

تذکر مهم

مجموعه سوالات حاضر، حاصل تلاش اساتید محترم آموزشگاه تخصصی "کلید عمران" اصفهان می باشد و استفاده و کپی از آن به هر دلیل بدون ذکر منبع از لحاظ شرعی حرام بوده و هیچگونه رضایتی در این خصوص وجود ندارد.

پاسخ تشریحی آزمون "محاسبات" ورود به حرفه مهندسان (بهمن ۱۳۹۷)

پاسخ کاملا تشریحی آزمون آزمایشی

(محاسبات) - بهمن ۱۳۹۷

(ویرایش اول)

{ کلید عمران تنها آموزشگاه تخصصی مهندسی عمران در اصفهان }

برگزار کننده دوره های تخصصی:

- ✓ آمادگی آزمون های نظام مهندسی (محاسبات، نظارت و اجرا) توسط برترین اساتید
- ✓ کلاسهای آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و دکتری عمران توسط برترین کادراساتید کنکور
- ✓ برگزاری دوره های نرم افزارهای تخصصی مهندسی عمران و معماری
- ✓ برگزاری کارگاه ها و سمینارهای تخصصی و...

پاسخ تشریحی سوالات توسط:

- سازه های فولادی و بتنی (مبحث ۹ و ۱۰): دکتر علیرضا سلجوقیان
- بارگذاری و زلزله (مبحث ۶ و آیین نامه ۲۸۰۰): دکتر امیررضا مقدس
- تحلیل سازه ها و مصالح بنایی (مبحث ۸): مهندس امید پاکدل

{ آموزشگاه "کلید عمران" تنها آموزشگاه تخصصی "مهندسی عمران" در اصفهان }

تلفن های تماس: ۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷ / (۰۳۱) ۳۶۲۷۴۱۷۹



دوره های آمادگی آزمون نظام مهندسی عمران

- ✓ دوره های آمادگی آزمون **محاسبات، نظارت و اجرا** با آمار قبولی بالا
- ✓ آموزش توسط اساتید با تجربه و برجسته در اصفهان
- ✓ بررسی سوال های پر تکرار و شبیه سازی آزمون های نظام مهندسی
- ✓ برگزاری آزمون های تألیفی و استاندارد
- ✓ دوره های جامع و فشرده ویژه شاغلین و افراد در حال تحصیل
- ✓ آموزش مفاهیم به همراه تکنیک ها و نکات تستی در دوره های جامع
- ✓ آموزش نکات تستی و افزایش سرعت عمل در دوره های فشرده

تخفیف ویژه برای مهندسين عضو باشگاه مشتریان
اهدای بسته ویژه آزمون نظام مهندسی به صورت رایگان

ثبت نام و کسب اطلاعات بیشتر :

آدرس: اصفهان - خیابان ارتش - روبروی بانک تجارت یا مهر اقتصاد - پلاک ۴۶۹

www.kelidomran.com

شماره تماس: ۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹

[@Kelid_Omran](https://www.instagram.com/Kelid_Omran) Kelid_Omran

شماره موبایل: ۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷



کارشناسی و کارشناسی ارشد عمران و دکتری (آمادگی کنکور ارشد)



کلاس های آمادگی کنکور کارشناسی ارشد عمران

(جامدات، خاک و پی، سیالات و هیدرولیک، دروس طراحی، ریاضیات و معادلات ویژه عمران)

به همراه اهدای بسته ویژه آموزشگاه به صورت رایگان

- برگزاری آزمون های آزمایشی استاندارد
- کلاس نکته و تست و بررسی تست های احتمالی
- بیان ناگفته های کتب کنکوری
- مشاوره و برنامه ریزی قدم به قدم توسط اساتید و رتبه های برتر
- کلاس های خصوصی کنکور ارشد عمران
- تدریس کلیه دروس مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد عمران به صورت خصوصی و گروهی
- مشاوره دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد عمران در پروژه ها و نرم افزار های تخصصی

تخفیف ویژه برای دانشجویان عضو باشگاه مشتریان

ثبت نام و کسب اطلاعات بیشتر :

آدرس: اصفهان - خیابان ارتش - روبروی بانک تجارت یا مهر اقتصاد - پلاک ۴۶۹

www.kelidomran.com

@Kelid_Omran Kelid_Omran

شماره تماس: ۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹

شماره موبایل: ۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷



عمران و معماری



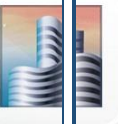
AutoCAD

Etabs



Revit

Safe



3ds Max

Sap



SketchUp

اساتید با تجربه با سابقه اجرایی

Tekla



V-Ray

Abaqus



Rhino

آموزش بر اساس ضوابط
و آیین نامه ها

Ansys



Photoshop

Civil3D



MATLAB

PLAXIS



Mathematica

وده‌ها نرم افزار تخصصی دیگر

openSees



تخفیف ویژه برای مهندسين عضو باشگاه مشتریان

ثبت نام و کسب اطلاعات بیشتر :

آدرس: اصفهان - خیابان ارتش - روبروی بانک تجارت یا مهر اقتصاد - پلاک ۴۶۹

www.kelidomran.com

شماره تماس: ۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹

@Kelid_Omran Kelid_Omran

شماره موبایل: ۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷



۱- در طراحی پی منفرد ساختمانی گسیختگی برشی خاک زیر پی که حاوی خاک نرم تا عمق ۱۰ متری می باشد، تعیین کننده است. احداث ساختمان با گودبرداری به عمق ۲.۵ متر همراه است. چنانچه فاصله آزاد بین دو پی مجاور با ابعاد سه متر در سه متر برابر ۸ متر باشد، حداقل عمق مورد نیاز عمیق ترین گمانه از سطح زمین چند متر می باشد؟

۶ (۴)

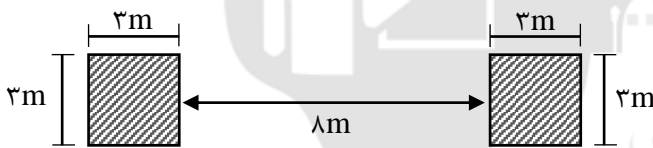
۷ (۳)

۵.۵ (۲)

۸.۵ (۱)

پاسخ) گزینه ۱

مطابق بند ۷-۲-۳-۵-۲ از مبحث ۷ مقررات ملی ساختمان: اگر ظرفیت باربری زمین و گسیختگی برشی خاک زیر پی تعیین کننده باشد، عمق گمانه با توجه به نظریه های ظرفیت باربری باید بین B تا $1.5B$ باشد.



$$8m > (3 + 3)m \Rightarrow B = 3m \text{ عرض پی}$$

با توجه به بند ۷-۲-۳-۵-۴ قسمت ۶ از مبحث مقررات ملی ساختمان، حداقل عمق گمانه باید ۶م زیر پی باشد.

در صورت سوال حداقل عمق مورد نیاز گمانه از سطح زمین را خواسته که با توجه به اینکه ۲.۵متر گودبرداری داریم:

$$8.5m = 2.5 + 6 \text{ عمق گمانه از سطح زمین}$$

بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

۲- برای تحلیل پی های انعطاف پذیر و بدست آوردن تنش زیر پی کدام روش صحیح است؟

- ۱) شبیه سازی خاک به صورت فنر (K_S)، با مقدار یکنواخت، مشروط بر اینکه پی به همراه روسازه تحلیل شود.
- ۲) شبیه سازی خاک به صورت فنر (K_S)، با مقدار یکنواخت
- ۳) شبیه سازی خاک به صورت فنر (K_S)، با سه مقدار $1.25K_S$ و K_S و $0.8K_S$ و انتخاب بحرانی ترین نتایج آن ها
- ۴) شبیه سازی خاک به صورت فنر (K_S)، با تغییرات لازم مقدار آن در زیر سطح پی متناسب با نشست ها

پاسخ (گزینه ۴)

برای پی‌های انعطاف‌پذیر با توجه به بند ۷-۴-۶-۲ از مبحث ۷ مقررات ملی ساختمان برای تحلیل آن‌ها خواهیم داشت:
۷-۴-۶-۲ برای تحلیل سازه پی انعطاف‌پذیر می‌توان خاک را به صورت فنر (K_S) شبیه‌سازی کرد اما لازم است به نکات ذیل توجه شود:

الف) مقدار K_S از آزمایش‌های معتبری مثل بارگذاری صفحه و یا آزمایش فشارسنج با اصلاحات لازم به دست آید.

ب) انتخاب مقدار یکنواخت برای K_S در تمام سطح زیر پی صحیح نمی‌باشد و متناسب با نشست اتفاق افتاده باید تغییر کند و افزایش سختی در لبه‌ها توصیه می‌شود.

بنابراین گزینه (۴) صحیح می‌باشد.

۳- در ساختمان‌های بنایی مسلح، حداقل طول قابل قبول قسمت بحرانی در بالا و پائین ستونی به ارتفاع

آزاد ۲.۹ متر و مقطع 400×400 mm بر حسب میلی‌متر به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر

است؟

۸۰۰ (۴)

۵۰۰ (۳)

۴۰۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

پاسخ (گزینه ۳)

مطابق بند ۸-۴-۵-۱-۱ از مبحث ۸ مقررات ملی ساختمان: طول قسمت بحرانی در بالا و پایین ستون نباید کمتر از بیشترین مقادیر زیر در نظر گرفته شود:

الف) یک ششم ارتفاع آزاد ستون

ب) ۴۵۰ میلی‌متر

ج) ضلع بزرگتر مقطع مستطیلی شکل ستون

$$\text{حداقل طول قسمت بحرانی} = \max\left\{\frac{1}{6} \times 2900 \text{ mm}, 450 \text{ mm}, 400 \text{ mm}\right\} = 483.3 \text{ mm}$$

با توجه به گزینه‌های موجود گزینه (۳) صحیح می‌باشد.

۴- موقعیت زمین محل احداث یک ساختمان بنایی محصور شده با کلاف به گونه‌ای است که شالوده یک دیوار به طول ۱۲ متر و ضخامت ۳۵۰ میلی‌متر، به علت شیب ۵ درصدی زمین باید به صورت پلکانی اجراء شود. چنانچه عرض کرسی چینی ۴۵۰ میلی‌متر فرض شود، حداقل حجم شالوده این دیوار به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ (پلکانی کردن شالوده با کمترین تعداد پله و با طول مساوی برای هر پله در نظر گرفته شود).

۴) $۶.۵m^3$

۳) $۶m^3$

۲) $۴.۵m^3$

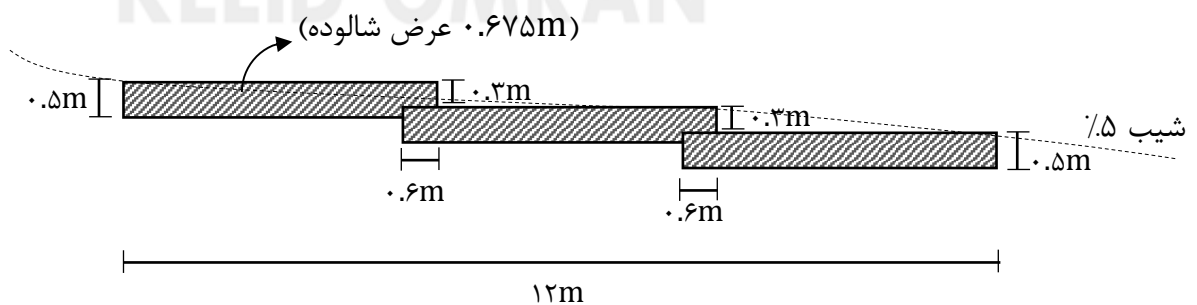
۱) $۳m^3$

پاسخ (گزینه ۲)

مطابق بند ۸-۵-۵-۵ از مبحث ۸ مقررات ملی ساختمان خواهیم داشت:

مطابق مورد (پ):
$$\begin{cases} ۵۰۰mm = \text{عمق حداقل شالوده} \\ ۶۷۵mm = ۱.۵ \times ۴۵۰ = ۱.۵ \times \text{عرض کرسی چینی} = \text{عرض حداقل شالوده} \end{cases}$$

مطابق مورد (ب):
$$\begin{cases} ۶۰۰mm = \text{حداقل هم پوشانی شالوده} \\ = \text{با توجه به شیب و حداکثر ارتفاع هر پله} \\ \text{برای ۲ پلکان } ۱۲۰۰۰mm \times \frac{۵}{۱۰۰} = ۶۰۰mm \text{ (ok)} \end{cases}$$



و با توجه به صورت سوال که گفته شده طول شالوده‌ها یکسان است داریم:

حداقل حجم شالوده $= (۱۲ \times ۰.۵ \times ۰.۶۷۵) + (۰.۶ \times ۰.۳ \times ۰.۶۷۵) = ۴.۲m^3$

با توجه به گزینه‌های موجود گزینه ۲ صحیح می‌باشد.

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

.....

۱) در صورتی که سنگ، آهکی متخلخل باشد مجاز است.

۲) در صورتی که سنگ، رگی باشد مجاز است

۳) در صورتی که سنگ، آهکی متراکم باشد مجاز است.

۴) در صورتی که سنگ، توف باشد مجاز است.

پاسخ) گزینه ۴

مطابق بند ۸-۲-۲-۴-۳ قسمت (ب) از میبحث ۸ مقررات ملی ساختمان جذب آب سنگ‌های رگی حداکثر ۵٪، سنگ‌های آهکی متراکم حداکثر ۱۵٪، سنگ‌های آهکی متخلخل حداکثر ۲۵٪ و در مورد توف‌ها حداکثر ۳۰٪ تعیین شده است بنابراین داریم:

گزینه ۴ صحیح است $\rightarrow 27\% = \frac{14.6 - 11.5}{11.5} \times 100 =$ درصد جذب آب نمونه سنگ

۶- در ساختمان‌های بنایی غیر مسلح، در صورت استفاده از دیوار سنگی، حداکثر ضخامت مجاز ملامت بر حسب میلی‌متر به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۵۰ (۴)

۴۰ (۳)

۳۰ (۲)

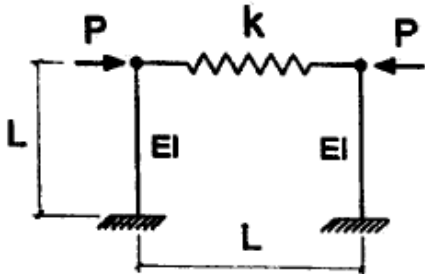
۲۵ (۱)

پاسخ) گزینه ۳

مطابق بند ۸-۶-۵-۶-۱ قسمت (۶) مورد (پ) از میبحث ۸ مقررات ملی ساختمان داریم:
حداقل ضخامت مجاز ملامت ۴۰ میلی‌متر است. بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

۷- در قاب شکل زیر چنانچه $k = \frac{3EI}{L^2}$ باشد. مقدار لنگر خمشی در پای ستون‌ها به کدام یک از مقادیر زیر

نزدیک‌تر است؟



(۱) $\frac{PL}{3}$

(۲) $\frac{PL}{2}$

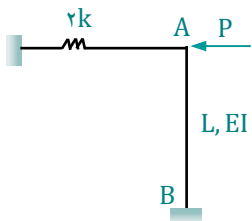
(۳) $\frac{2PL}{3}$

(۴) PL

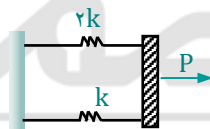
پاسخ (گزینه ۱)

