ حالتی از ۲۵ میلی متر کمتر نشود. در اتصالات پوششی که ورق و تسمه های تحت اثر تنش های محوری را به یکدیگر متصل می کند، باید ضلع انتهایی هریک از قسمت های متصل شونده، توسط جوش گوشه اتصال یابند (جوش دو طرفه). در وضعیتی که اتصال به اندازه کافی مقید شده باشد یا تغییر شکل خمشی آنقدر محدود باشد که از باز شدن اتصال تحت اثر بار حداکثر جلوگیری شود، می توان از جوش یکطرفه استفاده کرد (شکل ۱۰-۹-۵).



(الف) طول همپوشانی در اتصالات پوششی (جوش دو طرفه)



(پ) جوش یکطرفه مقید و مجاز



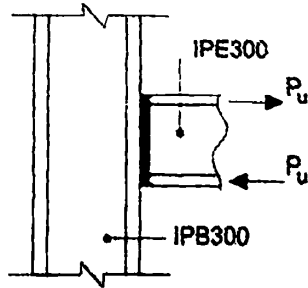
(ب) جوش یکطرفه غیر مقید و غیر مجاز

شکل ۱۰-۹-۵ اتصال پوششی (رویهم) دو قطعه

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۵۲- در اتصال گیردار شکل زیر که مربوط به طبقات میانی یک ساختمان است، چنانچه در جان ستون از ورق‌های پیوستگی و مضاعف استفاده نشود، فقط براساس حالت حدی لهیدگی (چروکیدگی) جان ستون در مقابل نیروی متمرکز فشاری و در شرایط غیرلرزه‌ای، حداکثر مقدار P_u قابل تحمل توسط اتصال به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

$F_y = 240 \text{ MPa}$ و $E = 2 \times 10^5 \text{ MPa}$

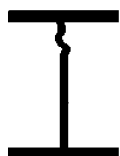


- ۱) 490 kN
- ۲) 590 kN
- ۳) 690 kN
- ۴) 390 kN

گزینه ۳ (سطح سوال متوسط)

$$\left. \begin{array}{l} t_{wc} = 11 \text{ mm} \text{ جان ستون} \\ t_{fc} = 19 \text{ mm} \text{ بال ستون} \\ l_b = t_{fb} = 10.7 \text{ mm} \text{ بال تیر} \end{array} \right\} P_u \leq 0.75 \times 0.8 \times 11^2 \left[1 + 3 \left(\frac{10.7}{300} \right) \left(\frac{11}{19} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{2 \times 10^5 \times 240 \times 19}{11}} = 692 \text{ kN}$$

بر اساس فلوچارت زیر (جزوه فولاد) میتوان پاسخ را محاسبه کرد.



$e \geq d/2$

۳-۱۰-۹-۲-۱۰ لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری

$\phi R_n = \phi \cdot 0.18 \cdot t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{l_b}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1/5} \right] \sqrt{\frac{E F_y w t_f}{t_w}}$

$e < d/2$
 $l_b/d \leq 0.75$

$\phi R_n = \phi \cdot 0.4 \cdot t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{l_b}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1/5} \right] \sqrt{\frac{E F_y w t_f}{t_w}}$

$e < d/2$
 $l_b/d > 0.75$

$\phi R_n = \phi \cdot 0.4 \cdot t_w^2 \left[1 + \left(\frac{l_b}{d} - 0.75 \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1/5} \right] \sqrt{\frac{E F_y w t_f}{t_w}}$

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۵۳- یک تیر دو سر ساده به طول دهانه ۵ متر که سطوح بزرگ خالی از تیغه‌بندی را تحمل می‌نماید، تحت اثر بار مرده گسترده یکنواخت برابر ۵ kN/m قرار دارد. فقط براساس کنترل ارتعاش، حداقل مقطع قابل قبول از نوع IPE برای این تیر به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ $g=9.81 \text{ m/s}^2$ ، $E=2 \times 10^5 \text{ MPa}$ و $F_y=240 \text{ MPa}$

