

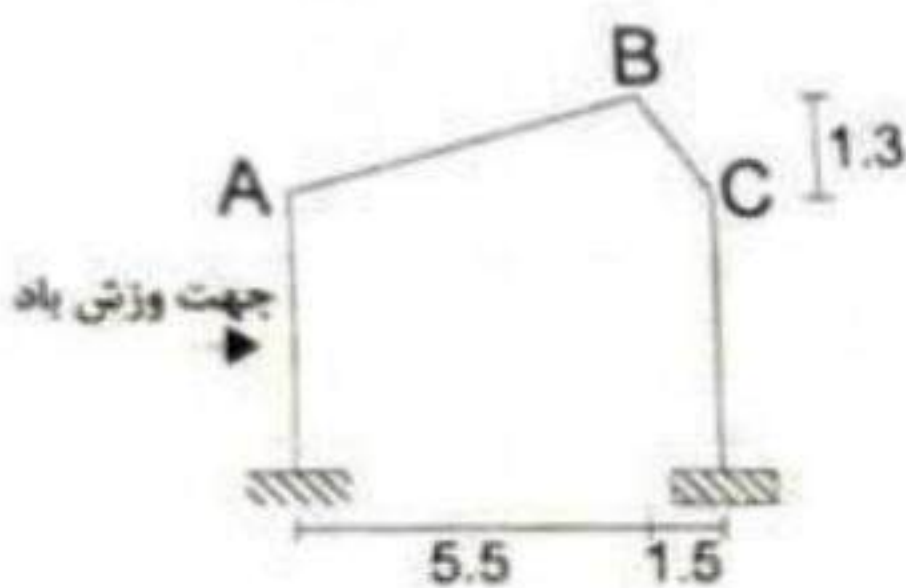
۱- یک تیر دو سر ساده به طول دهانه ۵ متر مربوط به کف مخزن کتاب یک کتابخانه با قفسه‌های ثابت به ارتفاع ۲ متر طراحی شده است. کل عرض سهم بارگیر این تیر ۴ متر است. بدون کاهش بار زنده و با توجه به حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت و بار زنده متمرکز کف‌ها (که به صورت نقطه‌ای فرض می‌شود)، حداکثر لنگر خمشی ناشی از بار زنده برابر M_{L1} به دست آمده است. در صورتی که مقرر گردد مخزن کتاب با قفسه‌های متحرک باشند و سایر شرایط مسئله تغییر نکند، حداکثر لنگر خمشی این تیر تحت بار زنده M_{L2} خواهد بود. نسبت $\frac{M_{L2}}{M_{L1}}$ به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

$$h=2^m$$

$$x=4^m$$

- (۱) ۱.۶۷
(۲) ۱.۳۳
(۳) ۰.۶۷
(۴) ۱.۰

۲- در یک استادیوم ورزشی واقع در شهر رشت برای سقف جایگاه تماشاچیان که زیر بام آن باز است، از قاب‌هایی مانند شکل زیر استفاده می‌شود. بام برف‌ریز محسوب شده و در ناحیه باز قرار دارد و شرایط لغزنده برای سطح بام وجود دارد. با توجه به جهت وزش باد مشخص شده در شکل، کدام یک از گزینه‌های زیر برای شدت بار برف بر تصویر افقی سطح صحیح است؟ در شکل ابعاد به متر است.



- (۱) شدت بار متوازن برف در قسمت BC برابر 1.12 kN/m^2 است.
(۲) شدت بار متوازن برف در قسمت AB برابر 1.5 kN/m^2 است.
(۳) شدت بار نامتوازن برف در قسمت AB برابر 1.12 kN/m^2 است.
(۴) شدت بار نامتوازن برف در قسمت BC برابر 1.5 kN/m^2 است.

۳- در بام یک ساختمان مسکونی به ارتفاع ۴۶ متر از روی زمین واقع در ناحیه پرتراکم مسطح شهر تهران به ابعاد 20×25 متر از یک سقف نورگیر افقی به ابعاد 2×2 متر و در وسط لبه رو به باد بام استفاده شده است. تراز نورگیر در تراز بام است. حداکثر کل نیروی باد وارد بر سقف نورگیر به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ ساختمان دارای شرایط بدون بازشو بزرگ است. محاسبه مقدار دقیق ضریب C_{gi} مدنظر این سوال نیست.

- (۱) -8.6 kN
(۲) -6.8 kN
(۳) -9.5 kN
(۴) -6.3 kN

۴- بام تخت یک ساختمان مسکونی واقع در ناحیه پرتراکم در شهر اصفهان دارای شرایط برف‌گیر است. شدت بار ناشی از اثرات برف بدون ضریب بار بر روی این بام با در نظر گرفتن اثر سربار باران بر برف به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

- (۱) 1.25 kN/m^2
(۲) 1.1 kN/m^2
(۳) 1.0 kN/m^2
(۴) 1.35 kN/m^2



۵- برای یک دیوار بنایی مسلح با نسبت $h/r = 70$ مقدار مقاومت محوری اسمی برابر P_{n1} محاسبه شده است. در صورتی که h دو برابر شود ولی سایر شرایط دیوار بدون تغییر باقی بماند، مقدار مقاومت محوری اسمی (P_{n2}) چه مقدار خواهد بود؟ ارتفاع مؤثر دیوار و شعاع ژیراسیون است. طراحی بر مبنای مقاومت نهایی مد نظر است.

$$\frac{1}{2} P_{n1} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{4} P_{n1} \quad (۱)$$

$$\frac{3}{4} P_{n1} \quad (۴)$$

$$\frac{1}{3} P_{n1} \quad (۳)$$

۶- یک ساختمان بنایی محصور شده با کلاف در نجف آباد، با یک زیرزمین، یک طبقه روی آن (با مساحت برابر با زیرزمین) و یک خرپشته احداث خواهد شد. مجموع مساحت‌های زیرزمین و طبقه اول 116 m^2 و مساحت خرپشته 15 m^2 خواهد بود. براساس مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان حداقل سطح مقطع دیوارهای سازه‌ای در هر امتداد، در طبقه اول چقدر باید باشد؟ نزدیکترین گزینه به پاسخ را انتخاب کنید. دیوارها از نوع آجری است.

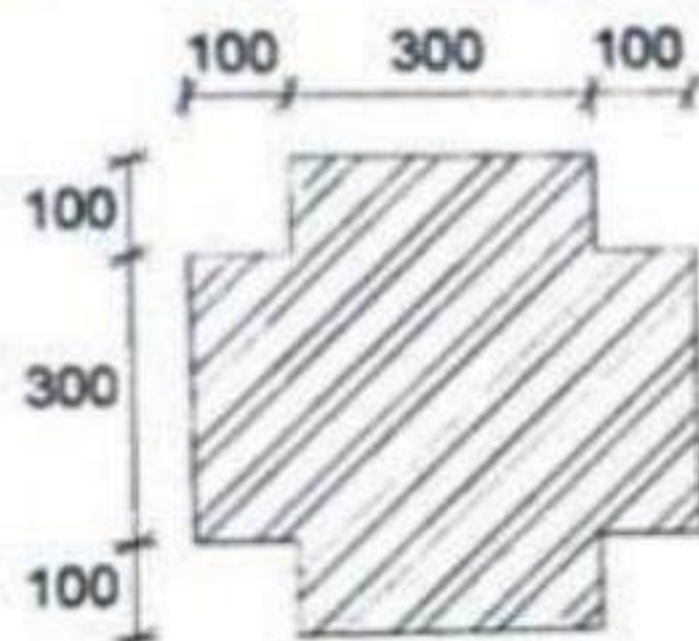
$$3.5 \text{ m}^2 \quad (۲)$$

$$3 \text{ m}^2 \quad (۱)$$

$$4.5 \text{ m}^2 \quad (۴)$$

$$4 \text{ m}^2 \quad (۳)$$

۷- یک ستون با مصالح بنایی غیرمسلح با مقطع مطابق شکل زیر در بالا و پایین خود دارای تکیه‌گاه است. حداکثر ارتفاع مؤثر این ستون برای کنترل لاغری به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



$$h_e = 4.8 \text{ m} \quad (۱)$$

$$h_e = 9.1 \text{ m} \quad (۲)$$

$$h_e = 7.5 \text{ m} \quad (۳)$$

$$h_e = 6.8 \text{ m} \quad (۴)$$

۸- در یک ساختمان بنایی مسلح تیری به عرض 200 میلی‌متر و عمق 250 میلی‌متر استفاده شده است. پوشش تا مرکز میلگردها برابر 60 میلی‌متر می‌باشد. حداکثر فاصله تکیه‌گاه‌های جانبی وجه فشاری تیر به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیکتر است؟

$$12.8 \text{ m} \quad (۱)$$

$$6.4 \text{ m} \quad (۲)$$

$$25.2 \text{ m} \quad (۳)$$

$$3.2 \text{ m} \quad (۴)$$

۹- یک ساختمان بنایی مسلح فاقد کلاف چهار طبقه با پلان منظم واقع بر روی سطح زمین (تراز پایه) تحت اثر نیروی زلزله طرح قرار دارد. با استفاده از روش‌های تحلیل خطی جابه‌جایی افقی مرکز جرم طبقه اول (اولین سقف) نسبت به سطح زمین برابر 20 میلی‌متر و جابه‌جایی افقی مرکز جرم طبقات دوم الی بام نسبت به سطح زمین به ترتیب برابر 30، 40 و 50 میلی‌متر محاسبه شده است. اگر ارتفاع طبقه اول $1.25h$ و ارتفاع سایر طبقات h باشد و رفتار دیوارهای ساختمان طره‌ای لیکن دارای تکیه‌گاه جانبی در تراز هر طبقه فرض شود، مقدار مجاز h به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ فرض کنید دوره تناوب طبیعی ساختمان کمتر از 0.7 ثانیه است.

$$3 \text{ متر} \quad (۱)$$

$$4.8 \text{ متر} \quad (۲)$$

$$h \text{ مقدار مجازی وجود ندارد.} \quad (۳)$$

$$8 \text{ متر} \quad (۴)$$



۱۰- در یک ساختمان ۲ طبقه مسکونی متعارف به ارتفاع کل ۷ متر از تراز پایه و از نوع قاب خمشی فولادی ویژه واقع در شهر تهران، اگر برای محاسبه نیروی زلزله از زمان تناوب تجربی (بدون هرگونه کاهش یا افزایش) استفاده شود، مقدار برش پایه برابر $7V_u$ به دست می آید. اگر این ساختمان به جای شهر تهران در شهر اصفهان و با همان کیفیت طراحی اجرا شود، در کدام یک از حالت های زیر نسبت مقدار برش پایه ساختمان واقع در شهر اصفهان به مقدار برش پایه ساختمان واقع در شهر تهران دارای بیشترین مقدار خواهد بود؟

- (۱) هر دو بر روی زمین نوع III اجرا شده باشند.
- (۲) هر دو بر روی زمین نوع IV اجرا شده باشند.
- (۳) هر دو بر روی زمین نوع II اجرا شده باشند.
- (۴) هر دو بر روی زمین نوع I اجرا شده باشند.

۱۱- یک ساختمان مسکونی از نوع سیستم قاب ساختمانی با مهاربندهای همگرای ویژه فولادی در هر دو راستا و به ارتفاع ۶۵ متر از روی تراز پایه مفروض است. درخصوص این ساختمان کدام یک از عبارات های زیر صحیح نیست؟

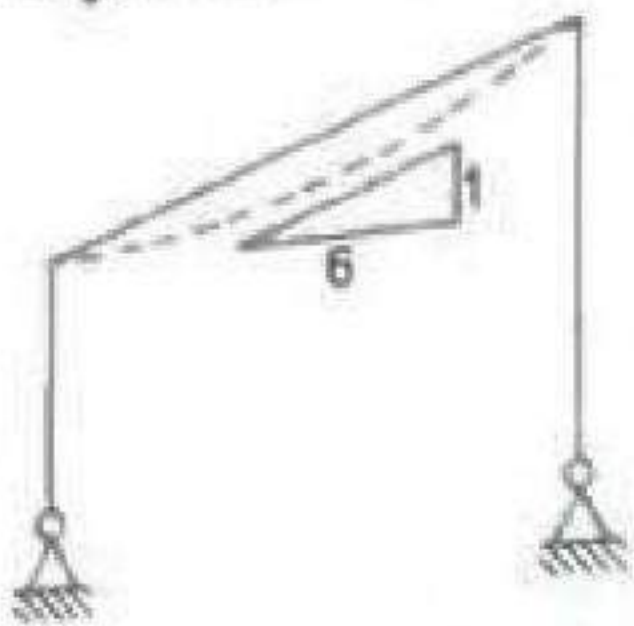
- (۱) در صورتی که زمین ساختگاه از نوع II باشد، استفاده از این نوع سیستم سازه ای تحت شرایطی می تواند بلامانع باشد.
- (۲) در صورتی که ساختمان دارای نامنظمی در پلان از نوع شدید پیچشی باشد، استفاده از این نوع سیستم سازه ای نمی تواند مجاز باشد.
- (۳) در صورتی که ساختمان مشمول اعمال ضریب نامعینی شود، استفاده از این نوع سیستم سازه ای نمی تواند مجاز باشد.
- (۴) در صورتی که در هر دو امتداد اصلی، ساختمان دارای سیستم مقاوم جانبی در هر دو طرف مرکز جرم باشد، استفاده از این نوع سیستم سازه ای تحت شرایطی می تواند بلامانع باشد.

۱۲- یک ساختمان مسکونی ۱۰ طبقه از روی تراز پایه (سطح زمین)، از نوع قاب خمشی بتن آرمه ویژه با ارتفاع و وزن مؤثر لرزه ای یکسان در تمامی طبقات مفروض است. در صورتی که مقدار برش پایه این ساختمان $7V_u$ باشد و جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب ها ایجاد نمایند، در تحلیل به روش استاتیکی معادل مقدار نیروی جانبی در تراز سقف بالاترین طبقه (بام) به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ ارتفاع هر طبقه ۴ متر در نظر گرفته شود.

