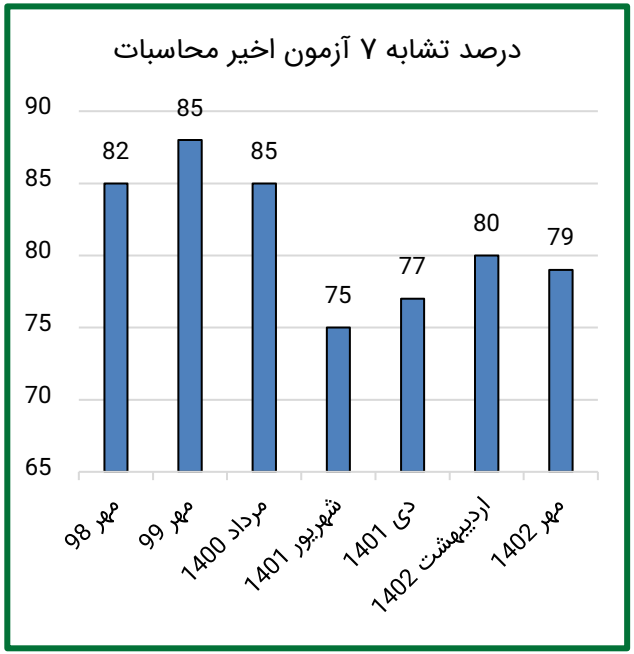
## حل سوالات

# آزمون محاسبات نظام مهندسی

سبزسازه

مهر ۱۴۰۲




# ۷۹ درصد تشابه

## سوالات آزمون محاسبات مهر ۱۴۰۲

## با تور جامع آزمون محاسبات سبزسازه

# اساتید همکار در پاسخگویی

**دکتر سجاد شایان**

ناظر و حل سوالات مبحث ۹

**دکتر رامین منصوری**

ناظر و حل سوالات تحلیل سازه،
مبحث ۶ و استاندارد ۲۸۰۰

**دکتر میثم مظلوم**

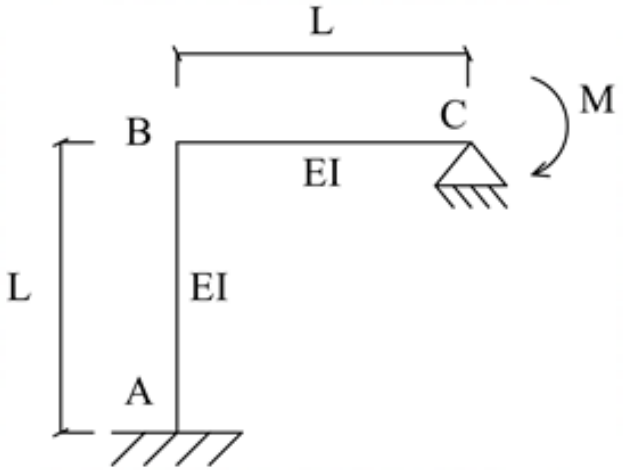
حل سوالات مبحث ۱۰

**مهندس سید محمدجواد هاشمی**

ناظر و حل سوالات مباحث ۷ و ۸

## سوال ۱

در سازهٔ شکل زیر اگر از تغییر طول محوری اعضا صرف‌نظر شود و صلبیت خمشی و طول اعضا یکسان باشد، مقدار لنگر خمشی در تکیه‌گاه A چقدر خواهد بود؟




۱) $\frac{1}{2}M$

۲) $\frac{1}{4}M$

۳) $\frac{1}{8}M$

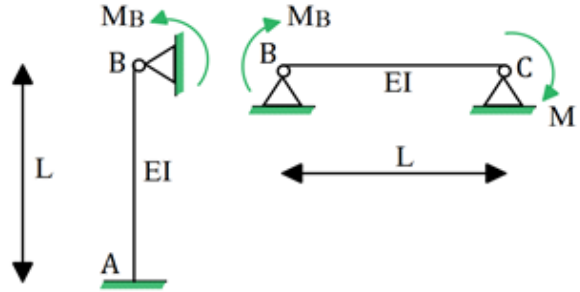
۴) $\frac{1}{7}M$

## پاسخ ۱

**روش حل اول:** طبق مفاهیم تحلیل سازه و استفاده از روش سازگاری و روابط حفظی شیب و لنگر داریم:

$$\curvearrowright^{+} \theta_B{}^{L} = \theta_B{}^{R}$$

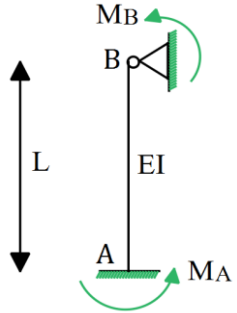
$$-\frac{M_B * L}{4EI} = \frac{M_B * L}{3EI} - \frac{M * L}{6EI}$$




$$\rightarrow M_B = \frac{2M}{7}$$

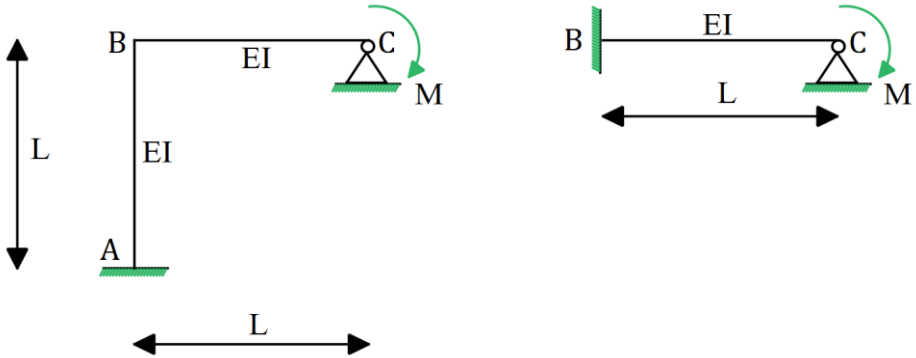
در نهایت با توجه به ستون AB می توان لنگر خمشی در تکیه گاه گیردار نقطهٔ A را محاسبه نمود:

$$\rightarrow M_A = \frac{1}{2} * M_B = \frac{1}{2} * \frac{2M}{7} = \frac{1}{7}M$$



## پاسخ ۱

**روش حل دوم:** طبق روش شیب افت داریم:




$$\rightarrow M_{AB} = \frac{2EI}{L}(2\theta_A + \theta_B - 3\psi_{AB}) + FEM_{AB}$$

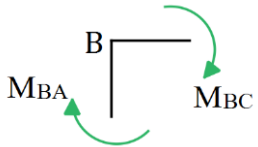
$$\rightarrow M_{BA} = \frac{2EI}{L}(2\theta_B + \theta_A - 3\psi_{BA}) + FEM_{BA} = \frac{4EI}{L}\theta_B$$

$$\rightarrow M_{BC} = \frac{3EI}{L}(\theta_B - \psi_{BC}) + FEM'_{BC} = \frac{3EI}{L}\theta_B + \frac{M}{2}$$

**پاسخ ۱** با نوشتن معادلهٔ تعادل لنگر حول گرهٔ صلب B داریم:

$$\rightarrow M_{BA} + M_{BC} = 0$$

$$\rightarrow \frac{4EI}{L}\theta_B + \frac{3EI}{L}\theta_B + \frac{M}{2} = 0$$




$$\rightarrow \theta_B = -\frac{ML}{14EI}$$

در نهایت لنگر در تکیه گاه گیردار A را محاسبه می‌کنیم:

$$\rightarrow M_{AB} = \frac{2EI}{L}(2\theta_A + \theta_B - 3\psi_{AB}) + FEM_{AB} = \frac{2EI}{L} * \left(-\frac{ML}{14EI}\right) = -\frac{1}{7}M$$

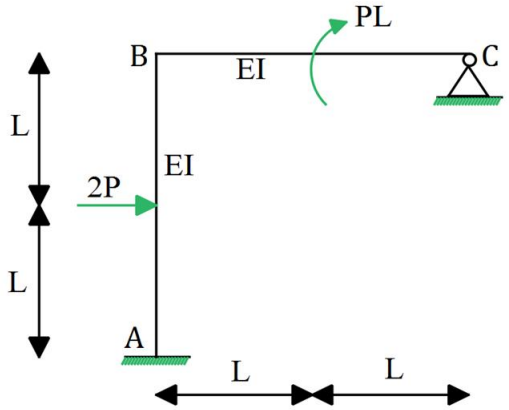
پاسخ سوال گزینهٔ (۴)

تشابه

## تشابه سوال ۱

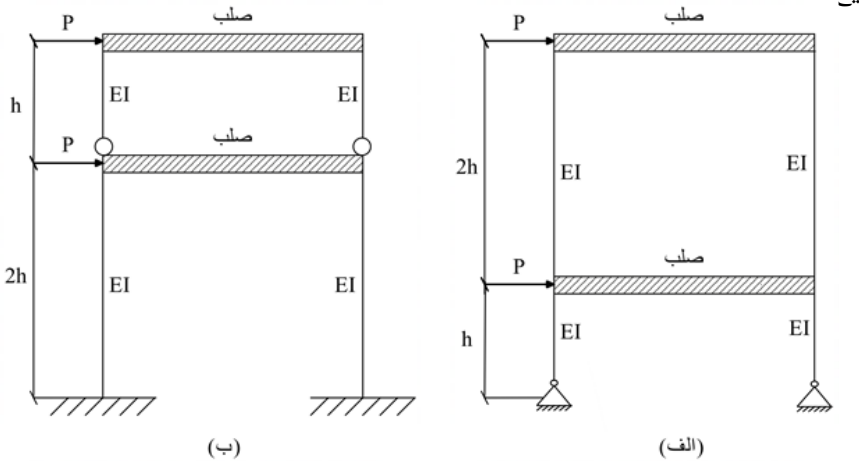
**تشابه بسیار بالای این سوال با تمرین فصل چهارم تدریس تحلیل سازهٔ سبزسازه**

در سازه شکل زیر مقدار لنگر خمشی در تکیه گاه A را محاسبه کنید؟



## سوال ۲

در شکل زیر در هر دو سازه (الف) و (ب) تیرها کاملاً صلب و صلبیت خمشی ستون‌ها یکسان و برابر EI است. اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی ستون‌ها و نیز از آثار مرتبهٔ دوم صرف‌نظر شود، کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟




۱) حداکثر تغییرمکان جانبی قاب (ب) بیش از حداکثر تغییرمکان جانبی قاب (ب) است.

۲) در قاب (ب) تغییرمکان جانبی نسبی طبقهٔ اول کمتر از حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی طبقهٔ دوم است.

۳) حداکثر تغییرمکان جانبی قاب (الف) بیش از حداکثر تغییرمکان جانبی قاب (ب) است.

۴) در قاب (الف) تغییرمکان جانبی نسبی طبقهٔ اول کمتر از حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی طبقهٔ دوم است.

## پاسخ ۲

طبق روش سختی ابتدا می توان دریفت طبقات را محاسبه و با جمع دریفت طبقات اول و دوم به جابجایی حداکثر بام رسید. بنابراین:

تحلیل سازهٔ الف:

محاسبه سختی طبقهٔ اول:

$$K_1 = \frac{3EI}{h^3} + \frac{3EI}{h^3} = \frac{6EI}{h^3}$$

محاسبه سختی طبقهٔ دوم:

$$K_2 = \frac{12EI}{(2h)^3} + \frac{12EI}{(2h)^3} = \frac{3EI}{h^3}$$

محاسبه دریفت طبقهٔ اول:

$$\Delta_1 = \frac{V_1}{K_1} = \frac{2P}{\frac{6EI}{h^3}} = \frac{Ph^3}{3EI}$$

محاسبه دریفت طبقهٔ دوم:

$$\Delta_2 = \frac{V_2}{K_2} = \frac{P}{\frac{3EI}{h^3}} = \frac{Ph^3}{3EI}$$

محاسبه تغییرمکان جانبی حداکثر مطلق سازهٔ (الف):

$$\Delta_{max\text{الف}} = \Delta_1 + \Delta_2 = \frac{Ph^3}{3EI} + \frac{Ph^3}{3EI} = \frac{2Ph^3}{3EI} \approx 0.67\frac{Ph^3}{EI}$$

تحلیل سازهٔ ب:

محاسبه سختی طبقهٔ اول:

$$K_1 = \frac{12EI}{(2h)^3} + \frac{12EI}{(2h)^3} = \frac{3EI}{h^3}$$

محاسبه سختی طبقهٔ دوم:

$$K_2 = \frac{3EI}{h^3} + \frac{3EI}{h^3} = \frac{6EI}{h^3}$$

محاسبه دریفت طبقهٔ اول:

$$\Delta_1 = \frac{V_1}{K_1} = \frac{2P}{\frac{3EI}{h^3}} = \frac{2Ph^3}{3EI}$$

محاسبه دریفت طبقهٔ دوم:

$$\Delta_2 = \frac{V_2}{K_2} = \frac{P}{\frac{6EI}{h^3}} = \frac{Ph^3}{6EI}$$

محاسبه تغییرمکان جانبی حداکثر مطلق سازهٔ (الف):

$$\Delta_{max\text{ب}} = \Delta_1 + \Delta_2 = \frac{2Ph^3}{3EI} + \frac{Ph^3}{6EI} = \frac{5Ph^3}{6EI} \approx 0.834\frac{Ph^3}{EI}$$

می توان نتیجه گرفت که حداکثر تغییرمکان جانبی قاب (ب) بیش از حداکثر تغییرمکان جانبی قاب (الف) است.

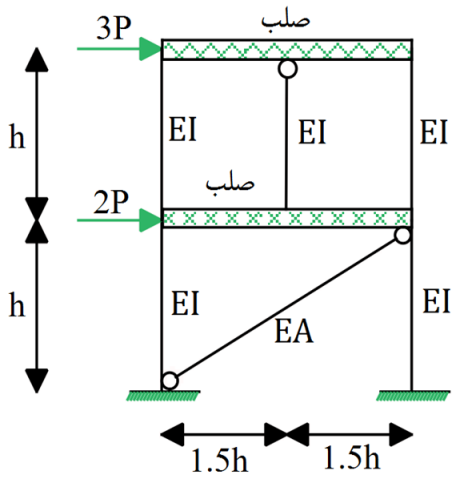
پاسخ سوال گزینهٔ (۱)

تشابه

## تشابه سوال ۲

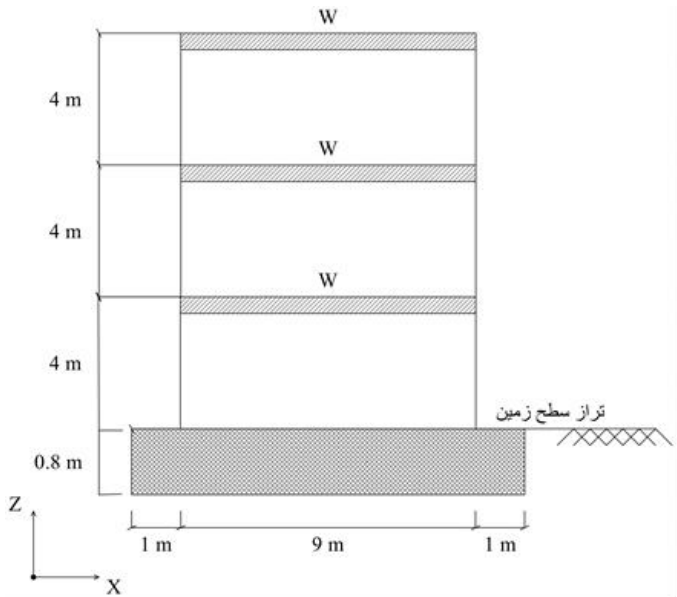
**تشابه بالای این سوال با تمرین فصل چهارم تدریس تحلیل سازهٔ سبز سازه**

در سازهٔ شکل زیر نسبت تغییرمکان جانبی سقف طبقهٔ دوم به تغییرمکان جانبی سقف طبقهٔ اول چه مقدار است؟ $EA = \frac{2EI}{7h^2}$



## سوال ۳

در شکل زیر نمای یک ساختمان مسکونی سه طبقه با زمان تناوب اصلی 0.3 ثانیه نشان داده شده است. وزن مؤثر لرزه‌ای طبقات یکسان و برابر W و وزن مؤثر شالوده برابر $\frac{1}{3}$ مؤثر لرزه‌ای ساختمان است. اگر در روش تحلیل استاتیکی معادل مقدار ضریب اطمینان زلزله در حد مقاومت برابر 0.2 باشد، براساس این اطلاعات در امتداد X ضریب اطمینان این ساختمان در مقابل واژگونی به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ ($\rho = 1.0$)




۱) 2.71

۲) 3.62

۳) 4.17

۴) 3.13

## پاسخ ۳

طبق بند ۳-۳-۶ صفحه ۳۸ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم داریم:

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

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

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

در این رابطه:

$F_{ui}$: نیروی جانبی در تراز طبقه i

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

$h_i$: ارتفاع تراز سقف طبقه i از تراز پایه

n: تعداد طبقات ساختمان از تراز پایه به بالا

## پاسخ ۳

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

$$K=0.5T+0.75 \qquad 0.5 \le T \le 2.5 \ Sec \qquad (۷-۳)$$

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

تبصره: در صورتی که وزن خرپشته ساختمان بیشتر از ۲۵ درصد وزن بام باشد، باید به عنوان یک طبقه مستقل محسوب شود. در غیر این صورت خرپشته به عنوان بخشی از بام در نظر گرفته می‌شود.

$$T = 0.3s \le 0.5s \quad \rightarrow K = 1$$

$$C = 0.2$$

$$W_{\text{سازه}} = 3W$$

$$W_{\text{شالوده}} = \frac{1}{3} * 3W = W$$

$$h = 4m$$

## پاسخ ۳

محاسبهٔ نیروی جانبی در تراز طبقات:

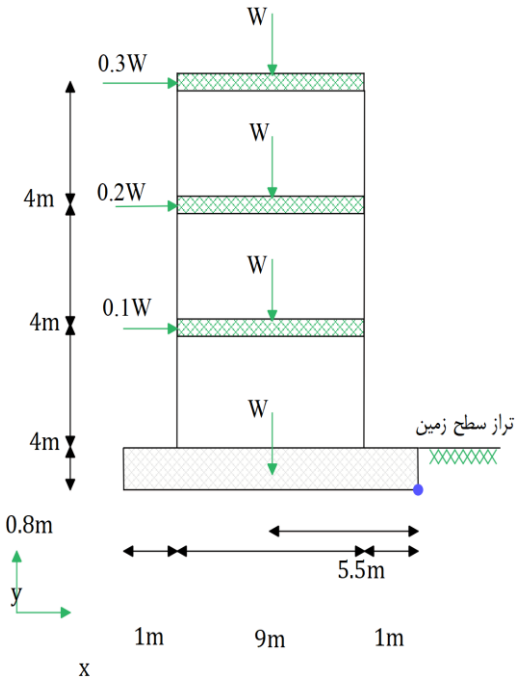
$$F_{u1} = \frac{W * (2h)^1}{W * h^1 + W * (2h)^1 + W * (3h)^1} * 0.2 * 3W = 0.1W$$

$$F_{u2} = \frac{W * h^1}{W * h^1 + W * (2h)^1 + W * (3h)^1} * 0.2 * 3W = 0.2W$$

$$F_{u3} = \frac{W * (3h)^1}{W * h^1 + W * (2h)^1 + W * (3h)^1} * 0.2 * 3W = 0.3W$$

## پاسخ ۳

در ادامه مقدار ضریب اطمینان در برابر واژگونی را حول گوشهٔ سمت راست در سطح زیر شالوده محاسبه می کنیم:




$$F.S = \frac{4W * 5.5}{(0.1W * 4.8) + (0.2W * 8.8) + (0.3W * 12.8)} \approx 3.62$$

پاسخ سوال گزینهٔ (۲)

تشابه

## تشابه سوال ۳

**تشابه بالای این سوال با سوال تالیفی و درسنامه از تور ۲۸۰۰ سبز سازه**

**تالیفی**

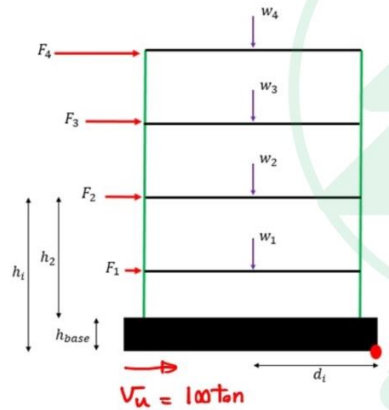
شکل زیر مربوط به یک ساختمان بتنی با زمان تناوب کمتر از ۰/۵ ثانیه می باشد. اگر ارتفاع تمام طبقات یکسان و برابر ۳ متر باشد، مطلوب است محاسبه ضریب اطمینان این سازه در برابر واژگونی؟ وزن موثر لرزه ای هر طبقه ۵۰ تن، برش پایه کل ۱۰۰ تن و ابعاد پی ۰/۶*۲۰*۲۰ می باشد. از وزن خاک روی پی صرف نظر کنید.

۱) ۱/۵
۲) ۱/۷۵
۳) ۲ ✓
۴) ۱

K=1

$V_u$ $w_i$

$F.S. = \frac{M_R}{M_O} = ?$




روش ① توزیع نیروی زلزله در ارتفاع

$F_{ni} = \frac{w_i h_i^k}{\sum w_i h_i^k} V_u$

$F_1 = \frac{50*3}{50(3+6+9+12)} \quad V_u = 0.1V_u = 10\ ton$

$F_2 = \frac{50*6}{50(3+6+9+12)} \quad V_u = 0.2V_u = 20\ ton$

$F_3 = 0.3V_u = 30\ ton$

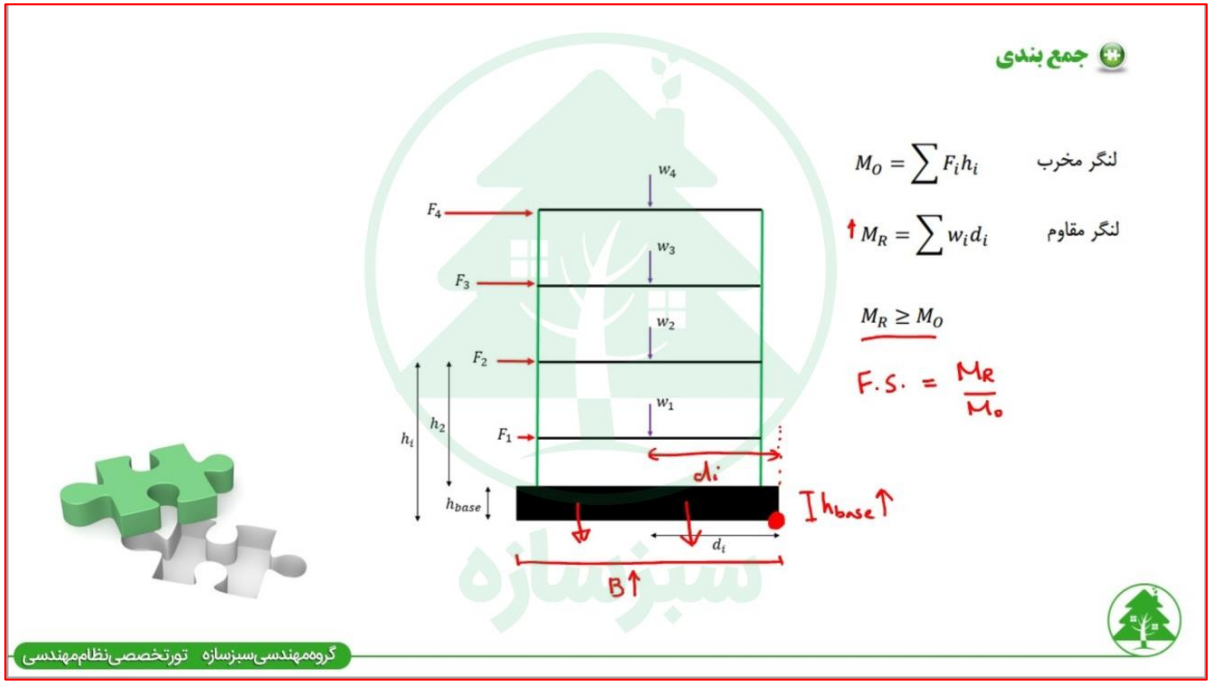
$F_4 = 0.4V_u = 40\ ton$

گروه مهندسی سبزسازه تورتخصصی نظام مهندسی

تشابه

## تشابه سوال ۳

**تشابه بالای این سوال با سوال تالیفی و درسنامه از تور ۲۸۰۰ سبز سازه**



## سوال ٤

در یک ساختمان اداری 5 طبقه با زیربنای کل حدوداً $1000\ m^2$ مجموع انواع مختلف بارها به شرح زیر محاسبه شده است:

$5000\ kN$ = مجموع بارهای مردهٔ تمامی طبقات از جمله بام (به‌غیر از وزن اسکلت)

$1000\ kN$ = وزن مؤثر کل اسکلت

$2500\ kN$ = مجموع بارهای زندهٔ تمامی طبقات (به‌غیر از بام)

$300\ kN$ = کل بار زندهٔ بام

$300\ kN$ = کل بار برف بام (منطقه با برف زیاد)

$800\ kN$ = مجموع بار مؤثر دیوارهای تقسیم‌کننده از نوع زنده

$1500\ kN$ = مجموع بار مؤثر دیوارهای پیرامونی و دست‌اندازها

اگر ضریب زلزله (C) این ساختمان $0.15$ باشد، مقدار نیروی برشی پایه (برش پایه) در حد مقاومت به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید ساختمان فاقد زیرزمین بوده و در روی سطح زمین احداث می‌شود. $(\rho = 1.0)$

۱) $1329\ kN$ ۲) $1242\ kN$ ۳) $1233\ kN$ ۴) $1338\ kN$

## پاسخ ٤

طبق بند ۳-۳-۱-۱ صفحه ۲۷ و جدول ۳-۱ صفحه ۲۹ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم داریم:

$$V_u = CW \qquad (۳-۱)$$

در این رابطه:

$V_u$: نیروی برشی درحد مقاومت. حد مقاومت و حد تنش مجاز در"تعاریف" آیین‌نامه توضیح داده شده‌اند. برای تعیین این نیرو در حد تنش مجاز مقدار آن باید بر ضریب ۱/۴ تقسیم شود.

W: وزن مؤثر لرزه‌ای، شامل مجموع بارهای مرده و وزن تأسیسات ثابت و وزن دیوارهای تقسیم‌کننده به اضافهٔ درصدی از بار زنده و بار برف، مطابق جدول (۳-۱). بار زنده باید به صورت تخفیف‌نیافته، مطابق ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان در نظر گرفته شود.

C: ضریب زلزله که از رابطه (۳-۲) به‌دست می‌آید:

$$C = \frac{ABI}{R_u} \qquad (۳-۲)$$

در این رابطه:

A: نسبت شتاب مبنای طرح مطابق بند (۲-۲) ص ۱۴

B: ضریب بازتاب ساختمان مطابق بند (۲-۳) ص ۱۴

I: ضریب اهمیت ساختمان مطابق بند (۳-۳-۴) ص ۳۳

$R_u$: ضریب رفتار ساختمان مطابق بند (۳-۳-۵) ص ۳۴

مقداربرش پایه، $V_u$، در هیچ حالت نباید کمتر از مقدار زیر در نظر گرفته شود.

$$V_{u\,min} = 0.12AIW \qquad (۳-۳)$$

## پاسخ ٤

جدول ۳-۱ درصد میزان مشارکت بار زنده و بار برف در محاسبه نیروی جانبی زلزله

| محل بار زنده | درصد میزان بار زنده |
|---|---|
| بام‌های ساختمان‌ها در مناطق با برف زیاد، سنگین و فوق سنگین | ۲۰ |
| بام‌های ساختمان‌ها در سایر مناطق | - |
| ساختمان‌های مسکونی، اداری، هتل‌ها و پارکینگ‌ها | ۲۰ |
| بیمارستان‌ها، مدارس، فروشگاه‌ها، ساختمان‌های محل اجتماع یا ازدحام | ۲۰ |
| کتابخانه‌ها و انبارها (با توجه به نوع کاربری) | حداقل ۴۰ |
| مخازن آب و یا سایر مایعات | ۱۰۰ |

ابتدا وزن موثر لرزه ای را محاسبه میکنیم:

نکته مهم: در محاسبهٔ وزن موثر لرزه ای در طبقه بام طبق ردیف اول جدول ۳-۱ مقدار بار برف زیاد بحرانی بوده و بدون توجه به بار زندهٔ بام در نظر گرفته می شود.

## پاسخ ٤

درصد مشارکت بار زنده اداری در طبقات و درصد مشارکت برف زیاد در بام ساختمان برابر 20 درصد می باشند.

$$W = (5000 + 1000 + 1500 + 800) + 0.2 * (2500) + 0.2 * (300) = 8860\ KN$$

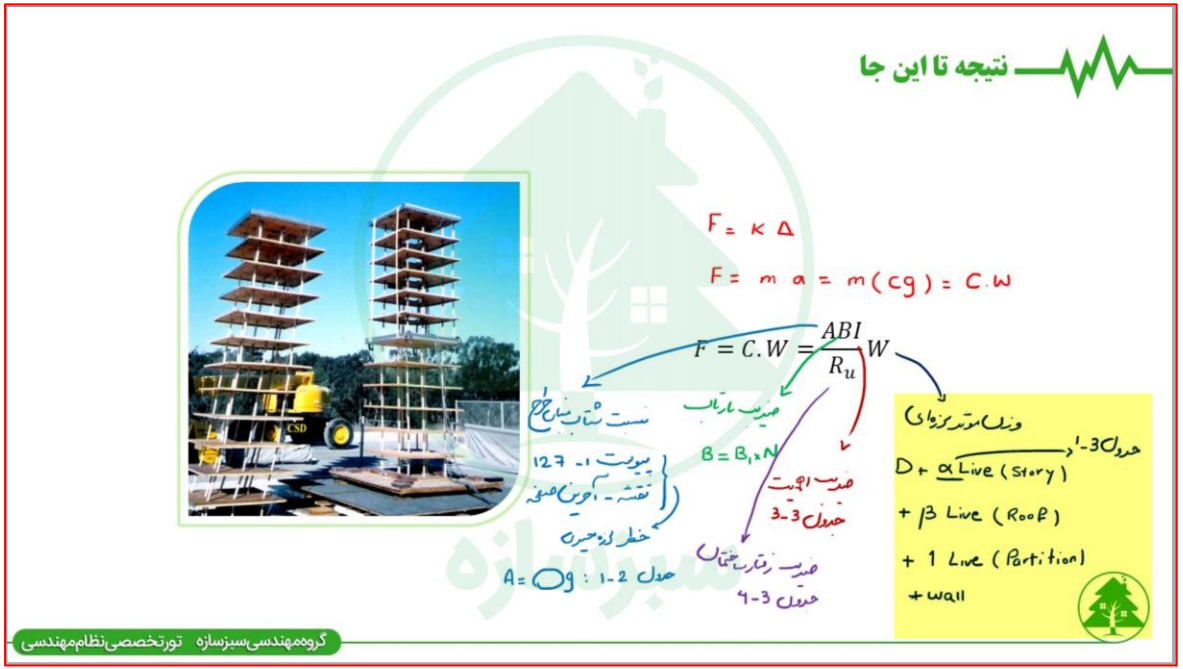
$$V_u = C * W = 0.15 * 8860 = 1329\ KN$$

پاسخ سوال گزینهٔ (۱)

تشابه

## تشابه سوال ٤

تشابه بالای این سوال با توضیحات درسنامه تور ۲۸۰۰ و سوال ٦۰ اسفند ۹۵ سبز سازه



تشابه

## تشابه سوال ٤

تشابه بالای این سوال با توضیحات درسنامه تور ۲۸۰۰ و سوال ٦۰ اسفند ۹۵ سبز سازه

### وزن موثر لرزه ای

$$W = 1Dead + \alpha\%\ Live\ (Story) + \beta\%\ Live\ (Roof) + 1Live\ (Partition) + Wall$$

جدول ۳-۱ درصد میزان مشارکت بار زنده و بار برف در محاسبه نیروی جانبی زلزله

| محل بار زنده | درصد میزان بار زنده |
|---|---|
| بام‌های ساختمان‌ها در مناطق با برف زیاد، سنگین و فوق سنگین | ۲۰ |
| بام‌های ساختمان‌ها در سایر مناطق | - |
| ساختمان‌های مسکونی، اداری، هتل‌ها و پارکینگ‌ها | ۲۰ |
| بیمارستان‌ها، مدارس، فروشگاه‌ها، ساختمان‌های محل اجتماع یا ازدحام | ۲۰ |
| کتابخانه‌ها و انبارها (با توجه به نوع کاربری) | حداقل ۴۰ |
| مخازن آب و یا سایر مایعات | ۱۰۰ |

⚠ این pdf فقط شامل قسمتی از نکات آموزش است و برای یادگیری کامل، به ویدئوهای این بخش مراجعه نمایید.

تشابه

## تشابه سوال ٤

تشابه بالای این سوال با توضیحات درسنامه تور ۲۸۰۰ و سوال ٦۰ اسفند ۹۵ سبز سازه

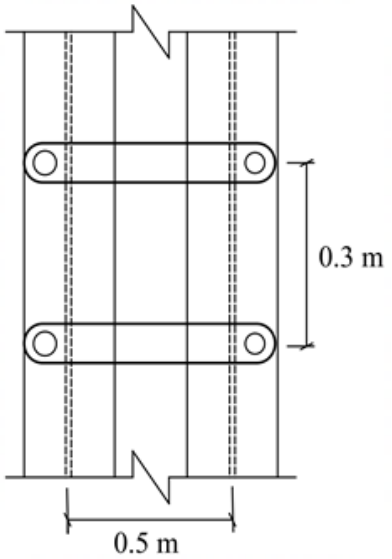
۶۰- پلان طبقات یک ساختمان اداری 5 طبقه دارای ابعاد 30×40 m و به صورت مستطیل‌شکل می‌باشد. وزن مرده متوسط کف طبقه سوم با احتساب وزن اسکلت برابر $6.2\ kN/m^2$ بوده و بار زنده متوسط کف بدون پارتیشن برابر $3.2\ kN/m^2$ برآورد شده است. وزن معادل دیوارهای تقسیم‌کننده بر کف طبقات برابر $1.25\ kN/m^2$ تخمین زده شده و وزن متوسط دیوار نمای چهارطرف ساختمان برابر 1.5 kN بر هرمترمربع سطح دیوار می‌باشد. اگر ارتفاع هر طبقه 3.6 متر فرض شود، وزن مؤثر لرزه‌ای طبقه سوم حدوداً چند کیلونیوتن خواهد بود؟ (در محاسبه وزن دیوارهای نما، ارتفاع دیوار را برابر ارتفاع طبقه فرض نمائید).

۱) 12200 ۲) 10500 ۳) 11500 ۴) 9800

وزارت راه و شهرسازی — سازمان سنجش آموزش کشور — اسفند ۱۳۹۵

## سوال ۵

در شکل زیر یک نردبان ثابت با اعضای فولادی نشان داده شده است. در طراحی به روش LRFD مقاومت خمشی مورد نیاز اعضا افقی نردبان به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید انتهای بالایی پایه‌های نردبان ثابت بالای تراز سقف طبقه یا محل اتکا قرار نمی‌گیرد. همچنین اتصال اعضای افقی به پایه‌های قائم را مفصلی فرض نموده و از وزن اعضای نردبان صرف‌نظر نمائید.




۱) 0.20 kN.m

۲) 0.24 kN.m

۳) 0.17 kN.m

۴) 0.27 kN.m

## پاسخ ۵

طبق بند ۶-۵-۷-۴ صفحه ۲۸ و بند ۶-۲-۳-۲ صفحه ۱۰ مبحث ۶ داریم:

**۶-۵-۷-۴ بار وارد برنردبان ثابت**

حداقل بار زنده روی نردبان ثابت برابر با یک بار متمرکز ۱/۳۵ کیلونیوتن است که باید در هر نقطه‌ای و هر امتدادی که بیشترین اثر بار را بر روی عضو مورد نظر ایجاد کند، وارد گردد. این بار باید در هر سه متر از طول نردبان اعمال شود. موقعی که انتهای بالایی پایه‌های نردبان ثابت از سقف طبقه یا محل اتکا بالاتر قرار گیرد، بخش امتداد یافته هر پایه باید بتواند بار زنده متمرکز ۰/۴۵ کیلونیوتن در هر امتدادی و در هر ارتفاعی تا بالای پایه را تحمل کند.

## پاسخ ۵

**۶-۲-۳-۲ ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت**

در طراحی به روش ضرائب بار و مقاومت، سازه‌ها، اعضاء و شالوده‌های آنها باید بـه گونـه‌ای طراحـی شوند که مقاومت طراحی آن‌ها، بزرگتر یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب‌دار زیر باشد:

۱) ۱/۴D

۲) ۱/۲D+۱/۶L+۰/۵($L_r$ یا S یا R)

۳) ۱/۲ D+۱/۶($L_r$ یا S یا R)+[L یا ۰/۵(۱/۶W)]

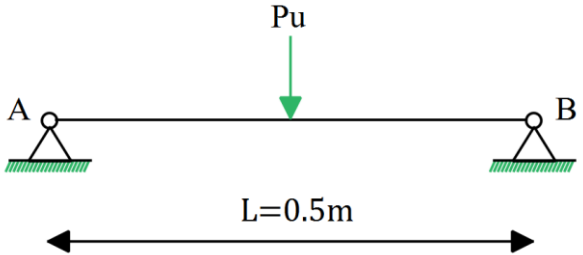
۴) ۱/۲D+۱/۶W+L+۰/۵($L_r$ یا S یا R)

۵) ۱/۲D+E+L+۰/۲S

۶) ۰/۹ D+۱/۶W

۷) ۰/۹D+E

## پاسخ ۵




$$P_u = 1.6 * 1.35 = 2.16\ KN$$

در نهایت مقاومت خمشی مورد نیاز اعضای افقی نردبان را به صورت زیر محاسبه می کنیم:

$$M_u = \frac{P_u * L}{4} = \frac{2.16 * 0.5}{4} = 0.27\ KN.m$$

پاسخ سوال گزینهٔ (۴)

تشابه

## تشابه سوال ۵

**تشابه این سوال با سوال ۱ آزمون جامع دوم سبز سازه و سوال تالیفی مبحث ۶ سبز سازه**

آزمون ورود به حرفه مهندسان- آزمون جامع ۲ سبزسازه | 286A | رشته عمران (محاسبات)

۱- در یک سازه صنعتی در شهر تهران به دلیل عدم اجرای راه پله از یک نردبان برای بالارفتن به بام سازه استفاده می‌شود. در صورتیکه ارتفاع بام از سطح زمین 2.9 متر باشد، در بحرانی‌ترین حالت حداکثر مقدار لنگر در طول نردبان چندکیلونیوتن‌متر می‌باشد؟ (زاویه نردبان با سطح افق 75 درجه بوده و نردبان در محل اتصال به زمین و محل بام به صورت تکیه‌گاه مفصلی عمود بر راستای نردبان در نظر گرفته شود.)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱) | 1.0125 | ۲) | 0.98 | ۳) | 0.263 | ۴) | 0.272 |

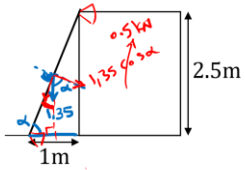
تشابه

## تشابه سوال ۵

**تشابه این سوال با سوال ۱ آزمون جامع دوم سبز سازه و سوال تالیفی مبحث ٦ سبز سازه**

### تالیفی

در یک ساختمان مسکونی برای دسترسی بام به خرپشته از یک نردبان ثابت استفاده شده است. لنگر خمشی حداکثر (بدون ضریب) نردبان را بدست آورید.