IPE200 (۲)

IPE180 (۱)

IPE240 (۴)

IPE220 (۳)

گزینه ۲ (سطح سوال با توجه به تکراری بودن آن آسان)

$$f = \frac{\pi}{2L^2} \sqrt{\frac{EIg}{q_D}} = \frac{\pi}{2 \times 5^2} \sqrt{\frac{(2 \times 10^{11})(I)(9.81)}{5000}} = 1244\sqrt{I} > 5 \rightarrow I > 1.615 \times 10^{-5} \text{ m}^4 = 1615 \text{ cm}^4$$

$$\begin{cases} \text{IPE180} \rightarrow I = 1320 \text{ cm}^4 \\ \text{IPE200} \rightarrow I = 1940 \text{ cm}^4 > 1615 \quad OK \\ \text{IPE220} \rightarrow I = 2770 \text{ cm}^4 \\ \text{IPE240} \rightarrow I = 3890 \text{ cm}^4 \end{cases}$$

* برای محاسبه فرکانس دوره‌ای (f) به مراجع راهنمای معتبر مراجعه شود.

برای محاسبه فرکانس دوره‌ای (f) تیرهای دو سر ساده

تحت بار مرده یکنواخت q_D می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود.

$$f = \frac{\pi}{2L^2} \sqrt{\frac{EIg}{q_D}}$$

که در آن

E = مدول الاستیسیته مصالح تیر بر حسب نیوتن بر متر مربع

I = ممان اینرسی مقطع تیر بر حسب m^4

g = شتاب ثقل بر حسب متر بر مجذور ثانیه ($g=9.81 \text{ m/s}^2$)

q_D = بار مرده یکنواخت بر حسب نیوتن بر متر طول

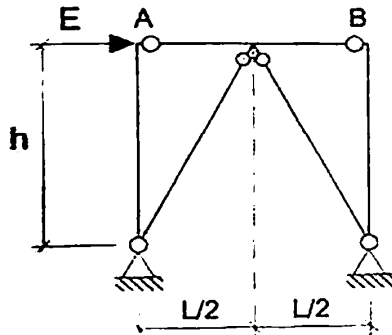
L = طول دهانه تیر دو سر ساده بر حسب متر

f = فرکانس دوره‌ای تیر بر حسب هرتز

۱۰-۲-۱۰-۴ ارتعاش (لرزش)

تیرها و شاه‌تیرهایی که سطوح بزرگ خالی از تیغه‌بندی (یا خالی از عناصر دیگری که خاصیت میراکنندگی ارتعاش را دارند) را تحمل می‌کنند، باید با توجهی خاص به لرزش و ارتعاش حاصل از بارهای جنبشی (نظیر بارهای ناشی از رفت و آمد افراد، حرکت و توقف آسانسورها، حرکت ماشین آلات و نظایر آنها) محاسبه شوند. در تیرهای مربوط به این کفها، فرکانس نوسانی تیر باید به اندازه‌ای باشد که از حد احساس بشری تجاوز ننماید. برای این منظور، لازم است فرکانس دوره‌ای (f) این تیرها بزرگتر یا مساوی ۵ هرتز باشد.*

۵۴- در قاب مهاربندی شده همگرای معمولی شکل زیر فرض نمائید مقادیر بارهای ثقلی وارد بر تیر AB ناچیز بوده و در مهاربند کششی، مقدار نیروی کششی نهایی ناشی از ترکیبات بار زلزله تشدید یافته از حداکثر مقاومت کششی مورد نیاز مهاربندها ($R_y F_y A_g$) بیشتر است. اگر P_n مقاومت فشاری اسمی مهاربندها باشد، حداقل مقاومت خمشی مورد نیاز تیر AB به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر خواهد بود؟



