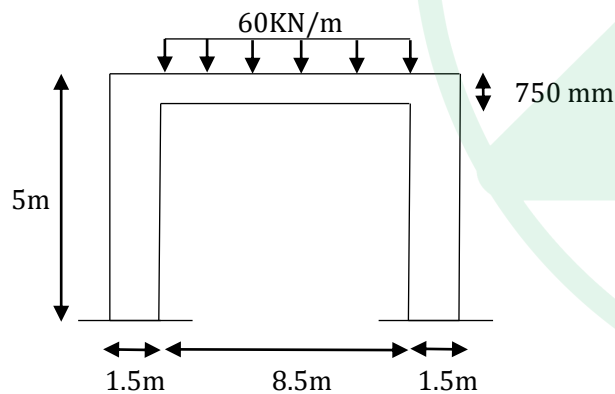


حل سوالات بهمن ۹۷
آزمون محاسبات نظام مهندسی

سوال ۱

مطابق شکل زیر، در یک قاب خمشی بتن مسلح، تیر با مقطع $500 \times 750 \text{ mm}$ و پایه‌های طرفین با مقطع $1500 \times 3000 \text{ mm}$ بوده و تیر تحت اثر یک بار مرده دائمی 60 KN/m (شامل وزن تیر) قرار می‌گیرد. تغییر شکل قائم کل وسط دهانه ۷ سال پس از اجرا ناشی از بار دائمی یادشده بر حسب میلی‌متر به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ $E_c = 22 \times 10^3$ ممان اینرسی موثر مقطع تیر (I_e) برابر نصف ممان اینرسی مقطع ترک‌خورده بدون لحاظ اثر آرما تور (I_g) فرض شود؛ همچنین در وسط دهانه مقدار آرما تور فشاری ناچیز فرض شود و از تغییر شکل قائم پایه‌ها، صرف‌نظر گردد. طول موثر دهانه تیر در محاسبات 8.5 m در نظر گرفته شود و رده بتن C25 می‌باشد.



- (1) 25
- (2) 20
- (3) 9
- (4) 13

سبزسازه



۹-۱۹-۲-۱ تغییر مکان آنی اعضا را می‌توان با استفاده از روش‌های معمول تحلیل سازه‌ها و روابطی که بر اساس رفتار خطی مصالح تنظیم شده‌اند، محاسبه کرد. در این روش‌ها و روابط، مقدار E_c ، بر اساس ضوابط بند ۹-۳-۶ تعیین شده و از ممان اینرسی مؤثر عضو استفاده می‌گردد.

سبزسازه



۹-۱۹-۲-۵ تغییر مکان اضافی ناشی از وارفتگی (خزش) و جمع شدگی (افت یا انقباض) بتن در اعضای خمشی در طول زمان را که تغییر مکان دراز مدت نامیده میشود، در صورت عدم استفاده از روش های تحلیلی دقیق تر، می توان از حاصل ضرب تغییر مکان آنی ناشی از بارهای دائمی در ضریب λ_Δ که از رابطه ی (۹-۱۹-۲) تعیین می شود، به دست آورد.

$$\lambda_\Delta = \frac{\xi}{1+50\rho'} \quad (۹-۱۹-۳)$$

در این رابطه ρ' نسبت فولاد فشاری در مقطع وسط دهانه در اعضای با تکیه گاه های ساده یا سراسری، و در مقطع تکیه گاه در اعضای طره ای است. مقدار ضریب وابسته به زمان بارهای دائمی، ξ ، باید برابر با مقادیر جدول ۹-۱۹-۲ در نظر گرفته شود:

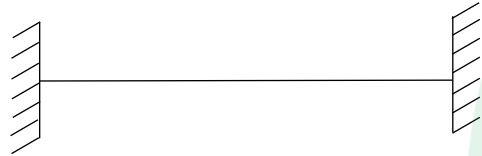
جدول ۹-۱۹-۲ ضریب وابسته به زمان بارهای دائمی

زمان	ضریب ξ
۳ ماه	۱/۰
۶ ماه	۱/۲
۱۲ ماه	۱/۴
۶۰ ماه و بیش تر	۲/۰



محاسبه اولیه Δ :

$$\Delta_{\text{کل}} = \Delta_{\text{اولیه}} + \Delta_{\text{مدت دراز}}$$



تیر دوسر گیردار تحت بار گسترده یکنواخت

$$\Delta_{\text{max}} = \frac{ql^4}{384EI}$$

$$q = 60 \frac{\text{KN}}{\text{m}} = 60 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$E_c = 22 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$I = I_e = \frac{1}{2} I_g = \frac{1}{2} \times \frac{500 \times 750^3}{12} = 8789 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\Delta_{\text{اولیه}} = \frac{60 \times 8500^4}{384 \times 22 \times 10^3 \times 8789 \times 10^6} = 4.218 \text{ mm}$$



ادامه پاسخ ۱

محاسبه دراز مدت Δ :

$$\Delta_{\text{دراز مدت}} = \lambda \times \Delta_{\text{آنی}} = \frac{\xi}{1 + 50\rho} \times 4.218 = \frac{2}{1 + 50 \times 0} \times 4.218 = 8.436 \text{ mm}$$

$$\Delta_{\text{کل}} = 4.218 + 8.436 = 12.654 \text{ mm}$$

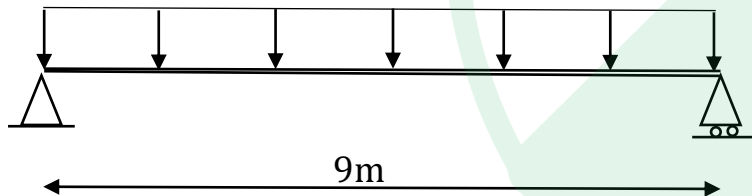
پاسخ: گزینه ۴

سبزسازه



سوال ۲

یک تیر دو سر ساده بتن آرمه پیش ساخته با مقطع مستطیل شکل به طول دهانه ۹ متر، عرض مقطع ۴۰۰ mm و ارتفاع موثر مقطع ۵۲۵ mm تحت اثر بار گسترده یکنواخت مرده ۲۰ KN/m (شامل وزن تیر) و بار گسترده یکنواخت زنده ۱۵ KN/m قرار خواهد داشت. تعیین کنید به طور نظری حداقل در چند درصد از طول تیر باید آرماتور برشی قرار داده شود؟ (از مولفه قائم زلزله صرف نظر شود و نزدیک ترین گزینه به پاسخ انتخاب گردد. همچنین بتن از رده C25 و میلگرد از نوع S340 در نظر گرفته شود).



- (1) 100
- (2) 70
- (3) 50
- (4) 30

سبزسازه

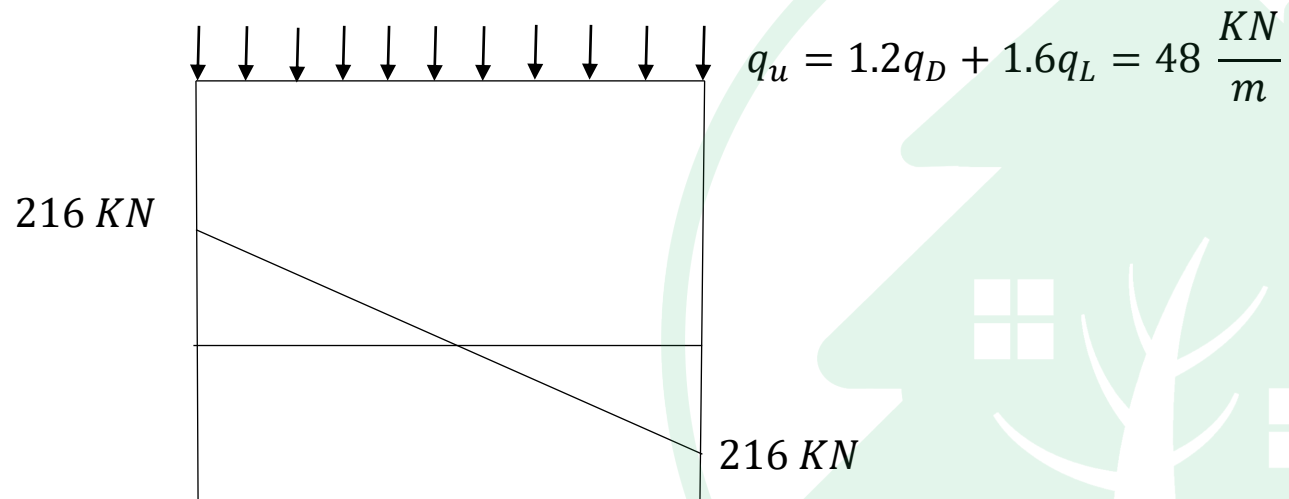


۹-۱۱-۵-۲ حداقل آرماتور برشی

۹-۱۱-۵-۲-۱ حداقل آرماتورهای برشی، $A_{v,min}$ ، باید در تمامی مناطقی که نیروی برشی نهایی مقطع از نصف مقاومت برشی تأمین شده توسط بتن با احتساب ضریب کاهش مقاومت بیشتر است، $V_u > 0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$ ، تأمین شود؛ به جز مواردی که در جدول ۹-۱۱-۲ آمده‌اند؛ که در این موارد اگر $V_u > \phi V_c$ باشد، حداقل باید $A_{v,min}$ تأمین گردد.

سبزسازه



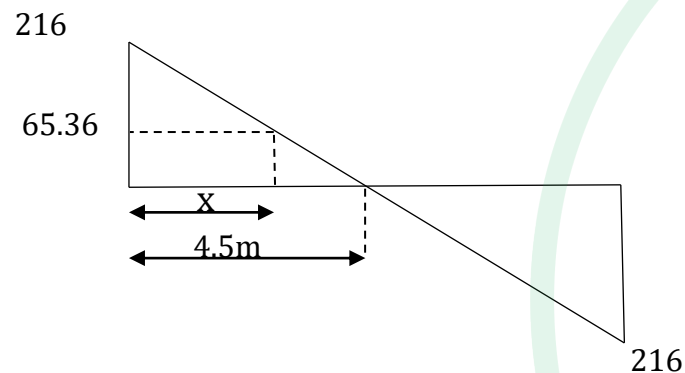


طبق بند ۹-۱۱-۵-۲-۱ در قسمت هایی که $V_u > 0.083\phi\lambda\sqrt{f_c}b_wd$ باشد، باید آرماتور برشی استفاده گردد:

$$0.083\phi\lambda\sqrt{f_c}b_wd = 0.083 * 0.75 * 1 * \sqrt{25} * 400 * 525 = 65.36 \text{ kN}$$

سبزسازه





$$\frac{216}{4.5} = \frac{216 - 65.36}{x} \Rightarrow x = 3.13 \text{ m}$$

$$2x = 2 \times 3.13 = 6.26 = \text{طول از تیر که نیاز به آرماتور برشی دارد}$$

$$\text{درصد} = \frac{6.26}{9} \times 100 = 69.5\% \cong 70\%$$

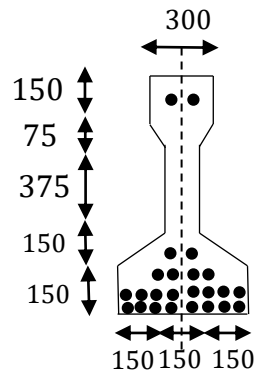
پاسخ: گزینه ۲

سبزسازه



سوال ۳

مقطع یک تیر بتنی پیش‌تنیده در شکل زیر نشان داده شده است. نسبت مقدار تغییر شکل نسبی حاصل از وارفتگی بتن شش ماه بعد از پیش‌تنیده شدن تیر به مقدار تغییر شکل نسبی اولیه به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (مقدار ضریب وارفتگی بتن برابر 1.8 در نظر گرفته شود. همچنین ابعاد روی شکل برحسب میلی‌متر است).



- (1) 1.56
- (2) 1.23
- (3) 1.75
- (4) 1.18

بخش مورد نظر در آیین‌نامه جدید حذف گردیده است و سوال با آیین‌نامه جدید موضوعیتی ندارد.



سوال ۴

در طراحی یک دیوار وزنی حائل نگهبان به ارتفاع 35 متر، برای تامین مقاومت لغزش در شرایط استاتیکی، به اصطکاک بین شالوده و خاک و نیروی مقاوم خاک جلوی دیوار اکتفا می‌شود. اگر نیروی رانش خاک پشت دیوار 37KN در واحد مترطول دیوار و مقاومت ناشی از اصطکاک بین شالوده و خاک 51KN در واحد مترطول دیوار باشد، حداقل مقاومت ناشی از نیروی مقاوم خاک جلوی دیوار بر حسب کیلونیوتن در واحد مترطول دیوار به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (روش تنش مجاز مدنظر است).

- (1) صفر
- (2) 5
- (3) 17
- (4) 23

سبزسازه



۱-۱-۷-۵-۷ حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای صلب

مقادیر حداقل ضرایب اطمینان برای این گونه دیوارها در طراحی به روش تنش مجاز در جدول ۷-۵-۳ آمده است.

جدول ۷-۵-۳ حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای وزنی در طراحی به روش تنش مجاز

شرایط	واژگونی	لغزش	ظرفیت باربری پی دیوار	پایداری کلی (شیروانی)
استاتیکی	۱/۷۵	۱/۵	۳	۱/۵
لرزه‌ای	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۳

در صورتی که در پایداری در برابر لغزش نیروی مقاوم خاک جلوی دیوار لحاظ گردد باید از ضریب اطمینان ۲ استفاده شود.

سبزسازه



پاسخ ۴

طبق بند ۷-۵-۷-۱-۱ داریم:

$$\frac{S + P_p}{H + P_a} \geq 2$$

$$\frac{51 + P_p}{0 + 37} \geq 2$$

$$P_p \geq 23kN$$

پاسخ: گزینه ۴

سبزسازه



سوال ۵

در دیوارهای اطراف زیرزمین که انتهای دیوار به سقف سازه متکی است. در شرایط بارگذاری استاتیکی برای تعیین فشار خاک در پشت دیوار از فشار خاک در کدام حالت باید استفاده شود؟ شرایط خاصی از قبیل فشار آب، ریشه گیاهان، تورم خاک، یخبندان، برخاست و ترک کششی وجود ندارد و خاک پشت دیوار به صورت لایه لایه خاکریزی و متراکم نشده است)

- 1) سکون
- 2) مقاوم
- 3) محرک
- 4) بسته به مقدار تغییر شکل افقی مقاوم یا محرک

سبزسازه



۵-۵-۲-۵-۷: در دیوارهای زیرزمین که انتهای آنها به سقف متصل هستند در شرایط بارگذاری استاتیکی باید از فشار خاک در حالت سکون استفاده شود.

گزینه ۱ صحیح است.

سبزسازه



سوال ۶

در طراحی پی منفرد ساختمانی تنش موثر خاک زیر پی که حاوی خاک نرم تا عمق 10 متری می باشد، تعیین کننده است. احداث ساختمان با گودبرداری به عمق 2.5 متر همراه است. چنانچه فاصله آزاد بین دو پی مجاور با ابعاد سه متر در سه متر برابر 8 متر باشد، حداقل عمق مورد نیاز عمیق ترین گمانه از سطح زمین چند متر می باشد؟ (عرض ساختمان 7 متر بوده و عمق گمانه بدون در نظر گرفتن عمق گودبرداری B می باشد که B حسب مورد عرض ساختمان یا عرض یک پی است. عرض ساختمان در مقایسه با بار ساختمان زیاد است.) (با اصلاح)

- (1) 8.5
- (2) 5.5
- (3) 9.5
- (4) 6

سبزسازه



۷-۱-۲-۳-۲-۷ عمق گمانه‌ها

عمق گمانه‌های مورد نیاز باید بیش از عمقی باشد که افزایش تنش ناشی از بار ساختمان در آن عمق به کمتر از هر یک از دو معیار زیر برسد. هر عمقی بیشتر شد ملاک می‌باشد:

الف- عمقی که تنش وارده از پی به زمین از ۱۰ درصد تنش موثر موجود ناشی از وزن زمین در آن عمق کمتر شود.

ب- عمقی که تنش ناشی از پی به زمین به ۱۰ درصد مقدار تنش خالص ساختمان در تراز پی خود کاهش یابد.

پ- در هر صورت عمق گمانه‌ها نباید از عرض ساختمان کمتر باشد.
تبصره ۱: در صورتی که عرض ساختمان در مقایسه با بار ساختمان زیاد باشد (مثل سوله،) نیازی نیست عرض ساختمان مبنا قرار گیرد.

تبصره ۲: در ساختمان با پی‌های منفرد: اگر فاصله لب به لب دو پی مجاور بیشتر از مجموع عرض آن دو پی باشد، عرض یک پی ملاک تعیین عمق گمانه‌ها در نظر گرفته می‌شود و در غیر این صورت عرض کل ساختمان شاخص تعیین عمق گمانه‌ها خواهد بود.

نکاتی که باید در تعیین عمق گمانه رعایت شود:

الف- اگر احداث ساختمان با گود برداری همراه باشد، عمق گود باید به عمق گمانه اضافه شود.
ب- حفر حداقل یک چاه دستی جهت مشاهده بافت خاک در هر پروژه ضروری است. عمق چاه دستی حداکثر تا سطح آب زیرزمینی می‌باشد. این چاه دستی علاوه بر تعداد حداقل گمانه‌ها حفر می‌شود.



حالت چهارم:

در صورت تحقق شرایط زیر:

(۱) عرض ساختمان در مقایسه با بار ساختمان زیاد باشد. (مانند سوله)

(۲) گودبرداری در ساختمان به ارتفاع h_3 وجود داشته باشد.

در این حالت عمق گمانه از رابطه زیر بدست می آید:

$$h \geq \max \begin{cases} h_1 + h_3 \\ h_2 + h_3 \end{cases}$$

h_1 : عمق بدست آمده از حالت الف بند ۷-۲-۳-۱-۷

h_2 : عمق بدست آمده از حالت ب بند ۷-۲-۳-۱-۷

سبزسازه



پاسخ ۶

گام اول: طبق بند ۷-۲-۳-۲-۱-۷ داریم:

تعیین B:

پی منفرد $\left\{ \begin{array}{l} 8\text{ m} = \text{فاصله لب به لب در پی مجاور} \\ 6\text{ m} = \text{مجموع عرض در پی مجاور} \end{array} \right. \rightarrow 8 > 6 \Rightarrow B = 3$

$$h \geq 3 + 2.5 = 5.5$$

گام دوم:

عمق گمانه با احتساب گودبرداری:

گزینه ۲ صحیح است.

سبزسازه



سوال ۷

برای تحلیل پی‌های انعطاف پذیر و بدست آوردن تنش زیر پی کدام روش صحیح است؟

- (1) شبیه‌سازی خاک به صورت فنر (K_s) با مقدار یکنواخت مشروط بر اینکه پی به همراه روسازه تحلیل شود.
- (2) شبیه‌سازی خاک به صورت فنر (K_s) با مقدار یکنواخت
- (3) شبیه‌سازی خاک به صورت فنر (K_s) با سه مقدار $0.8K_s, K_s, 1.25K_s$ و انتخاب بحرانی ترین نتایج آن‌ها
- (4) شبیه‌سازی خاک به صورت فنر (K_s) با تغییرات لازم مقدار آن در زیر سطح پی متناسب با نشست‌ها

سبزسازه



۶-۴-۷- پی های انعطاف پذیر

۶-۴-۷-۱: برای تحلیل پی های انعطاف پذیر نمی توان از توزیع خطی تنش در زیر پی استفاده کرد و باید توزیع تنش را با مدل سازی پی به صورت تیر و دال بر روی بستر الاستیک یا بر روی یک سری فنر ارتجاعی با سختی مناسب به دست آورد.

۶-۴-۷-۲: مدول عکس العمل بستر (K_s) باید با استفاده از تحلیل نشست و با در نظر گرفتن توزیع تنش مناسب تعیین گردد. از آزمایش های برجا همانند بارگذاری صفحه و پرسیومتری با اصلاحات لازم باید استفاده کرد. این مدول در ارزیابی نیروهای داخلی پی نقش تعیین کننده دارد و باید با دقت تعیین شود.

۶-۴-۷-۳: برای پی های گسترده انتخاب مقدار یکنواخت (K_s) در تمام سطح زیر پی صحیح نمی باشد و متناسب با نشست رخ داده باید تغییر کند. افزایش سختی در لبه ها تا دو برابر توصیه می شود. پهنای نوارهای لبه می تواند حدود $\frac{1}{10}$ پهنای پی در همان جهت در نظر گرفته شود.

۶-۴-۷-۴: به جای استفاده از مدول فنری در پی های انعطاف پذیر، بهتر است از مدل سازی محیط متخلخل استفاده نمود.

پاسخ: گزینه ۴



سوال ۸

در ساختمان‌های بنایی مسلح، حداکثر فاصله آخرین تنگ ستون از زیر پایین‌ترین میلگرد دال بتن مسلح، بر حسب میلی‌متر به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (ابعاد ستون $400 \times 400 \text{ mm}$ بوده و در مقطع از حداقل قطر برای تنگ استفاده شده است.) (با اصلاح)

- (1) 60
- (2) 200
- (3) 144
- (4) 90

سبزسازه



مطابق مبحث هشتم ۹۸ - ص ۷۳ - بند ۸-۴-۴-۵:

۸-۴-۴-۵ تنگ‌های ستون مسلح

تنگ‌های ستون باید با ضوابط زیر مطابقت داشته باشند:

۱- میلگردهای طولی باید توسط تنگ‌هایی به قطر حداقل ۶ میلی‌متر بسته شوند.

۲- فاصله قائم تنگ‌ها نباید از کمترین مقادیر زیر، بیشتر شود:

الف- ۱۶ برابر قطر میلگردهای طولی

ب- ۴۸ برابر قطر تنگ

پ- کوچکترین بعد عضو فشاری

۳- تنگ‌ها باید به گونه‌ای قرار گیرند که میلگردهای طولی، حداقل یک در میان، توسط دو ساق تنگ

مهار شوند. زاویه داخلی بین دو ساق نباید از ۱۳۵ درجه بیشتر باشد. در صورتی که فاصله آزاد

بین میلگردهای طولی بیش از ۱۵۰ میلی‌متر باشد، باید به وسیله تنگ اضافی مهار شود.

۴- تنگ‌ها باید با فواصل تعیین شده در تمام طول عضو قرار داده شوند. فاصله اولین تنگ از سطح

فوقانی شالوده یا دال طبقه تحتانی و آخرین تنگ از زیر پایین‌ترین میلگردهای دال یا کتیبه

سرستون طبقه فوقانی نباید از نصف فواصل تعیین شده بیشتر باشد.



مطابق مورد ۴:

$$S \leq \min \begin{cases} 8d_b \\ 24d_v \\ \frac{1}{2} * \min(b, h) \end{cases}$$

$$S \leq \min \begin{cases} 24 * 6 = 144mm \\ \frac{1}{2} * 400 = 200mm \end{cases} = 144mm$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

سبزسازه



سوال ۹

موقعیت زمین محل احداث یک ساختمان بنایی محصور شده با کلاف به گونه‌ای است که شالوده یک دیوار به طول 12 متر و ضخامت 330 میلی‌متر، به علت شیب 5 درصدی زمین باید به صورت پلکانی اجراء شود. چنانچه عرض کرسی چینی 450 میلی‌متر فرض شود، حداقل حجم شالوده این دیوار به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ (پلکانی کردن شالوده با کمترین تعداد پله و با طول مساوی برای هر پله در نظر گرفته شود)

- (1) $3 m^3$
- (2) $4.5 m^3$
- (3) $6 m^3$
- (4) $6.5 m^3$

سبزسازه



مطابق مبحث هشتم ۹۸- ص ۱۰۸ و ۱۰۹- بند ۸-۵-۵-۲-۱ :

۸-۵-۵-۲-۱ شالوده

شالوده قسمتی از پی سازی است که زیر پی بتنی و یا کلاف بتنی زیر دیوار اجرا می شود. در ساخت شالوده الزامات زیر باید رعایت شوند.

۱- شالوده باید در یک تراز ساخته شود و هر گاه احداث شالوده، به هر دلیل، در یک تراز ممکن نباشد، هر بخش از شالوده باید به صورت افقی در یک تراز قرار گیرد.

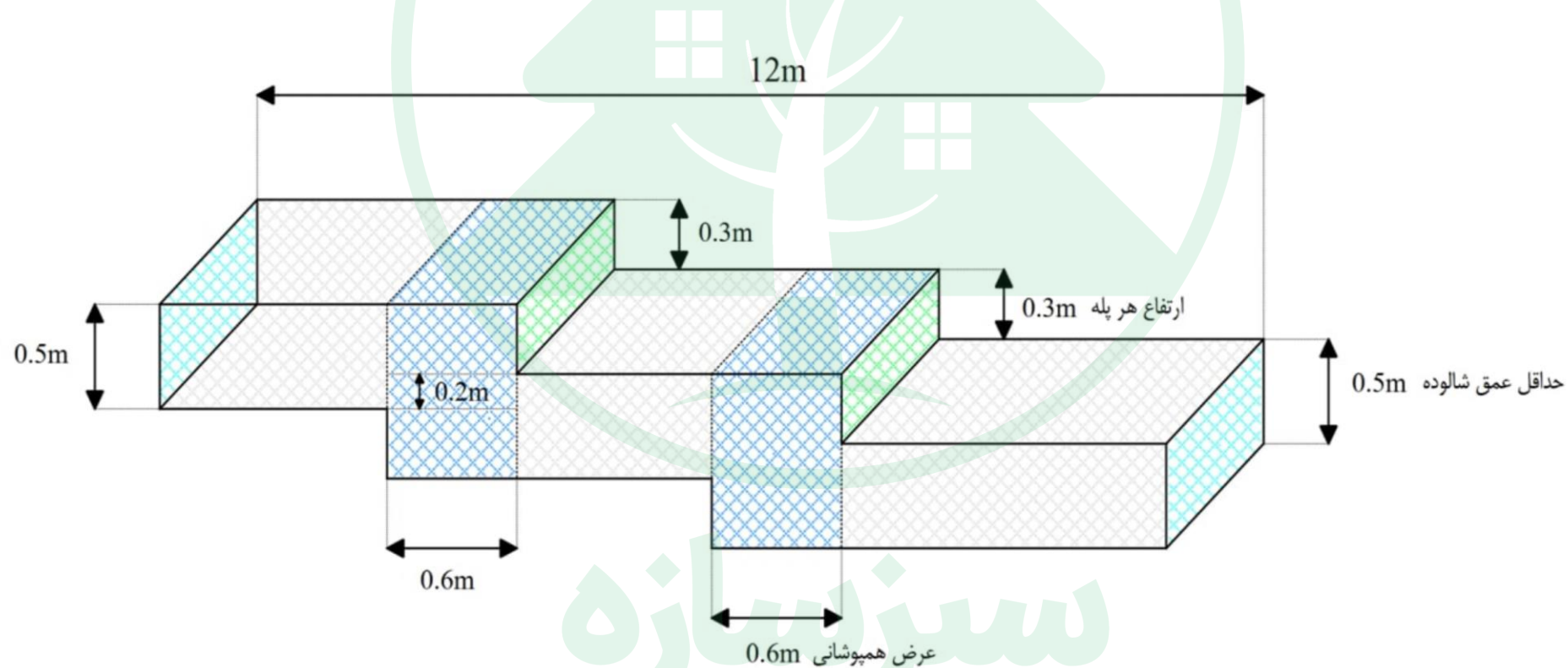
۲- ساخت شالوده شیب دار مجاز نیست. در زمین های شیب دار چنانچه ساخت شالوده ساختمان در یک تراز ممکن نباشد باید از شالوده پلکانی استفاده شود، به طوری که قسمت های مختلف شالوده در جهت افقی حداقل ۶۰۰ میلی متر هم پوشانی داشته و ارتفاع هر پله نباید بیش از ۳۰۰ میلی متر باشد.

سبزسازه



۴- عمق شالوده نباید از ۵۰۰ میلی متر کمتر باشد. همچنین، عرض شالوده نباید از $1/5$ برابر عرض کرسی چینی یا عرض دیوار (در صورت عدم وجود کرسی چینی) کمتر باشد.