سازه از نوع متقارن می‌باشد. با توجه به آنکه فنر محوری همانند یک عضو دو سر مفصل (عضو دو نیرویی یا خرابایی) عمل می‌کند، زمانی که نصف کردن سازه می‌نماییم در واقع طول میله نصف می‌شود و از طرفی می‌توان گفت سختی فنر معادل دو برابر می‌شود بنابراین با جایگزینی یک فنر به سختی $2k$ در سازه‌ی نصف شده می‌توان آن را همانند

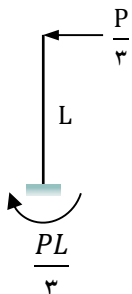
دو فنر موازی دانست و خواهیم داشت:



فنر موازی
جابجایی یکسان
در نقطه A



(سختی معادل ستون AB = ستون یکسر گیردار $k = \frac{3EI}{L^3}$)

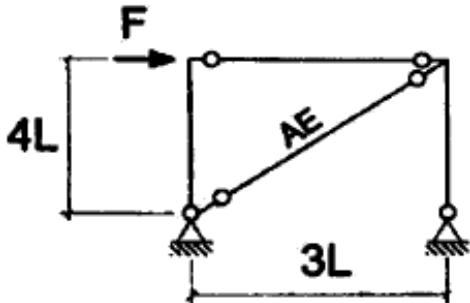


$$F_{AB} = \frac{k}{k+2k} \times p = \frac{P}{3} \Rightarrow M_B = \frac{P}{3} \times L = \frac{PL}{3}$$

بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

۸- در قاب شکل زیر اگر سختی محوری تیر و ستون‌ها بسیار زیاد فرض شود و سطح مقطع عضو مورب

برابر ۸ باشد، مقدار سختی جانبی قاب به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



(۱) $0.072 \frac{AE}{L}$

(۲) $0.12 \frac{AE}{L}$

(۳) $0.16 \frac{AE}{L}$

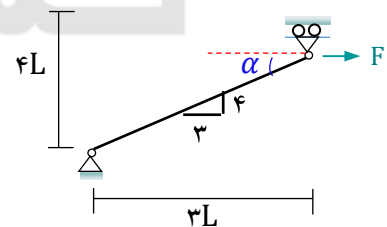
(۴) $0.128 \frac{AE}{L}$

پاسخ) گزینه ۱

تمامی المان‌های سازه دو سر فصل هستند (اعضای خرپایی) بنابراین می‌توان گفت تنها عامل تغییر شکل در این سازه تغییر شکل‌های ناشی از نیروی محوری می‌باشد. از طرفی با توجه به صورت سوال سختی تیر و ستون‌های نهایت است، بنابراین می‌توان گفت تنها عامل تغییر شکل، تغییر شکل محوری بادبند و در نتیجه تنها عامل سختی جانبی سازه، بادبند است.

برای سختی اعضای مایل که با راستای نیرو زاویه α می‌سازند خواهیم داشت:

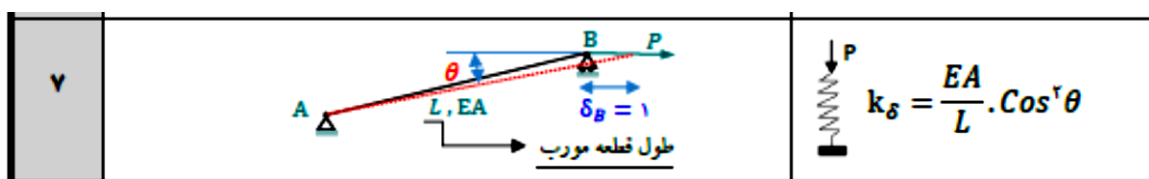
$$k' = k \cos^2 \alpha = \frac{EA}{L} \cos^2 \alpha = \frac{EA}{5L} \times \left(\frac{3L}{5L}\right)^2 = 0.072 \frac{EA}{L}$$



در نتیجه گزینه (۱) صحیح است.

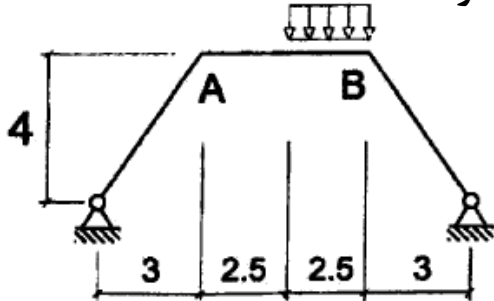
✓ مطابقت با جزوه کلاسی:

شبهه این سوال در کلاس‌های حضوری در آموزشگاه کلید عمران بارها مورد بررسی قرار گرفته و در جزوه مربوطه نیز مشاهده می‌شود و در تصویر زیر مشاهده می‌شود:



۹- لنگر خمشی در وسط تیر AB بر حسب $kN.m$ جنبه کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ تمام

اعضاء دارای صلبیت خمشی (EI) یکسان بوده و در شکل ابعاد به متر است $40 kN/m$



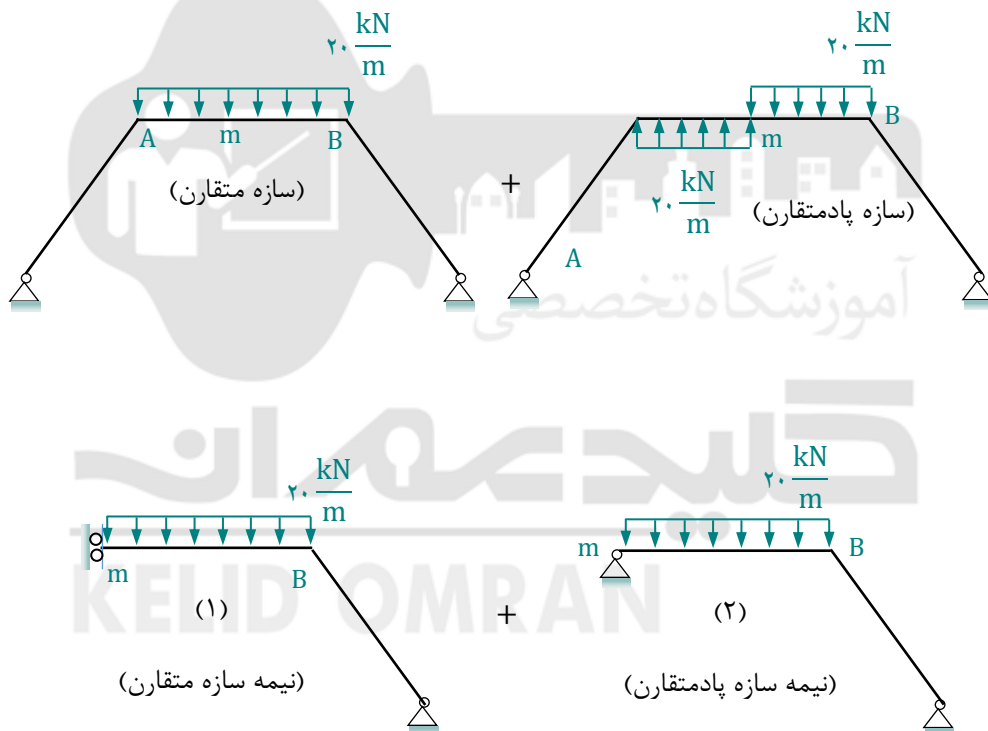
(۱) ۷۹.۲

(۲) ۴۳.۵

(۳) ۳۷.۵

(۴) ۳۲.۶

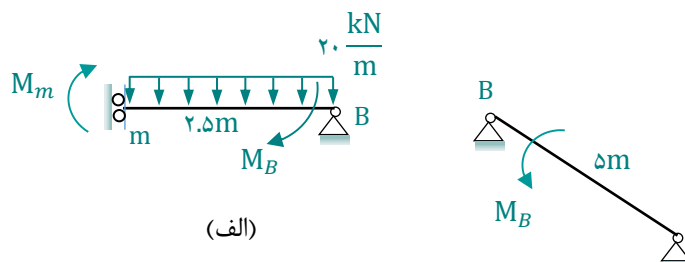
با استفاده از تقارن و پادتقارن در سازه‌ها و استفاده از جمع آثار قوا خواهیم داشت: **پاسخ) گزینه ۳**



بنابراین کافی است مقدار لنگر در نقطه m در سازه‌ی (۱) را با توجه به روابط خطی و استفاده از روش نرمی محاسبه نماییم

که برای استفاده از روش نرمی قید لنگر در نقطه‌ی B را حذف نموده و خواهیم داشت:

$$M_m = M_{m_1} + M_{m_2}$$



$$\theta_B^L = \theta_B^R : \text{معادله سازگاری}$$

$$\frac{20 \cdot (2.5)^3}{3EI} - \frac{M_B(2.5)}{EI} = \frac{M_B(5)}{EI} \rightarrow M_B = 25 \text{ kN.m}$$

$$\sum M_B = 0 : 20 \cdot (2.5) \left(\frac{2.5}{2}\right) - 25 - M_{m_1} = 0$$

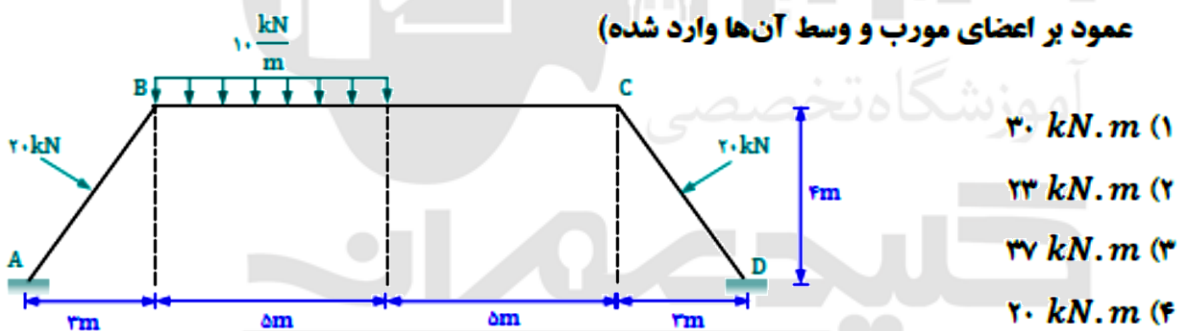
$$\rightarrow M_{m_1} = 37.5 \text{ kN.m}$$

بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

✓ **مطابقت با آزمون آزمایشی و جزوه کلاسی:**

عینا این سوال در کلاس‌های حضوری در آموزشگاه کلید عمران حل شده و همچنین در آزمون آزمایشی آموزشگاه نیز مطرح شده است که در زیر مشاهده می‌فرمایید:

۴۹- در سازه مقابل میزان لنگر در وسط قطعه BC را بیابید: (در کلیه اعضا یکسان است) (نیروی ۲۰ kN)



۱۰- کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

- ۱) 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 می‌گیرد.
- ۲) 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.
- ۳) مقادیر طیف طرح ویژه ساختگاه همواره کوچک‌تر از مقادیر طیف طرح استاندارد است.
- ۴) مقادیر طیف طرح استاندارد همواره کوچک‌تر از مقادیر طیف طرح ویژه ساختگاه است.

پاسخ) گزینه ۱

۱۱- 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؟

۱.۰ (۱)

۱.۱۲ (۲)

۲.۵ (۳)

۲.۷۵ (۴)

پاسخ) گزینه ۳

$$\text{ساختمان ۱} \begin{cases} \text{خطر نسبی زیاد} \\ - T = 1 \text{ Sec} \\ \text{تیپ IV خاک} \end{cases} \xrightarrow{\text{جدول ۲-۲ آیین نامه ۲۸۰۰}} \begin{cases} T_o = 0.15 \\ T_s = 1 \\ S = 1.75 \\ S_o = 1.1 \end{cases}$$

$$T = T_s \rightarrow \begin{cases} N = 1 \\ B_1 = S + 1 = 2.75 \end{cases} \rightarrow B_1 = NB_1 = 2.75$$

$$\text{ساختمان ۲} \begin{cases} \text{خطر نسبی زیاد} \\ - T = 1 \text{ Sec} \\ \text{تیپ I خاک} \end{cases} \xrightarrow{\text{جدول ۲-۲ آیین نامه ۲۸۰۰}} \begin{cases} T_o = 0.1 \\ T_s = 0.4 \\ S = 1.5 \\ S = 1 \end{cases}$$

$$T_s < T < 4 \rightarrow N = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1 = \frac{0.7}{4 - 0.4} (1 - 0.4) + 1 = 1.117$$

$$T_s < T \rightarrow B_1 = (S + 1) + \left(\frac{T_s}{T}\right) = (1.5 + 1) \left(\frac{0.4}{1}\right) = 1$$

$$\Rightarrow B_2 = NB_1 = 1.117$$

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{2.75}{1.117} = 2.46 \approx 2.5$$

۱۲- در تراز هر طبقه از یک ساختمان و در هر دو جهت برای آنکه مقدار برون مرکزی اتفاقی بیش از ۶ درصد بعد ساختمان در آن طبقه و در امتداد عمود بر نیروی جانبی نباشد، نسبت حداکثر تغییر مکان جانبی نسبی طبقه (که در یک انتهای ساختمان رخ می‌دهد و براساس برون مرکزی اتفاقی ۰.۵٪ محاسبه شده است)، به حداقل تغییر مکان جانبی نسبی طبقه (که در انتهای دیگر ساختمان رخ می‌دهد و براساس برون مرکزی اتفاقی ۰.۵٪ محاسبه شده است)، حداکثر چقدر می‌تواند باشد؟ (نزدیک‌ترین گزینه به جواب مدنظر است).

۱.۲ (۱)

۱.۴ (۲)

۱.۶ (۳)

۱.۹ (۴)

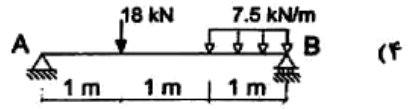
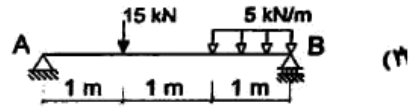
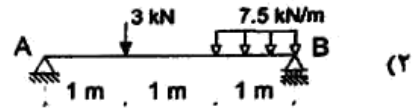
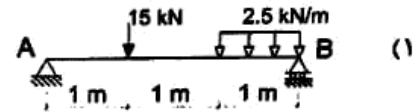
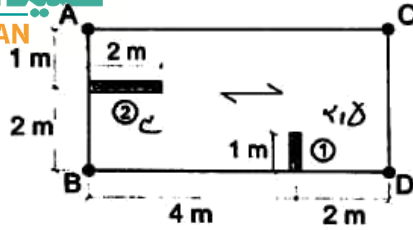
پاسخ) گزینه ۴

$$\left. \begin{aligned} \dots 0.5 A_j = \dots 0.6 \rightarrow A_j = 1.2 \\ A_j = \left(\frac{\Delta_{\max}}{1.2 \Delta_{\max}} \right)^2 \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{\Delta_{\max}}{1.2 \Delta_{\max}} = \sqrt{1.2} \rightarrow \Delta_{\max} = 0.761 \Delta_{\max}$$

$$\Delta_{\text{ave}} = \frac{\Delta_{\max} + \Delta_{\min}}{2} = 0.761 \Delta_{\max} \rightarrow \Delta_{\min} = 0.52 \Delta_{\max} \Rightarrow \frac{\Delta_{\max}}{\Delta_{\min}} = 1.46$$

بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

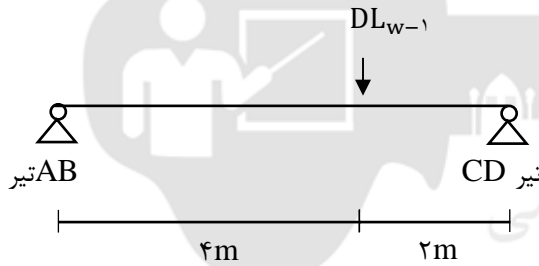
۱۳- در پلان شکل زیر، موقعیت تیغه‌های ۱ و ۲ با وزن واحد سطح به ترتیب برابر با 2.5 kN/m^2 و 3 kN/m^2 نشان داده شده است. بار (بدون ضریب) وارد بر تیر AB ناشی از این تیغه‌بندی‌ها و به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (ارتفاع موثر تیغه‌ها برابر ۳ متر و بار زنده کف برابر 2.5 kN/m^2 فرض شود).