$$(R_y F_y A_g - 0.3 P_n) \frac{hL}{2\sqrt{L^2 + 4h^2}} \quad (۱)$$

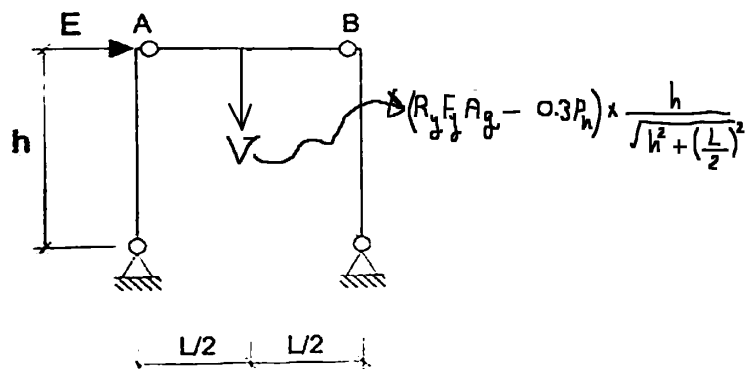
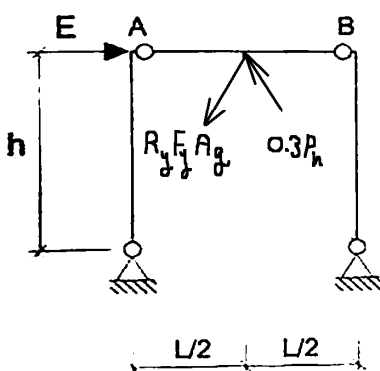
$$(R_y F_y A_g - 0.3 P_n) \frac{hL}{\sqrt{L^2 + 4h^2}} \quad (۲)$$

$$(R_y F_y A_g - 0.3 P_n) \frac{L^2}{2\sqrt{L^2 + 4h^2}} \quad (۳)$$

$$(R_y F_y A_g - 0.3 P_n) \frac{L^2}{\sqrt{L^2 + 4h^2}} \quad (۴)$$

گزینه ۱ (سطح سوال با توجه به تکراری بودن آن، آسان)

$$M_u = \frac{VL}{4} = \frac{(R_y F_y A_g - 0.3 P_n) \frac{h}{\sqrt{h^2 + (\frac{L}{2})^2}} \times L}{4} = (R_y F_y A_g - 0.3 P_n) \frac{hL}{2\sqrt{4h^2 + L^2}}$$



۱۰-۳-۲ مهاربندی های به شکل ۷ و ۸

- ج) تیرهای دهانه های مهاربندی شده با مهاربندی های به شکل ۷ و ۸ و اتصالات آنها به ستون باید قادر به تحمل نیروهای نامتعادل ناشی از زلزله در ترکیب با بارهای ثقلی ضریبدار باشند. برای منظور کردن اثر توزیع نامتعادل نیروهای مهاربندی های کششی و فشاری ناشی از زلزله، تیرهای دهانه های مهاربندی شده باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی ضریبدار که با نیروی زلزله ترکیب می شوند و اثرات لرزه ای ناشی از نیروهای زیر در مهاربندی ها محاسبه شوند.
- نیروی لرزه ای مهاربند کششی کمترین دو مقدار $R_y F_y A_g$ و نیروی کششی ناشی از ترکیبات بار زلزله تشدید یافته. که در آن، R_y = نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم فولاد مهاربندی، F_y = تنش تسلیم فولاد مهاربندی و A_g = سطح مقطع کلی عضو مهاربندی است.
 - نیروی لرزه ای مهاربند فشاری برابر $0.3 P_n$ که در آن P_n مقاومت فشاری اسمی مهاربند فشاری است.