بر اساس داده های تست داریم:



$$\text{حداقل عرض شالوده} = 1.5 * 450 = 675 \text{ mm}$$

$$\text{ضخامت حداقل شالوده} = 500 \text{ mm}$$

$$X = 1200 \times 0.05 = 600 \text{ mm}$$

در نتیجه نیاز به دو پله به ارتفاع 300 mm می باشد.

$$V = [(1200 \times 675 \times 500) + (2 \times 600 \times 300 \times 675)] \times 10^{-9} = 4.3 \text{ m}^3$$

بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

سبزسازه



سوال ۱۰

در آزمایش جذب آب یک نمونه سنگ که برای اجرای ساختمان با مصالح بنایی استفاده می‌شود، جرم قطعه سنگ خشک 11.5 Kg بوده و بعد از جذب آب به 14.6 Kg رسیده است.
این مقدار جذب آب...

- (1) در صورتی که سنگ، آهکی متخلخل باشد مجاز است.
- (2) در صورتی که سنگ، رگی باشد مجاز است.
- (3) در صورتی که سنگ، آهکی متراکم باشد مجاز است.
- (4) در صورتی که سنگ، توف باشد مجاز است.

سبزسازه



مطابق مبحث هشتم ۹۸- ص ۳۵ - بند ۸-۲-۲-۴-۳-ب :

ب) حداقل ضوابط لازم برای سنگ‌های مصرفی

مقاومت فشاری سنگ مورد استفاده در عضو بنایی برابر نباید کمتر از ۱۵ مگاپاسکال باشد. جذب آب سنگ‌های رگی حداکثر ۵٪ و ضریب افت مقاومت سنگ در آب، در مورد سنگ‌های باربر و نما دست کم ۷۰٪ است. جذب آب مجاز برای سنگ‌های آهکی متراکم ۱۵٪، سنگ‌های آهکی متخلخل ۲۵٪ و در مورد توف‌ها ۳۰٪ تعیین شده است. تعریف: ضریب افت مقاومت سنگ در آب عبارت است از نسبت مقاومت فشاری نمونه خیس شده در آب به مدت حداقل ۲۴ ساعت به مقاومت فشاری همان سنگ در حالت خشک.

$$\text{جذب آب نمونه} = \frac{14.6 - 11.5}{11.5} * 100 = 27\%$$

با توجه به اینکه درصد جذب آب نمونه از ۲۵ درصد بیشتر و از ۳۰ درصد کمتر است فقط در مورد توف‌ها مجاز می باشد.

بنابراین گزینه ۴ صحیح است.



سوال ۱۱

در یک سازه بنایی مسلح، فاصله تکیه گاه های جانبی وجه فشاری تیر، با در نظر گرفتن حداقل اعداد برای مقطع تیر در کدام گزینه بر حسب متر می تواند قابل قبول باشد؟ (ارتفاع موثر تیر را 85% ارتفاع کل تیر در نظر بگیرید.) (جایگزین تست)

- (1) 5
- (2) 15.5
- (3) 13.5
- (4) 4.7

سبزسازه



مطابق مبحث هشتم ۹۸- ص ۸۳ - بند :

۸-۴-۵ طراحی تیر

در طراحی تیر باید الزامات فصل سوم و الزامات این بخش در نظر گرفته شود. نیروهای طراحی تیر باید بر اساس تحلیلی که در آن تاثیر سختی نسبی اعضای سازه‌ای در نظر گرفته شده است، بدست آمده باشند. تاثیر ترک خوردگی بر سختی عضو باید لحاظ شود.

۸-۴-۵-۱ الزامات عمومی

۱- نیروی محوری فشاری ضریب‌دار در تیر نباید از $0.5A_m f_m$ فراتر رود.

۲- تیر باید کاملاً با ملات یا دوغاب بنایی پر شود.

۸-۴-۵-۲ الزامات ابعادی

۱- عرض تیر نباید کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

۲- عمق تیر نباید کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر باشد.

۳- طول دهانه تیر، که به صورت یک‌پارچه با تکیه‌گاه‌ها اجرا نشده باشد، باید برابر دهانه خالص به علاوه عمق تیر در نظر گرفته شود اما لازم نیست از فاصله مرکز به مرکز تکیه‌گاه‌ها بیشتر شود.

۴- در تیرهای پیوسته، برای محاسبه لنگر خمشی، طول دهانه باید برابر فاصله مرکز به مرکز تکیه‌گاه‌ها در نظر گرفته شود.

۵- وجه فشاری تیر باید دارای تکیه‌گاه جانبی مناسب در فواصل حداکثر ۳۲ برابر عرض تیر یا $120b^2/d$ ، هر کدام کمتر باشد، در نظر گرفته شود.



$$L_b \leq \min \left\{ \begin{array}{l} 32b \\ 120 \frac{b^2}{d} \end{array} \right.$$
$$L_b \leq \min \left\{ \begin{array}{l} 32 * 150 = 4800mm \\ 120 \frac{150^2}{0.85 * 200} = 15883mm \end{array} \right.$$
$$L_b \leq 4800mm$$

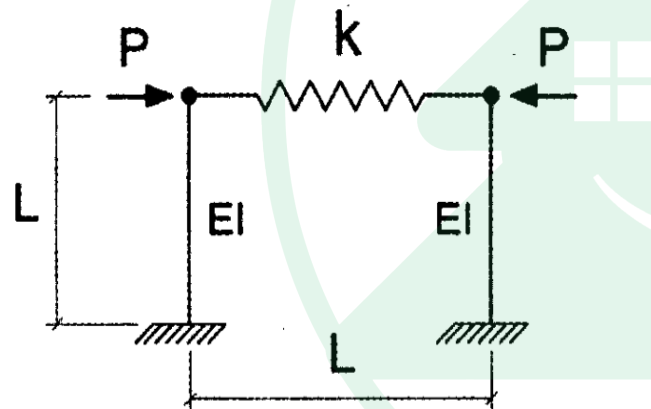
بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

سبزسازه



سوال ۱۲

در قاب شکل زیر چنانچه $K = \frac{3EI}{L^3}$ باشد، مقدار لنگر خمشی در پای ستون‌ها به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



(1) $\frac{PL}{3}$

(2) $\frac{PL}{2}$

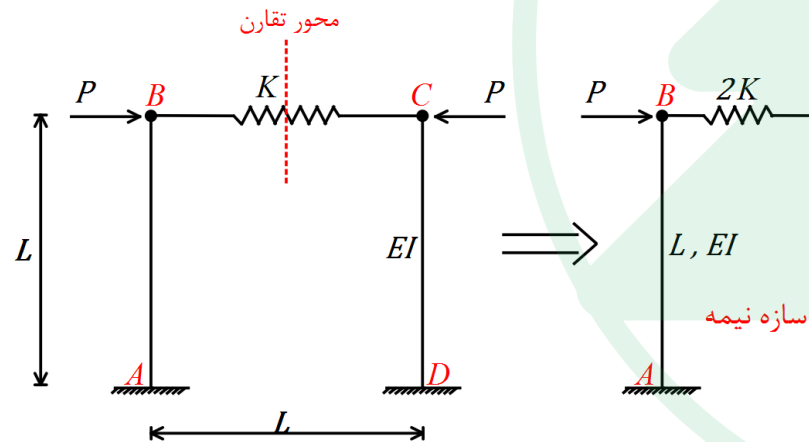
(3) $\frac{2PL}{3}$

(4) PL

سبزسازه



مطابق فصل 15 کتاب مربوط به خواص تقارن این سازه به صورت متقارن بوده و بارگذاری وارد بر سازه نیز متقارن است و مطابق خصوصیات سازه‌های متقارن با بارگذاری متقارن اگر در محل محور تقارن یک فنر انتقالی عمود بر محور تقارن داشته باشیم سختی آن در سازه نیمه دو برابر می‌شود. بنابراین:



سبزه سازه



ادامه پاسخ ۱۲

در سازه نیمه ستون AB و فنر انتقالی مانند فنرهای موازی رفتار می کنند و نیروی P به نسبت سختی بین آنها توزیع می شود:

$$K_S = 2K = 2 * \frac{3EI}{L^3} = \frac{6EI}{L^3}$$

سختی فنر

$$K_{AB} = \frac{3EI}{L^3}$$

سختی ستون طره ای

$$F_{AB} = \frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{\text{فنر}}} * P = \frac{\frac{3EI}{L^3}}{\frac{3EI}{L^3} + \frac{6EI}{L^3}} * P = \frac{P}{3}$$

سهم ستون AB از نیروی P

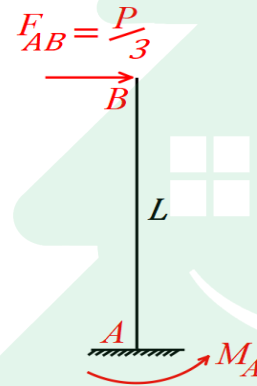
سبزسازه



ادامه پاسخ ۱۲

در نهایت لنگر پای ستون AB به صورت زیر بدست می آید:

$$M_A = \frac{P}{3} * L = \frac{PL}{3}$$



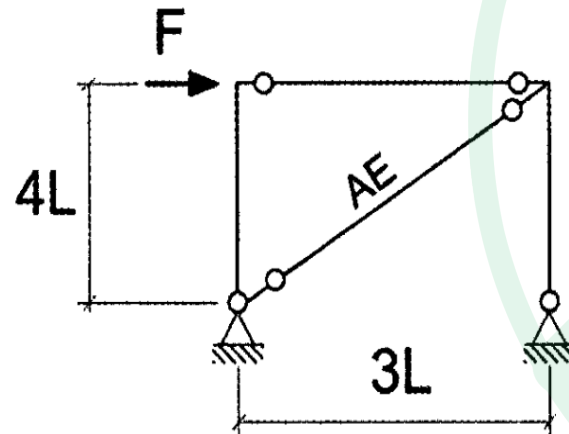
پاسخ: گزینه ۱

سبزسازه



سوال ۱۳

در قاب شکل زیر اگر سختی محوری تیر و ستون‌ها بسیار زیاد فرض شود و سطح مقطع عضو مورب برابر A باشد. مقدار سختی جانبی قاب به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



- (1) $0.072 \frac{AE}{L}$
- (2) $0.12 \frac{AE}{L}$
- (3) $0.16 \frac{AE}{L}$
- (4) $0.128 \frac{AE}{L}$

سبزسازه



مطابق فصل فدر در درسنامه با توجه به صلب بودن تیر و ستون‌ها برای محاسبه سختی جانبی قاب تنها سختی جانبی عضو مورب را محاسبه می‌کنیم. بنابراین:

$$L = \sqrt{(3L)^2 + (4L)^2} = 5L$$

طول عضو مورب

$$\cos \alpha = \frac{3L}{5L} = \frac{3}{5}$$

$$K = \frac{AE}{L_{\text{عضو مورب}}} * \cos^2 \alpha$$

سختی جانبی عضو مورب

$$\rightarrow K = \frac{AE}{5L} * \left(\frac{3}{5}\right)^2 = 0.072 \frac{AE}{L}$$

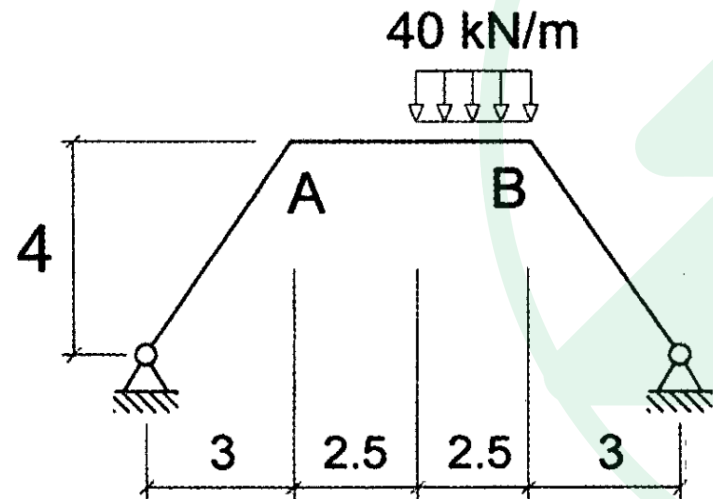
پاسخ: گزینه ۱

سبزسازه



سوال ۱۴

لنگر خمشی در وسط تیر AB بر حسب KN.m به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ تمام اعضاء دارای صلبیت خمشی (EI) یکسان بوده و در شکل ابعاد به متر است.



(1) 79.2

(2) 43.5

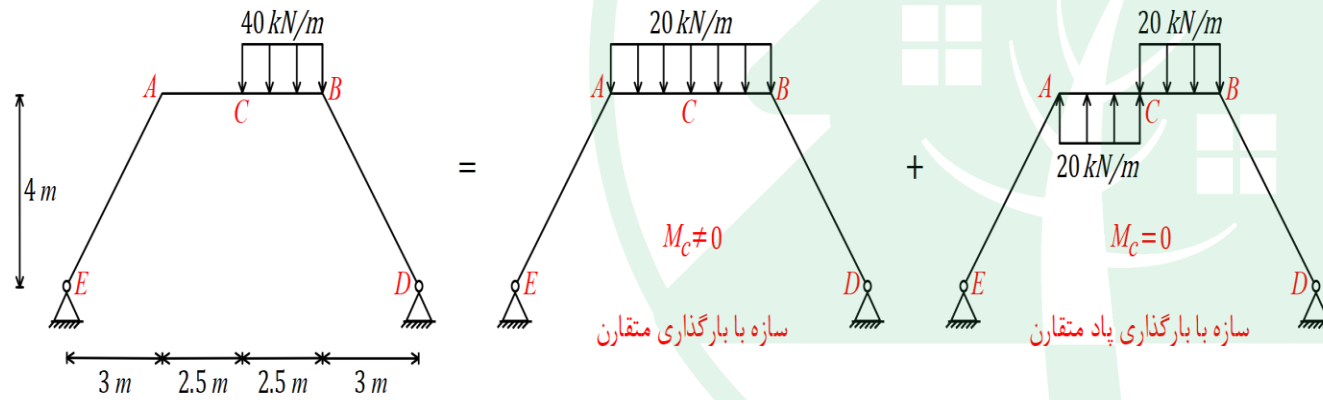
(3) 37.5

(4) 32.6

سبزسازه

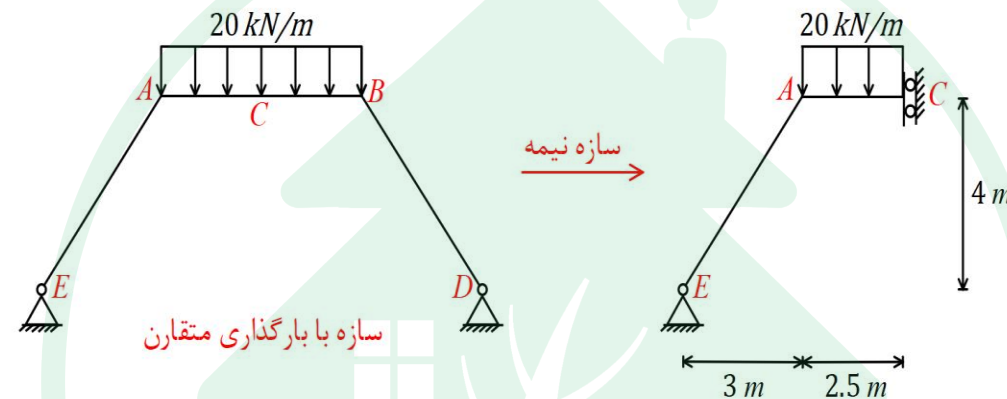


مطابق درسنامه مربوط به خواص تقارن در سازه‌ها همانطور که مشاهده می‌کنید سازه متقارن بوده و بارگذاری وارد بر آن به صورت کلی می‌باشد لذا باید سازه را به دو سازه با بارگذاری متقارن و پادمتقارن تبدیل کرده و آنها را تحلیل کنیم:



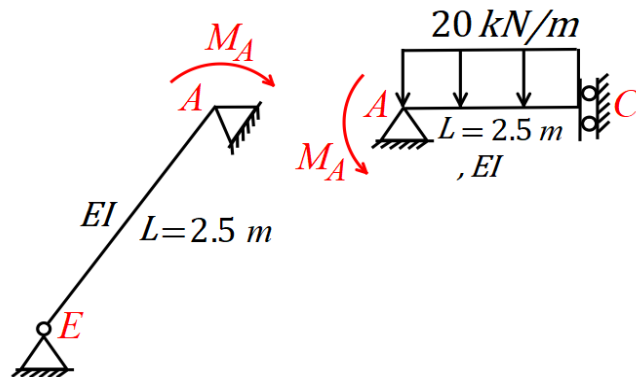
همانطور که مشاهده می‌کنید در سازه با بارگذاری پادمتقارن لنگر در وسط تیر AB صفر بوده و برای محاسبه لنگر در وسط تیر AB تنها سازه با بارگذاری متقارن را تحلیل می‌کنیم:





در سازه با بارگذاری متقارن در محل محور تقارن شیب و برش صفر بوده و خیز قائم داریم لذا در محل محور تقارن از تکیه گاه لغزنده گیردار استفاده می کنیم و سازه نیمه را تحلیل می کنیم:

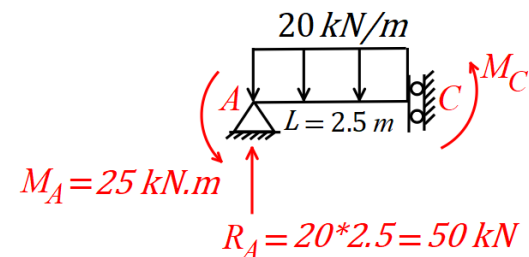
در نقطه A از سازه نیمه با توجه به برابر بودن شیب در دو طرف نقطه A می توانیم سازه را از این نقطه جدا کرده و معادله سازگاری $\theta_{A_L} = \theta_{A_R}$ را برای آن بنویسیم:



$$\curvearrowright^+ \theta_{A_L} = \theta_{A_R} \rightarrow + \frac{M_A * 5}{3 EI} = - \frac{M_A * 2.5}{EI} + \frac{20 * (2.5)^3}{3 EI}$$

$$\rightarrow \frac{25 M_A}{6 EI} = \frac{625}{6 EI} \rightarrow M_A = 25 \text{ kN.m}$$

در نهایت با تحلیل تیر AC مقدار لنگر در نقطه C را محاسبه می کنیم:



$$\curvearrowright^+ \sum M_C = 0 \rightarrow M_C + 25 + 20 * 2.5 * \frac{2.5}{2} = 50 * 2.5$$

$$\rightarrow M_C = 125 - 25 - 62.5 = 37.5 \text{ kN.m}$$



کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

- (1) در صورتی که تهیه طیف طرح ویژه ساختگاه ضروری باشد و مقادیر طیف طرح ویژه ساختگاه بیش از مقادیر طیف طرح استاندارد باشد. مقادیر طیف طرح ویژه ساختگاه بدون هرگونه کاهش ملاک طراحی قرار می گیرد.
- (2) در تعیین مقدار طیف طرح استاندارد اگر در انطباق مشخصات محل ساختگاه بین زمین نوع I و II تردیدی وجود داشته باشد. در این صورت انجام مطالعات ویژه ساختگاه الزامی است.
- (3) مقادیر طیف طرح ویژه ساختگاه همواره کوچک تر از مقادیر طیف طرح استاندارد است.
- (4) مقادیر طیف طرح استاندارد همواره کوچک تر از مقادیر طیف طرح ویژه ساختگاه است.

سبزسازه



۲-۵-۲ طیف طرح ویژه ساختگاه

این طیف با استفاده از مشخصات زلزله‌های منطقه ساختگاه و با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، تکتونیکی، لرزه‌شناسی، میزان خطرپذیری و مشخصات خاک در لایه‌های مختلف ساختگاه، و با به‌کارگیری نسبت میرائی ۵ درصد تعیین می‌گردد. در صورتی که نوع ساختمان و سطح زلزله مورد نظر نسبت میرائی متفاوتی را ایجاب کند، می‌توان آن را مبنای تهیه طیف قرار داد. مقادیر محاسبه شده این طیف باید در ضریب اهمیت ۱ و عکس ضریب رفتار $1/R_u$ ضرب گردد.

مقادیر طیف طرح ویژه ساختگاه نباید کمتر از ۸۰ درصد مقادیر طیف طرح استاندارد اختیار شود.

۲-۴-۳ در مواردی که در انطباق مشخصات محل ساختگاه با انواع مندرج در جدول (۳-۲) تردیدی وجود داشته باشد، باید نوع زمینی که ضریب بازتاب بزرگ‌تری به‌دست می‌دهد، انتخاب گردد.

بر اساس بند ۲-۵-۲ استاندارد ۲۸۰۰، محدودیت حداکثری برای طیف طرح ویژه ساختگاه بیان نشده است و محدودیت بیان شده در این بند مربوط به حداقل طیف طرح ویژه ساختگاه است.

پاسخ: گزینه ۱



سوال ۱۶

نسبت ضریب بازتاب یک ساختمان با خطر نسبی زیاد و با زمان تناوب یک ثانیه و زمین نوع چهار به ضریب بازتاب یک ساختمان با خطر نسبی زیاد و با زمان تناوب یک ثانیه و زمین نوع یک به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

- (1) 1.0
- (2) 1.12
- (3) 2.5
- (4) 2.75

سبزسازه



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 می‌شود:

$$B = B_1 N \quad (۱-۲)$$

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 لرزه‌خیزی منطقه مشخص می‌شود. این ضریب با استفاده از روابط زیر و یا از شکل‌های (۲-۱-الف) و (۲-۱-ب) تعیین می‌گردد.

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

در این روابط:

T : زمان تناوب اصلی نوسان ساختمان به ثانیه است. این زمان طبق بند (۳-۳-۳) تعیین می‌شود.
 S_0 و S ، T_s ، T_0 : پارامترهایی هستند که به نوع زمین و میزان خطر لرزه‌خیزی منطقه وابسته‌اند.
 مقادیر این پارامترها در جدول (۲-۲) و انواع زمین‌ها در بند (۴-۲) مشخص شده‌اند.



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

۲-۳-۲ ضریب اصلاح طیف، N ، به شرح زیر تعیین می شود:

الف- برای پهنه های باخطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$$N = 1$$

$$T < T_s$$

$$N = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1$$

$$T_s < T < 4 \text{ sec}$$

(۳-۲)

$$N = 1.7$$

$$T > 4 \text{ sec}$$



پاسخ ۱۶

$$\frac{B_{IV}}{B_I} = \frac{\text{زمین}}{\text{زمین}} = ?$$

طبق بند ۲-۳-۱

$$B = B_1 N \Rightarrow \begin{cases} B_{1IV} = S + 1 \xrightarrow{\text{جدول ۲-۲}} 1.75 + 1 = 2.75 \\ B_{1I} = (S + 1) \left(\frac{T_s}{T} \right) \xrightarrow{\text{جدول ۲-۲}} (1.5 + 1) \left(\frac{0.4}{1} \right) = 1 \end{cases}$$

$$B = B_1 N \Rightarrow \begin{cases} N_{IV} = 1 \\ N_I = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1 = \frac{0.7}{4 - 0.4} (1 - 0.4) + 1 = 1.117 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{B_{IV}}{B_I} = \frac{2.75 \times 1}{1 \times 1.117} = 2.46 \cong 2.5$$

طبق بند ۲-۳-۲

پاسخ: گزینه ۳

سبزسازه



سوال ۱۷

در تراز هر طبقه از یک ساختمان و در هر دو جهت برای آن که مقدار برون مرکزی اتفاقی بیش از 6 درصد بعد ساختمان در آن طبقه و در امتداد عمود بر نیروی جانبی نباشد، نسبت حداکثر تغییر مکان جانبی طبقه (که در یک انتهای ساختمان رخ می‌دهد و براساس برون مرکزی اتفاقی 5٪ محاسبه شده است)، به حداقل تغییر مکان جانبی طبقه (که در انتهای دیگر ساختمان رخ می‌دهد و براساس برون مرکزی اتفاقی 5٪ محاسبه شده است)، حداکثر چقدر می‌تواند باشد؟ (نزدیک‌ترین گزینه به جواب مدنظر است). (با تغییر)

- 1.2 (1)
- 1.4 (2)
- 1.6 (3)
- 1.9 (4)

سبزسازه



۳-۷-۳-۳ برون مرکزی اتفاقی در تراز هر طبقه، e_{aj} ، به منظور به حساب آوردن احتمال تغییرات اتفاقی توزیع جرم و سختی از یک سو و نیروی ناشی از مؤلفه پیچشی زلزله از سوی دیگر، در نظر گرفته می شود. این برون مرکزی باید در هر دو جهت و حداقل برابر با ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه، در امتداد عمود بر نیروی جانبی اختیار شود. در مواردی که ساختمان مشمول نامنظمی پیچشی موضوع بند (۱-۷-۱-ب) می شود، برون مرکزی اتفاقی حداقل باید در ضریب بزرگنمایی A_j ، طبق رابطه زیر، ضرب شود.

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{\max}}{1/2 \Delta_{\text{ave}}} \right)^2 \quad 1 \leq A_j \leq 3 \quad (9-3)$$

در این رابطه:

$\Delta_{\max}$ = حداکثر تغییر مکان طبقه z که با فرض $A_j = 1/0$ محاسبه شده است.

Δ_{ave} = میانگین تغییر مکان دو انتهای ساختمان در طبقه z که با فرض $A_j = 1/0$ محاسبه شده است.

۳-۷-۳-۴ در ساختمان های تا ۵ طبقه و یا کوتاه تر از هجده متر در مواردی که برون مرکزی نیروی جانبی طبقه در طبقات بالاتر از هر طبقه کمتر از ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی باشد، برای محاسبات لنگر پیچشی نیازی به در نظر گرفتن برون مرکزی اتفاقی در طبقات نیست.



$$\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{min}} = ?$$

فرض سوال: $e_a \leq 6\%$

$$e_a = A_j \times 0.05 = 0.06 \Rightarrow A_j = 1.2$$

حداقل برون مرکزی اتفاقی 0.05

بند ۳-۷-۳-۳

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{max}}{1.2\Delta_{ave}} \right)^2 = 1.2 \Rightarrow \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{ave}} = 1.315$$

بند ۳-۷-۳-۳

$$\Rightarrow \frac{\Delta_{max}}{\frac{\Delta_{max} + \Delta_{min}}{2}} = 1.315 \Rightarrow 0.685 \Delta_{max} = 1.315 \Delta_{min} \Rightarrow \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{min}} = 1.92 \cong 1.9$$

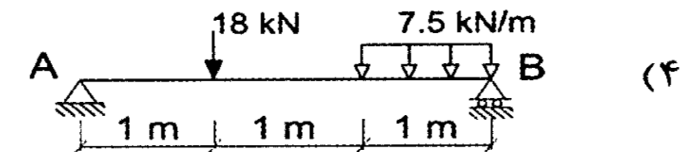
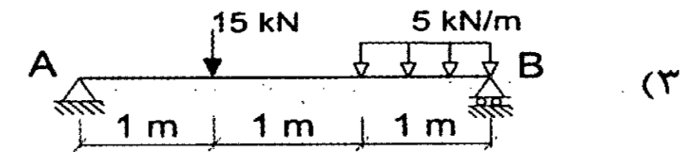
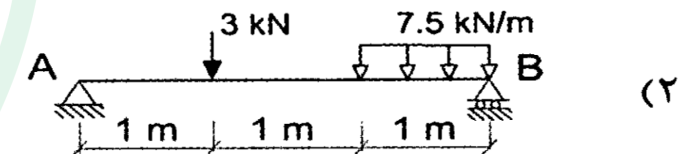
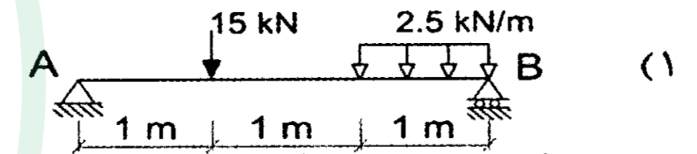
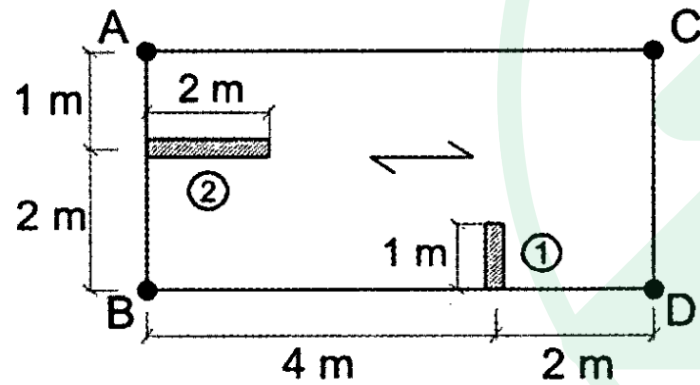
پاسخ: گزینه ۴

سبzsازه



سوال ۱۸

در پلان شکل زیر، موقعیت تیغه‌های ۱ و ۲ با وزن واحد سطح به ترتیب برابر با 2.5 kN/m^2 و 3 kN/m^2 نشان داده شده است. بار (بدون ضریب) وارد بر تیر AB ناشی از این تیغه‌بندی‌ها به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (ارتفاع موثر تیغه‌ها برابر ۳ متر و بار زنده کف برابر 2 kN/m^2 فرض شود).