پاسخ) گزینه ۱

وزن واحد سطح دیوارهایش از است و بنابراین باید در محل خود به صورت بار مرده اعمال شوند.

دیوار ۱ :

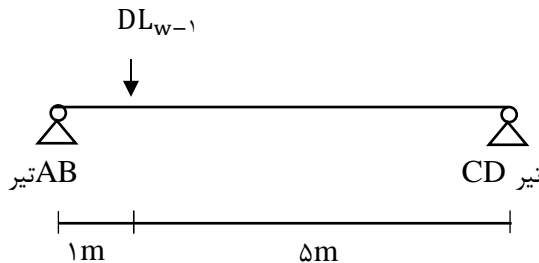


$$DL_{w-1} = 3 \times 2.5 = 7.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

↑ ارتفاع دیوار ↑ وزن واحد سطح

$$\text{سهم تیر AB} = 7.5 \times \frac{2}{4+2} = 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

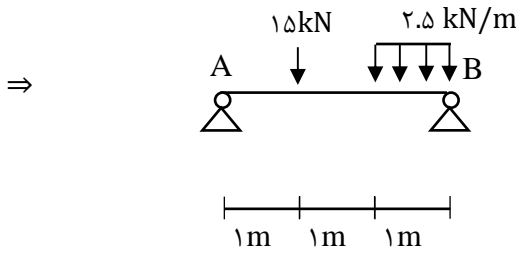
دیوار ۲ :



$$DL_{w-2} = 3 \times 2 \times 3 = 18 \text{ kN}$$

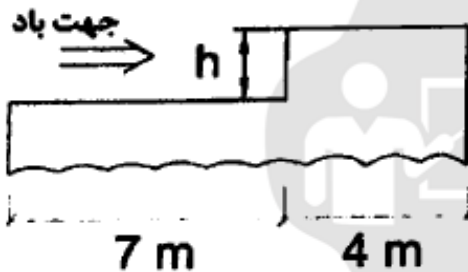
↑ ارتفاع دیوار ↑ عرض دیوار ↑ وزن واحد سطح

$$CD \text{ تیر} = ۱۸ \times \frac{۵}{۱+۵} = ۱۵ \text{ kN}$$



۱۴- 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_1, C_s, C_c در برابر واحد باشند، حداکثر مقدار h

چقدر باشد تا بار انباشتی برف لحاظ نشود؟



$$h = ۱.۰۱ \text{ m} \quad (۱)$$

$$h = ۰.۷۴ \text{ m} \quad (۲)$$

$$h = ۰.۵۵ \text{ m} \quad (۳)$$

$$h = ۰.۴۶ \text{ m} \quad (۴)$$

پاسخ) گزینه ۳

$$\left. \begin{array}{l} \text{شرط در نظر نگرفتن انباشتی برف: } \frac{h_c}{h_b} < ۰.۲ \\ h_c = h - h_b \text{ : ارتفاع نزدیکترین فقط بام مجاور بالاتر از روی برف متوازن روی بام پایین تر} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{h - h_b}{h_b} < ۰.۲$$

$$\rightarrow h = ۱.۲h_b$$

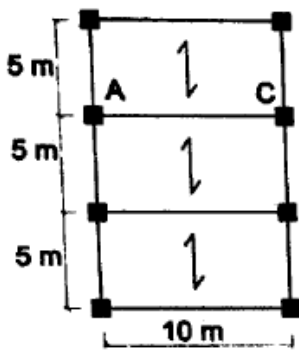
$$P_r = ۰.۷C_sC_tC_eI_sP_g = ۰.۷ \times ۱ \times ۱ \times ۱ \times ۱ \times ۲ = ۱.۴ \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$Y = ۰.۴۳P_g + ۲.۲ = ۰.۴۳ \times ۲ + ۲.۲ = ۳.۰۶$$

$$h_b = \frac{P_r}{Y} = \frac{۱.۴}{۳.۰۶} = ۰.۴۵۷$$

$$\Rightarrow h < ۱.۲h_b = ۰.۵۵$$

۱۵- 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 بر حسب KN که به این تیر وارد می شود، به کدام یک از موارد زیر نزدیک تر



است؟

(۱) صفر

(۲) ۵۳

(۳) ۷۴

(۴) ۹۰

پاسخ) گزینه ۲

$A = 0.35$ → خطر نسبی زلزله بسیار زیاد → شهر قزوین

$I = 1$ → ساختمان اداری

$W_p = (10 \times 5) \times 5 = 250 \text{ kN}$ (صرفاً بار مرده در نظر گرفته می شود)

$\Rightarrow F_v = 0.6AIW_p = 0.6 \times 0.35 \times 1 \times 250 = 52.5 \text{ kN}$

توضیح: با توجه به اینکه مقدار بار متمرکز اعمال شده کم تر از نصف کل بار وارد بر تیر می باشد، بنابراین به عنوان بار قائم متمرکز قابل توجه در نظر گرفته نمی شود و صرفاً به علت واقع شدن ساختمان در پهنه با خطر نسبی زیاد زلزله می بایست بار قائم زلزله را در نظر گرفت. طبق آیین نامه در ساختمان های مشمول شرایط فوق مقدار W_p صرفاً براساس بار مرده خواهد بود.

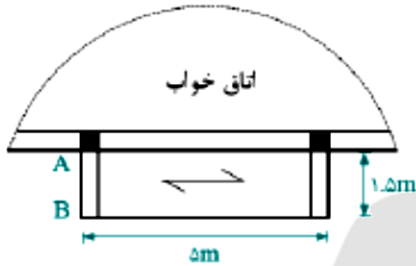
✓ مطابقت با آزمون آزمایشی:

شبهه این سوال در آزمون آزمایشی آموزشگاه نیز مطرح شده است که در زیر مشاهده می فرمایید:

۳۵- در شکل زیر قسمتی از پلان یک ساختمان مسکونی واقع در شهر آبادان نمایش داده شده است. بار

مرده بر واحد سطح سقف برابر 6.5 کیلونیوتن بر مترمربع بوده و از وزن تیغه‌ها و سایر بارهای الحاقی

صرفنظر می‌شود. لنگر حداکثر ایجاد شده در تیر طره‌ای بالکن (AB) ناشی از صرفاً بار قائم زلزله



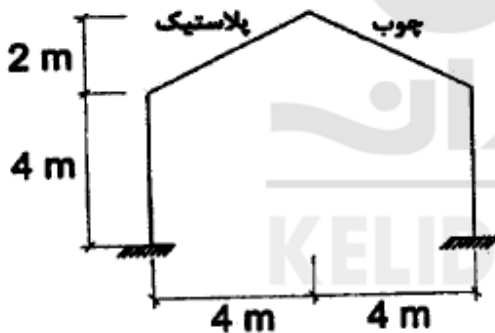
بر حسب کیلونیوتن در متر چقدر است؟

- | | |
|---------|---------|
| ۳.۵ (۲) | ۲.۲ (۱) |
| ۲.۵ (۴) | ۳.۲ (۳) |

۱۶- ساختمان نشان داده شده در شکل زیر دارای زیر بام باز و بدون گرمایش است. سطح شیب‌دار 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؟

- | |
|----------|
| ۰.۸۰ (۱) |
| ۱ (۲) |
| ۱.۲۵ (۳) |
| ۱.۷۰ (۴) |

پاسخ) گزینه ۳

$C_t = 1.2$: سازه‌های با زیر بام باز و سازه‌های بدون گرمایش

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

$C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} = 0.789$ → لغزنده → پوشش پلاستیک

$C_s = 1$ → غیرلغزنده → پوشش چوب

$$\Rightarrow \frac{G_{S(چوب)}}{G_{S(چوب)}} = \frac{1}{0.789} = 1.27$$

۱۷- 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 II وزن موثر لرزه‌ای ساختمان ۱۲۰۰ kN و مقطع ستون‌ها لوله فرض شوند، حداقل ممان اینرسی مقطع ستونها بر حسب mm^4 برای اینکه تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی طبقه از مقدار مجاز بیشتر نشود به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (ساختمان با اهمیت زیاد فرض می‌شود).



$$(F_y = 240 \text{ MPa})$$

$$(1) 19000 \times 10^4$$

$$(2) 24000 \times 10^4$$

$$(3) 32000 \times 10^4$$

$$(4) 35000 \times 10^4$$

پاسخ) سوال اشکال دارد

در فرآیند حل این سؤال نیاز به برآورد زمان تناوب اصلی نوسان سازه می‌باشد که برای سیستم کنسولی در آیین‌نامه ۲۸۰۰ رابطه تجربی ارائه نشده است و در صورت سؤال هم مقدار زمان تناوب بیان نشده است.

۱۸- ساختمانی دارای بام تخت و دو زهکش فرعی به قطر ۱۵۰ mm و ارتفاع ۱۵۰ mm از سطح بام می‌باشد. مساحت بامی که این زهکش در آن قرار دارد برابر با ۵۰۰ مترمربع می‌باشد. در صورتی که شدت باران طرح (۹۰ میلی‌متر بر ساعت در نظر گرفته شود، بار ناشی از باران وارد ابر این بام در اطراف زهکش فرعی بر حسب kN/m^2 به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

$$(4) 1.75$$

$$(3) 0.25$$

$$(2) 1.5$$

$$(1) 2$$

$$A = 250 \text{ m}^2 \text{ : مساحت تحت پوشش هر زهکش}$$

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} A_i = 0.278 \times 10^{-6} \times 250 \times 90 = 0.0062 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

$$Q = 0.0062 \left. \begin{array}{l} \text{جدول ۱-۸-۶ مبحث ۶} \\ \text{زهکش با قطر ۱۵۰ میلی‌متر} \end{array} \right\} \longrightarrow d_h = 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow R = 0.01(d_s + d_h) = 0.01(150 + 25) = 1.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

✓ مطابقت با آزمون آزمایشی:

شبهه این سوال در آزمون آزمایشی آموزشگاه نیز مطرح شده است که در زیر مشاهده می فرمایید:

۶- بار باران روی بام تغییر شکل نیافته یک ساختمان مسکونی واقع در شهر رشت با مساحت ۱۰۰ مترمربع

با فرض استفاده از زهکش با قطر ۱۵۰ میلی‌متر به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ (عمق آب روی بام تا

دهانه ورودی شبکه زهکش فرعی ۷۰ میلی‌متر بوده و شدت بارندگی طرح ۲۰۰ میلی‌متر بر ساعت است)

۱) ۰.۹۵ (۲) ۰.۸۵ (۳) ۱.۰۵ (۴) ۱.۱۵

۱۹- اگر در محاسبه کامپیوتری یک ساختمان بتن آرمه از نوع قاب خمشی، در محاسبه سختی موثر تیرها

مقدار ممان اینرسی تیرها برابر $0.35I_g$ و در محاسبه سختی موثر ستون‌ها مقدار امان 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؟

۱) ۱.۲۰ (۲) ۱.۴۳ (۳) ۰.۷۰ (۴) ۰.۸۴

$$\left. \begin{array}{l} T \propto \sqrt{k} \quad \text{زمان تناوب با جذر سختی متناسب است} \\ k \propto \frac{1}{I} \quad \text{سختی با معکوس ممان اینرسی تقاطع متناسب است} \end{array} \right\} \rightarrow T \propto \sqrt{\frac{1}{I}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{\text{محاسباتی}}}{T_{2800}} = \sqrt{\frac{I_{2800}}{I_{\text{محاسباتی}}}} = \sqrt{\frac{0.5 I_g}{0.35 I_g}} \quad \text{یا} \quad \sqrt{\frac{I_g}{0.5 I_g}} = 1.2$$

در ستون در تیر

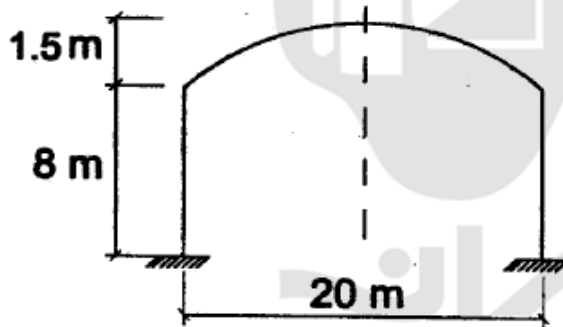
توضیح: براساس استاندارد ۲۸۰۰ در محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان بتن آرمه می‌بایست:

- در تیرها $I_e = 0.5 I_g$

- در ستون‌ها $I_e = I_g$

۲۰- بار برف حداقل برای بام قوسی شکل سقف یک درمانگاه در شهر طبس بر حسب kN/m^2 به کدام یک

از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



(۱) ۰.۵

(۲) ۰.۶

(۳) ۱.۰

(۴) ۱.۲

پاسخ) گزینه ۲

نیاز به اعمال بار حداقل برف $\rightarrow 1.0 < 8.53 = \tan^{-1}\left(\frac{1.5}{1.0}\right) = \alpha$ است

$$P_g = 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{برف کم} \rightarrow \text{منطقه ۲} \rightarrow \text{شهر طبس}$$

$$I_s = 1.2 \rightarrow \text{گروه خطرپذیری ۱} \rightarrow \text{درمانگاه}$$

$$P_g \leq 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow P_m = I_s P_g = 1.2 \times 0.5 = 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

۲۱- دو ساختمان هم ارتفاع ۱۰ طبقه در کنار یکدیگر ساخته می‌شوند. ساختمان شماره یک دارای قاب خمشی فولادی متوسط + مهاربند همگرای ویژه فولادی و تغییر مکان جانبی طرح بام آن برابر ۹۰mm و ساختمان شماره ۲ دارای قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربند واگرای ویژه فولادی با تغییر مکان جانبی طرح بام برابر ۶۰mm می‌باشد. تغییر مکان‌ها 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 ۳.۵ متر در نظر بگیرید).

۶۳۰ (۴)

۵۱۰ (۳)

۳۵۰ (۲)

۱۰۸ (۱)

پاسخ (گزینه ۳)

$C_d = 5 \rightarrow$ قاب خمشی فولادی متوسط + مهاربندی همگرای ویژه فولادی : ساختمان شماره ۱

$\Delta_{m_1} = C_d \Delta_{eu} = 5 \times 90 = 450 \text{ mm}$: تغییر مکان جانبی غیرخطی

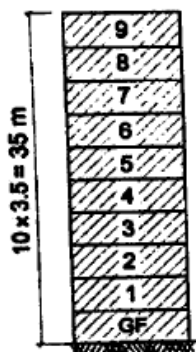
$C_d = 4 \rightarrow$ قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربندی واگرای ویژه فولادی : ساختمان شماره ۲

$\Delta_{m_2} = C_d \Delta_{eu} = 4 \times 60 = 240 \text{ mm}$: تغییر مکان جانبی غیرخطی

درز انقطاع : $\Delta = \sqrt{\Delta_{m_1}^2 + \Delta_{m_2}^2} = \sqrt{450^2 + 240^2} = 510 \text{ mm}$

۲۲- ساختمانی ده طبقه شامل همکف (در سطح تراز پایه سازه ساختمان) و ۹ طبقه روی همکف می‌باشد. ارتفاع تمام طبقات ۳.۵m، زمین بستر ساختمان خاک رس بسیار سخت با ضخامت ۳۵m و دیوارهای خارجی ساختمان غیرمسلح با مصالح بنایی و غیرسازه‌ای می‌باشند 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.