- (۱) $0.2V_u$
- (۲) $0.3V_u$
- (۳) $0.15V_u$
- (۴) $0.25V_u$

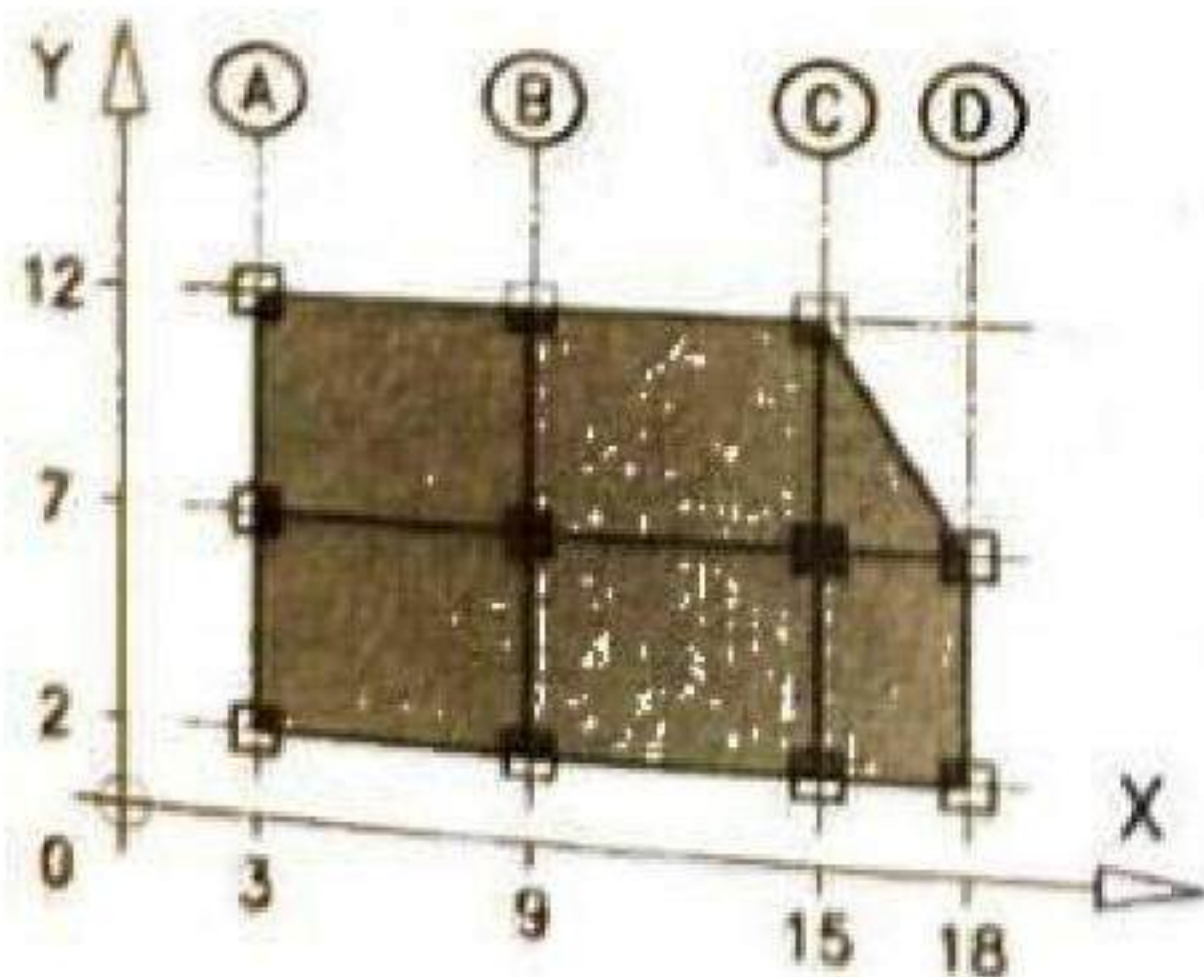


۱۳- وزن مرده بام با پوشش سبک قاب شیبدار فولادی نشان داده شده، با احتساب وزن تیر شیبدار، 500 نیوتن برای هر مترمربع از سطح شیبدار، و بار برف متوازن 1.4 kN/m^2 است. اگر مقدار مجاز تغییر شکل قائم تیر شیبدار نسبت به دو انتهای خود، برای حالتی که بارهای مرده و برف در نظر گرفته شوند، 50 mm باشد، براساس این اطلاعات کدام یک از گزینه‌های زیر درست خواهد بود؟ تحلیل الاستیک مرتبه اول است.



- (۱) تغییر شکل قائم تیر شیبدار نسبت به دو انتهای خود به ازای بار مرده تنها، در محدوده مجاز و حداکثر حدود 25 mm باشد.
- (۲) تغییر شکل قائم تیر شیبدار نسبت به دو انتهای خود به ازای بار مرده تنها، در محدوده مجاز و حداکثر حدود 10 mm باشد.
- (۳) تغییر شکل قائم تیر شیبدار نسبت به دو انتهای خود به ازای بار مرده تنها، در محدوده مجاز و حداکثر حدود 15 mm باشد.
- (۴) تغییر شکل قائم تیر شیبدار نسبت به دو انتهای خود به ازای بار مرده تنها، در محدوده مجاز و حداکثر حدود 20 mm باشد.

۱۴- یک ساختمان یک طبقه با توزیع جرم غیریکنواخت و با ارتفاع ستون‌های 4 m، در یک نرم‌افزار تحلیل سازه مدلسازی شده است. مبدا مختصات در موقعیت نشان داده شده و در تراز پایه (شالوده) قرار دارد. براساس نتیجه تحلیل، برآیند لنگرهای ناشی از بارگذاری زلزله راستای Y، در مبدا مختصات، حول محورهای X، Y و Z به ترتیب $M_x=1500$ و $M_y=0$ ، $M_z=3975$ کیلونیوتن متر است. فاصله مرکز جرم از محور A سازه به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ تحلیل استاتیکی معادل، بدون در نظر گرفتن پیچش اتفاقی است. برای لنگرها مقادیر مطلق قید شده و واحدهای روی شکل به متر است.



(۱) 5.9 m

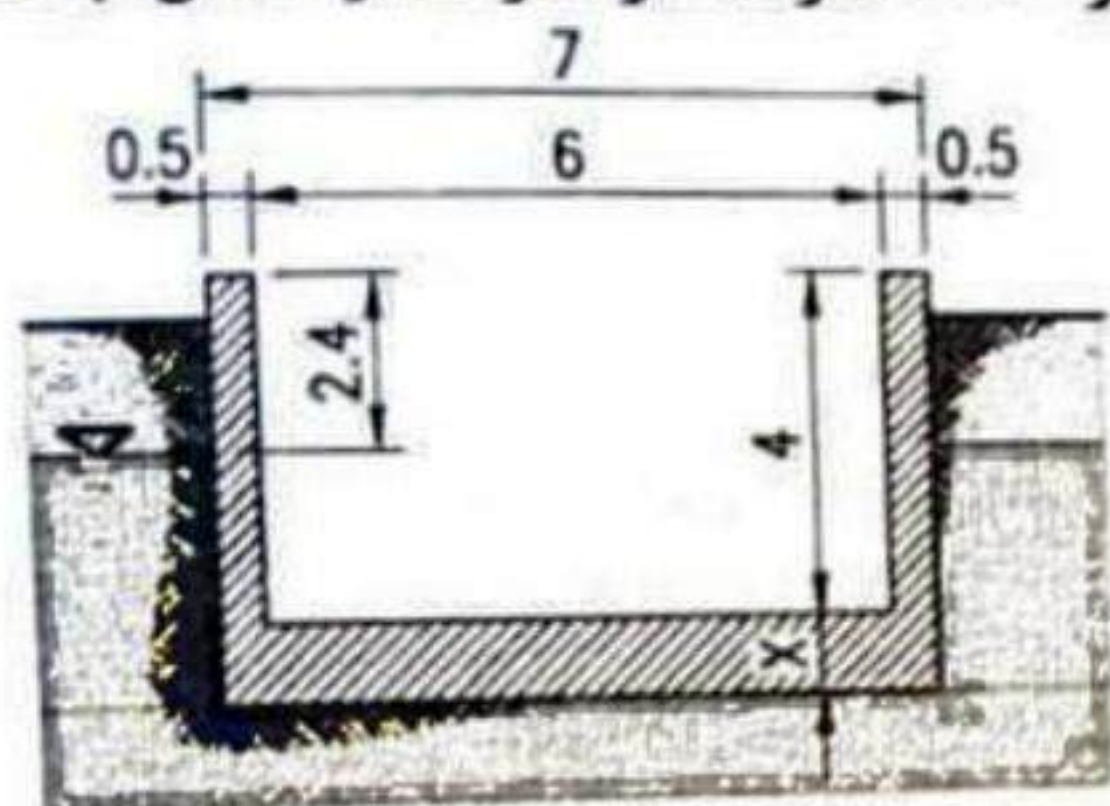
(۲) 9.4 m

(۳) 10.6 m

(۴) 7.6 m



۱۵- مخزن آب بتن آرمه روبازی با مقطع نشان داده شده و با طول بسیار زیاد در محوطه یک کارخانه احداث خواهد شد. تراز آب زیرزمینی ۲.۴ متر پایین تر از لبه دیوار مخزن قرار دارد. ضخامت شالوده مخزن (X) حداقل چقدر باید باشد تا در حالت خالی بودن مخزن ضریب اطمینان در برابر فشار رو به بالا و پایداری کلی مخزن، ناشی از فشار هیدرواستاتیکی آب زیرزمینی، ۱.۵ باشد (روش تنش مجاز)؟ خاک محل احداث شن و ماسه ای است. وزن مخصوص آب 10 kN/m^3 و وزن مخصوص بتن 25 kN/m^3 فرض می شود. از چسبندگی و اصطکاک بین دیواره مخزن و خاک صرف نظر شود. در شکل ابعاد به متر است و نزدیکترین گزینه به پاسخ را انتخاب کنید.



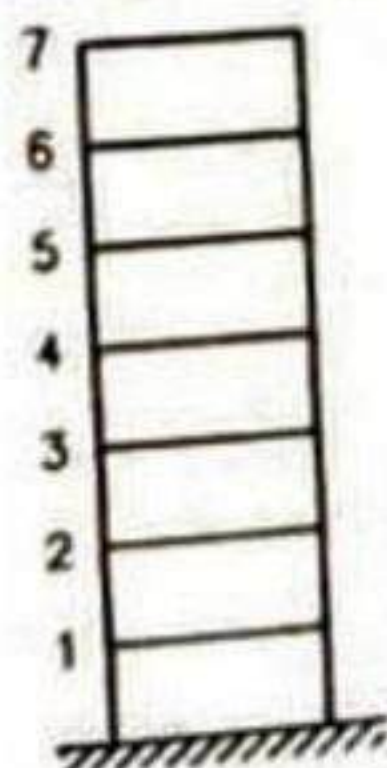
(۱) 0.9 m

(۲) 1.0 m

(۳) 0.8 m

(۴) 1.2 m

۱۶- در یک سازه ۷ طبقه که جرم مؤثر لرزه ای و ارتفاع تمام طبقات آن یکسان فرض می شود، نیروی جانبی مؤثر بر دیافراگم طبقه پنجم $F_{pu5}=580 \text{ kN}$ محاسبه شده است. محاسبات نشان می دهد نیروی جانبی مؤثر بر دیافراگم طبقه چهارم (F_{pu4}) ، ۲۰ درصد بیش از نیروی زلزله (F_{u4}) وارد بر آن طبقه است. نیروی جانبی مؤثر بر دیافراگم طبقه چهارم به کدام یک از گزینه های زیر نزدیکتر است؟ فرض کنید نیروهای مؤثر بر دیافراگم ها بیش از حداقل و کمتر از حداکثر مقادیر آیین نامه ای است. دیافراگم ها صلب فرض شوند.



(۱) 520 kN

(۲) 580 kN

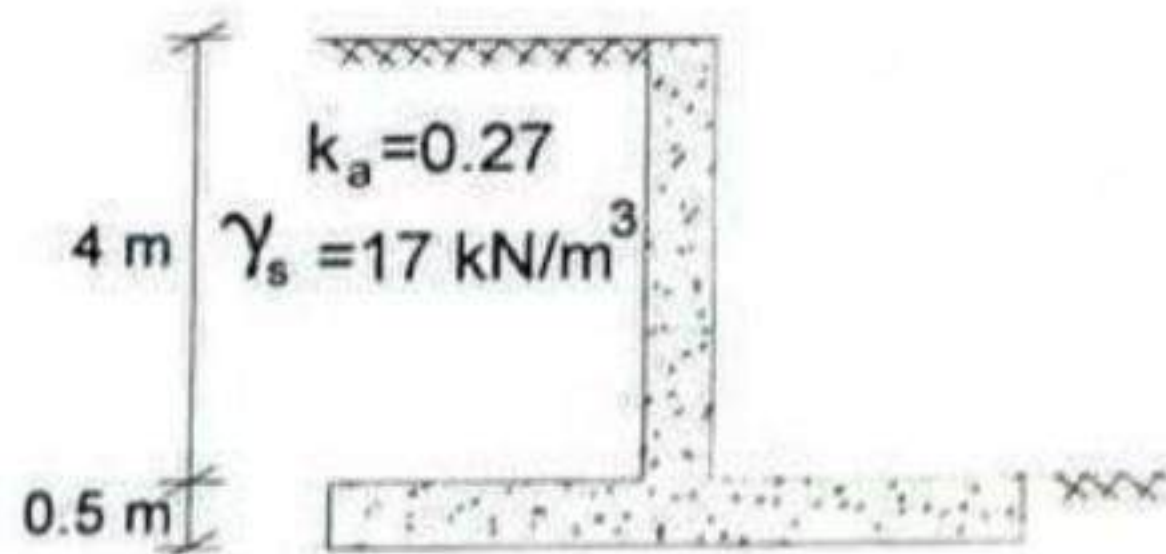
(۳) 550 kN

(۴) 610 kN

۱۷- جان پناه یک بازشو در طبقه همکف یک مجتمع تجاری پر ازدحام از قطعات شیشه به طول ۲ متر و ارتفاع ۱.۱۰ متر تشکیل شده است. در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت، حداکثر لنگر خمشی ضربیدار در هر قطعه شیشه این جان پناه به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

(۱) $M_u=5.5 \text{ kN.m}$ (۲) $M_u=2.64 \text{ kN.m}$ (۳) $M_u=8.8 \text{ kN.m}$ (۴) $M_u=4.4 \text{ kN.m}$ 

۱۸- یک دیوار حائل محوطه با مشخصات نشان داده شده در شکل زیر نگهدارنده خاکی با وزن مخصوص $\gamma_s = 17 \text{ kN/m}^3$ و ضریب فشار محرک برابر $k_a = 0.27$ است. در حالت استاتیک حداکثر مقدار لنگر خمشی طراحی ضریبدار در عمق ۳ متری از بالای دیوار به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟



(۱) 20.6 kN.m/m

(۲) 33 kN.m/m

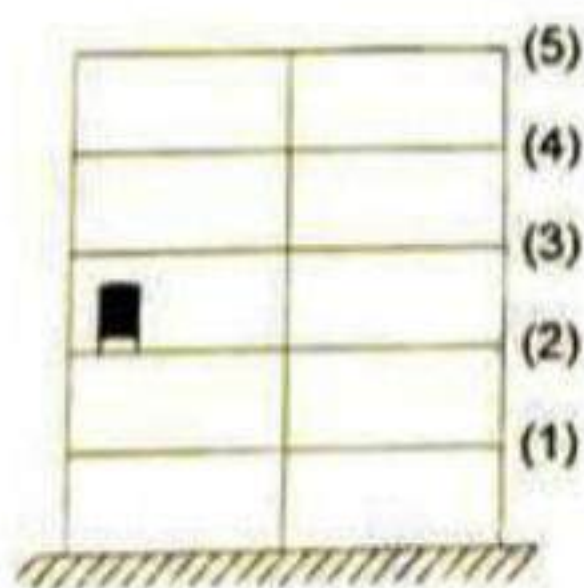
(۳) 22.5 kN.m/m

(۴) 36 kN.m/m

۱۹- یک ساختمان مسکونی با پلان مربع به ابعاد 15×15 متر و بام تخت در ناحیه پرتراکم و مسطح شهر اصفهان دارای ارتفاع ۲۴ متر است. کل نیروی باد خارجی وارد بر ساختمان در هر راستا به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

 $F_t = 330 \text{ kN}$ (۲) $F_t = 355 \text{ kN}$ (۱) $F_t = 390 \text{ kN}$ (۴) $F_t = 310 \text{ kN}$ (۳)

۲۰- یک مخزن استوانه‌ای تجهیزات مکانیکی حاوی مواد مسموم‌کننده به جرم یک تن که تحت فشار نمی‌باشد، در طبقه دوم یک بیمارستان ۵ طبقه در شهر تهران نصب می‌گردد. ارتفاع طبقات ۴ متر و تیپ خاک III می‌باشد. مخزن صلب است و اتصالات آن شکل‌پذیری کمی دارد. نیروی جانبی زلزله در حد مقاومت این مخزن به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیکتر است؟ جرم مخزن استوانه‌ای در حالت بدون مواد مسموم‌کننده ۳ تن فرض شود. مرکز جرم مخزن ۲ متر بالاتر از کف طبقه فرض شود.