۶-۳-۳ وزن تیغه‌ها و دیوارها

کلیه تیغه‌ها و دیوارها با وزن هر مترمربع سطح بیش از یک کیلونیوتن بر مترمربع به عنوان بار مرده در محاسبات منظور می‌شوند. در صورتی که هر مترمربع تیغه یا دیوار بین ۱ تا ۲ کیلونیوتن بر مترمربع باشد، بار معادل تیغه را می‌توان به صورت بار گسترده یکنواخت بر مساحت کف اعمال نمود. وزن معادل بار مرده تیغه‌ها که بر مساحت هر فضا اعمال می‌شود از تقسیم وزن کل تیغه‌ها بر مساحت فضای موردنظر به دست می‌آید. اما در هر صورت نباید کمتر از یک کیلونیوتن بر مترمربع منظور شود. چنانچه وزن تیغه یا دیوار بیشتر از ۲ کیلونیوتن بر مترمربع باشد لازم است بار مرده تیغه یا دیوار در محل واقعی خود اعمال شود. وزن سایر جداکننده‌های سبک مطابق ضوابط بند ۶-۵-۲ در محاسبات منظور می‌شود.

سبزسازه



طبق بند ۳-۳-۶ در صورتی که وزن تیغه یا دیوار بیشتر از ۲ کیلونیوتن بر مترمربع باشد لازم است بار مرده تیغه یا دیوار در محل واقعی خود اعمال شود.

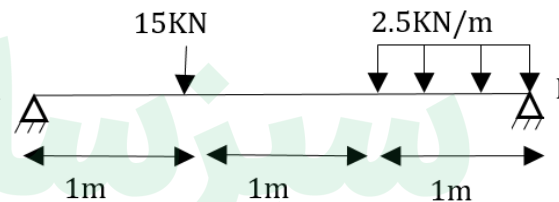
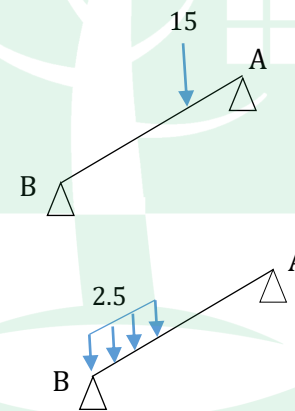
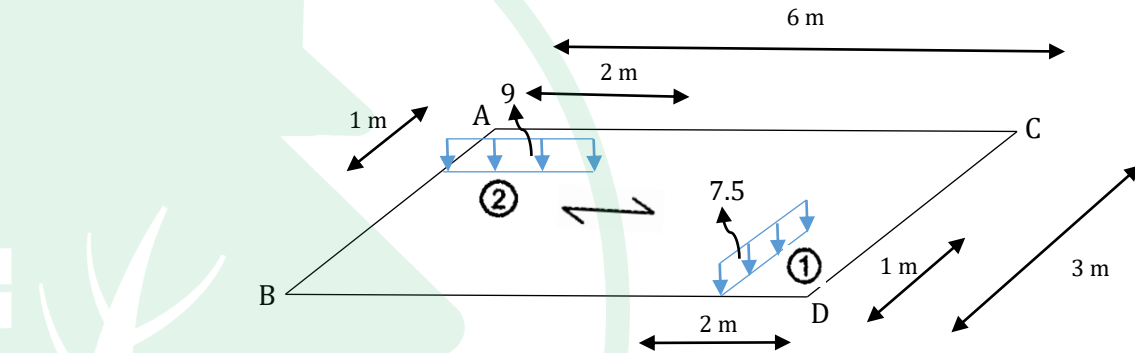
$$\text{بار خطی تیغه 1} : q_1 = 2.5 \times 3 = 7.5 \frac{KN}{m}$$

$$\text{بار خطی تیغه 2} : q_2 = 3 \times 3 = 9 \frac{KN}{m}$$

$$\text{بار متمرکز ناشی از تیغه 2 روی تیر AB} : P = 9 \times 2 \times \frac{5}{6} = 15 \text{ KN}$$

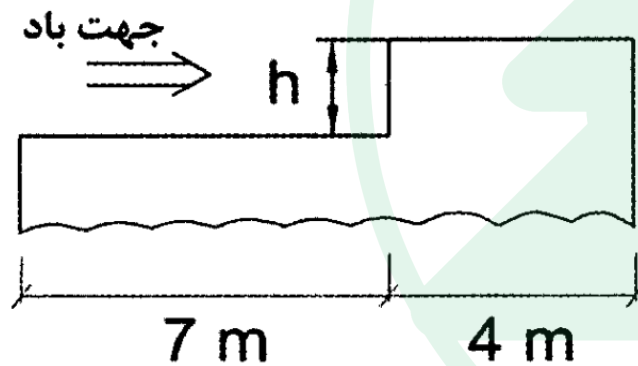
$$\text{بار گسترده ناشی از تیغه 1 روی تیر AB} : q = 7.5 \times \frac{2}{6} = 2.5 \frac{KN}{m}$$

شکل نهایی بارهای وارده بر تیر AB



سوال ۱۹

بام ساختمانی با ۲ تراز ارتفاعی در شکل زیر نشان داده شده است. چنانچه بار برف زمین در محل قرارگیری این ساختمان برابر 2 KN/m^2 و ضرایب I_s ، C_h ، C_s ، C_n برابر واحد باشند حداکثر مقدار h چقدر باشد تا بار انباشتگی برف لحاظ نشود؟ (با تغییر)



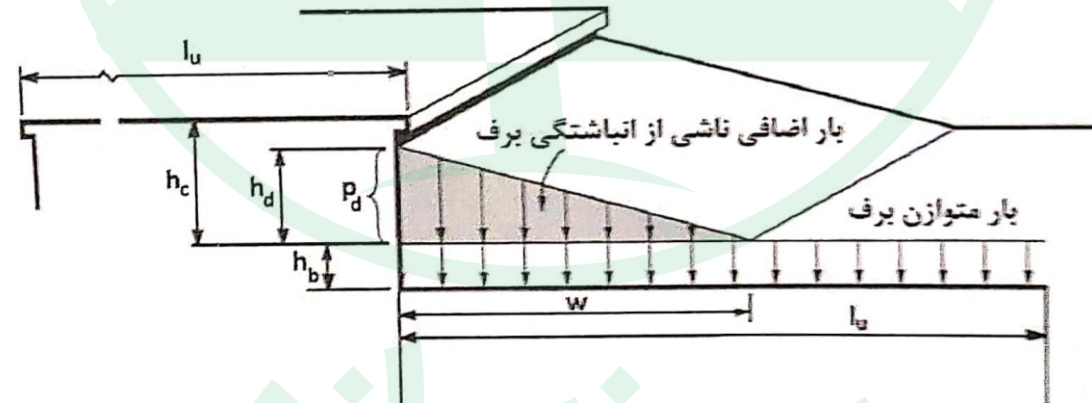
- (1) $h = 1.01 \text{ m}$
- (2) $h = 0.785 \text{ m}$
- (3) $h = 0.55 \text{ m}$
- (4) $h = 0.46 \text{ m}$

سبزسازه



۶-۷-۹ بام پایین تر در ساختمان‌های با بام پله‌ای

مطابق شکل ۶-۷-۷ برف بر اثر وزش باد ممکن است از قسمت بالاتر بام ساختمان بر روی بام پایین تر آن ریزش کند (انباشت پشت به باد) یا باد در جهت مقابل بار برف را بر روی بام پایین تر در مجاورت قسمت بلندتر انباشته سازد (انباشت رو به باد). مقدار انباشت بار برف مطابق شکل ۶-۷-۸ به بار متوازن اضافه خواهد شد. چنانچه نسبت $h_c/h_b < 0.2$ باشد، نیازی به در نظر گرفتن انباشتگی برف نیست. $h_b = P_r/\gamma$ ارتفاع بار برف متوازن و h_c برابر ارتفاع نزدیک‌ترین نقطه بام مجاور بالاتر از روی برف متوازن روی بام پایین تر می‌باشد. هر دو امکان انباشت پشت به باد و رو به باد باید مطابق حالت‌های الف و ب در نظر گرفته شود:



شکل ۶-۷-۸ نمایش برف انباشته شده بر بام پایین تر



شرط انباشتگی برف : بند 6 - 7 - 9 - 1

$$\begin{cases} \frac{h_c}{h_b} \geq 0.2 \\ H \geq 1.2h_b \end{cases}$$

ارتفاع برف ستون : $h_b = \frac{P_r}{\gamma}$

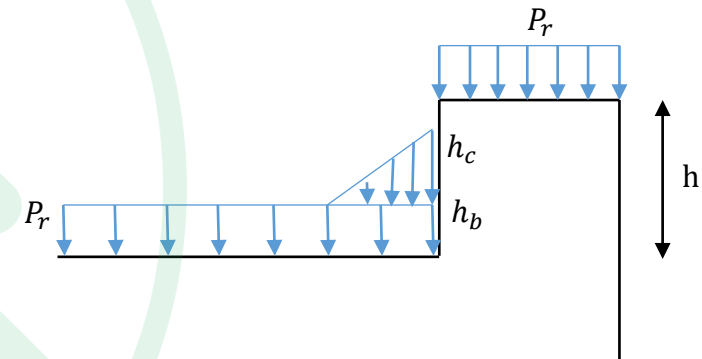
$$\gamma = 0.43P_s + 2.2 \frac{KN}{m^3}$$

وزن مخصوص برف : $\gamma = 0.43 \times 2 + 2.2 = 3.06 \frac{KN}{m^3}$

بار برف : $P_r = I_s C_h C_n C_s P_s = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2 = 2 \frac{KN}{m^2}$

ارتفاع برف متوازن : $h_b = \frac{P_r}{\gamma} = \frac{2}{3.06} = 0.654 m$

حداکثر مقدار h برای عدم انباشتگی برف : $h = 1.2h_b = 1.2 \times 0.654 = 0.785$



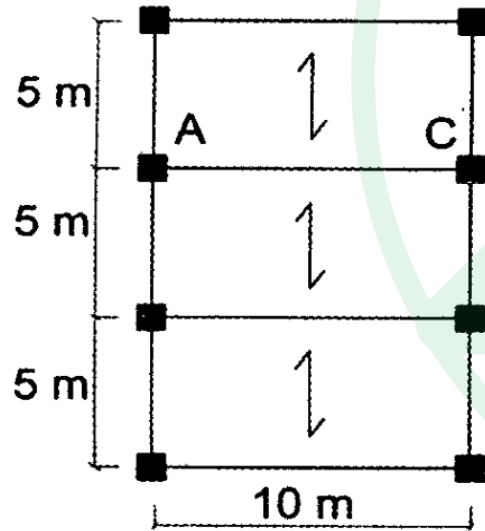
پاسخ: گزینه ۲

سبزسازه



سوال ۲۰

شکل زیر قسمتی از پلان یک ساختمان اداری در شهر قزوین است. تیر AC علاوه بر بارهای گسترده ناشی از بار مرده 5 kN/m^2 و بار زنده 2 kN/m^2 تحت اثر بار زنده متمرکز 80 kN نیز قرار دارد. کل نیروی قائم ناشی از زلزله برحسب KN که به این تیر وارد می شود، به کدام یک از موارد زیر نزدیک تر است؟



- (1) صفر
- (2) 53
- (3) 74
- (4) 90

سبزسازه



۳-۳-۹ نیروی قائم ناشی از زلزله

۳-۳-۹-۱ نیروی قائم ناشی از زلزله که اثر مؤلفه قائم شتاب زلزله در ساختمان است، در موارد زیر باید در محاسبات منظور شود.

الف- کل سازه ساختمان‌هایی که در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده‌اند.

ب- تیرهایی که دهانه آنها بیشتر از پانزده متر می‌باشد، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها.

پ- تیرهایی که بار قائم متمرکز قابل توجهی در مقایسه با سایر بارهای منتقل شده به تیر را تحمل می‌کنند، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها. در صورتی که بار متمرکز حداقل برابر با نصف مجموع بار وارده به تیر باشد، آن بار قابل توجه تلقی می‌شود.

ت- بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌هایی که به صورت طره ساخته می‌شوند.

۳-۳-۹-۲ مقدار نیروی قائم از رابطه (۳-۱۰) محاسبه می‌شود. در مورد بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌ها، این نیرو باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین و بدون منظور نمودن اثر کاهنده بارهای ثقلی در نظر گرفته شود.

$$F_{Vu}=0.6 A I W_p$$

(۳-۱۰)

در این رابطه:

A و I مقادیری هستند که برای محاسبه نیروی برشی پایه منظور شده‌اند.

W_p : در مورد بند الف بالا بار مرده و در مورد سایر بندها بار مرده به اضافه کل سربار است. نیروی قائم زلزله باید در هر دو جهت رو به بالا و روبه پایین، جداگانه به سازه اعمال شود. در نظر گرفتن نیروی قائم در جهت رو به بالا در طراحی پی ساختمان ضروری نیست.



جدول ۱-۲ نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق با لرزه خیزی مختلف

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	۰/۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	۰/۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	۰/۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	۰/۲۰

ردیف	مرکز جمعیتی	استان	خطر نسبی زلزله			
			کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد
۱۷	قزوین	قزوین				*

سبزسازه



$$\text{ساختمان اداری} \xrightarrow[\text{۲۸۰۰}]{\text{بند ۶-۱}} \text{گروه ۳} \xrightarrow[\text{۲۸۰۰}]{\text{جدول ۳-۳}} I = 1$$

$$\text{قزوین} \xrightarrow[\text{۲۸۰۰}]{\text{جدول ۱-۲}} A = 0.35 \quad \text{خطر نسبی خیلی زیاد} \xrightarrow[\text{الف}]{\text{بند ۱-۹-۳-۳}} W_P = D$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D = 5 \frac{KN}{m^2} \\ L = 2 \frac{KN}{m^2} \end{array} \right.$$

$$P = 80 \text{ KN} \quad \text{بار زنده متمرکز} \xrightarrow[\text{پ}]{\text{بند ۱-۹-۳-۳}} \text{شرط قابل توجه بودن بار متمرکز} : P \geq \frac{1}{2}(P + qL)$$

$\left\{ \begin{array}{l} q \text{ بار گسترده تیر} \\ L \text{ طول تیر} \end{array} \right.$

$$W_P = D \Rightarrow \text{عدم ارضای شرط مورد نظر} \Rightarrow 80 \not\geq \frac{1}{2} * (80 + (5 + 2)(5 * 10)) = 215 \text{ KN} \quad NOT \text{ OK}$$

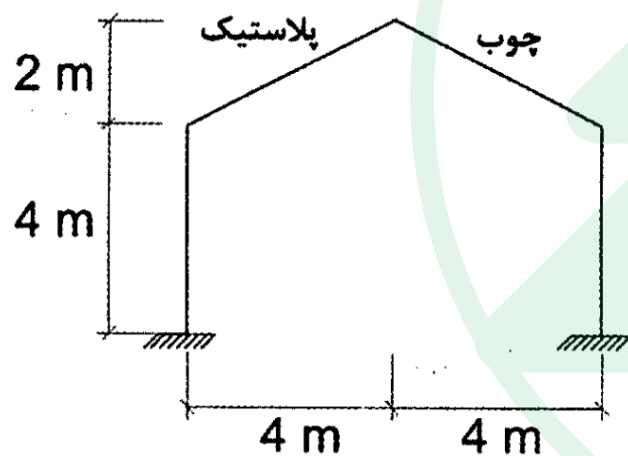
$$F_V = 0.6AIW_P = 0.6ID = 0.6 \times 0.35 \times 1 \times (5 \times 5 \times 10) \cong 53 \text{ KN}$$

نیروی قائم زلزله : بند ۳-۳-۹ (فرمول ۳-۱۰)



سوال ۲۱

ساختمان نشان داده شده در شکل زیر دارای زیر بام باز و بدون گرمایش است. سطح شیب دار بدون مانع است و فضای کافی در پایین شیب برای پذیرش برف موجود است. در محاسبه بار برف این ساختمان نسبت ضریب شیب سطح بام با پوشش چوبی به ضریب شیب سطح بام با پوشش پلاستیکی به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟



- (1) 0.80
- (2) 1
- (3) 1.25
- (4) 1.70

سبزسازه



۵-۷-۶ ضریب شرایط دمایی

ضریب شرایط دمایی، C_h ، از جدول ۳-۷-۶، با توجه به شرایط مورد انتظار ساختمان در سال‌های عمر مفید تعیین می‌شود.

جدول ۳-۷-۶ ضریب شرایط دمایی، C_h

۱/۰	تمام ساختمان‌ها به‌جز موارد زیر
۱/۱	ساختمان‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند.
۱/۲	ساختمان‌های بدون گرمایش و ساختمان‌هایی که زیر بام آنها باز است.
۱/۳	ساختمان‌هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر درجه نگه‌داشته می‌شود.

سبزسازه



۶-۷-۶ ضریب شیب

برای بام‌های مسطح، ضریب شیب، C_s ، برابر واحد می‌باشد. برای بام‌های شیب‌دار ضریب شیب بر حسب زاویه شیب، α ، به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$C_s = 1 \quad \alpha \leq \alpha_0 \quad (\text{الف-۳-۷-۶})$$

$$C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} \quad \alpha_0 < \alpha < 70^\circ \quad (\text{ب-۳-۷-۶})$$

$$C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ \quad (\text{پ-۳-۷-۶})$$

زاویه α_0 ، طبق بند ۱-۶-۷-۶، با توجه به شرایط سطح شیب‌دار مشخص می‌شود.

سبزسازه



۶-۶-۱ اگر سطح بام لغزنده بوده و لغزش برف بر روی سطح شیب‌دار بدون مانع باشد و همچنین فضای کافی پایین‌تر از لبه بام برای ریزش برف موجود باشد، مقدار α_0 برای $C_h=1$ برابر ۵ درجه، برای $C_h=1/1$ برابر ۱۰ درجه و برای مقادیر بیشتر C_h برابر ۱۵ درجه خواهد بود. بام‌های لغزنده شامل پوشش‌های فلزی، سنگ‌برگ، شیشه‌ای و پوشش لاستیکی، پلاستیکی و قیراندود با سطوح صاف و هموار می‌باشند. غشاهای دارای سطوح آجدار را نمی‌توان صاف در نظر گرفت. ورقه‌های پوشش آسفالتی و چوبی لغزنده محسوب نمی‌شوند. در صورت عدم وجود شرایط لغزنده یا مانع‌دار بودن بام، مقدار α_0 برای $C_h=1$ برابر ۳۰ درجه و برای C_h های بیشتر برابر ۴۵ درجه می‌باشد.

سبزسازه



$C_h = 1.2$: زیر بام باز و بدون گرمایش : جدول 6 - 7 - 3

بند ۱-۶-۷-۶ بام بدون مانع و با فضای کافی

$\alpha^\circ = 45^\circ$ (غیر لغزنده) چوبی
 $\alpha^\circ = 15^\circ$ (لغزنده) پلاستیکی

شیب بام : $\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{2}{4}\right) = 26.56^\circ$

بند 6 - 7 - 6 :

$$C_{s \text{ پلاستیکی}} = \frac{70 - \alpha}{70 - \alpha^\circ} = \frac{70 - 26.56}{70 - 15^\circ} = 0.79 \quad \alpha^\circ < \alpha < 70^\circ$$

$$C_{s \text{ چوبی}} = 1 \quad \alpha \leq \alpha^\circ$$

$\alpha = 26.56^\circ$
 $\alpha^\circ = 45^\circ$

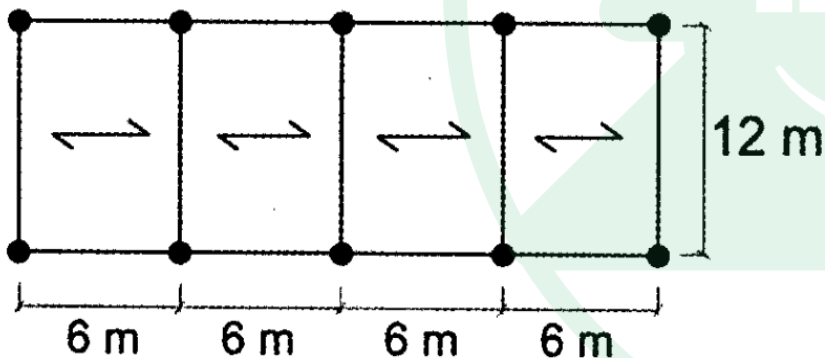
$$\frac{C_{s \text{ چوبی}}}{C_{s \text{ پلاستیکی}}} = 1.266 \cong 1.25$$

پاسخ: گزینه ۳



سوال ۲۲

یک سالن یک طبقه منظم با سقف تخت صلب که پلان آن در شکل زیر نشان داده شده است، در تبریز ساخته خواهد شد. برای سازه این سالن، سیستم کنسولی با سازه فولادی ویژه در نظر گرفته شده است. اگر ارتفاع سقف از تراز پایه ۵ متر، زمین نوع III وزن موثر لرزه ای ساختمان ۱۲۰۰KN و مقطع ستون ها لوله فرض شوند. حداقل ممان اینرسی مقطع ستون ها بر حسب mm^4 برای اینکه تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی طبقه از مقدار مجاز بیشتر نشود به کدام یک از گزینه های زیر نزدیک تر است؟ (ساختمان با اهمیت زیاد فرض می شود). ($F_Y = 240MPa$)



- (1) 19000×10^4
- (2) 24000×10^4
- (3) 32000×10^4
- (4) 35000×10^4

سبزسازه



جدول ۱-۲ نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق با لرزه خیزی مختلف

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	۰/۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	۰/۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	۰/۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	۰/۲۰

ردیف	مرکز جمعیتی	استان	خطر نسبی زلزله		
			کم	متوسط	زیاد
۷	تبریز	آذربایجان شرقی			بسیار زیاد
					*

جدول ۳-۴ مقادیر ضریب رفتار ساختمان، R_u ، همراه با حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان H_m

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی	R_u	Ω_0	C_d	H_m (متر)
ث - سیستم کنسولی	۱- سازه های فولادی یا بتن آرمه ویژه	۲	۱/۵	۲	۱۰



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 می‌شود:

$$B = B_1 N$$

(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 پیوندهای مختلف و میزان لرزه‌خیزی منطقه مشخص می‌شود. این ضریب با استفاده از روابط زیر و یا از شکل‌های (۲-۱-الف) و (۲-۱-ب) تعیین می‌گردد.

$$B_1 = S_0 + (S - S_0 + 1)(T/T_0) \quad 0 < T < T_0$$

$$B_1 = S + 1$$

$$T_0 < T < T_s$$

(۲-۲)

$$B_1 = (S + 1)(T_s/T)$$

$$T > T_s$$

جدول ۳-۳ ضریب اهمیت ساختمان

ضریب اهمیت	طبقه‌بندی ساختمان
۱/۴	گروه ۱
۱/۲	گروه ۲
۱/۰	گروه ۳
۰/۸	گروه ۴



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

۲-۳-۲ ضریب اصلاح طیف، N ، به شرح زیر تعیین می شود:

الف- برای پهنه های با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$$N = 1$$

$$T < T_s$$

$$N = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1$$

$$T_s < T < 4 \text{ sec}$$

(۳-۲)

$$N = 1.7$$

$$T > 4 \text{ sec}$$



۳-۵-۳ در محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه Δ_{eu} ، برای رعایت محدودیت‌های فوق، مقدار برش پایه در رابطه (۱-۳) را می‌توان بدون منظور کردن محدودیت مربوط به زمان تناوب اصلی ساختمان T در تبصره بند (۱-۳-۳-۳) تعیین کرد. ولی در ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد محدودیت آن بند در مورد زمان تناوب اصلی باید رعایت شود. در هر حال، رعایت رابطه (۳-۳) از بند (۱-۱-۳-۳) در خصوص حداقل برش پایه در محاسبات تغییر مکان نسبی ضروری است.

تبصره- در این ساختمان‌ها، در کلیه موارد، می‌توان زمان تناوب اصلی نوسان را با استفاده از تحلیل دینامیکی تعیین و در محاسبات نیروها منظور نمود، ولی مقدار آن در هر حالت نباید از ۱/۲۵ برابر مقادیر به‌دست آورده شده از روابط تجربی بالا بیشتر در نظر گرفته شود.

سبزسازه



در حل این سوال ما به زمان تناوب سیستم سازه نیاز داریم و متاسفانه استاندارد ۲۸۰۰ هیچ رابطه ای رو برای سیستم کنسولی معرفی نکرده است .

باید از زمان تناوب تحلیلی برای این سیستم به صورت زیر استفاده کنیم .

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

مقدار جرم به صورت زیر محاسبه می شود.

$$m = \frac{w}{g} = \frac{1200 * 10^3}{9.81} = 122324.2$$

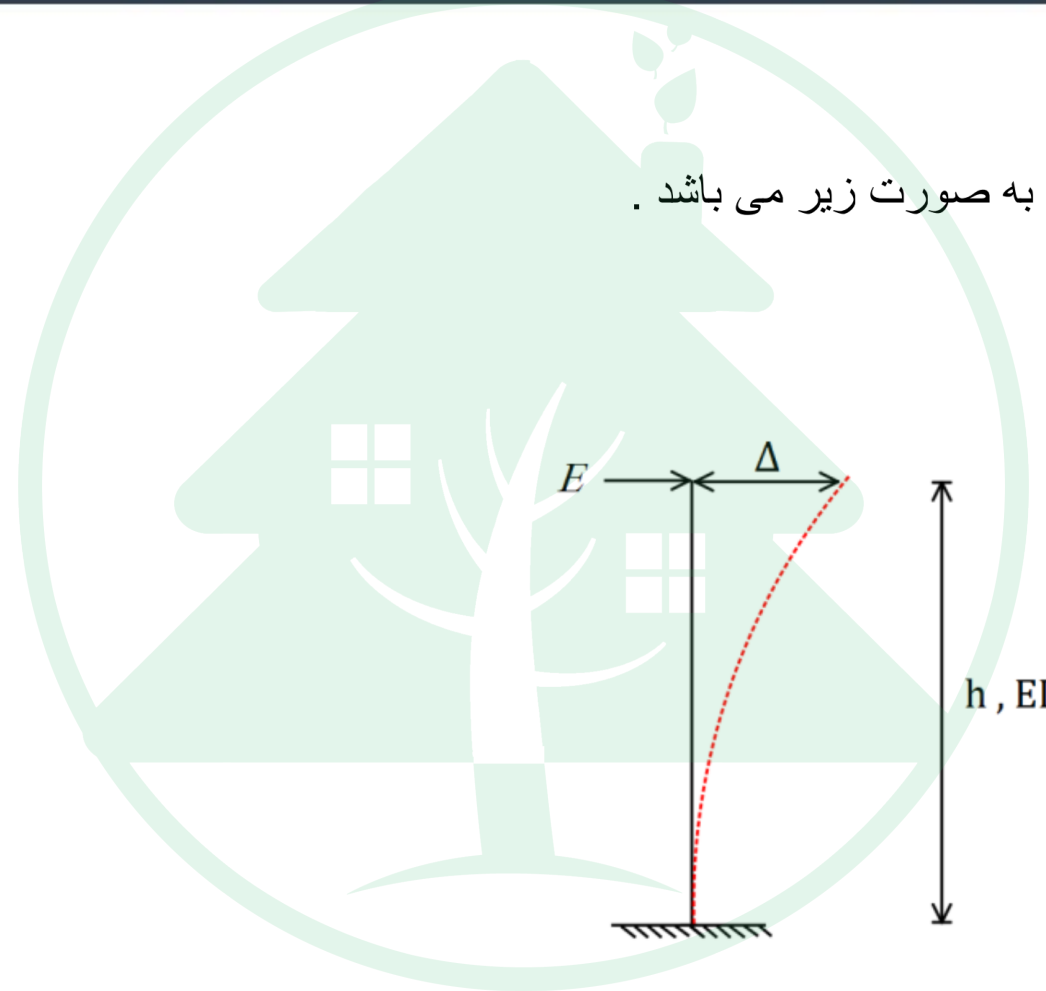
سبزسازه



در ادامه سختی سیستم کنسولی به صورت زیر می باشد .

$$\Delta_{eu} = \frac{V_u \text{ هر ستون } L^3}{3EI}$$

$$K = \frac{3EI}{L^3}$$



سبزسازه



برای بدست آوردن K نیاز به ممان اینرسی داریم و با توجه به مجهول بودن ممان اینرسی باید با فرض گزینه ها پیش برویم .
ما میتوانیم از حداقل ترین ممان اینرسی در گزینه ها چون بیشترین زمان تناوب را به ما خواهد داد شروع به بررسی کنیم و در نهایت فرض را چک کنیم.

$$I = 19000 * 10^4$$

$$K = 10 * \frac{3 * 2 * 10^5 * 19000 * 10^4}{5000^3} = 9120 \frac{N}{mm} = 9120 * 10^3 \frac{N}{m}$$

عدد 10 در رابطه k به این خاطر میباشد که ۱۰ ستون داریم .