۱ (۱)

۱.۶۳ (۲)

۱.۲۵ (۳)

۱.۴۴ (۴)

پاسخ) گزینه ۴

$A = 0.3 \rightarrow$ پهنه‌بندی با خطر نسبی زیاد

$S = 1.5 \rightarrow$ زمین تیپ II \rightarrow خاک رس بسیار سخت با ضخامت بیش از ۳۰ متر

$$\left\{ \begin{array}{l} a_p = 1 \\ R_{pu} = 2.5 \end{array} \right. \text{طبق جدول ۱-۴ استاندارد ۲۸۰۰}$$

$$\text{حدافل نیروی جانبی زلزله: } V_{pu(\min)} = 0.3A(1+s)I_p W_p = 0.225 I_p W_p$$

$$\text{حداکثر نیروی جانبی زلزله: } V_{pu(\max)} = 1.6A(1+s)I_p W_p = 1.2 I_p W_p$$

$$\text{نیروی جانبی زلزله بر دیوار طبقه هشتم: } V_{pu_8} = \frac{0.4 a_p A (1+s) I_p W_p}{R_{pu}} \left(1 + 2 \frac{Z}{H} \right)$$

$$= \frac{0.4 \times 1 \times 0.3 \times (1 + 1.5) W_p I_p}{2.5} \left(1 + 2 \times \frac{29.75}{35} \right)$$

$$= 0.324 W_p I_p \quad \therefore \text{ok}$$

$$\text{نیروی جانبی زلزله بر دیوار طبقه سوم: } V_{pu} = \frac{0.4 \times 1 \times 0.3 \times (1 + 1.5) W_p I_p}{2.5} \left(1 + 2 \times \frac{12.25}{35} \right)$$

$$= 0.204 W_p I_p < V_{pu(\min)}$$

$$\rightarrow V_{pu_r} = V_{pu(\min)} = 0.225 W_p I_p$$

$$\Rightarrow \frac{V_{pu_8}}{V_{pu_r}} = \frac{0.324 W_p I_p}{0.225 W_p I_p} = 1.44$$

۲۳- در یک ساختمان ۵ طبقه با زمان تناوب اصلی 0.5 ثانیه، مقدار نیروی موثر وارد بر دیافراگم پائین ترین

طبقه جهت طراحی دیافراگم، به کدام یک 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؟

$\frac{1}{15} V_u$ (۴) $\frac{1}{10} V_u$ (۳) $\frac{1}{5} V_u$ (۲) V_u (۱)

پاسخ (گزینه ۲)

$T = 0.5 \text{ Sec} \rightarrow k = 1$

$$F_{u_i} = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n w_j h_j^k} V_u \rightarrow \begin{cases} F_{u_1} = \frac{1}{15} V_u \\ F_{u_2} = \frac{2}{15} V_u \\ \vdots \\ F_{u_5} = \frac{5}{15} V_u \end{cases}$$

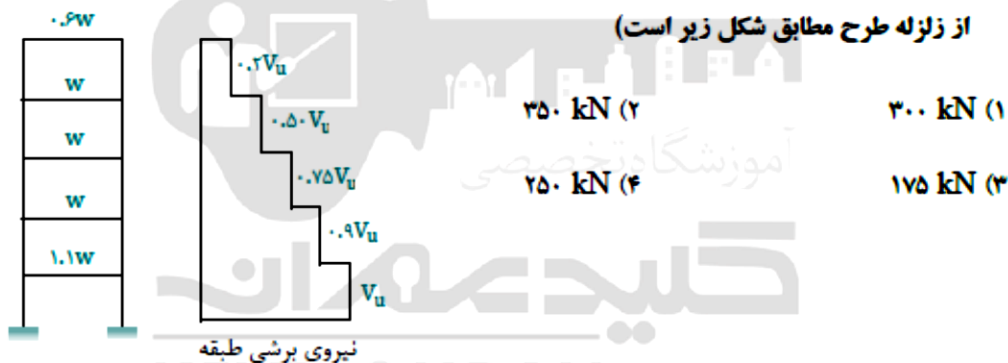
$$F_{P_{u_i}} = \left(\frac{\sum_{j=i}^n F_{u_j}}{\sum_{j=i}^n w_j} \right) w_i = \frac{(\frac{1}{15} + \frac{2}{15} + \frac{3}{15} + \frac{4}{15} + \frac{5}{15}) V_u}{5W} w = \frac{1}{5} V_u$$

✓ مطابقت با آزمون آزمایشی:

شبهه این سوال در آزمون آزمایشی آموزشگاه نیز مطرح شده است که در زیر مشاهده می فرمایید:

۳۹- نیروی موثر وارد بر دیافراگم صلب یک ساختمان مسکونی پنج طبقه در شهر اصفهان در طبقه دوم

به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ (وزن موثر لرزه‌ای هر طبقه و برش ایجاد شده در آن ناشی



(توضیح شکل: $V_u = 1000 \text{ kN}$, $w = 1400 \text{ kN}$)

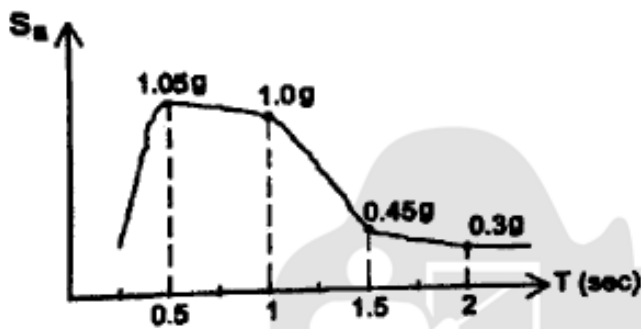
۲۴- ساختمان یک بیمارستان دارای سیستم قاب خمشی فولادی ویژه منظم با ارتفاع ۶۰ متر از تراز پایه می-

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 ۱ ثانیه به شتاب طیفی (مورد استفاده در محاسبات سازه) برای زمان تناوب ۲ ثانیه به کدام

یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟



۱.۸ (۱)

۲.۱ (۲)

۲.۶ (۳)

۳.۳ (۴)

پاسخ) گزینه ۱

$A = 0.3 \rightarrow$ خطر نسبی زلزله بسیار زیاد \rightarrow شهر تبریز

(با فرض عدم اثر جداگرهای میانقابی) $T = 0.08H^{0.75} = 0.08 \times 60^{0.75} = 1.72 \text{ Sec}$

$$\text{خاک تیپ IV} \begin{cases} T_0 = 0.15 \\ T_s = 1 \\ S = 1.75 \\ S = 1.1 \end{cases}$$

$$T_s < T < 4 \text{ Sec} \rightarrow N = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1 = \frac{0.7}{4 - 1} (1.72 - 1) + 1 = 1.168$$

$$T > T_s \rightarrow B_1 = (s + 1) \left(\frac{T_s}{T} \right) = (1.75 + 1) \left(\frac{1}{1.72} \right) = 1.599$$

$$\Rightarrow B = NB_1 = 1.867$$

$$\Rightarrow (AB)_{\text{استاندارد ۲۸۰۰}} = 0.65$$

نمودار طیف ویژه ساختگاه می بایست به تعداد حداکثر خود مقیاس شود، بنابراین براساس نمودار خواهیم داشت:

$$S_a(T = 1 \text{ Sec}) = 1 \times \frac{1}{1.05} = 0.952$$

$$S_a(T = 2 \text{ Sec}) = 0.3 \times \frac{1}{1.05} = 0.286$$

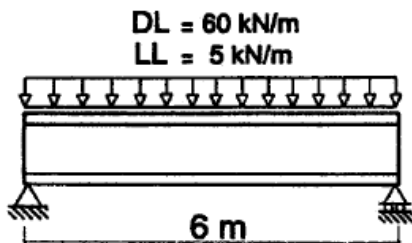
با توجه به اینکه تعداد برش پایه بدست آمده از طیف ویژه ساختگاه در زمان $T = 2 \text{ Sec}$ کم برش پایه حاصل از تحلیل استاتیکی خواهد بود، می‌بایست مقدار S_a در زمان ۲ ثانیه مطابق زیر افزایش داده شود:

$$S_a(T = 2 \text{ Sec}) = 0.286 \times \left[0.85 \times \frac{0.65}{0.286} \right] = 0.55$$

$$\Rightarrow \frac{S_a(T = 1 \text{ Sec})}{S_a(T = 2 \text{ Sec})} = \frac{0.952}{0.55} = 1.73 \approx 1.8$$

توضیح: در صورت سؤال می‌بایست به عدم اثر جداگرهای میانقابی اشاره می‌گردید.

۲۵- در تیر فولادی شکل زیر با مقطع IPE۴۵۰ و در طراحی به روش LRFD حداقل مقاومت خمشی مورد نیاز تیر به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ از وزن تیر صرف‌نظر شود و تیر در طول خود دارای مهار جانبی کافی است. از مولفه قائم زلزله صرف‌نظر می‌شود.



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

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

$$360 \text{ kN.m (2)}$$

$$378 \text{ kN.m (1)}$$

$$408 \text{ kN.m (4)}$$

$$293 \text{ kN.m (3)}$$

پاسخ) گزینه ۱

حل: لازم به ذکر است که حداقل مقاومت خمشی مورد نیاز تیر همان حداکثر لنگر خمشی ایجاد شده در تیر ناشی از بارگذاری ضریب‌دار می‌باشد. بنابراین داریم:

$$M_{u1} = \frac{(1.2q_D + 1.6q_L)L^2}{8} = \frac{(1.2 \times 60 + 1.6 \times 5) \times 6^2}{8} = 360 \text{ kN.m}$$

$$M_{u2} = \frac{(1.4q_D)L^2}{8} = \frac{(1.4 \times 6.0) \times 6^2}{8} = 378 \text{ kN.m}$$

$$M_u = \max\{M_{u1}, M_{u2}\} = 378 \text{ kN.m}$$

$$M_u = \max\{M_{u1}, M_{u2}\} = 378 \text{ kN.m} \rightarrow \text{گزینه ۱ صحیح است}$$

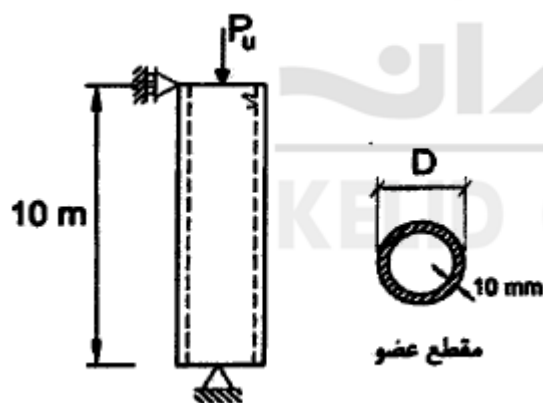
تذکر: با توجه به اینکه مقطع نورد شده است و از تکیه‌گاه‌های جانبی کافی نیز استفاده شده است. کمانش موضعی و کمانش پیچشی - جانبی در مقطع رخ نمی‌دهد. بنابراین برای محاسبه‌ی لنگر خمشی مقاوم اسمی حالت حدی تسلیم کنترل‌کننده خواهد بود.

$$\Phi M_n = \Phi M_p = 0.9 \times ZF_y$$

$$= 0.9 \times 170.2 \times 10^3 \times 240 = 367.6 \times 10^6 \text{ N.mm}$$

۲۶- 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 کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



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

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

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

(۱) ۲۰۰ mm و ۱۰۰۰ mm

(۲) ۱۶۰ mm و ۱۰۰۰ mm

(۳) ۲۰۰ mm و ۹۰۰ mm

(۴) ۱۶۰ mm و ۹۰۰ mm

پاسخ) گزینه ۴

حل: سؤال ترکیبی از فصل ۳ و ۴ جزوه کلاسی.

$$\frac{D}{t} \leq \lambda_r = 0.11 \frac{E}{F_y}$$

کمانش موضعی در اعضای تحت نیروی فشاری

$$\frac{D}{10} \leq 0.11 \times \frac{2 \times 10^5}{240} \Rightarrow D \leq 916.7 \text{ mm}$$

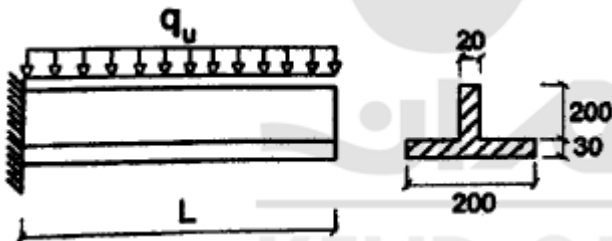
$$\text{کنترل حداکثر لاغری در اعضای تحت نیروی فشاری} : \frac{KL}{r} \leq 200$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{\pi}{8} \times D^3 \cdot t}{\pi D t}} = \sqrt{\frac{D^2}{8}} = \frac{D}{\sqrt{8}}$$

$$\Rightarrow \frac{1 \times 10000}{\frac{D}{\sqrt{8}}} \leq 200 \Rightarrow D \geq \frac{10000 \times \sqrt{8}}{200} = 141.4 \text{ mm}$$

۲۷- 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 میلی متر است)



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

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

۱.۳۵ (۱)

۱.۶۵ (۲)

۱.۸۰ (۳)

۲.۴۰ (۴)

پاسخ) گزینه ۳

حل: مربوط به فصل ۵ جزوه‌ی کلاسی.

$$\frac{M_p}{M_y} = \frac{F_y Z}{F_y S_t} = \frac{Z}{S_t}$$

$$A = 200 \times 20 + 200 \times 30 = 10000 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A}{2} = 200 \times \bar{y}_P \Rightarrow \frac{10000}{2} = 200 \times \bar{y}_P \Rightarrow \bar{y}_P = 25 \text{ mm}$$

$$Z = 200 \times 25 \times \frac{25}{2} + 200 \times 5 \times \frac{5}{2} + 200 \times 20 \times \left(5 + \frac{20}{2}\right) = 4.85 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

$$\bar{y}_e = \frac{\sum A_i \bar{y}_i}{\sum A_i} = \frac{200 \times 30 \times 15 + 200 \times 20 \times 130}{10000} = 61 \text{ mm}$$

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

$$= 4.55 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

$$S_t = \frac{I}{C_t} = \frac{4.55 \times 10^7}{230 - 61} = 2.69 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

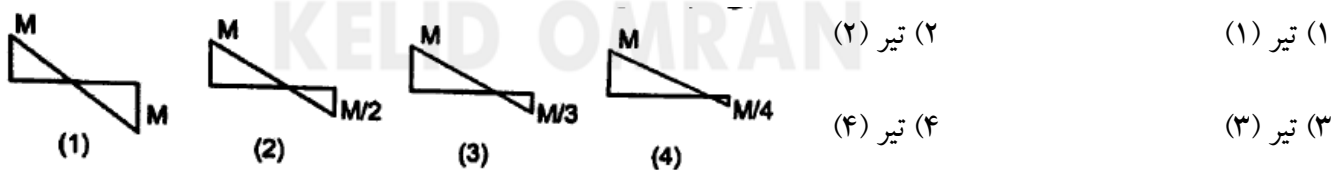
$$\frac{M_p}{M_y} = \frac{4.85 \times 10^5}{2.69 \times 10^5} = 1.80$$

تذکر: این سوال، مشابهی مسئله ۳۰ جزوهی کلاسی می‌باشد.