طول نردبان $= \sqrt{2.5^2 + 1^2} = 2.7\,m < 3m \rightarrow$ اعمال 1 بار $1.35^{kN/m}$

تشابه

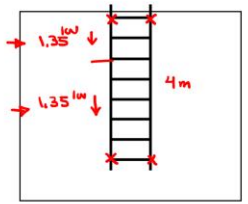
## تشابه سوال ۵

**تشابه این سوال با سوال ۱ آزمون جامع دوم سبز سازه و سوال تالیفی مبحث ۶ سبز سازه**

### ۶) نردبان ثابت

**۶-۵-۷-۴ بار وارد برنردبان ثابت**

حداقل بار زنده روی نردبان ثابت برابر با یک بار متمرکز ۱/۳۵ کیلونیوتن است که باید در هر نقطه‌ای و هر امتدادی که بیشترین اثر بار را بر روی عضو مورد نظر ایجاد کند، وارد گردد. این بار باید در هر سه متر از طول نردبان اعمال شود. موقعی که انتهای بالایی پایه‌های نردبان ثابت از سقف طبقه یا محل اتکا بالاتر قرار گیرد، بخش امتداد یافته هر پایه باید بتواند بار زنده متمرکز ۰/۴۵ کیلونیوتن در هر امتدادی و در هر ارتفاعی تا بالای پایه را تحمل کند.




کل بار : $2 \times 1{,}35\ kN = 2{,}7\ kN$

هر جا یه : $\frac{2{,}7}{4} = 0{,}675\ kN$

گروه صنعتی سبزسازه تور محاسبات نظام مهندسی ـ مبحث ششم

## سوال ٦

فرض کنید قرار است یک ساختمان از نوع قاب خمشی فولادی متوسط با کاربری مسکونی بر روی خاک نوع I در شهر تهران ساخته شود. حداکثر ارتفاع مجاز این ساختمان از روی تراز پایه برای آنکه بتوان بدون هرگونه تغییر، سازهٔ آن را در همین شهر بر روی خاک نوع II نیز احداث نمود، به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید در هر دو حالت برای محاسبهٔ نیروی زلزله از زمان تناوب تجربی بدون هرگونه افزایش و از روش استاتیکی معادل استفاده می‌شود و جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب ایجاد نمی‌کنند. همچنین فرض کنید در هر دو حالت تنش مجاز خاک یکسان بوده و ساختمان فاقد زیرزمین است و نیز برش پایهٔ حداقل تعیین‌کننده نیست.

۱) 11.5 m

۲) 9.5 m

۳) 8.5 m

۴) 10.5 m

## پاسخ ٦

طبق بند ۳-۳-۱-۱ صفحه ۲۷ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم داریم:

$$V_u = CW \qquad (۳-۱)$$

در این رابطه:

$V_u$: نیروی برشی درحد مقاومت. حد مقاومت و حد تنش مجاز در "تعاریف" آیین‌نامه توضیح داده شده‌اند. برای تعیین این نیرو در حد تنش مجاز مقدار آن باید بر ضریب ۱/۴ تقسیم شود.

W: وزن مؤثر لرزه‌ای، شامل مجموع بارهای مرده و وزن تأسیسات ثابت و وزن دیوارهای تقسیم‌کننده به اضافهٔ درصدی از بار زنده و بار برف، مطابق جدول (۳-۱). بار زنده باید به صورت تخفیف‌نیافته، مطابق ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان در نظر گرفته شود.

C: ضریب زلزله که از رابطه (۳-۲) به‌دست می‌آید:

$$C = \frac{ABI}{R_u} \qquad (۳-۲)$$

## پاسخ ٦

الف- برای ساختمان‌های با سیستم قاب خمشی

۱- در مواردی که جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد ننمایند:

- در قاب‌های فولادی

$$T = 0.08H^{0.75} \quad (۳-۳)$$

- در قاب‌های بتن‌آرمه

$$T = 0.05H^{0.9} \quad (۳-۴)$$

## پاسخ ٦

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

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

**۲-۳-۲** ضریب اصلاح طیف، N، به شرح زیر تعیین می‌شود:

الف- برای پهنه‌های باخطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$$N = 1 \qquad T < T_s$$

$$N = \frac{0.7}{4 - T_s}(T - T_s) + 1 \qquad T_s < T < 4\ \text{sec} \qquad (۳-۲)$$

$$N = 1.7 \qquad T > 4\ \text{sec}$$

## پاسخ ٦

### ۲-۳ ضریب بازتاب ساختمان، B

ضریب بازتاب ساختمان بیانگر نحوه پاسخ ساختمان به حرکت زمین با توجه بـه نـوع آن است. این ضریب با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$B=B_1N \qquad (۲-۱)$$

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

**۲-۳-۱** ضریب شکل طیف، $B_1$، با درنظرگرفتن بزرگ‌نمایی خاک در پریودهای مختلف و میزان لرزه‌خیزی منطقه مشخص می‌شود. این ضریب با اسـتفاده از روابـط زیـر و یـا از شکل‌های (۲-۱-الف) و (۲-۱-ب) تعیین می‌گردد.

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

## پاسخ ٦

برای اینکه بتوان بدون هرگونه تغییر، سازه را بر روی خاک نوع $II$ احداث نمود باید رابطهٔ زیر برقرار باشد:

$$(V_u)_{II} \leq (V_u)_I$$

$$\rightarrow \left(\frac{A * (B)_{II} * I * W}{R_u}\right)_{II} \leq \left(\frac{A * (B)_I * I * W}{R_u}\right)_I \rightarrow (B)_{II} \leq (B)_I$$

با فرض گزینه سوم سوال و انتخاب ارتفاع $8.5m$ داریم:

$$H = 8.5\ m$$

$$T = 0.08 * (8.5)^{0.75} \approx 0.4\ s$$

## پاسخ ٦

برای خاک نوع $I$ در شهر تهران با خطر نسبی بسیار زیاد در حالت اول داریم:

$$T = 0.4\ s \leq T_s = 0.4\ s$$

$$(B)_I = (S+1) * N = (1.5+1) * 1 = 2.5$$

برای خاک نوع $II$ در شهر تهران با خطر نسبی بسیار زیاد در حالت دوم داریم:

$$T = 0.4\ s \leq T_s = 0.5\ s$$

$$(B)_{II} = (S+1) * N = (1.5+1) * 1 = 2.5$$

$$\rightarrow (B)_{II} = 2.5 \leq (B)_I = 2.5$$

در نهایت رابطهٔ بالا قابل قبول بوده و در ارتفاع $8.5\ m$ می توان سازه را بر روی خاک نوع $II$ احداث نمود.

پاسخ سوال گزینهٔ (۳)

تشابه



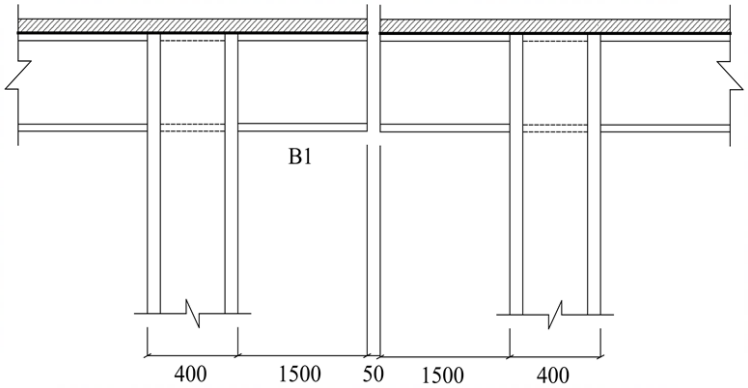
## تشابه بالای این سوال با سوال ۵۹ آزمون شهریور ۹۵

**۵۹- یک ساختمان مسکونی منظم دو طبقه با ارتفاع 6 متر از تراز پایه با سیستم قاب خمشی فولادی متوسط بر روی خاک نوع IV و در منطقه با خطر نسبی متوسط طراحی شده است. در کدامیک از شرایط زیر می‌توان از طراحی همین سازه استفاده نمود؟ (مقاومت خاک را یکسان فرض نمایید)**

۱) بر روی خاک نوع III و منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد
۲) بر روی خاک نوع IV و منطقه با خطر نسبی زیاد
۳) بر روی خاک نوع I و منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد
۴) بر روی خاک نوع II و منطقه با خطر نسبی زیاد

## سوال ۷

در شکل زیر بخشی از قاب فولادی که روی آن محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر 90 kN است نشان داده شده است (از درز برای کنترل آثار ناشی از تغییرات دما استفاده می‌شود). چنانچه با توجه به سطح بارگیر هر قاب، شدت بار یکنواخت مردهٔ وارد به تیر طرهٔ B1 (شامل وزن تیر) 16 kN/m و شدت بار یکنواخت زندهٔ ناشی از بار گستردهٔ کف، با توجه به کاربری آن، 24 kN/m فرض شود، در طراحی به روش LRFD مقاومت خمشی و برشی مورد نیاز ($M_u$ و $V_u$) تیر طرهٔ (B1) فقط تحت بارهای مرده و زنده (اعم از گسترده یا متمرکز) به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ بال و جان تیرهای طره مستقیماً به ستون وصل شده‌اند و اتصال تیر طره به ستون گیردار است. (در شکل ابعاد به میلی‌متر هستند)




۱) $V_u = 77\ \text{kN}\ ,\ M_u = 65\ \text{kN.m}$

۲) $V_u = 87\ \text{kN}\ ,\ M_u = 65\ \text{kN.m}$

۳) $V_u = 87\ \text{kN}\ ,\ M_u = 94\ \text{kN.m}$

۴) $V_u = 77\ \text{kN}\ ,\ M_u = 94\ \text{kN.m}$

## پاسخ ۷

طبق بند ۶-۲-۳-۲ صفحه ۱۰ ترکیب بار شمارهٔ ۲ و جدول ۶-۵-۱ ردیف ۱۱-۲ صفحه ۳۳ مبحث ۶ داریم:

**ادامه جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت $L_o$ و بار زنده متمرکز کف‌ها**

| ردیف | نوع کاربری | بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع | بار متمرکز کیلونیوتن |
|---|---|---|---|
| ۱۰ | **بیمارستان‌ها و مراکز درمانی** | | |
| ۱-۱۰ | اتاق بیمار | ۲ | ۴/۵ |
| ۲-۱۰ | اتاق عمل، آزمایشگاه‌ها | ۳ | ۴/۵ |
| ۳-۱۰ | راهرو طبقه همکف | ۵ | ۴/۵ |
| ۴-۱۰ | راهرو سایر طبقات | ۴ | ۴/۵ |
| ۱۱ | **محل‌های عبور و پارک خودروها** | | |
| ۱-۱۱ | محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر تا ۴۰ کیلونیوتن | ۳ (۲) (۳) (۷) | ۱۵ (۷) |
| ۲-۱۱ | محل عبور و پارک خودروهایی با وزن ۴۰ تا ۹۰ کیلونیوتن | ۶ (۲) (۳) (۷) (۸) | ۳۰ (۷) |

## پاسخ ۷

**۶-۲-۳-۲ ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت**

در طراحی به روش ضرائب بار و مقاومت، سازه‌ها، اعضاء و شالوده‌های آنها باید بـه گونـه‌ای طراحـی شوند که مقاومت طراحی آن‌ها، بزرگتر یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب‌دار زیر باشد:

۱) ۱/۴D

۲) ۱/۲D+۱/۶L+۰/۵($L_r$ یا S یا R)

۳) ۱/۲ D+۱/۶($L_r$ یا S یا R)+[L یا ۰/۵(۱/۶W)]

۴) ۱/۲D+۱/۶W+L+۰/۵($L_r$ یا S یا R)

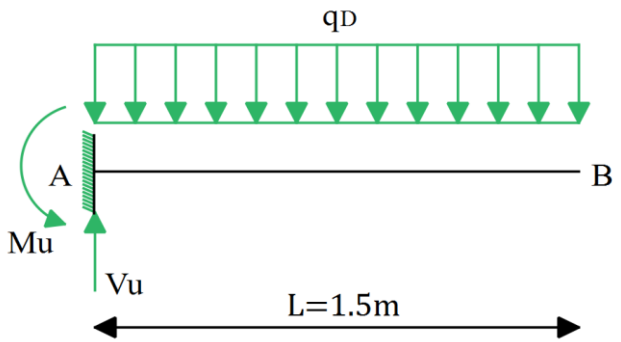
۵) ۱/۲D+E+L+۰/۲S

۶) ۰/۹ D+۱/۶W

۷) ۰/۹D+E

## پاسخ ۷

ابتدا مقاومت برشی و خمشی تیر طرهٔ $B_1$ تحت بار مرده را محاسبه می‌کنیم:




$$q_D = 16\frac{KN}{m}$$

$$M_D = \frac{q_D * L^2}{2} = \frac{16 * 1.5^2}{2} = 18\ KN.m$$

$$V_D = q_D * L = 16 * 1.5 = 24\ KN$$

## پاسخ ۷

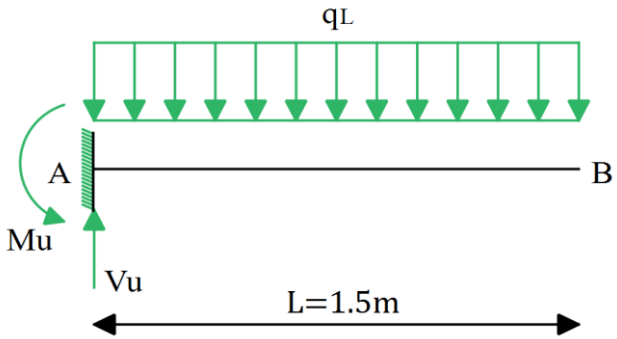
در ادامه مقاومت برشی و خمشی تیر طرهٔ $B_1$ تحت بارهای متمرکز و گستردهٔ زنده را محاسبه می‌کنیم:

تحت بار گستردهٔ زنده:

$$q_L = 24\frac{KN}{m}$$

$$M_{Lq} = \frac{q_L * L^2}{2} = \frac{24 * 1.5^2}{2} = 27\ KN.m$$

$$V_{Lq} = q_D * L = 24 * 1.5 = 36\ KN$$



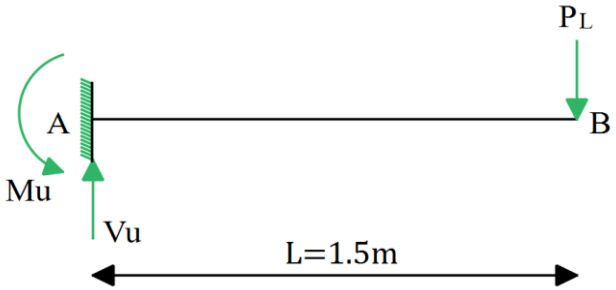
## پاسخ ۷

تحت بار متمرکز زنده طبق ردیف ۱۱-۲ جدول ۵-۶-۱ صفحه ۳۳ برای محل عبور و پارک خودروی با وزن $90KN$ داریم:

$$P_L = 30KN$$

$$M_{LP} = P_L * L = 30 * 1.5 = 45\ KN.m$$

$$V_{LP} = P_L = 30\ KN$$



## پاسخ ۷

در ادامه مقادیر حداکثر مقاومت برشی و خمشی تیر طره تحت بار متمرکز و گستردهٔ زنده به صورت زیر محاسبه می شود:

$$M_L = max(M_{Lq}\ , M_{LP}\ ) = 45\ KN.m$$

$$V_L = max(V_{Lq}\ , V_{LP}\ ) = 36\ KN$$

در نهایت طبق ترکیب بار شمارهٔ 2 در روش $LRFD$ داریم:

$$M_u = 1.2M_D + 1.6M_L = 1.2 * 18 + 1.6 * 45 \approx 94\ KN.m$$

$$V_u = 1.2V_D + 1.6V_L = 1.2 * 24 + 1.6 * 36 \approx 87\ KN$$

پاسخ سوال گزینهٔ (۳)

تشابه

## تشابه سوال ۷

**تشابه این سوال با سوال۱۲ و ۵ آزمون های محاسبات مرداد۱۴۰۰ و شهریور ۱۴۰۱ و درسنامه سبز سازه**

**و اما راهکار آیین نامه...**

| ردیف | نوع کاربری | بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع | بار متمرکز کیلونیوتن |
|---|---|---|---|
| ۱۰ | **بیمارستان‌ها و مراکز درمانی** | | |
| ۱-۱۰ | اتاق بیمار | ۲ | ۴/۵ |
| ۲-۱۰ | اتاق عمل، آزمایشگاه‌ها | ۳ | ۴/۵ |
| ۳-۱۰ | راهرو طبقه همکف | ۵ | ۴/۵ |
| ۴-۱۰ | راهرو سایر طبقات | ۴ | ۴/۵ |
| ۱۱ | **محل‌های عبور و پارک خودروها** | | |
| ۱-۱۱ | محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر تا ۴۰ کیلونیوتن | ۳ (۴) (۴) (۸) | ۱۵ (۴) |
| ۲-۱۱ | محل عبور و پارک خودروهایی با وزن ۴۰ تا ۹۰ کیلونیوتن | ۶ (۴) (۴) (۴) (۸) | ۳۰ (۴) |
| ۳-۱۱ | معابر و بخش‌هایی از محوطه با امکان عبور کامیون | _ (۸) | _ (۸) |
| ۱۲ | **سایر موارد** | | |
| ۱-۱۲ | آشپزخانه صنعتی و رختشوی‌خانه‌ها | ۶ (۸) | — |
| ۲-۱۲ | اتاق آسانسور | ۳/۶ | ۱/۳ (پرروی سطحی برابر با ۵۰×۵۰ میلی‌متر وارد شود) |
| ۳-۱۲ | اتاق هواساز- پمپ و نظایر آن | ۵ (۸) | — |
| ۴-۱۲ | انبار سبک در فضای داخل سقف کاذب | ۱ | — |
| ۵-۱۲ | انبارها | _ (۴) (۱۰) | — |
| ۶-۱۲ | سردخانه‌ها | ۵ به ازای هر متر ارتفاع مفید، حداقل ۱۵ | — |
| ۷-۱۲ | کف کاذب برای اتاق‌های کامپیوتر | ۵ | ۹ |
| ۸-۱۲ | کف کاذب در فضاهای اداری | ۲/۵ | ۹ |
| ۹-۱۲ | محل فرود بالگرد | ۳ (۱۱) و ۶ (۱۲) و (۱۳) | — |
| ۱۰-۱۲ | موتورخانه | ۸/۵ (۸) | — |

گروه‌صنعتی‌سبزسازه تور محاسبات‌نظام‌مهندسی_مبحث‌ششم

تشابه

## تشابه سوال ۷

**تشابه این سوال با سوال۱۲ و ۵ آزمون های محاسبات مرداد۱۴۰۰ و شهریور ۱۴۰۱ و درسنامه سبز سازه**

۱۲-یکی از تیرهای محل فرود بالگرد، طول آزاد 5 متر و مجموع عرض بارگیر 2 متر داشته و اتصالات دو انتهای آن ساده است. چنانچه بارهای زندهٔ متمرکز مربوط به بالگرد، مستقیماً به این تیر وارد شوند و در جهت اطمینان و ساده‌سازی بارها به‌صورت نقطه‌ای در نظر گرفته شوند، حداکثر لنگر خمشی (M) و حداکثر برش (V) تیر ناشی از بارهای زندهٔ مربوط به محل فرود بالگرد (بدون ضریب بار) به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ وزن عملیاتی بالگرد 16 kN فرض شود.

۱) M=17 kN.m , V=19 kN
۲) M=19 kN.m , V=15 kN
۳) M=17 kN.m , V=14 kN
۴) M=19 kN.m , V=19 kN

تشابه

## تشابه سوال ۷

**تشابه این سوال با سوال۱۲ و ۵ آزمون های محاسبات مرداد۱۴۰۰ و شهریور ۱۴۰۱ و درسنامه سبز سازه**

۵- چنانچه برای سهولت محاسبات، بار متمرکز 13.5 kN ناشی از بالگرد به‌صورت یک بار متمرکز نقطه‌ای (بدون توجه به سطح اثر آن) در نظر گرفته شود و با فرض اینکه این بار متمرکز می‌تواند به هر نقطه از تیر نشان داده شده وارد شود، بدون در نظر گرفتن ضرایب بار، بیشترین لنگر (M) و بیشترین برش (V) در تیر ناشی از این بار متمرکز به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

۱) V=13.5 kN , M=44 kN.m

۲) V=6.75 kN , M=44 kN.m

۳) V=13.5 kN , M=41 kN.m

۴) V=6.75 kN , M=41 kN.m

## سوال ۸

یک ساختمان فولادی از نوع قاب خمشی ویژه با کاربری مسکونی، واقع بر روی خاک نوع II و منطقه با خطر نسبی متوسط و با زمان تناوب اصلی برابر 1.0 ثانیه مفروض است. اگر این ساختمان در منطقه با خطر نسبی زیاد ساخته شود و زمان تناوب اصلی، وزن مؤثر لرزه‌ای و نوع خاک محل احداث آن تغییر نکند، در روش تحلیل استاتیکی معادل، مقدار نیروی برشی پایه حدوداً چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) 12.5 ۲) 25 3) 20 ۴) 15

## پاسخ ۸

طبق بند ۳-۳-۱-۱ صفحهٔ ۲۷ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم داریم:

$$V_u = CW \qquad (۳-۱)$$

در این رابطه:

$V_u$: نیروی برشی درحد مقاومت. حد مقاومت و حد تنش مجاز در"تعاریف" آیین‌نامه توضیح داده شده‌اند. برای تعیین این نیرو در حد تنش مجاز مقدار آن باید بر ضریب ۱/۴ تقسیم شود.

W: وزن مؤثر لرزه‌ای، شامل مجموع بارهای مرده و وزن تأسیسات ثابت و وزن دیوارهای تقسیم‌کننده به اضافهٔ درصدی از بار زنده و بار برف، مطابق جدول (۳-۱). بار زنده باید به صورت تخفیف‌نیافته، مطابق ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان در نظر گرفته شود.

C: ضریب زلزله که از رابطه (۳-۲) به‌دست می‌آید:

$$C = \frac{ABI}{R_u} \qquad (۳-۲)$$

در این رابطه:

A: نسبت شتاب مبنای طرح مطابق بند (۲-۲) ص ۱۴

B: ضریب بازتاب ساختمان مطابق بند (۲-۳) ص ۱۴

I: ضریب اهمیت ساختمان مطابق بند (۳-۳-۴) ص ۳۳

$R_u$: ضریب رفتار ساختمان مطابق بند (۳-۳-۵) ص ۳۴

مقداربرش پایه، $V_u$، در هیچ حالت نباید کمتر از مقدار زیر در نظر گرفته شود.

$$V_{u\,min} = 0.12AIW \qquad (۳-۳)$$

## پاسخ ۸

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

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

**۲-۳-۲** ضریب اصلاح طیف، N، به شرح زیر تعیین می‌شود:

الف- برای پهنه‌های باخطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$N = 1$ $\quad T < T_s$

$$N = \frac{0.7}{4 - T_s}(T - T_s) + 1 \qquad T_s < T < 4\ \text{sec} \qquad (۳-۲)$$

$N = 1.7$ $\quad T > 4$ sec

ب- برای پهنه‌های باخطر نسبی متوسط وکم

$N = 1$ $\quad T < T_s$

$$N = \frac{0.4}{4 - T_s}(T - T_s) + 1 \qquad T_s < T < 4\ \text{sec} \qquad (۴-۲)$$

$N = 1.4$ $\quad T > 4$ sec

## پاسخ ۸

### ۲-۳ ضریب بازتاب ساختمان، B

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

$$B=B_1N \qquad (۲-۱)$$

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

**۲-۳-۱** ضریب شکل طیف، $B_1$، با درنظرگرفتن بزرگ‌نمایی خاک در پریودهای مختلف و میزان لرزه‌خیزی منطقه مشخص می‌شود. این ضریب با استفاده از روابط زیر و یا از شکل‌های (۲-۱-الف) و (۲-۱-ب) تعیین می‌گردد.

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

## پاسخ ۸

در حالت دوم نسبت به حالت اول فقط نسبت شتاب مبنای طرح $A$ و ضریب بازتاب $B$ متفاوت می باشند و بقیهٔ پارامتر ها در رابطهٔ برش پایه ثابت می‌باشند.

در حالت اول ساختمان مسکونی در منطقه با خطر نسبی متوسط بر روی خاک نوع $II$ و زمان تناوب اصلی $1.0$ ثانیه داریم:

$$I = 1$$

$$R_u = 7.5$$

$$A_1 = 0.25$$

$$T_s = 0.5s \leq T = 1s \leq 4s$$

$$B_1 = (1.5 + 1) * \frac{0.5}{1} = 1.25$$

$$N = \frac{0.4}{4 - 0.5}(1 - 0.5) + 1 = 1.057$$

$$B = B_1 * N = 1.25 * 1.057 = 1.32$$

$$Vu_1 = \frac{0.25 * 1.32 * 1 * W}{7.5} = 0.044W \geq Vu_{min} = 0.12 * 0.25 * 1 * W = 0.03W$$

## پاسخ ۸

در حالت دوم ساختمان مسکونی در منطقه با خطر نسبی زیاد بر روی خاک نوع $II$ و زمان تناوب اصلی $1.0$ ثانیه داریم:

$$I = 1$$

$$R_u = 7.5$$

$$A_2 = 0.30$$

$$T_s = 0.5s \leq T = 1s \leq 4s$$

$$B_1 = (1.5 + 1) * \frac{0.5}{1} = 1.25$$

$$N = \frac{0.7}{4 - 0.5}(1 - 0.5) + 1 = 1.1$$

$$B = B_1 * N = 1.25 * 1.1 = 1.375$$

$$Vu_2 = \frac{0.30 * 1.375 * 1 * W}{7.5} = 0.055W \geq Vu_{min} = 0.12 * 0.30 * 1 * W = 0.036W$$

## پاسخ ۸

در نهایت نسبت خواسته شده را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{Vu_2}{Vu_1} = \frac{0.055}{0.044} = 1.25$$

از مقدار بدست آمده می توان دریافت که برش پایه در حالت دوم ۲۵ درصد افزایش می‌یابد.

پاسخ سوال گزینهٔ (۲)

مشاوره رایگان آزمون محاسبات : ۰۹۳۳۸۴۰۶۴۷۱ کانال تلگرام : @ sabzsaze



تشابه

## تشابه بالای این سوال با سوال تالیفی تور ۲۸۰۰ سبز سازه

**تالیفی** یک ساختمان مسکونی به ارتفاع ۱۸ متر در راستای X دارای سیستم بار جانبی از نوع قاب خمشی بتن آرمه متوسط و در راستای Y از سیستم دیوارهای باربر از نوع دیوار برشی بتن آرمه متوسط می باشد. در صورتیکه این ساختمان بر روی زمین نوع II احداث شود نسبت نیروی زلزله ی راستای X به نیروی زلزله ی راستای Y (نسبت برش پایه ها) چند است؟ (دیواره ی جداگر برای حرکت جانبی قاب ممانعت ایجاد نمی کند.)

$$\frac{V_x}{V_y} = \frac{C_x W}{C_y W} = \frac{\left(\frac{ABI}{R_u}\right)_x}{\left(\frac{ABI}{R_u}\right)_y} = \frac{B_x R_y}{B_y R_x} = \frac{B_x}{B_y} = \frac{1.89}{2.5} = 0.765$$

۱) 1
۲) 1.25
۳) 0.76 ✓
۴) چون محل احداث سازه نامشخص است پس A برای آن مجهول می باشد و نمی توان اظهار نظر کرد.

$R_x = 5$
$R_y = 4$
$\therefore R_x \leq R_y \longrightarrow R_x = R_y = 4$

راستای x : $T = 0.05(18)^{0.9} = 0.674$ sec

$T_0 = 0.1 \quad T_S = 0.5 \quad S = 1.5 \quad S_0 = 1$

$B_1 = (S+1)\left(\frac{T_S}{T}\right) = 1.85 \quad , \quad N = \frac{0.4}{4 - T_S} \ldots = 1.02$

$B_x = 1.85 \times 1.02 = 1.89$

راستای y : $T = 0.05\, H^{0.75} = 0.44 \longrightarrow B_y = 2.5$

گروه مهندسی سبزسازه تورتخصصی نظام مهندسی

## سوال ۹

برای ساخت یک سازهٔ نگهدارنده لوله‌ها (پایپ رک‌ها) از سیستم قاب خمشی فولادی معمولی استفاده شده است. درصورتی که اتصال تیرها به ستون‌ها از نوع پیچی با اتصالات گیردار فلنجی، که در محل اجرا می‌شود باشد، حداکثر ارتفاع مجاز آن از روی تراز پایه به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۱) 10.5 متر

۲) 15 متر

۳) 20 متر

۴) 30 متر

## پاسخ ۹

طبق زیر نویس شمارهٔ [2] در جدول ۵-۱ صفحه ۷۲ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم داریم:

[۱] برای سازه نگهدارنده لوله‌ها "پایپ رک‌ها" تا ارتفاع حداکثر ۲۰ متر مجاز است.

[۲] برای "پایپ رک‌ها" تا ارتفاع حداکثر ۲۰ متر مجاز است. در صورتی که اتصالات خمشی که در محل انجام می‌شوند، از نوع پیچی با اتصالات گیردار فلنجی باشند، ارتفاع "پایپ رک‌ها" می‌تواند ۳۰ متر باشد.

تبصره- "پایپ رک‌ها" از نوع سازه‌های مشابه ساختمان محسوب می‌شوند. در این سازه‌ها نباید از اصطکاک لوله‌ها، ناشی از بارهای ثقلی، برای مقابله با نیروی زلزله استفاده کرد.

پاسخ سوال گزینهٔ (۴)

## سوال ۱۰

در پهنهٔ با خطر نسبی زیاد تیری در ساختمان مسکونی با دهانهٔ 16 متر به‌صورت دو سر مفصل، تحت اثر بار مرده (شامل وزن تیر) و زندهٔ یکنواخت بدون ضریب به‌ترتیب 50 kN/m و 40 kN/m قرار دارد. مقدار برش تیر ناشی از نیروی قائم زلزله (بدون ضریب) در فاصلهٔ 4 متری از تکیه‌گاه تیر به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۱) 130 kN ۲) 76 kN ۳) 65 kN ۴) 36 kN

## پاسخ ۱۰

طبق بند ۳-۳-۹ صفحه ۴۱ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم داریم:

**۳-۳-۹ نیروی قائم ناشی از زلزله**

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

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

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

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

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

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

$$F_{Vu}=0.6\ AIW_p \qquad (۳-۱۰)$$

در این رابطه:

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

$W_p$: در مورد بند الف بالا بار مرده و در مورد سایر بندها بار مرده به اضافه کل سربار است.

نیروی قائم زلزله باید در هر دو جهت رو به بالا و روبه پایین، جداگانه به سازه اعمال شود. در نظر گرفتن نیروی قائم در جهت رو به بالا در طراحی پی ساختمان ضروری نیست.

۳-۳-۹-۳ نیروهای قائم و افقی زلزله باید همزمان با بارهای مرده و زنده ترکیب شده و در طراحی اعضای سازه به‌کار رود. در این ترکیب ضوابط بند (۳-۱-۴) باید رعایت شود و سازه باید برای بیشینه اثر این ترکیبات طراحی گردد.

## پاسخ ۱۰

چون طول تیر بیشتر از 15 متر می باشد لذا باید باز قائم زلزله را در نظر بگیریم:

$$W_P = 50 + 40 = 90\ \frac{KN}{m}$$

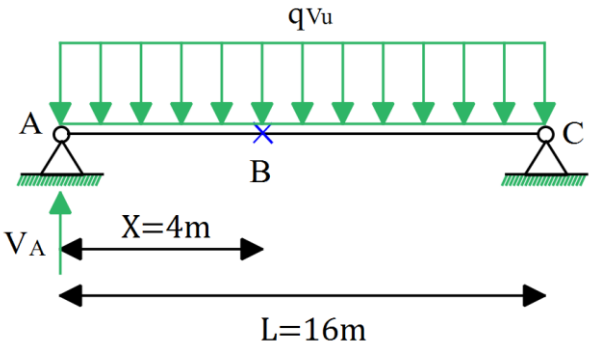
$$A = 0.30$$

$$I = 1$$

$$q_{vu} = 0.6 * A * I * W_P = 0.6 * 0.30 * 1 * 90 = 16.2\ \frac{KN}{m}$$

## پاسخ ۱۰

در ادامه می توان برش در فاصلهٔ 4 متری از تکیه گاه تیر ناشی از نیروی زلزلهٔ قائم را محاسبه نمود:

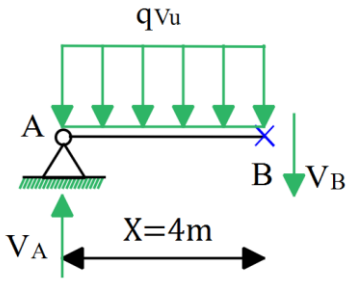



$$V_A = \frac{q_{vu} * L}{2} = \frac{16.2 * 16}{2} = 129.6\ KN$$

## پاسخ ۱۰

در نهایت می توان با مقطع در فاصلهٔ 4 متری از تکیه گاه $A$و در نظر گرفتن عضو $AB$ مقدار برش در نقطهٔ $B$ که ناشی از نیروی زلزلهٔ قائم می باشد را محاسبه نمود:

$$V_B = V_A - q_{vu} * X = 129.6 - 16.2 * 4 \approx 65\ KN$$




پاسخ سوال گزینهٔ (۳)

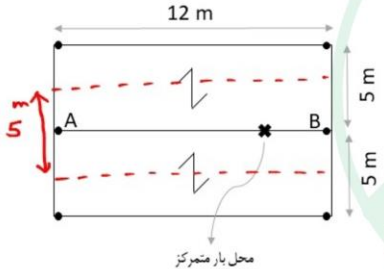
تشابه

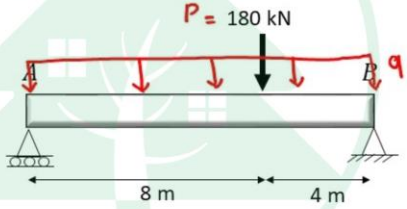
## تشابه سوال ۱۰

**تشابه بالای این سوال با سوال اسفند ۹۵ و سوالات ۲۰ و ۲۷ آزمون جامع سبز سازه**

**اسفند۹۵**

در شکل مقابل عکس العمل تکیه گاه B ناشی از نیروی قائم زلزله حدودا چند کیلونیوتن باید در نظر گرفته شود؟ تیر AB دو سر مفصل، ساختمان دارای کاربری اداری و در منطقه با خطر نسبی زیاد واقع می باشد. بار مرده گسترده یکنواخت کف ۵ کیلونیوتن بر مترمربع و بار زنده یکنواخت کف ۲ کیلونیوتن بر مترمربع می باشند و بار متمرکز مرده بر روی تیر AB در فاصله ۴ متری از تکیه گاه B قرار دارد.




۱) صفر
۲) ۲۷
۳) ۳۷
۴) ۶۰

$P \leq ql \Rightarrow 180 \leq (7\,kN/m^2 * 5\,m) * 12$

420

- منطقه خطرپذیری خیلی زیاد؟
- تیر با دهانه بیش از ۱۵ متر؟
- بار متمرکز قابل توجه؟
- بالکن و یا تیر طره؟

گروه‌مهندسی‌سبزسازه تورتخصصی‌نظام‌مهندسی

تشابه

## تشابه سوال ۱۰

**تشابه بالای این سوال با سوال اسفند ۹۵ و سوالات ۲۰ و ۲۷ آزمون جامع سبز سازه**

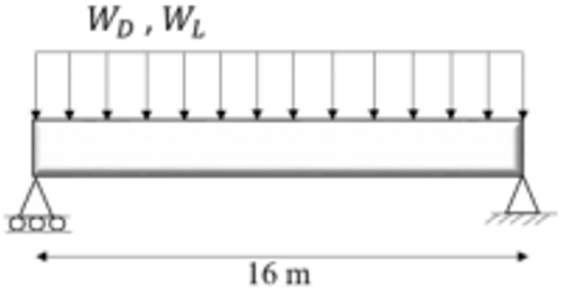
۲۷. تیری فولادی با دهانه 16 متر به‌صورت دو سر ساده با بار مرده یکنواخت بدون ضریب بار $D = 40\ \frac{KN}{m}$ شامل وزن تیر و بار زنده یکنواخت بدون ضریب بار $L = 20\ \frac{KN}{m}$ در داخل سازه یک بیمارستان در شهر مشهد قرار دارد. مقدار لنگر طراحی این تیر بر اساس روش ضرایب بار و مقاومت به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر می‌باشد؟

۱) 2660 کیلونیوتن در متر

۲) 483 کیلونیوتن در متر

۳) 2560 کیلونیوتن در متر

۴) 1300 کیلونیوتن در متر

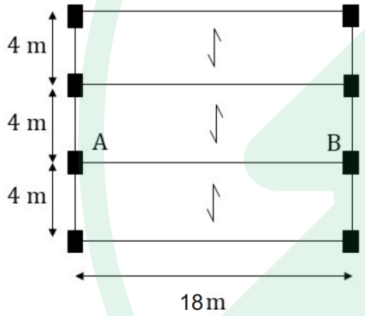


تشابه

## تشابه سوال ۱۰

**تشابه بالای این سوال با سوال اسفند ۹۵ و سوالات ۲۰ و ۲۷ آزمون جامع سبز سازه**

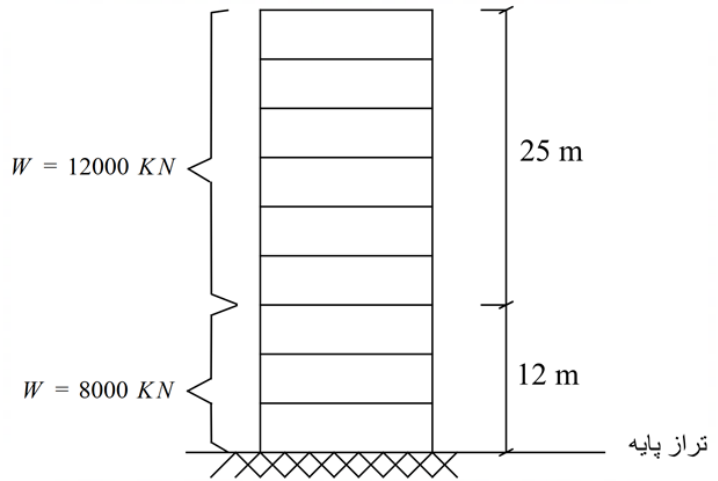
۲۰- پلان یک ساختمان مسکونی فولادی دوطبقه که در شهر تهران احداث شده مطابق شکل زیر است. اگر کل بار مرده کف $10\ \frac{KN}{m^2}$ و بار زنده کف به‌طور متوسط $5\ \frac{KN}{m^2}$ برآورد شده باشد، حداقل مقاومت خمشی طراحی تیر مفصلی AB برحسب KN.m به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟




۱) 1572.8 ۲) 3264 ۳) 3240 ۴) 2270

## سوال ۱۱

سازهٔ مسکونی شکل زیر واقع در شهر تهران را با دو سیستم سازه‌ای متفاوت در نظر بگیرید. سیستم سازهٔ تحتانی از نوع دیوار باربر همراه با دیوار برشی بتن‌آرمه ویژه و سازهٔ فوقانی از نوع قاب خمشی بتن آرمهٔ ویژه می‌باشد. مقدار نیروی برشی زلزله در تراز پایه برای طراحی سازهٔ فوقانی به روش استاتیکی معادل به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ شرایط ترکیب سیستم به صورت دو مرحله‌ای فراهم نبوده و زمان تناوب تجربی به‌دست آمده نباید افزایش داده شود. زمین نوع II بوده و برای هر دو قسمت $\rho = 1$ فرض شود.