سبزسازه



محاسبه زمان تناوب .

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{122324.2}{9120 * 10^3}} = 0.728$$

با توجه به خاک نوع III و خطر لرزه ای بسیار زیاد شهر تبریز داریم :

$$T_0 = 0.15s \quad \text{و} \quad T_S = 0.7s \quad \text{و} \quad S = 1.75$$

$$T = 0.728s \geq T_S = 0.7s \quad \rightarrow \quad B_1 = (S + 1) * \left(\frac{T_S}{T}\right) \rightarrow B_1 = 2.644$$

$$T_S < T = 0.728s < 4s \quad \rightarrow \quad N = \left(\frac{0.7}{4 - T_S}\right) * (T - T_S) + 1 \rightarrow N = 1.006$$

$$B = B_1 * N \rightarrow B = 2.644 * 1.006 = 2.66$$



در ادامه می توانیم مقدار V_u را محاسبه کنیم:

ضریب رفتار سیستم کنسولی طبق جدول $R_u = 2$ و شهر تبریز $A=0.35$ و سازه با اهمیت زیاد $I = 1.2$

$$V_u = \frac{ABI}{R_u} * W \rightarrow V_u = \frac{0.35 * 2.66 * 1.2}{2} * 1200 = 612.9 \text{ KN}$$

با توجه به تقارن و یکسان بودن ستونها نیروی V_u بین 10 ستون تقسیم میشود و نیروی وارد بر هر ستون به صورت زیر بدست می آید.

$$V_{u \text{ هر ستون}} = \frac{612.9}{10} = 61.29 \text{ KN} * 1000 = 61290 \text{ N}$$

$$\Delta_{eu} = \frac{V_{u \text{ هر ستون}} L^3}{3EI} = \frac{61290 * 5000^3}{3 * 2 * 10^5 * 19000 * 10^4} = 67.2 \text{ mm}$$



کنترل تغییر مکان غیر خطی طبقه با تغییر مکان مجاز که برای ساختمانهای تا ۵ طبقه به صورت زیر است .

$$C_d * \Delta_{eu} \leq \Delta_a = 0.025h \rightarrow 2 * 67.2 = 134.4 \text{ mm} \leq 0.025 * 5000 = 125 \text{ mm}$$

تغییر مکان غیر خطی طبقه در حد مجاز نیست گزینه بعدی را کنترل میکنیم .

سبز سازه



با فرض گزینه دوم برای ممان اینرسی داریم :

$$I = 24000 * 10^4$$

$$K = 10 * \frac{3 * 2 * 10^5 * 24000 * 10^4}{5000^3} = 11520 \frac{N}{mm} = 11520 * 10^3 \frac{N}{m}$$

عدد 10 در رابطه k به این خاطر میباشد که ۱۰ ستون داریم .

سبزسازه



محاسبه زمان تناوب .

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{122324.2}{11520 * 10^3}} = 0.647s$$

با توجه به خاک نوع III و خطر لرزه ای بسیار زیاد شهر تبریز داریم :

$$T_0 = 0.15s \text{ و } T_S = 0.7s \text{ و } S = 1.75$$

$$T_0 < T = 0.647s < T_S = 0.7s \rightarrow B_1 = (S + 1) \rightarrow B_1 = 2.75$$

$$T_0 < T = 0.647s < T_S = 0.7s \rightarrow N = 1$$

$$B = B_1 * N \rightarrow B = 2.75 * 1 = 2.75$$

سبزسازه



در ادامه می توانیم مقدار V_u را محاسبه کنیم :

ضریب رفتار سیستم کنسولی طبق جدول $R_u = 2$ و شهر تبریز $A=0.35$ و سازه با اهمیت زیاد $I = 1.2$

$$V_u = \frac{ABI}{R_u} * W \rightarrow V_u = \frac{0.35 * 2.75 * 1.2}{2} * 1200 = 693 \text{ KN}$$

با توجه به تقارن و یکسان بودن ستونها نیروی V_u بین 10 ستون تقسیم میشود و نیروی وارد بر هر ستون به صورت زیر بدست می آید.

$$V_{u \text{ هر ستون}} = \frac{693}{10} = 69.3 \text{ KN} * 1000 = 69300 \text{ N}$$

سبزسازه



$$\Delta_{eu} = \frac{V_{u \text{ هر ستون}} L^3}{3EI} = \frac{69300 * 5000^3}{3 * 2 * 10^5 * 24000 * 10^4} = 60.156 \text{ mm}$$

کنترل تغییر مکان غیر خطی طبقه با تغییر مکان مجاز که برای ساختمانهای تا ۵ طبقه به صورت زیر است .

$$C_d * \Delta_{eu} \leq \Delta_a = 0.025h \rightarrow 2 * 60.156 = 120.3 \text{ mm} \leq 0.025 * 5000 = 125 \text{ mm}$$

تغییر مکان غیر خطی طبقه در حد مجاز است و فرض اوکی میباشد لذا ممان اینرسی ستون برابر مقدار زیر انتخاب میشود.

$$I = 24000 * 10^4$$

سبز سازه

پاسخ: گزینه ۲



سوال ۲۳

ساختمانی دارای بام تخت و دو زهکش فرعی به قطر 150 mm در بامی به مساحت 500 مترمربع قرار دارد. اگر ارتفاع دینامیکی 2 برابر ضخامت طراحی یخ ناشی از یک کابل به قطر 35mm با ارتفاع 18 متری از سطح زمین که در طراحی یک استادیوم در شهر ایلام با ضریب اهمیت 1.1 مورد استفاده قرار گرفته است، باشد و همچنین ارتفاع استاتیکی آن، یک هزارم اضافه ارتفاع مایع در طراحی سازه‌ای در برابر بار سیل با سرعت 60 متر بر ثانیه و با حداقل مقدار ضریب شکل بر اساس مبحث ششم ویرایش 98 باشد. بار ناشی از باران وارد بر این بام در اطراف زهکش فرعی برحسب KN/m^2 به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

- (1) 2
- (2) 1.5
- (3) 2.65
- (4) 1.75

سبزسازه



۴-۸-۶ بارهای ناشی از باران طرح

هر بخش از بام باید به گونه‌ای طراحی شود که در صورت مسدود شدن شبکه تخلیه آب باران اصلی برای آن بخش، بار کل آب باران جمع شده روی بام به علاوه بار یکنواخت ایجاد شده جریان طرح به واسطه آبی که در روی دهانه ورودی شبکه تخلیه آب باران فرعی بالا آمده است را بر مبنای رابطه زیر تحمل کند.

$$R = 0.01 (d_s + d_h)$$

(۱-۸-۶)

سبزسازه



۶-۷-۳ بار برف مبنا

بار برف مبنا، P_s ، باری است که بر اساس آمار موجود در منطقه، احتمال فراگذشت از آن در سال دو درصد باشد (دوره بازگشت ۵۰ سال).

بار برف مبنا در مناطق مختلف کشور را باید با توجه به تقسیم‌بندی مشخص شده در جدول ۶-۷-۱ یا در شکل پیوست ۶-۵، حداقل برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

منطقه ۱- برف بسیار کم (نادر)	۰/۲۵ کیلونیوتن بر مترمربع
منطقه ۲- برف کم	۰/۵ کیلونیوتن بر مترمربع
منطقه ۳- برف متوسط	۱ کیلونیوتن بر مترمربع
منطقه ۴- برف زیاد	۱/۵ کیلونیوتن بر مترمربع
منطقه ۵- برف سنگین	۲ کیلونیوتن بر مترمربع
منطقه ۶- برف فوق سنگین	۳ کیلونیوتن بر مترمربع

جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه
۱۴	ایلام	۴	۴۴	خاش	۱

سبزسازه



۳-۹-۶ ضخامت طراحی یخ ناشی از یخ زدگی باران

مقدار ضخامت طراحی یخ، از رابطه ۳-۹-۶ بدست می آید:

$$t_d = 2 t_i F_z$$

(۳-۹-۶)

که در آن:

t : ضخامت اسمی یخ ناشی از یخ زدگی باران در ارتفاع ده متر، طبق بخش ۵-۹-۶

I_i : ضریب اهمیت طبق جدول ۲-۱-۶

F_z : ضریب ارتفاع طبق بخش ۴-۹-۶

۴-۹-۶ ضریب ارتفاع

ضریب ارتفاع از رابطه ۴-۹-۶ به دست می آید:

$$F_z = \left(\frac{Z}{10} \right)^{1/4} \leq 1/4$$

(۴-۹-۶)

که در آن Z ارتفاع از سطح زمین برحسب متر است.

۵-۹-۶ ضخامت اسمی یخ

ضخامت اسمی یخ را می توان برای مناطق مختلف کشور بر اساس تقسیم بندی فصل هفتم این

مبحث، به صورت زیر در نظر گرفت:

- مناطق ۱، ۲ و ۳- برف کم، نادر و متوسط $t = 0$

- منطقه ۴- برف زیاد $t = 7/5 \text{ mm}$

- منطقه ۵- برف سنگین $t = 12/5 \text{ mm}$

- منطقه ۶- برف فوق سنگین $t = 15 \text{ mm}$



۵-۳-۶-۶ طراحی سازه‌ای در مناطق سیل‌خیز بر مبنای سیل طرح صورت می‌پذیرد. بارهای ناشی از سیل شامل بارهای هیدرواستاتیک و هیدرودینامیک است. چنانچه سرعت جریان سیل از ۳ متر بر ثانیه تجاوز نکند، مقدار بار هیدرودینامیک به صورت اضافه ارتفاعی از بار هیدرواستاتیکی تعریف می‌شود و در غیر این صورت با استفاده از مدل‌های هیدرودینامیکی قابل محاسبه است. این اضافه ارتفاع از رابطه ۱-۶-۶ مطابق شکل ۲-۶-۶ محاسبه می‌گردد.

$$d_h = av^2 / 2g$$

(۱-۶-۶)

که در آن:

a: ضریب شکل

V: سرعت سیلاب (متر بر ثانیه)

g: شتاب ثقل (متر بر مجذور ثانیه)

d_h : اضافه ارتفاع مایع (متر) می‌باشد.

ضریب شکل a، به جریان سیال و شکل و زبری اعضای (ستون- شمع و...، گرد-چهارگوش...) که در معرض جریان سیل قرار می‌گیرند، وابسته است. در ساختمان‌های معمولی و اشکال متعارف ستون‌ها و پایه‌ها، مقدار ضریب شکل بین ۱ تا ۲ می‌باشد.

در این مبحث ضریب شکل ۱/۲۵ به عنوان حداقل مقدار، توصیه شده و مقادیر بزرگتر ضریب شکل را باید با توجه به روابط و توصیه‌های مدارک مکانیک سیالات و هیدرولیک انتخاب نمود.



$$R = 0.01(d_s + d_h)$$

$d_s = 0.001 * d_h$ اضافه ارتفاع مایع

$$d_h = 2 * t_d$$

طبق بند ۳-۹-۶ ضخامت طراحی یخ از رابطه زیر بدست می آید:

$$t_d = 2tI_iF_Z$$

ایلام طبق جدول ۱-۷-۶ در منطقه ۴ با برف زیاد قرار دارد طبق بند ۵-۹-۶ داریم:

$$t = 7.5mm$$

طبق بند ۴-۹-۶ داریم:

$$F_Z = \left(\frac{Z}{10}\right)^{0.1} \leq 1.4 \rightarrow F_Z = \left(\frac{18}{10}\right)^{0.1} = 1.061 \leq 1.4 \quad OK$$

طبق صورت سوال:

$$I_i = 1.1$$

در ادامه طبق بند ۳-۹-۶ ضخامت طراحی یخ به صورت زیر بدست می آید:

$$t_d = 2 * 7.5 * 1.1 * 1.061 = 17.5mm$$



ادامه پاسخ ۲۳

ارتفاع دینامیکی در محاسبه بار باران به صورت زیر بدست می آید:

$$d_h = 2 * t_d = 2 * 17.5 = 35 \text{ mm}$$

طبق بند ۶-۶-۳-۵ اضافه ارتفاع مایع در بار سیل از رابطه زیر بدست می آید:

$$d_h = \frac{a * V^2}{2 * g}$$

$$V = 60 \frac{m}{s}$$

$$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$a = 1.25$$

طبق صورت سوال حداقل مقدار ضریب شکل در مبحث ششم با توجه به صفحه ۴۱ مبحث ۶ برابر ۱.۲۵ می باشد.

$$d_h = \frac{1.25 * 60^2}{2 * 9.81} = 229.4 \text{ m} \rightarrow d_h = 229400 \text{ mm}$$

ارتفاع استاتیکی در محاسبه بار باران به صورت زیر بدست می آید:

$$d_s = 0.001 * 229400 = 229.4 \text{ mm}$$

سبزسازه



ادامه پاسخ ۲۳

در نهایت طبق بند ۴-۸-۶ بار باران به صورت زیر بدست می آید:

$$R = 0.01(d_s + d_h) = 0.01(229.4 + 35) = 2.65 \frac{KN}{m^2}$$

پاسخ: گزینه ۳

سبزسازه



سوال ۲۴

اگر در محاسبه کامپیوتری یک ساختمان بتن آرمه از نوع قاب خمشی، در محاسبه سختی موثر تیرها مقدار ممان اینرسی تیرها برابر با $0.35I_g$ و در محاسبه سختی موثر ستون‌ها مقدار ممان اینرسی ستون‌ها برابر $0.7I_g$ در نظر گرفته شده باشد (I_g = ممان اینرسی مقطع کل عضو بدون در نظر گرفتن فولاد است)، مقدار زمان تناوب محاسباتی حاصل از این محاسبات چه نسبتی (حدوداً) با مقدار محاسباتی موردنظر استاندارد ۲۸۰۰ خواهد داشت؟

- (1) 1.20
- (2) 1.43
- (3) 0.7
- (4) 0.84

سبزسازه



۳-۳-۳-۳ سختی قطعات بتن آرمه

در محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان‌های بتن آرمه اثر ترک خوردگی اعضاء در سختی خمشی آنها باید در نظر گرفته شود. بدین منظور می‌توان سختی مؤثر اعضا را برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

$$I_e = 0.5I_g \quad \text{در تیرها}$$

$$I_e = I_g \quad \text{در ستون‌ها و دیوارها}$$

سبزسازه



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}} = \rightarrow K \propto EI \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{EI}}$$

$$\text{در محاسبات کامپیوتری} \begin{cases} I_{\text{ستون}} = 0.7I_g \\ I_{\text{تیر}} = 0.35I_g \end{cases}$$

$$\text{(در بند ۳-۳-۳-۳) } \begin{cases} I_{\text{ستون}} = I_g \\ I_{\text{تیر}} = 0.5I_g \end{cases}$$

$$\frac{T_{\text{کامپیوتری}}}{T_{2800}} = \sqrt{\frac{I_{\text{ستون } 2800}}{I_{\text{ستون کامپیوتری}}}} = \sqrt{\frac{I_g}{0.7I_g}} = \sqrt{\frac{I_{\text{تیر } 2800}}{I_{\text{تیر کامپیوتری}}}} = \sqrt{\frac{0.5I_g}{0.35I_g}} = \sqrt{1.43} \cong 1.2$$

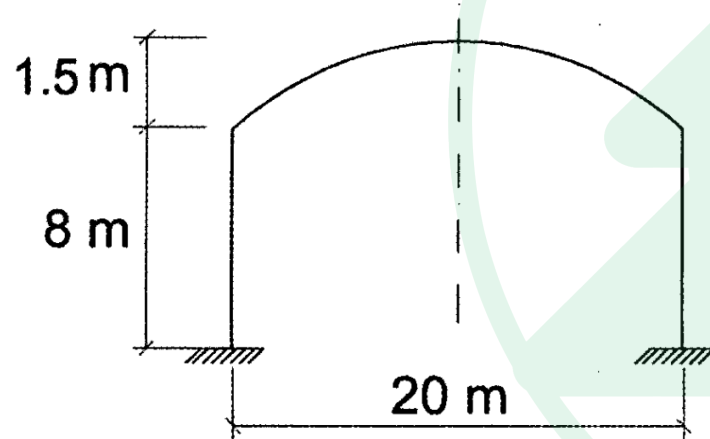
پاسخ: گزینه ۱



سوال ۲۵

بار متوازن برف در قسمت تاج برای بام قوسی شکل سقف یک درمانگاه در شهر طیس بر حسب KN/m^2 به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ $C_h = 1$ (با تغییر)

- (1) 0.5
- (2) 0.6
- (3) 1.0
- (4) 1.2



سبزسازه



۶-۷-۳ بار برف مبنا

بار برف مبنا، P_s ، باری است که بر اساس آمار موجود در منطقه، احتمال فراگذشت از آن در سال دو درصد باشد (دوره بازگشت ۵۰ سال).

بار برف مبنا در مناطق مختلف کشور را باید با توجه به تقسیم‌بندی مشخص‌شده در جدول ۶-۷-۱ یا در شکل پیوست ۶-۵، حداقل برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

منطقه ۱- برف بسیار کم (نادر) ۰/۲۵ کیلونیوتن بر مترمربع

منطقه ۲- برف کم ۰/۵ کیلونیوتن بر مترمربع

منطقه ۳- برف متوسط ۱ کیلونیوتن بر مترمربع

منطقه ۴- برف زیاد ۱/۵ کیلونیوتن بر مترمربع

منطقه ۵- برف سنگین ۲ کیلونیوتن بر مترمربع

منطقه ۶- برف فوق سنگین ۳ کیلونیوتن بر مترمربع

ادامه جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه
۸۰	طیس	۲	۱۱۰	مهاباد	۴

سبزسازه



جدول ۱-۶ گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بارهای باد، برف، زلزله و یخ

گروه خطرپذیری	نوع کاربری
۱	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که به عنوان تأسیسات ضروری طراحی می‌گردند و وقفه در بهره‌برداری از آن‌ها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود مانند بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، مراکز آتش‌نشانی و مراکز و تأسیسات آبرسانی، نیروگاه‌ها و تأسیسات برق‌رسانی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تأسیسات انتظامی، مراکز کمک‌رسانی و به طور کلی تمام ساختمان‌هایی که استفاده از آنها در امداد و نجات مؤثر باشد. ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تأسیسات صنعتی که خرابی آن‌ها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه‌مدت یا درازمدت خواهد گردید. هرگونه ساختمان یا تأسیساتی که محل ساخت یا نگهداری مقادیری از مواد شیمیایی یا زیاله‌های بسیار خطرناک باشند که انتشار این مواد منجر به خطری برای عموم شود، مشمول این گروه خطرپذیری می‌باشد. سایر ساختمان‌ها و سیستم‌های سازه‌ای که برای حفظ عملکرد ساختمان‌های گروه خطرپذیری ۱ موردنیاز می‌باشند.

جدول ۲-۱-۶ ضریب اهمیت مربوط به گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای

بارهای باد، برف، یخ و زلزله

گروه خطرپذیری مطابق جدول ۱-۶	ضریب اهمیت I_e بار زلزله	ضریب اهمیت I_w بار باد	ضریب اهمیت I_i بار یخ	ضریب اهمیت I_s بار برف
۱	۱٫۴	۱٫۲	۱٫۲	۱٫۲
۲	۱٫۲	۱٫۱	۱٫۱	۱٫۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸



۴-۷-۶ ضریب برف گیری

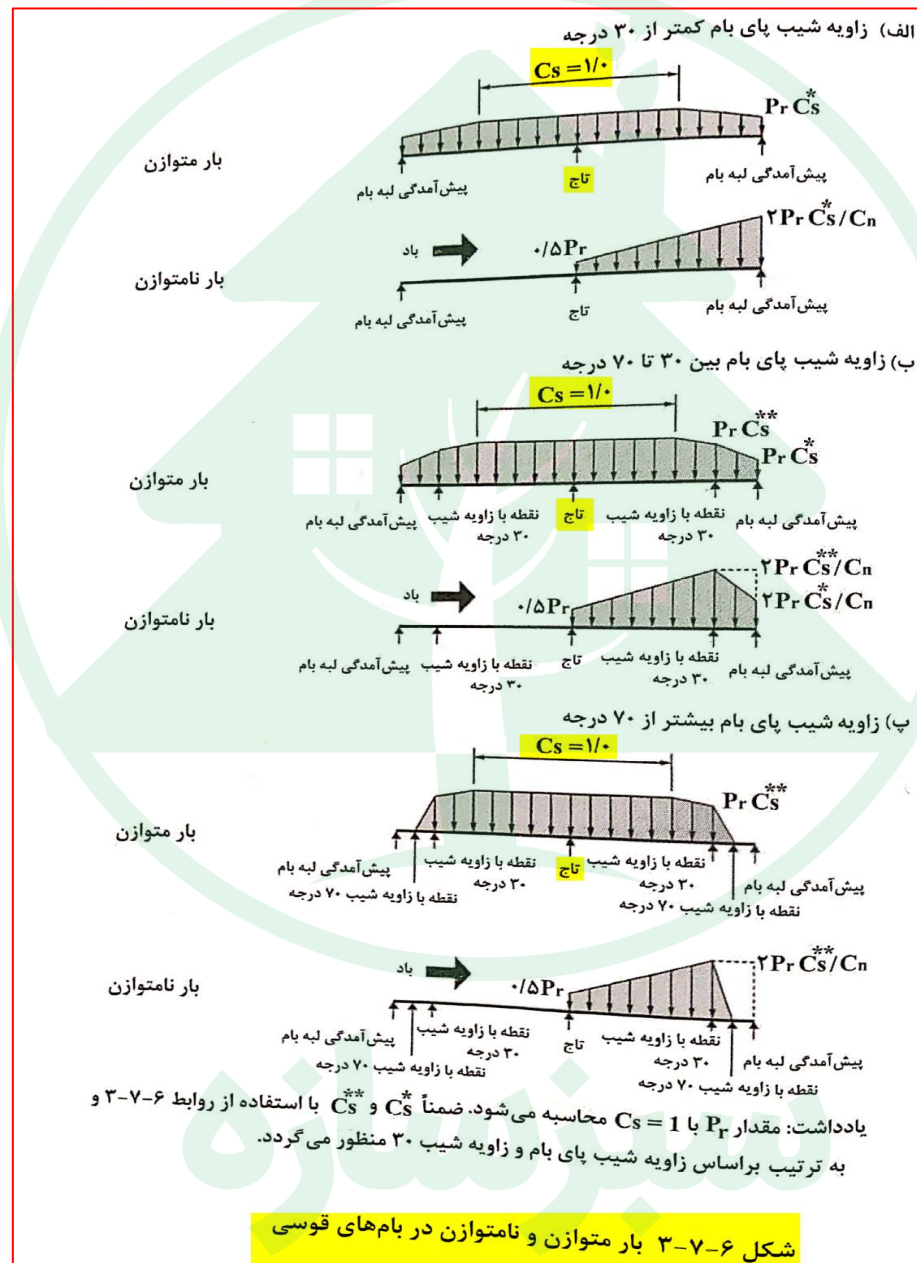
ضریب برف گیری، C_n ، با توجه به اثر ناهمواری محیط و ساخت و ساز اطراف و میزان برف گیری بام ساختمان بر اساس جدول ۴-۷-۶، در نظر گرفته می شود. برای مناطق ۱ الی ۳ بار برف، این ضریب برابر یک در نظر گرفته می شود.

جدول ۴-۷-۶ ضریب برف گیری، C_n

نوع ناحیه	بام برف ریز	بام نیمه برف گیر	بام برف گیر
پرتراکم	۰/۹	۱/۰	۱/۱
باز	۰/۸	۰/۹	۱/۰

سبز سازه





$$P_r = I_s C_h C_n C_s P_s$$

طبق بند ۶-۷-۴ برای مناطق ۱ الی ۳ از نظر بار برف مبنا ضریب برف گیری برابر ۱ می باشد طبس در منطقه ۲ بار برف قرار دارد:

$$C_n = 1$$

$$\text{طبس} \xrightarrow{\text{جدول صفحه ۴۸}} \text{منطقه ۲} \xrightarrow{\text{بند ۶-۷-۳}} P_s = 0.5 \frac{KN}{m^2}$$

$$\text{درمانگاه} \xrightarrow{\text{جدول صفحه ۸}} \text{گروه خطر پذیری ۱} \xrightarrow{\text{جدول صفحه ۸}} I_s = 1.2$$

طبق شکل ۶-۷-۳ برای برف متوازن ضریب شیب در قسمت تاج قوس ها برابر ۱ می باشد:

$$C_s = 1$$

$$C_h = 1$$

در نهایت بار برف متوازن به صورت زیر بدست می آید:

$$P_r = 1.2 * 1 * 1 * 1 * 0.5 = 0.6$$

پاسخ: گزینه ۲



سوال ۲۶

دو ساختمان هم ارتفاع 10 طبقه در کنار یکدیگر ساخته می‌شوند. ساختمان شماره یک دارای قاب خمشی فولادی متوسط + مهاربند همگرای ویژه فولادی و تغییرمکان جانبی طرح بام آن برابر 90mm و ساختمان شماره ۲ دارای قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربند واگرای ویژه فولادی با تغییرمکان جانبی طرح بام برابر 60mm می‌باشد. تغییرمکان‌ها با در نظر گرفتن اثر $p - \Delta$ بدست آمده است. براساس استاندارد ۲۸۰۰ حداقل فاصله درز انقطاع بین این دو ساختمان در تراز بام برحسب میلی‌متر به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ ارتفاع طبقات را 3.5 متر در نظر بگیرید).

- (1) 108
- (2) 350
- (3) 510
- (4) 630

سبزسازه



جدول ۳-۴ مقادیر ضریب رفتار ساختمان، R_u ، همراه با حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان H_m

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی	R_u	Ω_0	C_d	H_m (متر)
ت-سیستم دوگانه یا ترکیبی	۸- قاب خمشی فولادی متوسط + مهاربندی همگرای ویژه فولادی	۶	۲/۵	۵	۷۰
	۵- قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربندی واگرای ویژه فولادی	۷/۵	۲/۵	۴	۲۰۰

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:

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

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)
 در مواردی که روش طراحی تنش مجاز است، تغییر مکان جانبی نسبی به دست آمده از آن روش باید در ضریب ۱/۴ ضرب شود و سپس با مقدار مجاز Δ_a در بند (۳-۵-۲) مقایسه شود.



۳-۵-۶ در ساختمان‌های با اهمیت "خیلی زیاد" و "زیاد" با هر تعداد طبقه و یا در ساختمان‌های بیشتر از هشت طبقه، عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان مجاور باید با استفاده از تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در طبقه (با در نظر گرفتن اثر $P - \Delta$) تعیین شود. برای این منظور پس از محاسبه این تغییر مکان برای هر دو ساختمان می‌توان از جذر مجموع مربعات دو عدد برای تعیین درز انقطاع استفاده نمود. در صورتی که مشخصات ساختمان مجاور در دسترس نباشد، حداقل فاصله هر طبقه ساختمان از زمین مجاور باید برابر ۷۰٪ مقدار تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در آن طبقه ساختمان در نظر گرفته شود.