(۱) 30 kN

(۲) 90 kN

(۳) 60 kN

(۴) 15 kN

۲۱- یک شمع بتنی درجاریز، به قطر ۷۰۰ mm و به عمق ۶ m در خاک متراکم غیرچسبنده با وزن مخصوص خشک 18 kN/m^3 اجرا شده است. سطح آب زیرزمینی در عمق ۱۰ m از سطح خاک است. در صورتی که براساس روابط معتبر $N_q = 50$ و $N_c = 85$ به دست آمده باشند، با استفاده از روابط تحلیلی، ظرفیت باربری نوک شمع برحسب مگاپاسکال به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

(۱) 2.4

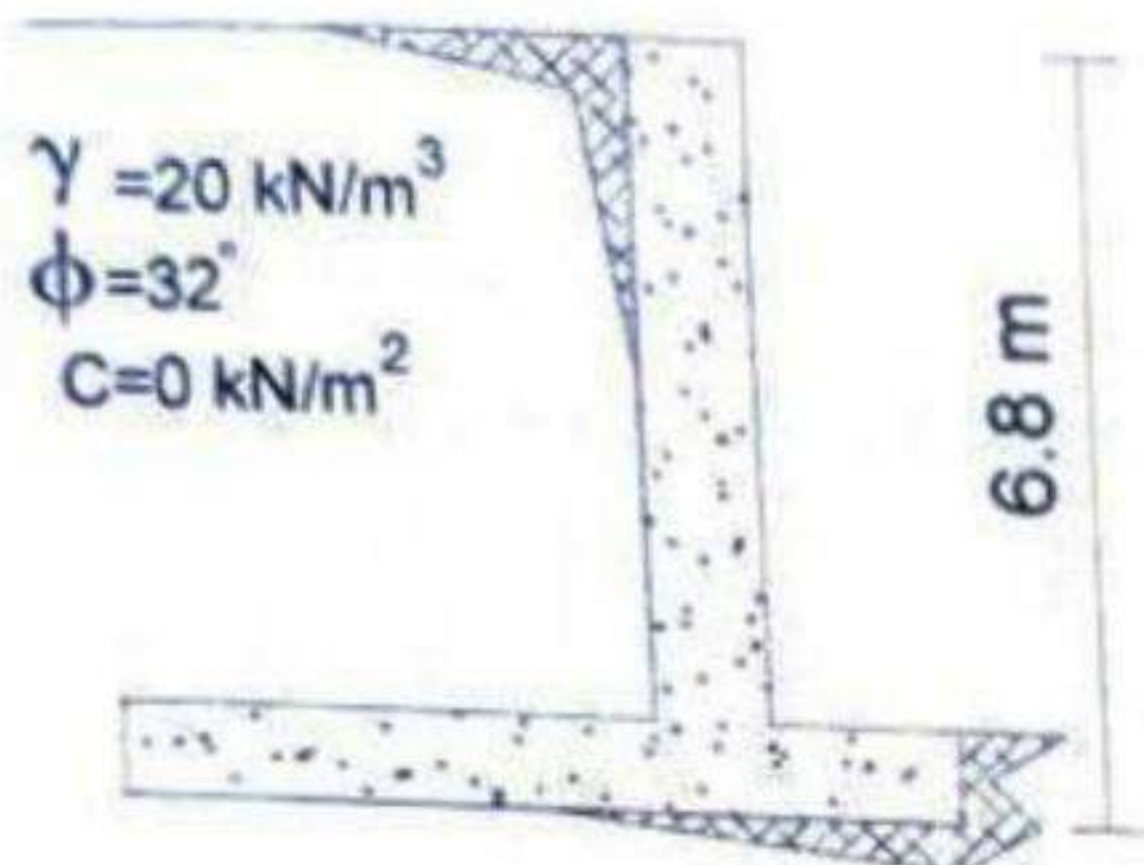
(۲) 3.6

(۳) 5.4

(۴) 1.8



۲۲- در طراحی دیوار حائل نشان داده شده برای شرایط بارگذاری لرزه‌ای از روش مونتونابه-اکابه استفاده شده است. برای کنترل ضرایب اطمینان در برابر واژگونی و لغزش (روش تنش مجاز) در شرایط بارگذاری لرزه‌ای، لنگر واژگونی و نیروی رانش در تراز زیر شالوده به ترتیب $M_o=531 \text{ kN.m/m}$ و $F=200 \text{ kN/m}$ محاسبه شده است. براساس این محاسبات ارتفاع نقطه اثر اضافه فشار دینامیکی از تراز زیر شالوده به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیکتر است؟ اطلاعات شامل وزن مخصوص، زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی روی شکل مشخص شده است. از آثار فشار مقاوم خاک جلوی شالوده دیوار صرف نظر شود.



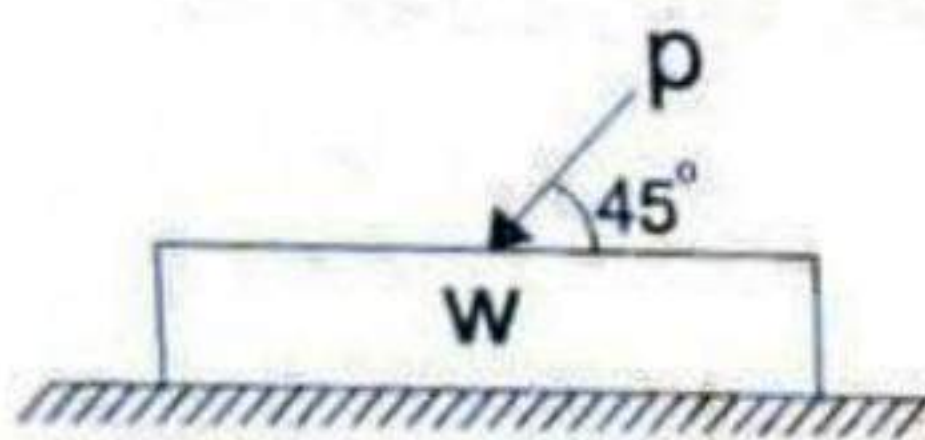
(۱) 3.6 m

(۲) 4.2 m

(۳) 2.3 m

(۴) 4.5 m

۲۳- یک شالوده منفرد پیش ساخته جهت نگهداری یک پایه با نیروی P (استاتیکی و بدون ضریب) مطابق شکل بر روی خاک زهکشی شده قرار داده شده است. در صورتی که زاویه اصطکاک داخلی خاک 32° درجه باشد، حداقل وزن پی برای کنترل لغزش به روش تنش مجاز به کدام یک از موارد زیر نزدیکتر است؟ فرض کنید تنش در زیر شالوده همواره فشاری است.



(۱) $W=1P$

(۲) $W=2P$

(۳) $W=1.5P$

(۴) $W=2.5P$

۲۴- در کدام یک از گزینه‌های زیر، تحلیل گروه شمع با فرض خاک به صورت محیط پیوسته با استفاده از نرم افزارهای عددی صحت سنجی شده، ضروری نیست؟

(۱) ساختمان های 9 طبقه با اهمیت متوسط

(۲) ساختمان های 5 طبقه با اهمیت زیاد

(۳) ساختمان های 4 طبقه با اهمیت بسیار زیاد

(۴) کلیه ساختمان های با اهمیت کم



۲۵- یک شالوده سطحی مستطیلی به ابعاد 2×2 متر به صورت بتن درجا ساخته می شود. این شالوده بار قائم (ناشی از نیروی ستون به علاوه وزن شالوده و خاک روی آن) 300 kN و نیروی افقی 37.5 kN را تحمل می کند. در صورتی که از نیروی رانشی مقاوم خاک جلوی شالوده صرف نظر شود، تحت اثر بارهای ذکر شده ضریب اطمینان این شالوده منفرد در مقابل لغزش در شرایط استاتیکی و با روش تنش مجاز به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ کف زیرین پی افقی، خاک زیر شالوده در شرایط زهکشی نشده و مشخصات آن به صورت زیر است:

وزن مخصوص خاک 18 kN/m^3

چسبندگی زهکشی نشده 15 kPa

زاویه اصطکاک داخلی 30°

(۲) 1.5

(۱) 1.6

(۴) 2.0

(۳) 1.75

۲۶- در یک دیافراگم بتنی براساس بارگذاری ضریب دار مقدار f_{t2} (نیروی برشی داخل صفحه) برابر 500 kN/m به دست آمده است. حداقل ضخامت قابل قبول دیافراگم از نوع دال بتنی توپر به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ فرض کنید دیافراگم به صورت درجا اجرا می شود، بتن از نوع معمولی است و $f'_c = 30 \text{ MPa}$ است. کلیه ترکیبات بارگذاری، غیرلرزه ای فرض شوند.

(۱) 150 mm

(۲) 200 mm

(۳) 120 mm

(۴) 100 mm

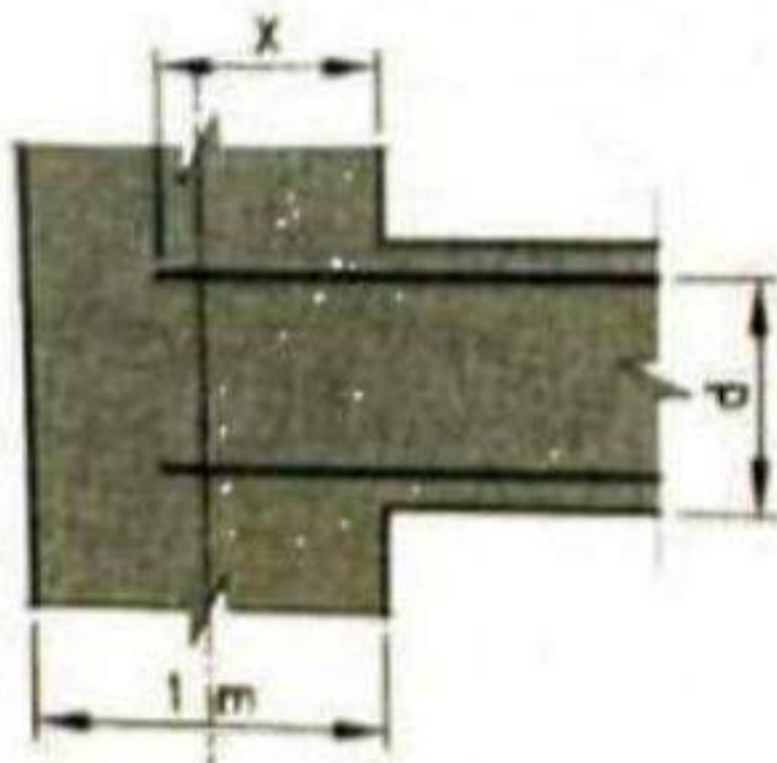
۲۷- در اتصال تیر به ستون نشان داده شده از یک قاب خمشی بتن آرمه متوسط، اگر عمق مؤثر تیر (d) کوچکتر از 300 mm باشد، طول گیرایی میلگردهای مستقیم در کشش (میلگردهای بالا)، با در نظر گرفتن تمام عوامل مؤثر برابر 500 mm محاسبه شده است. اگر فقط عمق مؤثر $d = 400 \text{ mm}$ شود، ولی سایر شرایط تغییر نکند کمترین مقدار قابل قبول x به کدام یک از گزینه های زیر نزدیکتر است؟ اجرای سازه کاملاً متعارف فرض شده و درصد میلگرد قابل قبول تلقی می شود.

(۱) 650 mm

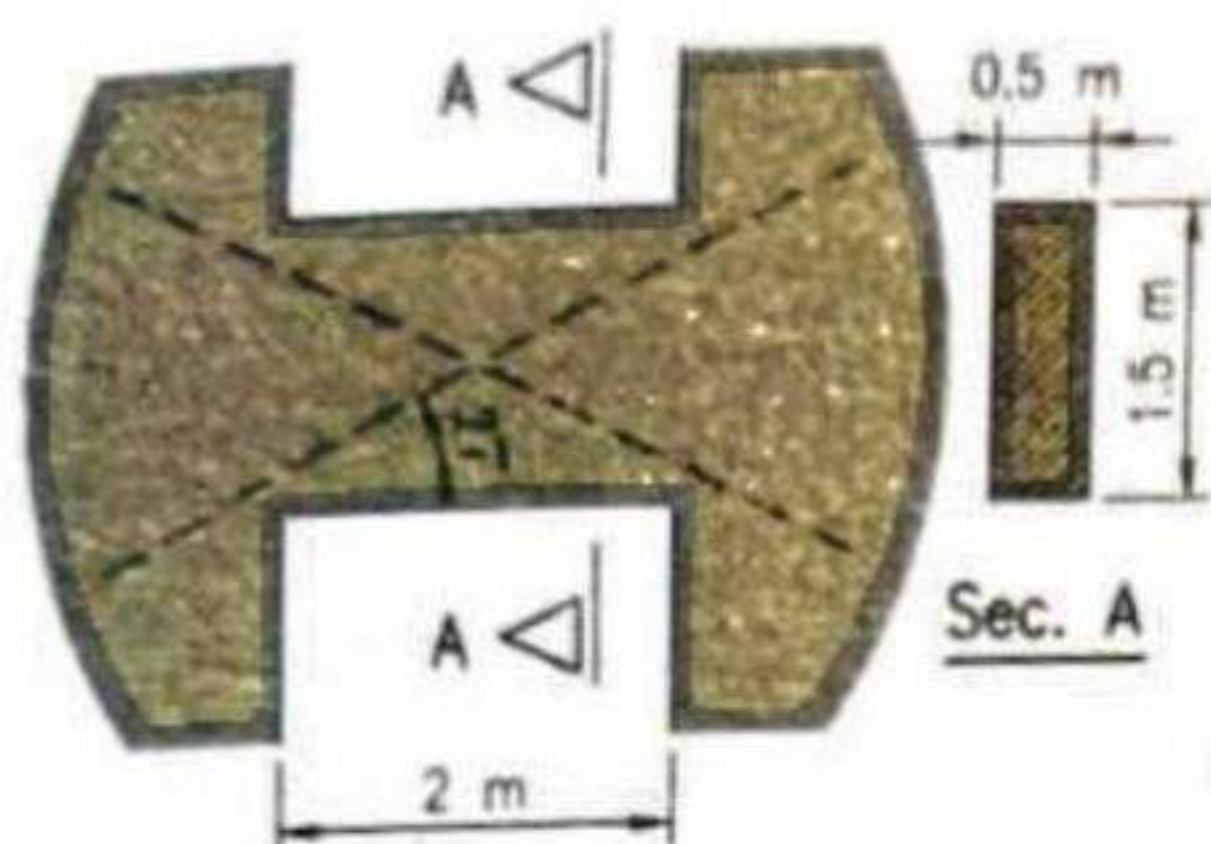
(۲) 800 mm

(۳) 950 mm

(۴) 500 mm



۲۸- در یک ترکیب بارگذاری شامل بارهای لرزه‌ای، قدر مطلق لنگرهای خمشی ضریب‌دار در سمت راست و چپ تیر هم‌بند نشان داده شده (مربوط به یک دیوار برشی بتن آرمه هم‌بسته با شکل پذیری زیاد) در شکل به ترتیب $M_{ul}=1500 \text{ kN.m}$ و $M_{ur}=2100 \text{ kN.m}$ است. اگر این لنگرها انحناء دوطرفه در تیر هم‌بند ایجاد کرده باشند، مساحت کل هر گروه از آرماتورهای قطری مورد نیاز در این ترکیب بارگذاری به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ رده بتن و میلگرد به ترتیب C35 و S400 بوده و زاویه آرماتورهای قطری و محور طولی تیر 27 درجه فرض می‌شود. از وزن تیر هم‌بند و بارهای ثقلی وارد بر آن صرف‌نظر و بتن را معمولی فرض کنید.