۲۸- 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. کدام یک از تیرهای زیر به لحاظ کمانش جانبی - پیچشی

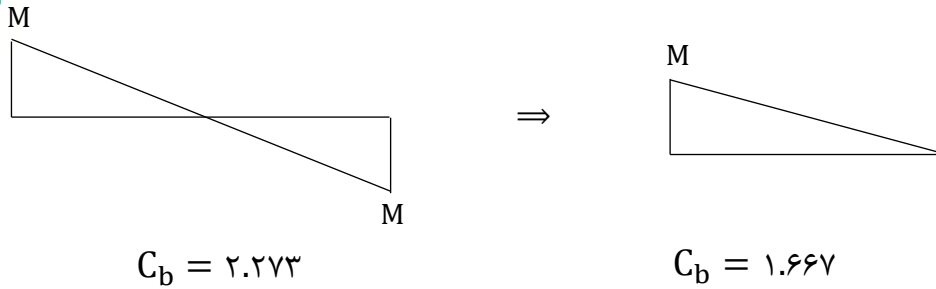
از شرایط بحرانی تری برخوردار است؟



پاسخ (گزینه ۴)

حل: مربوط به فصل ۵ جزوهی کلاسی.

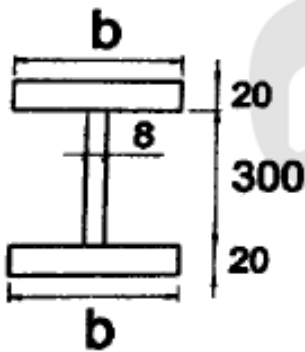
با توجه به اینکه هرچه C_b بزرگتر باشد، مقاومت خمشی اسمی مقطع بزرگتر می‌باشد، بنابراین بحرانی‌ترین حالت زمانی رخ می‌دهد که C_b کوچکترین مقدار را داشته باشد.



بحرانی‌ترین حالت تیر (۴) می‌باشد. ← گزینه ۴ صحیح است.

۲۹- در یک تیر فولادی با مقطع شکل زیر چنانچه فاصله مهارهای جانبی برابر ۳ 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 نزدیک‌تر است؟ (ابعاد به میلی‌متر

است)



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

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

(۱) ۲۰۰ mm

(۲) ۲۳۰ mm

(۳) ۲۶۰ mm

(۴) ۳۰۰ mm

پاسخ) گزینه ۲

حل: مربوط به فصل ۵ جزوه‌ی کلاسی.

در صورتی حالت حدی کمانش جانبی پیچشی حاکم بر مقاومت خمشی تیر نمی‌شود که فاصله‌ی مهارهای جانبی بیش‌تر از L_p باشد.

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

$$3000 \leq 1.76 \times r_y \times \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{240}} \Rightarrow r_y \geq 59 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{I_y}{A}} \geq 59 \Rightarrow \frac{I_y}{A} = 59^2$$

$$\Rightarrow 2 \times \frac{20 \times b^3}{12} + \frac{300 \times 8^3}{12} = 59^2 \times (2 \times 20 \times b + 300 \times 8)$$

$$\Rightarrow b = 229.5 \text{ mm} \rightarrow \text{گزینه ۲ صحیح است.}$$

۳۰- در یک تیر I شکل فولادی ساخته شده از ورق در یکی از چشمه‌ها مقدار ضریب K_v برابر ۱۰ محاسبه

شده است. حداکثر مقدار h/t_w برای آنکه در این چشمه تعبیه سخت‌کننده‌های عرضی اضافی عملاً

نتواند مقدار مقاومت برشی اسمی مقطع را افزایش دهد، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

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

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

$$100 \quad (1)$$

$$70 \quad (2)$$

$$64 \quad (3)$$

$$123 \quad (4)$$



پاسخ) گزینه ۱

حل: مربوط به فصل ۶ جزوه‌ی کلاسی.

$$K_v = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} \Rightarrow 10 = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} \Rightarrow \frac{a}{h} = 1$$

با توجه به این رابطه چنانچه مقدار مقاومت برشی با سخت‌کننده‌ی عرضی اضافی نتواند افزایش یابد، در واقع مقدار K_v

با سخت‌کننده‌ی اضافی نباید تغییر کند. $\phi V_n = \phi \times 0.6 F_y A_w C_v \rightarrow$

با اضافه شدن سخت کننده‌ی عرضی $\leftarrow a$ کاهش می‌یابد $\leftarrow \frac{a}{h}$ کاهش می‌یابد $\leftarrow K_V$ افزایش می‌یابد در نتیجه C_V باید برابر مقداری باشد که به K_V وابسته نباشد، بنابراین:

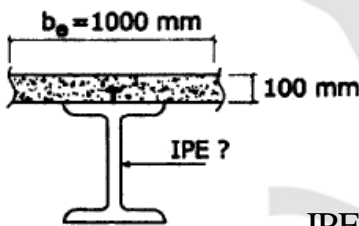
$$C_V = 1.0 \Rightarrow \frac{h}{t_w} \leq 1.1 \sqrt{\frac{K_V E}{F_y}}$$

$$\Rightarrow \frac{h}{t_w} = 1.1 \times \sqrt{\frac{1.0 \times 2 \times 10^5}{240}} = 100.4 \rightarrow \text{گزینه ۱ صحیح است}$$

۳۱- 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 خشی پلاستیک مقطع از بالای بتن بیش از نصف

ضخامت دال بتن باشد، به کدام یک از نیمرخ‌های زیر نزدیک‌تر است؟



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

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

IPE ۳۳۰ (۴)

IPE ۲۷۰ (۳)

IPE ۲۲۰ (۲)

IPE ۱۸۰ (۱)

پاسخ (گزینه ۳)

حل: مربوط به فصل ۷ جزوه‌ی کلاسی.

$$\bar{y}_P \geq \frac{100}{2} = 50 \text{ mm}$$

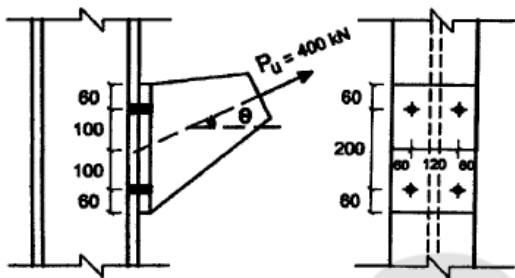
$$0.85 f_c b_e \bar{y}_P = F_y A_{IPE}$$

$$\Rightarrow 0.85 \times 25 \times 1000 \times 50 = 240 \times A_{IPE}$$

$$\Rightarrow A_{IPE} \geq 4427 \text{ mm}^2 \Rightarrow IPE 270 : A = 4590 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{گزینه ۳ صحیح است.}$$

تذکر: این سؤال مشابه مسئله‌های ۶۳ و ۶۸ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

۳۲- در اتصال اتکایی شکل زیر قطر پیچ‌ها برابر ۲۰ میلی‌متر و پیچ‌ها از نوع 8.8 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).



(۱) ۲۵ درجه

(۲) ۴۰ درجه

(۳) ۶۰ درجه

(۴) ۷۵ درجه

پاسخ) گزینه ۲

حل: مربوط به فصل ۹ جزوه‌ی کلاسی.

$$R_{uv} \leq \phi R_{nv} = 0.75 F'_{nv} A_{nb} \quad , \quad F'_{nv} = F_{nv} \left(1.3 - \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} \right)$$

$$\frac{400 \times 10^3 \times \sin \theta}{4} \leq 0.75 \times 0.45 \times 800 \times \left(1.3 - \frac{400 \times 10^3 \times \cos \theta}{4 \times \frac{\pi}{4} \times 20^2} \right) \times \frac{\pi}{4} \times 20^2$$

$$\Rightarrow 1.179 \sin \theta \leq 1.3 - 0.707 \cos \theta \Rightarrow \theta = 40.1^\circ \rightarrow \text{گزینه ۲ صحیح است}$$

تذکر: این سوال، مشابه مسائل ۷۹ و ۸۵ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

۳۳- تیر پیوند قاب مهاربندی شده واگرا دارای مقطع I شکل متقارن بوده و هر بال آن دارای مقطع 200×12 mm و جان آن دارای مقطع 400×10 mm است. اگر نیروی محوری در تیر پیوند ناچیز باشد. حداکثر دوران غیرارتجاعی مجاز تیر پیوند به طول ۱۱۰۰mm نسبت به ناحیه خارج از آن بر حسب رادین به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۰.۰۸(۴)

۰.۰۶(۳)

۰.۰۲(۲)

۰.۰۴(۱)

حل: مربوط به فصل ۱۳ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

$$P_u = 0 \Rightarrow \frac{P_u}{P_c} = 0 \leq 0.15$$

$$M_p = F_y Z = F_y \times (2 \times 200 \times 12 \times 206 + 2 \times 200 \times 10 \times 100) \\ = 1.39 \times 10^6 \times F_y \text{ (N.mm)}$$

$$V_p = 0.6 F_y A_{lw} = 0.6 F_y (400 \times 10) = 2400 \times F_y \text{ (N)}$$

$$e = 1100 > \frac{1.6 M_p}{V_p} = \frac{1.6 \times 1.39 \times 10^6 F_y}{2400 F_y} = 927 \text{ mm}$$

$$e = 1100 < \frac{2.6 M_p}{V_p} = 1506 \text{ mm}$$

حداکثر دوران مجاز طول تیر پیوند

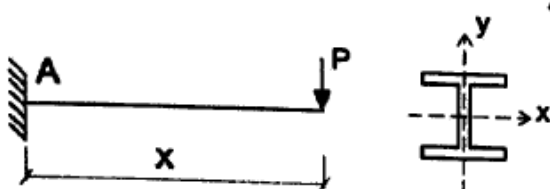
۹۲۷	۰.۰۸
۱۱۰۰	θ
۱۵۰۶	۰.۰۲

$$\Rightarrow \frac{1100 - 927}{1506 - 927} = \frac{\theta - 0.08}{0.02 - 0.08} \Rightarrow \theta = 0.062 \rightarrow \text{گزینه ۳ صحیح است.}$$

۳۴- در شکل زیر، تیر فقط در نقطه A تکیه‌گاه جانبی دارد. اگر مقطع تیر IPE۲۲۰ بوده و مقاومت خمشی

اسمی آن حول محور X برابر $0.8M_p$ تیر باشد، حداکثر طول مجاز تیر بر حسب متر به کدام یک از

گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟



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

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

۲.۵ (۲)

۳.۰ (۱)

۱.۵ (۴)

۲.۰ (۳)

حل: مربوط به فصل ۵ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

$$C_b = 1.0 \Rightarrow \text{تیر کنسول با انتهای آزاد مهار نشده}$$

$$IPE220 \rightarrow L_P = 1260 \text{ mm}, L_r = 4550 \text{ mm}, S_x = 252 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

با توجه به گزینه‌ها می‌توان نتیجه گرفت که $L_P \leq L_b \leq L_r$ می‌باشد. بنابراین:

$$M_n = C_b \left[M_P - (M_P - 0.7 S_x F_y) \frac{L_b - L_P}{L_r - L_P} \right]$$

$$M_P = Z F_y = 285 \times 10^3 \times 240 = 68.4 \times 10^6 \text{ N.mm}$$

$$\Rightarrow 0.8 \times 68.4 \times 10^6 = 68.4 \times 10^6 - (68.4 \times 10^6 - 0.7 \times 252 \times 10^3 \times 240) \times \frac{x - 1260}{4550 - 1260}$$

$$\Rightarrow x = 2987 \text{ mm} \cong 3.0 \text{ m} \rightarrow \text{گزینه ۱ صحیح است.}$$

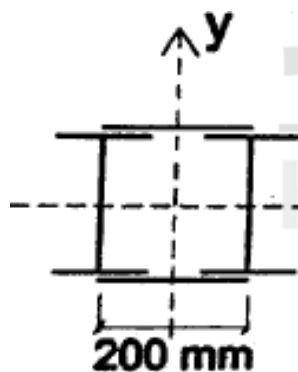
۳۵- ستونی از IPE300 که به فاصله ۲۰۰mm از یکدیگر قرار دارند، با بست‌های موازی (که با جوش به

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 کماتش

خمشی، مقدار نسبت لاغری طراحی ستون به کدام گزینه نزدیک‌تر می‌باشد؟ (فرض کنید کلیه ضوابط

طراحی بست‌ها رعایت می‌شوند).



(۱) ۳۶

(۲) ۴۴

(۳) ۵۲

(۴) ۶۳

پاسخ (گزینه ۴)

حل: مربوط به فصل ۴ جزوه‌ی آموزشی می‌باشد.

$$IPE300: r_x = 125 \text{ mm}, r_y = 33.5 \text{ mm}, I_y = 6.04 \times 10^4 \text{ mm}^4, A = 5380 \text{ mm}^2$$

$$2IPE300 \Rightarrow r_x = \sqrt{\frac{2I_x}{2A}} = 125mm$$

$$I'_y = 2(I_y + Ad^2) = 2(60.4 \times 10^4 + 5380 \times 10^2) = 1.20 \times 10^8 mm^4$$

$$r'_y = \sqrt{\frac{I'_y}{2A}} = \sqrt{\frac{1.20 \times 10^8}{2 \times 5380}} = 105.6mm$$

$$\lambda_x = \frac{KL}{r_x} = \frac{1 \times 5500}{125} = 44$$

$$\lambda_y = \frac{KL}{r'_y} = \frac{1 \times 5500}{105.6} = 52.1$$

$$\frac{a}{r_i} = \frac{1400}{33.5} = 41.8 > 40$$

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_m = \sqrt{\left(\frac{KL}{r}\right)^2 + \left(\frac{k_i a}{r_i}\right)^2} = \sqrt{52.1^2 + \left(\frac{0.86 \times 1400}{33.5}\right)^2} = 63.3 \rightarrow \text{گزینه ۴ صحیح است.}$$

۳۶- مقاومت برشی طراحی ناودانی UNP300 در امتداد عمود بر محور ضعیف مقطع بر حسب kN به کدام

یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ عضو تحت پیچش قرار ندارد و هیچ سخت کننده عرضی وجود

ندارد. $F_y = 240MPa$

۴۶۱ (۴)

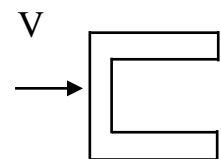
۴۱۴ (۳)

۳۸۸ (۲)

۲۰۷ (۱)

پاسخ (گزینه ۳)

حل: این سوال مربوط به فصل ۶ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.



$$UNP300 \rightarrow b_f = 100\text{mm}, t_f = 16\text{mm}$$

$$d = 300\text{mm} \quad t_w = 10\text{mm}$$

$$\phi V_n = 0.9 \times 0.6 F_y A_w C_v$$

$$k_v = 5 \Rightarrow \frac{b_f}{t_f} = \frac{100}{16} = 6.25 < 1.1 \sqrt{\frac{k_v E}{F_y}} = 1.1 \times \sqrt{\frac{5 \times 2 \times 10^5}{240}} = 71$$

$$\Rightarrow C_v = 1.0$$

$$\phi V_n = 0.9 \times 0.6 \times 240 \times (2 \times 100 \times 16) \times 1.0 = 414.7 \times 10^3 \text{ N}$$

۳۷- مقاومت فشاری اسمی یک ستون فولادی به طول 3.2 متر از ناودانی UNP300 براساس حالت حدی

کمانش خمشی - پیچشی برحسب kN به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر 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).