سبزسازه



پاسخ ۲۶

۲ ساختمان ۱۰ طبقه (هر طبقه ۳.۵ متر):

ساختمان ۱:

جدول صفحه ۳۵

قاب خمشی فولادی متوسط + مهاربند همگرای ویژه $\rightarrow C_{d1} = 5$

$$\bar{D}_{eu1} = 90 \text{ mm}$$

جدول صفحه ۳۵

قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربند واگرای ویژه $\rightarrow C_{d2} = 4$

$$\bar{D}_{eu2} = 60 \text{ mm}$$

ساختمان ۲:

بند ۱-۵-۳

بند ۶-۵-۳

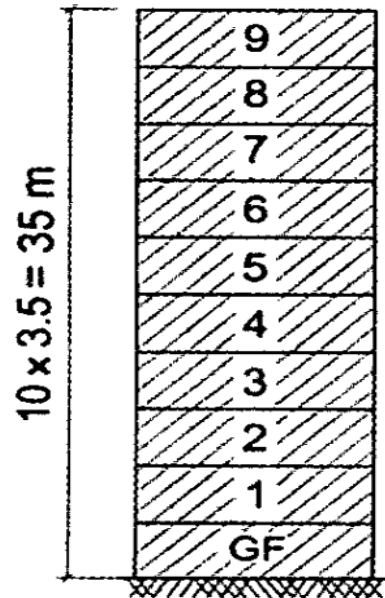
$$\Rightarrow \text{درز انقطاع} = \sqrt{\bar{D}_{M1}^2 + \bar{D}_{M2}^2} = \sqrt{(C_{d1} \times \bar{D}_{eu1})^2 + (C_{d2} \times \bar{D}_{eu2})^2} = \sqrt{(5 \times 90)^2 + (4 \times 60)^2} = 510 \text{ mm}$$

پاسخ: گزینه ۳



سوال ۲۷

ساختمانی ده طبقه شامل همکف (در سطح تراز پایه سازه ساختمان و ۹ طبقه روی همکف می باشد. ارتفاع تمام طبقات ۳.۵ m زمین بستر ساختمان خاک رس بسیار سخت با ضخامت ۳۵ m و دیوارهای خارجی ساختمان غیرمسلح با مصالح بنایی و غیرسازه‌ای می باشند که ضریب اهمیت آنها ۱.۴ است. نسبت نیروی زلزله (در حد مقاومت) وارد بر دیوارهای خارجی طبقه هشتم به نیروی زلزله وارد به دیوارهای خارجی طبقه سوم حدوداً چه عددی است؟ روش محاسبات استاتیکی معادل است و ساختمان در پهنه‌بندی با خطر نسبی زیاد واقع شده است. وزن موثر لرزه‌ای دیوارهای خارجی کلیه طبقات یکسان فرض شود.



- (1) 1
- (2) 1.63
- (3) 1.25
- (4) 1.44

سبزسازه



۱-۲-۴ نیروی جانبی زلزله

۱-۱-۲-۴ روش تحلیل استاتیکی معادل

در این روش نیروی جانبی زلزله طبق رابطه (۱-۴) محاسبه شده و بر مرکز جرم جزء اثر داده می‌شود. توزیع این نیرو بین بخش‌های مختلف جزء به نسبت جرم آنهاست.

$$V_{pu} = \frac{0.4a_p A(1+S)W_p I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2 \frac{Z}{H}\right) \quad (1-4)$$

در این رابطه:

V_{pu} = نیروی جانبی زلزله در حد مقاومت. برای تعیین این نیرو در حد تنش‌های مجاز باید این مقدار به $1/4$ تقسیم شود.

A = شتاب پایه، طبق بند ۲-۲

$1+S$ = ضریب شتاب طیفی طبق بند (۱-۳-۲)

a_p = ضریب بزرگنمایی جزء طبق جدول (۱-۴) یا (۲-۴)

I_p = ضریب اهمیت جزء طبق بند (۳-۱-۴)

W_p = وزن جزء سازه‌ای همراه با محتویات آن در زمان بهره‌برداری

R_{pu} = ضریب رفتار جزء طبق جدول (۱-۴) یا (۲-۴).

Z = ارتفاع مرکز جرم جزء از تراز پایه. مقدار Z لازم نیست بیشتر از H در نظر گرفته شود.

H = ارتفاع متوسط بام ساختمان از تراز پایه

مقدار V_{pu} در هیچ حالت نباید کمتر از مقدار زیر در نظر گرفته شود.

$$V_{pu}(\min) = 0.3A(1+S)I_p W_p \quad (2-4)$$

همچنین مقدار V_{pu} لزومی ندارد بیشتر از مقدار زیر در نظر گرفته شود.

$$V_{pu}(\max) = 1.6A(1+S)I_p W_p \quad (3-4)$$



جدول ۴-۱ ضرایب اجزای معماری

R_{pu}	a_p	جزء معماری
۱/۵	۱	۱- دیوار غیرسازه‌ای داخلی و تیغه
۲/۵	۱	- دیوار غیرمسلح مصالح بنایی - انواع دیگر دیوار و تیغه
۲/۵	۲/۵	۲- اجزای طره‌ای نظیر جان‌پناه، دیوار غیرسازه‌ای و دودکش که مهار نشده یا در محلی پایین‌تر از مرکز ثقل جزء مهار شده باشد.
۲/۵	۱	۳- اجزای طره‌ای نظیر جان‌پناه، دودکش و دیوار غیرسازه‌ای که در محلی بالاتر از مرکز ثقل جزء مهار شده باشند.
۲/۵	۱	۴- دیوار خارجی غیرسازه‌ای و اتصالات آن
۱	۱/۲۵	- دیوار و اتصال آن - بست‌های سیستم اتصال

سبزسازه



$$1 - 1 - 2 - 4 \text{ بند : } V_{pu} = \frac{0.4a_p A(1+S)W_P I_P}{R_{pu}} \left(1 + 2 \frac{Z}{H} \right)$$

h = ارتفاع هر طبقه

H = ارتفاع کل

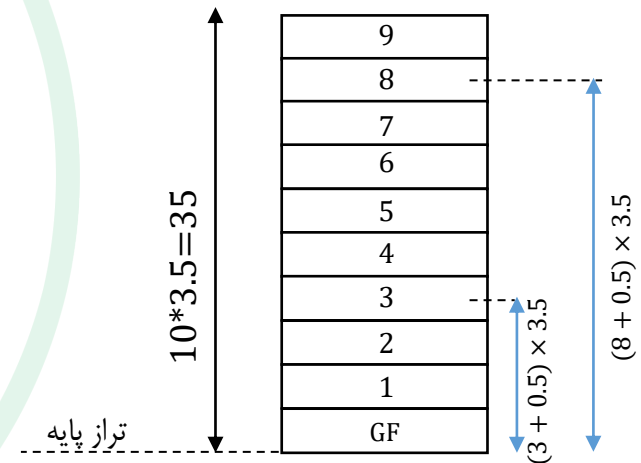
$$V_{pu_8} = \frac{0.4 \times 1 \times A(1+S)W_P I_P}{2.5} \left(1 + 2 \left(\frac{8.5h}{10h} \right) \right) \geq 0.3A(1+S)W_P I_P = V_{pu_{min}}$$

$$V_{pu_8} = 0.432A(1+S)W_P I_P \geq V_{pu_{min}} = 0.3A(1+S)W_P I_P \Rightarrow OK \checkmark$$

$$V_{pu_3} = \frac{0.4 \times 1 \times A(1+S)W_P I_P}{2.5} \left(1 + 2 \left(\frac{3.5h}{10h} \right) \right) \geq 0.3A(1+S)W_P I_P$$

$$0.272A(1+S)W_P I_P \not\geq V_{pu_{min}} = 0.3A(1+S)W_P I_P \Rightarrow NOT OK \times \rightarrow V_{pu_3} = 0.3A(1+S)W_P I_P$$

$$\frac{V_{pu_8}}{V_{pu_3}} = \frac{0.432A(1+S)W_P I_P}{0.3A(1+S)W_P I_P} = 1.44$$



پاسخ: گزینه ۴



سوال ۲۸

در یک ساختمان 5 طبقه با زمان تناوب اصلی 0.5 ثانیه، مقدار نیروی موثر وارد بر دیافراگم پائین‌ترین طبقه جهت طراحی دیافراگم، به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ برش پایه ساختمان برابر V_u ، وزن موثر لرزه‌ای کلیه طبقات یکسان و برابر W و ارتفاع کلیه طبقات یکسان و برابر h است؟

(1) V_u

(2) $\frac{1}{5} V_u$

(3) $\frac{1}{10} V_u$

(4) $\frac{1}{15} V_u$

سبزسازه



۳-۸-۳ دیافراگم‌های صلب و نیمه‌صلب باید برای تلاش‌های برشی و لنگرهای خمشی ناشی از نیروی مؤثر بر دیافراگم‌ها، مطابق رابطه (۱۵-۳) محاسبه شوند.

$$F_{pui} = \left(\frac{\sum_{j=i}^n F_{uj}}{\sum_{j=i}^n W_j} \right) W_i \quad (15-3)$$

در این رابطه:

F_{pui} : نیروی جانبی وارد به دیافراگم در تراز i

W_i : وزن دیافراگم و اجزای متصل به آن در تراز i ، شامل قسمتی از بار زنده مطابق ضابطه بند (۱-۱-۳-۳)

F_{uj} و W_j : به ترتیب، نیروهای وارد به طبقه و وزن طبقه مطابق تعاریف بند (۶-۳-۳)

در رابطه فوق، حداقل مقدار F_{pui} برابر با $0.5 AIW_i$ است و حداکثر آن لازم نیست بیشتر از AIW_i در نظر گرفته شود.

سبزسازه



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

نیروی برشی پایه V_u ، که طبق بند (۳-۱-۱) 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 0.5 ثانیه و بزرگ‌تر از 2.5 ثانیه باید به ترتیب برابر با 1.0 و 2.0 در نظر گرفته شود.



طبقه ۵ ساختمان

$$T = 0.5s \rightarrow K = 1$$

W وزن طبقات همگی

$$F_{pu_i} = \left(\frac{\sum_{j=i}^n F_{uj}}{\sum_{j=i}^n W_j} \right) \times W_i = V_{ui} \times \frac{W_i}{\sum_{j=i}^n W_j}$$

نیروی وارد بر دیافراگم پایین ترین طبقه ($i = 1$) (بند ۳ - ۸ - ۳)

$$V_u = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5$$

$$F_{pu_1} = (F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5) \times \frac{W}{5W} = \frac{1}{5} V_u$$

$$F_{pu_1} = \frac{1}{5} V_u$$

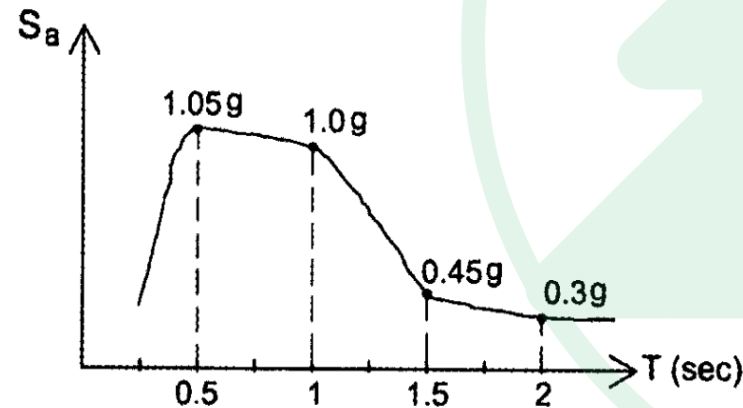
پاسخ: گزینه ۲

سبزسازه



سوال ۲۹

ساختمان یک بیمارستان دارای سیستم قاب خمشی فولادی ویژه منظم با ارتفاع 60 متر از تراز پایه می باشد. بیمارستان در تبریز و روی خاک نوع چهار قرار دارد. نمودار طیف ویژه ساختگاه برای S_a (شتاب طیفی) مطابق شکل زیر به دست آمده است. نسبت حداکثر شتاب طیفی (مورد استفاده در محاسبات سازه) برای زمان تناوب 1 ثانیه به شتاب طیفی (مورد استفاده در محاسبات سازه) برای زمان تناوب 2 ثانیه به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟



- (1) 1.8
- (2) 2.1
- (3) 2.6
- (4) 3.3

سبزسازه



جدول ۱-۲ نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق با لرزه خیزی مختلف

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	۰/۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	۰/۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	۰/۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	۰/۲۰

ردیف	مرکز جمعیتی	استان	خطر نسبی زلزله			
			کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد
۷	تبریز	آذربایجان شرقی				*

سبزسازه



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 می‌شود:

$$B = B_1 N \quad (۱-۲)$$

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 لرزه‌خیزی منطقه مشخص می‌شود. این ضریب با استفاده از روابط زیر و یا از شکل‌های (۲-۱-الف) و (۲-۱-ب) تعیین می‌گردد.

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

سبزسازه



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

۲-۳-۲ ضریب اصلاح طیف، N ، به شرح زیر تعیین می شود:

الف- برای پهنه های با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$$N = 1$$

$$T < T_s$$

$$N = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1$$

$$T_s < T < 4 \text{ sec}$$

(۳-۲)

$$N = 1.7$$

$$T > 4 \text{ sec}$$



۲-۵-۱ طیف طرح استاندارد

این طیف منعکس کننده اثر حرکت زمین برای زلزله طرح در آئین نامه است و از حاصل ضرب مقادیر ضریب بازتاب ساختمان B در پارامترهای: نسبت شتاب مبنای A، ضریب اهمیت I موضوع بند (۳-۳-۴) و عکس ضریب رفتار $1/R_u$ موضوع بند (۳-۳-۵) و با در نظر گرفتن محدودیت رابطه (۳-۳) به دست می آید. در تعیین این طیف نسبت میرایی ۵ درصد در نظر گرفته شده است. طیف طرح استاندارد را می توان در کلیه ساختمان ها بجز مواردی که در بند (۲-۵-۲) عنوان شده، به کار برد.

۲-۵-۲ طیف طرح ویژه ساختگاه

این طیف با استفاده از مشخصات زلزله های منطقه ساختگاه و با توجه به ویژگی های زمین شناسی، تکتونیکی، لرزه شناسی، میزان خطرپذیری و مشخصات خاک در لایه های مختلف ساختگاه، و با به کارگیری نسبت میرایی ۵ درصد تعیین می گردد. در صورتی که نوع ساختمان و سطح زلزله مورد نظر نسبت میرایی متفاوتی را ایجاب کند، می توان آن را مبنای تهیه طیف قرار داد. مقادیر محاسبه شده این طیف باید در ضریب اهمیت I و عکس ضریب رفتار $1/R_u$ ضرب گردد. مقادیر طیف طرح ویژه ساختگاه نباید کمتر از ۸۰ درصد مقادیر طیف طرح استاندارد اختیار شود.



$$T_1 = 1 \text{ s}$$

$$B_1 = (S + 1) = 1.75 + 1 = 2.75 \quad \text{بند ۲ - ۳ :}$$

$$N = 1 \quad \text{بند ۲ - ۳ :}$$

$$B_{\text{طیف استاندارد}} = B_1 N = 2.75 \quad \text{بند ۲ - ۳ - ۱ :}$$

$$\text{استاندارد } (AB)_1 : \text{شتاب طیفی استاندارد} = 0.35g \times 2.75 = 0.962g$$

$$(AB)_{\text{ساخگاه}} = 1g \geq 0.8 \times (AB)_{\text{استاندارد } 1} = 0.8 \times 0.962 = 0.77g \rightarrow O.K.$$

$$(AB)_{\text{ساخگاه}} = 1g$$

سبزسازه



$$T_2 = 2 s$$

$$B_1 = (S + 1) \left(\frac{T_s}{T} \right) = (1.75 + 1) \left(\frac{1}{2} \right) = 1.375$$

$$N = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1 = \frac{0.7}{4 - 1} * (2 - 1) + 1 = 1.233$$

$$B_{\text{طیف استاندارد}} = B_1 N = 1.695$$

$$(AB)_{\text{استاندارد ۲}} = 0.35g \times 1.695 = 0.593g$$

: شتاب طیفی استاندارد

$$(AB)_{\text{ساختگاه}} = 0.3g \geq 0.8 \times (AB)_{\text{استاندارد ۲}} = 0.8 \times 0.593 = 0.47g \rightarrow NOT O.K. \Rightarrow (AB)_{\text{ساختگاه}} = 0.47g$$

$$\frac{(AB)_{\text{ساختگاه ۱}}}{(AB)_{\text{ساختگاه ۲}}} = \frac{1g}{0.47g} = 2.1$$

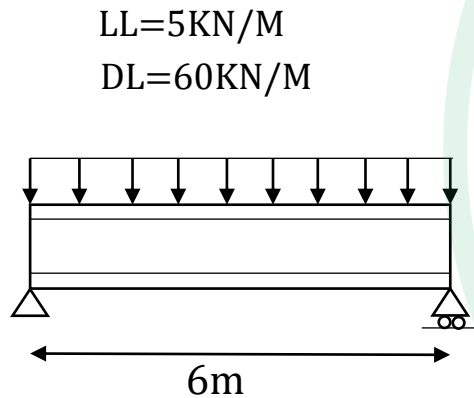
پاسخ: گزینه ۲

سبزسازه



سوال ۳۰

در تیر فولادی شکل زیر با مقطع IPE 450 و در طراحی به روش LRFD حداقل مقاومت خمشی مورد نیاز تیر به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ از وزن تیر صرف نظر شود و تیر در طول خود دارای مهارجانبی کافی است. از مولفه قائم زلزله صرف نظر می شود.



$$E = 2 \times 10^5 \text{ MPA}$$

$$F_Y = 240 \text{ MPA}$$

378 (1)

360 (2)

293 (3)

408 (4)

سبزسازه



۱-۳-۳-۱۰ الزامات لرزه‌ای قاب‌های خمشی معمولی (OMF)

۱-۳-۳-۱۰ مقاومت‌های موردنیاز و موجود تیر

ب) در صورتی که مقطع تیر در فاصله بین دو ستون ثابت باشد، مقاومت خمشی موردنیاز تیر صرفاً براساس ترکیبات بارگذاری متعارف تعیین می‌شود و نیازی به کنترل اضافی نیست.

۱-۳-۲-۱۰ مقاومت‌های موجود و موردنیاز

در طراحی به روش LRFD منظور از مقاومت موجود همان مقاومت طراحی است که به صورت ϕR_n معرفی می‌شود. در طراحی به روش ASD منظور از مقاومت موجود همان مقاومت مجاز است که به صورت R_n/Ω معرفی می‌شود. منظور از مقاومت موردنیاز در واقع همان نیروهای داخلی به دست آمده از تحلیل سازه تحت اثر ترکیبات بارگذاری هر یک از روش‌های طراحی فوق است که در طراحی به روش LRFD با R_u و در طراحی به روش ASD با R_u نشان داده می‌شود.

$$1.4D = 1.4 \times 60 = 84 \text{ KN/m} \quad \text{ترکیب بار شماره 1}$$

$$1.2D + 1.6L = 1.2 \times 60 + 1.6 \times 5 = 80 \text{ KN/m} \Rightarrow q_u = 84 \text{ KN/m} \quad \text{ترکیب بار شماره 2}$$

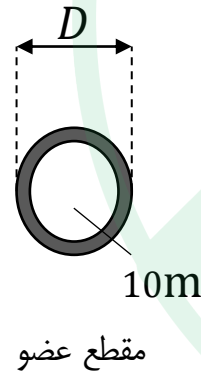
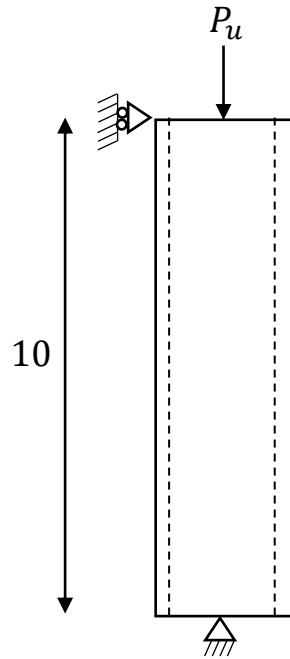
$$M_u = \frac{ql^2}{8} = \frac{84 \times 6^2}{8} = 378 \text{ KN.m}$$

پاسخ: گزینه ۱



سوال ۳۱

در عضو فشاری غیر باربر لرزه‌ای شکل زیر بدون توجه به میزان بار وارده، حداکثر و حداقل قطر قابل قبول برای مقطع به ترتیب به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



$$F_y = 240 \text{ MPA}$$

$$E = 2 \times 10^5 \text{ MPA}$$

$$F_u = 370 \text{ MPA}$$

- (1) 200mm و 1000mm
- (2) 160mm و 1000mm
- (3) 200mm و 900mm
- (4) 160mm و 900mm

سبزسازه



پاسخ ۳۱

مطابق جدول ۱۰-۲-۲-۲ ردیف ۹ و بند ۱۰-۲-۴-۲:

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

$$k = 1$$

$$L = 10000 \text{ mm}$$

$$r = \frac{D}{\sqrt{8}} \text{ شعاع ژیراسیون لوله تو خالی}$$

$$\Rightarrow \frac{10000}{\frac{D}{\sqrt{8}}} \leq 200 \Rightarrow 141.42 \leq D \text{ (وسط ضخامت)}$$

$$\Rightarrow \frac{10000}{\frac{D}{\sqrt{8}}} \leq 200 \Rightarrow 151.4 \leq D \text{ (پشت تا پشت)}$$

پشت تا پشت

$$\frac{D}{t} \leq 0.11 \frac{E}{F_Y} \xrightarrow{ST37} \frac{D}{t} \leq 91.67 \Rightarrow D \leq 916.7$$

$$151.4 \leq D \leq 916.7 \Rightarrow 160 \leq D \leq 900$$

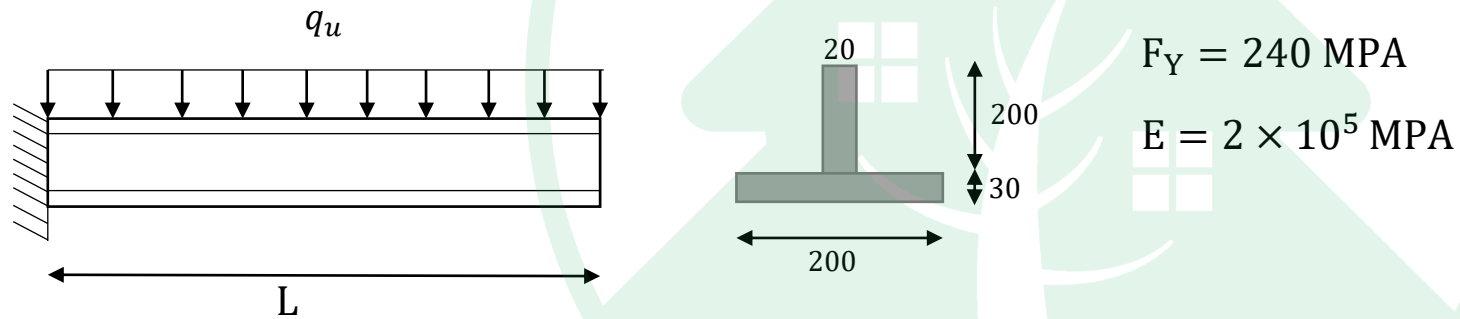
همچنین مقطع باید غیر لاغر باشد

پاسخ: گزینه ۴



سوال ۳۲

در یک عضو خمشی طره‌ای با مقطع شکل زیر نسبت لنگر پلاستیک مقطع به لنگر تسلیم آن نسبت به دورترین تار کششی مقطع به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ (ابعاد به میلی‌متر است)



- (1) 1.35
- (2) 1.65
- (3) 1.70
- (4) 2.40

سبزسازه



پاسخ ۳۲

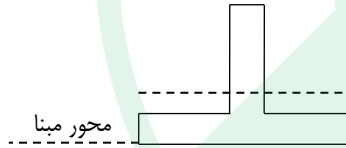
$$\frac{M_p}{M_Y} = \frac{F_y * Z}{F_y * S} = \frac{Z}{S}$$

$$A_1 = A_2$$

$$200 \times x = (30 - x) \times 200 + 20 \times 200 \Rightarrow x = 25 \text{ mm}$$

$$Z = Q_{top} + Q_{bot} = 20 \times 200 \times (105) + 5 \times 200 \times \frac{5}{2} + 200 \times 25 \times \frac{25}{2} = 458000 \text{ mm}^3$$

$$S = \frac{I}{C}$$



$$\bar{Y} = \frac{\sum A_i Y_i}{\sum A_i} = \frac{20 \times 200 \times 130 + 200 \times 30 \times 15}{20 \times 200 + 200 \times 30} = 61 \text{ mm}$$

$$I = \frac{1}{12} \times 20 \times 200^3 + 20 \times 200 \times (130 - 61)^2 + \frac{1}{12} \times 200 \times 30^3 + 200 \times 30 (61 - 15)^2 = 45523333.33 \text{ mm}^4$$

$$C = 230 - 61 = 169 \text{ دورترین تار کششی}$$

$$\Rightarrow \frac{Z}{S} = \frac{Z}{I/C} = \frac{458000}{\frac{45523333.33}{169}} = 1.7$$

محاسبه Z:

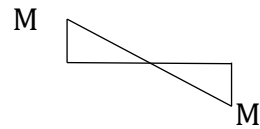
محاسبه S:

پاسخ: گزینه ۳

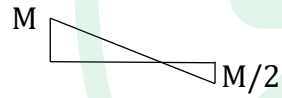


سوال ۳۳

در شکل‌های زیر نمودار لنگر خمشی چند تیر فولادی به طول L که در آن‌ها مهارهای جانبی فقط در ابتدا و انتهای تیر قرار دارند، نشان داده است. کدامیک از تیرهای زیر به لحاظ کمانش جانبی - پیچشی از شرایط بحرانی تری برخوردار است؟



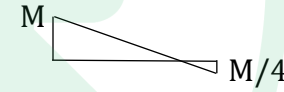
(1)



(2)



(3)



(4)

- (1) تیر 1
- (2) تیر 2
- (3) تیر 3
- (4) تیر 4

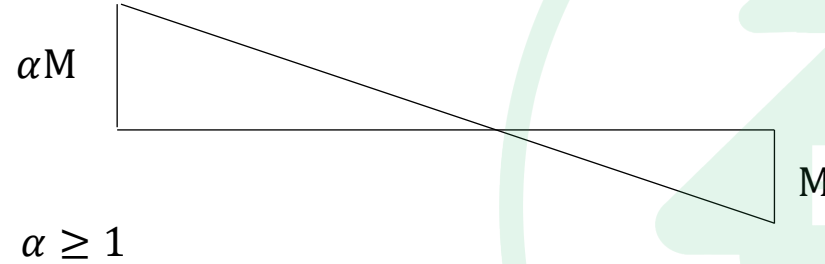
سبzsازه



پاسخ ۳۳

بر اساس بند ۱۰-۲-۵-۱ و ۳-۱-۵-۱ و جدول ارائه شده به صورت آماده:

هر تیری که C_b کمتری داشته باشد، لنگر خمشی اسمی کمتری تحمل می کند و بحرانی تر است:



$$C_b = \frac{25\alpha}{13.5\alpha - 5.5 + 1.5|\alpha - 3|}$$

گزینه ۱ : $\alpha = 1 \Rightarrow C_b = 2.27$

گزینه ۲ : $\alpha = 2 \Rightarrow C_b = 2.17$

گزینه ۳ : $\alpha = 3 \Rightarrow C_b = 2.14$

گزینه ۴ : $\alpha = 4 \Rightarrow C_b = 2$

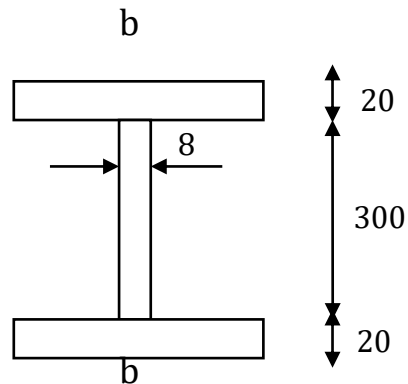
پاسخ: گزینه ۴

سبزسازه



سوال ۳۴

در یک تیر فولادی با مقطع شکل زیر چنانچه فاصله مهارهای جانبی برابر 3 متر باشد، آنگاه بدون توجه به نمودار لنگر خمشی تیر، حداقل پهنای بال مقطع (b) برای آنکه حالت حدی کمانش جانبی - پیچشی حاکم بر مقاومت خمشی اسمی تیر نشود، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ (ابعاد به میلی متر است.)



$$F_Y = 240 \text{ MPa}$$

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

- (1) 200 mm
- (2) 230 mm
- (3) 260 mm
- (4) 300 mm

سبزسازه



پاسخ ۳۴

مطابق بند ۱۰-۲-۵-۲ مورد ب :

ب) حالت حدی کمانش جانبی - پیچشی
ب-۱) اگر $L_b \leq L_p$ باشد، لزومی به در نظر گرفتن کمانش جانبی - پیچشی نیست.