6000 mm² (۱)

1000 mm² (۲)

3000 mm² (۳)

4500 mm² (۴)

۲۹- در یک قاب خمشی بتنی با شکل پذیری زیاد، طراحی یک ستون با ابعاد مقطع 600×600 میلی‌متر و ارتفاع آزاد 6 متر، نشان می‌دهد چنانچه میلگردهای عرضی ناحیه بحرانی (l_0) در کل ارتفاع ستون قرار داده شود، تمام ضوابط و الزامات طراحی بدون کوچکترین محافظه‌کاری تامین می‌شود و این درحالی است که برش ناشی از بارهای غیرلرزه‌ای در این ستون در حد صفر بوده و در تمام ترکیبات بارگذاری برای طراحی، بیشترین بار محوری فشاری ضریب‌دار شامل اثرات زلزله (حتی اگر اثرات زلزله تشدید یافته در نظر گرفته شود)، $(P_u)_{max}=800 \text{ kN}$ است. در کدام یک از گزینه‌های زیر به یکی از نتایج مختلفی که با این اطلاعات می‌توان رسید اشاره شده است؟ میلگردهای طولی ستون در طبقه موردنظر فاقد وصله پوششی هستند. رده بتن و میلگرد C25 و S400 است (بتن معمولی است). (۱) قطعاً در یکی از ترکیبات بارگذاری ستون، تحت کشش محوری ضریب‌دار بیش از $P_u=210 \text{ kN}$ بوده است.

(۲) ستون در طبقه مورد نظر مستقیماً زیر دیوارهای منقطع طبقه بالایی خود قرار دارد.

(۳) قطعاً ترکیبات بار مورد اشاره در صورت مسئله شامل اثرات زلزله تشدید یافته نیز بوده است.

(۴) در تمام ترکیبات بارگذاری (طراحی) بار محوری ستون فشاری و مقدار آن بیش از $P_u=450 \text{ kN}$ بوده است.



۳۰- دو حالت در نظر بگیرید. در حالت اول یک ستون فولادی با مقطع جعبه‌ای با ابعاد بیرونی 450×450 میلی‌متر، با کف‌ستونی به ابعاد 650×650 میلی‌متر (هم‌مرکز با ستون) روی شالوده گسترده با عمق مؤثر $d = 1\text{ m}$ قرار دارد. در حالت دوم یک ستون بتنی با مقطع مربع به ابعاد 500×500 میلی‌متر روی شالوده گسترده با عمق مؤثر $d = 1.1\text{ m}$ قرار دارد. در هر دو حالت ستون‌ها میانی (با فاصله زیاد از لبه‌های شالوده) بوده و فقط تحت نیروی محوری فشاری قرار دارند. با فرض یکسان بودن مقاومت مشخصه بتن شالوده در هر دو حالت و در غیاب میلگردهای برشی، کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد مقاومت برشی دوطرفه اسمی شالوده صحیح است؟ فرض کنید اتصال ستون به کف‌ستون از طریق جوش شیاری با نفوذ کامل و بدون استفاده از هر گونه سخت‌کننده صورت گرفته است.

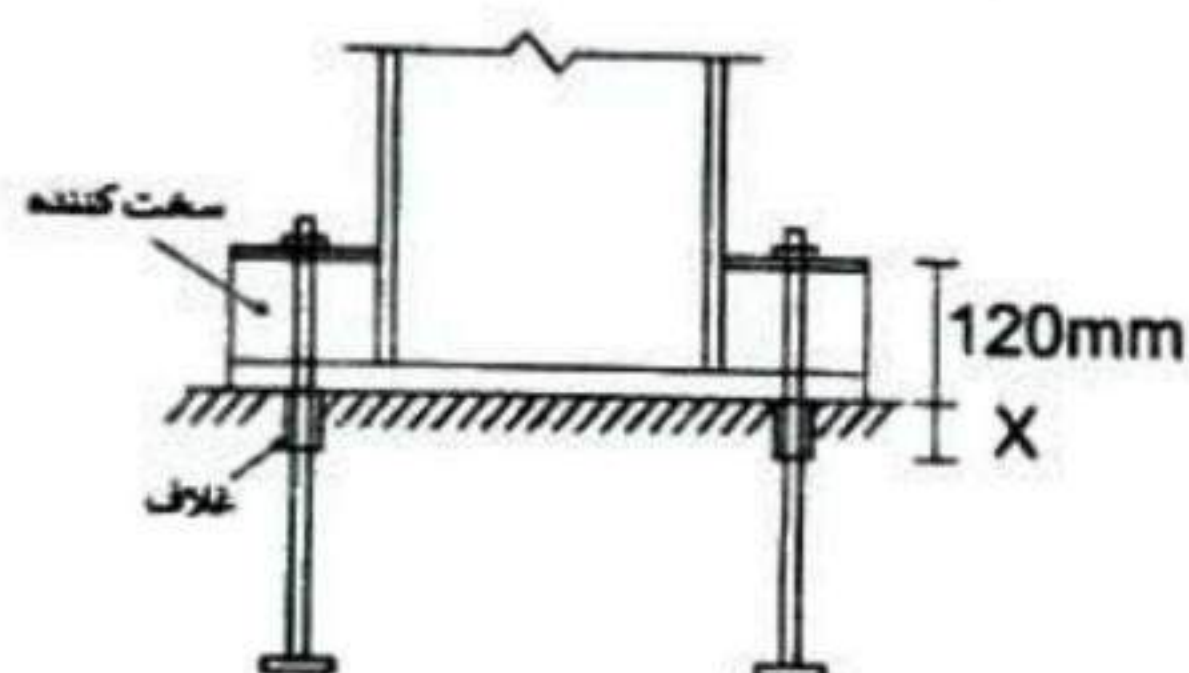
(۱) مقاومت برشی دوطرفه اسمی شالوده در هر دو حالت به میزان بار محوری فشاری ستون بستگی دارد و بدون داشتن مقادیر آنها نمی‌توان اظهار نظر نمود.

(۲) مقاومت برشی دوطرفه اسمی شالوده در حالت اول بیشتر از حالت دوم است.

(۳) مقاومت برشی دوطرفه اسمی شالوده در هر دو حالت یکسان است.

(۴) مقاومت برشی دوطرفه اسمی شالوده در حالت اول کمتر از حالت دوم است.

۳۱- در کف‌ستون شکل زیر فرض نمائید میل‌مهارها برای نیروی زلزله تشدید یافته و یا برای آثار اضافه مقاومت مصالح و سخت‌شوندگی کرنشی طراحی نشده‌اند و نیز مقاومت وابسته به بتن بیش از مقاومت فولاد مهار است. اگر حدوداً ۳۰ درصد نیروی کششی مهارها مربوط به نیروی زلزله باشد، براساس همین اطلاعات، برای تامین رفتار شکل‌پذیر مهارهای با قطر ۲۵ mm، حداقل مقدار قابل قبول x به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟



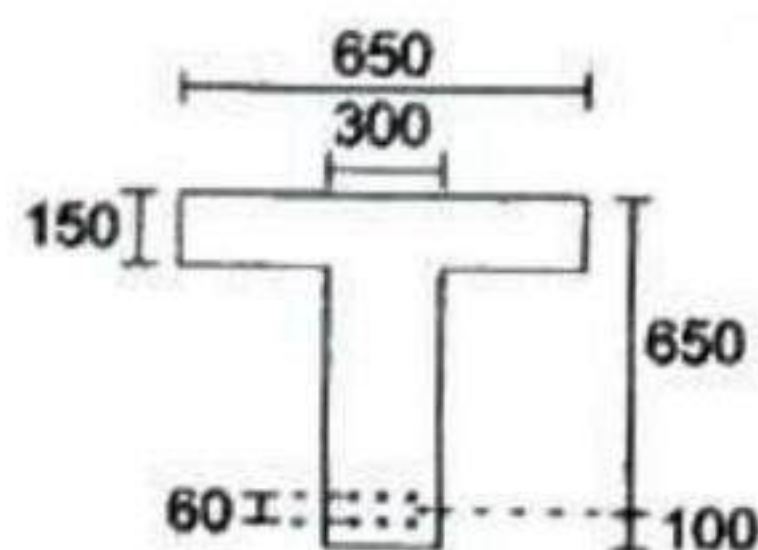
(۱) ۱۰۰ mm

(۲) ۸۰ mm

(۳) ۱۲۰ mm

(۴) ۱۵۰ mm

۳۲- در تیر T منفرد شکل زیر اگر از اثر آرماتورهای ناحیه فشاری در مقاومت خمشی مثبت تیر صرف نظر شود و بال و جان تیر یکپارچه ریخته شده باشند، مقدار ϵ_r هنگامی که کرنش در بتن به ۰.۰۰۳ می‌رسد به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بتن از نوع معمولی و C20 و میلگردها S400 هستند. ابعاد روی شکل برحسب میلی‌متر هستند. میلگردهای کششی $6\Phi 32$ و میلگردهای ناحیه فشاری و خاموت‌ها در شکل نشان داده نشده‌اند.



(۱) ۰.۰۰۵۵

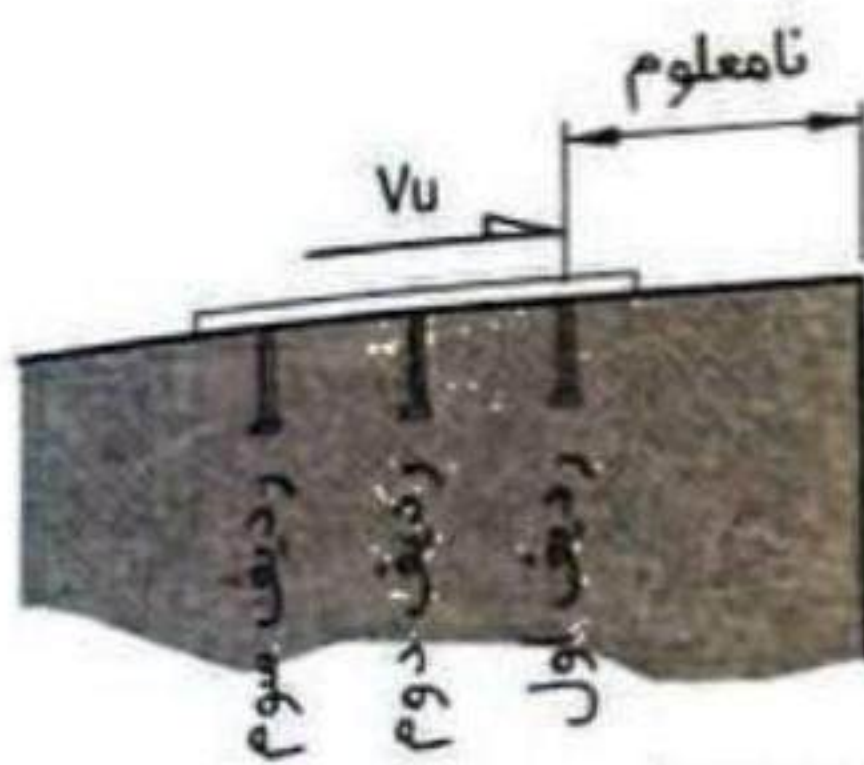
(۲) ۰.۰۰۶۹

(۳) ۰.۰۰۵۰

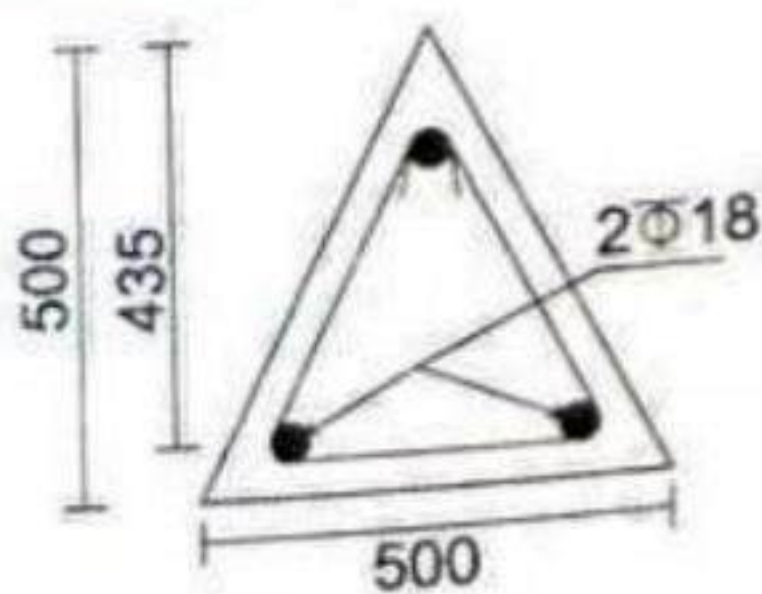
(۴) ۰.۰۰۲۵



۳۳- برای اتصال یک عضو فولادی به یک عضو بتنی، از مهارهای گروهی تعبیه شده از نوع گل میخ استفاده خواهد شد. چنانچه نیروی اعمالی به مهارها فقط و فقط برشی، در جهت نشان داده شده باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر در رابطه با مسائل مرتبط با حالت‌های گسیختگی مهارها در برش درست است؟ مهارها به نحوی به ورق اتصال جوش شده‌اند که امکان توزیع بار بین تمام آنها وجود دارد. در هر ردیف، دو گل میخ وجود دارد.



- (۱) همواره گل میخ‌های ردیف دوم، سهم بیشتری از نیروی برشی وارد شده داشته و بحرانی‌ترند.
 - (۲) همواره گل میخ‌های ردیف اول، سهم بیشتری از نیروی برشی وارد شده داشته و بحرانی‌تر از سایر گل میخ‌ها هستند.
 - (۳) برای کنترل کامل الزامات طراحی برای بارهای برشی، همواره محاسبه مقاومت گسیختگی مخروطی بتن مهار در کشش نیز الزامی است.
 - (۴) چنانچه نیروی برشی وارد شده (V_u) دائمی نباشد، برای کنترل الزامات طراحی برای بارهای برشی، محاسبه مقاومت گسیختگی مخروطی بتن مهار در کشش الزامی نیست.
- ۳۴- یک تیر بتنی دارای مقطع شکل زیر است. مقاومت خمشی اسمی این تیر برای لنگر مثبت به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ از اثر میلگردهای ناحیه فشاری بر مقاومت خمشی اسمی صرف نظر کنید. بتن از نوع معمولی و C25 و میلگردها S400 هستند. در شکل ابعاد به میلی متر است.

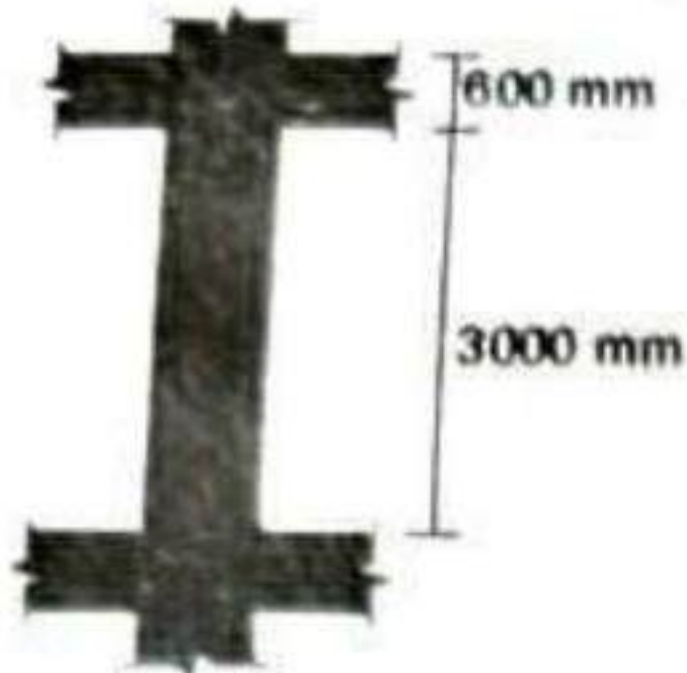


- (۱) 65 kN.m
- (۲) 80 kN.m
- (۳) 75 kN.m
- (۴) 70 kN.m

۳۵- در صورتی که مقاومت طراحی برش داخل صفحه بتن یک دیافراگم برابر $V_c = 190 \text{ kN/m}$ و کل نیروی برش طراحی آن $V_u = 20V_c$ باشد، حداقل نسبت آرماتور توزیع شده لازم این دیافراگم به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ بتن معمولی درجه C25 و فولاد S300 است.