۱) 1725 kN

۲) 2445 kN

۳) 1045 kN

۴) 1175 kN

## پاسخ ۱۱

طبق بند ۳-۳-۵-۹-۱ صفحه ۳۷ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم داریم:

**۳-۳-۵-۹ ترکیب سیستم‌ها در ارتفاع**

در ساختمان‌هایی که از دو سیستم سازه‌ای مختلف برای تحمل بار جانبی در یک امتداد در ارتفاع استفاده شده باشد، برای تعیین نیروی جانبی زلزله باید الزامات زیر رعایت گردد:

**۳-۳-۵-۹-۱ حالت کلی**

الف- زمان تناوب اصلی سازه باید مطابق ضوابط بند (۳-۳-۳) تعیین گردد.در مواردی که از روابط تجربی استفاده می‌شود، این زمان باید برابر با متوسط وزنی زمان‌های تناوب هر یک از سیستم‌ها در ارتفاع کل سازه در نظر گرفته شود.

ب- در ساختمان‌هایی که ضریب رفتار برای سیستم قسمت تحتانی بیشتر از مقدار آن برای سیستم قسمت فوقانی است، مقادیر $R_u$ ، $C_d$ و $\Omega_0$ قسمت فوقانی باید برای محاسبات هردو قسمت مورد استفاده قرارگیرد.

پ- در ساختمان‌هایی که ضریب رفتار برای سیستم قسمت تحتانی کمتر از مقدار آن برای سیستم قسمت فوقانی است، مقادیر $\mathbf{R_u}$ ، $C_d$ و $\Omega_0$ قسمت فوقانی باید برای محاسبات این قسمت مورد استفاده قرار گیرد. برای محاسبات قسمت تحتانی مقادیر $R_u$، $C_d$ و $\Omega_0$ مربوط به همین قسمت مورد استفاده قرار می‌گیرد. ولی حالت نیروهای عکس‌العمل ناشی از تحلیل قسمت فوقانی نیز که در نسبت $\mathbf{R_u/\rho}$ قسمت فوقانی به $\mathbf{R_u/\rho}$ قسمت تحتانی ضرب شده‌اند، باید به مدل سازه قسمت تحتانی اضافه شود. این نسبت در هر حال نباید کوچک‌تر از ۱/۰ باشد.

## پاسخ ۱۱

(۳-۱)

$$V_u = CW$$

در این رابطه:

$V_u$: نیروی برشی درحد مقاومت. حد مقاومت و حد تنش مجاز در"تعاریف" آیین‌نامه توضیح داده شده‌اند. برای تعیین این نیرو در حد تنش مجاز مقدار آن باید بر ضریب ۱/۴ تقسیم شود.

W: وزن مؤثر لرزه‌ای، شامل مجموع بارهای مرده و وزن تأسیسات ثابت و وزن دیوارهای تقسیم‌کننده به اضافهٔ درصدی از بار زنده و بار برف، مطابق جدول (۳-۱). بار زنده باید به صورت تخفیف‌نیافته، مطابق ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان در نظر گرفته شود.

C: ضریب زلزله که از رابطه (۳-۲) به‌دست می‌آید:

(۳-۲)

$$C = \frac{ABI}{R_u}$$

در این رابطه:

A: نسبت شتاب مبنای طرح مطابق بند (۲-۲) ص ۱۴

B: ضریب بازتاب ساختمان مطابق بند (۲-۳) ص ۱۴

I: ضریب اهمیت ساختمان مطابق بند (۳-۳-۴) ص ۳۳

$R_u$: ضریب رفتار ساختمان مطابق بند (۳-۳-۵) ص ۳۴

## پاسخ ۱۱

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

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

**۲-۳-۲** ضریب اصلاح طیف، N، به شرح زیر تعیین می‌شود:

الف- برای پهنه‌های باخطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$$N = 1 \qquad T < T_s$$

$$N = \frac{0.7}{4 - T_s}(T - T_s) + 1 \qquad T_s < T < 4\ \text{sec} \qquad (۳-۲)$$

$$N = 1.7 \qquad T > 4\ \text{sec}$$

## پاسخ ۱۱

### ۲-۳ ضریب بازتاب ساختمان، B

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

$$B=B_1N \qquad (۲-۱)$$

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

**۲-۳-۱** ضریب شکل طیف، $B_1$، با درنظرگرفتن بزرگ‌نمایی خاک در پریودهای مختلف و میزان لرزه‌خیزی منطقه مشخص می‌شود. این ضریب با استفاده از روابط زیر و یا از شکل‌های (۲-۱-الف) و (۲-۱-ب) تعیین می‌گردد.

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

## پاسخ ۱۱

**۳-۳-۳-۱ ساختمان‌های متعارف**

ساختمان‌های متعارف به ساختمان‌هایی اطلاق می‌شود که توزیع جرم و سختی در ارتفاع آنها عمدتاً به صورت متناسب تغییر کند. در این ساختمان‌ها زمان تناوب اصلی نوسان را می‌توان از روابط تجربی زیر به‌دست آورد.

الف- برای ساختمان‌های با سیستم قاب خمشی

۱- در مواردی که جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد ننمایند:

- در قاب‌های فولادی

$$T = 0.08H^{0.75} \quad (۳-۳)$$

- در قاب‌های بتن‌آرمه

$$T= 0.05H^{0.9} \quad (۴-۳)$$

۲- در مواردی که جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد نمایند:

مقدار T باید برابر با ۸۰ درصد مقادیر عنوان شده در بالا در نظر گرفته شود.

ب- برای ساختمان‌های با سیستم مهاربندی واگرا، مشابه قاب‌های فولادی، از رابطه (۳-۳)

پ- برای ساختمان‌های با سایر سیستم‌های مندرج در جدول (۳-۵)، به‌غیر از سیستم کنسولی، با یا بدون وجود جداگرهای میانقابی:

$$T = 0.05H^{0.75} \quad (۵-۳)$$

## پاسخ ۱۱

با توجه به ترکیب سیستم ها در ارتفاع از زمان تناوب وزنی استفاده می شود:

$$\rightarrow \quad T_{\text{تحتانی}} = 0.05 * (12 + 25)^{0.75} = 0.75s$$

$$\rightarrow \quad T_{\text{فوقانی}} = 0.05 * (12 + 25)^{0.75} = 0.1.29s$$

$$\rightarrow \quad T_{\text{اصلی}} = \frac{12}{37} * 0.75 + \frac{25}{37} * 1.29 = 1.115s$$

## پاسخ ۱۱

ساختمان مسکونی در شهر تهران بر روی خاک نوع $II$ و زمان تناوب اصلی $1.115$ ثانیه:

$$I = 1$$

$$R_{u\text{فوقانی}} = 7.5$$

$$A = 0.35$$

$$T_s = 0.5s \leq T = 1.115s \leq 4s$$

$$B_1 = (1.5 + 1) * \frac{0.5}{1.115} = 1.12$$

$$N = \frac{0.7}{4 - 0.5}(1.115 - 0.5) + 1 = 1.123$$

$$B = B_1 * N = 1.12 * 1.123 = 1.26$$

## پاسخ ۱۱

برای محاسبهٔ نیروی برشی زلزله در تراز پایه برای طراحی سازهٔ فوقانی باید از ضریب رفتار سیستم فوقانی و از وزن لرزه ای کل سازه استفاده نموده هر چند این نیروی برشی در تراز پایه برش پایه کل ساختمان محسوب نخواهد شد و صرفاً در طراحی سیستم فوقانی مورد استفاده قرار می گیرد.

$$V_u = \frac{0.35 * 1.26 * 1 * (12000 + 8000)}{7.5} = 1176\ KN$$

پاسخ سوال گزینهٔ (۴)

تشابه

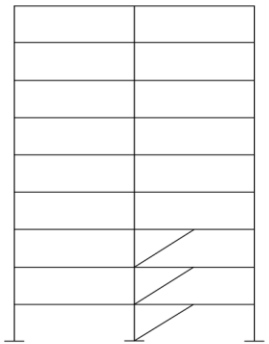
## تشابه سوال ۱۱

### تشابه بالای این سوال با سوال ۱۰ آزمون جامع اول و درسنامه سبز سازه

آزمون ورود به حرفه مهندسان- آزمون جامع ۱ سبزسازه 303C رشته عمران (محاسبات)

۱۰- در قاب شکل زیر برای قسمت تحتانی از سیستم قاب خمشی فولادی متوسط به همراه مهاربند واگرای ویژه فولادی و برای قسمت فوقانی از قاب خمشی فولادی ویژه استفاده شده است. زمان تناوب تحلیلی سازه 0.6 ثانیه و زمان تناوب قسمت فوقانی با فرض پایه گیردار 0.55 ثانیه به‌دست آمده است. سازه مسکونی در شهر تهران واقع‌شده و نوع خاک تیپ III می‌باشد. مقدار برش منتقل‌شده از سازه فوقانی به سازه تحتانی برحسب تن در کدام گزینه به‌درستی بیان شده است؟ (ارتفاع طبقات 3 متر بوده و جداگرها مانعی برای حرکت ایجاد می‌کنند. وزن مؤثر تمام طبقات 140 تن بوده و ضرایب نامعینی برای سیستم فوقانی و تحتانی به ترتیب 1.2 و 1 می‌باشد. تراز پایه را روی سطح زمین در نظر بگیرید.)

۱) 110 ۲) 147 ۳) 137 ۴) 114.3



مشاوره رایگان آزمون محاسبات : ۰۹۳۳۸۴۰۶۴۷۱ کانال تلگرام : @ sabzsaze

تشابه

## تشابه سوال ۱۱

**تشابه بالای این سوال با سوال ۱۰ آزمون جامع اول و درسنامه سبز سازه**

### ترکیب سیستم ها در ارتفاع

(T) الف- زمان تناوب اصلی سازه باید مطابق ضوابط بند (۳-۳-۳) تعیین گردد.در مواردی که از روابط تجربی استفاده می‌شود، این زمان باید برابر با متوسط وزنی زمان‌های تناوب هر یک از سیستم‌ها در ارتفاع کل سازه در نظر گرفته شود.

$(R_u)_a < (R_u)_b$ ب- در ساختمان‌هایی که ضریب رفتار برای سیستم قسمت تحتانی بیشتر از مقدار آن برای سیستم قسمت فوقانی است، مقادیر $R_u$ ، $C_d$ و $\Omega_0$ قسمت فوقانی باید برای محاسبات هردو قسمت مورد استفاده قرارگیرد.

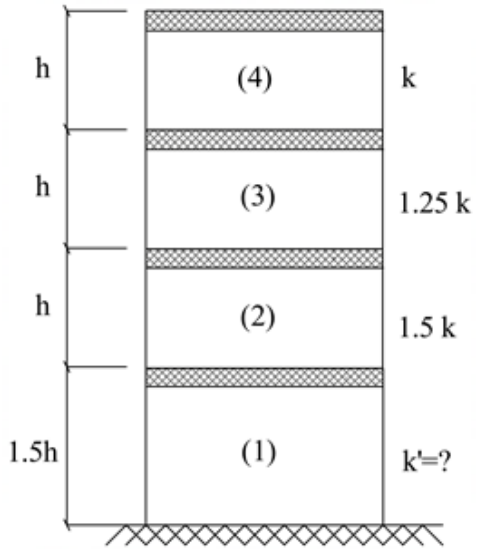
ضریب رفتار کمتر

$(R_u)_b < (R_u)_a$ پ- در ساختمان‌هایی که ضریب رفتار برای سیستم قسمت تحتانی کمتر از مقدار آن برای سیستم قسمت فوقانی است، مقادیر $R_u$ ، $C_d$ و $\Omega_0$ قسمت فوقانی باید برای محاسبات این قسمت مورد استفاده قرار گیرد. برای محاسبات قسمت تحتانی مقادیر $R_u$، $C_d$ و $\Omega_0$ مربوط به همین قسمت مورد استفاده قرار می‌گیرد. ولی حالت نیروهای عکس‌العمل ناشی از تحلیل قسمت فوقانی نیز که در نسبت $R_u/\rho$ قسمت فوقانی به $R_u/\rho$ قسمت تحتانی ضرب شده‌اند، باید به مدل سازه قسمت تحتانی اضافه شود. این نسبت $\frac{(R_u/\rho)_a}{(R_u/\rho)_b}$ در هر حال نباید کوچک‌تر از ۱/۰ باشد.

گروه‌مهندسی‌سبزسازه تورتخصصی‌نظام‌مهندسی

## سوال ۱۲

فرض کنید در یک ساختمان مسکونی 4 طبقه سختی طبقات مطابق شکل زیر است. حداقل سختی جانبی طبقهٔ اول ($k'$) برای آنکه احداث این ساختمان در مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد بر روی زمین نوع IV مجاز باشد، مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ ساختمان به لحاظ پیچشی منظم فرض شود.




۱) $0.9k$

۲) $1.05k$

۳) $0.875k$

۴) $k$

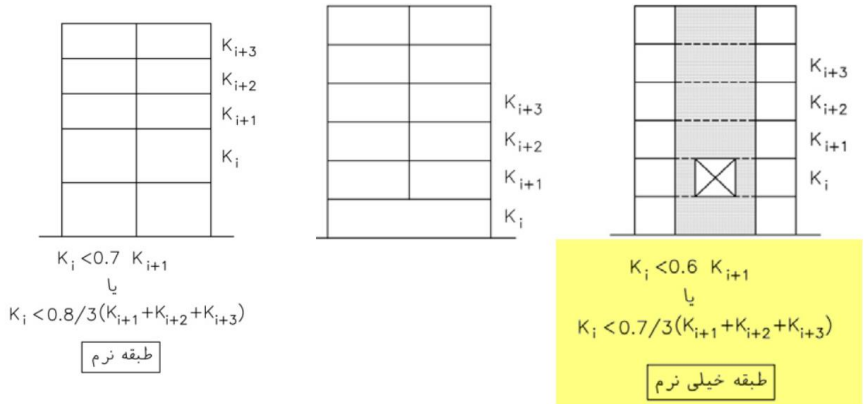
## پاسخ ۱۲

طبق بند ۱-۷-۳ مورد ب صفحه ۷ و شکل ث در صفحه ۱۰ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم داریم:

**۱-۷-۳ محدودیت در احداث ساختمان‌های نامنظم**

الف- احداث ساختمان‌های با نامنظمی "طبقه خیلی ضعیف" در مناطق با خطر نسبی متوسط و بالاتر مجاز نیست و در مناطق با خطرنسبی کم، ارتفاع آنها نمی‌تواند بیش از سه طبقه و یا ۱۰ متر باشد.

ب- احداث ساختمان‌های با نامنظمی از نوع "طبقه خیلی نرم" و "شدید پیچشی" در مناطق با خطر نسبی متوسط و بالاتر، تنها بر روی زمین‌های نوع I، II و III مجاز است.




ث – نامنظمی سختی جانبی

## پاسخ ۱۲

طبق صورت سوال نامنظمی پیچشی نداریم و لذا فقط باید طبقهٔ خیلی نرم را کنترل کنیم که اگر این مورد هم در سازه نباشد می توان سازه را در مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد و بر روی زمین نوع $IV$ احداث نمود. بنابراین:

$$\rightarrow K' \geq 0.6 * 1.5K \quad \rightarrow \quad K' \geq 0.9K$$

$$\rightarrow K' \geq 0.7 * \frac{1.5K + 1.25K + K}{3} \quad \rightarrow \quad K' \geq 0.875K$$

در نهایت داریم:

$$\rightarrow K' \geq max(0.9K \quad , 0.875K\ ) = 0.9K$$

پاسخ سوال گزینهٔ (۱)

تشابه

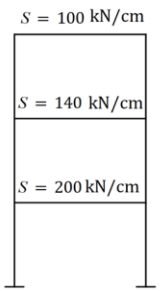
## تشابه سوال ۱۲

تشابه بالای این سوال با سوال ۷ آزمون جامع اول و سوال ۳ کتابچه تست و سوال تالیفی تور ۲۸۰۰ سبز سازه

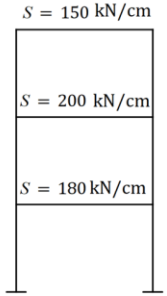
آزمون ورود به حرفه مهندسان- آزمون جامع ۱ سبزسازه 303C رشته عمران (محاسبات)

۷- کدامیک از سازه‌های زیر را نمی‌توان درشهر تهران ساخت؟ (تیپ خاکIV بوده و R نماینده مقاومت جانبی و S نماینده سختی جانبی طبقات است.)

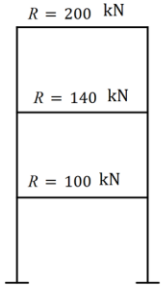
۱)



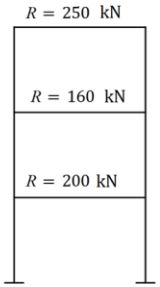

۲)




۳)




۴)



تشابه

## تشابه سوال ۱۲

تشابه بالای این سوال با سوال ۷ آزمون جامع اول و سوال ۳ کتابچه تست و سوال تالیفی تور ۲۸۰۰ سبز سازه



۳. ساختمان زیر با سختی‌های طبقات داده‌شده مفروض است. با توجه به نامنظمی سختی جانبی تعیین کنید احداث ساختمان در کدام منطقه و بر روی کدام نوع زمین مجاز نیست؟

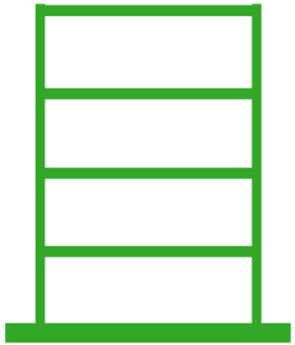
۱) لاهیجان، زمین نوع II
۲) گرگان، زمین نوع III
۳) نائین، زمین نوع IV
۴) شادگان، زمین نوع IV

$K = 138000\frac{kg}{cm}$

$K = 145000\frac{kg}{cm}$

$K = 150000\frac{kg}{cm}$

$K = 87000\frac{kg}{cm}$

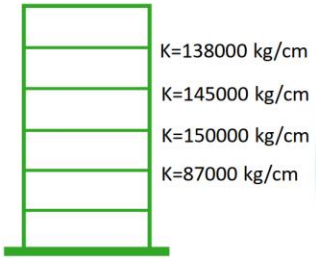


تشابه

## تشابه سوال ۱۲

**تشابه بالای این سوال با سوال ۷ آزمون جامع اول و سوال ۳ کتابچه تست و سوال تالیفی تور ۲۸۰۰ سبز سازه**

**تالیفی** ساختمان زیر با سختی های طبقات داده شده مفروض است. با توجه به نامنظمی سختی جانبی تعیین کنید احداث ساختمان در کدام منطقه و بر روی کدام نوع زمین مجاز نیست؟




۱) لاهیجان، زمین نوع II ✗

۲) گرگان، زمین نوع III ✗

۳) نائین، زمین نوع IV ✓

۴) شادگان، زمین نوع IV ✗

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

$87000 < 0.6 \times 150{,}000 = 90{,}000$ ✓

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

$87000 < \frac{0.7}{3}(150000 + 145000 + 138000) = 101{,}033$ ✓

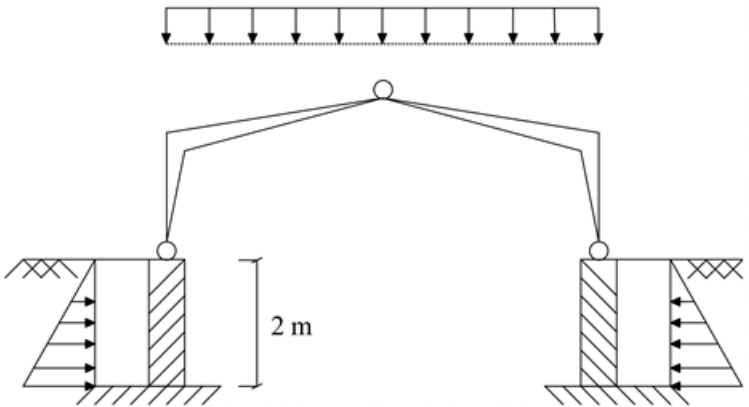
توجه:

برای خیلی نرم بودن طبقه، برقرار بودن تنها یکی از شرط های فوق، کافی بوده و احتیاجی به برقرار بودن همزمان هر دو شرط نیست

| ردیف | مرکز جمعیتی | استان | خطر نسبی زلزله | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | کم | متوسط | زیاد | بسیار زیاد |
| ۱ | شادگان | خوزستان | * | | | |
| ۹ | گرگان | گلستان | | | * | |
| ۱۱ | لاهیجان | گیلان | | | * | |
| ۱ | نائین | اصفهان | | | * | |

## سوال ۱۳

در شکل زیر یکی از قاب‌های میانی یک سالن صنعتی خاص نشان داده شده است که در آن، قاب‌های فولادی روی پدستال‌هایی بتنی که همواره تحت فشار جانبی خاک هستند قرار می‌گیرند. رانش (برش در راستای افقی) پای هر کدام از ستون‌های قاب فولادی تحت بار مرده 10 kN و تحت بار یکنواخت برف 20 kN بوده و از طرفی کل فشار جانبی خاک بر هر پدستال که توزیع آن مثلثی فرض می‌شود، 72 kN است. فقط تحت اثر بار مرده، برف و فشار خاک، مقاومت خمشی مورد نیاز $M_u$ (بدون توجه به نیروی محوری) جهت طراحی پدستال به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟




۱) 165 kN.m

۲) 45 kN.m

۳) 12 kN.m

۴) 88 kN.m

## پاسخ ۱۳

طبق بند ۶-۲-۳-۲ صفحه ۱۰ ترکیب بار شمارهٔ ۳ و مورد ت-۱ و ت-۲ برای فشار جانبی خاک در صفحه ۱۱ مبحث ۶ و استفاده از مفاهیم تقارن و استاتیک قاب در تحلیل سازه ها داریم:

**۶-۲-۳-۲ ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت**

در طراحی به روش ضرائب بار و مقاومت، سازه‌ها، اعضاء و شالوده‌های آنها باید به گونه‌ای طراحی شوند که مقاومت طراحی آن‌ها، بزرگتر یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب‌دار زیر باشد:

۱) ۱/۴D

۲) ۱/۲D+۱/۶L+۰/۵($L_r$ یا S یا R)

۳) ۱/۲ D+۱/۶($L_r$ یا S یا R)+[L یا ۰/۵(۱/۶W)]

۴) ۱/۲D+۱/۶W+L+۰/۵($L_r$ یا S یا R)

۵) ۱/۲D+E+L+۰/۲S

۶) ۰/۹ D+۱/۶W

۷) ۰/۹D+E

## پاسخ ۱۳

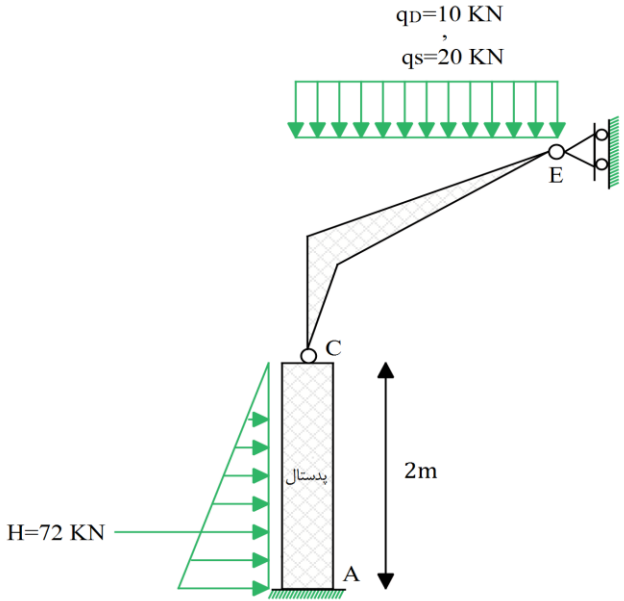
ت) در صورت وجود فشار جانبی خاک و فشارآب زیرزمینی یا مواد انباشته، H، اثر آن‌ها را باید به صورت زیر منظور نمود:

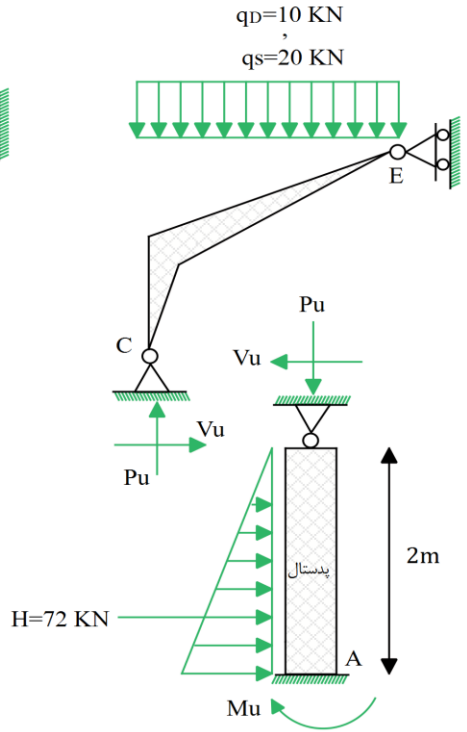
ت-۱) اگر اثر این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر بارها باشد، اثر بار H باید با ضریب ۱/۶ در ترکیب بارها منظور شود،

ت-۲) اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر بارها باشد، در صورت وجود دائمی بار H، اثر آن باید با ضریب ۰/۹ در ترکیب بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار H صرف‌نظر گردد.

## پاسخ ۱۳

سازه متقارن بوده و تحت بارگذاری متقارن قرار دارد لذا سازهٔ نیمه به صورت زیر می‌باشد:



## پاسخ ۱۳

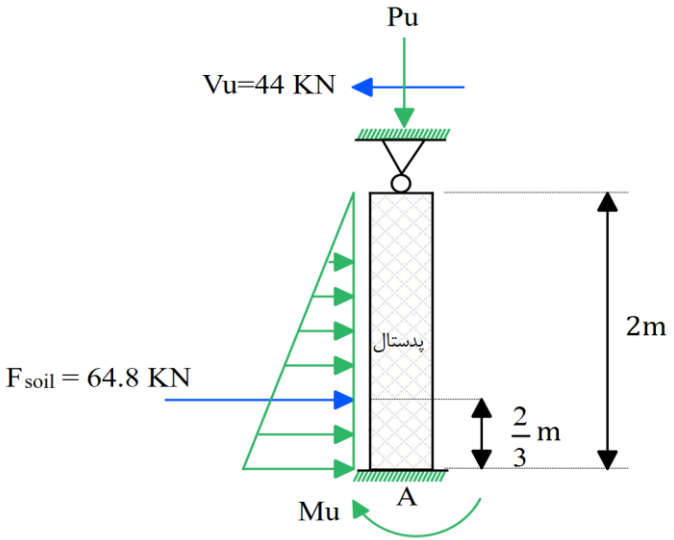
طبق ترکیب بار شمارهٔ ۳ در روش $LRFD$ برای بار مرده و برف داریم:

$$V_u = 1.2V_D + 1.6V_S = 1.2 * 10 + 1.6 * 20 = 44\ KN$$

طبق مورد ت-۲ صفحه ۱۱ مبحث ۶ در روش $LRFD$ چون لنگر ناشی از برش افقی پای ستون قاب فولادی در خلاف جهت فشار جانبی خاک به پدستال بتنی وارد شده است، و اثر بار جانبی خاک در جهت کاهش اثرات بارهای مرده و برف می باشد اثر آن باید در ضریب $0.9$ ضرب شود. بنابراین:

$$F_{soil} = 0.9H = 0.9 * 72 = 64.8\ KN$$

## پاسخ ۱۳




در نهایت با نوشتن معادلهٔ تعادل حول نقطهٔ $A$ مقدار مقاومت خمشی پدستال بتنی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\curvearrowright \sum M_A = 0$$

$$\rightarrow M_u = 44 * 2 - 64.8 * \frac{2}{3} \approx 45\ KN.m$$

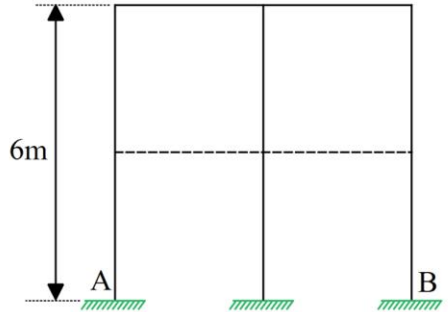
پاسخ سوال گزینهٔ (۲)

تشابه

## تشابه سوال ۱۳

**تشابه این سوال با سوال ۱۸ در آزمون های آنلاین اول و دوم سبز سازه**

۱۸. یکی از دهانه‌های قاب مربوط به یک سازه بتنی مطابق شکل زیر نشان داده شده است. در صورتی که ارتفاع استاتیکی ناشی از سیل $2.43m$ باشد با لحاظ نیروهای ناشی از سیل با در نظر گرفتن سرعت حداکثر سیل و نیز اثر فشار خاک، حداقل مقدار لنگر مقاوم در ستون A برحسب $KN.m$ چقدر است؟ (از اثر $uplift$ در محاسبات صرف نظر شود.) طراحی به روش ضریب بار و مقاومت می‌باشد و برای محاسبه لنگر تکیه‌گاه گیردار A ستون سمت چپ را تکی و با عملکرد طره‌ای و فشار خاک را در کل ارتفاع سازه در نظر بگیرید.




۱) 440

۲) 384

۳) 567

۴) 495

تشابه

## تشابه سوال ۱۳

**تشابه این سوال با سوال ۱۸ در آزمون های آنلاین اول و دوم سبز سازه**

آزمون ورود به حرفه مهندسان- آزمون آنلاین ۲ سبزسازه 303C رشته عمران (محاسبات)

۱۸. در یک سازه غیرساختمانی مشابه ساختمان، زمان تناوب اصلی سازه 0.05 ثانیه بدست آمده است. سازه در شهرستان اصفهان روی تیپ خاک $IV$ واقع‌شده و دارای ارتفاع موثر $6m$ می‌باشد. در صورتی که تا ارتفاع 4 متری خاک پشت سازه، حالت مقاوم دائمی داشته باشد، با در نظر گرفتن اثر رفت و برگشتی نیروی زلزله وارده طبق روش ضریب بار و مقاومت، نسبت نیروی افقی نهایی حداکثر به حداقل مقدار آن به اعداد اشاره‌شده در کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (طول سازه را $8m$ در نظر بگیرید. $k_p = 1$ و $I = 1.2$ و $W_P = 5000KN$ و $\gamma_s = 16\,{}^{kN}/_{m^3}$)

۱) 17

۲) 4.5

۳) 9.62

۴) 5.73

تشابه

## تشابه سوال ۱۳

**تشابه این سوال با سوال ۱۸ در آزمون های آنلاین اول و دوم سبز سازه**

### ترکیب بارها به روش ضرایب بار و مقاومت

ت) در صورت وجود فشار جانبی خاک و فشارآب زیرزمینی یا مواد انباشته، H، اثر آن‌ها را باید به صورت زیر منظور نمود:

ت-۱) اگر اثر این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر بارها باشد، اثر بار H باید با ضریب ۱/۶ در ترکیب بارها منظور شود،

ت-۲) اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر بارها باشد، در صورت وجود دائمی بار H، اثر آن باید با ضریب ۰/۹ در ترکیب بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار H صرف‌نظر گردد.

H → افزایشی : 1.6H
H → کاهشی → دائمی : 0.9H
H → کاهشی → غیردائمی : 0

گروه صنعتی سبزسازه  تور محاسبات نظام مهندسی ـ مبحث ششم

## سوال ۱۴

ساختمان سه طبقهٔ مسکونی با وزن مؤثر لرزه‌ای W و ارتفاع h برای کلیهٔ طبقات مستقر بر خاک نوع II در یزد مفروض است. حداقل نسبت d (عرض ساختمان) به h چقدر می‌تواند باشد تا این ساختمان براساس روش ساده شدهٔ استاندارد 2800 در برابر واژگونی مقاوم باشد؟ در محاسبات زمان تناوب اصلی را 0.25 در نظر بگیرید. $R_u = 5$ بوده و فرض کنید این ساختمان شرایط لازم برای کاربرد روش شاده شده را دارد. همچنین فرض نمائید ساختمان بر بروی سطح زمین واقع بوده و در محاسبات از وزن شالوده و خاک روی آن صرف‌نظر شود و محاسبهٔ لنگر واژگونی نسبت به سطح زمین مدنظر است.

۱) 0.5 ۲) 0.55 ۳) 0.60 ۴) 0.45

## پاسخ ۱۴

طبق بند ۳-۱۳-۳-۱و ۳-۱۳-۳-۲ و ۳-۱۳-۶ صفحات ۵۵ و ۵۶ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم داریم:

**۳-۱۳-۳-۱ نیروی برش پایه**

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

$$C = \frac{ABIF}{R_u} \qquad (۳-۱۷)$$

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

B: ضریب بازتاب ساختمان است که در روش ساده‌شده برابر B=S+1 در نظر گرفته می‌شود. ضریب S با توجه به نوع زمین و پهنه‌بندی خطر زلزله با استفاده از جدول (۲-۲) تعیین می‌شود.

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

**۳-۱۳-۳-۲ توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان**

نیروی برش پایه که طبق بند فوق محاسبه شده است، مطابق رابطه (۳-۱۸) در ارتفاع ساختمان توزیع می‌گردد.

$$F_i = \frac{W_i}{W} V_u \qquad (۳-۱۸)$$

در این رابطه $W_i$ بخشی از وزن مؤثر لرزه‌ای ساختمان است که به تراز طبقه i نسبت داده شده است.

## پاسخ ۱۴

۳-۱۳-۶ در روش ساده‌شده، تحلیل سازه با فرض تکیه‌گاه صلب صورت می‌پذیرد. شالوده ساختمان در این روش باید به گونه‌ای طراحی شود که ضریب اطمینان در مقابل واژگونی، یعنی نسبت لنگر مقاوم به لنگر واژگونی حاصل از نیروهای جانبی، حداقل برابر یک باشد.

ابتدا برش پایهٔ ساختمان طبق روش ساده شده به صورت زیر محاسبه می شود:

$$V_u = C * W = \frac{ABIF}{R_u} * W$$

$$F = 1.2$$

$$I = 1$$

$$R_u = 5$$

$$A_{\text{یزد}} = 0.25$$

$$B = S + 1 = 1.5 + 1 = 2.5$$

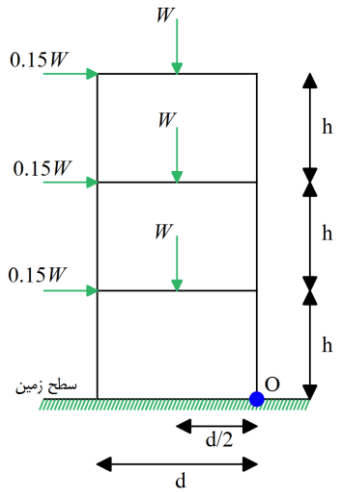
$$W = 3W$$

## پاسخ ۱۴

$$V_u = C * W = \frac{0.25 * 2.5 * 1 * 1.2}{5} * 3W = 0.45W$$

نیروی زلزله در تراز طبقات برابر بوده و به صورت زیر محاسبه می شود:

$$F_1 = F_2 = F_3 = \frac{W}{3W} * 0.45W = 0.15W$$




$$M_R = 3W * \frac{d}{2} = 1.5Wd$$

$$M_h = (0.15W * h) + (0.15W * 2h) + (0.15W * 3h) = 0.9Wh$$

## پاسخ ۱۴

در نسبت خواسته شده را با توجه به ضریب اطمینان واژگونی برابر یک محاسبه می‌کنیم:

$$F.s = \frac{M_R}{M_h} \rightarrow 1 = \frac{1.5Wd}{0.9Wh} \rightarrow 0.9h = 1.5d \rightarrow \frac{d}{h} = \frac{0.9}{1.5} = 0.60$$

پاسخ سوال گزینهٔ (۳)

تشابه

## تشابه سوال ۱۴

**تشابه بالای این سوال با سوال تالیفی از تور ۲۸۰۰ و درسنامه و سوال ۴۵ آزمون جامع سبز سازه**

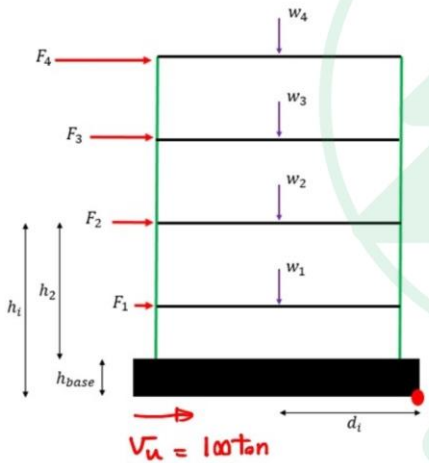
K=1

**تالیفی** شکل زیر مربوط به یک ساختمان بتنی با زمان تناوب کمتر از ۰/۵ ثانیه می باشد. اگر ارتفاع تمام طبقات یکسان و برابر ۳ متر باشد، مطلوب است محاسبه ضریب اطمینان این سازه در برابر واژگونی؟ وزن موثر لرزه ای هر طبقه ۵۰ تن، برش پایه کل ۱۰۰ تن و ابعاد پی ۰/۶*۲۰*۲۰ می باشد. از وزن خاک روی پی صرف نظر کنید.