برای آن که LTB حاکم نشود:

$$L_b \leq L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_Y}}$$

فاصله مهارهای جانبی

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$I_y = 2 \left(\frac{1}{12} \times 20 \times b^3 \right) + \frac{1}{12} \times 300 \times 8^3$$

$$A = 2 \times 20b + 300 \times 8$$

$$3000 \leq 1.76 r_y \times \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{240}} \rightarrow r_y = 59.05 \text{ mm}$$

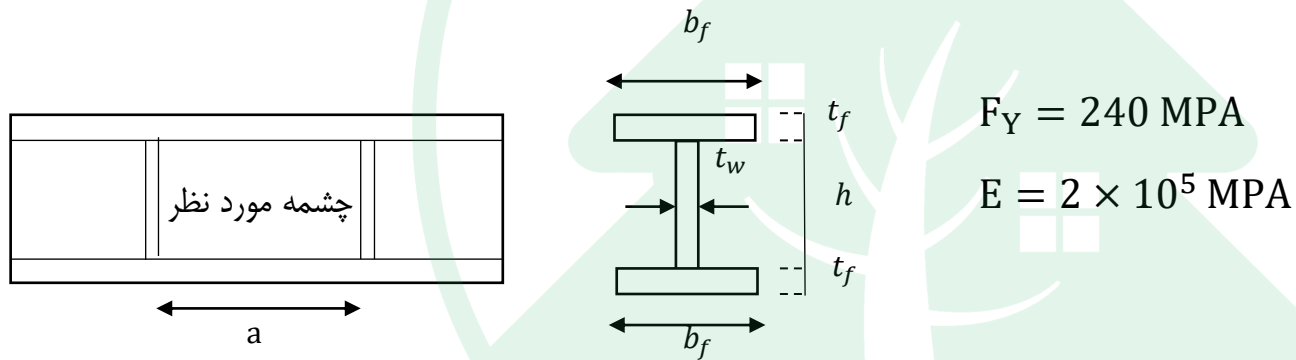
$$\rightarrow r_y^2 = 59.05^2 = \frac{2 \left(\frac{1}{12} \times 20 \times b^3 \right) + \frac{1}{12} \times 300 \times 8^3}{2 \times 20b + 300 \times 8} \Rightarrow b \approx 230 \text{ mm}$$

پاسخ: گزینه ۲



سوال ۳۵

در یک تیر I شکل فولادی ساخته شده از ورق در یکی از چشمه ها مقدار ضریب k_v برابر 10 محاسبه شده است. حداکثر مقدار h/t_w برای آن که در این چشمه تعبیه سخت کننده های عرضی اضافی عملاً نتواند مقدار مقاومت برشی اسمی مقطع را افزایش دهد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ (فرض کنید شرایط استفاده از عمل میدان کشش محیا نیست).



- (1) 100
- (2) 70
- (3) 64
- (4) 123

سبزسازه



پاسخ ۳۵

مطابق بند ۱۰-۲-۶-۲-۱:

$$k_v = 10$$

$$\frac{h}{t_w}$$

$$C_{v1} = 1$$

$$1.1 \sqrt{\frac{K_v E}{F_y}} = 100.4 \quad C_{v1} = \frac{1.1 \sqrt{\frac{K_v E}{F_y}}}{\frac{h}{t_w}}$$

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_{v1}$$

$C_{v1} \propto$ مقاومت برشی اسمی

اگر C_{v1} تغییر کند V_n هم تغییر می کند

مطابق نمودار بالا اگر $\frac{h}{t_w} \leq 100.4$ باشد C_{v1} بدون تغییر می باشد و مقاومت برشی اسمی تغییر نمی کند

$$C_{v1} = \frac{1.1 \sqrt{\frac{K_v E}{F_y}}}{\frac{h}{t_w}} = \frac{1.1 \sqrt{\frac{10 * 200000}{240}}}{\frac{h}{t_w}} = 1$$

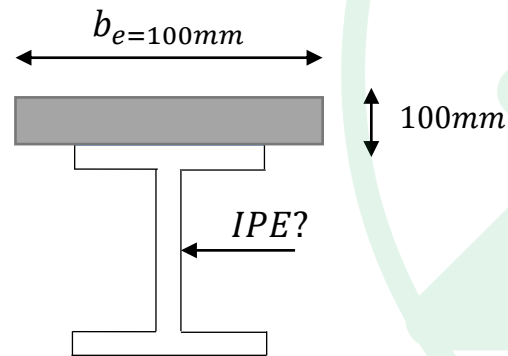
$$\frac{h}{t_w} = 100.4$$

پاسخ: گزینه ۱



سوال ۳۶

چنانچه تیر مختلط نشان داده شده در شکل زیر دارای عملکرد مختلط کامل باشد، آنگاه حداقل شماره نیمرخ قابل قبول از نوع IPE برای آنکه فاصله محور خنثی پلاستیک مقطع از بالای بتن بیش از نصف ضخامت دال بتن باشد، به کدام یک از نیمرخ های زیر نزدیک تر است؟



$$F_y = 240 \text{ MPA}$$

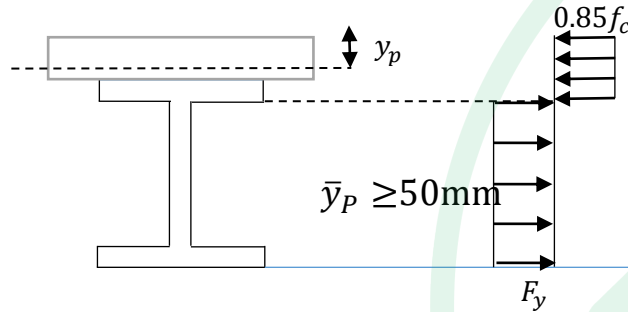
$$f_c = 25 \text{ MPA}$$

- (1) IPE180
- (2) IPE220
- (3) IPE270
- (4) IPE330

سبزسازه

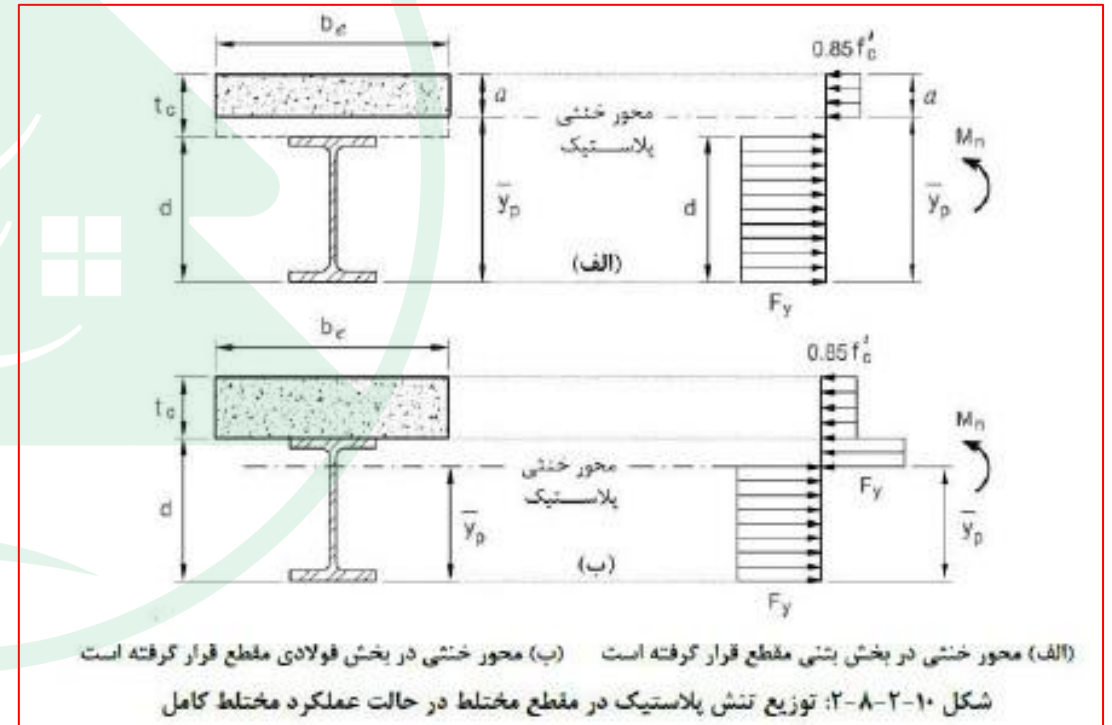


بر اساس شکل ۱۰-۲-۸-۲ الف:



$$0.85f_c y_p b_e = F_y A_s \Rightarrow A_s = \frac{0.85 \times 25 \times 50 \times 1000}{240} = 4427 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \text{IPE270: } A = 4590 \text{ mm}^2$$

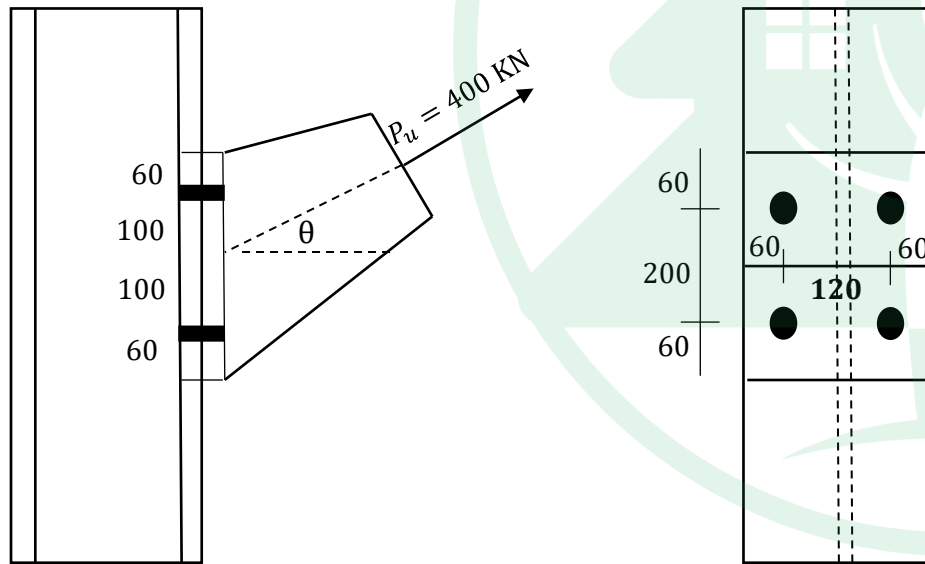


پاسخ: گزینه ۳



سوال ۳۷

در اتصال اتکایی شکل زیر قطر پیچ‌ها برابر ۲۰ میلی‌متر و پیچ‌ها از نوع ۸.۸ هستند. حداکثر زاویه θ قابل قبول برای نیروی p_u به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید سطح برش پیچ‌ها از قسمت دندانه شده می‌گذرد (در شکل ابعاد به میلی‌متر است). (طراحی به روش $LRFD$ مد نظر است).



- (1) ۲۵ درجه
- (2) ۴۰ درجه
- (3) ۶۰ درجه
- (4) ۷۵ درجه



پاسخ ۳۷

مطابق بند ۱۰-۲-۹-۳ و جدول ۱۰-۵-۱:
پیچ‌ها تحت اثر برش و کشش می‌باشند:

$$\begin{aligned} R_{uv} &= 100 \times 10^3 \sin \theta \\ R_{ut} &= 100 \times 10^3 \cos \theta \end{aligned}$$

هر چه زاویه بیشتر شود، برش در پیچ‌ها بیشتر می‌شود به طوری که اگر $\theta = 90$ در پیچ‌ها کلاً برش ایجاد می‌شود.

$$\text{ظرفیت برش هر پیچ} = 0.75 \times 0.45 \times 800 \times \frac{3.14}{4} \times 20^2 = 84780 \text{ N}$$

$$84780 < 100000 \text{ N}$$

لذا پیچ‌ها تحت برش خالص جواب‌گو نبوده و باید با زاویه‌دار کردن بار، برش وارده به پیچ‌ها را کاهش دهیم. لذا معیار طراحی کنترل برش می‌باشد.

سبزسازه



$$R_{uv} \leq \varphi F'_{nv} A_n b$$

$$100 \times 10^3 \sin \theta \leq 0.75 \times F'_{nv} \times \frac{3.14}{4} \times 20^2$$

$$F'_{nv} = \begin{cases} f_{ut} = \frac{100 \times 10^3 \cos \theta}{\frac{3.14}{4} \times 20^2} < 180 \Rightarrow F'_{nv} = F_{nv} \\ f_{ut} = \frac{100 \times 10^3 \cos \theta}{\frac{3.14}{4} \times 20^2} \geq 180 \Rightarrow F'_{nv} = F_{nv} \left[1.3 - \frac{f_{ut}}{0.75 F_{nt}} \right] \end{cases}$$

گزینه‌ها را کنترل می‌کنیم: (از بزرگترین گزینه)

$$\theta = 75^\circ: f_{ut} = 82.4 < 180 \Rightarrow F'_{nv} = F_{nv} = 360 \Rightarrow R_u = 96593 < 84780 \times$$

$$\theta = 60^\circ: f_{ut} = 160 < 180 \Rightarrow F'_{nv} = F_{nv} = 360 \Rightarrow R_u = 86602 < 84780 \times$$

$$\theta = 40^\circ: f_{ut} = 244 > 180 \Rightarrow F'_{nv} = 272 \Rightarrow R_u = 64278 < 64056 \quad O.K. \checkmark$$



ادامه پاسخ ۳۷

کنترل کشش:

$$R_{ut} \leq 0.75 F'_{nt} A_n b$$

$$f_{uv} = \frac{100 \times 10^3 \sin 40}{\frac{3.14}{4} \times 20^2} = 204.7 > 0.3 F_{nv} = 108$$

$$\Rightarrow F'_{nt} = F_{nt} \left[1.3 - \frac{f_{uv}}{0.75 F_{nv}} \right] = 600 \left[1.3 - \frac{204.7}{0.75 \times 360} \right] = 325.11$$

$$100 \times 10^3 \cos 40 \leq 0.75 \times 325.11 \times \frac{3.14}{4} \times 20^2 = 76604 \leq 76563 \quad O.K.$$

پاسخ: گزینه ۲

سبزسازه



سوال ۳۸

تیر پیوند قاب مهاربندی شده واگرا دارای مقطع I شکل متقارن بوده و هر بال آن دارای مقطع $200 \times 12 \text{ mm}$ و جان آن دارای مقطع $400 \times 10 \text{ mm}$ است. اگر نیروی محوری در تیر پیوند ناچیز باشد، حداکثر دوران غیرارتجاعی مجاز تیر پیوند به طول 1100 mm نسبت به ناحیه خارج از آن بر حسب رادیان به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ $F_y = 240 \text{ mpa}$

- (1) 0.02
- (2) 0.04
- (3) 0.06
- (4) 0.08

سبزسازه



مطابق بند ۱۰-۳-۴-۳-۱ و بند ۱۰-۳-۴-۳-۲ ب:

$$1.6 \frac{M_p}{V_p} = 926mm$$

$$2.6 \frac{M_p}{V_p} = 1504mm$$

$$e \xrightarrow{\quad 0.08Rad \quad} \gamma_p = 0.08 - \frac{0.06}{\frac{M_p}{V_p}} \times \left(e - \frac{1.6M_p}{V_p} \right) \xrightarrow{\quad 0.02Rad \quad}$$

حداکثر دوران ارتجاعی

$$\frac{P_u}{P_e} \cong 0 \Rightarrow \begin{cases} V_p = 0.6F_y A_w = 0.6 * 240 * (10 * 400) = 576000N \\ M_p = F_y Z = 240 * \left\{ (2 * 200 * 12 * 206) + \left(\frac{10 * 400^2}{4} \right) \right\} = 333312000N.mm \end{cases}$$

$$\Rightarrow e = 1100$$

$$\gamma_p \approx 0.062 Rad \text{ حداکثر دوران}$$

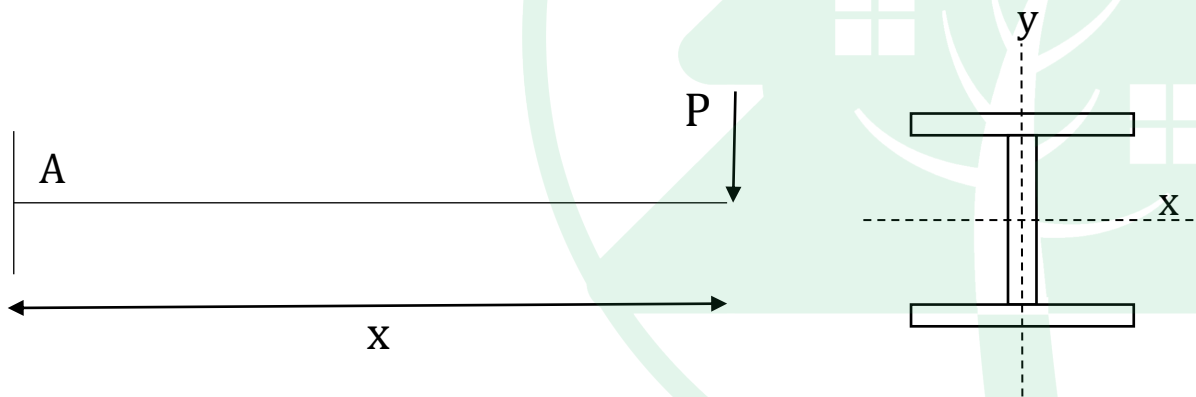
پاسخ: گزینه ۳



سوال ۳۹

در شکل زیر، تیر فقط در نقطه A تکیه‌گاه جانبی دارد. اگر مقطع تیر IPE220 بوده و مقاومت خمشی اسمی آن حول محور x برابر 0.8 Mp تیر باشد. حداکثر طول مجاز تیر برحسب متر به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ $F_y = 240 \text{ mpa}$

- (1) 3.0
- (2) 2.5
- (3) 2.0
- (4) 1.5



سبزسازه



مطابق بند ۱۰-۲-۵-۲ مورد ب ۲ و بند ۱۰-۲-۵-۳ تبصره ۱:

$$M_n = 0.8M_p \quad C_b = 1 \text{ تیر کنسول}$$

$$L_p = 1260 \text{ mm}$$

$$L_r = 4550 \text{ mm}$$

فاصله مهارها

$$M_n = M_p$$

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.7F_y S_x) \times \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

با توجه به گزینه‌ها طول تیر کمتر از L_r می‌باشد لذا فقط قسمت وسط را بررسی می‌کنیم:

$$M_n = 0.8M_p$$

$$M_p = 240 \times 285000$$

$$S_x = 252000 \text{ mm}^3$$

$$L_b = 2986.8 \text{ mm} \cong 3 \text{ m}$$

پاسخ: گزینه ۱



IPE	J	C _w	ST37		
			F _y = 240 MPa		
	x10 ⁴	x10 ⁶	r _{ts}	L _p	L _r
	mm ⁴	mm ⁶	mm	mm	
80	0.70	118	12.58	533	2 897
100	1.21	351	14.78	630	3 087
120	1.74	890	17.21	737	3 223
140	2.45	1 980	19.64	838	3 416
160	3.62	3 960	21.84	935	3 677
180	4.80	7 430	24.36	1 042	3 923
200	7.02	12 990	26.46	1 138	4 246
220	9.10	22 670	29.25	1 260	4 549
240	12.9	37 390	31.71	1 367	4 947

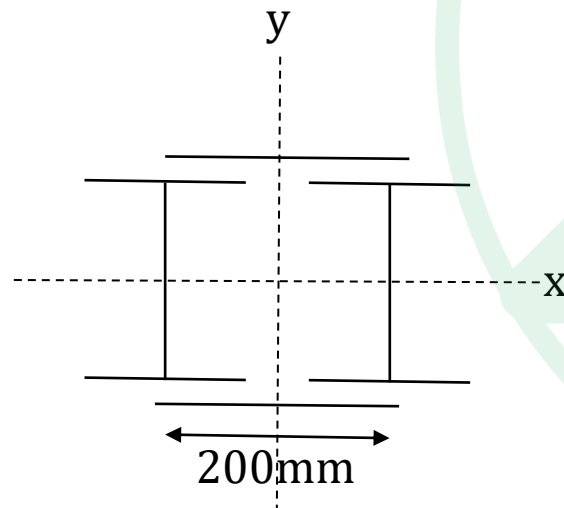
IPE	ابعاد هندسی مقطع						مساحت و وزن		مقطع		
									محور x-x		
	d	b _f	t _w	t _f	k	h	A	G	I _x	S _x	Z _x
							x10 ²		x10 ⁴	x10 ³	x10 ³
	mm						mm ²	kg/m	mm ⁴	mm ³	mm ³
80	80	46	3.8	5.2	10.2	59	7.64	6.00	80.1	20.0	23.2
100	100	55	4.1	5.7	12.7	74	10.3	8.10	171	34.2	39.4
120	120	64	4.4	6.3	13.3	93	13.2	10.4	318	53.0	60.7
140	140	73	4.7	6.9	13.9	112	16.4	12.9	541	77.3	88.3
160	160	82	5.0	7.4	16.4	127	20.1	15.8	869	109	124
180	180	91	5.3	8.0	17.0	146	23.9	18.8	1 320	146	166
200	200	100	5.6	8.5	20.5	159	28.5	22.4	1 940	194	221
220	220	110	5.9	9.2	21.2	177	33.4	26.2	2 770	252	285

سبزسازه



سوال ۴۰

ستونی از 2IPE300 که به فاصله 200 mm از یکدیگر قرار دارند، با بستهای موازی (که با جوش به ستون متصل شده‌اند) با فاصله‌های محور به محور 1.40m از هم ساخته شده است. طول ستون 5.5 متر بوده و در دو جهت مهار شده است. برای تعیین مقاومت فشاری اسمی ستون ناشی از حالت حدی کمانش خمشی، مقدار نسبت لاغری طراحی ستون به کدام گزینه نزدیک‌تر می‌باشد؟ (فرض کنید کلیه ضوابط طراحی بست‌ها رعایت می‌شوند).



- (1) 36
- (2) 44
- (3) 52
- (4) 63

سبزسازه



پاسخ ۴۰

مطابق بند ۱۰-۲-۴-۶-۱ ب:

$$\lambda_x = \frac{KL}{r} = \frac{1 \times 5500}{\sqrt{\frac{I_x}{A}}} = \frac{1 \times 5500}{\sqrt{\frac{2I_x}{2A}}} = \frac{5500}{125} = 44$$

$$\lambda_y: r_i \rightarrow \text{شعاع ژیراسیون حداقل برای تک پروفیل} = 33.5 \text{ mm}$$

$$\frac{a}{r_i} = \frac{1400}{33.5} = 41.8 > 40 \Rightarrow \text{لاغری حول محور } y \text{ باید اصلاح شود}$$

$$\lambda_r = \sqrt{\left(\frac{KL}{r}\right)^2 + \left(\frac{K_i a}{r_i}\right)^2} \quad \left(\frac{KL}{r}\right)^2 \text{ نسبت لاغری مقطع ساخته شده نسبت به محور } y \text{ ها}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{(I_y + A \times 100^2) \times 2}{2A}} = \sqrt{\frac{(604 \times 10^4) + (5380 \times 100^2)}{5380}} = 105.46 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \lambda_y = \sqrt{\left(\frac{1 \times 5500}{105.46}\right)^2 + \left(\frac{0.86 \times 1400}{33.5}\right)^2} = 63.34$$

$$\Rightarrow \lambda_{\text{طراحی}} = \max\{\lambda_x, \lambda_y\} = \max\{44, 63.34\} = 63.34$$

پاسخ: گزینه ۴



سوال ۴۱

مقاومت برشی طراحی ناودانی UNP300 در امتداد عمود بر محور ضعیف مقطع برحسب KN بر اساس روش $LRFD$ به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟
عضو تحت پیچش قرار ندارد و هیچ سخت کننده عرضی وجود ندارد. $F_y = 240Mpa$

- (1) 207
- (2) 388
- (3) 414
- (4) 461

سبزسازه



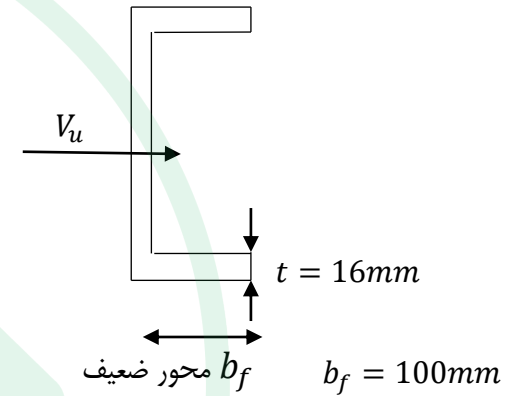
پاسخ ۴۱

مطابق بند ۱۰-۲-۶-۶:

$$V_U \leq \varphi V_n \rightarrow 0.6 F_y A_w C_{v2} \quad \varphi = 0.9$$

$$A_w = 2 b_f t_f$$

$$K_V = 1.2$$



$$\Rightarrow \varphi V_n = 0.9 \times 0.6 \times 240 \times 2 \times 100 \times 16 \times 1 = 414720 \text{ N} = 414.72 \text{ KN}$$

پاسخ: گزینه ۳



سوال ۴۲

مقاومت فشاری اسمی یک ستون فولادی به طول 3.2 m متر از ناودانی UNP300 براساس حالت حدی کمانش خمشی - پیچشی برحسب kN به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ (ضریب طول موثر این ستون برای کمانش حول محور تقارن مقطع آن برابر 1.8 عمود بر محور تقارن مقطع برابر 1.0 و حول محور طولی عضو برابر 1.0 می باشد). با فرض $F_y = 360Mpa$

- (1) 1075
- (2) 968
- (3) 760
- (4) 720

سبزسازه



پاسخ ۴۲

مطابق بند ۱۰-۲-۴-۴:

تبصره: برای مقاطع I شکل با دو محور تقارن، C_w را می‌توان مساوی $I_y h_o^2 / 4$ در نظر گرفت که در آن h_o فاصله مرکز تا مرکز بال‌ها است. برای مقاطع ناودانی، C_w را می‌توان برابر $\frac{t_f b^3 h^2}{12} \left(\frac{3b t_f + 2h t_w}{6b t_f + h t_w} \right)$ در نظر گرفت که در آن t_f ، b ، h و t_w به ترتیب عرض بال، ضخامت بال، ارتفاع و ضخامت جان ناودانی هستند. برای مقاطع سیری و نبشی جفت پیش‌پشته‌پشت، در محاسبه F_{cz} می‌توان از جملات حاوی C_w صرف‌نظر کرد و x_o را مساوی صفر در نظر گرفت.