۶۸۵ (۴)

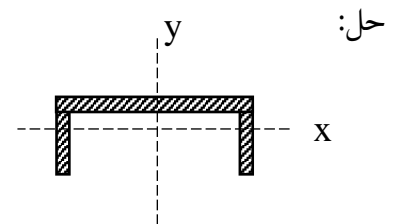
۷۶۰ (۳)

۹۶۸ (۲)

۱۰۷۵ (۱)

پاسخ) گزینه ۱

کلید عمران
KELID OMRAN



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

$$UNP300: I_y = 8030 \times 10^4 \text{ mm}^4, I_x = 495 \times 10^4 \text{ mm}^4, A = 5880 \text{ mm}^2$$

$$x_c = 0, y_c = 54.1 \text{ mm}, r_x = 29 \text{ mm}, r_y = 117 \text{ mm}$$

$$C_w = 68970 \times 10^6 \text{ mm}^6, J = 38.7 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\bar{r}^2 = x_c^2 + y_c^2 + \frac{I_x + I_y}{A_g} = 0^2 + 54.1^2 + \frac{495 \times 10^4 + 8030 \times 10^4}{5880} \Rightarrow \bar{r} = 132.0 \text{ mm}$$

$$H = 1 - \frac{x^2 + y^2}{\bar{r}^2} = 1 - \frac{0.2 + 54.1^2}{132.0^2} = 0.832$$

$$F_{ey} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K_y L}{r_y}\right)^2} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^5}{\left(\frac{1.8 \times 3200}{117}\right)^2} = 814.4$$

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

$$= \left[\frac{\pi^2 \times 2 \times 10^5 \times 68970 \times 10^6}{(1.0 \times 3200)^2} + 77 \times 10^3 \times 38.7 \times 10^4 \right] \times \frac{1}{5880 \times 132.0^2}$$

$$= 420.6$$

$$F_e = \left(\frac{814.4 + 420.6}{2 \times 0.832} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 814.4 \times 420.6 \times 0.832}{(814.4 + 420.6)^2}} \right] = 369.2 \text{ MPa}$$

مقدار F_y در صورت سؤال داده نشده است در حل فرض شده است که $F_y = 240 \text{ MPa}$ می باشد.

$$\frac{F_y}{F_e} = \frac{240}{369.2} = 0.65 \leq 2.25$$

$$\Rightarrow F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) F_y = \left(0.658 \frac{240}{369.2} \right) \times 240 = 182.8 \text{ MPa}$$

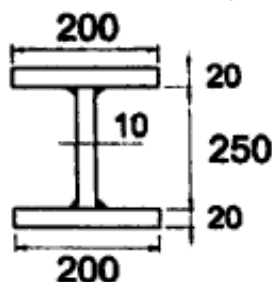
$$P_n = F_{cr} A_g = 182.8 \times 5880 = 1074.9 \times 10^3 \text{ N} \rightarrow \text{گزینه ۱ صحیح است.}$$

تذکر: حل این سوال در جلسه آزمون اشتباه بزرگی است.

۳۸- فرض کنید در یک قاب خمشی فولادی ویژه برای تیرها از مقطع شکل زیر استفاده شده است. برای این

تیر به کار بردن کدام یک از اتصالات گیردار زیر مجاز نمی باشد؟ (طول خالص تیر برابر ۵ متر بوده،

$F_y = 240 \text{ MPa}$ و $E = 2 \times 10^5 \text{ MPa}$ می باشد، همچنین در شکل ابعاد به میلی متر است).

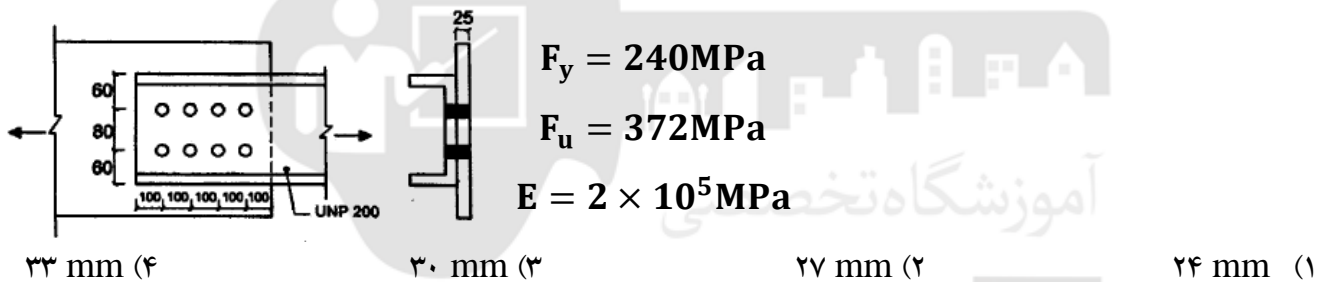


- (۱) RBS
- (۲) BUEEP
- (۳) WUF-W
- (۴) BFP

پاسخ) گزینه ۲

حل: در اتصال BUEEP، عمق تیر متصل شونده بایستی بین ۳۴۰mm تا ۱۴۰۰mm باشد. این در حالی است که عمق مقطع نشان داده شده در شکل ۲۹۰mm بوده و کمتر از حداقل آئین‌نامه‌ای می‌باشد. بنابراین استفاده از اتصال BUEEP مجاز نمی‌باشد. گزینه ۲ صحیح است.

۳۹- در عضو کششی شکل زیر حداکثر قطر اسمی سوراخ استاندارد برای آنکه بتوان از حضور سوراخ در عضو کششی صرف‌نظر نمود، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (فرض کنید فاصله از لبه و فاصله مرکز تا مرکز سوراخ‌ها رعایت شده‌اند و فقط کنترل حالت‌های حدی تسلیم کششی و گسیختگی کششی عضو ناودانی مدنظر است. همچنین فرض کنید در شکل ابعاد به میلی‌متر است).



پاسخ) گزینه ۳

حل: مربوط به فصل ۲ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

$d_h = ?$: قطر اسمی سوراخ

$$0.9F_y A_g = 0.75F_u A_e$$

$$UNP200 \Rightarrow e = 20.1 \text{ mm}, A_g = 3220 \text{ mm}^2, t_w = 8.5 \text{ mm}$$

$$A_e = U A_n$$

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

$$\Rightarrow A_e = 0.933 \times [3220 - 2 \times 8.5 \times D], \quad D = \text{قطر محاسباتی سوراخ}$$

$$\Rightarrow 0.9 \times 240 \times 3220 = 0.75 \times 372 \times 0.933 \times (3220 - 2 \times 8.5 \times D)$$

$$\Rightarrow D = 32.2 \text{ mm} = d_h + 2 \quad \Rightarrow \quad d_h = 30.2 \text{ mm} \rightarrow \text{گزینه ۳ صحیح است.}$$

تذکر: این سؤال مشابه مسئله ۵ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

۴-در یک تیر بتن آرمه پیش ساخته از بتن با شن و ماسه سبک استفاده شده است. در صورتیکه مقاومت فشاری مشخصه نمونه استوانه‌ای استاندارد بتن ۲۵MPa باشد، مقاومت برشی بتن (v_c) بر حسب MPa به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۰.۹۳ (۴)

۰.۷۰ (۳)

۰.۶۵ (۲)

۰.۵۲ (۱)

پاسخ (گزینه ۱)

حل:

$$V_c = 0.2 \lambda \phi_c \sqrt{f_c} = 0.2 \times 0.75 \times 0.7 \times \sqrt{25} = 0.525 \text{ MPa} \rightarrow \text{گزینه ۱ صحیح است.}$$

۴۱- برای مقطع تیر بتن آرمه به عرض ۵۰۰ میلی‌متر و ارتفاع موثر ۶۰۰ میلی‌متر و با ۴ میلگرد کششی به قطر ۲۵ میلی‌متر و $f_y = 400 \text{ MPa}$ و با فرض توزیع تنش یکنواخت عمود بر مقطع در قسمت فشاری بتن برابر ۲۴MPa، 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 صرف‌نظر شود).

۱.۱۵ (۴)

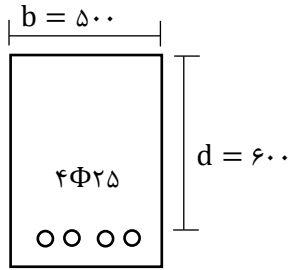
۱.۲۳ (۳)

۱.۲۷ (۲)

۱.۳۵ (۱)

پاسخ (گزینه ۳)

حل:



$$\frac{M_{pr}}{M_n} = ?$$

$$f_s = 1.25f_y, \phi_c = \phi_s = 1.0 \leftarrow M_{pr}$$

$$f_s = f_y \rightarrow \phi_c = \phi_s = 1.0 \leftarrow M_n$$

$$a = \frac{\phi_s f_s A_s}{\alpha_1 \phi_c f_c b}, M = \phi_s f_s A_s \left(d - \frac{a}{2} \right) \Rightarrow M \alpha f_s \left(d - \frac{\phi_s f_s A_s}{2 \alpha_1 \phi_c f_c b} \right)$$

$$A_s = 4 \times \frac{\pi}{4} \times 25^2 = 1963 \text{ mm}^2, \alpha_1 = 0.85 - 0.00015 f_c = 0.814$$

$$\frac{M_{pr}}{M_n} = \frac{1.25 \times 400 \times \left(600 - \frac{1.0 \times 1.25 \times 400 \times 1963}{2 \times 0.814 \times 1.0 \times 24 \times 500} \right)}{400 \times \left(600 - \frac{1.0 \times 400 \times 1963}{2 \times 0.814 \times 1.0 \times 24 \times 500} \right)} = 1.228 \rightarrow \text{گزینه ۳ صحیح است}$$

تذکر: این سوال مشابه مسئله ۲۲ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

۴- در یک تیر بتن آرمه با تکیه‌گاه‌های ساده تغییر شکل آنی ناشی از بار دائمی برابر ۵mm 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).

۱۳.۰ mm (۴)

۱۲.۰ mm (۳)

۱۰.۶ mm (۲)

۸.۶ mm (۱)

پاسخ (گزینه ۲)

حل:

$$\Delta_{\text{آنی بار دائمی}} = 5 \text{ mm}$$

$$\Delta_{\text{کل}} = \Delta_{\text{آنی بار دائمی}} + \lambda \cdot \Delta_{\text{آنی بار دائمی}} = \Delta_{\text{آنی بار دائمی}} (1 + \lambda)$$

$$\lambda = \frac{\zeta}{1 + 50 \rho'} = \frac{1.4}{1 + 50 \times 0.005} = 1.12$$

$$\Delta_{\text{کل}} = 5 \times (1 + 1.12) = 10.6 \text{ mm} \rightarrow \text{گزینه ۲ صحیح است.}$$

تذکر: این سوال مشابه مسائل ۹۶ و ۱۰۰ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

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

۱۴۰ (۴)

۱۱۰ (۳)

۷۰ (۲)

۵۰ (۱)

پاسخ (گزینه ۲)

حل:

$$\Delta_{\text{ت}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{E_p}{E_{ci}} f_{cg} = \frac{1}{2} \times \frac{185000}{20000} \times 15 = 69.4 \text{ MPa} \rightarrow \text{گزینه ۲ صحیح است.}$$

۴۴- در یک ستون به مقطع دایره و به قطر 350 میلی‌متر، در صورتی که از دورپیچ استفاده شده و ضخامت پوشش بتنی روی میلگردهای طولی 25 میلی‌متر فرض شود، حداکثر مجاز گام دورپیچ چقدر است؟

۵۰ میلی‌متر (۴)

۲۵ میلی‌متر (۳)

۷۵ میلی‌متر (۲)

۱۰۰ میلی‌متر (۱)

پاسخ (گزینه ۴)

حل: این سؤال مربوط به فصل ۳ جزوه‌ی درسی می‌باشد.

$$D_{in} = 350 - 2 \times 25 = 300 \text{ mm}$$

$$S \leq \frac{1}{6} D_{in} = \frac{300}{6} = 50 \text{ mm} \rightarrow \text{گزینه ۴ صحیح است.}$$

تذکر: این سوال مشابه مسئله ۳۶ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

۴۵- سازه یک ساختمان سه طبقه از نوع بتن آرمه با دال‌های دوطرفه مسطح و ضخامت موثر 200mm 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 بر حسب kN به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱۳۶۰ (۴)

۱۰۰۰ (۳)

۹۱۰ (۲)

۸۲۰ (۱)

پاسخ (گزینه ۲)

حل: این سؤال مربوط به فصل ۶ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

$$d = 200\text{mm}$$

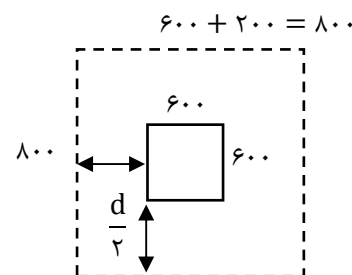
$$V_c = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) v_c b \cdot d = \left(1 + \frac{2}{1}\right) v_c b \cdot d = 3v_c b \cdot d \\ \left(1 + \frac{\alpha_s d}{b}\right) v_c b \cdot d = \left(1 + \frac{20 \times 200}{3200}\right) v_c b \cdot d = 2.25v_c b \cdot d \\ 2v_c d \end{array} \right\} = 2v_c b \cdot d$$

$$\beta_c = 1, \alpha_s = 20 \text{ ستون میانی}$$

$$b = 4 \times 800 = 3200\text{mm}$$

$$v_c = 0.2\lambda\phi_c\sqrt{f_c} = 0.2 \times 1 \times 0.65 \times \sqrt{30} = 0.712$$

$$V_c = 2 \times 0.712 \times 3200 \times 200 = 911.4 \times 10^3 \text{ N} \rightarrow \text{گزینه ۲ صحیح است.}$$



تذکر: این سوال مشابه مسائل ۸۱ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

✓ مطابقت با آزمون آزمایشی:

شبهه این سوال در آزمون آزمایشی آموزشگاه نیز مطرح شده است که در زیر مشاهده می فرمایید:

۱۵- در یک ساختمان بتن آرمه با دال دو طرفه ی بدون تیر، در صورتی که ضخامت مؤثر دال ۱۵۰ میلی‌متر، ابعاد ستون‌ها $500 \times 500 \text{ mm}$ ، نوع بتن $C40$ و از آرماتور برشی و یا کلاهیک برشی استفاده نشده باشد، نیروی برشی مقاوم ستون گوشه به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

(۱) ۲۸۰ kN (۲) ۴۴۰ kN (۳) ۶۴۰ kN (۴) ۲۲۰ kN

۶۶- در صورتی که رده بتن مصرفی در یک شالوده $C30$ باشد، نیروی برش دوطرفه مقاوم شالوده برای ستون میانی، برابر با نیروی برش نهائی ایجاد شده 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 $600 \times 400 \text{ mm}$ میلی‌متر و عمق مؤثر شالوده برابر 520 mm فرض شود).

(۱) ۱۰ (۲) ۴۵ (۳) ۵۵ (۴) ۹۰

پاسخ) گزینه ۳

حل: این سؤال مربوط به فصل ۷ جزوه ی کلاسی می باشد.