$V_u$ $W_i$

$$F.S. = \frac{M_R}{M_O} = ?$$

۱) ۱/۵
۲) ۱/۷۵
۳) ۲ ✓
۴) ۱




گام ① توزیع نیروی زلزله در ارتفاع

$$F_{ui} = \frac{w_i h_i^k}{\sum w_i h_i^k} V_u$$

$$F_1 = \frac{50*3}{50(3+6+9+12)} \quad V_u = 0.1 V_u = 10 ton$$

$$F_2 = \frac{50*6}{50(3+6+9+12)} \quad V_u = 0.2 V_u = 20 ton$$

$$F_3 = 0.3 V_u = 30 ton$$

$$F_4 = 0.4 V_u = 40 ton$$

گروه مهندسی سبزسازه تورتخصصی نظام مهندسی

تشابه

تشابه سوال ۱۴

**تشابه بالای این سوال با سوال تالیفی از تور ۲۸۰۰ و درسنامه و سوال ۴۵ آزمون جامع سبز سازه**

۴۵- ساختمان 6 طبقه‌ای با ارتفاع طبقات یکسان ($h$) و وزن لرزه‌ای یکسان هر طبقه برابر $250kN$، بر روی یک پی بتنی مربعی گسترده به ضخامت $800mm$ قرار دارد. اگر بر روی این فونداسیون یک لایه خاک به ضخامت $600mm$ نیز جهت تسطیح کف ساختمان وجود داشته باشد، آنگاه مقادیر مربوط به $h$(ارتفاع طبقه) و $B$(عرض پی) برحسب متر به ترتیب در کدام گزینه به درستی بیان شده است تا سازه در مقابل واژگونی، ایمن تلقی شود؟ (وزن مخصوص خاک $18\ KN/m^3$ و وزن مخصوص بتن را $25\ KN/m^3$ در نظر بگیرید.)

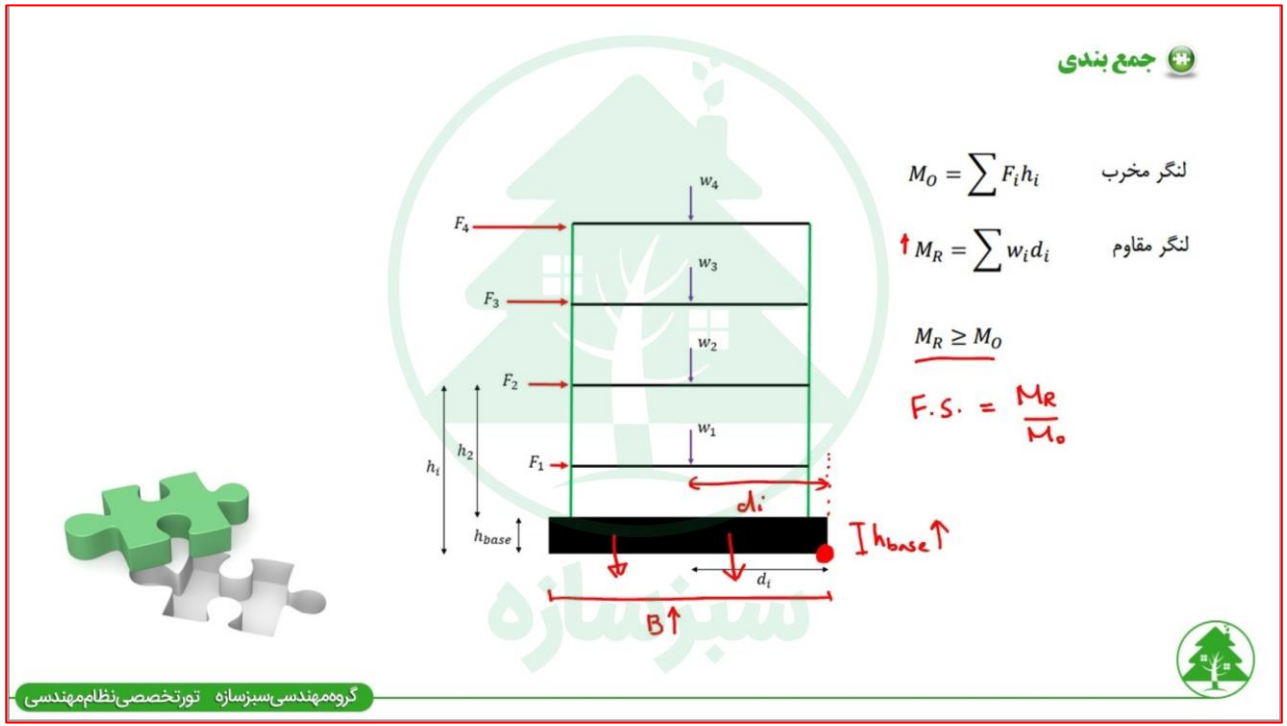
| طبقه | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نیروی جانبی(KN) | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |

۱) 10.7-3 ۲) 11.4-3.2 ۳) 10.5-3.5 ۴) 10-2.8

تشابه

## تشابه سوال ۱۴

**تشابه بالای این سوال با سوال تالیفی از تور ۲۸۰۰ و درسنامه و سوال ۴۵ آزمون جامع سبز سازه**



تشابه

## تشابه سوال ۱۴

**تشابه بالای این سوال با سوال تالیفی از تور ۲۸۰۰ و درسنامه و سوال ۴۵ آزمون جامع سبز سازه**

### جمع بندی

روش ساده شده تحلیل و طراحی

$$V_u = C * W$$

نیروی برش پایه

$$C = \frac{ABIF}{R_u} \qquad B = S + 1$$

ضریب F برای ساختمان های ۱ الی ۳ طبقه به ترتیب برابر ۱، ۱/۱ و ۱/۲ است.

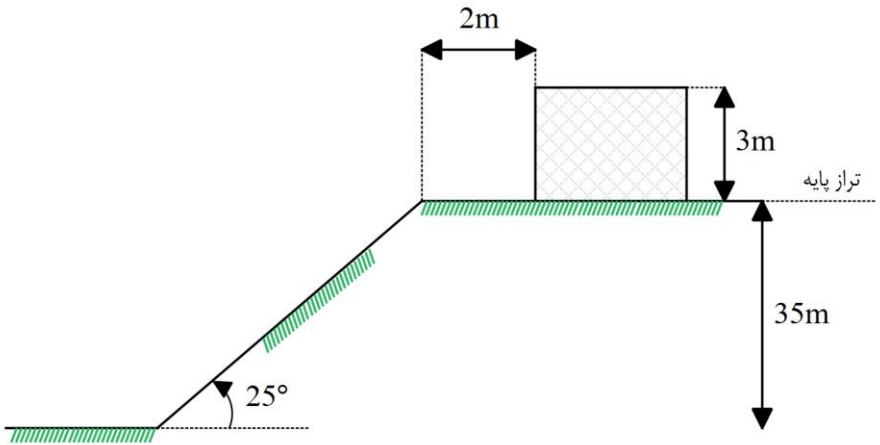
توزیع نیروی زلزله در ارتفاع

$$F_i = \frac{W_i}{W} V_u$$

سبزسازه

## سوال ۱۵

حداقل ضریب زلزلهٔ یک سازهٔ مسکونی یک طبقه به ارتفاع 3 متر با سیستم قاب خمشی بتنی متوسط در شهر تهران که بر روی خاک تیپ II و هندسهٔ شکل زیر قرار دارد، حدوداً چقدر است؟ فرض نمایید زمان تناوب تحلیلی سازه 0.20 ثانیه بوده و جداگرهای میان‌قابی مانعی بای حرکت قاب‌ها ایجاد نمی‌کنند.




۱) 0.23

۲) 0.21

۳) 0.175

۴) 0.192

**پاسخ ۱۵** طبق بند ۶-۲-۲-۱ و بند ۶-۳ در صفحات ۸۱ و ۸۳ و جدول ۶-۲ در صفحهٔ ۸۴ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم داریم:

**۶-۲-۲-۱ ارزیابی پایداری شیب‌ها به منظور بررسی استعداد زمین لغزش**

در مواردی که توپوگرافی سطحی و لایه‌بندی خاک نامنظمی شدید نداشته باشد، پاسخ زمین‌های شیب‌دار به زلزله طرح می‌تواند با استفاده از تحلیل شبه استاتیکی ساده‌شده محاسبه گردد. در غیر این صورت باید از روش‌های تحلیل دینامیکی نظیر المان محدود یا مدل بلوک صلب لغزنده و دیگر روش‌ها استفاده گردد. در آنالیز شبه‌استاتیکی، نیروهای اینرسی لرزه‌ای طرح که بر توده خاک وارد می‌شوند، باید محاسبه گردند.

$$F_H = k_h W_s \quad (۲-۶)$$

$$k_h = 0.5A \quad (۳-۶)$$

A: نسبت شتاب مبنای طرح مطابق جدول (۲-۱)

$F_H$: نیروی افقی ناشی از زلزله

$k_h$: ضریب مؤلفه افقی زلزله

$W_s$ : وزن توده لغزشی

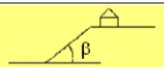
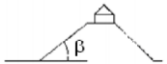
اثر مؤلفه قائم زلزله بجز در شرایط خاص نظیر میدان نزدیک درنظر گرفته نمی‌شود.

## پاسخ ۱۵

### ۶-۳ بزرگ‌نمایی ناشی از توپوگرافی

افزایش نیروی طراحی لرزه‌ای در بررسی پایداری شیب‌ها و طراحی سازه‌های واقع بر شیب‌ها یا نزدیک آنها باید از طریق ضریب بزرگ‌نمایی توپوگرافی ($S_T$) برای شیب‌های با ارتفاع بیش از ۳۰ متر و با زاویهٔ میانگین بیش از $15^\circ$ صورت گیرد. در تحلیل پایداری شیب‌ها ضریب بزرگ‌نمایی توپوگرافی در مقدار $k_h$ ضرب می‌گردد. حداقل مقادیر ضریب بزرگ‌نمایی توپوگرافی در پایداری شیب‌ها و طراحی سازه‌های واقع بر یا نزدیک شیب‌ها در جدول (۶-۲) ارائه گردیده است. این ضریب بزرگ‌نمایی فقط در ثلث فوقانی ارتفاع شیب‌ها اعمال می‌گردد.

جدول ۶-۲ ضرایب بزرگ‌نمایی ناشی از توپوگرافی

| شکل شیب | میانگین زاویه شیب (β) | $S_T$ |
|---|---|---|
|  | >۱۵ | ≥۱/۲ |
|  | ۱۵ تا ۳۰ | ≥۱/۲ |
| | >۳۰ | ≥۱/۴ |

$S_T$: ضریب بزرگ‌نمایی توپوگرافی

β: میانگین زاویه شیب

## پاسخ ۱۵

برای محاسبهٔ نیروی افقی ناشی از زلزله از رابطهٔ زیر استفاده می کنیم:

$$F_H = K_h * W_S$$

رابطهٔ نیروی افقی ناشی از زلزله را می توان برابر رابطهٔ برش پایهٔ ساختمان قرار داد. بنابراین:

$$F_H = K_h * W_S = C * W$$

که به صورت زیر به رابطهٔ ضریب زلزله می رسیم:

$$A_{\text{تهران}} = 0.35$$

$$C = K_h = 0.5 * A = 0.5 * 0.35 = 0.175$$

## پاسخ ۱۵

نکتهٔ مهم: طبق بند ۶-۳ و جدول ۶-۲ چون زاویهٔ میانگین شیب $(\beta)$ بیشتر از 15 درجه و ارتفاع شیب بیشتر از 30 متر می باشد باید در محاسبهٔ نیروی جانبی زلزله اثر ضریب بزرگنمایی توپوگرافی $(S_T)$ در ضریب مولفهٔ افقی زلزله ضرب شود. بنابراین:

$$H = 35m > 30m$$

$$\beta = 25° > 15°$$

$$\rightarrow S_T = 1.2$$

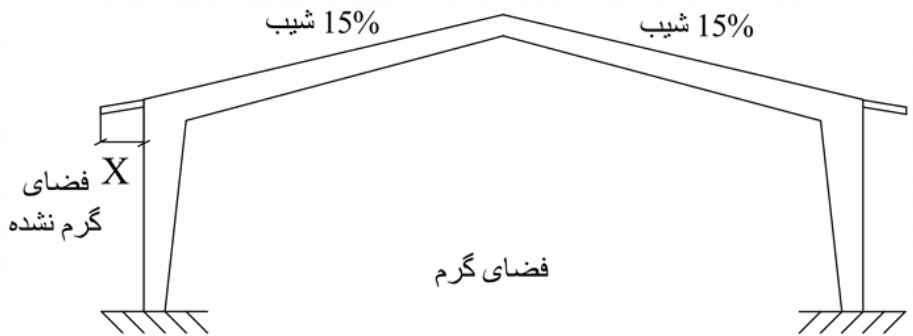
در نهایت ضریب زلزله نهایی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$C_{\text{نهایی}} = K_h * S_T = 0.175 * 1.2 = 0.21$$

پاسخ سوال گزینهٔ (۲)

## سوال ۱۶

در شکل زیر فرض نمایید طول طرهٔ لبهٔ پایین بام (x) به دلایلی از 1.2 m به 1.8 m افزایش یافته است. لنگر خمشی این تیر طرهٔ ناشی از بار برف ($P_r$) حدوداً چند درصد افزایش می‌یابد؟ در این طره امکان تجمع برف وجود داشته و به منظور سهولت انجام محاسبات در تمامی شرایط مقدار $C_x$ در طول طره برابر 1.0 در نظر گرفته شود.




۱) 55

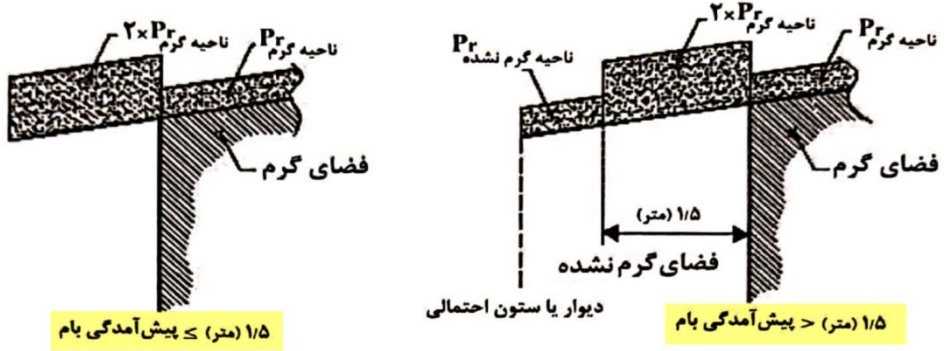
۲) 70

۳) 125

۴) 90

**پاسخ ۱۶** طبق بند ۶-۷-۶-۴ و شکل ۶-۷-۱ صفحات ۵۱ و ۵۲ مبحث ۶ و استفاده از مفاهیم استاتیک تیر در تحلیل سازه‌ها داریم:

۶-۷-۶-۴ برای طراحی طره لبه پایین بام، که در آن امکان تجمع برف وجود دارد، مقدار $P_r$ باید دو برابر شود. طول ناحیه تجمع برف برابر طول طره خواهد بود ولی این طول مطابق شکل ۶-۷-۱ لازم نیست از بر دیوار زیر سقف به سمت بیرون بیشتر از ۱/۵ متر درنظر گرفته شود. برای محاسبه $P_r$ در این ناحیه، ضریب $C_s$ برابر یک در نظر گرفته می شود. در صورتی که طول طره از ۱/۵ متر بیشترباشد، در طول اضافی ضریب $C_h$ بر اساس شرایط حرارتی این ناحیه محاسبه می شود.

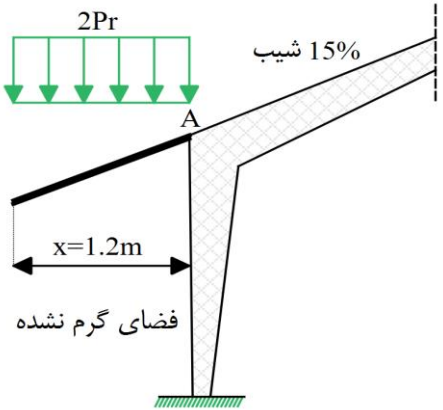


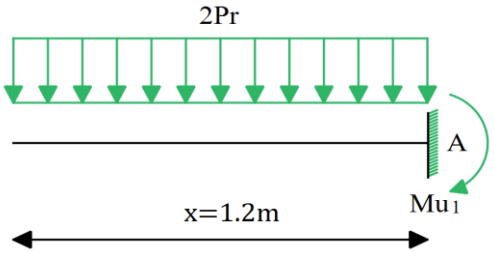

شکل ۶-۷-۱ مقدار بار برف بر روی طره لبه پایین بام

## پاسخ ۱۶

حالت اول:

$$\rightarrow x = 1.2m \leq 1.5m$$



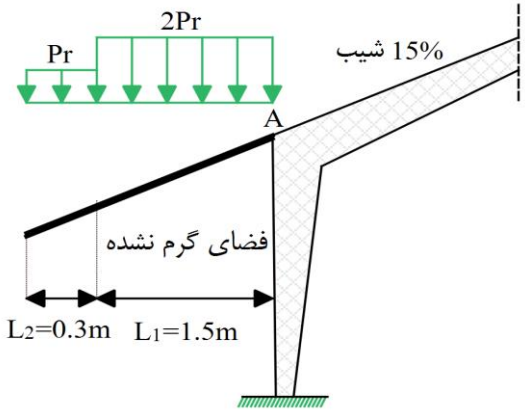

$$\curvearrowright \sum M_A = 0$$

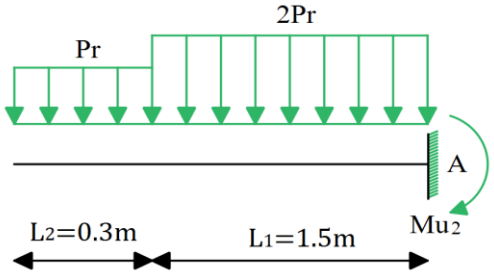
$$\rightarrow M_{u1} = \frac{2Pr * (1.2)^2}{2} = 1.44Pr$$

## پاسخ ۱۶

حالت دوم:

$$\rightarrow x = 1.8m > 1.5m$$




$$\curvearrowright \sum M_A = 0$$

$$\rightarrow M_{u2} = \frac{2Pr * (1.5)^2}{2} + Pr * 0.3 * \left(1.5 + \frac{0.3}{2}\right) = 2.745Pr$$

## پاسخ ۱۶

در نهایت نسبت خواسته شده به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\rightarrow \frac{M_{u2}}{M_{u1}} = \frac{2.745Pr}{1.44Pr} = 1.90$$

در حالت دوم نسبت به حالت اول مقدار لنگر خمشی تیر طره ناشی از بار برف 90 درصد افزایش می‌یابد.

پاسخ سوال گزینهٔ (۴)

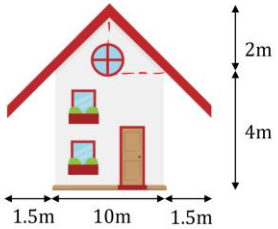
تشابه

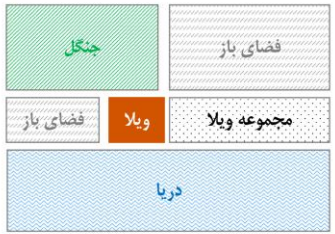
## تشابه سوال ۱۶

**تشابه این سوال با سوال تالیفی و درسنامه مبحث ۶ سبز سازه**

### تالیفی

بار برف متوازن ویلای زیر که در شهر رامسر قرار دارد را بدست آورید. بام لغزنده وارتفاع مجموعه ویلا 8m می باشد.



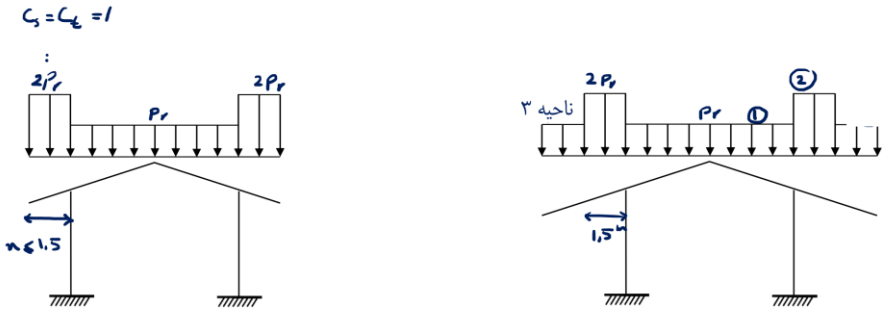




$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{2}{5}\right) = 21/8^\circ$

تشابه



## تشابه این سوال با سوال تالیفی و درسنامه مبحث ۶ سبز سازه




۱) $P_r = I_S * C_n * C_s * C_{h\,int} * P_S$

۲) $P_r = 2 * I_S * C_n * C_{h\,int} * P_S$

3) $P_r = I_S * C_n * C_{h\,out} * P_S$

## سوال ۱۷

درخصوص احداث یک گود با عمق 30 متر برای سطح اشغال 800 مترمربع کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

۱) برای این گود مطالعه کامل بررسی اندرکنش خاک و سازه در شرایط استاتیکی و دینامیکی الزامی است.

۲) تعداد گمانه‌های این گود نسبت به گودهای با عمق کمتر از 20 متر باید حداقل دو برابر شود.

۳) مقدار مجاز تغییرشکل‌های این گود نسبت به گودهای با عمق کمتر از 20 متر باید 20 درصد افزایش یابد.

۴) مقدار ضریب اطمینان پایداری این گود نسبت به گودهای با عمق کمتر از 20 متر باید 20 درصد کاهش یابد.

## پاسخ ۱۷

مطابق بند ۷-۳-۳-۱ صفحه ۳۱ مبحث هفتم ویرایش ۱۴۰۰:

۷-۳-۳-۱ الزامات و مبانی در طراحی واجرای گودها در این مبحث برای گودبرداری‌های کمتر از ۲۰ متر است و اکیداً توصیه می‌شود از احداث گود با عمق بیشتر از ۲۰ متر احتراز شود. در صورت ضرورت احداث گودهای عمیق‌تر موارد زیر باید انجام پذیرد:

- ضرورت احداث توسط شورای عالی شهرسازی به تصویب برسد.
- مقادیر مجاز تغییرشکل‌ها ۲۰٪ کاهش و ضرایب اطمینان پایداری و مقاومتی ۲۰٪ افزایش پیدا کند.
- تعداد گمانه‌ها نسبت به جدول ۷-۲-۱ پنجاه درصد افزایش پیدا کند.

بنابراین گزینه ۱ پاسخ تست می‌باشد.

تشابه

## تشابه سوال ۱۷

**در ویدیوهای آموزشی به طور کامل در خصوص گودهای عمیق صحبت شده بود:**

چنانچه برای احداث ساختمان، نیاز به گودبرداری باشد لازم است مطالعات ضروری و خاص گودبرداری انجام گیرد و اطلاعات لازم برای انجام صحیح تحلیل‌های پایداری و تغییرشکل‌ها به منظور حفظ پایداری دیواره‌ها و عدم‌بروز خسارت در ابنیه مجاور به‌دست آید. برای جزئیات مطالعات و تمهیدات ضروری لازم است به فصل گودبرداری و پایش مراجعه شود.

**۷-۳-۳ ملاحظات کلی**

۷-۳-۳-۱ الزامات و مبانی در طراحی واجرای گودها در این مبحث برای گودبرداری‌های کمتر از ۲۰ متر است و اکیداً توصیه می‌شود از احداث گود با عمق بیشتر از ۲۰ متر احتراز شود. در صورت ضرورت احداث گودهای عمیق‌تر موارد زیر باید انجام پذیرد:

- ضرورت احداث توسط شورای عالی شهرسازی به تصویب برسد.
- مقادیر مجاز تغییرشکل‌ها ۲۰٪ کاهش و ضرایب اطمینان پایداری و مقاومتی ۲۰٪ افزایش پیدا کند.
- تعداد گمانه‌ها نسبت به جدول ۷-۲-۱ پنجاه درصد افزایش پیدا کند.

## سوال ۱۸

درخصوص تحلیل پایداری و تغییرشکل گودهای موقت (کمتر از یک‌سال) کدام‌یک گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

۱) برای تحلیل گودهای موقت در نظر گرفتن بار زلزله الزامی نیست.

۲) برای تحلیل پایداری گودهای موقت استفاده از روش ضرایب بار و مقاومت، مجاز است.

۳) برای تحلیل پایداری گودهای موقت استفاده از روش تنش مجاز، مجاز است.

۴) ضریب اطمینان گودهای موقت برای پایداری کلی در هیچ شرایطی نباید کمتر از 1.5 در نظر گرفته شود.

## پاسخ ۱۸

گزینه ۱ مطابق بند ۷-۳-۳-۷-۶ صفحه ۳۶ مبحث هفتم ویرایش ۱۴۰۰ صحیح است:

۷-۳-۳-۷-۶ برای تحلیل گود در شرایط موقت در نظر گرفتن بار زلزله الزامی نیست.

گزینه ۲ و ۳ مطابق بند ۷-۳-۳-۷-۴ صفحه ۳۵ مبحث هفتم ویرایش ۱۴۰۰ صحیح است:

۷-۳-۳-۷-٤ تحلیل پایداری با روش‌های تعادل حدی و بر اساس روش تنش مجاز انجام می‌گیرد. در این روش، حداقل ضرایب اطمینان به شرط موقت بودن گود (کمتر از یک سال) به شرح جدول ۷-۳-۳ می‌باشد. استفاده از روش ضرایب بار و مقاومت نیز مجاز است.

گزینه ۴ مطابق جدول ۷-۳-۳ صفحه ۳۶ مبحث هفتم ویرایش ۱۴۰۰ نادرست است:

جدول ۷-۳-۳ حداقل ضریب اطمینان برای پایداری کلی گود موقت

| نوع | حداقل ضریب اطمینان پیشنهادی برای پایداری کلی موقت |
|---|---|
| شیب‌های خاکبرداری | ۱/۳ |
| پایداری کلی شیروانی | ۱/۳ |
| بالا آمدن کف گود | ۱/۵ |

بنابراین گزینه ۴ پاسخ تست می‌باشد.

## سوال ۱۹

در طراحی یک دیوار سازهٔ نگهبان به‌صورت خاک مسلح از مصالح ژئوسنتتیک به‌عنوان مسلح‌کننده استفاده شده است. درصورتی که برای طراحی از روش تنش مجاز استفاده شود و ضرایب اطمینان جزئی در مقاومت کششی مسلح‌کننده‌ها به‌صورت زیر باشد، کدام‌یک از مقادیر زیر می‌تواند به‌عنوان حداکثر مقاومت کششی مجاز مسلح‌کننده‌ها در نظر گرفته شود؟ در پاسخ‌ها $T_{ult}$ مقاومت کششی نهایی تضمین‌شدهٔ کارخانهٔ سازنده مسلح‌کننده‌ها است.

_ ضریب اطمینان فساد بیولوژیکی برابر 1.0

_ ضریب اطمینان خوردگی شیمیایی برابر 1.3

_ ضریب اطمینان خزش برابر 2.5

_ ضریب اطمینان آسیب‌دیدگی ناشی از نصب برابر 1.2

۱) $0.33\ T_{ult}$ ۲) $0.25\ T_{ult}$ ۳) $0.4\ T_{ult}$ ۴) $0.75\ T_{ult}$

## پاسخ ۱۹

مطابق بند ۷-۵-۷-۱-۳ (ب-۱) صفحه ۶۲ مبحث هفتم ویرایش ۱۴۰۰:

**ب-۱ ضریب اطمینان مقاومت کششی مجاز مسلح کننده‌ها**

برای فلزات از ضریب اطمینان ۱/۵ تا ۱/۷ (با توجه به خورندگی محیط) استفاده می‌شود. برای ژئوسینتتیک‌ها می‌توان ضریب اطمینان را بر اساس ضرایب اطمینان جزیی به صورت زیر محاسبه کرد:

$$T_a = T_{ult}\left(\frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}}\right) \qquad (۱-۵)$$

$FS_{id}$ = ضریب اطمینان احتمال آسیب دیدگی ناشی از نصب (۱/۱ تا ۱/۵ با توجه به روش اجرا)

$FS_{cr}$ = ضریب اطمینان خزش (۱ تا ۳) با توجه به نوع مصالح

$FS_{cd}$ = ضریب اطمینان خوردگی یا شیمیایی (حدود ۱ تا ۱/۵ با توجه به محیط)

$FS_{bd}$ = ضریب اطمینان فساد بیولوژیکی (حدود ۱ تا ۱/۳)

$T_a$ = مقاومت کششی مجاز

$T_{ult}$ = مقاومت کششی نهایی

در هر حال ضریب اطمینان مقاومت کششی مسلح کننده‌ها باید بین ۱/۵ تا ۲/۵ انتخاب شوند.

## پاسخ ۱۹

ضریب اطمینان مسلح کننده‌های ژئوسنتتیک برابر با عبارت زیر است و باید بین ۱.۵ و ۲.۵ در نظر گرفته شود:

$$FS = FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd} = 1.2 \times 2.5 \times 1.3 \times 1 = 3.9$$

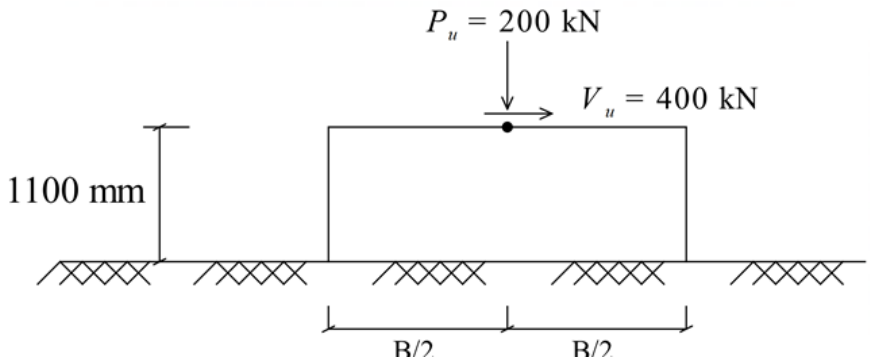
بنابراین ضریب اطمینان را می‌بایست ۲.۵ در نظر بگیریم:

$$T_a = \frac{T_{ult}}{FS} = \frac{T_{ult}}{2.5} = 0.4T_{ult}$$

بنابراین گزینه ۳ پاسخ تست می‌باشد.

## سوال ۲۰

مطابق شکل زیر یک پی منفرد و مربع بتنی تحت اثر نیروهای ضریب‌دار $P_u$ و $V_u$ قرار دارد که از بارهای زنده و مرده ناشی شده‌اند. درصورتی که خاک زیر پی از نوع زهکشی شده با زاویهٔ اصطکاک داخلی 32 درجه باشد. تنها براساس کنترل لغزش، حداقل بُعد پی به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ وزن مخصوص بتن $\gamma_c = 25\text{kN/m}^3$ فرض شود.




۱) B=3.25 m

۲) B=3.65 m

۳) B=4.80 m

۴) B=4 m

## پاسخ ۲۰

مطابق متن سؤال، پی بتنی تحت نیروی ضریب دار قرار دارد. بنابراین می‌بایست برای کنترل لغزش، از روش ضرایب بار و مقاومت استفاده کنیم. مطابق جدول ۷-۶-۴ صفحه ۴۶ مبحث هفتم، ضریب کاهش مقاومت برای لغزش $\emptyset = 1$ می‌باشد:

جدول ۷-٤-٦ ضرایب کاهش مقاومت در شرایط استاتیکی

| نوع حالت حدی | ضرایب کاهش مقاومت |
|---|---|
| پایداری کلی | ۱ |
| ظرفیت باربری | ۰/۵ |
| واژگونی | ۰/۷۵ |
| لغزش | ۱ |

## پاسخ ۲۰

از طرفی با توجه به اینکه خاک زیر پی در شرایط زهکشی شده قرار دارد، نیروی مقاوم در برابر لغزش بر اساس قسمت الف-۳-۱-۱ از بند ۷-۴-۲ صفحه ۴۱ محاسبه می‌شود:

الف-۳-۱-۱: خاک در شرایط زهکشی‌شده

$$S= P'tan(\delta)$$

که در این رابطه $P'$: مؤلفه قائم بارهای طراحی مؤثر وارد به پی است.

$\delta$: زاویه اصطکاک بین سطح زیرین سازه پی با خاک است. در پی‌های ساخته‌شده با بتن درجا $\delta$ برابر با زاویه اصطکاک داخلی $(\phi)$ و در پی‌های با بتن پیش‌ساخته معادل $\frac{2}{3}\phi$ است.

## پاسخ ۲۰

با توجه به اینکه اشاره‌ای به پیش‌ساخته بودن پی نشده است، آن را درجا در نظر می‌گیریم و درنتیجه $\delta = \varphi = 32°$ می‌باشد:

$$P' = P_u + 1.2W_{\text{پی}} = P_u + 1.2\gamma_{\text{بتن}}V_{\text{بتن}} = 200 + 1.2 \times 25(B \times B \times 1.1) = 200 + 33B^2$$
$$S = P' \tan\delta = (200 + 33B^2)\tan 32° = 20.62\, B^2 + 124.97$$

اکنون خواهیم داشت:

$$F_{\text{محرک}} \le \varphi F_{\text{مقاوم}} \rightarrow V_u \le 1 \times S \rightarrow 400 \le 20.62\, B^2 + 124.97 \rightarrow B \ge 3.65\, m$$

بنابراین گزینه ۲ پاسخ تست می‌باشد.

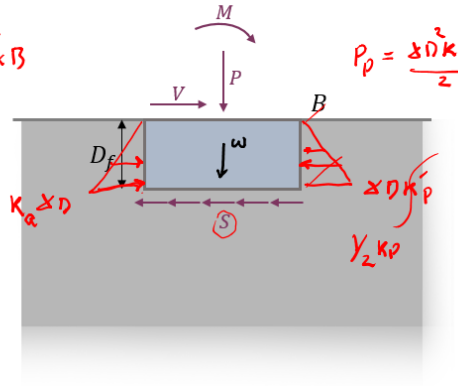
تشابه

## تشابه سوال ۲۰

**در ویدیوهای آموزشی، مبحث کنترل لغزش کاملا تشریح شده و سوال آذر ۹۰ که مشابه آن است، حل شده بود:**

### کنترل لغزش پی (پی سطح زمین)

حالت زهکشی‌شده




$$F.S = \frac{P_P + S}{P_a + V}$$

$$S = (P + W_F)\tan\delta$$

$$P_P = \frac{1}{2}k_P\gamma D^2 B \qquad K_P = \frac{1}{2} * \frac{1+\sin\emptyset}{1-\sin\emptyset}$$

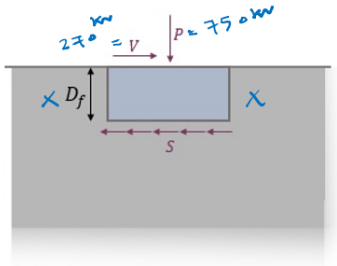
تشابه

## تشابه سوال ۲۰

**در ویدیوهای آموزشی، مبحث کنترل لغزش کاملا تشریح شده و سوال آذر ۹۰ که مشابه آن است، حل شده بود:**

**آذر ۹۰** نیروی فشاری قائم موثر طراحی به روش تنش مجاز وارد بر یک پی منفرد برابر 750kN و مولفه افقی بارهای طراحی وارد بر پی برابر 270kN است. اگر نیروی رانشی مقاوم خاک جلوی پی ناچیز باشد حداقل زاویه اصطکاک بین سطح زیرین پی وخاک در شرایط زهکشی‌شده حدودا چند درجه باشد تا لغزش صورت نگیرد؟

1) 30درجه
2) 20درجه
3) 45درجه
4) 15درجه



## سوال ۲۱

در شرایطی که حرکت (تغییرشکل افقی) دیواری به ارتفاع 6 متر نسبت به خاک 10 میلی‌متر باشد، برای اینکه میزان فشار وارده از خاک در حالت محرک باشد، کدام گزینهٔ زیر صحیح است؟

۱) خاک پشت دیوار باید از نوع ماسهٔ متراکم باشد.

۲) خاک پشت دیوار باید از نوع ماسهٔ سست باشد.

۳) خاک پشت دیوار باید از نوع رس متراکم باشد.

۴) خاک پشت دیوار باید از نوع رس نرم باشد.

## پاسخ ۲۱

مطابق جدول ۷-۵-۱ صفحه ۵۷ مبحث هفتم ویرایش ۱۴۰۰:

جدول ۷-۵-۱ تغییرشکل افقی ($\Delta_x$) مرتبط با فشار محرک و مقاوم خاک برای دیوار به ارتفاع H

| نوع خاک | $\Delta_x$ /H | |
|---|---|---|
| | محرک | مقاوم |
| ماسه متراکم | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱ |
| ماسه با تراکم متوسط | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۲ |
| ماسه سست | ۰/۰۰٤ | ۰/۰٤ |
| لای متراکم | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۲ |
| رس متراکم | ۰/۰۱ | ۰/۰۵ |
| رس نرم | ۰/۰۲ | ۰/۰٦ |

در این دیوار نسبت $\frac{\Delta_x}{H}$ برابر است با:

$$\frac{\Delta_x}{H} = \frac{10}{6000} = 0.001667 \geq \underbrace{0.001}_{\text{ماسه متراکم}} \Rightarrow \text{خاک محرک}$$

بنابراین گزینه ۱ پاسخ تست می‌باشد.

مشاوره رایگان آزمون محاسبات : ۰۹۳۳۸۴۰۶۴۷۱ کانال تلگرام : @ sabzsaze

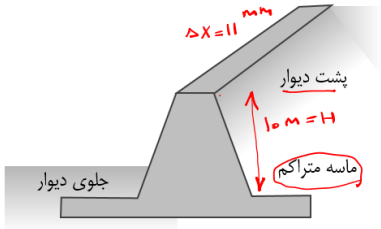


تشابه

## سوال مهر ۹۶ مشابه این سوال بوده که در ویدیوهای آموزشی حل شده بود:

**مهر ۹۶** بالای دیوار حائلی به ارتفاع 10 متر تحت بهره برداری 11 میلی‌متر نسبت به زمین جابجایی افقی داشته است. کدامیک از گزینه‌های زیر برای این دیوار صحیح است؟

1) فشار در پشت دیوار محرک و در جلوی دیوار کمتر از فشار مقاوم است.
2) فشار در پشت دیوار محرک و در جلوی دیوار فشار در حالت سکون است.
3) فشار در پشت دیوار در حالت سکون و در جلوی دیوار کمتر از فشار مقاوم است.
4) فشار در پشت دیوار محرک و در جلوی آن فشار مقاوم است.




$$\frac{\Delta X}{H} = \frac{11}{10/000} = 0.0011$$

جدول ۷-۵-۱ تغییرشکل افقی ($\Delta_x$) مرتبط با فشار محرک و مقاوم خاک برای دیوار به ارتفاع H

| نوع خاک | $\Delta_x/H$ | |
|---|---|---|
| | محرک | مقاوم |
| ماسه متراکم | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱ |
| ماسه با تراکم متوسط | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۲ |
| ماسه سست | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۴ |
| لای متراکم | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۲ |
| رس متراکم | ۰/۰۱ | ۰/۰۵ |
| رس نرم | ۰/۰۲ | ۰/۰۶ |

## سوال ۲۲

در مورد ساختمان‌های بنایی با کلاف کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

۱) در اینگونه ساختمان‌ها اگر ساختمان فقط دارای یک طبقه روی زمین بوده و ارتفاع طبقه از روی کلاف زیر دیوار یا پی بتنی تا زیر سقف برابر 4 متر باشد، ضخامت دیوارهای سازه‌ای را می‌توان برابر 250 میلی‌متر در نظر گرفت.

۲) با تعبیهٔ کلاف افقی اضافی در داخل دیوارها، می‌توان این نوع ساختمان‌ها را در دو طبقه با ارتفاع هر طبقه برابر 5 متر اجرا نمود، به‌شرطی که ساختمان فاقد زیرزمین بوده و در تراز سطح زمین اجرا شده باشد.