این تست با فرض تنش تسلیم برابر 240 مگاپاسکال به شرح زیر حل می‌شود:

$$F_y = 360$$

$$r_y = 29 \text{ mm}$$

$$r_x = 117 \text{ mm}$$

$$K_x = 1.8$$

$$K_y = 1 = K_z$$

$$L = 3200 \text{ mm}$$

$$A_g = 5880 \text{ mm}^2$$

$$G = 76923$$

$$x_o = 54.1$$

$$Y_o = 0$$

$$J = 38.7 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$C_w = \frac{16 * 100^3 * 232^2}{12} * \frac{(3 * 100 * 16) + (2 * 232 * 10)}{(6 * 100 * 16) + (232 * 10)} = 5.68 * 10^{10}$$



$$\textcircled{1} F_e = \left(\frac{F_{ey} + F_{ez}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey} + F_{ez})^2}} \right]$$

$$F_{ey} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K_y L}{r_y} \right)^2} = \frac{3.14^2 \times 2 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 3200}{29} \right)^2} = 162 \text{ Mpa}$$

$$F_{ez} = \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L)^2} + GJ \right] \times \frac{1}{A_g \bar{r}_0^2}$$

$$= \left[\frac{3.14^2 \times 2 \times 10^5 \times 5.68 \times 10^{10}}{3200^2} + \frac{2 \times 10^5}{2.6} \times 38.7 \times 10^4 \right] \frac{1}{5880 \times 17425} = 397.41 \text{ Mpa} \xrightarrow{\textcircled{1} \text{ طبق رابطه }} F_e = 147.3 \text{ Mpa}$$

$$\frac{F_y}{F_e} = \frac{360}{147.3} = 2.44 > 2.25 \rightarrow F_{Cr} = 0.877 F_e = 129.2 \text{ Mpa}$$

$$P_n = 129.2 \times 5880 = 759696 \text{ N} \approx 760 \text{ KN}$$

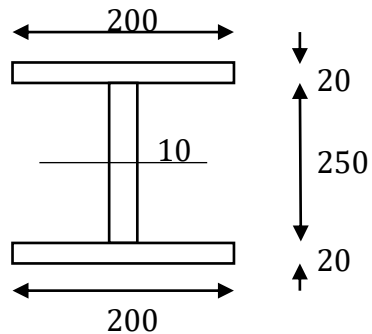
$$\begin{aligned} \bar{r}_0^2 &= x_0^2 + y_0^2 + \frac{I_x + I_y}{A_g} \\ &= 54.1^2 + \frac{8030 \times 10^4 + 495 \times 10^4}{5880} = 17425 \\ H &= 1 - \frac{x_0^2 + y_0^2}{\bar{r}_0^2} = 0.83 \end{aligned}$$

پاسخ: گزینه ۳



سوال ۴۳

فرض کنید در یک قاب خمشی فولادی ویژه برای تیرها از مقطع شکل زیر استفاده شده است. برای این تیر به کار بردن کدامیک از اتصالات گیردار زیر مجاز نمی باشد؟
(طول خالص تیر برابر 5 متر بوده، $F_y = 240Mpa$ و $E = 2 \times 10^5$ می باشد. همچنین در شکل ابعاد به میلی متر است).



- (1) RBS
- (2) BUEEP
- (3) WUF-W
- (4) BFP

سبزه سازه



پاسخ ۴۳

مطابق جدول ۱۰-۳-۷-۲:

جدول ۱۰-۳-۷-۲: محدودیت‌های ابعادی اتصالات گیردار فلنجی

BSEEP				BUEEP		
هشت پیچی		چهار پیچی				
حداکثر (mm)	حداقل (mm)	حداکثر (mm)	حداقل (mm)	حداکثر (mm)	حداقل (mm)	پارامتر
30	15	25	10	25	10	t_{bf}
350	200	250	150	250	150	b_{bf}
1000	440	700	340	700	340	d_b
70	20	50	12	60	12	t_p
400	240	300	180	300	180	b_p
160	120	160	80	160	100	g
50	40	150	50	120	35	p_{fi}, p_{fo}
100	90	-	-	-	-	p_b

در جدول فوق:

b_{bf} = پهنای بال تیر

b_p = پهنای ورق انتهایی

d_b = عمق تیر متصل‌شونده به ورق انتهایی

t_{bf} = ضخامت بال مقطع تیر

در اتصالات BUEEP:

$$340 \leq \text{عمق کل مقطع} \leq 700$$

$$290 \geq 340 \quad \text{N.O.K}$$

$$t_f = 20 \leq 25 \quad \text{ok}$$

برای اتصال RBS از بند ۱۰-۳-۷-۲-۱:

$$t_f = 20 \leq 55 \quad \text{ok}$$

$$d_b = 290 \leq 1100 \quad \text{ok}$$

برای اتصال WUF - W از بند ۱۰-۳-۷-۶-۱:

$$t_f = 20 \leq 30 \quad \text{ok}$$

$$d_b = 290 \leq 1000 \quad \text{ok}$$

برای اتصال BFP از بند ۱۰-۳-۷-۴:

$$t_f = 20 \leq 30 \quad \text{ok}$$

$$d_b = 290 \leq 1000 \quad \text{ok}$$

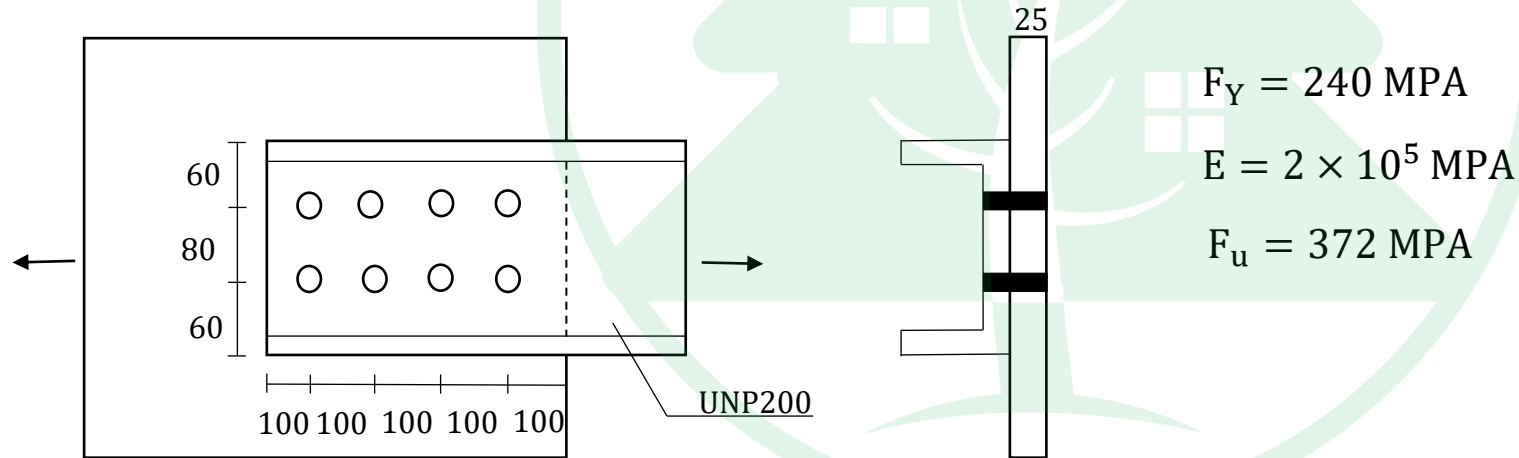
پاسخ: گزینه ۲



سوال ۴۴

در عضو کششی شکل زیر بر اساس طراحی به روش *LRFD* حداکثر قطر اسمی سوراخ استاندارد برای آنکه بتوان از حضور سوراخ در عضو کششی صرف نظر نمود، به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ (فرض کنید فاصله از لبه و فاصله مرکز تا مرکز سوراخها رعایت شده اند و فقط کنترل حالت های حدی تسلیم کششی و گسیختگی کششی عضو ناودانی مدنظر است. همچنین فرض کنید در شکل ابعاد به میلی متر است).

- (1) 24mm
- (2) 27mm
- (3) 30mm
- (4) 33mm



مطابق بند ۱۰-۲-۳-۴ و جدول ۱۰-۲-۲-۱ ردیف دوم و بند ۱۰-۲-۲-۵ مورد ب ۱:

می توان از اثر سوراخ ها صرف نظر کرد $\rightarrow$ گسیختگی روی سطح موثر $T_u < T_u$ گسیختگی روی سطح کل

$$0.9F_y A_g < 0.75F_u A_e$$

$$A_g = 3220 \text{ mm}^2$$

$$A_e = U A_n$$

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L} = 1 - \frac{20.1}{300} = 0.933$$

$$A_n = A_g - 2Dt = 3220 - 2D \times 8.5$$

$$0.9 \times 240 \times 3220 < 0.75 \times 372 \times (0.933) \times (3220 - 17D)$$

$$D \text{ قطر محاسباتی} < 32.23$$

$$D \text{ قطر اسمی} < 30.23$$

پاسخ: گزینه ۳

سبزسازه



در یک تیر بتن آرمه پیش ساخته از بتن با شن و ماسه سبک استفاده شده است. در صورتی که مقاومت فشاری مشخصه نمونه استوانه‌ای استاندارد بتن 25Mpa باشد، مقاومت برشی اسمی بتن (V_c) به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ (حداقل فولاد عرضی در مقطع استفاده شده است.)

- (1) $0.52b_wd$
- (2) $0.65b_wd$
- (3) $0.7b_wd$
- (4) $0.93b_wd$

سبزسازه



۹-۳-۲ برای منظور کردن مشخصات بتن‌های سبک، کلیه‌ی روابط این آیین نامه که در آن‌ها از $\sqrt{f'_c}$ استفاده شده است، در ضریب λ مطابق جداول ۹-۳-۱ و ۹-۳-۲ ضرب می‌گردد، ضریب λ در جدول ۹-۳-۱ با توجه به ترکیب سنگدانه‌های معمولی و سبک به ترتیب مطابق استانداردهای ملی ۳۰۲ و ۴۹۸۵، یا در جدول ۹-۳-۲ با توجه به چگالی بتن تعیین می‌شود.

جدول ۹-۳-۱ ضریب اصلاح λ با توجه به ترکیب دانه ها

بتن	ترکیب دانه‌ها	λ
نیمه سبکدانه [۱]	ریز دانه و درشت دانه : سبک	۰/۷۵
	ریز دانه : ترکیب معمولی و سبک	۰/۷۵ تا ۰/۸۵
	درشت دانه : سبک	
	ریز دانه : معمولی	۰/۸۵
	درشت دانه : سبک	
	ریز دانه: معمولی	۰/۸۵ تا ۱/۰۰
	درشت دانه : ترکیب معمولی و سبک	
معمولی	ریز دانه و درشت دانه : معمولی	۱/۰۰



۹-۴-۸-۴ محاسبه‌ی مقاومت برشی تامین شده توسط بتن، V_c

۹-۴-۸-۴-۱ برای اعضای بتنی که در آن‌ها از حداقل فولاد عرضی استفاده شده باشد، $V_c, A_v \geq A_{v,min}$ را می‌توان از رابطه‌ی ساده‌تر (۹-۴-۸-الف)، و یا از رابطه‌ی (۹-۴-۸-ب) محاسبه نمود. در این رابطه‌ها بار محوری، N_u ، در فشار مثبت، و در کشش منفی منظور می‌شود. همچنین V_c نباید منفی در نظر گرفته شود.

$$V_c = \left(0.17\lambda\sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right) b_w d \quad (۹-۴-۸-الف)$$

$$V_c = \left(0.66\lambda(\rho_w)^{1/3}\sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right) b_w d \quad (۹-۴-۸-ب)$$

۹-۴-۸-۴-۴ V_c نباید بزرگ‌تر از $0.42\lambda\sqrt{f'_c} b_w d$ ، و یا کوچک‌تر از صفر در نظر گرفته شود.



$$\lambda = 0.75$$

$$V_c = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(0.17\lambda\sqrt{f_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right) b_w d \\ 0.42\lambda\sqrt{f_c} b_w d \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} (0.17 * 0.75 * \sqrt{25} + 0) b_w d \\ 0.42 * 0.75 * \sqrt{25} * b_w d \end{array} \right\} = 0.6375 b_w d$$

پاسخ: گزینه ۲

سبزسازه



سوال ۴۶

برای مقطع تیر بتن آرمه به عرض 500 میلی متر و ارتفاع موثر 600 میلی متر و با 4 میلگرد کششی به قطر 25 میلی متر و $f_y = 400 \text{ Mpa}$ و با فرض توزیع تنش یکنواخت عمود بر مقطع در قسمت فشاری بتن برابر 24 Mpa نسبت M_{pr} (لنگر خمشی مقاوم محتمل) به M_n (لنگر خمشی مقاوم اسمی) به کدام مقدار نزدیکتر است؟ (در محاسبات از اثر آرماتور فشاری صرف نظر شود).

- (1) 1.35
- (2) 1.27
- (3) 1.23
- (4) 1.15

سبزسازه



هنگام محاسبه لنگر خمشی مقاوم محتمل ، مقدار F_y برابر $1.25 F_y$ می شود. از طرفی با توجه به رابطه $A_s * F_y * Z$ با افزایش F_y مقدار Z یعنی بازوی نیرو در محاسبه لنگر کم می شود. لذا جواب اندکی از 1.25 کمتر است که پاسخ گزینه 3 خواهد بود.

پاسخ: گزینه ۳

سبزسازه



سوال ۴۷

در یک تیر بتن آرمه با تکیه‌گاه‌های ساده تغییر شکل آنی ناشی از بار دائمی برابر 5 mm برآورد شده است. تغییر شکل کل تیر ناشی از بار دائمی (شامل اضافه افتادگی درازمدت) براساس روش تقریبی پس از یکسال به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ (نسبت سطح مقطع آرماتور فشاری به سطح موثر در مقطع وسط دهانه برابر 0.005 می‌باشد).

- (1) 8.6
- (2) 10.6
- (3) 12.0
- (4) 13.0

سبزسازه



۵-۲-۲-۱۹-۹ تغییر مکان اضافی ناشی از وارفتگی (خزش) و جمع شدگی (افت یا انقباض) بتن در اعضای خمشی در طول زمان را که تغییر مکان دراز مدت نامیده میشود، در صورت عدم استفاده از روش های تحلیلی دقیق تر، می توان از حاصل ضرب تغییر مکان آنی ناشی از بارهای دائمی در ضریب λ_Δ که از رابطه ی (۳-۱۹-۹) تعیین می شود، به دست آورد.

$$\lambda_\Delta = \frac{\xi}{1+50\rho'} \quad (۳-۱۹-۹)$$

در این رابطه ρ' نسبت فولاد فشاری در مقطع وسط دهانه در اعضای با تکیه گاه های ساده یا سراسری، و در مقطع تکیه گاه در اعضای طره ای است. مقدار ضریب وابسته به زمان بارهای دائمی، ξ ، باید برابر با مقادیر جدول ۲-۱۹-۹ در نظر گرفته شود:

جدول ۲-۱۹-۹ ضریب وابسته به زمان بارهای دائمی

زمان	ضریب ξ
۳ ماه	۱/۰
۶ ماه	۱/۲
۱۲ ماه	۱/۴
۶۰ ماه و بیش تر	۲/۰



مطابق بند ۹-۱۹-۲-۲-۵

$$\Delta_{\text{اولیه}} = 5 \text{ mm}$$

$$\Delta_{\text{دراز مدت}} = \lambda \Delta_{\text{آنی}} = \frac{\xi}{1 + 50\rho} \times 5 = \frac{1.4}{1 + (50 \times 0.005)} \times 5 = 5.6$$

$$\Delta_{\text{کل}} = \Delta_{\text{اولیه}} + \Delta_{\text{دراز مدت}} = 5 + 5.6 = 10.6 \text{ mm}$$

پاسخ: گزینه ۲

سبزسازه



سوال ۴۸

در یک تیر پیش‌تنیده از نوع پس‌کشیده، با بتن با ضریب ارتجاعی کوتاه مدت برابر 20000Mpa و ضریب ارتجاعی فولاد پیش‌تنیده برابر 185000 ، مقدار تنش بتن ناشی از نیروی پیش‌تندگی اولیه در مرکز ثقل عضو برابر 15Mpa است. اتلاف تنش در فولاد پس‌کشیده ناشی از کوتاه شدن الاستیک بتن حدوداً چند مگاپاسکال خواهد بود؟

- (1) 50
- (2) 70
- (3) 110
- (4) 140

بخش مورد نظر در آیین نامه جدید حذف گردیده است و سوال با آیین نامه جدید موضوعیتی ندارد.

سبزسازه



سوال ۴۹

در یک ستون به مقطع دایره و به قطر 350 میلی‌متر، در صورتی که از دور پیچ استفاده شده و ضخامت پوشش بتنی روی میلگردهای طولی 25 میلی‌متر فرض شود، حداکثر مجاز گام دورپیچ به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (قطر آرماتور دورپیچ 12 میلی‌متر و تنش مقاوم فشاری بتن 25 مگاپاسکال و تنش تسلیم آرماتور دورپیچ 400 می‌باشد).

- (1) 85 میلی‌متر
- (2) 75 میلی‌متر
- (3) 25 میلی‌متر
- (4) 50 میلی‌متر

سبزسازه



۹-۲۱-۶-۳ دورپیچ‌ها

۹-۲۱-۶-۳-۱ دورپیچ‌ها باید متشکل از میلگرد یا سیم پیوسته با فاصله‌های مساوی بوده، و فاصله‌ی آزاد آن‌ها از یک دیگر شرایط زیر را تامین نماید.

الف- حداقل ۱/۳۳ برابر اندازه‌ی بزرگ‌ترین سنگ دانه و ۲۵ میلی متر، هر کدام بزرگ‌تر است.

ب- حداکثر ۷۵ میلی متر.

۹-۲۱-۶-۳-۳ به جز برای آرماتور عرضی در فونداسیون‌های عمیق، نسبت حجمی میلگرد دورپیچ، ρ_s ، باید بر طبق رابطه‌ی زیر باشد.

$$\rho_s \geq 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}} \quad (۹-۲۱-۸)$$

در این رابطه مقدار تنش تسلیم دورپیچ، f_{yt} ، نباید از ۷۰۰ مگاپاسکال بیش‌تر در نظر گرفته شود.



پاسخ ۴۹

از بند ۹-۲۱-۶-۳-۱ داریم:

و از بند ۹-۲۱-۶-۳-۳ بدست می آید:

$$S_{min} = 25 + d_v = 25 + 12 = 37 \text{ mm}$$

$$S_{max} = 75 + d_v = 75 + 12 = 87 \text{ mm}$$

$$A_g = \pi * \frac{350^2}{4}$$

$$A_{ch} = \pi * \frac{300^2}{4}$$

$$\rho_s = \frac{4A_{sp}}{D_c S} \geq 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_c}{f_{yt}} \rightarrow \frac{4 * \pi * \frac{12^2}{4}}{(350 - 2 * 25) * S} \geq 0.45 \left(\frac{\pi * \frac{350^2}{4}}{\pi * \frac{300^2}{4}} - 1 \right) * \frac{25}{400}$$

$$\rightarrow S \leq 148.47 \text{ mm}$$

پس حداکثر گام دورپیچ، 87 میلی متر بدست می آید.

پاسخ: گزینه ۱

سبزسازه



سوال ۵۰

سازه یک ساختمان سه طبقه از نوع بتن آرمه با دال‌های دوطرفه مسطح و ضخامت موثر 200 mm و ستون‌های همه طبقات با مقطع $600 \times 600 \text{ mm}$ طراحی شده است. فواصل محور ستون‌ها در دو جهت 7m و بتن مصرفی از رده C30 می‌باشد. حداکثر نیروی برشی مقاوم بتن دال با رفتار دوطرفه در محل ستون‌های میانی بدون استفاده از آرماتور برشی یا کلاهک برشی برحسب kN به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

- (1) 820
- (2) 870
- (3) 1000
- (4) 1360

سبزسازه



۹-۸-۳ مقاومت برشی دو طرفه‌ی تامین شده توسط بتن

۹-۸-۳-۱ مقاومت برشی بتن برای اعضای دو طرفه‌ی که در آن‌ها از آرماتور برشی استفاده نشده باشد، کم‌ترین مقداری است که از سه رابطه‌ی زیر تعیین می‌شود.

$$v_c = 0.33 \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c} \quad (۹-۸-۲۰-الف)$$

$$v_c = 0.17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c} \quad (۹-۸-۲۰-ب)$$

$$v_c = 0.083 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_0} \right) \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c} \quad (۹-۸-۲۰-پ)$$

در رابطه‌های فوق، β نسبت وجه بزرگ به وجه کوچک مقطع ستون است. همچنین مقدار α_s برای ستون‌های میانی، کناری و گوشه به ترتیب برابر با ۴۰، ۳۰ و ۲۰ منظور می‌شود. به علاوه λ_s ضریب اصلاح تاثیر اندازه بوده و بر اساس رابطه‌ی (۹-۸-۱۴) تعیین می‌شود.

۹-۸-۴-۵ ضریب اصلاح تاثیر اندازه، λ_s ، به صورت زیر تعیین می‌شود.

$$\lambda_s = \sqrt{\frac{2}{1 + d/250}} \leq 1.0 \quad (۹-۸-۱۴)$$

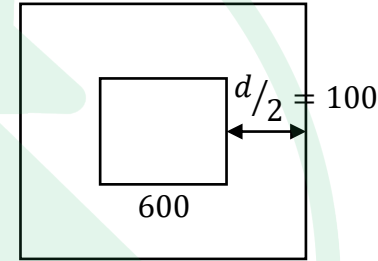


پاسخ ۵۰

طبق بند ۹-۸-۵-۳-۱ داریم:

$$b_0 = 4 * (600 + 200) = 3200 \text{ mm}$$

$$\lambda_s = \sqrt{\frac{2}{1 + \frac{d}{250}}} \leq 1 \rightarrow \sqrt{\frac{2}{1 + \frac{200}{250}}} = 1.05 \rightarrow \lambda_s = 1$$



$$V_r = \phi V_c = \phi * \min \left\{ \begin{array}{l} 0.17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \\ 0.083 \left(\frac{\alpha_s d}{b_0} + 2 \right) \\ 0.33 \end{array} \right\} \lambda_s \lambda \sqrt{f_c} b_0 d$$

چون مربعی است

$$= 0.75 * \min \left\{ \begin{array}{l} 0.17 \left(1 + \frac{2}{1} \right) \\ 0.083 \left(\frac{40 \times 200}{3200} + 2 \right) \\ 0.33 \end{array} \right\} \times 1 \times 1 \times \sqrt{30} \times 3200 \times 200 = 867.6 \text{ KN}$$

پاسخ: گزینه ۲



سوال ۵۱

در صورتی که رده بتن مصرفی در یک شالوده C30 باشد، نیروی برش دوطرفه مقاوم شالوده برای ستون میانی، برابر با نیروی برش نهائی ایجادشده بوده و نیازی به میلگرد برشی نمی باشد. اگر رده بتن مصرفی در این شالوده به C25 تقلیل داده شود، چند درصد از نیروی برشی نهایی موجود باید توسط میلگردهای برشی تامین شود؟ (ابعاد مقطع ستون 600×400 میلی متر و عمق موثر شالوده برابر 520 mm فرض شود).

- (1) 10
- (2) 40
- (3) 50
- (4) 90

سبزسازه



۹-۸-۵-۳ مقاومت برشی دو طرفه‌ی تامین شده توسط بتن

۹-۸-۵-۱-۳ مقاومت برشی بتن برای اعضای دو طرفه‌ی که در آن‌ها از آرماتور برشی استفاده نشده باشد، کم‌ترین مقداری است که از سه رابطه‌ی زیر تعیین می‌شود.

$$v_c = 0.33 \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c} \quad (۹-۸-۲۰-الف)$$

$$v_c = 0.17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c} \quad (۹-۸-۲۰-ب)$$

$$v_c = 0.083 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_0} \right) \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c} \quad (۹-۸-۲۰-پ)$$

در رابطه‌های فوق، β نسبت وجه بزرگ به وجه کوچک مقطع ستون است. همچنین مقدار α_s برای ستون‌های میانی، کناری و گوشه به ترتیب برابر با ۴۰، ۳۰ و ۲۰ منظور می‌شود. به علاوه λ_s ضریب اصلاح تاثیر اندازه بوده و بر اساس رابطه‌ی (۹-۸-۱۴) تعیین می‌شود.

۹-۸-۵-۲-۳ برای اعضای دو طرفه با فولاد گذاری برشی، مقدار v_c که در مقاطع بحرانی محاسبه می‌شود نباید از حدود زیر بیش‌تر باشد:

الف- اگر از خاموت استفاده شده باشد:

$$v_c \leq 0.17 \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c} \quad (۹-۸-۲۱)$$



$$b_0 = 2 * (400 + 520) + 2 * (600 + 520) = 4080 \text{ mm}$$

$$\beta = \frac{600}{400} = 1.5$$

$$\frac{\phi V_{c2}}{\phi V_{c1}} = \frac{\phi * \min \left\{ \frac{0.083 \left(\frac{\alpha_s d}{b_0} + 2 \right) \lambda_s \lambda \sqrt{f_c} b_0 d}{0.17} \right\}}{\phi * \min \left\{ \frac{0.17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right)}{0.083 \left(\frac{\alpha_s d}{b_0} + 2 \right)} \right\} \lambda_s \lambda \sqrt{f_c} b_0 d} = \frac{\min \left\{ \frac{0.083 \left(\frac{40 * 520}{4080} + 2 \right)}{0.17} \right\}}{\min \left\{ \frac{0.17 \left(1 + \frac{2}{1.5} \right)}{0.083 \left(\frac{40 * 520}{4080} + 2 \right)} \right\}} = \frac{0.17}{0.33} = 0.51$$

$$1 - 0.51 = 0.49$$

پس آرماتورها باید ۴۹ درصد از نیروی برشی نهایی موجود را تحمل کنند.

پاسخ: گزینه ۳



سوال ۵۲

محاسبات نشان می‌دهد که در یکی از دیوارهای برشی یک ساختمان یک طبقه بتنی باشکلی پذیرای زیاد که ارتفاع آن ۶ متر و طول آن ۴.۸ متر است. نسبت میلگردهای قائم موردنیاز ناشی از بارهای محوری و لنگر خمشی نهایی ۰.۳ درصد و نسبت میلگردهای افقی ناشی از بارهای برشی نهایی ۰.۳۸ درصد است. چنانچه ضخامت دیوار ۴۰۰ میلی‌متر باشد و در هر امتداد از دو شبکه میلگرد استفاده شود، کدامیک از گزینه‌های زیر حداقل میلگردگذاری صحیح برای دو شبکه را نشان می‌دهد؟ $V_u > 0.5\phi\alpha_c\lambda\sqrt{f_c}A_{cv}$

- (۱) میلگرد قائم $\Phi 14@200mm$ و میلگرد افقی $\Phi 14@200mm$
- (۲) میلگرد قائم $\Phi 14@250mm$ و میلگرد افقی $\Phi 14@200mm$
- (۳) میلگرد قائم $\Phi 14@200mm$ و میلگرد افقی $\Phi 14@150mm$
- (۴) میلگرد قائم $\Phi 12@200mm$ و میلگرد افقی $\Phi 12@150mm$

سبزسازه



۹-۱۳-۶-۳ در مواردی که برای برش داخل صفحه $V_u > 0.50\phi\alpha_c\lambda\sqrt{f'_c}A_{cv}$ است، حداقل ρ_l و ρ_t باید برابر با مقادیر (الف) و (ب) زیر منظور شود:

الف- حداقل ρ_l باید برابر با بزرگ‌ترین دو مقدار محاسبه شده از رابطه‌ی (۹-۱۳-۴) و ۰/۰۰۲۵ در نظر گرفته شود؛ ولی لازم نیست از مقدار ρ_l مورد نیاز در بند ۹-۱۳-۵-۳ بیش‌تر اختیار شود.

$$\rho_l \geq 0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{h_w}{l_w} \right) (\rho_t - 0.0025) \quad (۹-۱۳-۴)$$

ب- حداقل ρ_l باید برابر با ۰/۰۰۲۵ در نظر گرفته شود.

۹-۱۳-۷-۲ فاصله‌ی آرماتورهای طولی

۹-۱۳-۷-۱-۲ فاصله‌ی آرماتورهای طولی از یک دیگر در هر شبکه در دیوارهای درجا ریز، نباید بیشتر از سه برابر ضخامت دیوار و ۳۵۰ میلی متر در نظر گرفته شود. اگر آرماتور برشی برای مقاومت داخل صفحه‌ی دیوار لازم باشد، فاصله‌ی آرماتورهای طولی نباید از یک سوم طول دیوار، $l_w/3$ بیشتر باشد.



۹-۲۰-۷-۳-۱ در دیوارهای سازه‌ای نسبت سطح مقطع آرماتور به کل مقطع دیوار در هیچ یک از دو امتداد قائم و افقی نباید کمتر از ۰/۰۰۲۵ باشد؛ مگر آن که نیروی برشی طرح دیوار، V_u ، از $0.083 A_{cv} \lambda \sqrt{f'_c}$ تجاوز نکند. در این حالت برای حداقل میلگرد مورد نیاز افقی در دیوار، ρ_t ، باید ضوابط بند ۹-۱۳-۶ رعایت شوند.