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۵۵- کدام یک از عبارت‌های زیر در خصوص قاب‌های مهاربندی شده فولادی صحیح است؟

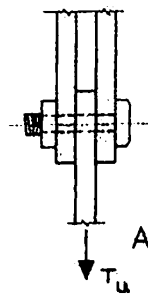
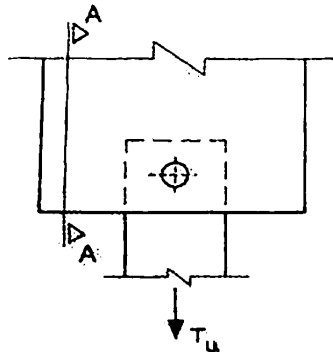
$$F_y=240 \text{ MPa و } E=2 \times 10^5 \text{ MPa}$$

- (۱) در قاب‌های مهاربندی شده همگرای معمولی با مهاربندی‌های ضربدری، محدودیت نسبت پهنا به ضخامت اجزای مقطع اعضای مهاربندی نسبت به قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه با مهاربندی‌های ضربدری، سخت گیرانه تر است.
- (۲) در قاب‌های مهاربندی شده همگرای معمولی با مهاربندی‌های از نوع ۷ و ۸، طراحی اعضای مهاربندی به صورت کششی تنها مجاز است.
- (۳) در قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه ضربدری، طراحی اعضای مهاربندی به صورت کششی تنها مجاز است.
- (۴) در قاب‌های مهاربندی شده همگرای معمولی با مهاربندی‌های از نوع ۷ و ۸، محدودیت نسبت لاغری اعضای مهاربندی نسبت به قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه با مهاربندی‌های از نوع ۷ و ۸، سخت گیرانه تر است.

گزینه ۴ (سطح سوال متوسط)

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۵۶- در اتصال با عملکرد اصطکاکی و دارای وضعیت سطحی فلس دار و رنگ نشده نشان داده شده در شکل زیر پیچ به قطر ۱۶ میلی متر (M16) از رده A490 بوده و سوراخ از نوع بزرگ شده است. اگر لبه های ورق با گیوتن بریده شود، فقط براساس کنترل لغزش اتصال، حداکثر نیروی کششی نهایی قابل تحمل توسط اتصال (T_u) و حداقل فاصله مرکز سوراخ تا لبه ورق به ترتیب به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟



(۱) 32 mm و 33 kN

(۲) 35 mm و 33 kN

(۳) 32 mm و 65 kN

(۴) 35 mm و 65 kN

گزینه ۴ (سطح سوال آسان)

$$T_u = 0.85 \times 0.3 \times 1.13 \times 1 \times 114 \times 2 = 65.7 \text{ kN}$$

$$\text{فاصله سوراخ از لبه} = 2d + 3 = 32 + 3 = 35 \text{ mm}$$

شکل زیر از جزوه فولاد میتواند برای محاسبه T_u استفاده شود:

۵-۳-۹-۲-۱۰ مقاومت کششی طراحی و برشی طراحی در اتصالات اصطکاکی

مقاومت کششی طراحی پیچ های پرمقاومت در اتصالات اصطکاکی عیناً مشابه مقاومت کششی طراحی پیچ های پرمقاومت در اتصالات اتکایی بوده و از ضوابط بند ۳-۳-۹-۲-۱۰ تعیین می گردد.

مقاومت برشی طراحی پیچ های پرمقاومت در اتصالات اصطکاکی بر اساس کنترل لغزش بحرانی تعیین می گردد. مقاومت برشی طراحی پیچ های پرمقاومت در اتصالات اصطکاکی بر اساس کنترل لغزش بحرانی مساوی ϕR_{nv} می باشد که در آن، ϕ ضریب کاهش مقاومت و R_{nv} مقاومت برشی اسمی به شرح زیر می باشد.

جدول ۷-۹-۲-۱۰

تعداد صفحات لغزش = n_s

که در آن:

ϕ = ضریب کاهش مقاومت به شرح زیر:

- برای سوراخ های استاندارد و سوراخ لوبیایی کوتاه در امتداد عمود بر راستای نیرو $\phi = 1$
- برای سوراخ های بزرگ شده و سوراخ لوبیایی کوتاه در امتداد موازی با راستای نیرو $\phi = 0.85$
- برای سوراخ های لوبیایی بلند $\phi = 0.7$

μ = ضریب اصطکاک به شرح زیر:

- برای وضعیت سطحی کلاس A (سطح فلس دار تمیز و رنگ شده): $\mu = 0.3$
- برای وضعیت سطحی کلاس B (سطح تمیز شده با ماسه پاشی و رنگ نشده): $\mu = 0.5$