۳) در اینگونه ساختمان‌ها اجرای شالوده می‌تواند به‌صورت خشکه‌چینی با سنگ انجام شود.

۴) در اینگونه ساختمان‌ها اگر اختلاف سطح در طبقه برابر 500 میلی‌متر باشد، می‌توان در انتهای هر قسمت از سقف یک کلاف افقی مجزا در دیوار، حد فاصل دو قسمتی که اختلاف سطح دارند، اجرا نمود و دو قسمت را از طریق درز لرزه‌ای از یکدیگر جدا ننمود.

## پاسخ ۲۲

گزینه ۱ مطابق بند ۸-۵-۵-۳-۱ (مورد ۵) صفحه ۱۱۲ مبحث هشتم ویرایش ۹۸ نادرست است:

> ۵- حداکثر نسبت ارتفاع به ضخامت دیوار سازه‌ای ۱۵ می‌باشد. همچنین، عرض (ضخامت) دیوار سازه‌ای در طبقات نباید از ۲۰۰ میلی‌متر و در زیر زمین از ۳۲۰ میلی‌متر کمتر باشد.

زیرا حداکثر نسبت در دیوارهای سازه‌ای ۱۵ می‌باشد:

$$\frac{h}{t} \leq 15 \rightarrow \frac{4}{t} \leq 15 \rightarrow t \geq 0.266m = 266mm$$

گزینه ۲ مطابق بند ۸-۵-۵-۴-۲ (مورد ۴) صفحه ۱۰۶ نادرست است:

> ۴- تراز روی بام نسبت به متوسط تراز زمین مجاور نباید بیش از ۸ متر باشد.

گزینه ۳ مطابق بند ۸-۵-۵-۲-۱ (مورد ۷) صفحه ۱۰۹ نادرست است:

> ۷- اجرای شالوده به صورت خشکه‌چینی با سنگ مجاز نمی‌باشد.

## پاسخ ۲۲

گزینه ۴ مطابق بند ۸-۵-۴-۴ صفحه ۱۰۷ صحیح است:

**۸-۵-۴-۴ اختلاف سطح سقف در طبقه**

حتی‌المقدور از ایجاد اختلاف سطح در طبقه پرهیز شود. چنان‌چه اختلاف سطح در طبقه بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر نباشد، باید در انتهای هر قسمت از سقف یک کلاف افقیِ مجزا در دیوار، حد فاصل دو قسمتی که اختلاف سطح دارند، اجرا شود و یا اینکه دو قسمت ساختمان به‌وسیله درز لرزه‌ای از یکدیگر جدا شوند. چنان‌چه اختلاف سطح بیش از ۶۰۰ میلی‌متر باشد، لازم است دو قسمت ساختمان بوسیله درز لرزه‌ای از یکدیگر جدا شوند.

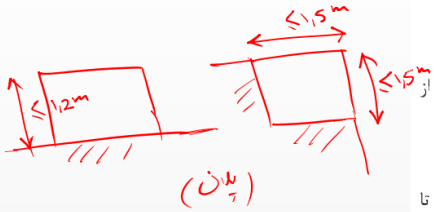
بنابراین گزینه ۴ پاسخ تست می‌باشد.

تشابه

## تشابه سوال ۲۲

**بند مربوط به اختلاف سطح سقف در ویدیوهای اموزشی تدریس شده بود:**

## ۵-۳. پیشامدگی سقف و اختلاف سطح سقف در طبقه



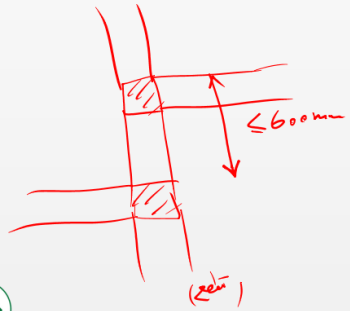

**۸-۵-۴-۳ پیشامدگی سقف**

در صورت وجود پیشامدگی سقف لازم است ضوابط زیر رعایت شوند:

۱- طول پیشامده طره در مورد بالکن‌های سه طرف باز از ۱/۲ متر و برای بالکن‌های دو طرف باز از ۱/۵ متر بیشتر نباشد.

۲- طره‌ها باید بخوبی در سقف طبقه مهار شوند.

۳- روی هیچ قسمت پیشامدگی ساختمان نباید دیواری ساخته شود ولی ساخت جان‌پناه بنایی تا ارتفاع ۵۰۰ میلی‌متر از روی کف تمام شده مجاز است.




**۸-۵-۴-۴ اختلاف سطح سقف در طبقه**

حتی‌المقدور از ایجاد اختلاف سطح در طبقه پرهیز شود. چنان‌چه اختلاف سطح در طبقه بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر نباشد، باید در انتهای هر قسمت از سقف یک کلاف افقی مجزا در دیوار، حد فاصل دو قسمتی که اختلاف سطح دارند، اجرا شود و یا اینکه دو قسمت ساختمان به‌وسیله درز لرزه‌ای از یکدیگر جدا شوند. چنان‌چه اختلاف سطح بیش از ۶۰۰ میلی‌متر باشد، لازم است دو قسمت ساختمان بوسیله درز لرزه‌ای از یکدیگر جدا شوند.

گروه صنعتی سبزسازه تور محاسبات نظام مهندسی ـ مبحث هشتم

## سوال ۲۳

در مورد ساختمان‌های بنایی مسلح کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

۱) برای تعیین نیروی زلزله این ساختمان‌ها، در طراحی به روش مقاومت نهایی مقدار ضریب رفتار برابر 4 است.

۲) در طراحی اعضای بنایی مسلح، کمترین مقاومت خمشی اسمی در امتداد عضو نباید کمتر از یک‌چهارم حداکثر مقاومت خمشی اسمی در امتداد عضو باشد.

۳) در اینگونه ساختمان‌ها زمانی که طول دهانهٔ تیر از 8 برابر عمق مؤثر آن (d) بیشتر باشد. حداکثر مقدار مجاز خیر تحت بارهای بهره‌برداری مرده و زنده برابر $\frac{L}{240}$ (طول دهانهٔ تیر = L) است.

۴) در تحلیل و طراحی اینگونه ساختمان‌ها، در تراز هر طبقه، حداقل 80 درصد سختی جانبی طبقه باید توسط دیوارهای باربر برشی تأمین شود.

## پاسخ ۲۳

گزینه ۱ مطابق بند ۸-۴-۲-۷ صفحه ۶۶ مبحث هشتم ویرایش ۹۸ درست است:

**۸-۴-۲-۷ ضریب رفتار**

ضریب رفتار برای ساختمان بنایی مسلح جهت طراحی به روش مقاومت نهایی برابر با چهار (۴ $=R_u$) می‌باشد.

گزینه ۲ مطابق بند ۸-۴-۶-۲-۱صفحه ۷۹ مبحث هشتم ویرایش ۹۸ درست است:

**۸-۴-۶-۲-۱ مقاومت خمشی اسمی**

مقاومت خمشی اسمی $(M_n)$ یک مقطع باید بر اساس فرضیات طراحی بند ۸-۴-۶-۱ و ضوابط این بخش تعیین شود. کمترین مقاومت خمشی اسمی در امتداد عضو نباید کمتر از یک‌چهارم حداکثر مقاومت خمشی اسمی در امتداد عضو باشد.

**پاسخ ۲۳** گزینه ۳ مطابق بند ۸-۴-۶-۵-۳-۲ صفحه ۸۴ مبحث هشتم ویرایش ۹۸ نادرست است:

**۸-۴-۶-۵-۳-۲ محدودیت خیز**

۱- خیز محاسبه شده برای تیر نباید از $l/۶۰۰$ (طول دهانه $= l$)، تحت بارهای بهره‌برداری مرده و زنده، فراتر رود.

۲- خیز تیر زمانی که طول دهانه آن از ۸ برابر عمق موثر آن $(d)$ بیشتر نشود نیاز به کنترل ندارد.

گزینه ۴ مطابق بند ۸-۴-۲-۹ صفحه ۶۷ مبحث هشتم ویرایش ۹۸ درست است:

**۸-۴-۲-۹ سختی جانبی**

در تراز هر طبقه، حداقل ۸۰ درصد سختی جانبی طبقه باید توسط دیوارهای باربر برشی تامین شود.

بنابراین گزینه ۳ پاسخ تست می‌باشد

تشابه

## تشابه سوال ۲۳

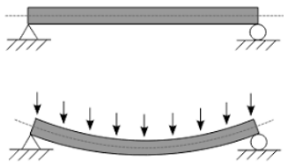
**در ویدیوهای آموزشی به محدودیت‌های خیز در سازه‌های مسلح پرداخته بودیم:**

**۸-۴-۶-۵-۳-۲ محدودیت خیز**

۱- خیز محاسبه شده برای تیر نباید از $l/۶۰۰$ (طول دهانه $= l$)، تحت بارهای بهره‌برداری مرده و زنده، فراتر رود.

$$\Delta_{D+L} \leq \frac{L}{600}$$

۲- خیز تیر زمانی که طول دهانه آن از ۸ برابر عمق موثر آن ($d$) بیشتر نشود نیاز به کنترل ندارد.

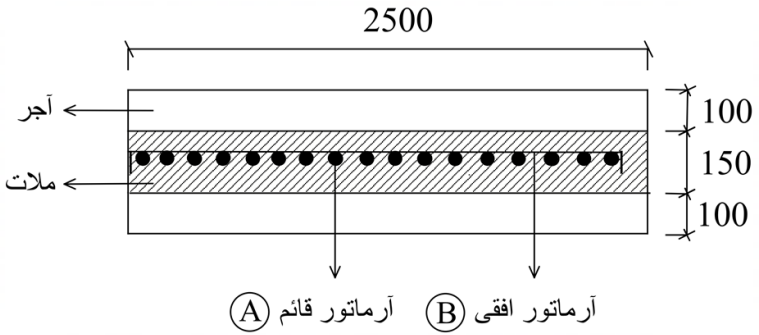


اگر رابطه زیر برقرار باشد نیازی به کنترل تیر درباره خیز نیست:

$$\frac{L}{d} \leq 8$$

## سوال ۲۴

در یک دیوار آجری با مصالح بنایی مسلح به طول 2.5 m و ارتفاع 4 m و با مقطع افقی شکل زیر که مقدار آرماتورهای قائم و افقی به‌دست آمده از طراحی به‌ترتیب 1.5 برابر و 0.5 برابر مقادیر آرماتورهای حداقل دیوار باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند به‌عنوان آرماتورهای قائم و افقی مناسب دیوار باشد؟ در شکل اندازه‌ها به میلی‌متر است.




۱) A: Φ10@300 mm , B: Φ8@150 mm

۲) A: Φ10@200 mm , B: Φ10@250 mm

۳) A: Φ10@200 mm , B: Φ10@300 mm

۴) A: Φ8@125 mm , B: Φ8@150 mm

## پاسخ ۲۴

مطابق مورد ۷ از بند ۸-۴-۶-۹-۲ صفحه ۹۰ و ۹۱ مبحث هشتم:

> ۷- قطر میلگرد نباید از ۱۰ میلی‌متر کمتر باشد (به‌غیر از میلگرد بستر که ممکن است به عنوان تمام یا بخشی از حداقل میلگرد مورد نیاز، در نظر گرفته شود).

قطر میلگردهای دیوار نباید از ۱۰ میلی‌متر کمتر باشد (رد گزینه ۱ و ۴)
از طرفی حداکثر فاصله میلگردهای افقی و قائم بر اساس مورد ۵ و ۶ فوق، برابر است با:

> ۵- فاصله میلگردهای قائم نباید از یک‌سوم طول دیوار، یک‌سوم ارتفاع دیوار و یا ۶۰۰ میلی‌متر بیشتر شود.
>
> ۶- فواصل میلگردهای افقی نباید از یک‌سوم طول دیوار، یک‌سوم ارتفاع دیوار و یا ۶۰۰ میلی‌متر فراتر رود. این میلگردها باید به‌طور یک‌نواخت در دیوار پخش شده و در دوغاب مدفون شوند.

در تمام گزینه ها رعایت شده $\rightarrow S_{max} = \min\left\{\frac{h}{3}, \frac{L}{3}, 600mm\right\} = \min\left\{\frac{4000}{3}, \frac{2500}{3}, 600mm\right\} = 600\ mm$

## پاسخ ۲۴

اکنون مطابق مورد ۱ از بند فوق، مقادیر حداقل آرماتورهای افقی و قائم را محاسبه می‌کنیم:

**۸-۴-۶-۹-۲ میلگردگذاری دیوار**

کلیه دیوارها باید در دو راستای افقی و قائم میلگردگذاری شوند. در میلگردگذاری دیوارها رعایت ضوابط زیر الزامی است:

۱- مساحت میلگرد افقی و قائم هر کدام نباید کمتر از ۰/۰۰۰۷ مساحت کل مقطع، به ترتیب، قائم و عرضی دیوار باشد. هم‌چنین، مجموع مساحت میلگردهای افقی و قائم باید حداقل ۰/۰۰۲ مساحت کل مقطع عرضی دیوار باشد.

$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{min} = 0.0007t = 0.0007 \times 350 = 0.245\ mm^2/mm$$

## پاسخ ۲۴

مطابق صورت سؤال، مساحت محاسباتی آرماتورهای قائم ۱.۵ برابر حداقل است اما مساحت محاسباتی افقی‌ها ۰.۵ برابر حداقل است. بنابراین برای آرماتورهای افقی، حداقل آرماتور ملاک قرار می‌گیرد:

$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{\text{قائم}} = 1.5\left(\frac{A_v}{S}\right)_{min} = 1.5 \times 0.245 = 0.3675\, mm^2/mm$$

$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{\text{افقی}} = \left(\frac{A_v}{S}\right)_{min} = 0.245\, mm^2/mm$$

علاوه بر رعایت مساحت حداقل آرماتورهای افقی و قائم، مجموع مساحت آرماتورهای افقی و قائم باید حداقل ۰.۰۰۲ مقطع عرضی دیوار باشد. به‌عبارت‌دیگر:

$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{\text{قائم}} + \left(\frac{A_v}{S}\right)_{\text{افقی}} \geq 0.002t = 0.002 \times 350 = 0.7\ mm^2/mm$$

## پاسخ ۲۴

بررسی گزینه ۲:

$$\text{افقی } \emptyset 10@250mm \rightarrow \frac{A_v}{S} = \frac{\frac{\pi}{4} \times 10^2}{250} = 0.3141 \geq 0.245 \ OK$$

$$\text{قائم } \emptyset 10@200mm \rightarrow \frac{A_v}{S} = \frac{\frac{\pi}{4} \times 10^2}{200} = 0.3927 \geq 0.3675 \ OK$$

$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{\text{قائم}} + \left(\frac{A_v}{S}\right)_{\text{افقی}} = 0.3927 + 0.3141 = 0.7068 \geq 0.7 \ OK$$

## پاسخ ۲۴

بررسی گزینه ۳:

$$\text{افقی } \emptyset 10@300mm \rightarrow \frac{A_v}{S} = \frac{\frac{\pi}{4} \times 10^2}{300} = 0.2618 \geq 0.245 \ \ OK$$

$$\text{قائم } \emptyset 10@200mm \rightarrow \frac{A_v}{S} = \frac{\frac{\pi}{4} \times 10^2}{200} = 0.3927 \geq 0.3675 \ \ OK$$

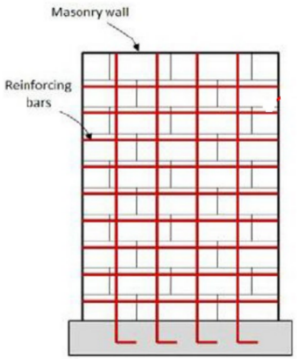
$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{\text{قائم}} + \left(\frac{A_v}{S}\right)_{\text{افقی}} = 0.3927 + 0.2618 = 0.6545 \leq 0.7 \ \ NOT\ OK$$

بنابراین گزینه ۲ پاسخ تست می‌باشد.

تشابه

## تشابه سوال ۲۴

**ضوابط آرماتورگذاری دیوارهای مسلح را مفصل آموزش داده و یک مثال تالیفی مشابه حل کرده بودیم:**




$$\Sigma AS_v \geq 130mm^2$$

$$\begin{cases} \rho_h \geq 0.0007 \\ \rho_v \geq 0.0007 \\ \rho_h + \rho_v \geq 0.002 \end{cases}$$

محدودیت‌های آرماتور مشکل ۲

$$\rho_h = \frac{\Sigma AS_h}{t_w * s_h}$$

$$\rho_v = \frac{\Sigma AS_v}{t_w * s_v}$$

$AS_h$ : مساحت میلگردهای افقی

$t_w$: ضخامت دیوار

$s_h$: فاصله میلگردهای افقی

$AS_v$ : مساحت میلگردهای قائم

$s_v$ : فاصله میلگردهای قائم

تشابه

## تشابه سوال ۲۴

**ضوابط آرماتورگذاری دیوارهای مسلح را مفصل آموزش داده و یک مثال تالیفی مشابه حل کرده بودیم:**

### تالیفی

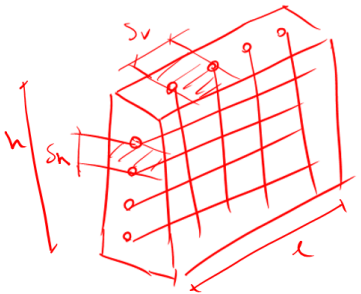
در دیوار یک سازه بنایی مسلح کدام آرایش میلگرد به عنوان حداقل شبکه افقی و قائم کاربرد دارد؟(ضخامت دیوار $300mm$ است. )

۱) $\Phi 8$ at 500mm

۲) $\Phi 10$ at 700mm

۳) $\Phi 12$ at 200mm

۴) $\Phi 14$ at 550mm




$S_h \leq l/3 \;,\; h/3 \;,\; 600mm$

$\rho_h = \frac{A_{sh}}{t_w \times S_h} \geq 0.0007$

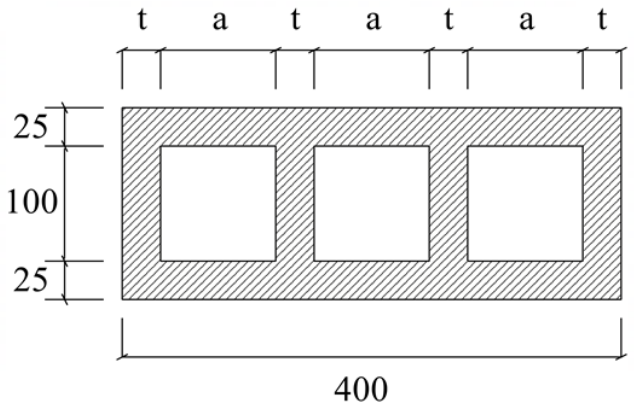
$\rho_v = \frac{A_{sv}}{t_w \times S_v} \geq 0.0007$

$\rightarrow \rho_h + \rho_v \geq 0.002$ ,

## سوال ۲۵

**این سوال قابلیت اعتراض دارد**

یک بلوک سیمانی دیواری توخالی دارای مقطع شکل زیر و بُعد عمود بر صفحه برابر 200 mm است. حداکثر بُعد قابل قبول a برای آنکه بتوان از این بلوک‌ها در دیوارهای سازه‌ای باربر استفاده نمود به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ ابعاد روی شکل به میلی‌متر است.




۱) 70 mm

۲) 100 mm

۳) 93 mm

۴) 75 mm

## پاسخ ۲۵

مطابق مورد ۱ از بند ۸-۲-۲-۴ صفحه ۳۰ مبحث هشتم، در مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد، تنها از واحد مصالح بنایی توخالی نوع ۱ می‌توان به‌عنوان دیوار سازه‌ای استفاده کرد:

> در مناطق با خطر نسبی زلزله خیلی زیاد و زیاد (به آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰ رجوع شود)، واحدهای مصالح بنایی توخالی که در دیوارهای سازه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند باید دارای شرایط زیر باشند:
>
> ۱- واحدهای مصالح بنایی توخالی نوع ۲ و ۳، تنها در دیوارهای غیرسازه‌ای مجاز است.

در صورت سؤال، اشاره‌ای به خطرپذیری منطقه نشده است. بنابراین دو رویکرد می‌توانیم اتخاذ کنیم:

**الف) خطر نسبی زلزله، زیاد و خیلی زیاد باشد:**

مطابق جدول ۸-۲-۱ صفحه ۳۰ مبحث هشتم، برای بلوک سیمانی توخالی نوع ۱ داریم:

## پاسخ ۲۵

جدول ۸-۲-۱ ضوابط هندسی گروه‌های مختلف آجر رسی و بلوک‌های سیمانی

| سوراخ‌دار | توخالی | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | آجر رسی | | | بلوک سیمانی | | |
| | نوع ۱ | نوع ۲ | نوع ۳ | نوع ۱ | نوع ۲ | نوع ۳ |
| | حجم فضاهای خالی نسبت به حجم کل | | | | | |
| ≤ ٪۳۵ | ٪۳۵ > و ≤ ٪۴۵ | ٪۴۵ > و ≤ ٪۵۵ | ٪ ۵۵ > و ≤ ٪۷۰ | ٪۳۵ > و ≤ ٪۵۰ | ٪۵۰ > و ≤ ٪۶۰ | ٪ ۶۰ > و ≤ ٪۷۰ |
| | حجم هر فضای خالی نسبت به حجم کل | | | | | |
| ≤ ٪۱۰ | ≤ ٪۱۲/۵ | ≤ ٪۱۲/۵ | محدود به مساحت | ≤ ٪۱۲/۵ | ≤ ٪۱۲/۵ | محدود به مساحت (رجوع به بند) |
| | مساحت هر فضای خالی | | | | | |
| محدود به حجم | محدود به حجم | محدود به حجم | برای چندحفره: ۲۸۰۰ میلی‌متر مربع ≤ برای تک حفره: ۱۸۰۰۰ میلی‌متر مربع ≤ | محدود به حجم | محدود به حجم | برای چندحفره: ۲۸۰۰ میلی‌متر مربع ≤ برای تک حفره: ۱۸۰۰۰ میلی‌متر مربع ≤ |
| | (رجوع به بند) | | | (رجوع به بند) | | |
| | مجموع ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها در هر امتداد نسبت به کل طول یا عرض در همان امتداد | | | | | |
| ≥ ٪۳۰ | ≥ ٪۳۰ | ≥ ٪۲۰ | بدون محدودیت | ≥ ٪۳۰ | ≥ ٪۲۰ | بدون محدودیت |

## پاسخ ۲۵

$$\frac{\text{حجم فضا های خالی}}{\text{حجم کل}} \leq 0.5 \rightarrow \frac{3(100 \times a) \times 200}{400 \times 150 \times 200} \leq 0.5 \rightarrow a \leq 100\,mm \quad I$$

$$\frac{\text{حجم هر فضای خالی}}{\text{حجم کل}} \leq 0.125 \rightarrow \frac{(100 \times a) \times 200}{400 \times 150 \times 200} \leq 0.125 \rightarrow a \leq 75\,mm \quad II$$

$$\frac{\text{مجموع ضخامت جان ها}}{\text{طول}} \geq 0.3 \rightarrow \frac{4t}{400} \geq 0.3 \rightarrow t \geq 30mm$$

لذا طبق ابعاد داده‌شده در شکل سؤال داریم:

$$3a + 4t = 400 \rightarrow 3a + 4(30) = 400 \rightarrow a \leq 93.34\,mm \quad III$$

درنتیجه:

$$a = \min\{I, II, III\} = \min\{100,75,93.34\} = 75\,mm \rightarrow \text{گزینه } 4$$

## پاسخ ۲۵

**ب) خطر نسبی زلزله، کم و متوسط باشد:**

در این صورت استفاده از همه انواع بلوک توخالی در دیوارهای سازه‌ای مجاز است اما اولاً باید مطابق مورد ۴ بند ۸-۲-۴-۳-الف صفحه ۳۳، بلوک‌های باربر سازه‌ای می‌بایست کاملاً با بتن یا ملات پر شوند و ثانیاً ابعادشان باید مطابق جدول ۸-۲-۲ صفحه ۳۴ باشد:

۴- بلوک سیمانی توخالی به دو صورت باربر و غیرباربر استفاده می‌شود. برای استفاده از بلوک سیمانی به عنوان عنصر باربر در اعضای سازه‌ای، لازم است سوراخ‌های بلوک با بتن یا ملات کاملا پر شوند.

۲- برای بلوک‌های سیمانی مورد استفاده در دیوار باربر، خلاصه ضوابط ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها در جدول ۸-۲-۲ آمده است.

## پاسخ ۲۵

با توجه به توضیحات زیر جدول فوق، برای بلوک‌های کاملاً دوغاب ریزی شده، ضخامت پوسته و جان نباید کمتر از ۱۶ میلی‌متر باشد:

**جدول ۸-۲-۲: ضوابط ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها**

| عرض بلوک سیمانی (میلی‌متر) | حداقل ضخامت پوسته (میلی‌متر)(۱) | حداقل ضخامت جان (میلی‌متر)(۱)(۲) | ضخامت جان معادل (میلی‌متر بر متر طول)(۳) |
|---|---|---|---|
| ۷۶/۲ و ۱۰۲ | ۲۰ | ۲۰ | ۱۳۶ |
| ۱۵۲ | ۲۵ | ۲۵ | ۱۸۸ |
| ۲۰۳ | ۳۲ | ۲۵ | ۱۸۸ |
| ۲۵۴ و بزرگتر | ۳۲ | ۲۹ | ۲۰۹ |

(۱) برای بلوک‌های سیمانی کاملاً دوغاب شده ضخامت پوسته و جان نباید کمتر از ۱۶ میلی‌متر باشد

(۲) برای بلوک‌های سیمانی با فاصله بین جان‌ها کمتر از ۲۵ میلی‌متر، حداقل ضخامت جان ۲۰ میلی‌متر می‌باشد.

(۳) بلوک‌های سیمانی دوغاب شده کامل یا به شکل جزئی، از این ضوابط مستثنی هستند. در این موارد برای محاسبه ضخامت جان معادل باید طول دوغاب شده از طول بلوک کسر شود.

## پاسخ ۲۵

$3a + 4t = 400 \rightarrow 3a + 4(16) = 400 \rightarrow a \leq 112\,mm$ → در گزینه ها نیست

اگر مطابق اعداد جدول فوق، حداقل ضخامت پوسته و جان را ۲۵ میلی‌متر در نظر بگیریم، داریم:

$3a + 4t = 400 \rightarrow 3a + 4(25) = 400 \rightarrow a \leq 100\,mm$ → گزینه 2

با توجه به موارد مطرح‌شده و اینکه در صورت سؤال به خطر نسبی زلزله اشاره نشده، به نظر می‌رسد گزینه ۲ مدنظر طراح بوده باشد.

بنابراین گزینه ۲ پاسخ تست می‌باشد.

تشابه

## تشابه سوال ۲۵

**در ویدیوهای آموزشی به ضوابط هندسی انواع بلوک پرداخته بودیم و تست مشابه مهر ۹۶ را حل کردیم:**

# ۲-۴. بلوک سیمانی

۸-۲-۲-۴-۳ بلوک سیمانی

**الف) بلوک‌های توخالی دیواری:**

۲- برای بلوک‌های سیمانی مورد استفاده در دیوار باربر، خلاصه ضوابط ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها در جدول ۸-۲-۲ آمده است.

**جدول ۸-۲-۲: ضوابط ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها**

| عرض بلوک سیمانی (میلی‌متر) | حداقل ضخامت پوسته (میلی‌متر)(۱) | حداقل ضخامت جان (میلی‌متر)(۲) | ضخامت جان معادل (میلی‌متر بر متر طول)(۳) |
|---|---|---|---|
| ۷۶/۲ و ۱۰۲ | ۲۰ | ۲۰ | ۱۳۶ |
| ۱۵۲ | ۲۵ | ۲۵ | ۱۸۸ |
| ۲۰۳ | ۳۲ | ۲۵ | ۱۸۸ |
| ۲۵۴ و بزرگتر | ۳۲ | ۲۹ | ۲۰۹ |

(۱) برای بلوک‌های سیمانی کاملاً دوغاب شده ضخامت پوسته و جان نباید کمتر از ۱۶ میلی‌متر باشد

(۲) برای بلوک‌های سیمانی با فاصله بین جان‌ها کمتر از ۲۵ میلی‌متر، حداقل ضخامت جان ۲۰ میلی‌متر می‌باشد.

(۳) بلوک‌های سیمانی دوغاب شده کامل یا به شکل جزئی، از این ضوابط مستثنی هستند. در این موارد برای محاسبه ضخامت جان معادل باید طول دوغاب شده از طول بلوک کسر شود.

گروه صنعتی سبزسازه تور محاسبات نظام مهندسی_مبحث هشتم

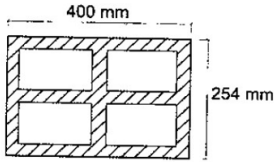
تشابه

## تشابه سوال ۲۵

**در ویدیوهای آموزشی به ضوابط هندسی انواع بلوک پرداخته بودیم و تست مشابه مهر ۹۶ را حل کردیم:**

مهر۹۶

برای احداث یک ساختمان دو طبقه با مصالح بنایی در شهر کرمان، پیمانکار استفاده از بلوک سیمانی توخالی با مقطع نشان داده شده را پیشنهاد داده است. ضخامت تمام جداره های داخلی و خارجی (پوسته و جان) این بلوک 35 میلی متر است. با رعایت الزامات استانداردهای معتبر کدامیک از گزینه های زیر در این مورد صحیح است؟




۱) استفاده از این بلوک فقط در سازه های بنایی مسلح مجاز است.

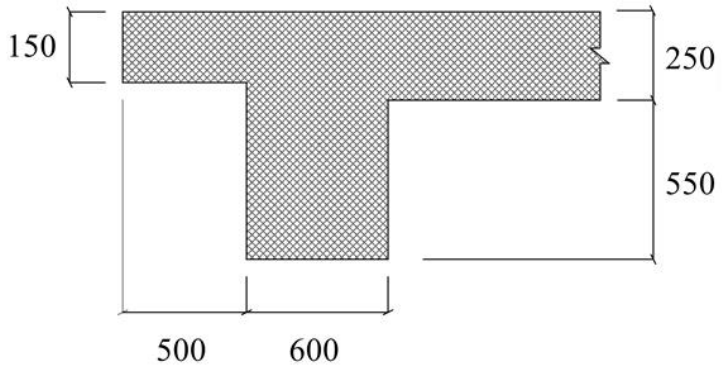
۲) این بلوک فقط در دیوارهای غیر سازه ای مجاز است.

۳) استفاده از این بلوک در تمام دیوارها مجاز است.

۴) استفاده از این بلوک در هیچ دیواری مجاز نیست.

## سوال ۲۶

در سیستم تیر – دال شکل زیر که به‌طور هم‌زمان بتن‌ریزی می‌شوند، سطح مقطع تیر T شکل که در تعیین نسبت سختی خمشی مقطع تیر به دال ($\alpha_f$) کاربرد دارد، حدوداً چند مترمربع است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر بوده و دال دوطرفه فرض شود. همچنین فرض نمائید دهانهٔ آزاد تیر برابر 6 متر است.




۱) $6925\times10^2\text{mm}^2$

۲) $7425\times10^2\text{mm}^2$

۳) $5425\times10^2\text{mm}^2$

۴) $6175\times10^2\text{mm}^2$

## پاسخ ۲۶

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۱۵۷– بند ۹–۱۰–۲–۸ :

**۹–۱۰–۲–۸ تیر در سیستم تیر– دال**

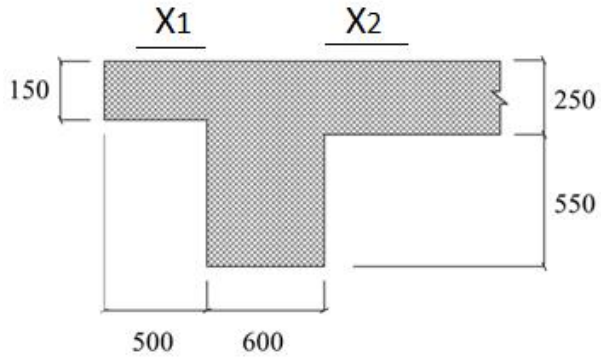
تیر در دال‌ها شامل جان تیر و قسمتی از دال است که در هر سمت تیر دارای عرضی برابر با تصویر مایل ۴۵ درجه‌ی آن قسمت از جان تیر باشد که در زیر یا در روی دال، هرکدام ارتفاع بیشتری دارد، قرار می‌گیرد. عرض دال در هر سمت جان باید کوچک‌تر یا مساوی چهار برابر ضخامت دال در نظر گرفته شود.

$$X_1 = \min \begin{cases} 4\times 150 = 600 \\ 650 \\ 500 \end{cases} = 500\ \text{mm}$$

عرض دال در سمت چپ جان

$$X_2 = \min \begin{cases} 4 \times 250 = 1000 \\ \\ 550 \end{cases} = 550\ \text{mm}$$

عرض دال در سمت راست جان




$$\text{مساحت} = [600\times 800] + [150 \times 500] + [250 \times 550] = 692500\ mm^2$$

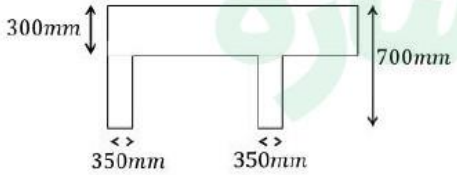
بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۲۶

**تست مطرح شده در آزمون، با تست شماره ٦ آزمون جامع هفتم سبز سازه تشابه نزدیک دارد.**

۶- شکل زیر بخشی از سیستم تیر-دال را که جهت پوشش یک سقف بتنی استفاده شده است، نشان می‌دهد. ابعاد تیر کناری و میانی در این سیستم به ترتیب در کدام گزینه به درستی بیان شده است؟ (بتن C25 و فولاد S400 و طول دهانه آزاد را $5m$ در نظر بگیرید.)




۱) 1355 mm- 750 mm
۲) 1150 mm- 750 mm
۳) 1950 mm- 1150 mm
۴) 1950 mm- 750 mm

**حل سوال ۶**

مطابق بند ۹-۱۰-۲-۸ اندازه عرض موثر تیر به صورت زیر می‌باشد:

کناری $b = min\{(b_w + h_b).(b_w + 4h_f)\}$

میانی $b = min\{(b_w + 2h_b).(b_w + 8h_f)\}$

$h_b$ : اختلاف ارتفاع کل تیر و ضخامت دال

$b_w$ : عرض بال

$h_f$ : ضخامت دال

## سوال ۲۷

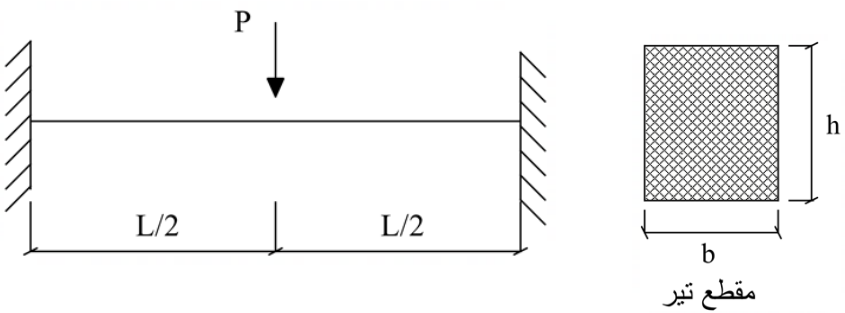
در تیر بتنی شکل زیر، حداکثر ارتفاع مقطع تیر (h) برای آنکه مدل‌سازی این تیر به‌عنوان یک عضو میله‌ای قابل قبول باشد، به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید وزن واحد طول تیر در مقایسه با آثار نیروی متمرکز P بسیار ناچیز است.

۱) 0.4 L

۲) 0.25 L

۳) 0.2 L

۴) 0.5 L



## پاسخ ۲۷

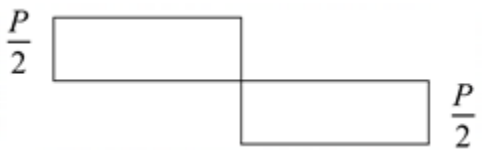
مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۸۳ – بند ۹–۶–۳–۱–۱ الف:

**۹–۶–۳–۱–۱** برای تحلیل سازه‌ها می‌توان آن‌ها را به مدل‌های ساده شده‌ای مرکب از اعضای میله‌ای، اعضای صفحه‌ای، و اعضای سه بعدی، مطابق موارد (الف) تا (پ) زیر تبدیل کرد.

**الف– اعضای میله‌ای**

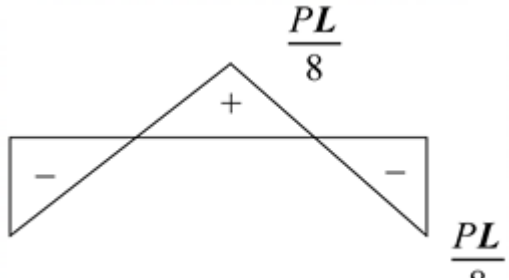
اعضایی هستند که در آن‌ها یکی از ابعاد به طور قابل ملاحظه از دو بعد دیگر بزرگ‌تر باشد؛ و دو بعد اخیر اختلاف چندانی با هم نداشته باشند. در این اعضا فاصله‌ی بین دو مقطع با لنگرهای خمشی صفر باید حداقل دو برابر ارتفاع عضو باشد. تیرها، ستون‌ها، مهار بندها، و قوس‌ها از جمله اعضای میله‌ای می‌باشند.

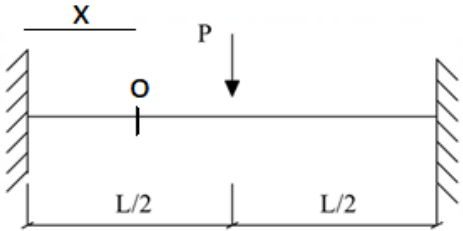
دیاگرام نیروی برشی:



## پاسخ ۲۷

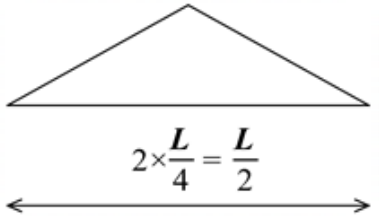
دیاگرام لنگر خمشی:




$$\Sigma M_o = 0 \rightarrow \frac{PL}{4} - \frac{P}{2}x = 0$$

$$\rightarrow x = \frac{L}{4}$$




$$\rightarrow \frac{L}{2} \geq 2\,h \rightarrow h \leq \frac{L}{4} = 0.25\,L$$

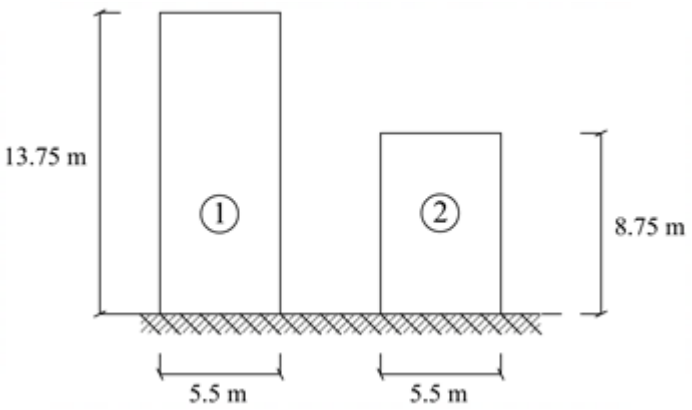
بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

## سوال ۲۸

**این سوال قابلیت اعتراض دارد**

در شکل زیر نمای دو دیوار برشی بتنی با شکل‌پذیری زیاد نشان داده شده است که دارای مقطع مستطیلی بوده و نسبت سطح مقطع آرماتورها در هر دو امتداد افقی و قائم ($\rho_t$ و $\rho_l$) هر دو دیوار 0.007 است. اگر مقاومت برشی اسمی هر دو دیوار مساوی باشد. نسبت ضخامت دیوار (1) به ضخامت دیوار (2) به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ از اثر بار محوری بر مقاومت برشی صرف‌نظر شود. بتن از نوع معمولی است.