سبزسازه



پاسخ ۵۲

حداقل درصد فولاد را مطابق بند ۹-۲۰-۷-۳-۱ بدست می آوریم:

$$\rho_t \geq 0.0025 \rightarrow \rho_t = 0.0038$$

$$\rho_l \geq \min \left\{ \max \left\{ \begin{array}{l} 0.0038 \\ 0.0025 \end{array} \right. , 0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{6}{4.8} \right) (0.0038 - 0.0025) = 0.0033 \right\} \rightarrow \rho_l = 0.0033$$

حداکثر فاصله فولادها را نیز از بندهای ۹-۱۳-۷-۲ و ۹-۱۳-۷-۳ بدست می آوریم:

$$S_{lmax} = \min \left\{ \begin{array}{l} 3h = 1200 \\ \frac{l_w}{3} = \frac{4800}{3} = 1600 \end{array} \right. = 350 \text{ mm}$$

$$S_{tmax} = \min \left\{ \begin{array}{l} 3h = 1200 \\ \frac{l_w}{5} = \frac{4800}{5} = 960 \end{array} \right. = 350 \text{ mm}$$

$$\text{فاصله میلگردها قائم} \Rightarrow \frac{2\pi \times 7^2}{S \times 400} \geq 0.0033 \Rightarrow S_{\text{قائم}} < 233 \text{ mm ok}$$

$$\text{فاصله میلگردها افقی} \Rightarrow \frac{2\pi \times 7^2}{S \times 400} \geq 0.0038 \Rightarrow S_{\text{افقی}} < 202 \text{ mm ok}$$

پاسخ: گزینه ۱



سوال ۵۳

تحلیل سازه نشان می‌دهد که حداکثر بار محوری فشاری نهایی وارد بر یک شمع درجا به قطر 850 mm برابر 2400 KN و حداکثر بار محوری کششی نهایی نیز نصف آن است. اگر این شمع فقط تحت بارهای محوری قرار داشته و رده بتن آن C25 و میلگردهای مصرفی در آن از نوع S400 باشد، حداقل میلگرد طولی قابل قبول برای این شمع با کدامیک از گزینه‌های زیر مطابقت دارد؟ (تمام طول شمع در لایه‌های متراکم خاک قرار دارد) (از دورگیر دایره‌ای برای شمع استفاده شده است).

- (1) 12Φ20
- (2) 16Φ20
- (3) 12Φ25
- (4) 16Φ22

سبزسازه



۹-۱۵-۳ طراحی سازه‌ای شمع به روش طرح مقاومت

۹-۱۵-۴-۱ طراحی شمع‌ها به روش طرح مقاومت با ضوابط این بخش برای همه‌ی انواع شمع‌ها مجاز می‌باشد.

۹-۱۵-۴-۲ طراحی شمع‌ها به روش طرح مقاومت، باید مطابق بخش ۹-۱۲-۵ با استفاده از ضرایب کاهش مقاومت جدول ۹-۱۵-۳ برای نیروی محوری بدون لنگر، و ضرایب مقاومت جدول ۹-۷-۲ برای کشش، برش و ترکیب نیروی محوری و لنگر باشد. رعایت مفاد بند ۹-۸-۳-۲ در طراحی شمع‌ها الزامی نیست.

سبز سازه



جدول ۳-۱۵-۹ ضرایب کاهش مقاومت محوری فشاری ϕ برای شمع‌ها

نوع شمع	ضرایب کاهش مقاومت محوری فشاری برای شمع‌ها
شمع درجا ریز بدون غلاف	۰/۵۵
شمع درجاریز با غلاف نازک فولادی که مطابق ۳-۲-۴-۱۵-۹ محصور شده نمی‌باشد.	۰/۶۰
شمع درجا ریز محصور شده با لوله‌ای فولادی ضخیم (بیش‌تر از ۶ میلی متر)	۰/۷۰
شمع درجا ریز محصور شده با لوله‌ای فولادی که مطابق ۳-۲-۴-۱۵-۹ محصور شده می‌باشد.	۰/۶۵
شمع پیش ساخته	۰/۶۵

سبزسازه



۹-۷-۴-۳ مقاطعی که تحت لنگر خمشی، نیروی محوری، و یا ترکیب لنگر و نیروی محوری قرار گرفته‌اند، در حالتی یک مقطع فشار-کنترل تلقی می‌شوند که در آن‌ها همزمان با لحظه‌ی گسیختگی مقطع و وقتی که ϵ_{cu} به مرز ۰/۰۰۳ می‌رسد، کرنش خالص کششی در دورترین فولاد کششی مقطع، ϵ_r ، کوچک‌تر یا مساوی با ϵ_{ry} باشد. برای آرماتور S420، اجازه داده می‌شود که این حد کرنش برابر با ۰/۰۰۲ در نظر گرفته شود.

سبزسازه



۳-۳-۸-۹ حداکثر مقاومت فشاری محوری

۱-۳-۳-۸-۹ به منظور در نظر گرفتن خروج از محوری اتفاقی، مقاومت فشاری اسمی، P_n ، نباید از $P_{n,max}$ ، مطابق رابطه‌های زیر تجاوز کند.

- برای اعضای شالوده‌ی عمیق با تنگ بسته:

$$P_{n,max} = 0.8P_0 \quad (۳-۵-۸-۹)$$

در این رابطه‌ها، P_0 مقاومت فشاری اسمی تحت اثر بار محوری بدون خروج از مرکزیت بوده و به صورت زیر تعیین می‌شود.

$$P_0 = 0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \quad (۶-۸-۹)$$

که در آن A_g مساحت سطح مقطع کل و A_{st} سطح مقطع فولادهای طولی است. در این رابطه مقدار f_y به ۵۵۰ مگاپاسکال محدود می‌شود.

سبزسازه



۴-۳-۸-۹ حداکثر مقاومت کششی محوری

۱-۴-۳-۸-۹ مقاومت کششی محوری اسمی، P_{nt} ، نباید از حداکثر مقاومت کششی محوری

$P_{nt,max}$ که بر اساس رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود، بیش‌تر شود.

$$P_{nt,max} = A_{st} f_y \quad (۷-۸-۹)$$

سبزسازه



از جدول ۹-۱۵-۳، ضریب کاهش مقاومت برای فشار برابر است با:

$$\phi = 0.55$$

ضریب کاهش مقاومت برای کشش:

$$\phi = 0.9$$

ظرفیت کششی و فشاری مقطع را چک میکنیم و مقدار فولاد طولی لازم را برای هر حال بدست می آوریم، ماکسیمم مقدار فولاد در دو حالت جواب مسئله است:

$$A_g = \pi * \frac{D^2}{4} = \pi * \frac{850^2}{4} = 567450$$

$$P_u \leq \phi P_n = \phi * 0.8 * (0.85f_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st})$$

$$\rightarrow 2400 * 10^3 \leq 0.55 * 0.8 * (0.85 * 25 * (567450 - A_{st}) + 400A_{st}) \rightarrow 2400 * 10^3 \leq 5305657.5 + 166.65A_{st}$$

پس در فشار نیاز به آرماتور نیست.

$$T_u \leq \phi T_n = \phi f_y A_{st} \rightarrow 1200 * 10^3 \leq 0.9 * 400 * A_{st} \rightarrow A_{st} = 3333.3 \rightarrow 12\Phi 20$$

پاسخ: گزینه ۱



سوال ۵۴

در یک ساختمان با سازه بتن آرمه، شالوده‌ها از نوع نواری با مقطع عرضی $b \times h = 2 \times 1.2 \text{ m}$ است. در محل ستون‌ها آرماتورهای کششی طولی پایین $\Phi 25@200\text{mm}$ طراحی شده‌اند. نسبت سطح مقطع این آرماتورها به حداقل مجاز، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (فاصله مراکز آرماتورها از هر لبه شالوده 100mm، عمق موثر شالوده 1100 mm و سطح مقطع آرماتورهای موردنیاز براساس محاسبات 3500mm^2 می‌باشد).

- 1.1 (1
- 1.25 (2
- 1.5 (3
- 1.6 (4

سبزسازه



۹-۱۵-۳-۷ در تعیین میلگردهای حداقل خمشی در شالودههای سطحی، ضوابط دال‌های یک طرفه برای شالودههای سطحی با عمل کرد یک طرفه، و ضوابط دال‌های دو طرفه برای شالودههای سطحی با عمل کرد دو طرفه ملاک محاسبه می‌باشند. تیرهای روی زمین و تیرهای باسکولی از ضوابط تیرها پیروی میکنند.

۹-۹-۶-۱ حداقل آرماتور خمشی، $A_{s,min}$ در وجه کششی، باید برابر با $0.0018A_g$ در نظر گرفته شود.

سبزسازه



$$\rho_{min} = 0.0018$$

$$\text{درصد میلگرد اجرایی} = \frac{491}{200 * 1100} = 0.0022$$

$$\frac{\text{اجرا شده}}{\text{حداقل}} = \frac{0.0022}{0.0018} = 1.22$$

پاسخ: گزینه ۲

سبزسازه

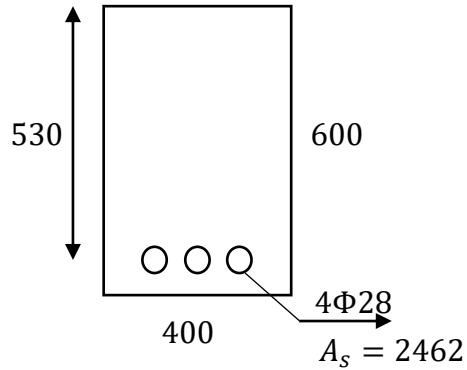


در یک ساختمان با سازه بتن آرمه و سیستم قاب‌های مهار نشده، یکی از تیرهای اصلی دارای مقطع عرضی $b \times h = 400 \times 600 \text{ mm}$ عمق موثر 530 mm و آرماتورهای کششی $4\Phi 28$ می‌باشد. بتن سازه از رده C30 و نسبت مدول الاستیسیته فولاد به بتن 10 فرض می‌شود. نسبت ممان اینرسی مقطع ترک خورده با در نظر گرفتن آرماتورهای کششی I_{cr} به ممان اینرسی ترک نخورده بدون در نظر گرفتن اثر آرماتور I_g به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

- (1) 0.35
- (2) 0.5
- (3) 0.7
- (4) 1.5

سبزسازه





با در نظر گرفتن اثر آرما تورها $\frac{I_{cr}}{I_g}$

$$\bar{y} * b * \frac{\bar{y}}{2} = nA_s(d - y) \rightarrow \bar{y} * 400 * \frac{\bar{y}}{2} = 10 * 4 * \frac{\pi}{4} * 28^2(530 - \bar{y}) \rightarrow \bar{y} = 201.2 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = \frac{1}{3} * b * y^3 + nA_s(d - y)^2 = 3746555415 \text{ mm}^4$$

$$I_g = \frac{1}{12} * 400 * 600^3 = 7.2 * 10^9$$

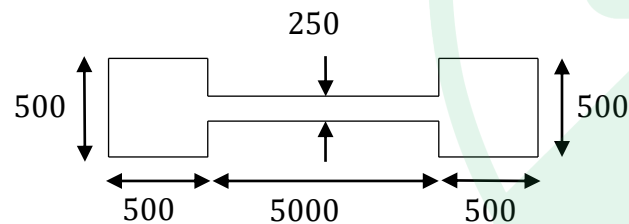
$$\frac{I_{cr}}{I_g} = 0.52$$

پاسخ: گزینه ۲



سوال ۵۶

در شکل زیر، مقطع یک دیوار برشی با شکل پذیری زیاد نشان داده شده است. در یک ترکیبات بارگذاری، بار محوری نهایی در این دیوار برابر $P_u = 5000\text{KN}$ و لنگر خمشی نهایی حول محور قوی $M_u = 7500\text{KN.m}$ است. چنانچه محاسبات نشان دهد که تحت این ترکیب بارگذاری، تامین اجزاء مرزی ضروری بوده و این اجزای مرزی ستون‌های دو انتهای دیواری در نظر گرفته شوند، تعیین کنید کدام یک از گزینه‌های زیر کمترین میلگرد قابل قبول در جز مرزی را مشخص می‌کند؟ (رده بتن C25 و نوع میلگرد S400 فرض می‌شود. فرض کنید در عضو مرزی از تنگ‌های موازی استفاده می‌شود و جزء مرزی را می‌توان به صورت یک عضو میله‌ای در نظر گرفت). در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



- (1) $16\Phi 25$
- (2) $16\Phi 18$
- (3) $16\Phi 22$
- (4) $16\Phi 20$

سبزسازه



کنترل فشار $F = \frac{M}{5.5} + \frac{P}{2} = \frac{7500}{5.5} + \frac{5000}{2} = 3863 \text{ KN}$

کنترل کشش $F = \frac{M}{5.5} - \frac{P}{2} = \frac{7500}{5.5} - \frac{5000}{2} = -1136 \text{ KN}$

با منفی بدست آمدن نیروی کششی، متوجه می شویم که هر دو نیرو فشاری هستند، در نتیجه فقط طرح را برای نیروی بزرگ تر انجام می دهیم:

$$P_u \leq \phi P_n = \phi * 0.8 * (0.85 f_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st})$$

$$\rightarrow 3863000 \leq 0.65 * 0.8 * (0.85 * 25 * (500^2 - A_{st}) + 400 * A_{st})$$

$$A_{st} > 5587.7 \text{ mm}^2 \rightarrow 16\Phi 22$$

پاسخ: گزینه ۳

سبزسازه



سوال ۵۷

ممان اینرسی موثر مقطع یک تیر بتن آرمه با تکیه گاه های ساده، به ازای بارهای مرده گسترده یکنواخت، 20 درصد بیش از ممان اینرسی مقطع ترک خورده آن با در نظر گرفتن اثر آرماتور بوده و تغییر شکل آنی در وسط دهانه 8 mm است. تغییر شکل آنی ناشی از اعمال بار زنده گسترده یکنواخت، که از نظر عددی مقدار شدت آن نصف بار مرده است، به کدام یک از گزینه های زیر نزدیک تر است؟

- (1) 4mm
- (2) 6mm
- (3) 7mm
- (4) 12mm

سبزسازه



۹-۱۹-۲-۱ تغییر مکان آبی اعضا را می‌توان با استفاده از روش‌های معمول تحلیل سازه‌ها و روابطی که بر اساس رفتار خطی مصالح تنظیم شده‌اند، محاسبه کرد. در این روش‌ها و روابط، مقدار E_c بر اساس ضوابط بند ۹-۳-۶ تعیین شده و از ممان اینرسی مؤثر استفاده می‌گردد.

جدول ۹-۱۹-۱ ممان اینرسی مؤثر، $\bar{I}_e$

لنگر سرویس	ممان اینرسی مؤثر، I_e
$M_a \leq \frac{2}{3} M_{cr}$	I_g
$M_a > \frac{2}{3} M_{cr}$	$\frac{I_{cr}}{1 - \left(\frac{\frac{2}{3} M_{cr}}{M_a}\right)^2} \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g}\right)$

سبزسازه



برای تکیه گاه های ساده مقدار ممان اینرسی موثر برابر است با : $I_e = 1.2 I_{cr}$

$$\Delta_D = 8 \text{ mm}$$

$$\Delta_L = ?$$

$$I_e = \frac{I_{cr}}{1 - \left(\frac{\frac{2}{3} M_{cr}}{M_{aD}} \right)^2 \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right)}$$

$$I_{eD} = 1.2 I_{cr}$$

$$1.2 = \frac{1}{1 - \left(\frac{\frac{2}{3} M_{cr}}{M_{aD}} \right)^2 \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right)} \rightarrow 1 - \left(\frac{\frac{2}{3} M_{cr}}{M_{aD}} \right)^2 \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right) = 0.833 \rightarrow \left(\frac{\frac{2}{3} M_{cr}}{M_{aD}} \right)^2 \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right) = 0.1666 \quad (1)$$



$$L = 0.5D$$

$$D = 1 \Rightarrow L = 0.5 \Rightarrow \frac{1.5}{1} = 1.5$$

بعد از اعمال بار زنده مقدار بار 1.5 برابر می شود :

$$I_e = \frac{I_{cr}}{1 - \left(\frac{\frac{2}{3} M_{cr}}{M_{aD+L}} \right)^2 \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right)} = \frac{I_{cr}}{1 - \left(\frac{\frac{2}{3} M_{cr}}{1.5 M_{aD}} \right)^2 \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right)} = \frac{I_{cr}}{1 - \frac{1}{1.5^2} \left(\frac{\frac{2}{3} M_{cr}}{M_{aD}} \right)^2 \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right)} = \frac{I_{cr}}{1 - \frac{1}{1.5^2} * 0.1666} = 1.08 I_{cr}$$

$$\Delta = \frac{5qL^4}{384EI_e} \Rightarrow \frac{\Delta_D}{\Delta_{D+L}} = \frac{\frac{q_D}{I_{eD}}}{\frac{q_{D+L}}{I_{eD+L}}} \Rightarrow \frac{8}{\Delta_{D+L}} = \frac{\frac{D}{1.2I_{cr}}}{\frac{1.5D}{1.08I_{cr}}} \rightarrow \Delta_{D+L} = 13.33$$

$$\Delta_L = \Delta_{D+L} - \Delta_D = 13.33 - 8 = 5.33 \cong 6$$

پاسخ: گزینه ۲

سبزسازه



سوال ۵۸

در یک منبع آب زیرزمینی از بتن آرمه با بتن C30 که ابعاد داخلی آن $8 \times 8 \times 3m$ و ضخامت دیوارها 300 mm می باشد، آرماتورهای قائم دیوارها (در لایه داخلی منبع) براساس محاسبات مقاومت $\Phi 16@250\text{ mm}$ از نوع S340 طراحی شده اند، اما عرض ترک در میانه ارتفاع دیوارها و در سطوح داخلی بزرگتر از حد مجاز محاسبه شده است. در حالت حدی بهره برداری، تنش کششی میلگردها 150Mpa می باشد و محاسبات دقیق برای عرض ترک موردنظر نیست. کدام گزینه راه حل مناسب و موثر جهت محدود کردن عرض ترک می باشد؟ ضخامت پوشش بتن تا مرکز آرماتورها 65mm است و رفتار دیوار به صورت دال درنظر گرفته شود و از اثر بار محوری (قائم) روی دیوار صرفنظر گردد.

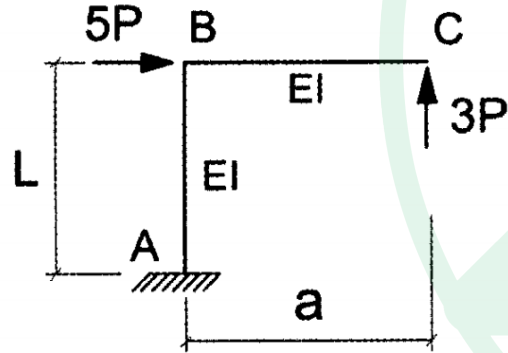
- (1) افزودن پوشش بتن روی آرماتور
- (2) استفاده از میلگردهای نوع S400
- (3) استفاده از بتن نوع C35
- (4) استفاده از میلگردهای با قطر کوچکتر و فاصله کمتر

بخش مورد نظر در آیین نامه جدید حذف گردیده است و سوال با آیین نامه جدید موضوعیتی ندارد.



سوال ۵۹

در شکل مقابل نسبت $\frac{a}{L}$ چقدر باشد تا دوران نقطه B از سازه صفر شود؟



(1) $\frac{5}{3}$

(2) $\frac{3}{5}$

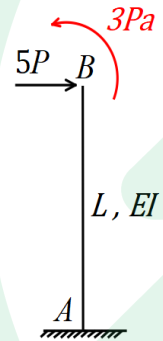
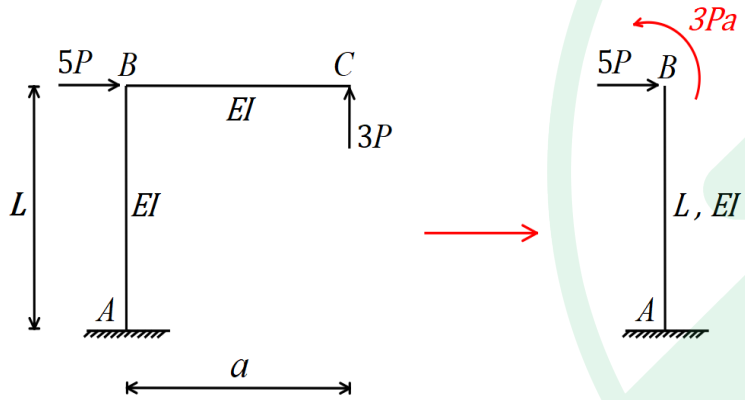
(3) $\frac{6}{5}$

(4) $\frac{5}{6}$

سبزسازه



با کمی دقت می‌توان فهمید که با برش در نقطه B و انتقال لنگر ناشی از عضو طره‌ای BC به نقطه B می‌توانیم شیب نقطه B را از روابط حفظی تیرهای طره‌ای مربوط به جدول فصل نهم کتاب محاسبه کنیم:



$$\text{طبق روابط حفظی برای تیر طره‌ای} \rightarrow \theta_B = \frac{5P * L^2}{2EI} - \frac{3Pa * L}{EI} = 0$$

$$\rightarrow \frac{5PL^2}{2EI} = \frac{3PLa}{EI}$$

$$\rightarrow 5L = 6a \rightarrow \frac{a}{L} = \frac{5}{6}$$

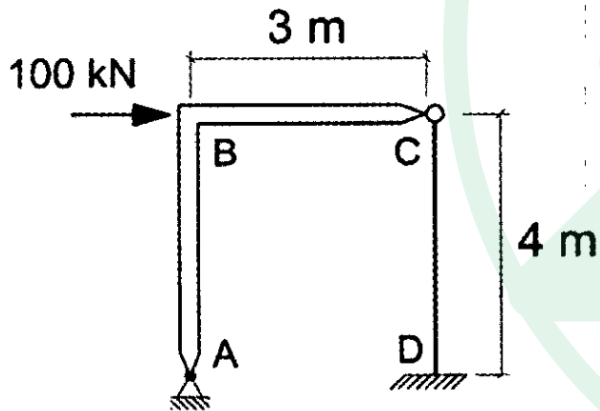
سبزسازه

پاسخ: گزینه ۴



سوال ۶۰

در قاب نشان داده شده قطعه ABC صلب و قطعه DC عضو الاستیک منشوری، با مقطع مربع به طول ضلع 100mm فرض می‌شود. اگر از تغییر شکل‌های برشی و آثار تغییر شکل‌های درجه دوم صرف‌نظر شود. مقدار لنگر در تکیه‌گاه D بر حسب N.m به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



- (1) صفر
- (2) 110
- (3) 200
- (4) 300

سبزه‌سازه

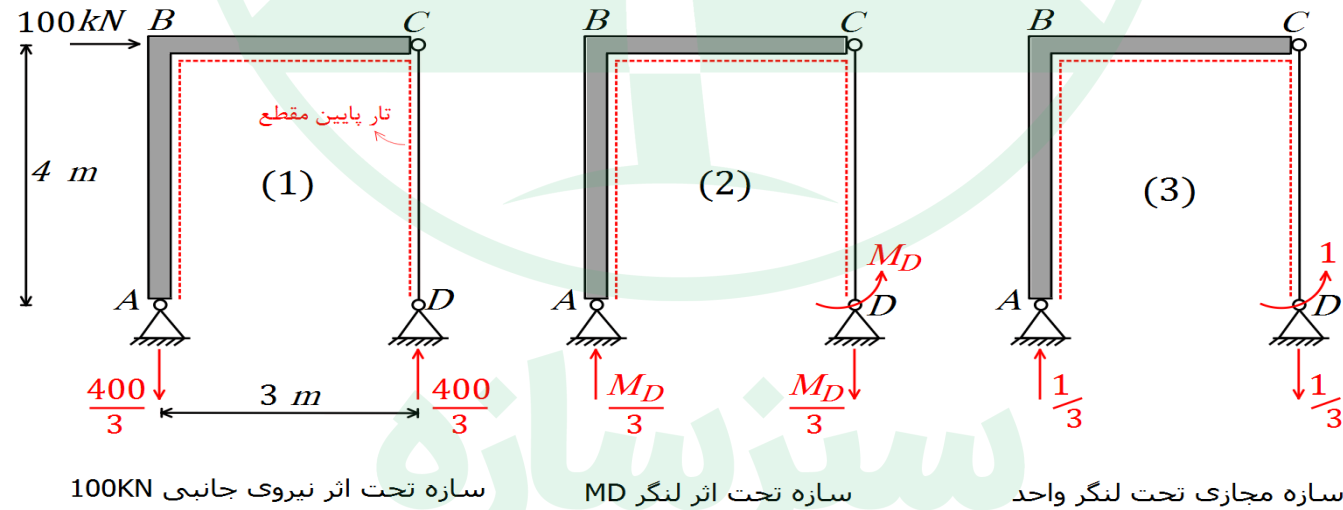
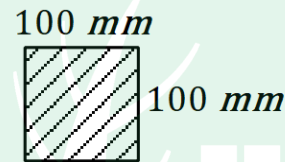


پاسخ ۶۰

با توجه به اینکه سازه یک درجه نامعین است می‌توانیم لنگر در نقطه D را آزاد کرده و شیب نقطه D را برابر صفر قرار دهیم برای این کار از رابطه سازگاری به همراه روش کار مجازی استفاده می‌کنیم:

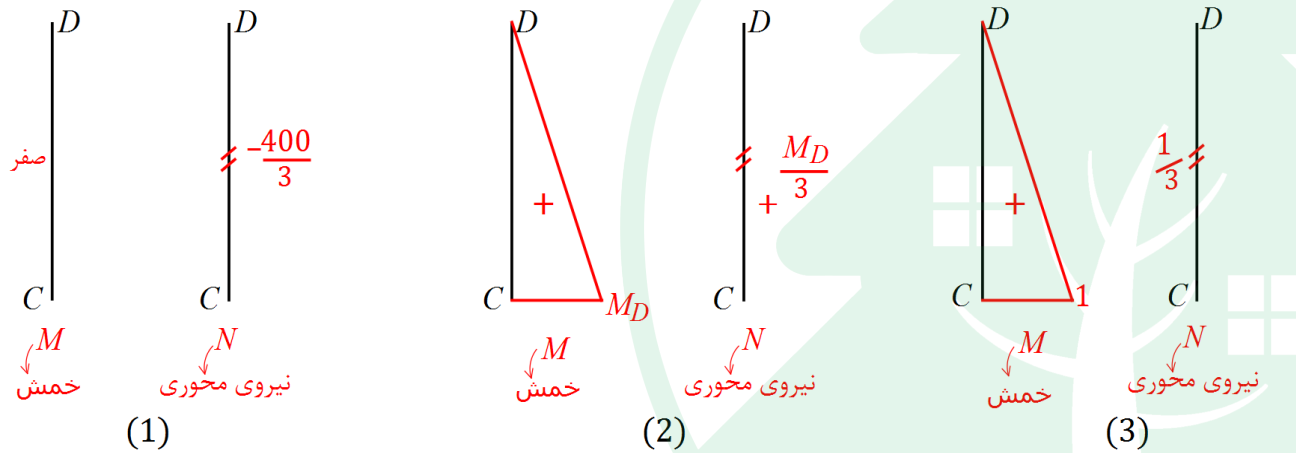
$$A = 100 * 100 * 10^{-6} = 0.01 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{100^4}{12} * 10^{-12} = 8.34 * 10^{-6} \text{ m}^4$$



ادامه پاسخ ۶۰

در ادامه با توجه به اینکه رابطه کار مجازی برای اعضای صلب صفر می‌باشد لذا فقط نمودار لنگر خمشی و نیروی محوری در سازه‌های (1) و (2) و (3) را برای ستون CD رسم می‌کنیم:



$$\theta_D = \int_D^C \frac{M\bar{M}}{EI} dx + \int_D^C \frac{N\bar{N}}{AE} dx = 0 \rightarrow \frac{-\frac{400}{3} * \frac{1}{3} * 4}{0.01 * E} + \frac{M_D * 1 * 4}{3 * E * 8.34 * 10^{-6}} + \frac{\frac{M_D}{3} * \frac{1}{3} * 4}{0.01 * E} = 0$$

$$\theta_D = -\frac{160 * 10^3}{9 E} + \frac{159872 M_D}{E} + \frac{400 M_D}{9 E} = 0$$

$$\rightarrow 17777.78 = \frac{1439248 M_D}{9}$$

$$\rightarrow M_D = 0.111 \text{ kN.m} \xrightarrow{* 10^3} M_D = 111 \text{ N.m}$$

پاسخ: گزینه ۲