D_u = نسبت پیش تنیدگی متوسط پیچ ها به پیش تنیدگی حداقل پیچ ها و مساوی ۱/۱۳

h_f = ضریب کاهش بخاطر وجود ورق های پرکننده در بین قطعات متصل به یکدیگر به شرح زیر:

- در صورت عدم نیاز به ورق های پرکننده در بین قطعات متصل به یکدیگر مساوی ۱
- در صورت استفاده فقط از یک ورق پرکننده در بین قطعات متصل به یکدیگر مساوی ۱
- در صورت استفاده از دو یا تعداد بیشتری از ورق های پرکننده در بین قطعات متصل به یکدیگر مساوی ۰/۸۵

T_b = حداقل نیروی پیش تنیدگی پیچ طبق مقادیر جدول ۷-۹-۲-۱۰

n_s = تعداد صفحات لغزش

کانال ویژه آزمون نظام مهندسی (عمران) @Nezam_hoseinzadehasl

۵۷- در یک تیر دو سر ساده تحت اثر بار گسترده یکنواخت که مقطع آن نیمرخ IPE270 است، در صورتی که مقدار تنش تسلیم فولاد مصرفی برابر $F_y = 275 \text{ MPa}$ باشد، طول مهارنشده عضو در مرز بین حالت حدی کماتش پیچشی - جانبی غیرارتنجایی و ارتجایی برحسب متر به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ تیر IPE270 تحت اثر لنگر خمشی حول محور قوی قرار دارد.

۳.۲۵ (۲)

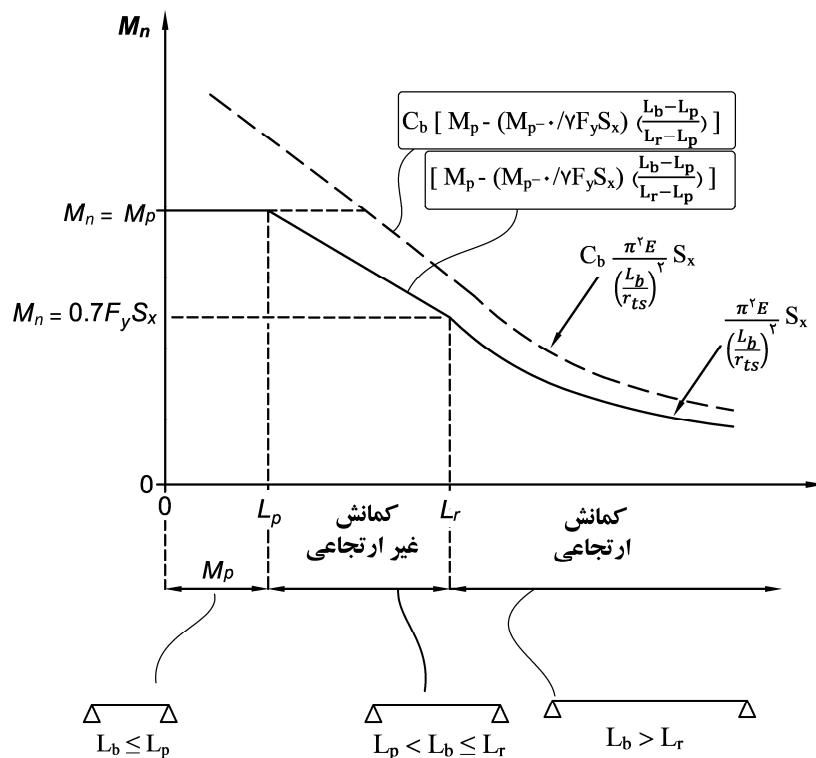
۱.۴۱ (۱)

۵.۵۵ (۴)

۴.۷۵ (۳)

گزینه ۳ (سطح سوال متوسط)

با توجه به شکل زیر (از جزوه فولاد) مرز بین کماتش ارتجایی و غیر ارتجایی همان طول L_r میباشد.