- (۱) $\rho_t = 0.0038$
- (۲) $\rho_t = 0.0028$
- (۳) $\rho_t = 0.0018$
- (۴) $\rho_t = 0.0048$

۳۶- یک ستون میانی بتنی از قاب خمشی با شکل پذیری زیاد مطابق شکل ارائه شده است. مقدار برش ستون ناشی از تحلیل برای بارهای لرزه‌ای برابر $V_u=320 \text{ kN}$ ، بیشترین لنگر خمشی مقاوم محتمل ستون برابر $M_{prc}=850 \text{ kN.m}$ و لنگر خمشی مقاوم محتمل تیرهای متصل به ستون برابر $M_{prtb}=\pm 700 \text{ kN.m}$ تعیین شده است. نیروی برشی طراحی این ستون به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ ارتفاع طبقات ۳.۶ متر، بتن معمولی از نوع C25 و فولاد S400 است.



(۱) $V_c=390 \text{ kN}$

(۲) $V_c=320 \text{ kN}$

(۳) $V_c=570 \text{ kN}$

(۴) $V_c=760 \text{ kN}$

۳۷- در یک سازه بتنی سه طبقه با قاب خمشی ویژه دارای سه دهانه ابعاد کلیه ستون‌ها 500×500 میلی‌متر و کلیه تیرها با عرض ۵۰۰ میلی‌متر و ارتفاع کل ۶۰۰ میلی‌متر هستند. براساس فقط همین اطلاعات و بدون توجه به رده بتن حداکثر قطر قابل قبول آرماتور طولی سراسری برای تیرها به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ بتن معمولی و فولاد از نوع S400 است.

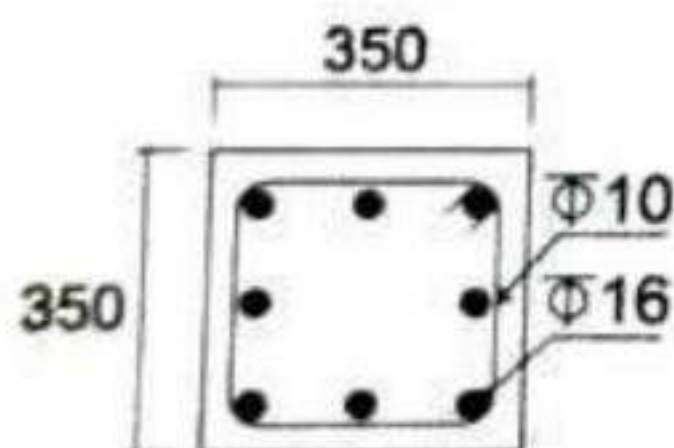
(۲) $d_b=28 \text{ mm}$

(۱) $d_b=30 \text{ mm}$

(۴) $d_b=22 \text{ mm}$

(۳) $d_b=25 \text{ mm}$

۳۸- ستونی با مقطع شکل ارائه شده تحت نیروهای برشی طراحی غیرلرزه‌ای با مقادیر $V_{ux}=150 \text{ kN}$ و $V_{uy}=100 \text{ kN}$ قرار دارد. براساس همین نیروهای برشی، حداکثر مقدار فاصله خاموت‌ها (S) به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ بتن C25 معمولی و فولاد S300، مقدار $V_c=80 \text{ kN}$ و $d=290 \text{ mm}$ فرض شود. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



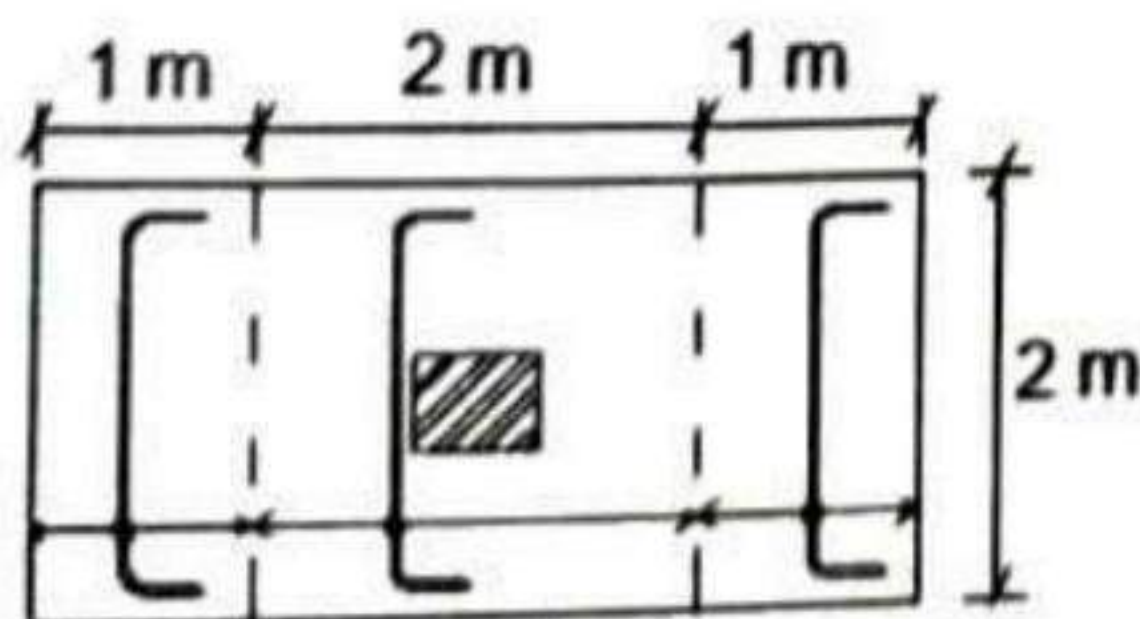
(۱) $S=145 \text{ mm}$

(۲) $S=110 \text{ mm}$

(۳) $S=80 \text{ mm}$

(۴) $S=95 \text{ mm}$

۳۹- یک شالوده سطحی منفرد مستطیلی به ابعاد 2×4 متر مفروض است. در جهت کوتاه، چند درصد میلگرهای مورد نیاز در هر یک نوارهای یک متری دو انتها باید توزیع گردد؟ ستون در مرکز شالوده سطحی قرار دارد.



(۱) ۲۵ درصد

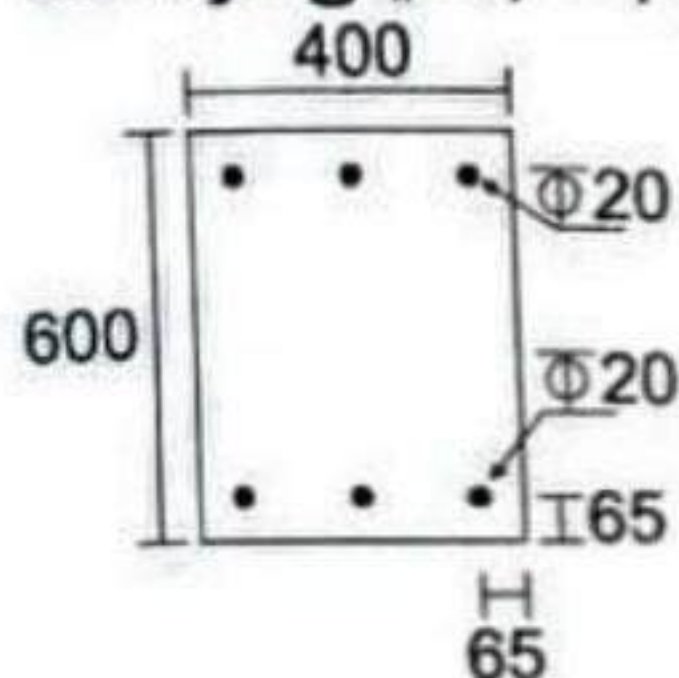
(۲) ۱۶.۶۷ درصد

(۳) ۱۳.۳۳ درصد

(۴) ۸.۳۳ درصد



۴۰- یک تیر بتنی با مقطع شکل زیر تحت برش ضریب دار طراحی ناشی از بارهای قائم غیرلرزه‌ای برابر $V_u = 450 \text{ kN}$ قرار دارد. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد آرماتورهای عرضی تیر صحیح است؟ بتن از نوع C25 معمولی، فولاد S400 و مقدار $V_c = 180 \text{ kN}$ فرض شود. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



(۱) $3\Phi 12 @ 150 \text{ mm}$ (شامل یک خاموت بسته و یک سنجاقی)

(۲) $2\Phi 12 @ 100 \text{ mm}$ (شامل یک خاموت بسته)

(۳) $3\Phi 10 @ 100 \text{ mm}$ (شامل یک خاموت بسته و یک سنجاقی)

(۴) $2\Phi 10 @ 80 \text{ mm}$ (شامل یک خاموت بسته)

۴۱- در یک تیر فولادی دو سر ساده برای تامین عملکرد مختلط کامل از برشگیرهای از نوع گل‌میخ استفاده شده است. حداقل مقدار f'_c برای آنکه مقاومت اسمی گل‌میخ‌های مورد نیاز مستقل از مقاومت بتن باشد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ F_u تنش کششی نهایی مصالح گل‌میخ و f'_c تنش فشاری مشخصه نمونه استوانه‌ای بتنی بوده و دال بتنی تخت (بدون استفاده از عرشه فولادی) فرض شود.

$w_c = 2500 \text{ kg/m}^3$

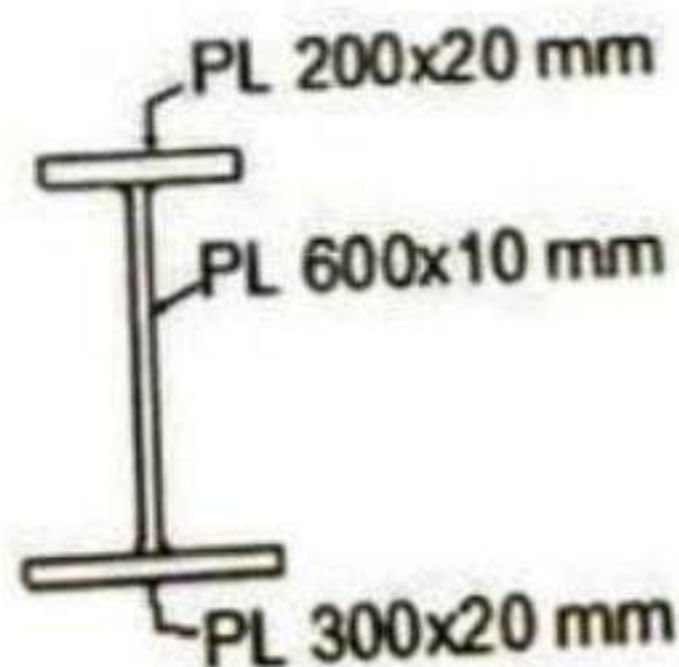
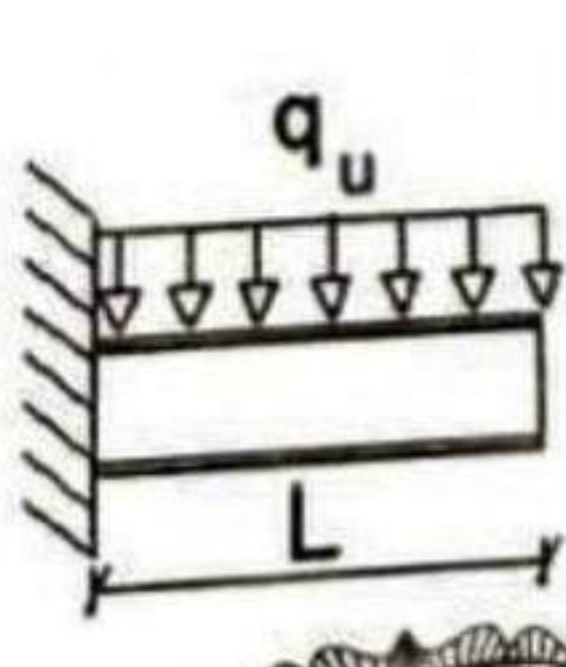
(۱) $(0.02F_u)^{4/3}$

(۲) $(0.02F_u)^{4/5}$

(۳) $0.02F_u$

(۴) $(0.02F_u)^{3/5}$

۴۲- در تیر طره‌ای شکل زیر برای کنترل حالت حدی تسلیم بال فشاری مقطع، مقدار پارامتر h_c به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ $E = 2 \times 10^5 \text{ MPa}$ و $F_y = 240 \text{ MPa}$



(۱) 430 mm

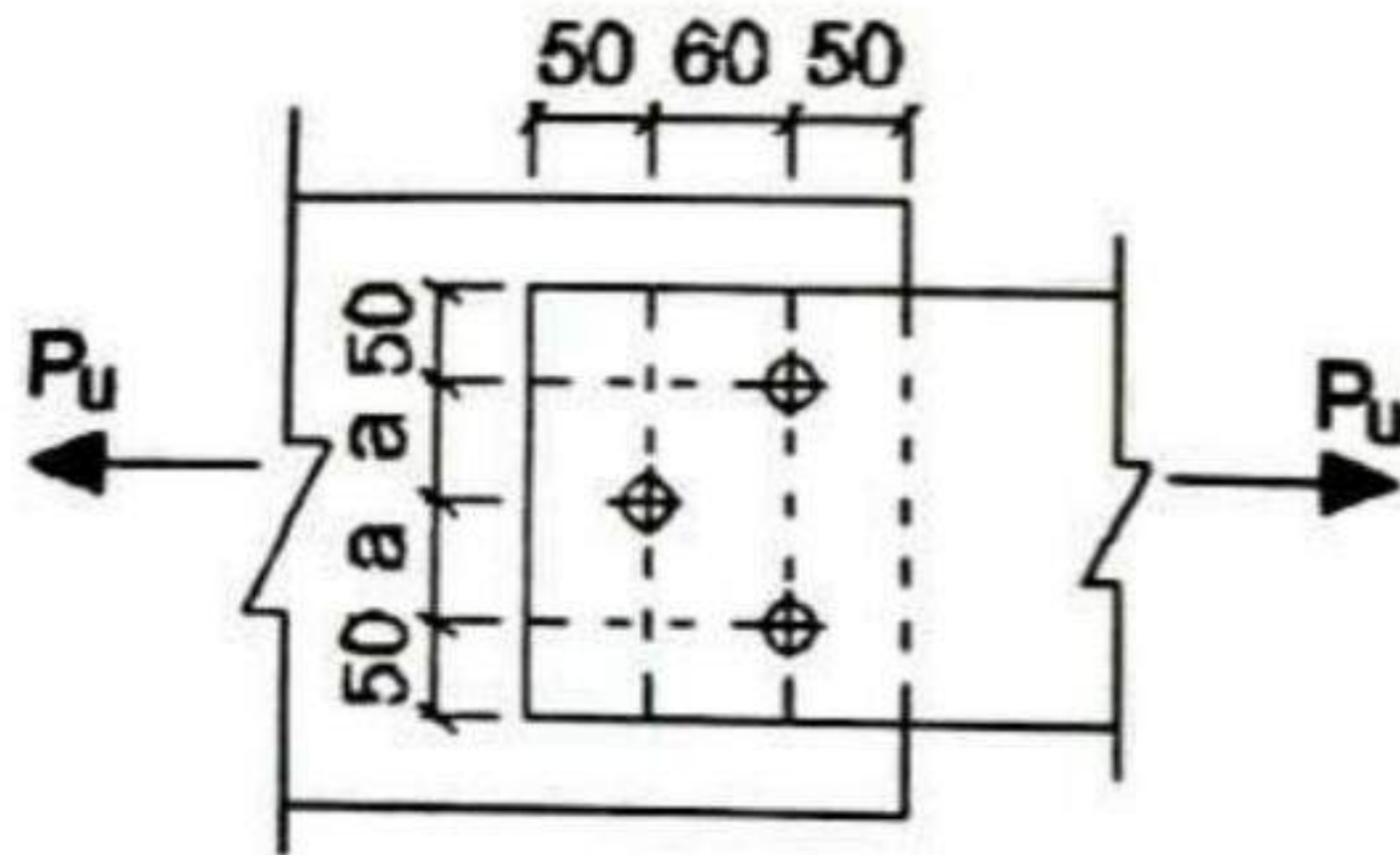
(۲) 520 mm

(۳) 340 mm

(۴) 680 mm



۴۳- در اتصال پیچی دو تسمه فولادی زیر، چنانچه پیچ‌ها از نوع M16 و سوراخ‌ها استاندارد باشند حداکثر فاصله قابل قبول a برای آنکه مقطع گذرنده از سه سوراخ در کنترل حالت حدی گسیختگی کششی تسمه با پهنای کوچکتر به عنوان مقطع بحرانی نباشد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