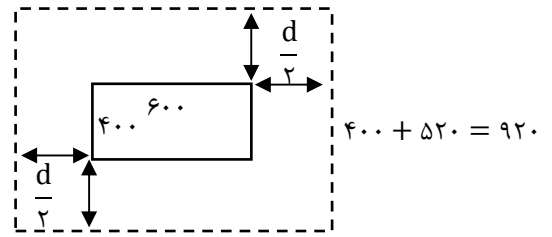
حالت اول: $V_u = V_c$

$$V_c = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) v_c b \cdot d = \left(1 + \frac{2}{1.5}\right) v_c b \cdot d = 2.33 v_c b \cdot d \\ \left(1 + \frac{\alpha_s d}{b}\right) V v_{c_c} b \cdot d = \left(1 + \frac{20 \times 520}{4080}\right) v_c b \cdot d = 3.55 v_c b \cdot d \\ 2 v_c b \cdot d \end{array} \right\} = 2 v_c b \cdot d$$

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

$$b. = 2(920 + 1120) = 4080 \text{ mm}$$

$$600 + 520 = 1120$$



$$v_c = 0.2\lambda\phi_c\sqrt{f_c} = 0.2 \times 1 \times 0.65 \times \sqrt{30} = 0.712$$

$$V_c = V_u = 2 \times 0.712 \times 4080 \times 520 = 3021.2 \times 10^3 \text{ N}$$

حالت دوم :

$$V_c \text{ جدید} = v_c b. d = 0.65 \times 4080 \times 520 = 1379 \times 10^3 \text{ N}$$

$$v_c = 0.2\lambda\phi_c\sqrt{f_c} = 0.2 \times 1 \times 0.65 \times \sqrt{25} = 0.65$$

$$\frac{V_s}{V_u} = \frac{V_u - V_c \text{ جدید}}{V_u} = \frac{3021.2 - 1379}{3021.2} = 0.544 \rightarrow 54.4\% \rightarrow \text{گزینه ۳ صحیح است.}$$

تذکر: این سوال مشابه مسئله ۸۰ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

۴۷- محاسبات نشان می‌دهد که در یکی از دیوارهای برشی یک ساختمان یک طبقه بتنی با شکل پذیری زیاد

که ارتفاع آن ۶ متر و طول آن ۴.۸ متر است، نسبت میلگردهای قائم مورد نیاز 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، کدام

یک از گزینه‌های زیر حداقل میلگرد کاری صحیح برای دو شبکه را نشان می‌دهد؟

(۱) میلگرد قائم $\Phi 14@200 \text{ mm}$ و میلگرد افقی $\Phi 14@200 \text{ mm}$

(۲) میلگرد قائم $\Phi 14@250 \text{ mm}$ و میلگرد افقی $\Phi 14@200 \text{ mm}$

(۳) میلگرد قائم $\Phi 14@200 \text{ mm}$ و میلگرد افقی $\Phi 14@150 \text{ mm}$

(۴) میلگرد قائم $\Phi 12@200 \text{ mm}$ و میلگرد افقی $\Phi 12@150 \text{ mm}$

پاسخ (گزینه ۲)

حل: این سؤال مربوط به فصل ۱۱ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{S_v \cdot h} \Rightarrow \dots^3 = \frac{2 \times \frac{\pi}{4} \times 14^2}{S_v \times 400} \Rightarrow S_v = 256mm$$

$\Rightarrow \Phi 14@250$ میلگرد قائم

$$\dots^3 = \frac{2 \times \frac{\pi}{4} \times 12^2}{S_v \times 400} \Rightarrow S_v = 188mm$$

$$\rho_h = \frac{A_{sh}}{S_h \cdot h} \Rightarrow \dots^{38} = \frac{2 \times \frac{\pi}{4} \times 14^2}{S_h \times 400} \Rightarrow S_h = 202mm$$

$\Rightarrow \Phi 14@200$ میلگرد افقی

← گزینه ۲ صحیح است.

۴۸- تحلیل سازه نشان می‌دهد که حداکثر بار محوری فشاری نهایی وارد بر یک شمع در جا به قطر ۸۵۰ mm برابر ۲۴۰۰ kN و حداکثر بار محوری کششی نهایی نیز نصف آن است. اگر این شمع فقط تحت بارهای محوری قرار داشته و رده بین آن C۲۵ و میلگردهای مصرفی در آن از نوع S۴۰۰ باشد، حداقل میلگرد طولی قابل قبول برای این شمع با کدام یک از گزینه‌های زیر مطابقت دارد؟ (تمام طول شمع در لایه-های متراکم خاک قرار دارد).

۱۶Φ۲۲ (۴)

۱۲Φ۲۵ (۳)

۱۲Φ۱۸ (۲)

۱۲Φ۲۰ (۱)

پاسخ (گزینه ۱)

حل: این سؤال مربوط به فصل ۷ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

بار محوری فشاری :

$$C_u = 0.85 [\alpha_1 \phi_c f_c (A_g - A_{s1}) + \phi_s f_s A_{s1}]$$

$$\Rightarrow 2400 \times 10^3 = 0.85 \times \left[0.813 \times 0.65 \times 25 \times \left(\frac{\pi}{4} \times 850^2 - A_{S1} \right) + 0.85 \times 400 \times A_{S1} \right]$$

$$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015f_c = 0.813$$

در فشار میلگرد نیاز ندارد و بتن به تنهایی می تواند تحمل کند. $\Rightarrow A_{S1} = -14300 \text{ mm}^2$

: بار محور کششی

$$T_u = \phi_s f_y A_{S2} \Rightarrow 1200 \times 10^3 = 0.85 \times 400 \times A_{S2}$$

$$\Rightarrow A_{S2} = 3529 \text{ mm}^2$$

: حداقل میلگرد آئین نامه ای

$$A_{S,min} = 0.005A_g = 0.005 \times \frac{\pi}{4} \times 850^2 = 2837 \text{ mm}^2$$

$$A_S = 3529 \text{ mm}^2 \rightarrow USE 12\Phi 20 \rightarrow \text{گزینه ۱ صحیح است.}$$

تذکر: این سوال مشابه مسئله ۸۶ جزوه ی کلاسی می باشد.

۴۹- در یک ساختمان با سازه بتن آرمه، شالوده ها از نوع نواری با مقطع عرضی $b \times h = 2 \times 1.2 \text{ m}$ است.

در محل ستون ها آرماتورهای کششی طولی پایین $\Phi 25 @ 200 \text{ mm}$ طراحی شده اند. نسبت سطح مقطع

این آرماتورها به حداقل مجاز، به کدام گزینه نزدیک تر است؟ (فاصله مراکز آرماتورها از هر لبه شالوده

100 mm ، عمق موثر شالوده 1100 mm و سطح مقطع آرماتورهای مورد نیاز براساس محاسبات

3500 mm^2 می باشد).

۱.۶ (۴)

۱.۵ (۳)

۱.۲۵ (۲)

۱.۱ (۱)

پاسخ) گزینه ۱

حل: این سؤال مربوط به فصل ۷ جزوه ی کلاسی می باشد.

$$\text{موجود } A_S = 10 \times \frac{\pi}{4} \times 25^2 = 4909 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\text{موجود}} = \frac{A_s \text{ موجود}}{bd} = \frac{49.9}{2000 \times 1100} = 0.00223$$

$$\rho_{\text{محاسباتی}} = \frac{A_s \text{ محاسباتی}}{bd} = \frac{35.0}{2000 \times 1100} = 0.00159$$

$$\rho_{\min} = \frac{4}{3} \rho_{\text{محاسباتی}} = \frac{4}{3} \times 0.00159 = 0.00212$$

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} bd = 0.00212 \times 2000 \times 1100 = 4664 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_s \text{ موجود}}{A_{s,\min}} = \frac{49.9}{4664} = 1.052 \rightarrow \text{گزینه ۱ صحیح است.}$$

۵۰- 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 $4\Phi 28$ دارای مقطع عرضی 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 نزدیک تر است؟

۱.۵ (۴)

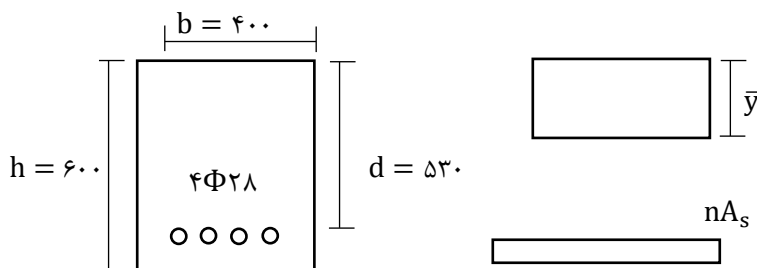
۰.۷ (۳)

۰.۵ (۲)

۰.۳۵ (۱)

پاسخ) گزینه ۲

حل: این سؤال مربوط به فصل ۲ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.



$$A_s = 4 \times \frac{\pi}{4} \times 28^2 = 2463 \text{ mm}^2$$

$$b\bar{y} \cdot \frac{\bar{y}}{2} = nA_s(d - \bar{y}) \Rightarrow 400 \times \frac{\bar{y}}{2} = 10 \times 2463 \times (530 - \bar{y})$$

$$\Rightarrow \bar{y} = 210.2 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = \frac{b\bar{y}^3}{3} + nA_s(d - \bar{y})^2 = \frac{400 \times 210.2^3}{3} + 10 \times 2463 \times (530 - 210.2)^2$$

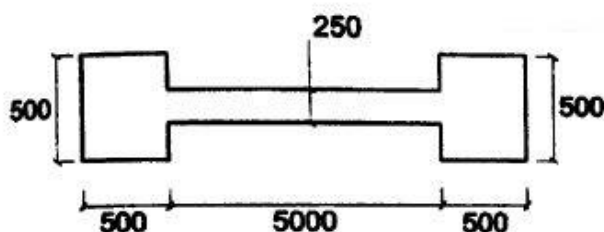
$$= 3.75 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$I_g = \frac{bh^3}{12} = \frac{400 \times 600^3}{12} = 7.2 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$\frac{I_{cr}}{I_g} = \frac{3.75 \times 10^9}{7.2 \times 10^9} = 0.52 \rightarrow \text{گزینه ۲ صحیح است.}$$

تذکر: این سوال مشابه مسئله ۳ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

۵۱- در شکل زیر، مقطع یک دیوار برشی با شکل‌پذیری زیاد نشان داده شده است. ترکیبات بارگذاری، بار محوری نهایی در این دیوار برابر $P_u = 5000 \text{ kN}$ و لنگر خمشی $M_u = 7500 \text{ kN.m}$ است. چنانچه محاسبات نشان دهد که تحت این ترکیب بارگذاری، تامین اجزاء مرزی ضروری بوده و این اجزای مرزی ستون‌های دو انتهای دیوار در نظر گرفته شوند، تعیین کنید کدام یک از گزینه‌های زیر کمترین میلگرد قابل قبول در جزء مرزی را مشخص می‌کند؟ (رده بتن C۲۵ و نوع میلگرد S۴۰۰ 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.



(۱) $16\Phi 25$

(۲) $16\Phi 18$

(۳) $16\Phi 22$

(۴) $16\Phi 20$

حل: این سؤال مربوط به فصل ۱۱ جزوه کلاسی می باشد.

$$\text{نیروی فشاری بیشتر} = \frac{P_u}{2} + \frac{M_u}{L} = \frac{5000}{2} + \frac{7500}{5.5} = 3863.6 \text{ kN}$$

$$= P_u - 2M_u = 5000 - 2 \times 7500 = -5000 \text{ kN} \Rightarrow \text{نیروی فشاری کمتر}$$

$$\text{نیروی فشاری} = 0.8[\alpha_1 \phi_c f_c (A_g - A_{st}) + \phi_s f_y A_{st}]$$

$$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015 f_c = 0.813$$

$$3863.6 \times 10^3 = 0.8 \times [0.813 \times 0.65 \times 25 \times (5000^2 - A_{st}) + 0.85 \times 400 \times A_{st}]$$

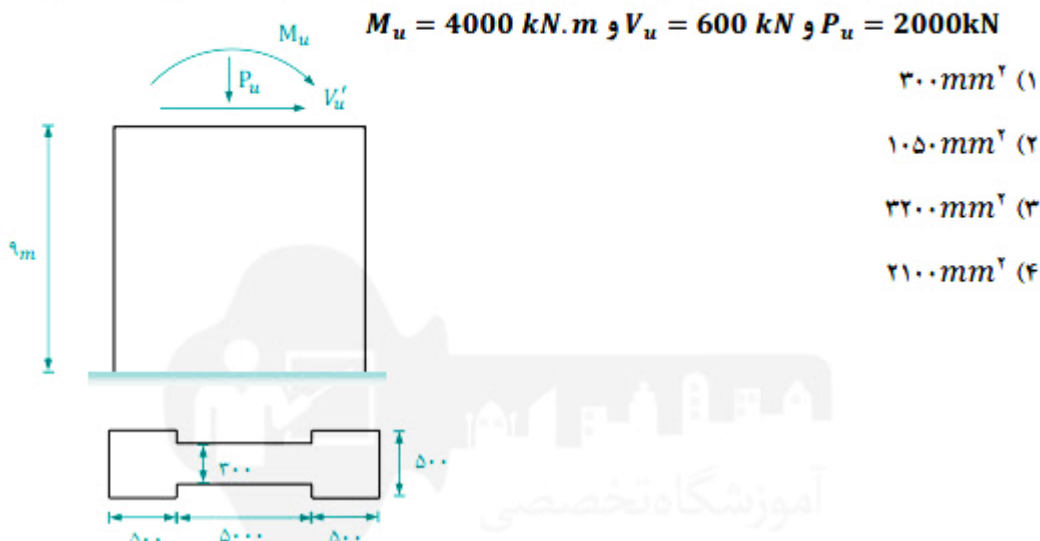
$$\Rightarrow A_{st} = 4672 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{گزینه ۴ صحیح است.} \rightarrow \text{USE } 16\Phi 20$$

تذکر: این سوال مشابه مسئله ۱۱۸ جزوه کلاسی می باشد.

✓ **مطابقت با آزمون آزمایشی:**

شبهه این سوال در آزمون آزمایشی آموزشگاه نیز مطرح شده است که در زیر مشاهده می فرمایید:

۸- نیروهای طراحی وارد بر یک دیوار برشی با شکل پذیری زیاد، به صورت نشان داده شده در شکل زیر است. کدامیک از گزینه های زیر، حداقل میلگرد طولی قابل قبول برای اجزای مرزی، با توجه به بار نهایی وارد بر دیوار را مشخص می کند. فرض کنید رده ی بتن C۲۵ و رده ی فولاد S۴۰۰ می باشد.