$f'_c = 30\ \text{MPa}\ , f_y = 400\ \text{MPa}$




۱) 1.3

۲) 1.2

۳) 1

۴) 1.1

## پاسخ ۲۸

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۳۹۶ – بند ۹–۲۰–۷–۹–۲ و ص ۲۳۰ – بند ۹–۱۳–۵–۳–۲ و ص ۵۶–جدول ۹–۳–۱:

**۹–۲۰–۷–۹–۲** مقاومت برشی اسمی دیوار، $V_n$، نباید از مقدار رابطه‌ی (۹–۲۰–۱۸) بیش‌تر در نظر گرفته شود:

$$V_n = A_{cv}\left(\alpha_c \lambda \sqrt{f'_c} + \rho_t f_y\right) \qquad (۹–۲۰–۱۹)$$

در این رابطه $\alpha_c$ ضریبی است که مطابق (الف) تا (پ) این بند محاسبه می‌شود:

**الف**– در دیوارهایی که در آن‌ها نسبت $\frac{h_w}{l_w}$ بزرگ‌تر یا مساوی ۲ است: $\alpha_c = 0.17$؛

**ب**– در دیوارهایی که در آن‌ها نسبت $\frac{h_w}{l_w}$ کوچک‌تر یا مساوی ۱/۵ است: $\alpha_c = 0.25$؛

پ– در دیوارهایی که در آن‌ها نسبت $\frac{h_w}{l_w}$ بین ۱/۵ و ۲ است، ضریب $\alpha_c$ با درون یابی خطی بین اعداد فوق تعیین می‌شود.

**۹–۱۳–۵–۳–۲** در هیچ مقطع افقی از دیوار، مقدار $V_n$ نباید بیش‌تر از $0.66\sqrt{f'_c}A_{cv}$ منظور شود.

## پاسخ ۲۸

در دیوار شماره ۱: مطابق رابطه ۹-۲۰-۱۹ و رعایت بند ۹-۱۳-۵-۳-۲:

$$V_n = \min \begin{cases} (\alpha_{c1} \times \lambda \sqrt{f'_c} + \rho_{t1} \times f_{y1}) \times h_1 \times L_w \\ (0.66 \times \sqrt{f'_c}) \times h_1 \times L_w \end{cases}$$

مطابق قسمت الف بند ۹-۲۰-۷-۹- ۲:

$$\frac{h_w}{L_w} = \frac{13.75}{5.5} = 2.5 \geq 2 \rightarrow \alpha_{c1} = 0.17$$

## پاسخ ۲۸

با توجه به اینکه بتن از نوع معمولی است طبق جدول ۹-۳-۱:

$$\lambda = 1$$

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

| بتن | ترکیب دانه‌ها | λ |
|---|---|---|
| تمام سبک دانه | ریز دانه و درشت دانه : سبک | ۰/۷۵ |
| نیمه سبکدانه [۱] | ریز دانه : ترکیب معمولی و سبک<br>درشت دانه : سبک | ۰/۷۵ تا ۰/۸۵ |
| | ریز دانه : معمولی<br>درشت دانه : سبک | ۰/۸۵ |
| | ریز دانه: معمولی<br>درشت دانه : ترکیب معمولی و سبک | ۰/۸۵ تا ۱/۰۰ |
| معمولی | ریز دانه و درشت دانه : معمولی | ۱/۰۰ |

## پاسخ ۲۸

$$V_{n1} = \min \begin{cases} ( 0.17 \times 1 \times \sqrt{30} + 0.007 \times 400) \times h_1 \times L_w = 3.73\, h_1 \times L_w \\ (0.66 \times \sqrt{30}) \times h_1 \times L_w = 3.62\, h_1 \times L_w \end{cases} = 3.62\, h_1 \times L_w$$

در دیوار شماره ۲ :

$$V_{n2} = \min \begin{cases} ( \alpha_{c2} \times \lambda \sqrt{f'_c} + \rho_{t2} \times f_{y2}) \times h_2 \times L_w \\ (0.66 \times \sqrt{f'_c}) \times h_2 \times L_w \end{cases}$$

## پاسخ ۲۸

مطابق قسمت پ بند ۹-۲۰-۷-۹-۲ :

$$\frac{h_w}{L_w}=\frac{8.75}{5.5}=1.6 \rightarrow \begin{cases} \frac{1.6-1.5}{2-1.5}=\frac{\alpha_{c2}-0.25}{0.17-0.25} \\ \rightarrow \alpha_{c2}=0.234 \end{cases}$$

$$V_{n2}=\min \begin{cases} (0.234\times 1\times \sqrt{30}+0.007\times 400)\times h_2\times L_w = 4.1\, h_1\times L_w \\ \qquad\qquad = 3.62\, h_2\times L_w \\ (0.66\times \sqrt{30})\times h_2\times L_w = 3.62\, h_2\times L_w \end{cases}$$

طبق صورت سوال:

$$V_{n1}=V_{n2}\rightarrow 3.62\, h_1\times L_w = 3.62\, h_2\times L_w \rightarrow h_1=h_2 \rightarrow \frac{h_1}{h_2}=1$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

تشابه

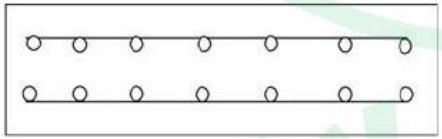
## تشابه سوال ۲۸

**تست مطرح شده در آزمون، با تست شماره ۹ آزمون جامع ششم سبز سازه تشابه نزدیک دارد.**

۹- یک دیوار برشی بتن مسلح تحت تاثیر نیروهای زیر واقع شده است:

$V_u = 3000kN$ . $N_u = 800kN$ (کششی)

اگر طول دیوار $6m$، ارتفاع آن $4m$ و ضخامت آن $0.4m$ باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند در طراحی برای برش داخل صفحه به عنوان آرماتور افقی مورد استفاده قرار بگیرد؟ (بتن از نوع معمولی و درجاریز بوده و رده آن C25 است و فولاد از رده $S340$ می‌باشد.)



۱) 2Φ12@200 ۲) 2Φ12@300 ۳) 2Φ12@350 ۴) 2Φ12@250

حل سوال ۹.....

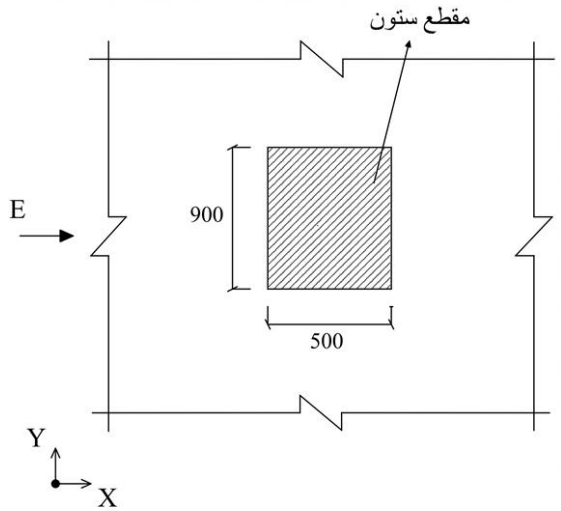
مطابق بند ۹-۱۳-۵-۳-۲ و بند ۹-۱۳-۵-۳-۴:

$$V_u \le \phi * min\begin{cases}(\alpha_c * \lambda\sqrt{f_c} + \rho_t f_{yt})A_{cv} \\ 0.66 * \sqrt{f_c} * A_{cv}\end{cases}$$

$$A_g = A_{cv} = L_w * t_w = 6000 * 400 = 24 * 10^5 mm^2$$

## سوال ۲۹

فرض کنید در سیستم دال – ستون (بدون تیر و دارای ستون میانی مطابق شکل زیر) تحت اثر نیروی زلزله در امتداد x در محل اتصال دال به ستون لنگر ضریب‌دار نامتعادل $M_u$ ایجاد شده است. حداقل چه میزان از این لنگر باید از طریق اثر نیروی برشی که اطراف ستون در دال ایجاد می‌شود با اثر خروج از مرکزیت آن به ستون منتقل گردد؟ در عرض مؤثر دال بتنی $\varepsilon_t \geq \varepsilon_{ty} + 0.006$ بوده و عمق مؤثر دال بتنی برابر 300 mm فرض شود. در شکل ابعاد به میلی‌متر بوده و دال دوطرفه فرض شود.




۱) $0.55M_u$

۲) $0.65M_u$

۳) $0.35M_u$

۴) $0.45M_u$

## پاسخ ۲۹

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۱۶۲ – بند ۹–۱۰–۶–۴–۳ و ص ۱۶۳ – جدول ۹–۱۰–۳:

۱) طبق داده سوال، ستون میانی است اما با توجه به اینکه اطلاعاتی از مقدار برش داده نشده است در نتیجه نمی توان به کمک جدول زیر به مقایسه $V_u$ با $0.4\varphi V_c$ پرداخت.

جدول ۹–۱۰–۳ حداکثر $\gamma_f$ اصلاح‌شده برای دال‌های دوطرفه

| موقعیت ستون | جهت دهانه | $v_{uv}$ | $\varepsilon_t$ (در عرض $b_{slab}$) | حداکثر $\gamma_f$ اصلاح شده |
|---|---|---|---|---|
| ستون گوشه | در هر جهت | $\leq 0.5\phi v_c$ | $\geq \varepsilon_{ty} + 0.003$ | ۱ |
| ستون کناری | عمود بر کناره | $\leq 0.75\phi v_c$ | $\geq \varepsilon_{ty} + 0.003$ | ۱ |
| | موازی کناره | $\leq 0.4\phi v_c$ | $\geq \varepsilon_{ty} + 0.008$ | $\frac{1.25}{1+\left(\frac{2}{3}\right)\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} \leq 1$ |
| ستون میانی | در هر جهت | $\leq 0.4\phi v_c$ | $\geq \varepsilon_{ty} + 0.008$ | $\frac{1.25}{1+\left(\frac{2}{3}\right)\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} \leq 1$ |

## پاسخ ۲۹

۲) همچنین رابطه زیر نیز (جدول۹-۱۰-۳) برقرار نیست

$$\varepsilon \geq \varepsilon_{ty} + 0.008$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{ty} + 0.006 \geq \varepsilon_y + 0.008 \quad N.OK$$

در نتیجه از رابطه کلی استفاده می‌شود:

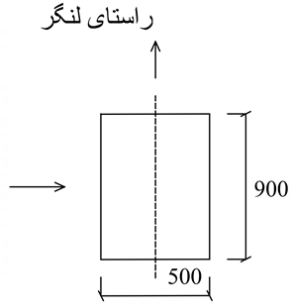
**۹-۱۰-۶-۴-۳ انتقال لنگر خمشی ضریبدار در اتصالات دال به ستون**

**الف**- در مواردی که بارهای ثقلی، باد یا زلزله موجب میشوند که در اتصال دال به ستون بدون تیر، لنگر ضریب دار نامتعادل، $M_{sc}$، ایجاد شود، باید بخشی از این لنگر معادل $\gamma_f M_{sc}$ با عملکرد خمشی، و باقی‌مانده‌ی آن از طریق اثر نیروی برشی که اطراف ستون در دال ایجاد می‌شود با اثر خروج از مرکزیت آن به ستون منتقل می‌گردد.

مقدار $\gamma_f$ از رابطه‌ی (۹-۱۰-۱) محاسبه می‌شود:

$$\gamma_f = \frac{1}{1 + \left(\frac{2}{3}\right)\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} \qquad (۹-۱۰-۱)$$

## پاسخ ۲۹




$$b_1 = 500 + d = 500 + 300 = 800\ mm$$

$$b_2 = 900 + d = 900 + 300 = 1200\ mm$$

$$\gamma_f = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} = 0.65$$

$$\gamma_f = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{800}{1200}}} = 0.65$$

$$\gamma_v = 1 - \gamma_f = 1 - .65 = 0.35$$

## پاسخ ۲۹

در نهایت مقدار لنگری که باید از طریق اثر نیروی برشی که اطراف ستون در دال ایجاد می شود که با اثر خروج از مرکزیت آن به ستون منتقل می شود:

$$\gamma_v M_u = 0.35 M_u$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۲۹

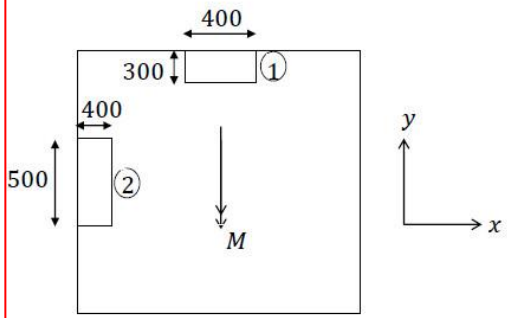
**تست مطرح شده در آزمون، با تست تالیفی فصل دال‌ها در سبز سازه تشابه نزدیک دارد.**

### تالیفی

مقدار ضریب $\gamma_f$ برای ستون های 1 و 2 به ترتیب چقدر است؟ ( ارتفاع موثر دال $200mm$در نظر گرفته شود.

$V_u = 100kn$ و $f_c = 25mpa$ و $f_y = 400mpa$ همچنین کرنش فولادهای خمشی در هر دو راستای $x$ و$y$, $0.012$ می باشد.)

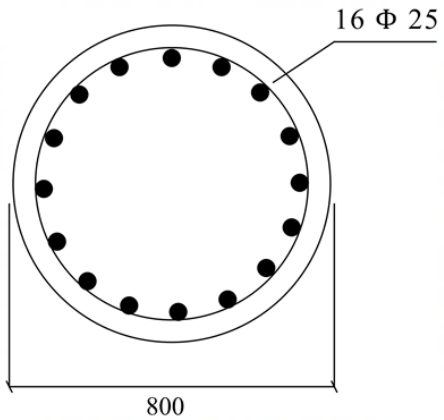
۱) $1 - 1$ ۲) $1 - 1.8$ ۳) $0.56 - 1$ ۴) $0.56 - 0.56$



## سوال ۳۰

برای طراحی یک شالوده مطابق شکل زیر از شمع‌های درجاریز بدون غلاف با تنگ بسته استفاده شده است. در طراحی به روش طرح مقاومت، براساس کنترل شمع در برابر نیروی محوری فشاری بدون در نظر گرفتن لنگر، حداکثر نیروی محوری ضریب‌دار ($P_u$) قابل تحمل توسط شمع به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ شرایط خاک خوب و سیستم اجرایی با کیفیت خوب فرض شود. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.

$f_y = 400\ \text{MPa}\ , f'_c = 30\ \text{MPa}$




۱) 12600 kN

۲) 11350 kN

۳) 6930 kN

۴) 14180 kN

## پاسخ ۳۰

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۲۶۰ – بند ۹–۱۵–۴–۲–۲ و ص ۲۶۱– بند ۹–۱۵–۴–۳–۱ و بند ۹–۱۵–۴–۳–۲ و ص ۲۶۲– جدول ۹–۱۵–۳:

**۹–۱۵–۴–۲–۲** در صورتی که شرایط (الف) و (ب) از بند ۹–۱۵–۴–۲–۱ برآورده نشوند، شمع‌ها باید بر اساس روش طرح مقاومت مطابق بند ۹–۱۵–۴–۳ طراحی شوند.

**۹–۱۵–۴–۳–۱** طراحی شمع‌ها به روش طرح مقاومت با ضوابط این بخش برای همه‌ی انواع شمع‌ها مجاز می‌باشد.

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

## پاسخ ۳۰

با توجه به جدول زیر داریم:

$$\emptyset = 0.55$$

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

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

$$P_u \leq \emptyset P_n$$

## پاسخ ۳۰

$$P_n = 0.8\left[0.85f'_c\left(A_g - A_{st}\right) + A_{st}f_y\right]$$

$$= 0.8\left[0.85 \times 30 \times \left(\frac{3.14 \times 800^2}{4} - 16 \times 491\right) + (16 \times 491 \times 400)\right] = 12602618\ N$$

$$P_n \leq 0.55 \times 12602618 = 6931440\ N = 6932\ KN$$

$$A_s = 16 \times 491 = 7850\ mm^2$$

$$A_{s\ min} = 0.1 \times \frac{3.14 \times 800^2}{4} = 5024\ mm^2$$

$$A_{s\ max} = 0.08 \times \frac{3.14 \times 800^2}{4} = 40192 \rightarrow 5024 \leq 7850 \leq 40192\ \ OK$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است

تشابه

## تشابه سوال ۳۰

**تست مطرح شده در آزمون، را می‌توان با مفاهیم بیان‌شده در فصل شالوده سبز سازه حل نمود.**

# طراحی شمع به روش طرح مقاومت

**۹-۱۵-۴-۳-۱** طراحی شمع‌ها به روش طرح مقاومت با ضوابط این بخش برای همه‌ی انواع شمع‌ها مجاز می‌باشد.

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

## سوال ۳۱

در یک تیر بتنی مربوط به یک قاب خمشی معمولی، در ناحیهٔ کششی و در محل قطع آرماتورهای تحت کشش ناشی از خمش، نیروی برشی مقاوم مقطع در محل قطع آرماتور به اندازهٔ 20 درصد بیش از نیروی برشی نهایی موجود در مقطع است. برای آنکه در ناحیهٔ کششی قطع آرماتورهای کششی مجاز باشد، علاوه بر تأمین آرماتورهای عرضی اضافی (به‌صورت خاموت یا دورگیر) در انتهای میلگردهای قطع شده در ناحیهٔ به طول حداقل $0.75d$ در امتداد طول عضو حداکثر فاصلهٔ میلگردهای عرضی از یکدیگر در این ناحیه مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ فرض نمائید میزان آرماتورهای قطع شده در ناحیهٔ کششی 37.5 درصد کل آرماتورهای کششی بوده و در ناحیهٔ موردنظر $V_s < 0.33\sqrt{f'_c}b_w d$ است. همچنین فرض کنید به لحاظ محاسباتی فاصلهٔ خاموت‌ها در ناحیهٔ موردنظر بیش از $d/2$ است.

۱) $\min\left(\frac{d}{4}, 300\ mm\right)$

۲) $\min\left(\frac{d}{2}, 300\ mm\right)$

۳) $\min\left(\frac{d}{2}, 600\ mm\right)$

۴) $\min\left(\frac{d}{3}, 600\ mm\right)$

## پاسخ ۳۱

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۲۰۴ – بند ۹–۱۱–۶–۲–۵ :

**۹–۱۱–۶–۲–۵** آرماتورهای تحت کشش ناشی از خمش نباید در ناحیه‌ی کششی قطع شوند؛ مگر آن که یکی از موارد (الف) تا (پ) این بند تأمین شود:

**الف**– نیروی برشی مقاوم مقطع در محل قطع آرماتور به اندازه‌ی حداقل ۵۰ درصد بیش‌تر از نیروی برشی نهایی موجود در مقطع باشد؛ $V_u \le (2/3)\phi V_n$.

**ب**– برای آرماتورهای با قطر حداکثر ۳۶ میلی متر، مقدار آرماتوری که امتداد مییابد، حداقل دو برابر مقدار مورد نیاز در خمش برای مقطع محل قطع آرماتور باشد؛ و نیروی برشی مقاوم مقطع در محل قطع آرماتور به اندازه‌ی حداقل ۳۳ درصد بیش‌تر از نیروی برشی نهایی موجود در مقطع باشد؛ $V_u \le (3/4)\phi V_n$.

**پ**– در انتهای میلگردهای قطع شده در ناحیه‌ای به طول حداقل $0.75d$، آرماتور عرضی به صورت خاموت یا دورگیر اضافه بر آن چه برای تحمل برش و پیچش لازم است، تأمین شود. سطح مقطع آرماتور عرضی اضافی لازم باید حداقل برابر با $\frac{0.41 b_w s}{f_{yt}}$ باشد. هم‌چنین فاصله‌ی میلگردهای عرضی از یک دیگر در این ناحیه نباید بیش‌تر از $\frac{d}{8\beta_b}$ باشد؛ که $\beta_b$ نسبت آرماتور قطع شده به کل آرماتور کششی مقطع است.

## پاسخ ۳۱

- بررسی حالت اول:

$$\emptyset V_n = 1.2\ V_u$$

$$V_u \leq \frac{2}{3} \times \emptyset V_n$$

$$\emptyset V_n \geq \frac{3}{2} V_u$$

در این سوال این حالت برقرار نیست.

- بررسی حالت دوم:

اطلاعاتی از آرماتور ممتد ارائه نشده است.همچنین:

$$V_u \leq \frac{3}{4} \varphi V_n \rightarrow \varphi V_n \geq \frac{4}{3} V_u$$

در این سوال این حالت برقرار نیست.

## پاسخ ۳۱

- حالت سوم:

$$S \leq \frac{d}{8\times\beta} = \frac{d}{8\times 0.375} = \frac{d}{3}$$

$$\beta = 0.375$$

از طرفی مطابق داده سوال:

$$V_s \leq 0.33\times \sqrt{f'_c} b_w d$$

## پاسخ ۳۱

در این حالت:

$$S \leq \min \begin{cases} \frac{d}{2} \\ 600 \end{cases}$$

در مجموع:

$$S \leq \min \begin{cases} \frac{d}{2} \\ 600 \\ \frac{d}{3} \end{cases} = \min \begin{cases} \frac{d}{3} \\ \\ 600 \end{cases}$$

بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۳۱

**تست مطرح شده در آزمون، با تست تالیفی فصل مهار آرماتورسبز سازه تشابه نزدیک دارد.**

### تالیفی

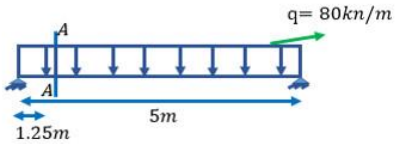
کدامیک از تیر های مقابل در مقطع نشان داده شده، شرایط قطع آرماتور در ناحیه کششی را دارد ؟ ( بتن معمولی، میلگرد های طولی را در هر دو مقطع $\Phi 20$ در نظر گرفته و پوشش بتنی را $45\ mm$ فرض نمائید . $f_c = 25\ mpa$ و $f_y = 400\ mpa$ )

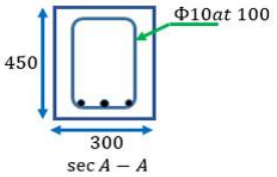
1 ) فقط مقطع الف ✓

2 ) فقط مقطع ب

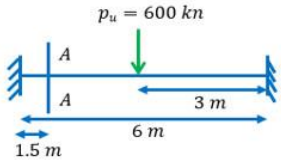
3 ) هر دو مقطع الف و ب

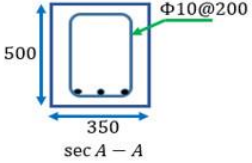
4 ) هیچ کدام از مقاطع




الف )




ب)

## سوال ۳۲

در خصوص کنترل برش در ناحیهٔ اتصال تیر به ستون قاب‌های خمشی بتنی کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

۱) مقدار $\Phi V_n$ قاب‌های خمشی متوسط براساس ضوابط قاب‌های خمشی ویژه تعیین می‌شود.

۲) مقدار $V_u$ قاب‌های خمشی متوسط براساس ضوابط قاب‌های خمشی ویژه تعیین می‌شود.

۳) مقدار $V_u$ قاب‌های خمشی متوسط براساس ضوابط قاب‌های خمشی معمولی تعیین می‌شود.

۴) مقدار $\Phi V_n$ قاب‌های خمشی متوسط براساس ضوابط قاب‌های خمشی معمولی تعیین می‌شود.

## پاسخ ۳۲

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۳۵۹– بند ۹–۲۰–۵–۴–۷–۳ و ص ۳۷۶– جدول ۹–۲۰–۲ و ص ۲۶۹– بند ۹–۱۶–۴–۲–۱و جدول ۹–۱۶–۱ و ص ۱۰۸ جدول ۹–۷–۲ و ص ۱۱۰ – بند ۹–۷–۴–۵ ت:

در شکل پذیری معمولی:

از بند ۹–۱۶–۴–۲ –۱ داریم:

> **۹–۱۶–۴–۲–۱** مقاومت برشی طراحی ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون باید رابطه‌ی $\phi V_n \geq V_u$ زیر را برآورده نماید؛ ضریب $\phi$ مطابق بخش ۹–۷–۴ برای برش تعیین می‌شود.

$$V_u \leq \varphi V_n$$

از جدول ۹–۷–۲ داریم: $\varphi = 0.75$

## پاسخ ۳۲

جدول ۹-۷-۲ ضریب‌های کاهش مقاومت $\phi$ بر اساس وضعیت مورد نظر در طراحی مقطع

| وضعیت مورد نظر در طراحی مقطع | $\phi$ |
|---|---|
| ۱) لنگر، نیروی محوری، و یا ترکیب لنگر و نیروی محوری | |
| الف) مقاطع کشش- کنترل (بند ۹-۷-۴-۲) | ۰/۹۰ |
| ب) مقاطع فشار- کنترل (بند ۹-۷-۴-۳) | |
| - اعضای با دورپیچ | ۰/۷۵ |
| - سایر اعضا | ۰/۶۵ |
| پ) مقاطع در ناحیه‌ی انتقال (بند ۹-۷-۴-۴) | ۰/۹۰-۰/۶۵ |
| ۲) برش | ۰/۷۵ |
| ۳) پیچش | ۰/۷۵ |
| ۴) مقاومت اتکایی (لهیدگی) | ۰/۶۵ |
| ۵) نواحی مهاری پس کشیده | ۰/۸۵ |
| ۶) نشیمن‌ها (براکت‌ها و کوربل‌ها) | ۰/۷۵ |
| ۷) نواحی مختلف در مدل‌های بست و بند | ۰/۷۵ |
| ۸) اجزای اتصالات اعضای پیش ساخته‌ای که با تسلیم عناصر فولادی در کشش کنترل می‌شوند | ۰/۹۰ |
| ۹) عناصر بتنی ساده (بدون فولاد) | ۰/۶۰ |
| ۱۰) مهار در عناصر بتنی | ۰/۷۵-۰/۴۵ |

## پاسخ ۳۲

از جدول ۹-۱۶-۱ مقدار $V_n$ در نظرگرفته می‌شود:

جدول ۹-۱۶-۱ مقاومت برشی اسمی ناحیه‌ی اتصال ($V_n$)

| ستون | تیر در راستای $V_u$ | محصور با تیرهای عرضی مطابق ۹-۱۶-۲-۸ | $V_n$ (N) |
|---|---|---|---|
| پیوسته یا مطابق ۹-۱۶-۲-۶ | پیوسته یا مطابق ۹-۱۶-۲-۷ | محصور | $2\lambda\sqrt{f'_c}\,A_j$ |
| | | محصور نشده | $1.70\lambda\sqrt{f'_c}\,A_j$ |
| | سایر موارد | محصور | $1.70\lambda\sqrt{f'_c}\,A_j$ |
| | | محصور نشده | $1.20\lambda\sqrt{f'_c}\,A_j$ |
| سایر موارد | پیوسته یا مطابق ۹-۱۶-۲-۷ | محصور | $1.70\lambda\sqrt{f'_c}\,A_j$ |
| | | محصور نشده | $1.20\lambda\sqrt{f'_c}\,A_j$ |
| | سایر موارد | محصور | $1.20\lambda\sqrt{f'_c}\,A_j$ |
| | | محصور نشده | $\lambda\sqrt{f'_c}\,A_j$ |

**پاسخ ۳۲** در شکل پذیری متوسط: از بند ۹-۲۰-۵-۴-۷-۳ مقدار $\varphi$ محاسبه می شود: $\varphi = 0.75$

۹-۲۰-۵-۴-۷-۳ $\phi$ بر اساس بند ۹-۷-۴ برای برش تعیین می‌شود.

$$V_u \leq \varphi V_n$$

از جدول ۹-۲۰-۲ مقدار مقدار $V_n$ در نظرگرفته می‌شود:

جدول ۹-۲۰-۲ مقاومت اسمی برشی اتصال تیر به ستون

| ستون | تیر در امتدادی که $V_u$ حساب شده است | محصور شدگی با تیرهای عرضی مطابق بند ۹-۱۶-۲-۸ | $V_n$ (N) |
|---|---|---|---|
| پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۶ | پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۷ | محصور شده | $1.70\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | | محصور نشده | $1.20\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | سایر موارد | محصور شده | $1.20\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | | محصور نشده | $1.00\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| سایر موارد | پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۷ | محصور شده | $1.20\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | | محصور نشده | $1.00\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | سایر موارد | محصور شده | $1.00\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | | محصور نشده | $0.70\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |

## پاسخ ۳۲

در شکل پذیری زیاد ، مقدار $\varphi$ با توجه به جدول ۹-۲۰-۲ و بند ۹-۷-۴-۵ ت:

> ۹-۲۰-۶-۵-۴-۲ $\phi$ باید بر اساس بند ۹-۷-۴-۵ (ت) محاسبه شود.

> ت- در اتصالات تیر- ستون قاب‌های خمشی ویژه و نیز در تیرهای همبندی که با فولاد گذاری قطری مسلح شده‌اند، در برش $\phi = 0.85$ منظور می‌شود.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱:

$$(\varphi V_n)_{\text{متوسط}} = 0.75V_n \neq (\varphi V_n)_{\text{ویژه}} = 0.85V_n$$

بنابراین این گزینه صحیح نیست.

گزینه ۲:

$$(V_n)_{\text{متوسط}} = A_s f_y - V_c \neq (V_n)_{\text{ویژه}} = 1.25A_s f_y - V_c$$

بنابراین این گزینه صحیح نیست.

## پاسخ ۳۲

گزینه ۳:

$$(V_n)_{\text{متوسط}} = A_s f_y - V_c = (V_n)_{\text{معمولی}} = A_s f_y - V_c$$

بنابراین این گزینه صحیح است.

گزینه ۴:

با توجه به اعداد جدول ۹-۱۶-۱ و جدول ۹-۲۰-۲:

$$(\varphi V_n)_{\text{متوسط}} = 0.75V_n \neq (\varphi V_n)_{\text{معمولی}} = 0.75V_n$$

بنابراین این گزینه صحیح نیست.

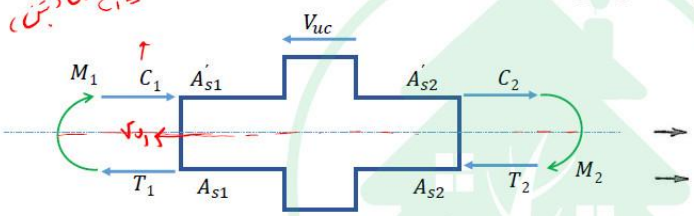
بنابراین گزینه ۳ صحیح است

تشابه

## تشابه سوال ۳۲

**بر اساس مفاهیم بیان شده در بخش اتصالات در فصل ستون ها، و با توجه به تست های ارائه شده در آن قسمت، می توان به این تست پاسخ داد.**

با صرف نظر از اثر آرماتورهای وجه دیگر در محاسبه لنگرهای خمشی اسمی:



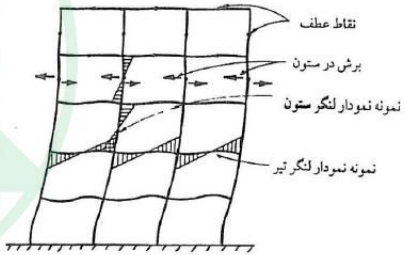

$$C_1 = f_y * A'_{s1}$$
$$T_1 = f_y * A_{s1}$$
$$T_2 = f_y * A_{s2}$$
$$C_2 = f_y * A'_{s2}$$

$$V_{u1} = C_1 + T_2 - V_{uc}$$
$$V_{u2} = T_1 + C_2 - V_{uc}$$
$$V_u = max\{V_{u1}, V_{u2}\}$$

$\sum F_x = 0 \Rightarrow V_{u2} + V_{uc} = C_1 + C_2$ (نیروی فشاری بتن، نیروی آرماتور)

$T_1$

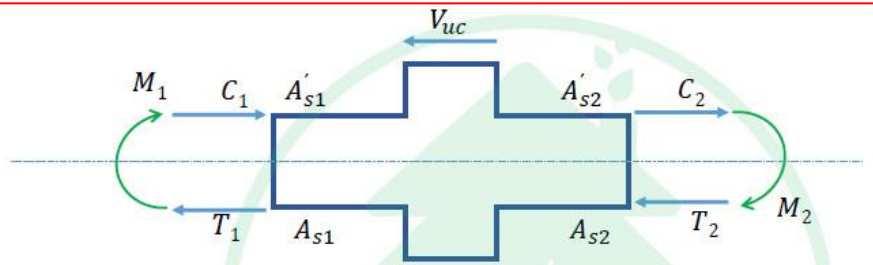
$$\Rightarrow \boxed{V_{u2} = T_1 + C_2 - V_{uc}} \checkmark$$



تشابه

## تشابه سوال ۳۲

**بر اساس مفاهیم بیان شده در بخش اتصالات در فصل ستون ها، و با توجه به تست‌های ارائه شده در آن قسمت، می توان به این تست پاسخ داد.**




$$C_1 = 1.25 f_y * A'_{s1}$$

$$T_1 = 1.25 f_y * A_{s1}$$

$$C_2 = 1.25 f_y * A'_{s2}$$

$$T_2 = 1.25 f_y * A_{s2}$$

$$V_{u1} = T_1 + C_2 - V_{uc}$$

$$V_{u2} = C_1 + T_2 - V_{uc}$$

$$V_u = max\{V_{u1}, V_{u2}\}$$

## سوال ۳۳

فرض نمائید برای طراحی اعضای یک سازهٔ بتنی استفاده از روش خرپایی (بست و بند) الزامی است. در این روش نسبت مقاومت فشاری مؤثر بتن ($f_{ce}$) در سازه‌های با شکل‌پذیری زیاد به مقاومت فشاری مؤثر بتن در سازه‌های با شکل‌پذیری کم مطابق با کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟

۱) 0.8

۲) 1.25

۳) 1.1

۴) 0.75

## پاسخ ۳۳

مطابق مبحث نهم - ویرایش ۱۳۹۹- ص ۵۷۰- بند۹-پ۳-۸-۱ و ۹-پ۳-۸-۲-۱ و ص ۵۵۷و ۵۵۸-بند ۹-پ۳-۴-۱-۳ :

**۹-پ۳-۴-۱-۳** مقاومت فشاری موثر بتن، $f_{ce}$، در هر انتهای بست از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$f_{ce} = 0.85\beta_c\beta_s f'_c \qquad \text{(۹-پ۳-۴)}$$

در رابطه‌ی فوق، $\beta_s$ و $\beta_c$ ضریب‌های اصلاح مقاومت موثر بتن در بست هستند که بر اساس جدول‌های ۹-پ۳-۱ و ۹-پ۳-۲ محاسبه می‌شوند. در این ضریبها اثرات ترک خوردگی، آرماتورهای عرضی و تقید انتهایی بست بر روی مقاومت فشاری موثر بتن در نظر گرفته شده‌اند.

## پاسخ ۳۳

**۹-پ۳-۸-۱** در طراحی اعضای یک سیستم مقاوم لرزه‌ای با شکل پذیری خیلی زیاد یا زیاد با روش بست و بند، علاوه بر ضوابط فصل ۹-۲۰، باید ضوابط ۹-پ۳-۸-۲ تا ۹-پ۳-۸-۵ نیز برآورده گردند.

**۹-پ۳-۸-۲ مقاومت بست**

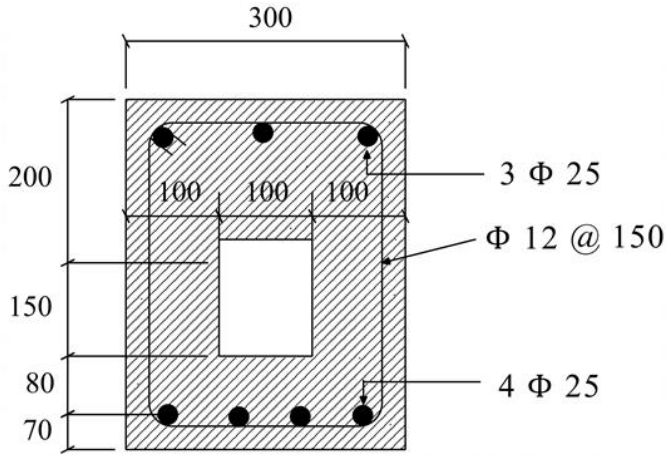
**۹-پ۳-۸-۲-۱** مقاومت فشاری موثر به دست آمده در بخش ۹-پ۳-۴-۱ باید در ضریب ۰/۸ ضرب شود.

شکل پذیری کم $(f_{ce}) 0.8$ = شکل پذیری زیاد $(f_{ce})$

بنابراین گزینه ۱ صحیح است

## سوال ۳۴

مطابق شکل زیر، در مقطع یک تیر بتنی برای عبور لوله‌ها یک حفرهٔ مستطیلی شکل ایجاد شده است. مقاومت خمشی اسمی این مقطع به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ از اثر آرماتورهای ناحیهٔ فشاری (آرماتورهای طولی فوقانی) در مقاومت خمشی صرف‌نظر نمائید. بتن معمولی از ردهٔ C30 و فولاد میلگردها S400 هستند. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.




۱) 295 kN.m

۲) 275 kN.m

۳) 250 kN.m

۴) 325 kN.m

## پاسخ ۳۴

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹:

ابتدا باید تشخیص داده شود که عملکرد به صورت مستطیل است یا T شکل

$$A_s f_y = a_1 f_c b a \rightarrow a = \frac{A_s f_y}{\alpha_1 f_c b} = \frac{4 \times 3.14 \times \frac{25^2}{4} \times 400}{0.85 \times 30 \times 300} = 102 < 200$$

بنابراین تیر عملکرد مستطیلی دارد.