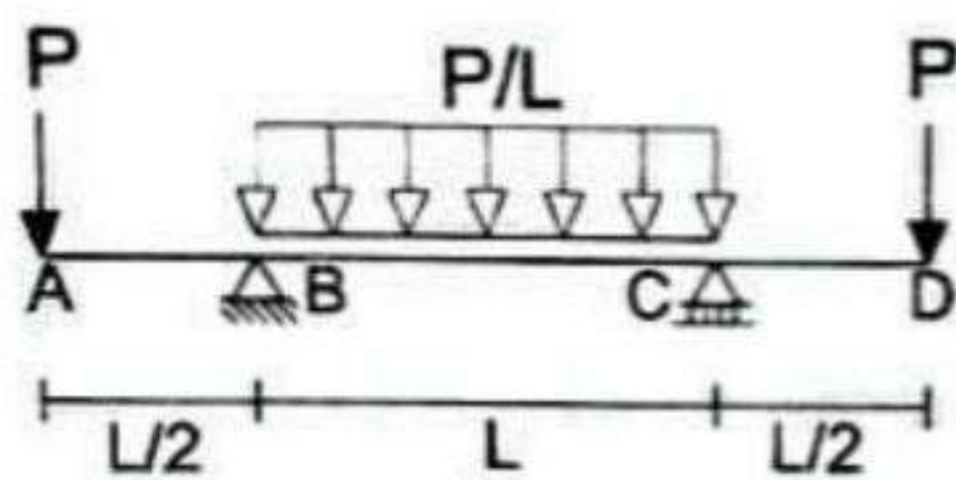
75 mm (۱)

80 mm (۲)

90 mm (۳)

60 mm (۴)

۴۴- در تیر شکل زیر در نقاط A, B, C و D تکیه‌گاه جانبی وجود دارد. مقدار ضریب اصلاح کمانش جانبی-پیچشی در فاصله BC به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟



1.20 (۱)

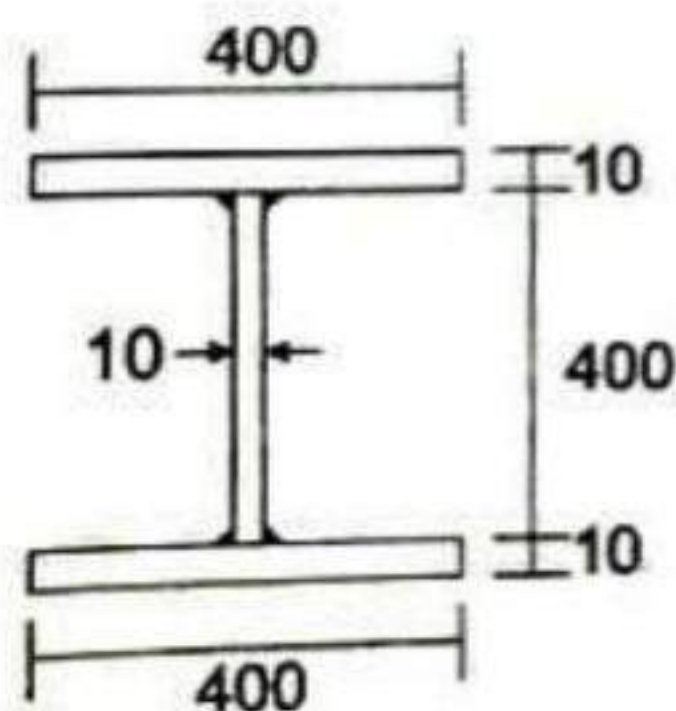
1.33 (۲)

1.67 (۳)

1.14 (۴)

۴۵- مقاومت خمشی اسمی مقطع نشان داده شده در شکل زیر نسبت به محور ضعیف مقطع به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است. در محاسبات از بُعد جوش صرف‌نظر شود.

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



115 kN.m (۱)

190 kN.m (۲)

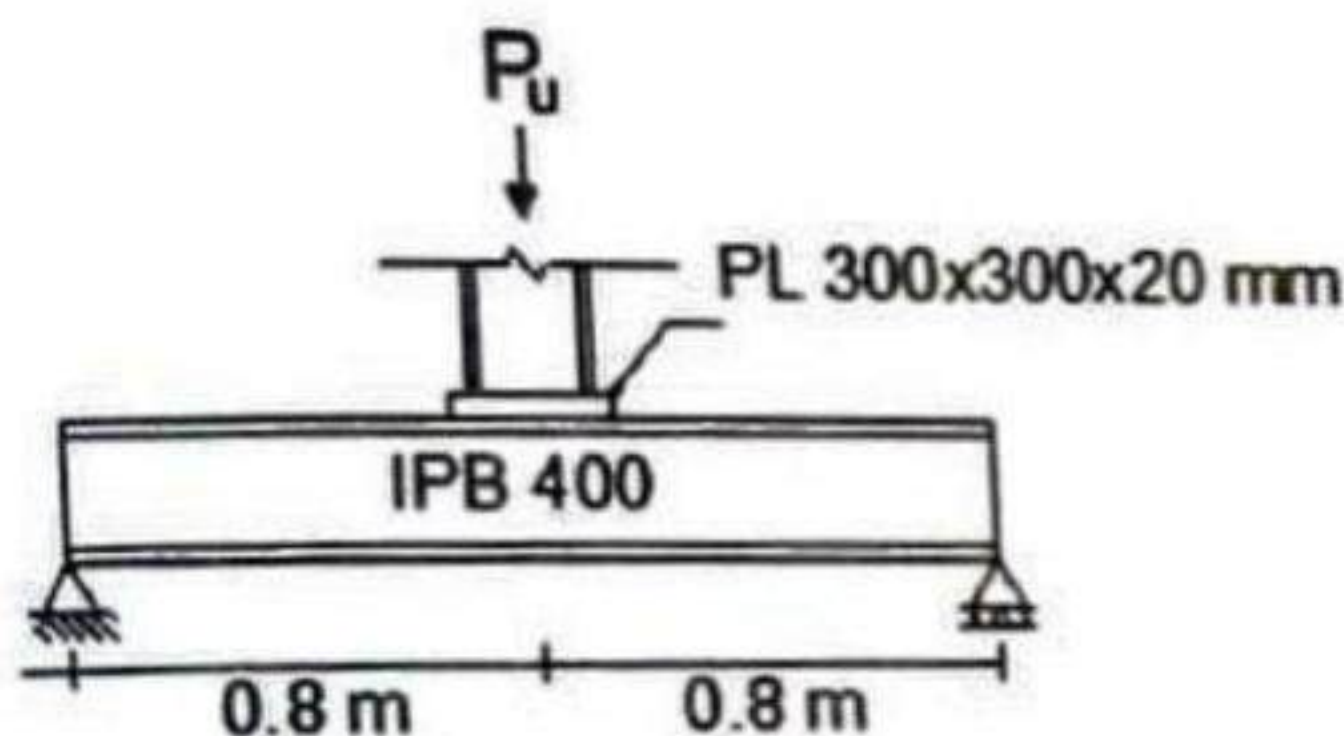
175 kN.m (۳)

140 kN.m (۴)



۴۶- در تیر شکل زیر حداکثر بار P_u (در طراحی به روش LRFD) برای آنکه جان تیر جوابگوی تسلیم موضعی جان و چروکیدگی موضعی جان در برابر بار متمرکز وارده (P_u) باشد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

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



(۱) 2625 kN

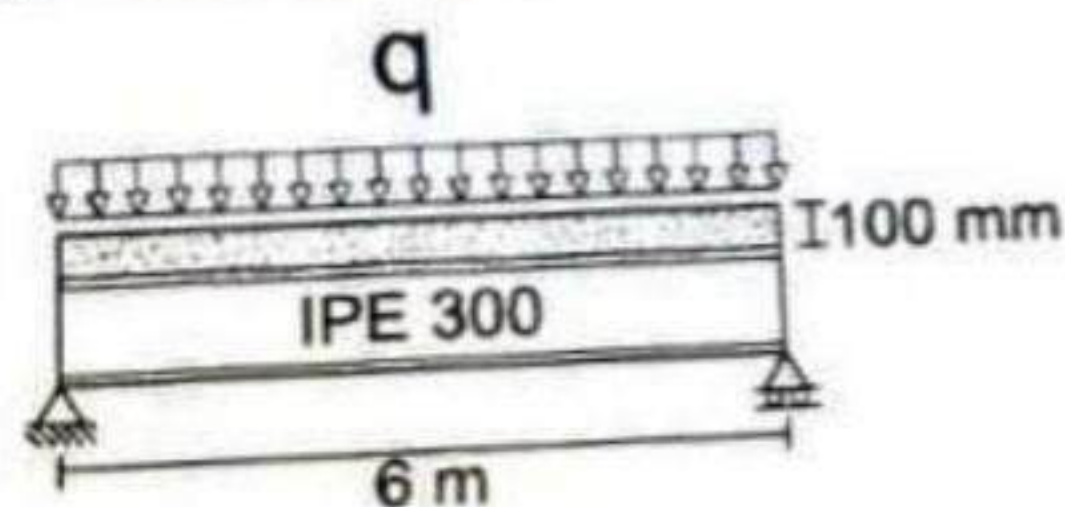
(۲) 1795 kN

(۳) 1385 kN

(۴) 1313 kN

۴۷- فرض کنید برای پوشش یک سقف از تیرچه‌های مختلط مطابق شکل زیر استفاده شده است. اگر فاصله تیرچه‌های مختلط از یکدیگر و با تیرهای اصلی 1.3 متر باشد و برای تامین عملکرد مختلط کامل از ناودانی UNP65 به طول 60 میلی‌متر استفاده شده باشد حداقل تعداد این ناودانی‌ها در کل طول تیر برای آنکه تیرچه‌ها دارای عملکرد مختلط کامل باشند، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

$$f'_c = 25 \text{ MPa}, F_y=240 \text{ MPa}, w_c=2500 \text{ kg/m}^3$$



(۱) 24 عدد

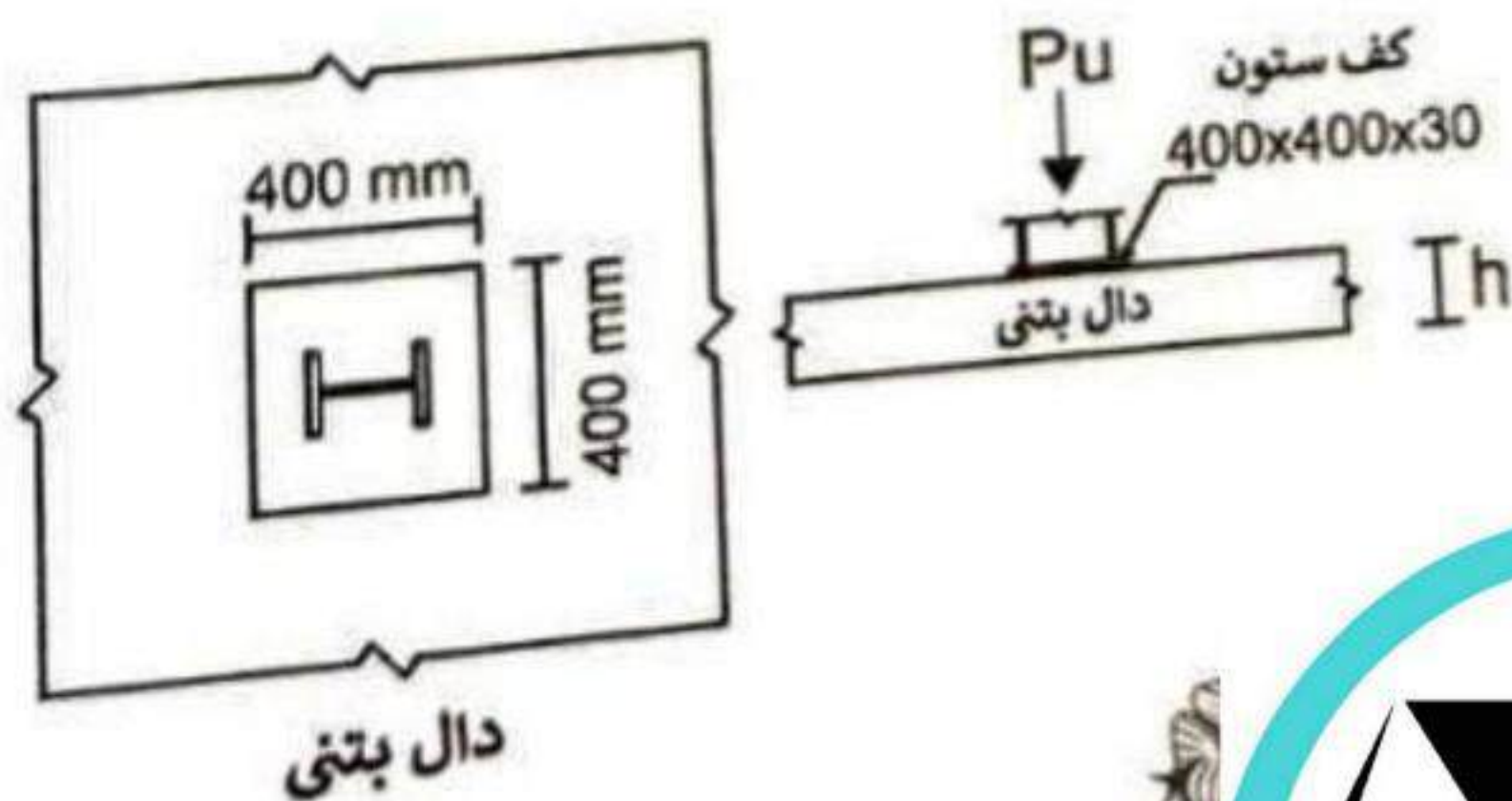
(۲) 15 عدد

(۳) 18 عدد

(۴) 30 عدد

۴۸- در شکل زیر حداقل ضخامت دال بتنی برای آنکه مقاومت اتکایی موجود در طراحی به روش LRFD کمتر از 5304 کیلونیوتن نباشد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$