{ آموزشگاه "کلید عمران" تنها آموزشگاه تخصصی "مهندسی عمران" در اصفهان }

۵۲- ممان اینرسی موثر مقطع یک تیر بتن آرمه با تکیه گاه‌های ساده، به ازای بارهای مرده گسترده یکنواخت،

۲۰ درصد بیش از ممان اینرسی مقطع ترک خورده آن با در نظر گرفتن اثر آرماتور بوده و تغییر شکل آنی در وسط دهانه ۸mm 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 گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

- ۱) ۴ mm (۱) ۲) ۶ mm (۲) ۳) ۷ mm (۳) ۴) ۱۲ mm (۴)

پاسخ) گزینه ۲

حل: این سؤال مربوط به فصل ۸ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

$$(۱) q_D = q, \Delta_D = 8mm, I_{e1} = 1.2I_{cr}, I'_1 = 0.2I_{cr}$$

$$(۲) q_{D+L} = \frac{3q}{4}, \Delta_{D+L} = ?$$

$$\Delta = \frac{\Delta q L^4}{384 E_c I_e} \Rightarrow \Delta \propto \frac{q}{I_e}, I_e = I_{cr} + \underbrace{(I_g - I_{cr}) \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3}_{I'}$$

$$I' = (I_g - I_{cr}) \left(\frac{M_{cr}}{\frac{qL}{8}} \right)^3 \Rightarrow I' \propto \frac{1}{q^3}$$

$$\Rightarrow \frac{I'_1}{I'_2} = \frac{q_2^3}{q_1^3} \Rightarrow \frac{0.2I_{cr}}{I'_2} = \frac{(1.5q)^3}{q^3} \Rightarrow I'_2 = 0.06I_{cr}$$

$$\Rightarrow I_{e2} = 1.06I_{cr}$$

$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{\left(\frac{q}{I_e} \right)_1}{\left(\frac{q}{I_e} \right)_2} \Rightarrow \frac{8}{\Delta_{D+L}} = \frac{\frac{1.2I_{cr}}{1.5}}{\frac{1.06I_{cr}}{1.5}} \Rightarrow \Delta_{D+L} = 13.58mm$$

$$\Delta_L = \Delta_{D+L} + \Delta_D = 13.58 - 8 = 5.58mm \rightarrow \text{گزینه ۲ صحیح است.}$$

تذکر: این سوال مشابه مسئله ۹۸ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

۵۳- در یک منبع آب زیرزمینی از بتن آرمه با بتن C۳۰ که ابعاد داخلی آن $8 \times 8 \times 3 \text{ m}$ و ضخامت دیواره‌ها 300 mm می‌باشد، آرماتورهای قائم دیوارها (در لایه داخلی منبع) بر اساس محاسبات مقاومت $\Phi 16 @ 250 \text{ mm}$ از نوع S۳۴۰ طراحی شده‌اند، اما عرض ترک در میانه ارتفاع دیوارها و در سطوح داخلی بزرگتر از حد مجاز محاسبه شده است. در حالت حدی بهره‌برداری، تنش کششی میلگردها MPa ۱۵۰ می‌باشد و محاسبات دقیق برای عرض ترک موردنظر نیست. کدام گزینه راه حل مناسب و موثر جهت محدود کردن عرض ترک می‌باشد؟ ضخامت پوشش بتن تا مرکز آرماتورها 65 mm است و رفتار دیوار به صورت دال در نظر گرفته شود و از اثر بار محوری (قائم) روی دیوار صرف‌نظر گردد.

(۱) افزودن پوشش بتن روی آرماتور

(۲) استفاده از میلگردهای نوع S۴۰۰

(۳) استفاده از بتن نوع C۳۵

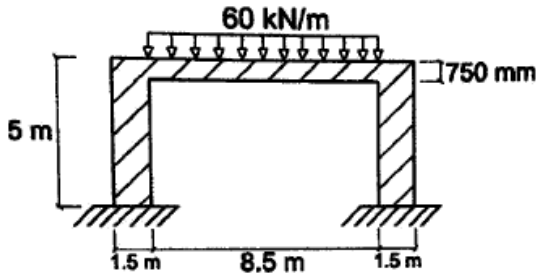
(۴) استفاده از میلگردهای با قطر کوچکتر و فاصله کمتر

پاسخ) گزینه ۴

حل: بر اساس مطالب گفته شده در جزوه کلاسی، به طور کلی برای کاهش عرض ترک ایجاد شده در بتن یا باید پوشش بتن را کاهش داد و یا از میلگردهای با قطر کوچک و فاصله کمتر استفاده نمود. ← گزینه ۴ صحیح است.

۵۴- مطابق شکل زیر، در یک قاب خمشی بتن مسلح، تیر با مقطع $500 \times 750 \text{ mm}$ و پایه‌های $1500 \times 3000 \text{ mm}$ بوده و تیر تحت تاثیر 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 یاد شده بر حسب میلی‌متر به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ $E_c = 22 \times 10^3 \text{ MPa}$ ، ممان اینرسی موثر مقطع تیر (I_e) برابر نصف ممان اینرسی مقطع ترک نخورده بدون لحاظ اثر آرماتور (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 C۲۵ می‌باشد.



(۱) ۲۵

(۲) ۲۰

(۳) ۹

(۴) ۱۳

پاسخ (گزینه ۴)

حل: این مسئله مربوط به فصل ۸ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

با توجه به ابعاد زیاد ستون‌ها نسبت به تیر می‌توان اتصال را گیردار فرض کرد $\Delta_{\text{آنی}} = \frac{qL^4}{384E_cI_e}$

$$\Delta_{\text{کل}} = \Delta_{\text{آنی}} + \lambda \cdot \Delta_{\text{آنی بار دائمی}} = (1 + \lambda) \Delta_{\text{آنی بار دائمی}}$$

$$\Delta_{\text{آنی بار دائمی}} = \frac{60 \times 8.5^4}{384 \times 22 \times 10^3 \times 0.5 \times \frac{1}{12} \times 500 \times 750^3} = 4.22\text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{\zeta}{1 + 50 \cdot \rho'} = \frac{2}{1 + 0} = 2$$

$$\Delta_{\text{کل}} = (1 + 2) \times 4.22 = 12.66\text{ mm} \rightarrow \text{گزینه ۴ صحیح است.}$$

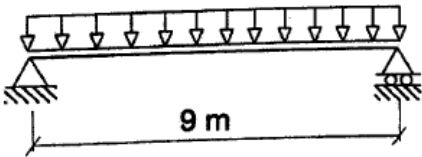
تذکر: این سوال مشابه مسائل ۹۶ و ۱۰۰ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

۵۵- یک تیر دو سر ساده بتن آرمه پیش‌ساخته با مقطع مستطیل شکل به طول دهانه ۹ متر، عرض مقطع 400 mm و ارتفاع موثر مقطع 520 mm ، تحت اثر بار گسترده یکنواخت مرده 20 kN/m (شامل وزن تیر) و بار گسترده یکنواخت زنده 15 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 نزدیکترین

گزینه به پاسخ انتخاب گردد. همچنین بتن از رده C۲۵ و میلگرد از نوع S۳۴۰ در نظر گرفته شود)

(۱) ۱۰۰ درصد



(۲) ۷۰ درصد

(۳) ۵۰ درصد

(۴) ۳۰ درصد

پاسخ) گزینه ۲

پاسخ) این مسئله مربوط به فصل ۴ جزوه‌ی کلاسی می‌باشد.

$$q_u = 1.25q_D + 1.5q_L = 1.25 \times 20 + 1.5 \times 15 = 47.5 \frac{kN}{m}$$

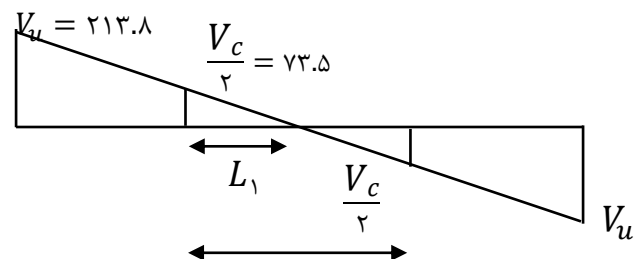
$$V_u = \frac{q_u L}{2} = \frac{47.5 \times 9}{2} = 213.8 \text{ kN}$$

$$v_c = 0.2\lambda\phi_c\sqrt{f_c} = 0.2 \times 1 \times 0.7 \times \sqrt{25} = 0.7$$

$$V_c = v_c b_w d = 0.7 \times 400 \times 525 = 147 \times 10^3 \text{ N}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} V_c = \frac{147}{2} = 73.5 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \frac{73.5}{213.8} = \frac{L_1}{4.5} \Rightarrow L_1 = 1.55 \text{ m}$$

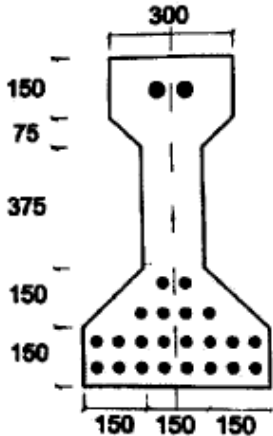


محدوده‌ای که به میلگرد برشی نیاز نمی‌باشد
گزینه ۲ صحیح است. $\rightarrow 0.65 = \frac{9 - 2 \times 1.55}{9}$ طولی از تیر که به میلگرد برشی نیاز نمی‌باشد
طول کلی تیر

۵۶- مقطع یک تیر بتنی پیش تنیده در شکل زیر نشان داده شده است. نسبت مقدار تغییر شکل نسبی حاصل از

وارفتگی بتن شش ماه بعد از پیش تنیده شدن تیر به مقدار اولیه به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟

(مقدار ضریب وارفتگی بتن برابر 1.8 در نظر گرفته شود. همچنین ابعاد روی شکل بر حسب میلی متر



است).

(۱) ۱.۵۶

(۲) ۱.۲۳

(۳) ۱.۷۵

(۴) ۱.۱۸

پاسخ) گزینه ۱

حل:

$$\frac{\varepsilon_{cc}}{\varepsilon_{ci}} = \frac{\phi \varepsilon_{ci} f(t)}{\varepsilon_{ci}} = \phi f(t) = \phi \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{t} + 0.16 \sqrt{r_m}}$$

$$r_m = \frac{2A_c}{u}$$

$$A_c = 300 \times 150 + \frac{300 + 150}{2} \times 75 + 150 \times 375 + \frac{450 + 150}{2} \times 150 + 150 \times 450$$

$$= 230625 \text{ mm}^2$$

$$u = 300 + 450 + 2(150 + 375 + 150 + 150\sqrt{2} + 75\sqrt{2}) = 2736 \text{ mm}$$

$$\frac{\varepsilon_{cc}}{\varepsilon_{ci}} = 1.8 \times \frac{\sqrt{30 \times 6}}{\sqrt{30 \times 6} + 0.16 \sqrt{2 \times \frac{230625}{2736}}} = 1.56 \rightarrow \text{گزینه ۱ صحیح است}$$

۵۷- در طراحی یک دیوار وزنی حائل نگهدارنده به ارتفاع 3.5 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 ۳۷kN در واحد متر طول دیوار و مقاومت ناشی از اصطکاک بین شالوده و خاک ۵۱kN در واحد متر طول دیوار باشد، حداقل مقاومت ناشی از نیروی مقاوم خاک جلوی دیوار بر حسب کیلونیوتن در واحد متر طول دیوار به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (روش تنش مجاز مدنظر است).

۲۳ (۴)

۱۷ (۳)

۵ (۲)

۱) صفر

پاسخ) گزینه ۴

با توجه به بند ۷-۵-۵-۱-۱ مورد (۲) از مبحث ۷ مقررات ملی ساختمان

$$F.S_{\text{لغزش}} = 2 \Rightarrow F.S = \frac{P_p + S}{P_a} \Rightarrow 2 = \frac{P_p + 51}{37} \Rightarrow P_p = 23 \text{ kN}$$

بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

۵۸- 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 کشی وجود ندارد و خاک پشت دیوار به صورت لایه‌لایه خاکریزی و متراکم نشده است).

۱) سکون

۲) مقاوم

۳) محرک

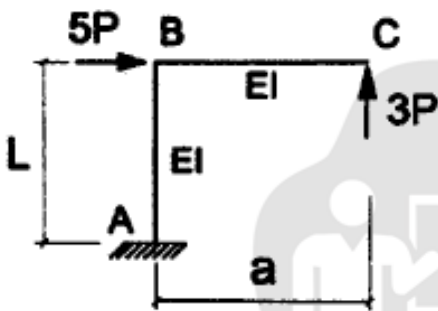
۴) بسته به مقدار تغییر شکل افقی، مقاوم یا محرک

پاسخ (گزینه ۱)

با توجه به بند ۷-۵-۴-۳-۵ از مبحث ۷ مقررات ملی ساختمان:

در دیوارهای زیرزمین که انتهای آنها به سقف متکی است در شرایط بارگذاری استاتیکی باید از فشار خاک در حالت سکون استفاده کرد. بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

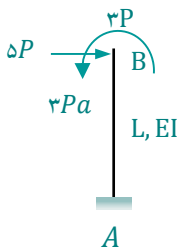
۵۹- در شکل مقابل نسبت $\frac{a}{L}$ چقدر باشد تا دوران نقطه B از سازه صفر شود؟



- (۱) $\frac{5}{3}$
- (۲) $\frac{3}{5}$
- (۳) $\frac{6}{5}$
- (۴) $\frac{5}{6}$

پاسخ (گزینه ۴)

با توجه روابط حفظی مربوط به تغییر شکل در تیرهای یکسر گیردار (طره‌ای) کافی است کلیه نیروها را به B انتقال دهیم و قسمت BC را حذف نماییم تا به شکل یکسر گیردار تبدیل شود. حال خواهیم داشت:



$$\theta_B = 0 \Rightarrow \frac{(3pa)L}{EI} - \frac{(\delta p)L^2}{2EI} = 0 \rightarrow 6a = 5L \rightarrow \frac{a}{L} = \frac{5}{6}$$

بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

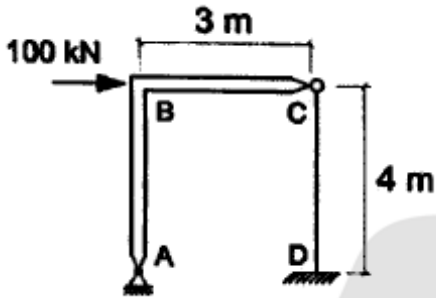
۶۰- در قاب نشان داده شده قطعه ABC صلب و قطعه DC، عضو الاستیک منشوری، با مقطع مربع به طول ضلع 100 mm فرض می‌شود. اگر از تغییر شکل‌های برشی و آثار تغییر شکل‌های درجه دوم صرف‌نظر شود، مقدار لنگر در تکیه‌گاه D بر حسب $N.m$ به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

(۱) صفر

(۲) ۱۱۰

(۳) ۲۰۰

(۴) ۳۰۰



پاسخ (گزینه ۱)

لازمه ایجاد لنگر در تکیه‌گاه D، به وجود آمدن نیروی افقی در مفصل C می‌باشد. از طرفی قطعه ABC یک قطعه صلب می‌باشد و امکان خمیدگی برای قطعه AB و نهایتاً جابجایی و نیروی افقی در C وجود ندارد بنابراین می‌توان گفت تنها جابجایی ممکن و عکس‌العمل ممکن در C عکس‌العملی قائم در آن می‌باشد که منجر به نیروی فشاری در ستون می‌گردد و بنابراین لنگری در نقاط مختلف ستون ایجاد نخواهد شد و گزینه (۱) صحیح می‌باشد.

لطفاً هر گونه انتقاد و پیشنهاد خود را از طریق شماره‌های زیر و آی دی تلگرامی زیر ارسال و

با ما در میان بگذارید:

۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷

۰۳۱۳۶۲۷۴۱۷۹

@KLdomn_Admin

جهت عضویت در کانال تلگرام و اینستاگرام و مشاهده سایت آموزشگاه بر روی لینک‌های زیر صفحه وارد شوید:

{ آموزشگاه "کلید عمران" تنها آموزشگاه تخصصی "مهندسی عمران" در اصفهان }