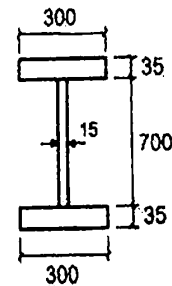
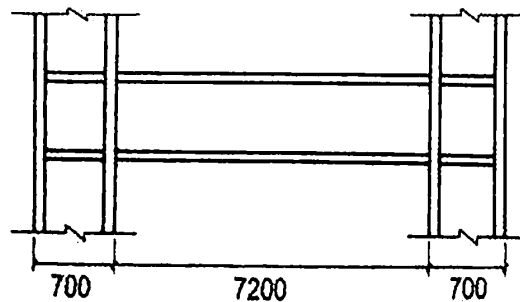


مقدار L_r برای مقطع IPE270 در جدول اشتایل ارائه شده است. منتها مقادیر جدول اشتایل برای تنش تسلیم 240 MPa و 360 MPa ارائه شده است (این مقادیر در انتهای جزوه فولاد نیز ارائه شده اند):

$$\begin{aligned} IPE270: \quad S240 &\rightarrow L_r = 3715 \\ S360 &\rightarrow L_r = 4910 \end{aligned} \quad F_y = 270 \rightarrow 3.715m < L_r < 4.910m$$

تنها گزینه ۳ بین دو عدد فوق قرار دارد.

۵۸- کدام گزینه نوع اتصال گیردار مجاز از پیش تائید شده تیر فولادی از جنس S235JR با مقطع زیر که به ستون H شکل در قاب خمشی متوسط متصل می شود را مشخص می کند؟ ابعاد در شکل به میلی متر بوده و فرض کنید تیر در سرتاسر طول خود از مهارهای جانبی کافی برخوردار است.



RBS (۱)

WUF-W (۲)

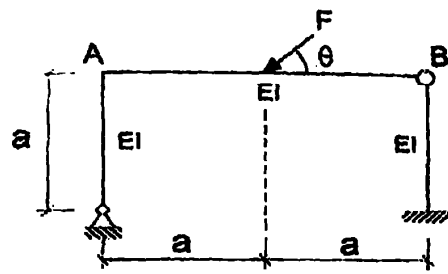
BFP (۳)

WFP (۴)

گزینه ۱ (سطح سوال متوسط)

به جز اتصال RBS، در تمامی اتصالات فوق استفاده از ضخامت بال 35 mm برای تیر ممنوع هست.

۵۹- در قاب نشان داده شده در شکل زیر، تانژانت زاویه θ چقدر باشد تا گره B سازه در هیچ راستایی تغییر مکان نداشته باشد؟ از تغییر شکل های مجوری و برشی و آثار مرتبه دوم صرف نظر شود.



(۱) 4

(۲) 6

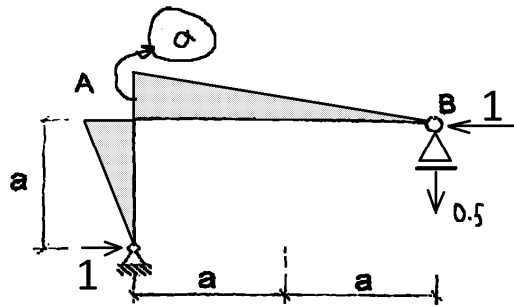
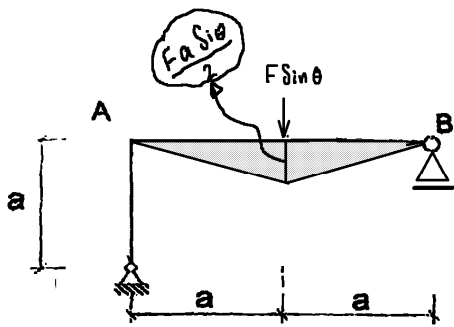
(۳) 8