(۱) 100 mm

(۲) 120 mm

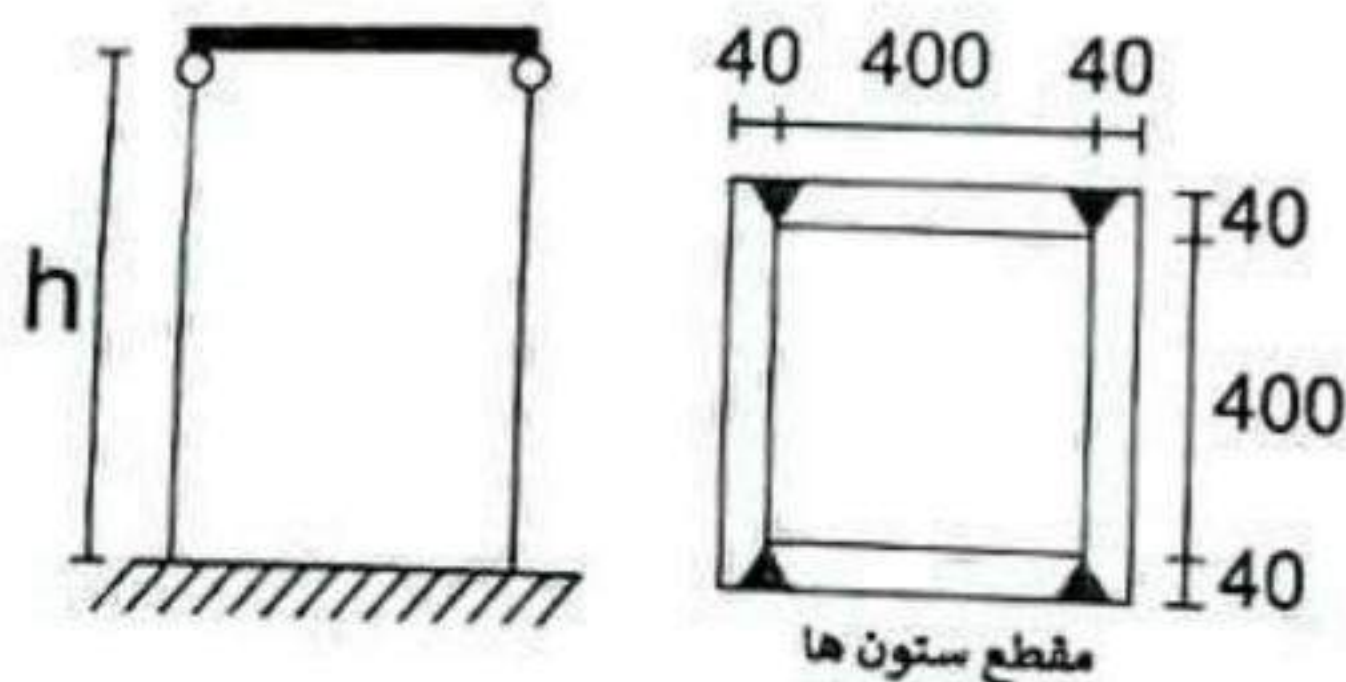
(۳) 150 mm

(۴) 200 mm



۴۹- فرض کنید در یک سیستم کنسولی فولادی ویژه، مقطع ستون‌ها مطابق شکل زیر است. اگر در طول ستون از مهار جانبی استفاده نشود، براساس روش طول مؤثر حداکثر طول قابل قبول ستون‌ها به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ ابعاد در شکل به میلی‌متر است.

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



(۱) 13 m

(۲) 22 m

(۳) 7.5 m

(۴) 18 m

۵۰- فرض کنید در تحلیل و طراحی برای تامین پایداری یک سیستم سازه‌ای از نوع قاب خمشی فولادی ویژه از روش طول مؤثر و تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته استفاده شده است. در این خصوص کدام یک از عبارات‌های زیر صحیح است؟

(۱) در صورتی که مقدار B_2 در تمامی طبقات کوچکتر از 1.7 باشد می‌توان از آثار مرتبه دوم $P-\Delta$ صرف نظر نمود.

(۲) در صورتی که مقدار B_2 در تمامی طبقات کوچکتر از 1.1 باشد می‌توان قاب را مهار شده تلقی نمود.

(۳) در صورتی که مقدار B_2 در تمامی طبقات کوچکتر از 1.7 باشد می‌توان از آثار بار جانبی فرضی در تمامی ترکیبات بارگذاری صرف نظر نمود.

(۴) در صورتی که مقدار B_2 در تمامی طبقات کوچکتر از 1.5 باشد می‌توان از آثار نواقص هندسی اولیه به کلی صرف نظر نمود.

۵۱- در خصوص فولادهای مورد استفاده برای کاربردهای لرزه‌ای تحت چه شرایطی رعایت شرط حداکثر نسبت تنش تسلیم به تنش کششی نهایی الزامی نیست؟

(۱) اگر براساس استاندارد ISIRI 12065 تولید شده باشند.

(۲) اگر براساس استاندارد ISIRI 14262 تولید شده باشند.

(۳) اگر براساس استاندارد ASTM تولید شده باشند.

(۴) اگر براساس استاندارد EN 10025 تولید شده باشند.



۵۲- یک تیر دو سر ساده فولادی با دهانه نسبتاً بزرگ و دال بتنی روی آن مفروض است. اگر عملکرد تیر فولادی و دال روی آن غیرمختلط باشند، تغییرمکان وسط دهانه تیر با صرف نظر کردن از سختی خمشی دال، تحت بار زنده گسترده یکنواخت 40 mm است. اگر با تعبیه برشگیرهای از نوع ناودانی با فواصل یکسان در طول تیر فولادی، با حداقل تعدادی که عملکرد مختلط کامل بوجود آید، تغییرمکان وسط دهانه تحت همان بارگذاری به 13 mm کاهش می یابد. چنانچه با حفظ تمام الزامات طراحی، برشگیرها یک در میان حذف شده و تعداد آنها به نصف برسد، تغییرمکان وسط دهانه تحت همان بارگذاری به کدام یک از گزینه های زیر نزدیکتر خواهد بود؟

28 mm (۲)

33 mm (۱)

30 mm (۴)

24 mm (۳)

۵۳- در شکل جزئیات اتصال گیردار از نوع BFP یک تیر به دهانه آزاد 4.2 متر در یک قاب خمشی ویژه نشان داده شده است. در طراحی به روش LRFD، مقاومت برشی مورد نیاز در چشمه اتصال (V_{up}) به کدام یک از گزینه های زیر نزدیکتر است؟ در محاسبات از وزن تیر و بارهای ثقلی روی آن و همچنین نیروی برشی در ستون صرف نظر کنید. مقطع تیر ورق نشان داده شده مربوط به تیر است. در شکل ابعاد به میلی متر است.

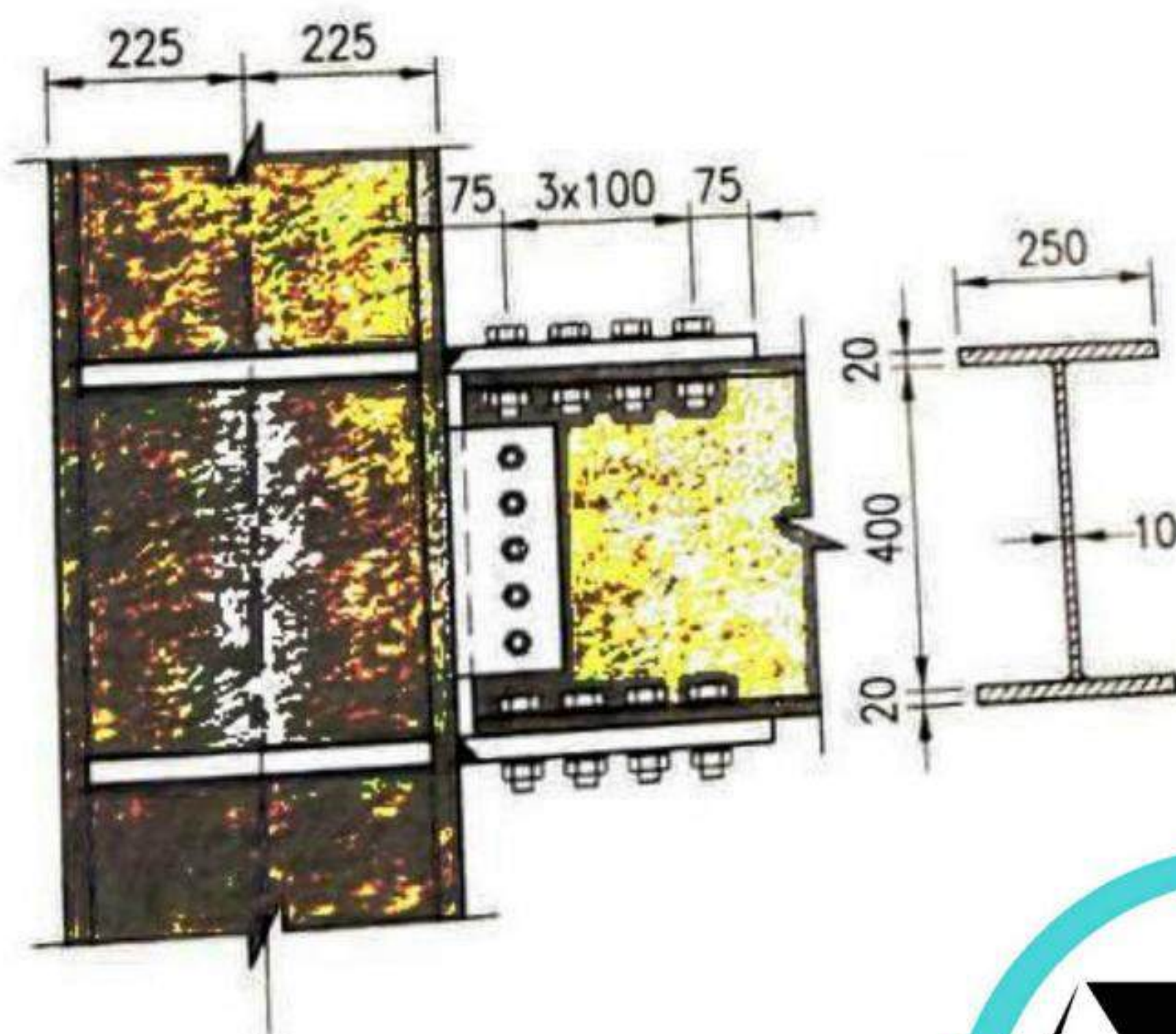
مشخصات مصالح تیر $F_y = 235 \text{ MPa}$, $F_u = 360 \text{ MPa}$
 مشخصات مصالح ستون $F_y = 345 \text{ MPa}$, $F_u = 470 \text{ MPa}$

2250 kN (۱)

1890 kN (۲)

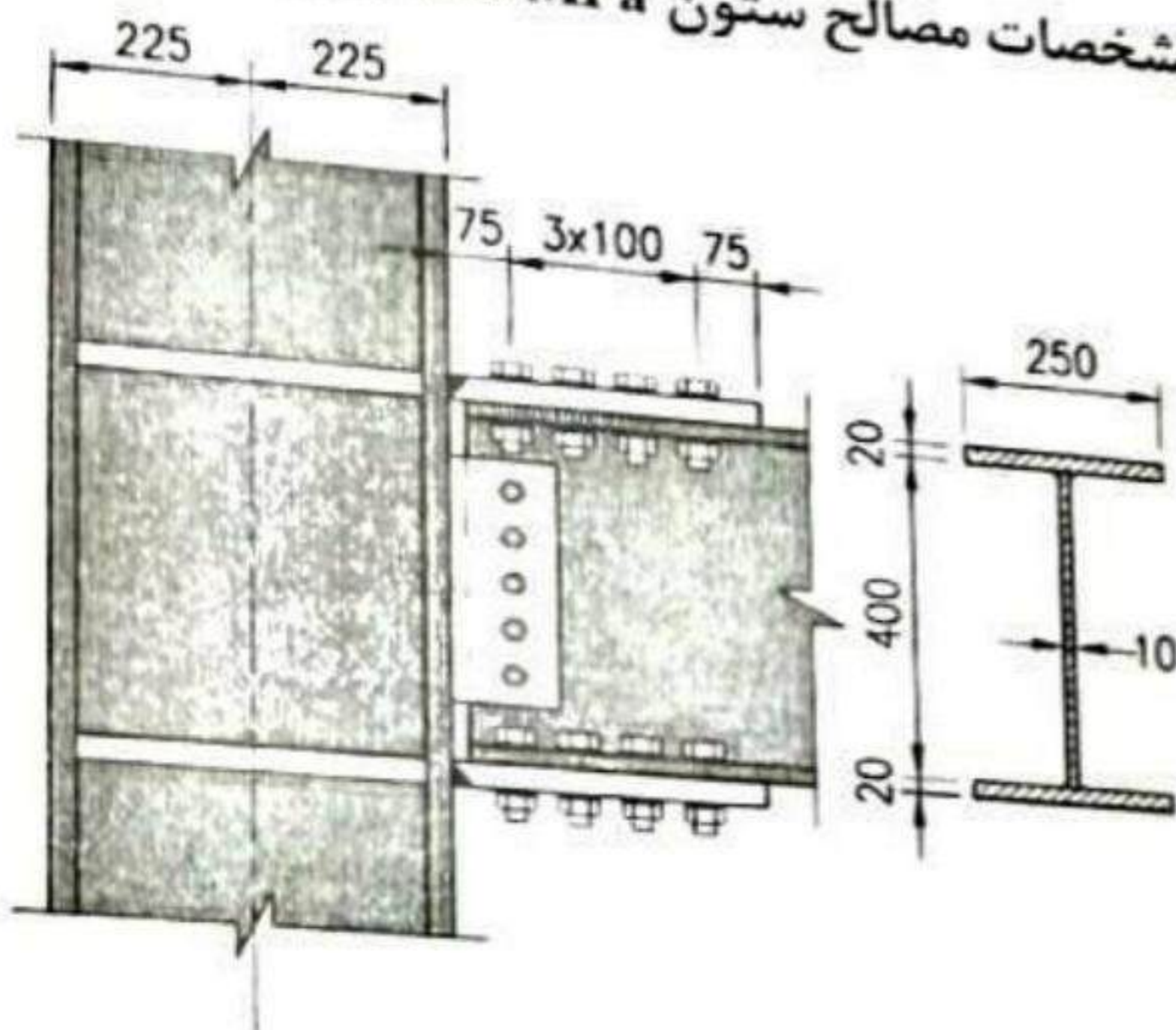
1095 kN (۳)

2520 kN (۴)



۵۴- در شکل جزئیات اتصال گیردار از نوع BFP یک تیر به دهانه آزاد ۴.۲ متر در یک قاب خمشی ویژه نشان داده شده است. برای تامین الزام تیر ضعیف - ستون قوی، حداقل مجموع مقادیر اسمی مقاومت‌های خمشی لازم ستون‌های بالا و پایین گره اتصال ($\sum M_{pc}$) به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیکتر است؟ در محاسبات از وزن تیر و بارهای ثقلی روی آن و همچنین نیروی برشی در ستون صرف‌نظر کنید. مقطع تیر ورق نشان داده شده مربوط به تیر است. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.