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{4 \times 3.14 \times \frac{25^2}{4}}{300 \times 430} = 0.0153$$

$$d = 200 + 150 + 80 = 430 mm^2$$

$$M_n = \rho f_y b d^2 \times [1 - 0.5 \times \frac{\rho f_y}{a_1 f_c}] = 0.0153 \times 400 \times 300 \times 430^2 [1 - 0.5 \frac{0.153 \times 400}{0.85 \times 30}] \times 10^{-6} = 298.73 \text{ KN.m}$$

بنابراین گزینه ۱ صحیح است

تشابه

## تشابه سوال ۳۴

**بر اساس مفاهیم خمش بیان شده در فصل خمش و رابطه ارائه شده می توان به این تست پاسخ داد.**

### مقطع کم فولاد $\rho < \rho_b$

حالتی که در آن مقدار میلگرد موجود در تیر از مقدار میلگرد بالانس کمتر بوده و میلگردها تسلیم می شوند :

در این حالت از روابط زیر برای محاسبه ظرفیت خمشی اسمی مقطع استفاده می شود :

$$\Sigma f_x = 0$$

$$T = C$$

$$A_s * f_y = 0.85 f_c * a * b$$

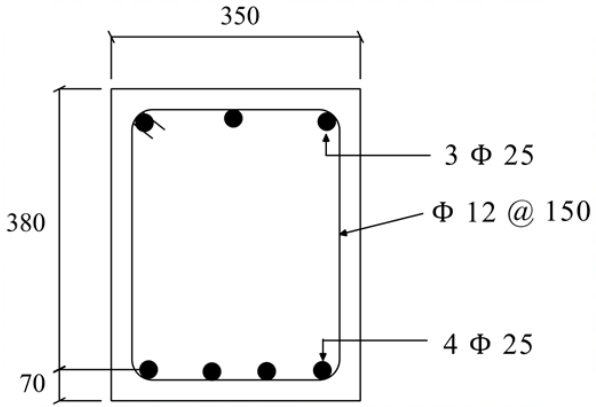
$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 f_c * b} \rightarrow M_n = T.Z = (A_s * f_y) * \left(d - \left(\frac{a}{2}\right)\right)$$

همچنین از رابطه زیر نیز می توان ظرفیت خمشی مقطع را بدست آورد :

$$M_n = \rho * f_y * bd^2 * \left(1 - 0.59 * \rho \left(\frac{f_y}{f_c}\right)\right)$$

## سوال ۳۵

یک تیر بتنی مطابق شکل زیر تحت لنگر خمشی قرار دارد. بدون در نظر رگفتن اثر آرماتورهای ناحیهٔ فشاری (آرماتورهای طولی فوقانی)، کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح می‌باشد؟ بتن معمولی از ردهٔ C30 و فولاد میلگردها S400 می‌باشند. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.




۱) $\varepsilon_t < \varepsilon_{ty} - 0.003$

۲) $\varepsilon_t \leq \varepsilon_{ty}$

۳) $\varepsilon_{ty} < \varepsilon_t < \varepsilon_{ty} + 0.003$

۴) $\varepsilon_t \geq \varepsilon_{ty} + 0.003$

## پاسخ ۳۵

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹:

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{4\times 3.14\times \frac{30^2}{4}}{350\times 380} = 0.0213$$

$$\rho_{max}=0.375\times \alpha_1\beta_1 \frac{f_c}{f_y}=0.375\times 0.85 \times 0.8357 \times \frac{30}{400} = 0.02$$

$$\rho_b=\alpha_1\beta_1 \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600+f_y}=0.85\times 0.8357 \times \frac{30}{400} \times \frac{600}{1000} = 0.032$$

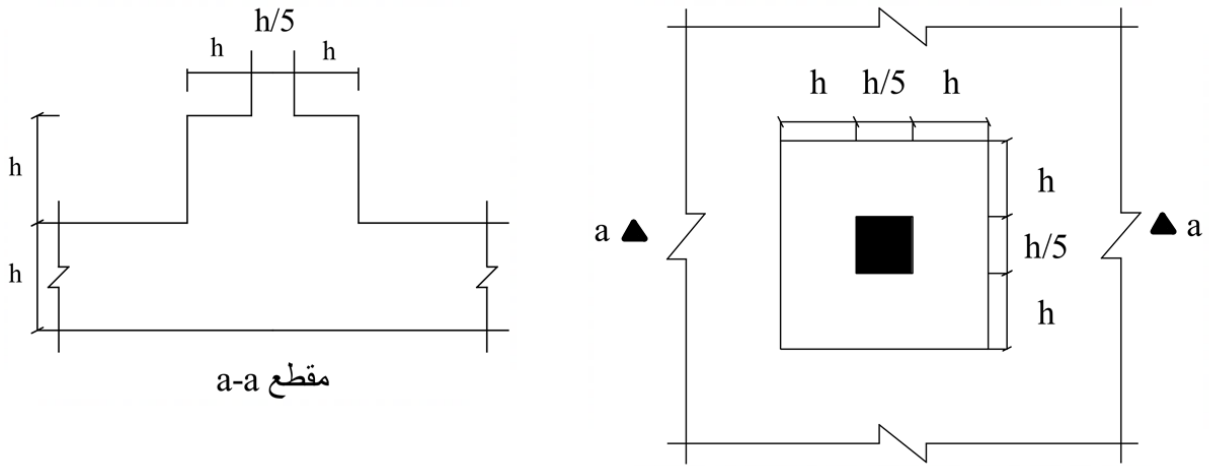
$$\rho_{max} = 0.02 < \rho = 0.0213 < \rho_b = 0.032$$

$$\varepsilon_{ty} < \varepsilon_s < \varepsilon_{ty} + 0.003$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است

## سوال ۳۶

در شالودهٔ پله‌ای شکل زیر اگر در هر مقطعی از شالوده، عمق مؤثر برابر 0.9 عمق کلی آن مقطع فرض شود، مساحت مؤثر درتعیین مقاومت برشی اسمی دو طرفهٔ این شالوده به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟




۱) $27.36h^2$

۲) $11.16h^2$

۳) $7.2h^2$

۴) $14.4h^2$

## پاسخ ۳۶

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۲۵۴ – جدول ۹–۱۵–۱ و بند ۹–۱۵–۲–۶–۲ و ص۱۲۴ و۱۲۵ – بند ۹–۸–۵–۲–۱:

**۹–۱۵–۲–۶–۲** موقعیت مقطع بحرانی را برای برش ضریب‌دار در برش یک طرفه می‌توان به فاصله‌ی $d$ از محل مقطع بحرانی $M_u$ مطابق بندهای ۹–۹–۴–۲ و ۹–۱۰–۶–۴–۳، و در برش دو طرفه به فاصله‌ی $d/2$ از محل مقطع بحرانی $M_u$ مطابق بند ۹–۱۰–۶–۴–۴–۱ تعیین نمود.

**جدول ۹–۱۵–۱ محل مقطع بحرانی اعضای متکی به شالوده**

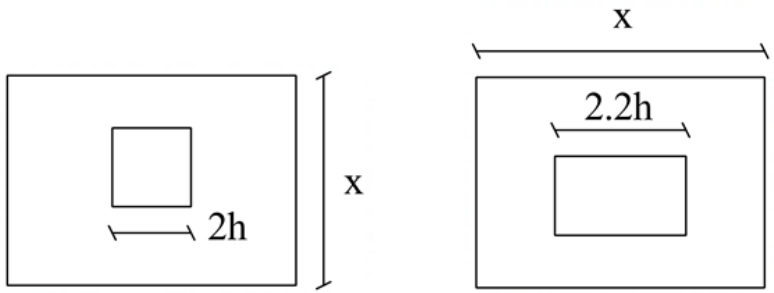
| عضو متکی | محل مقطع بحرانی |
|---|---|
| ستون یا ستون پایه | بَر ستون یا ستون پایه |
| ستون با کف ستون فولادی | وسط فاصله‌ی بَر ستون و لبه‌ی کف ستون فولادی |
| دیوار بتنی | بَر دیوار |
| دیوار مصالح بنایی | وسط فاصله‌ی مرکز و بَر دیوار بنایی |

دو حالت زیر بررسی می شود:

- حالت اول : به فاصله $\frac{d}{2}$ از بر مقطع بحرانی خمش:

(مقطع بحرانی خمش، بر ستون می‌باشد)

## پاسخ ۳۶




$$d= 0.9h= 0.9\times 2\ h = 1.8\ h$$

$$a=0.2h+2\frac{d}{2} = 0.2\ h + d = 0.2\ h + 1.8\ h = 2\ h$$

محیط بحرانی $= 4\ x = 4\times 2\ h = 8\ h$

مساحت بحرانی $= 8\ h\times d = 8h\times 1.8\ h = 14.4h^2$

## پاسخ ۳۶

- حالت دوم از بند ۹-۸-۵-۲-۱

**۹-۸-۵-۲-۱** مقطع بحرانی برای برش دو طرفه، سطح جانبی منشوری است که وجوه آن موازی با نیروی برشی بوده و محل آن‌ها باید طوری در نظر گرفته شود که محیط قاعده‌ی آن، $b_0$، حداقل باشد؛ ولی لازم نیست فاصله‌ی وجوه منشور از هر یک از موارد زیر کم‌تر از $0.5d$ در نظر گرفته شود.

**الف**- لبه‌ها و یا گوشه‌های ستون‌ها، بارهای متمرکز یا نواحی تکیه گاهی؛

**ب**- محل تغییر در ضخامت دال یا پی نظیر لبه‌های سر ستون، کتیبه یا کلاهک‌های برشی.

عمق منشور در مقطع بحرانی برابر $d$ است که برابر با متوسط عمق موثر دو جهت متعامد در نظر گرفته می‌شود.

## پاسخ ۳۶

به فاصله $0.5\ d$ از محل تغییر ضخامت

$$X=2.2h+2(\frac{d}{2}) = 2.2\ h + d = 2.2\ h + 0.9\ h = 3.1\ h$$

محیط بحرانی $=4\times 3.1\ h = 12.4\ h$

مساحت بحرانی $=12.4h \times 0.9\ h = 11.16h^2$

در نهایت:

$$\text{مساحت موثر} = \text{Min} \begin{cases} 14.4h^2 \\ \\ 11.16h^2 \end{cases} = 11.16h^2$$

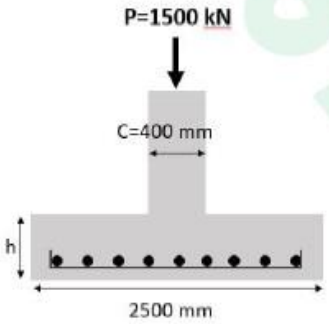
بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۳۶

**تست مطرح شده در آزمون، با تست شماره ۱۷ آزمون جامع پنجم سبز سازه تشابه نزدیک دارد.**

۱۷- برای پی منفرد مربعی‌شکل زیر تحت بار طراحی ستون بتنی برابر $Pu = 1500\ kN$ حداقل ضخامت این پی $(h)$ را تقریبا چند میلیمتر اختیار کنیم تا این پی فقط از منظر برش دوطرفه (برش پانچ) مشکلی نداشته باشد؟ (از وزن پی و بار روی آن صرف نظر شود. همچنین بتن از رده C25 و میلگرد از نوع $S400$ است.)




۱) 350 ۲) 450 ۳) 500 ۴) 550

## سوال ۳۷

حداکثر مقدار ضریب اصلاح اندازه برای محاسبهٔ مقاومت برشی دو طرفهٔ تأمین‌شده توسط بتن در یک دال به ضخامت 300 میلی‌متر که تنش برشی اسمی تأمین‌شده توسط آرماتورهای برشی آن برابر $v_s = 0.29\sqrt{f'_c}$ است، مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ فرض نمائید الزامات مربوط به جزئیات‌بندی خاموت‌ها به‌طور کامل تأمین شده است.

۱) 0.85

۲) 0.9

۳) 0.95

۴) 1

## پاسخ ۳۷

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۱۲۸– بند ۹–۸–۵–۳–۳ و ص ۱۷۲ بند ۹–۱۰–۷–۳–۷ :

**۹–۸–۵–۳–۳** در صورت تامین یکی از شرایط زیر، استفاده از $\lambda_s = 1.0$ در رابطه‌های فوق مجاز می‌باشد.

**الف)** طراحی و جزئیات خاموت‌ها بر اساس بند ۹–۱۰–۷–۳–۷ بوده و $A_v / s \geq 0.17\sqrt{f'_c}\, b_0 / f_{yt}$ باشد.

**ب)** گل‌میخ برشی صاف سَر دار با طول ساق حداکثر ۲۵۰ میلی متر با طراحی و جزئیات منطبق بر بند ۹–۱۰–۷–۳–۸ بوده و $A_v / s \geq 0.17\sqrt{f'_c}\, b_0 / f_{yt}$ باشد.

## پاسخ ۳۷

**۹-۱۰-۷-۳-۷ آرماتورهای برشی- خاموتها**

**الف-** استفاده از خاموتهای تک‌پایه، U ساده، U چندگانه و خاموت بسته به‌عنوان میلگرد برشی مجاز می‌باشد.

ب- مهار و شکل خاموتها باید مطابق با بند ۹-۲۱-۵ باشد.

پ- در صورت استفاده از خاموت، محل قرارگیری و فاصله‌گذاری آن‌ها باید مطابق با جدول ۹-۱۰-۴ باشد.

مطابق بند ۹-۱۰-۷-۳-۷ درباره چیدمان خاموت و مطابق بند ۹-۸-۵-۳-۳ اگر

$$V_s \geq 0.17\sqrt{f'_c}$$

می توان $\delta_s = 1$ درنظر گرفت. در این سوال

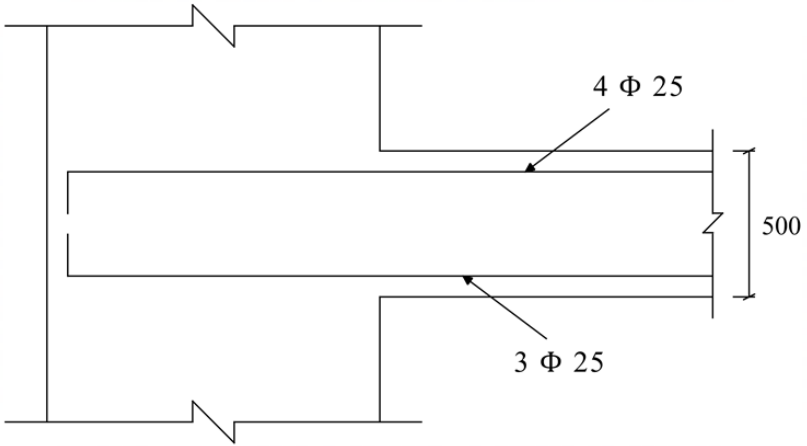
$$V_s = A_v \times f_y \times \frac{d}{s} = 0.29\sqrt{f'_c} \geq 0.17\sqrt{f'_c}$$

بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

## سوال ۳۸

در شکل زیر نسبت $\frac{V_u}{\Phi V_n}$ در ناحیهٔ اتصال تیر به ستون در قاب خمشی متوسط به نسبت $\frac{V_u}{\Phi V_n}$ در اتصال تیر به ستون در قاب خمشی ویژه چه مقدار است؟ در هر دو حالت از آثار نیروی برشی ستون صرف‌نظر شود. ابعاد تیر 500×500 mm و ابعاد ستون برابر 700×700 mm فرض شود. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.

$f_y = 400\ \text{MPa}\ , f'_c = 30\text{MPa}$




۱) 1.25

۲) 0.9

۳) 1.1

۴) 0.8

## پاسخ ۳۸

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۳۵۸– بند ۹–۲۰–۵–۴–۲ و بند ۹–۲۰–۵–۴–۵ و ص ۳۷۵ – بند ۹–۲۰–۶–۵–۴ و ص ۳۷۶ – جدول ۹–۲۰–۲:

**۹–۲۰–۵–۴–۲** در مواردی که تیرهای متصل به گره که باعث ایجاد برش در ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون می‌گردند، دارای عمقی بزرگ‌تر از دو برابر عمق ستون باشند، تحلیل و طراحی ناحیه‌ی اتصال باید بر اساس روش خرپایی (روش بست و بند) در پیوست ۹–پ۳ بوده و بندهای (الف) و (ب) نیز رعایت شوند.

**الف**– برش طرح به دست آمده از مدل خرپایی نباید از $\phi V_n$ محاسبه شده بر اساس بند ۹–۱۶–۴–۲ بیش‌تر باشد.

**ب**– جزئیات آرماتور گذاری مطابق بندهای ۹–۲۰–۵–۴–۳ تا ۹–۲۰–۵–۴–۵ باشند.

## پاسخ ۳۸

۹-۲۰-۵-۴-۵ اگر آرماتورهای فوقانی تیر شامل میلگردهای آجدار سَر داری باشند که در اتصال قطع میشوند، ستون باید از لبه‌ی فوقانی ناحیه‌ی اتصال حداقل به اندازه‌ی عمق ناحیه‌ی اتصال، $h$، ادامه یابد. هم‌چنین می‌توان آرماتورهای تیر را با آرماتورهای قائم در گره که توانایی محصور کنندگی معادل رویه‌ی فوقانی اتصال را داشته باشند محصور نمود.

**۹-۲۰-۶-۵-۴ مقاومت برشی ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون**

۹-۲۰-۶-۵-۴-۱ نیروی برشی در اتصال تیر به ستون باید در صفحه‌ی افقی وسط ارتفاع این اتصال و بر اساس نیروهای محاسبه شده در بر گره، با توجه به نیروهای فشاری و کششی در تیرها که مطابق بند ۹-۲۰-۶-۵-۲-۱ به دست آمده، و نیروی برشی در ستون‌ها در تطابق با مقاومت خمشی محتمل تیرها، $M_{pr}$، محاسبه گردد.

۹-۲۰-۶-۵-۴-۲ $\phi$ باید بر اساس بند ۹-۷-۴-۵ (ت) محاسبه شود.

۹-۲۰-۶-۵-۴-۳ $V_n$ در اتصال تیر به ستون باید مطابق جدول ۹-۲۰-۲ باشد.

## پاسخ ۳۸

جدول ۹-۲۰-۲ مقاومت اسمی برشی اتصال تیر به ستون

| ستون | تیر در امتدادی که $V_u$ حساب شده است | محصور شدگی با تیرهای عرضی مطابق بند ۹-۱۶-۲-۸ | $V_n$ (N) |
|---|---|---|---|
| پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۶ | پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۷ | محصور شده | $1.70\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | | محصور نشده | $1.20\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | سایر موارد | محصور شده | $1.20\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | | محصور نشده | $1.00\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| سایر موارد | پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۷ | محصور شده | $1.20\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | | محصور نشده | $1.00\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | سایر موارد | محصور شده | $1.00\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |
| | | محصور نشده | $0.70\lambda\sqrt{f'_c}A_j$ |

## پاسخ ۳۸

در شکل پذیری متوسط:

$$V_u = A_s \times f_y - V_c$$

$V_c \rightarrow$ صفر

$$\varphi = 0.75$$

$V_n$=ثابت

در شکل پذیری ویژه:

$$V_u = 1.25\, A_s \times f_y - V_c$$

$V_c \rightarrow$ صفر

$$\varphi = 0.85$$

## پاسخ ۳۸

ثابت$=V_n$

$$\rightarrow \frac{\frac{A_s \times f_y}{0.75V_n}}{\frac{1.25\ A_s \times f_y}{0.85V_n}} = 0.9$$

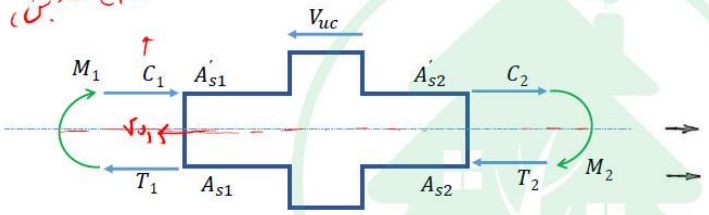
بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۳۸

**بر اساس مفاهیم بیان شده در بخش اتصالات در فصل ستون ها، و با توجه به تست‌های ارائه شده در آن قسمت، می‌توان به این تست پاسخ داد.**

با صرف نظر از اثر آرماتورهای وجه دیگر در محاسبه لنگرهای خمشی اسمی:




$$C_1 = f_y * A'_{s1}$$

$$T_1 = f_y * A_{s1}$$

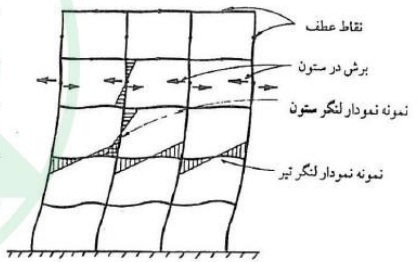
$$T_2 = f_y * A_{s2}$$

$$C_2 = f_y * A'_{s2}$$

$$V_{u1} = C_1 + T_2 - V_{uc}$$

$$V_{u2} = T_1 + C_2 - V_{uc}$$

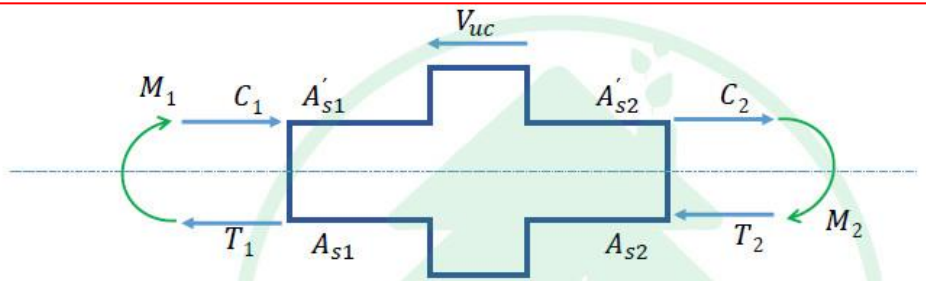
$$V_u = max\{V_{u1}, V_{u2}\}$$



تشابه

## تشابه سوال ۳۸

**بر اساس مفاهیم بیان شده در بخش اتصالات در فصل ستون ها، و با توجه به تست‌های ارائه شده در آن قسمت، می توان به این تست پاسخ داد.**




$$C_1 = 1.25 f_y * A'_{s1}$$

$$T_1 = 1.25 f_y * A_{s1}$$

$$C_2 = 1.25 f_y * A'_{s2}$$

$$T_2 = 1.25 f_y * A_{s2}$$

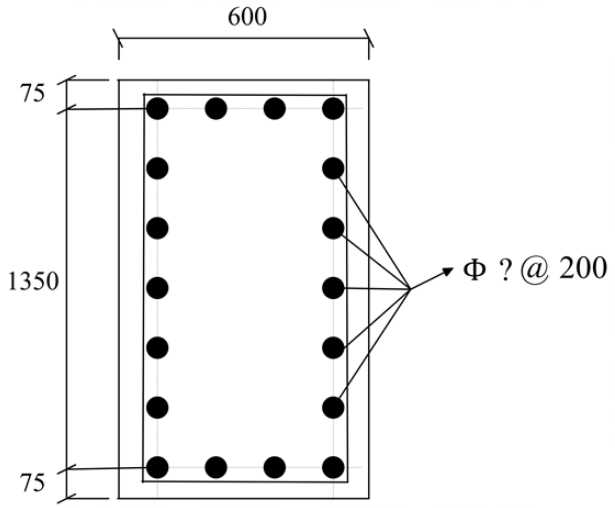
$$V_{u1} = T_1 + C_2 - V_{uc}$$

$$V_{u2} = C_1 + T_2 - V_{uc}$$

$$V_u = max\{V_{u1}, V_{u2}\}$$

## سوال ۳۹

حداقل قطر مورد نیاز آرماتور برشی توزیع شده در راستای موازی با محور طولی تیر عمیق شکل زیر مطابق با کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.




۱) Φ10

۲) Φ12

۳) Φ14

۴) Φ16

## پاسخ ۳۹

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۲۱۳– بند ۹–۱۱–۸–۲–۲ و بند ۹–۱۱–۸–۲–۵:

**۹–۱۱–۸–۲–۲** آرماتورهای توزیع شده در وجوه کناری تیرهای عمیق باید مطابق ضوابط (الف) و (ب) باشند:

**الف**– مساحت آرماتورهای برشی توزیع شده در راستای عمود بر محور طولی تیر، $A_v$، حداقل باید $0.0025b_w s$ باشد؛ که در آن $s$، فاصله‌ی آرماتورهای برشی عرضی است.

ب– مساحت آرماتورهای برشی توزیع شده در راستای موازی با محور طولی تیر، $A_{vh}$، حداقل باید $0.0025b_w s_2$ باشد؛ که در آن $s_2$، فاصله‌ی آرماتورهای برشی طولی است.

**۹–۱۱–۸–۲–۵** فاصله‌ی آرماتورهای برشی طولی و عرضی در تیر عمیق، نباید از مقادیر $d/5$ و ۳۰۰ میلی متر بیش‌تر باشد.

## پاسخ ۳۹

$$S=200\leq \min \begin{cases} \frac{1350+75}{5}=285 \\ 300 \end{cases} \quad =285 \text{ ok}$$

$$b_w = 600 \rightarrow A_v = 2 \times 3.14 \times \frac{{d_b}^2}{4} \geq 0.0025 \times 200 \times 600$$

$$\rightarrow d_b \geq 13.83\ mm \rightarrow \varphi 14$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۳۹

**تست مطرح شده در آزمون، با تست تالیفی فصل برش بتن تشابه نزدیک دارد.**

### تالیفی

مقادیر حداقل آرماتورهای کششی، حداقل آرماتورهای برشی در راستای موازی با محور طولی و حداقل آرماتورهای برشی در راستای عمود بر محور طولی یک تیر عمیق به عرض 600 میلی متر و ارتفاع موثر 1500 میلی متر به ترتیب در کدام گزینه بر حسب میلی متر مربع به درستی بیان شده است؟ فواصل آرماتورهای برشی برابر با مقدار حداکثر است.

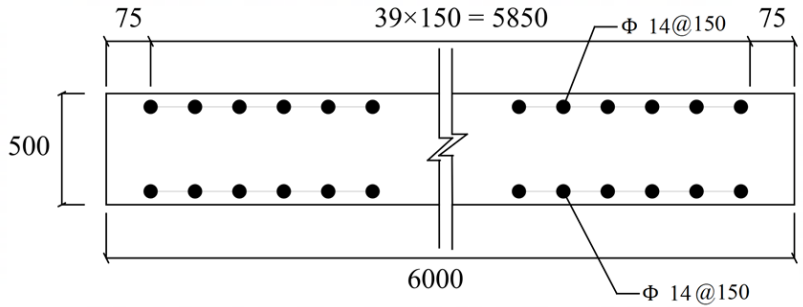
$(f_c = 25\ mpa\ ,\ f_y = 400\ mpa)$

1) 450-450-2812
2) 270-450-2812
3) 450-450- 3150 ✓
4) 270-450- 3150

## سوال ۴۰

مقطع عمومی یک دیوار برشی با شکل‌پذیری زیاد به ارتفاع 16.5 متر که از پایین سازه تا بالای دیوار به‌طور مؤثر ادامه دارد در شکل زیر نشان داده شده است. این دیوار به‌گونه‌ای طراحی شده است که در آن یک مقطع بحرانی برای خمش و بارهای محوری وجود دارد و در این مقطع بحرانی نسبت مقاومت مورد نیاز ناشی از اندرکنش لنگر خمشی و نیروی محوری به مقاومت طراحی نظیر آن برابر 0.95 است. فقط با این اطلاعات، در مقطع بحرانی این دیوار، حداقل چه مقدار میلگرد طولی دیگر باید به میلگردهای موجود در مقطع عمومی اضافه شود؟ ابعاد روی شکل به میلی‌متر است. نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ را انتخاب نمائید.

$f'_c = 30\ \text{MPa}\ ,\ f_y = 400\ \text{MPa}$




۱) $3100\ \text{mm}^2$

۲) $1300\ \text{mm}^2$

۳) صفر

۴) $2500\ \text{mm}^2$

## پاسخ ۴۰

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۳۸۲ – بند ۹–۲۰–۷–۳–۵:

**۹–۲۰–۷–۳–۵** دیوارها یا دیوار پایه‌هایی که در آن‌ها نسبت $\frac{h_w}{l_w} \geq 2.0$ بوده و از پایین سازه تا بالای دیوار به طور موثر ادامه دارند، و به گونه‌ای طراحی شده‌اند که در آن‌ها یک مقطع بحرانی برای خمش و بارهای محوری موجود باشد، باید دارای آرماتورهای طولی در دو انتهای قطعه‌ی قائم دیوار بوده و شرایط (الف) تا (ت) در آن‌ها رعایت شوند:

**الف–** درصد حداقل آرماتورهای طولی در ناحیه‌ای در هر انتهای دیوار به طول $0.15l_w$ و عرضی برابر با ضخامت دیوار، برابر $\frac{0.50\sqrt{f'_c}}{f_y}$ باشد.

**ب–** آرماتورهای طولی مورد نیاز بر اساس بند (الف) باید به اندازه‌ی حداقل $l_w$ و یا $\frac{M_u}{3V_u}$ در بالا و پایین مقطع بحرانی دیوار ادامه داشته باشند.

**پ–** نباید بیش‌تر از ۵۰٪ آرماتورهای مورد نیاز در بند (الف) در یک مقطع قطع شوند.

## پاسخ ۴۰

$(\rho_{min})$ در هر انتها $=\frac{0.5\sqrt{f'_c}}{f_y}$

$(A_s)$ در هر انتها $=\frac{0.5\sqrt{f'_c}}{f_y} \times (0.15L_w) \times t=\frac{0.5\sqrt{30}}{400} \times (0.15 \times 6000) \times 500 = 3081mm^2$

در هر دو انتها = ۲× $3081 = 6162\ mm^2$

## پاسخ ۴۰

مقدار آرماتور موجود در هر دو انتها:

$$A_s = 2 \times 6 \times 3.14 \times \frac{14^2}{4} \times 2 = 3693\ mm^2$$

اختلاف این مقادیر برابر است با:

$$(A_s)_{\text{موجود}} - (A_s)_{\text{حداقل}} = 6162 - 3693 = 2469 mm^2$$

مطابق داده سوال:

$$\frac{\text{مقاومت مورد نیاز ناشی اندرکنش}}{\text{مقاومت طراحی}} = 0.95 \leq 1 \ \ ok$$

بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

## سوال ۴۱

حداقل مقدار آرماتور عرضی ویژهٔ لازم در ناحیهٔ بحرانی برای دورپیچ‌ها یا دورگیرهای دایروی ستون به قطر 1500 میلی‌متر هر گاه $P_u = 20000\ kN$ باشد به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ پوشش آرماتور عرضی را 50 میلی‌متر فرض کنید.

$f'_c = 30\ MPa\ ,\ f_{yt} = 400\ MPa$

۱) $\Phi 18@80\ mm$

۲) $\Phi 20@80\ mm$

۳) $\Phi 20@100\ mm$

۴) $\Phi 16@75\ mm$

## پاسخ ۴۱

مطابق مبحث نهم – ویرایش ۱۳۹۹– ص ۳۶۹– بند ۹–۲۰–۶–۳–۳–۵ و ص ۳۷۰ – بند ۹–۲۰–۶–۳–۳–۶:

۹–۲۰–۶–۳–۳–۵ مقدار آرماتور عرضی ویژه‌ی لازم در ناحیه‌ی بحرانی برای دورپیچ‌ها و یا دورگیرهای دایروی باید مطابق (الف) و (ب) زیر محاسبه شود:

**الف**– در صورتی که $P_u \le 0.3A_g f'_c$ و $f'_c \le 70$ MPa باشد، مقدار $\rho_s$ باید برابر با بیشترین مقدار از دو رابطه‌ی (۹–۲۰–۷) و (۹–۲۰–۸) باشد.

$$\rho_s = 0.45\left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right)\frac{f'_c}{f_{yt}} \qquad (۹–۲۰–۷)$$

$$\rho_s = 0.12\frac{f'_c}{f_{yt}} \qquad (۹–۲۰–۸)$$

ب– در صورتی که $P_u > 0.3A_g f'_c$ و یا $f'_c > 70$ MPa باشد، مقدار $\rho_s$ باید علاوه بر مقدار حداکثر به دست آمده از روابط (۹–۲۰–۷) و (۹–۲۰–۸)، از مقدار محاسبه شده از رابطه‌ی (۹–۲۰–۹) نیز بیش‌تر باشد.

$$\rho_s = 0.35k_f\frac{P_u}{f_{yt}A_{ch}} \qquad (۹–۲۰–۹)$$

## پاسخ ۴۱

۹-۲۰-۶-۳-۳-۶ در قسمت‌هایی از طول ستون که آرماتور گذاری عرضی ویژه اجرا نمی‌شود، باید آرماتور عرضی به صورت دورپیچ یا دورگیر و یا سنجاقی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۱-۶-۲ و ۹-۲۱-۶-۳، و نیز برای تامین برش بر اساس بند ۹-۲۰-۶-۳-۴، قرار داده شود. فاصله‌ی این آرماتورها در هر حال نباید برای آرماتورهای با مقاومت تسلیم ۴۲۰ مگاپاسکال و کم‌تر، بیش‌تر از شش برابر قطر کوچک‌ترین میلگرد طولی و یا ۱۵۰ میلی متر، و برای آرماتورهای با مقاومت تسلیم ۵۲۰ مگاپاسکال، بیش‌تر از ۵ برابر قطر کوچک‌ترین میلگرد طولی و یا ۱۵۰ میلی متر، اختیار شود.

$$\rho_n = 20000\ KN > 0.3 \times 30 \times 3.14 \times \frac{1500^2}{4} \times 10^{-3} = 15896$$

$$\rho_s \geq \max \begin{cases} ۴۵.۰(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1) \times \frac{f_c}{f_{yt}} \\ ۰.۱۲\frac{f_c}{f_{yt}} \\ ۰.۳۵K_f \frac{P_u}{f_{yt}A_{ch}} \end{cases}$$

## پاسخ ۴۱

$$A_g = 3.14 \times \frac{1500^2}{4} = 1766250mm^2$$

$$A_{ch} = \frac{3.14}{4}(1500 - 2 \times 50)^2 = 1538600mm^2$$

$$K_f = \max \begin{cases} \frac{30}{175} + 0.6 = 0.78 \\ \\ 1 \end{cases} = 1$$

$$\frac{3.14 \times {d_s}^2}{s \times 1400} \geq \max \begin{cases} 0.45 \ (\frac{1500^2}{1400^2} - 1) \times \frac{30}{400} = 0.005 \\ 0.12 \times \frac{30}{400} = 0.009 \\ 0.35 \times 1 \times \frac{20000 \times 10^3}{400 \times 1538600} = 0.0114 \end{cases} = 0.0114 \rightarrow \frac{{d_s}^2}{s} \geq 5.09$$

## پاسخ ۴۱

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱:

$$\frac{{d_s}^2}{s} = \frac{18^2}{80} = 4.05 \geq 5.09 \quad N.OK$$

گزینه ۲:

$$\frac{{d_s}^2}{s} = \frac{20^2}{80} = 5 \geq 5.09 \quad OK$$

## پاسخ ۴۱

گزینه ۳:

$$\frac{{d_s}^2}{s} = \frac{20^2}{100} = 4 \geq 5.09 \quad N.OK$$

گزینه ۴:

$$\frac{{d_s}^2}{s} = \frac{16^2}{75} = 3.14 \geq 5.09 \quad N.OK$$

بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۴۱

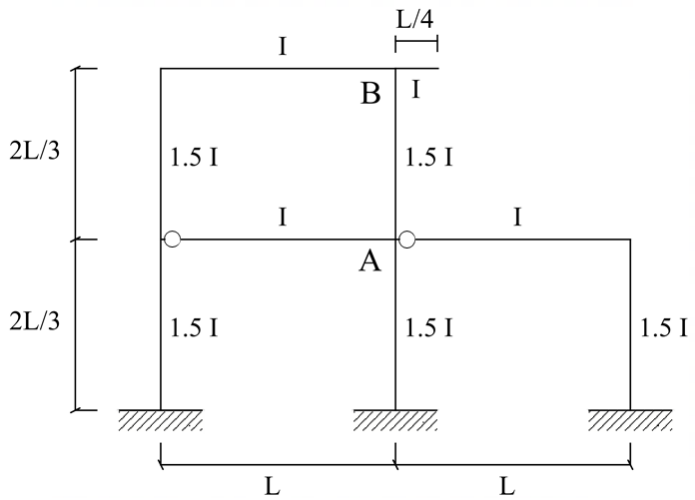
**تست مطرح‌شده در آزمون، با تست شماره ۳۵ آزمون جامع دوم سبز سازه تشابه نزدیک دارد.**

۳۵- در یک ستون دایره‌ای شکل ساخته شده با دورپیچ، قطر دورپیچ‌های مصرفی در ناحیه بحرانی 12 میلی‌متر بوده و تنش تسلیم آن نیز 340 مگاپاسکال می‌باشد. در صورتیکه قطر خارجی مقطع نسبت به قطر هسته بتنی مقاوم در برابر برش (اندازه‌گیری شده از خارج دورپیچ‌ها) 33 درصد زیادتر باشد در این صورت حداکثر قطر هسته بتنی (اندازه‌گیری‌شده از داخل دورپیچ‌ها) به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (گام دورپیچ در ناحیه بحرانی را 50 میلی‌متر در نظر بگیرید. $f_c = 25\ mpa$ . ستون در قاب با شکل‌پذیری زیاد واقع شده است و نیروی محوری ناچیز فرض شود.)

۱) 800 میلی‌متر ۲) 350 میلی‌متر ۳) 330 میلی‌متر ۴) 300 میلی‌متر

## سوال ۴۲

در قاب فولادی شکل زیر، براساس روش طول مؤثر مقدار ضریب طول مؤثر (K) ستون AB برای کمانش در صفحهٔ قاب به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟




۱) 1.40

۲) 1.89

۳) 2.13

4) 1.67

## پاسخ ۴۲

مطابق توضیحات پیوست ۲ مبحث دهم، قاب مورد سوال مهارنشده است و ضریب طول موثر ستون $AB$ بر اساس شرایط دو سر آن به صورت زیر باید تعیین شود:

$$G_A = \frac{\left(\sum \frac{I}{L}\right)_C}{\left(\sum \frac{I}{L}\right)_B} = \frac{\frac{1.5I}{\frac{2L}{3}} + \frac{1.5I}{\frac{2L}{3}}}{0.5 \times \frac{I}{L} + 0} = 9$$

$$G_B = \frac{\left(\sum \frac{I}{L}\right)_C}{\left(\sum \frac{I}{L}\right)_B} = \frac{\frac{1.5I}{\frac{2L}{3}}}{\frac{I}{L} + 0} = 2.25$$

## پاسخ ۴۲

در گره $A$، دو تیر وارد شده است که یک تیر به صورت مفصل متصل شده و لذا فاقد سختی خمشی است و تیر دیگر نیز در انتهای دور خود به صورت مفصلی متصل است که بنابراین باید سختی آن با ضریب کاهش ۰.۵ اصلاح شود. همچنین در گره $B$ نیز یک تیر طره وارد شده است که سختی خمشی آن صفر منظور خواهد شد. در نهایت مطابق رابطه دقیق محاسبه ضریب طول موثر، مقدار $K$ محاسبه خواهد شد:

$$K_{AB} = \sqrt{\frac{1.6G_AG_B + 4(G_A + G_B) + 7.5}{G_A + G_B + 7.5}} = 2.13 > 1 \quad ok$$

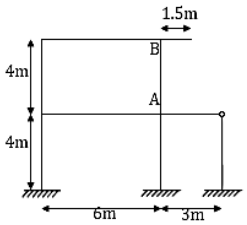
گزینه ۳ صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۴۲

**تشابه بسیار زیاد این سوال با سوال آزمون محاسبات خرداد ۸۹ که در ویدئوی آموزش مبحث دهم تشریح شد.**

**خرداد ۸۹** در قاب شکل زیر، ضریب طول موثر ستون AB به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (فرض کنید EI کلیه تیرها و ستون‌ها یکسان است.)