(۴) 10

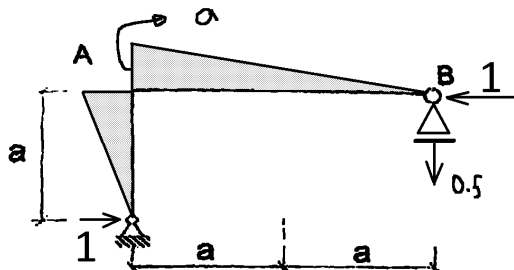
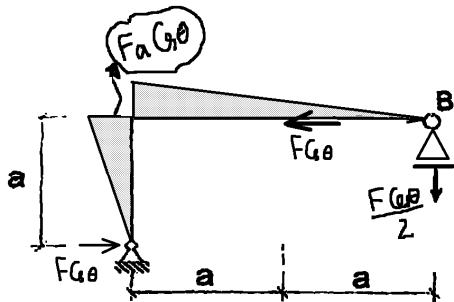
گزینه ۱ (سطح سوال سخت)

تغییر مکان ناشی از نیروی قائم و افقی را میتوان جداگانه بدست آورد. جمع تغییر مکانها باید برابر صفر باشد.

$$\frac{Fa^3 \sin \theta}{4EI} = \frac{Fa^3 \cos \theta}{EI} \rightarrow \tan \theta = 4$$

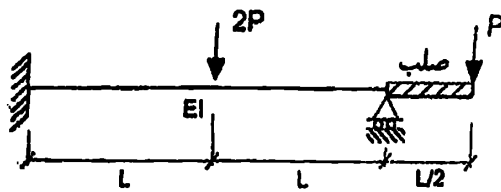


$$\Delta = \frac{Fa^3 \sin \theta}{4EI}$$



$$\Delta = \frac{Fa^3 \cos \theta}{EI}$$

۶۰- در تیر نشان داده شده در شکل زیر، تغییر مکان قائم در زیر بار متمرکز $2P$ به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ از وزن اعضا صرف نظر شود.



(۱) $\frac{PL^3}{24EI}$

(۲) $\frac{PL^3}{12EI}$

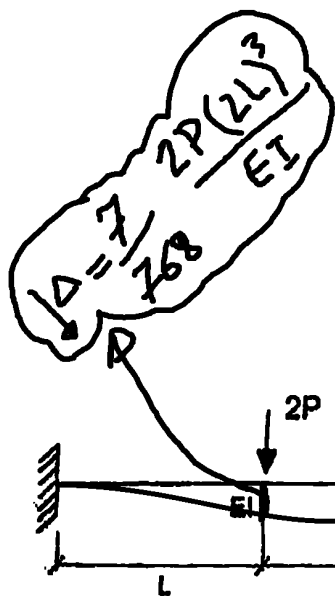
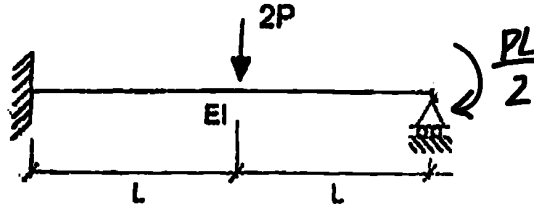
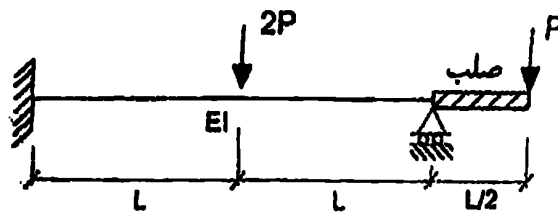
(۳) $\frac{PL^3}{48EI}$

(۴) $\frac{PL^3}{192EI}$

گزینه ۲ (سطح سوال سخت)

برای استخراج نتایج از جداول آماده برای تیرها استفاده شده است:

$$\Delta = \frac{7}{768} \times \frac{16PL^3}{EI} - \frac{\left(\frac{PL}{2}\right)(2L)^2}{32EI} = \frac{7}{48} \frac{PL^3}{EI} - \frac{PL^3}{16EI} = \frac{PL^3}{12EI}$$



+