مشخصات مصالح تیر $F_y=235 \text{ MPa}$, $F_u=360 \text{ MPa}$
 مشخصات مصالح ستون $F_y=345 \text{ MPa}$, $F_u=470 \text{ MPa}$



625 kN.m (۱)

1095 kN.m (۲)

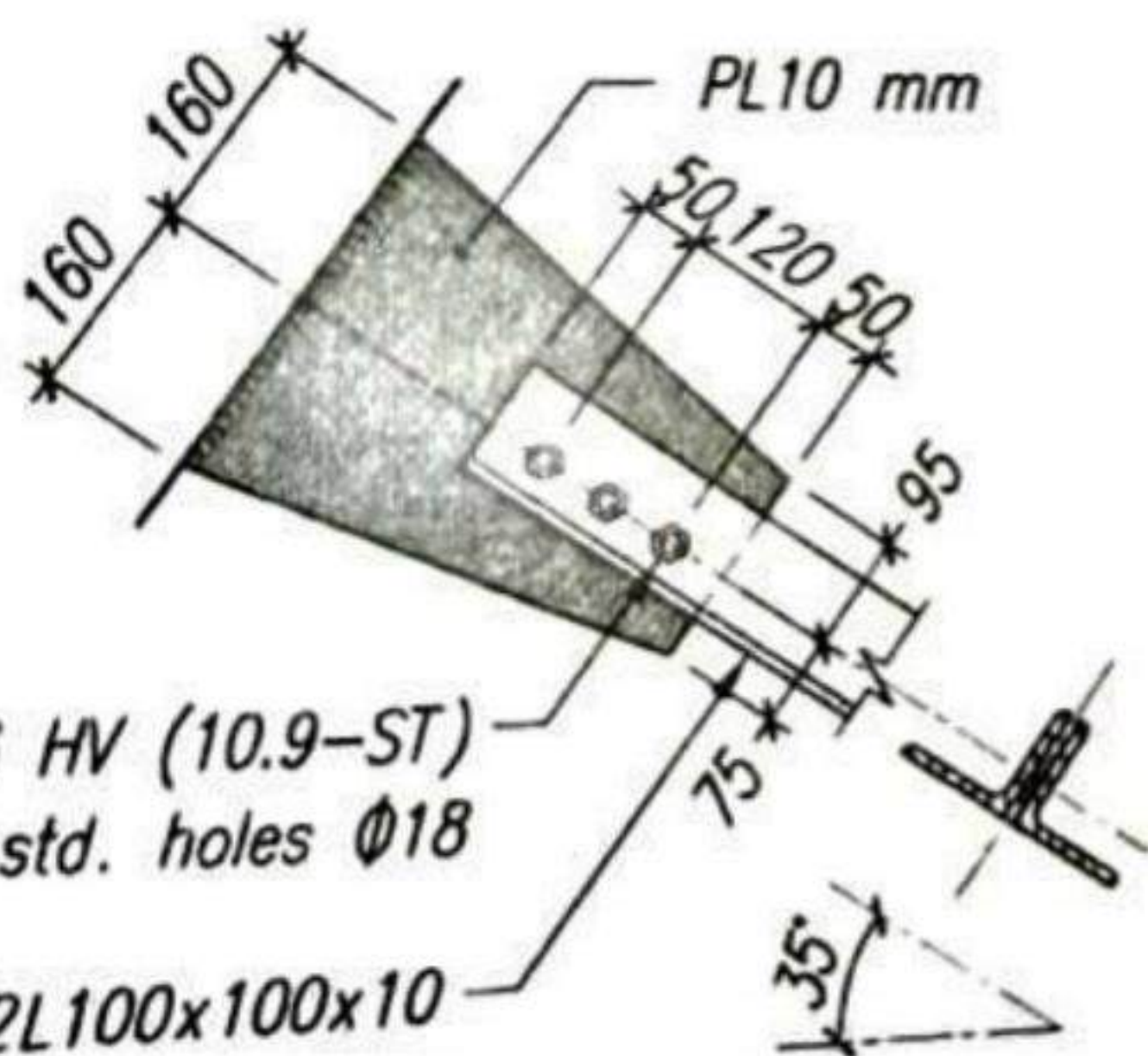
1850 kN.m (۳)

1225 kN.m (۴)

۵۵- در شکل جزئیات اتصال یک عضو کششی غیرلرزه‌ای (دو نبشی $L100 \times 100 \times 10 \text{ mm}$) به ورق اتصال (گاست) نشان داده شده است. مقاومت کششی طراحی (ΦR_n) ورق گاست براساس کنترل تنش در مقطع ویتور به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیکتر است؟ پیچ‌ها M16، از رده ۱۰.۹، سوراخ‌ها استاندارد و اتصال اتکایی فرض شود. مشخصات مصالح ورق و عضو کششی:

$F_y=235 \text{ MPa}$, $F_u=360 \text{ MPa}$, $E=2 \times 10^5 \text{ MPa}$

واحدهای روی شکل به میلی‌متر است (از آثار خروج از مرکزیت نیروی کششی صرف‌نظر شود).



340 kN (۱)

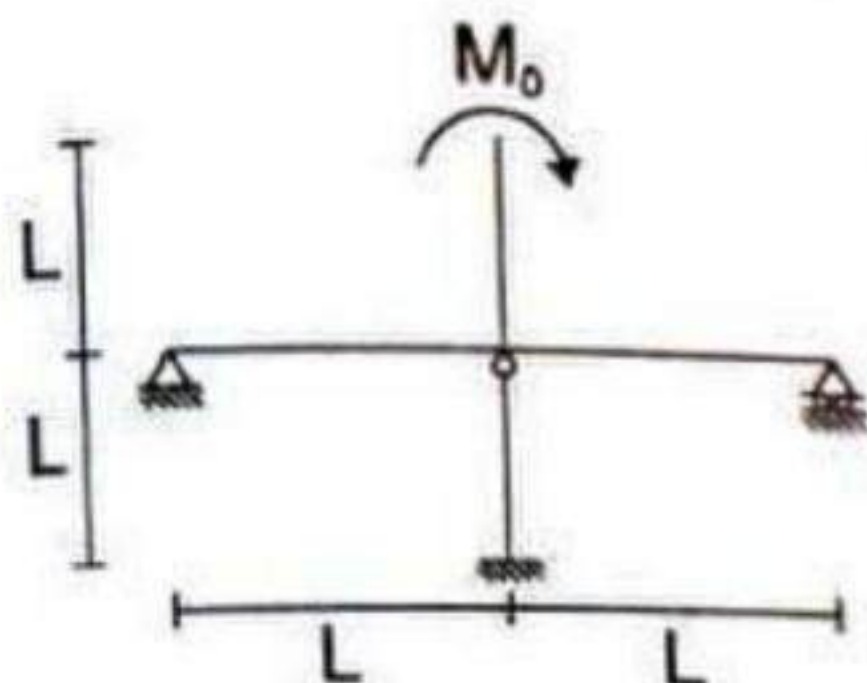
320 kN (۲)

260 kN (۳)

290 kN (۴)



۵۶- در سازه شکل زیر اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی تمامی اعضا صرف نظر شود و صلبیت خمشی تمامی اعضا یکسان و برابر EI باشد، براساس تحلیل الاستیک مرتبه اول، جابه جایی افقی محل اثر M_0 به کدام یک از گزینه های زیر نزدیکتر است؟



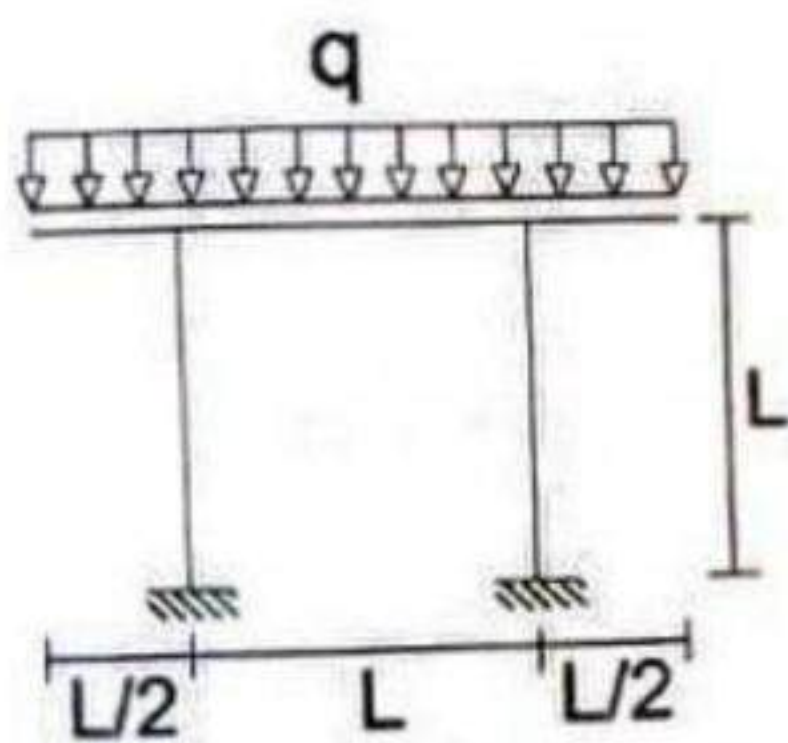
(۱) $\frac{1}{3} \frac{M_0 L^2}{EI}$

(۲) $\frac{1}{2} \frac{M_0 L^2}{EI}$

(۳) $\frac{2}{3} \frac{M_0 L^2}{EI}$

(۴) $\frac{4}{3} \frac{M_0 L^2}{EI}$

۵۷- در سازه شکل زیر اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی اعضا صرف نظر شود و صلبیت خمشی کلیه اعضا یکسان و برابر EI باشد، براساس تحلیل الاستیک مرتبه اول، مقدار لنگر خمشی در تکیه گاه ها به کدام یک از گزینه های زیر نزدیکتر است؟



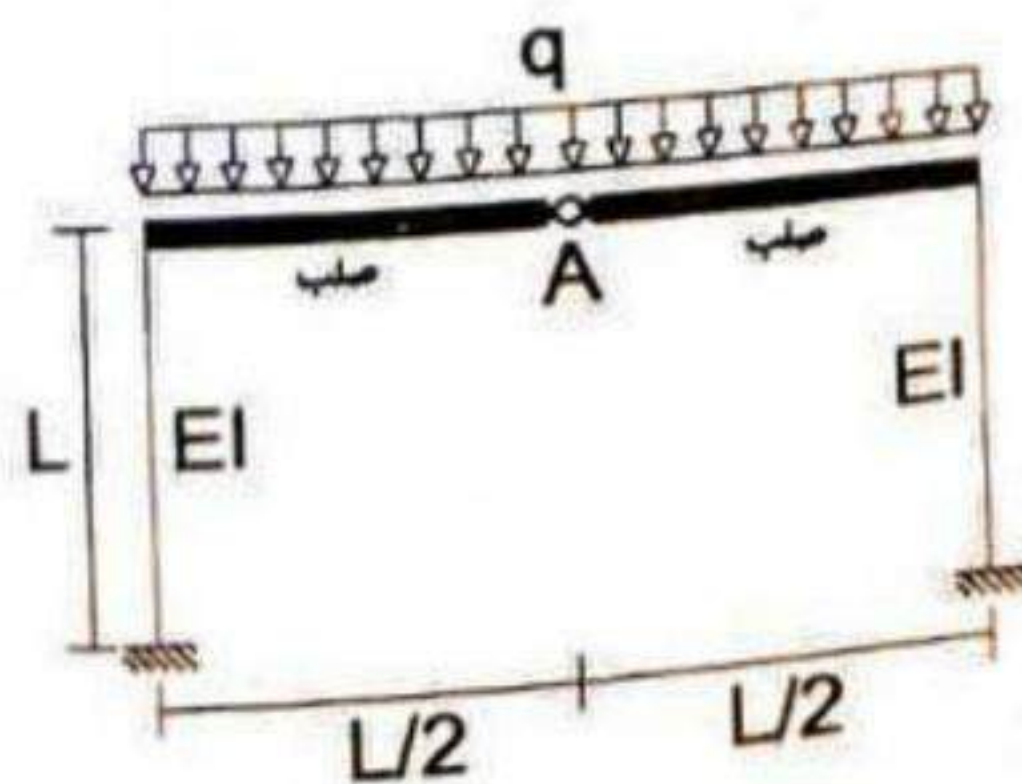
(۱) $\frac{qL^2}{72}$

(۲) $\frac{5qL^2}{72}$

(۳) $\frac{qL^2}{18}$

(۴) $\frac{qL^2}{48}$

۵۸- در سازه شکل زیر اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی اعضا قائم صرف نظر شود و اعضای افقی کاملاً صلب باشند، براساس تحلیل الاستیک مرتبه اول، جابه جایی قائم محل مفصل (نقطه A) به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟



(۱) $\frac{qL^4}{32EI}$

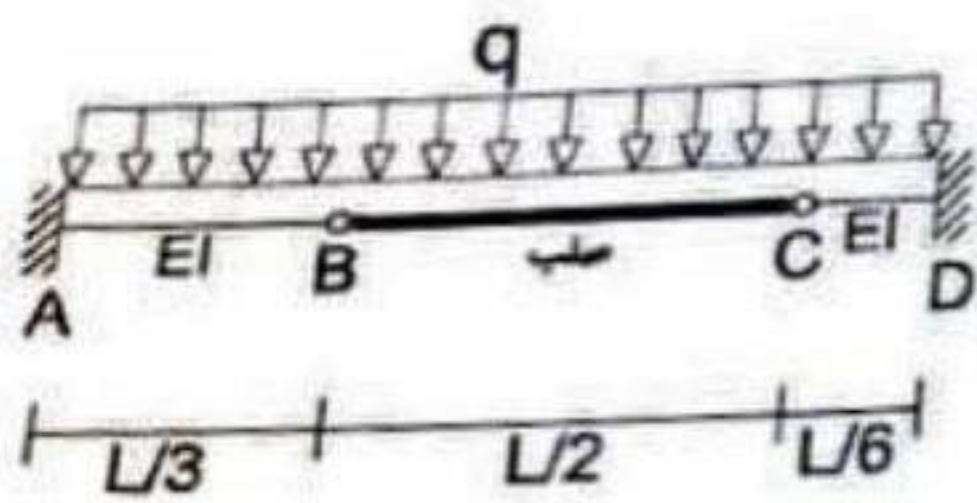
(۲) $\frac{qL^4}{64EI}$

(۳) $\frac{qL^4}{24EI}$

(۴) $\frac{qL^4}{16EI}$

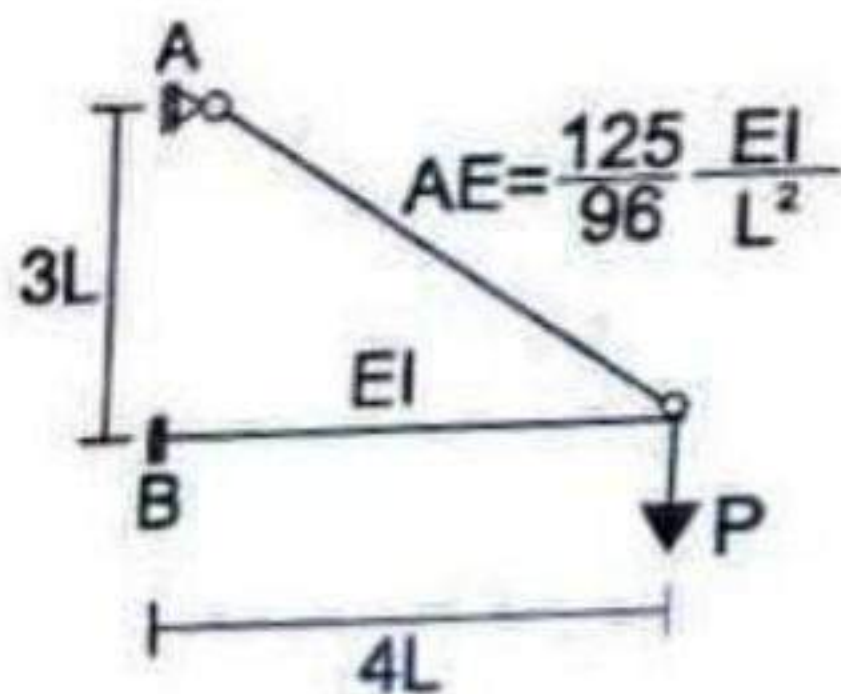


۵۹- در سازه شکل زیر اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی اعضای AB و CD صرف نظر شود و صلبیت خمشی آنها یکسان و برابر EI باشد، دوران میله صلب BC به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟



- (۱) $\frac{1}{240} \frac{qL^3}{EI}$
 (۲) $\frac{1}{150} \frac{qL^3}{EI}$
 (۳) $\frac{1}{300} \frac{qL^3}{EI}$
 (۴) $\frac{1}{120} \frac{qL^3}{EI}$

۶۰- در سازه شکل زیر اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی عضو افقی صرف نظر شود. مقدار لنگر خمشی در تکیه گاه B به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟



- (۱) $\frac{10}{3} PL$
 (۲) $2 PL$
 (۳) $\frac{4}{3} PL$
 (۴) $\frac{8}{3} PL$

@Nezamomrania

با شما هستیم تا قبولی در آزمون نظام مهندسی