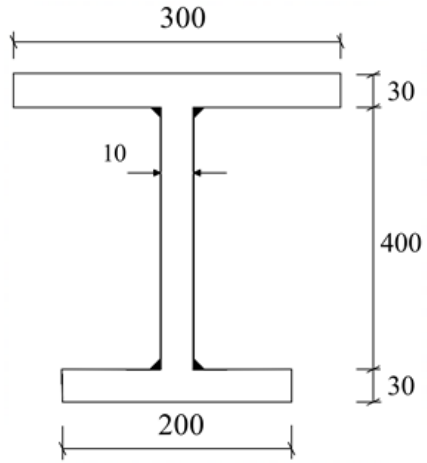



1) 1.65
2) 1.84
3) 1.37
4) 1.48

## سوال ۴۳

لنگر پلاستیک مقطع نشان داده شده در شکل زیر مطابق کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است.

$F_y = 360\ MPa$




۱) 1122 kN.m

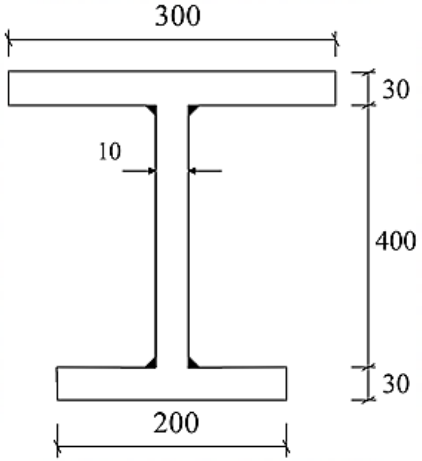
۲) 1224 kN.m

۳) 816 kN.m

۴) 1537 kN.m

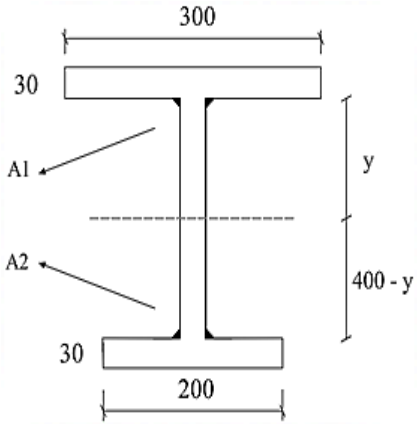
## پاسخ ۴۳

(در صورت سوال، مشخص نشده که لنگر پلاستیک حول کدام محور محاسبه شود؟؟ با این شرایط، حدس میزنیم که احتمالا منظور محور x است) مقطع تیر مورد سوال، ساخته شده از ورق و دارای یک محور تقارن است.



## پاسخ ۴۳

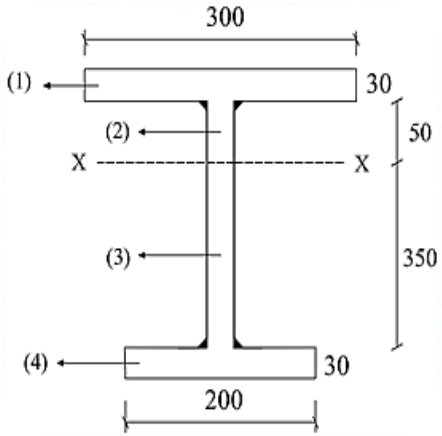
برای تعیین لنگر پلاستیک، ابتدا باید مختصات محور پلاستیک مشخص شود تا بتوان بر اساس آن اساس مقطع پلاستیک را تعیین کرد.



## پاسخ ۴۳

با انتخاب یک محل فرضی روی جان تیر به عنوان محل عبور تار خنثی در حد پلاستیک، y را باید طوری بدست آورد که سطح بالای تار و پایین آن با هم برابر شوند. در نتیجه

$$A_1 = A_2 \rightarrow 30 \times 300 + 10y = (400 - y) \times 10 + 200 \times 30 \rightarrow y = 50\,mm$$



## پاسخ ۴۳

در نتیجه، اساس مقطع پلاستیک $Z_x$ به صورت زیر محاسبه شده است:

$$Z_x = 300 \times 30 \times 65 + 50 \times 10 \times 25 + 350 \times 10 \times 175 + 200 \times 30 \times 365$$
$$= 34 \times 10^5 \ mm^3$$

$$M_p = Z_x F_y = 34 \times 10^5 \times 360 \times 10^{-6} = 1224 \ kN.m$$

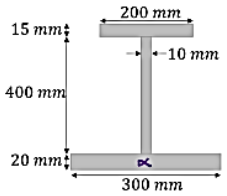
گزینه **۲** صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۴۳

**تشابه بسیار زیاد این سوال با سوال آزمون محاسبات مرداد ۹۴ که در ویدئوی آموزش مبحث دهم تشریح شد.**

**مرداد ۹۴** یک تیر ورق به شکل زیر مفروض است.مقدار لنگر پلاستیک این مقطع نسبت به محور قوی بر حسب kN.m به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ $F_y = 240\ Mpa$



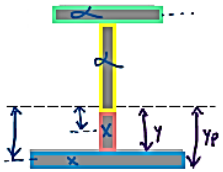

$M_p = Z_x \cdot F_y$ ($\frac{N}{mm^2}$)

1) 179
2) 404
3) 494 ✓
4) 809

گام اول: تعیین موقعیت

$300 \times 20 + 10y = 200 \times 50 + (400 - y)10$

$\rightarrow y = 50 \quad y_p = 70\ mm$




گام دوم: مثل ۱۰

گام سوم:

$Z_x = \Sigma A_i y_i = 6000 \times 60 + 5000 \times 25 + 3500 \times 175 + 3000 \times 357.5$

$= 2057500\ mm^3$

گام چهارم:

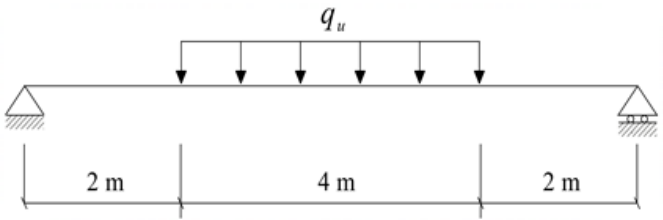
$M_p = Z_x \times F_y = 493.8 \times 10^6\ N.mm = 493.8\ kN.m$

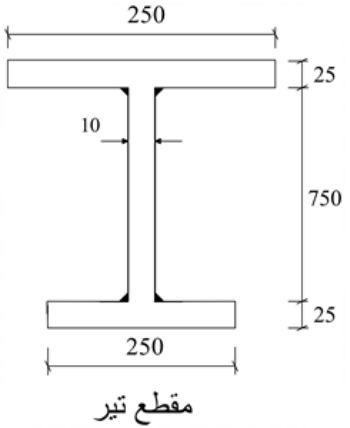
$1000\ N = 1\ kN$

$1000\ mm = 1\ m$

## سوال ٤٤

درصورتی که تیر شکل زیر در سرتاسر طول خود از مهار جانبی کافی برخوردار باشد، با استفاده از روش LRFD و براساس فقط کنترل مقاومت خمشی، حداکثر بار گستردهٔ نهایی ($q_u$) قابل تحمل توسط تیر به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ از وزن واحد طول تیر صرف‌نظر شود و $F_y = 240\ MPa$ است. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.



مقطع تیر

۱) 225 kN/m

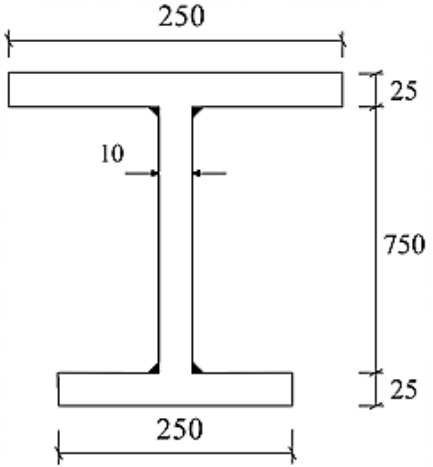
۲) 325 kN/m

۳) 250 kN/m

۴) 300 kN/m

## پاسخ ٤٤

مقطع مورد سوال، ساخته شده از ورق و دارای دو محور تقارن است. برای تعیین مقاومت خمشی تیر و با مراجعه به جدول صفحه ۸۴ و ۸۵ کتاب مبحث دهم، لازم است تا شرایط فشردگی بال و جان مقطع بررسی شود.



مقطع تیر

## پاسخ ٤٤

در نتیجه به جدول صفحه ۵۵ کتاب مراجعه نموده و بر اساس ردیف ۱۱ و ۱۵ این جدول، کنترل فشردگی به صورت زیر انجام خواهد شد:

$$\frac{b}{t} = \frac{0.5 \times 250}{25} = 5 < 0.38\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 10.96$$

$$\frac{h}{t_w} = \frac{750}{10} = 75 < 3.76\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 108.5$$

در نتیجه، جان و بال مقطع تیر مورد نظر فشرده است. بنابراین باید حالت مرتبط با بند ۱۰-۲-۵-۲ کتاب، یعنی تسلیم و کمانش پیچشی-جانبی مورد بررسی قرار گیرد. در متن سوال، اشاره به تعبیه مهار جانبی کافی در طول تیر داشته که این موضوع، اشاره به این دارد که حالت حدی کمانش پیچشی جانبی تعیین کننده نیست و تنها حالت تسلیم باید کنترل شود.

## پاسخ ٤٤

برای تعیین لنگر اسمی متنانظر با حالت حدی تسلیم که $M_p$ مقطع است، باید اساس مقطع پلاستیک تعیین شود. مقطع دارای دو محور تقارن است و تار خنثی در حد پلاستیک، در محل محور تقارن مقطع است. بنابراین

$$Z_x = 375 \times 10 \times \frac{375}{2} \times 2 + 250 \times 25 \times 387.5 \times 2 = 625 \times 10^4\ mm^3$$

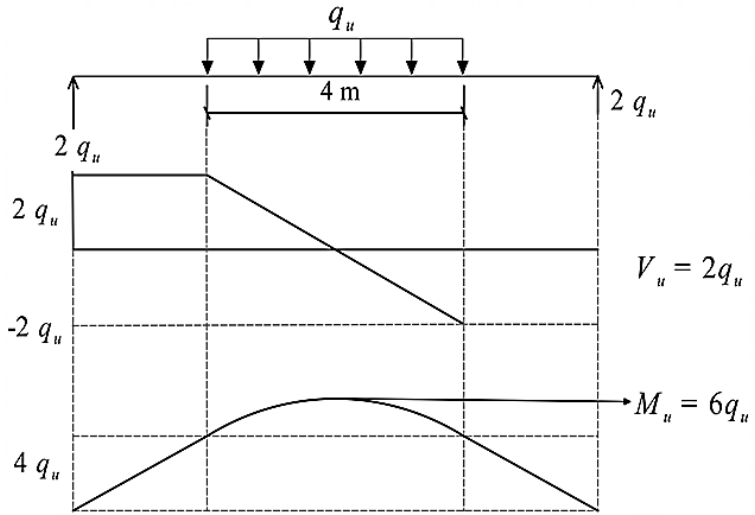
$$M_n = M_p = Z_x F_y = 625 \times 10^4 \times 240 \times 10^{-6} = 1500\ \ kN.m$$

و در نهایت:

$$M_u \leq 0.9 M_n = 0.9 \times 1500 = 1350\ \ kN.m$$

## پاسخ ٤٤

لنگر تقاضای $M_u$ ، باید بر اساس بیشینه لنگر ناشی از بارگذاری نهایی وارده روی تیر مشخص شود. در ادامه، دیاگرام برش و لنگر تیر در طول آن ترسیم شده است:



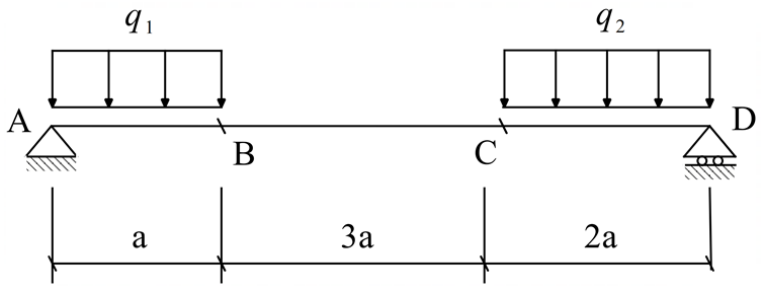

در نتیجه

$$6q_u \le 1350 \rightarrow q_u \le {}^{1350}/_{6} = 225\ \frac{kN}{m}$$

گزینه ۱ صحیح است.

## سوال ۴۵

در تیر دو سر سادهٔ شکل زیر در نقاط A، B، C و D تیر دارای تکیه‌گاه جانبی است. به ازای چه مقدار $\frac{q_1}{q_2}$ ضریب اصلاح کمانش جانبی – پیچشی ($C_b$) در ناحیهٔ BC برابر یک خواهد بود؟ از وزن واحد طول تیر صرف‌نظر نموده و فرض کنید تیر دارای دو محور تقارن است.




۱) $\sqrt{2}$

۲) $2$

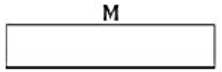
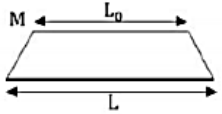
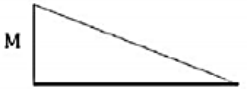
۳) $2\sqrt{2}$

۴) $4$

## پاسخ ۴۵

مطابق نکات کتاب چکیده مبحث دهم، باید دیاگرام لنگر تیر در طول $BC$ ثابت باشد. (مستطیل ردیف ۱ جدول)

۸۶ چکیده نکات مبحث دهم

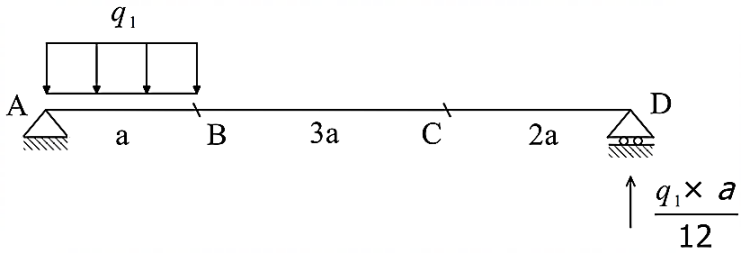
| $C_b$ از رابطه (1-5-2-10) | تغییرات لنگر در طول $L_b$ | |
|---|---|---|
| $C_b = 1$ |  | 1 |
| $L_0 \geq 0.5L \Rightarrow C_b = 1$<br>$L_0 = \frac{L}{3} \Rightarrow C_b = 1.136$ |  | 2 |
| $C_b = 1.316$ | | 3 |
| $C_b = 1.667$ |  | 4 |

## پاسخ ۴۵

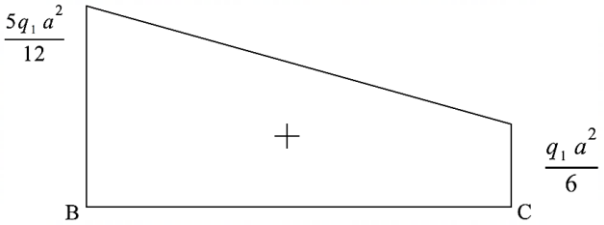
بنابر این باید، مقدار لنگر خمشی داخلی در نقاط $B$ و $C$ با یکدیگر برابر باشد:

$$M_B = M_C$$

بر اساس اصل جمع آثار قوا، دیاگرام لنگر تیر طی دو مرحله برای هر یک از بارگذاری‌های قسمت $AB$ و $CD$ ترسیم خواهد شد.
بر این اساس، شکل زیر، تیر مورد نظر را تحت بار گسترده $q_1$ نشان داده است:

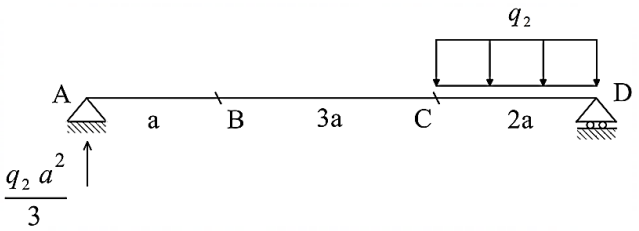



دیاگرام لنگر خمشی تیر مورد نظر در این حالت به صورت زیر است:

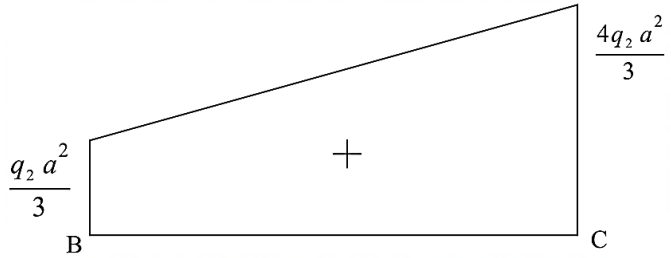


## پاسخ ۴۵

شکل زیر نیز، همان تیر را تحت بار گسترده $q_2$ نشان داده است:

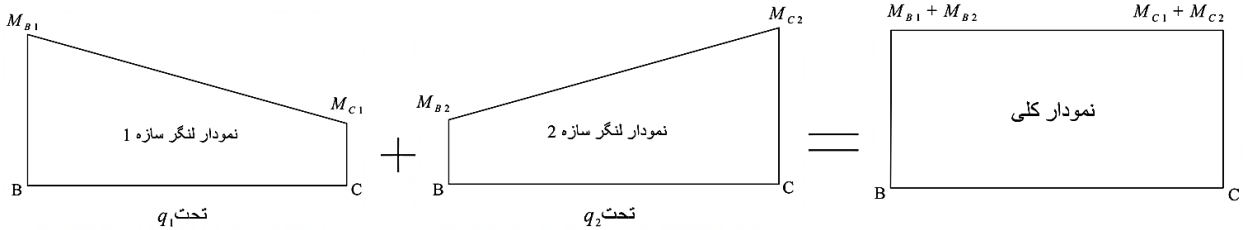



دیاگرام لنگر خمشی تیر مورد نظر در این حالت نیز به صورت زیر است:



## پاسخ ۴۵

بنابر این جمع دو دیاگرام در محدوده $BC$ باید به یک مستطیل تبدیل شود که لازمه رسیدن به این نتیجه آن است که ارتفاع منحنی حاصله، در دو نقطه $B$ و $C$ با هم برابر باشد:




$$\frac{5q_1a^2}{12}+\frac{q_2a^2}{3}=\frac{q_1a^2}{6}+\frac{4q_2a^2}{3}$$

و در نهایت،

$$\frac{3q_1a^2}{12}=q_2a^2\rightarrow q_1=4q_2\rightarrow\frac{q_1}{q_2}=4$$

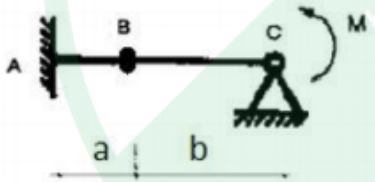
گزینه ۴ صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۴۵

### تشابه زیاد این سوال با سوال آزمون آزمایشی جامع ٤ سبزسازه

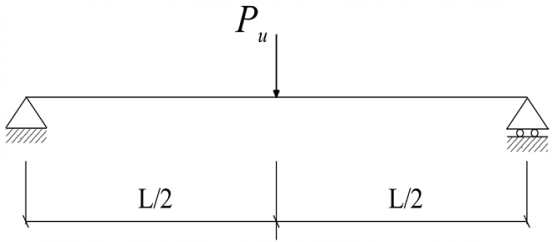
۳۳- در تیر شکل مقابل با مقطع IPE200، به ازای کدامیک از گزینه‌های زیر مقدار ضریب اصلاح کمانش پیچشی جانبی (Cb) در فواصل AB و BC یکسان است؟ تیر در نقاط A، B و C دارای مهار جانبی در بال بوده و نقطه B مفصل خمشی می‌باشد.

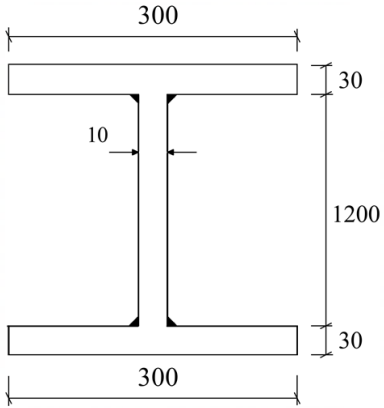



۱) a=b
۲) a=2b
۳) 2a=b
۴) ضریب Cb همیشه در فواصل AB و BC برابر است.

## سوال ٤٦

فرض کنید مقاومت برشی اسمی تیر شکل زیر درحالتی‌که در طول آن از سخت‌کننده‌های عرضی استفاده نشود برابر $V_n$ است. برای آنکه مقاومت برشی اسمی این تیر 1.5 برابر شود، حداکثر فاصلهٔ سخت‌کننده‌های عرضی به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ حل براساس رویکرد بدون در نظر گرفتن عمل میدان کششی مدنظر بوده و $F_y = 240MPa$ است. فرض کنید فاصله سخت‌کننده‌های عرضی در طول تیر یکسان است. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.




۱) 1500 mm

۲) 1200 mm

۳) 1000 mm

۴) 800 mm

## پاسخ ٤٦

مقطع تیر مورد نظر ساخته شده از ورق است و طبق توضیحات سوال

در حالت اول سخت‌کننده تعبیه نشده است. بنابراین:

$$K_v = 5.34$$

برای محاسبه $C_{v1}$ باید کنترل زیر انجام شود:

$$\frac{h}{t_w} = \frac{1200}{10} = 120 > 1.1\sqrt{\frac{5.34 \times 2 \times 10^5}{240}} = 73.38$$

بنابراین

$$C_{v1} = \frac{1.1}{120}\sqrt{\frac{5.34 \times 2 \times 10^5}{240}} = 0.61$$

و مقاومت برشی اسمی حالت اول برابر $V_{n1}$ بوده و به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$V_{n1} = 0.6F_yA_wC_{v1}$$

## پاسخ ٤٦

همچنین در حالت دوم، مقاومت برشی اسمی برابر $V_{n2}$ بوده و به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$V_{n2} = 0.6F_y A_w (C_{v1})_{new}$$

با توجه به توضیحات مسئله، باید داشته باشیم:

$$V_{n2} = 1.5\, V_{n1}$$

بنابراین

$$0.6F_y A_w (C_{v1})_{new} = 1.5 \times 0.6F_y A_w C_{v1} \rightarrow (C_{v1})_{new} = 1.5C_{v1}$$
$$= 1.5 \times 0.61 = 0.915$$

در نتیجه

$$(C_{v1})_{new} = \frac{1.1}{120}\sqrt{\frac{(K_v)_{new} \times 2 \times 10^5}{240}} = 0.915 \rightarrow (K_v)_{new} = 11.96$$

## پاسخ ٤٦

با توجه به رابطه حاکم بر محاسبه $K_v$، به صورت زیر عمل خواهد شد:

$$(K_v)_{new} = 11.96 = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} \rightarrow \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} = 6.96 \rightarrow \left(\frac{a}{h}\right)^2 = 0.72 \rightarrow \frac{a}{h} = 0.848$$

$$\rightarrow a = 1017.6\, mm < 3h \quad ok$$

گزینه **۳** صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ٤٦

**تشابه زیاد این سوال با سوال آزمون محاسبات مرداد ۹٤ که در ویدئوی آموزش مبحث دهم تشریح شد.**

### مرداد ۹۴

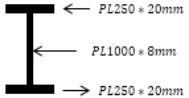
دریک تیر ورق با مقطع نشان‌داده‌شده در شکل زیر مقدار $C_b$ لازم برای تامین مقاومت برشی مورد نیاز برابر 0.6 به دست آمده است، حداکثر فاصله مجاز سخت‌کننده‌های عرضی در چشمه‌های ابتدایی و انتهایی به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ $E = 2 * 10^5 MPa$ ,$F_y = 240 MPa$

۱) 1400 میلی‌متر

۲) 2900 میلی‌متر

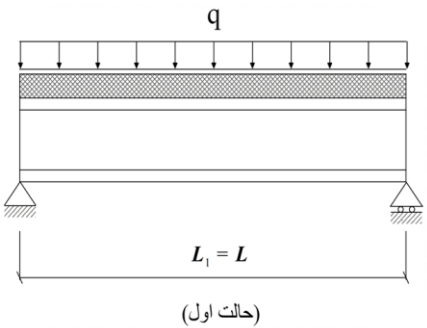
۳) 700 میلی‌متر

۴) 2100 میلی‌متر

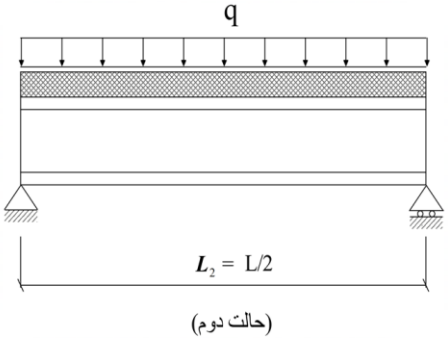


## سوال ۴۷

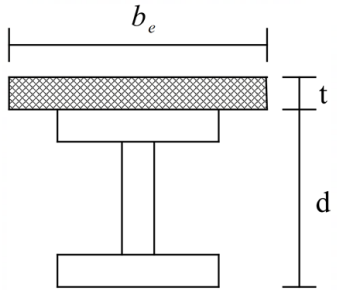
فرض کنید تیر مختلط نشان داده شده در حالت اول دارای عملکرد مختلط کامل است. اگر طول این تیر نصف شود (حالت دوم) و همچنان تیر دارای عملکرد مختلط کامل باشد و پهنای مؤثر تغییر نکند، تعداد کل گل‌میخ‌های مورد نیاز در حالت دوم نسبت به حالت اول چه مقدار تغییر می‌کند؟ در هر دو حالت مشخصات مقطع فولادی، ضخامت دال بتنی، مشخصات گل‌میخ و مقدار بار گستردهٔ یکنواخت یکسان فرض شود.



(حالت اول)



(حالت دوم)



مقطع تیر

۱) $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود.

۲) تغییر نمی‌کند.

۳) نصف می‌شود.

۴) دو برابر می‌شود.

## پاسخ ۴۷

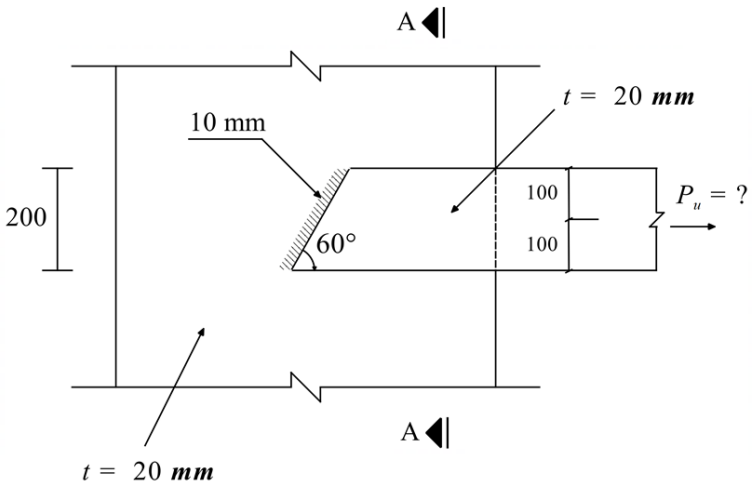
بر اساس توضیحات صفحه ۱۶۲ مبحث دهم مقررات ملی، برش افقی مورد نیاز کل $V_h$ بین تیر فولادی و دال بتنی در حالت عملکرد مختلط کامل برابر است با

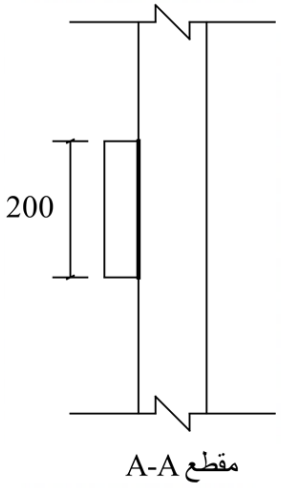
$$V_h = Min\ (0.85 f_c A_c, F_y A_s)$$

با توجه به اینکه تیر مورد نظر در دو حالت دارای عملکرد مختلط کامل است و نیز مشخصات فولاد مصرفی و دال بتنی و برش‌گیر مصرفی نیز تغییر نداشته ، لذا، برش افقی مورد نیاز در حالت دوم، تفاوتی با مقدار این پارامتر در حالت اول ندارد و بنابراین تعداد برش‌گیرها در فاصله بین نقطه لنگر بیشینه و نقطه لنگر صفر تغییری نخواهد کرد.
گزینه **۲** صحیح است.

## سوال ۴۸

فقط براساس کنترل مقاومت جوش، حداکثر مقدار قابل قبول $P_u$ به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ بزرگ‌ترین مقدار قابل قبول ممکن مدنظر بوده و $F_m = 420\ MPa$ است. در شک ابعاد به میلی‌متر است. فولاد مصرفی از نوع St37 با $F_y = 240\ MPa$ فرض شود.



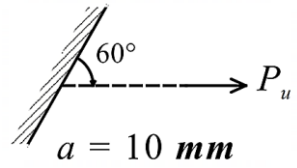

۱) 309 kN

۲) 410 kN

۳) 577 kN

۴) 433 kN

## پاسخ ۴۸




می‌توان وضعیت نیروی وارده بر خط جوش اتصال با بعد جوش $a = 10\ mm$ را به صورت شکل زیر نمایش داد:

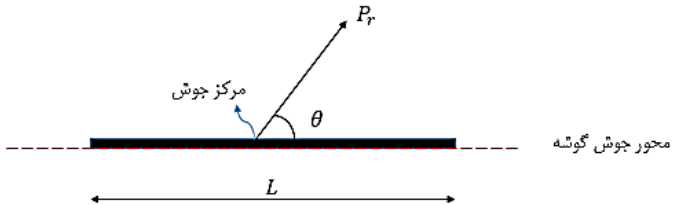
مطابق توضیحات تبصره ۱ صفحه ۲۰۳ مبحث دهم که تشریح آن در دوره آموزش مبحث دهم سبزسازه به صورت تصویر زیر ارائه شده، مقاومت اسمی و سپس نهایی جوش را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

گزینه دیگر در طراحی جوش گوشه‌ای که خط جوش مورب باشد (طولی نباشد):

$$R_n = \bar{F}_{nw} * A_{we}$$

$$\bar{F}_{nw} = F_{nw}(1 + 0.5\,(\sin\theta)^{1.5})$$

$$F_{nw} = 0.6F_{ue}$$



## پاسخ ۴۸

$$F_{nw} = 0.6 \times 420 \times (1 + 0.5Sin60^{1.5}) = 353.5\ MPa$$

همچنین با توجه به طلاعات سوال، طول جوشکاری به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$L_w \times Sin60 = 200\ mm \rightarrow L_w = \frac{200}{Sin60} = 230.9\ mm$$

در نتیجه

$$R_n = 353.5 \times 230.9 \times 10 \times 0.707 \times 10^{-3} = 577\ \ kN$$

$$P_u = \varphi R_n = 0.75 \times 577 = 432.75\ kN$$

گزینه ۴ صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۴۸

**تشابه زیاد این سوال با سوال تالیفی بررسی شده در ویدئوی آموزش مبحث دهم**

### تالیفی

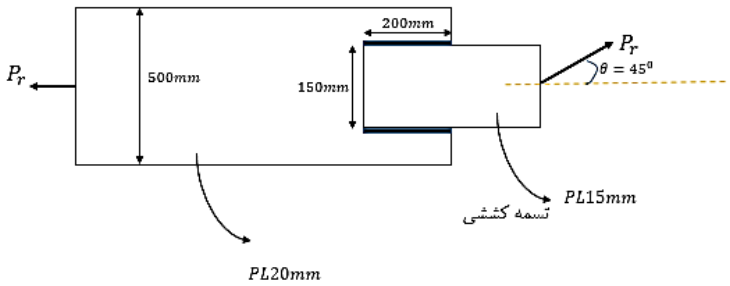
در شکل زیر مقاومت اسمی جوش را بر حسب کیلونیوتن در کدام گزینه به درستی بیان شده است؟ (الکترود مصرفی $E60$ می‌باشد ، $a_w = 8mm$ و روش $LRFD$ مد نظر است.)

۱) 805

۲) 785

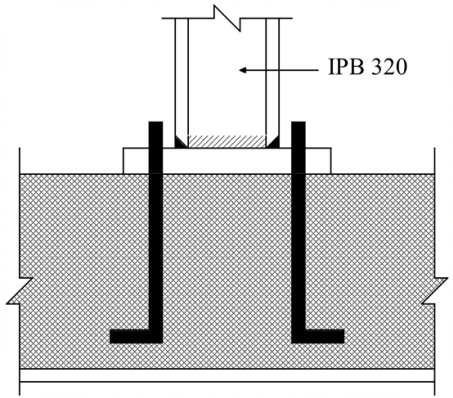
۳) 555

۴) 590



## سوال ۴۹

در شکل زیر اتصال خمشی (گیردار) ستون به شالوده در یک قاب خمشی ویژه نشان داده شده است. لنگر ناشی از حالت بارگذاری مرده برابر $M_D = 100\ kN.m$ ، لنگر ناشی از حالت بارگذاری زنده برابر $M_L = 50\ kN.m$ و لنگر ناشی از حالت بارگذاری زلزله برابر $M_E = 150\ kN.m$ به‌دست آمده است. مقاومت خمشی مورد نیاز کف ستون به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید لنگر ناشی از بار زنده چه در مقدار و چه در ضریب بار، غیر قابل کاهش بوده و $F_y = 240\ MPa$ است. محاسبات به روش LRFD مدنظر بوده و مقاومت خمشی مورد نیاز که ستون در امتداد محور قوی ستون مدنظر است.




۱) 620 kN.m

۲) 680 kN.m

۳) 650 kN.m

۴) 516 kN.m

## پاسخ ۴۹

بر اساس توضیحات صفحه ۲۸۰ و ۲۸۱ مبحث دهم، بند ب-۲، برای ستون‌های دارای اتصال خمشی به شالوده، اگر لنگر خمشی محاسباتی بر اساس ترکیب بار شامل زلزله تشدیدیافته برابر $M_0$ باشد، مقاومت خمشی مورد نیاز کف ستون، $M_u$در روش $LRFD$، به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$M_u = Min\left(1.1R_yF_yZ, M_0\right) \quad , \quad F_y = 240\ Mpa$$

مقطع ستون مورد استفاده $IPB320$ است، بنابراین با مراجعه به جدول اشتال

$$Z_x = 2149 \times 10^3\ \ mm^3$$

## پاسخ ۴۹

همچنین، با مراجعه به جدول صفحه ۲۵۳، مبحث دهم

$$R_y = 1.2$$

| مقادیر $R_y$ و $R_t$ فولاد | | |
|---|---|---|
| نوع مصالح | $R_y$ | $R_t$ |
| مقاطع لوله‌ای و قوطی‌شکل نوردشده | 1.25 | 1.1 |
| سایر مقاطع نوردشده I شکل و H شکل و ناودانی و سپری و نبشی | 1.2 | 1.1 |
| مقاطع ساخته‌شده از ورق، ورق‌ها و تسمه‌ها | 1.15 | 1.1 |
| میلگردها | 1.2 | 1.2 |
| مقادیر $R_c$ بتن | | |
| بتن فشاری مشخصه بتن | $R_c$ | |
| $f'_c \leq 50\ Mpa$ | 1.4 | |
| $f'_c > 50\ Mpa$ | 1.2 | |

## پاسخ ۴۹

برای محاسبه لنگر خمشی مورد نیاز ناشی از زلزله تشدیدیافته به صورت زیر عمل خواهد شد:

$$M_0 = 1.2M_D + M_L + \Omega_0 M_E \rightarrow M_0 = 1.2 \times 100 + 50 + 3 \times 150 = 620\ kN.m$$

$$\Omega_0 = 3$$

$$M_u = Min\ (1.1 \times 1.2 \times 240 \times 2149 \times 10^3 \times 10^{-6}, 620\ ) = Min\ (680.8, 620\ )$$
$$= 620\ kN.m$$

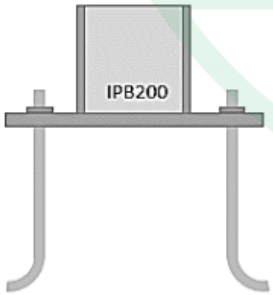
گزینه ۱ صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۴۹

**تشابه بسیار زیاد این سوال با سوال تالیفی شماره ۱۳۴ کتابچه تمرین تست سبزسازه**

۱۳۴. حداکثر لنگر خمشی ناشی از ستون که به کف ستون حول محور قوی مقطع با بارگذاری داده‌شده باید برای آن به طور مجزا کنترل شود کدام است؟ (کف ستون بار ستونی را تحمل می‌کند که در یک قاب خمشی ویژه قرار دارد.) (LRFD)




| | P(ton) | V(ton) | M(ton.m) |
|---|---|---|---|
| D | 20 | 2 | 3 |
| L | 16 | 1.5 | 2 |
| E | 5 | 8 | 7 |
| S | 1 | 0 | 0 |

۱) 20.37 ton.m

۲) 26.6 ton.m

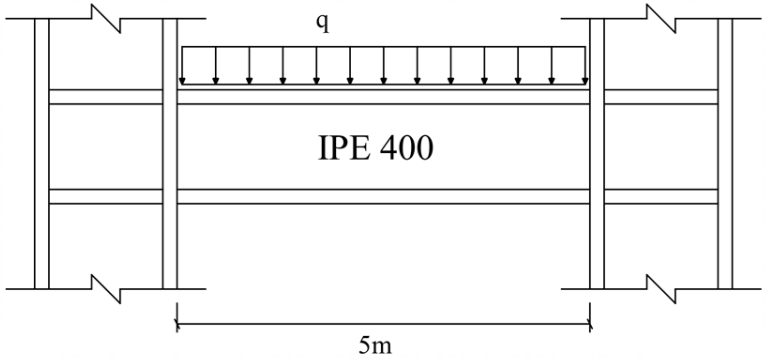
۳) 12.6 ton.m

۴) 19.6 ton.m

## سوال ۵۰

**این سوال قابلیت اعتراض دارد**

مطابق شکل زیر در یک قاب خمشی معمولی برای اتصال گیردار تیر به ستون از اتصال مستقیم تقویت‌نشده جوشی (WUF-W) استفاده شده است. اگر مقدار بار گستردهٔ یکنواخت ناشی از حالت بارگذاری مرده برابر $q_D = 40kN/m$ و مقدار بار گستردهٔ یکنواخت ناشی از حالت بارگذاری زنده برابر $q_L = 20\ kN.m$ باشد و و مقطع تیر IPE400 باشد، در طراحی به روش LRFD مقاومت برشی مورد نیاز تیر به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید بار زنده چه در مقدار و چه در ضریب بار غیر قابل‌کاهش بوده و $F_y = 240\ MPa$ است.




۱) 210 kN.m

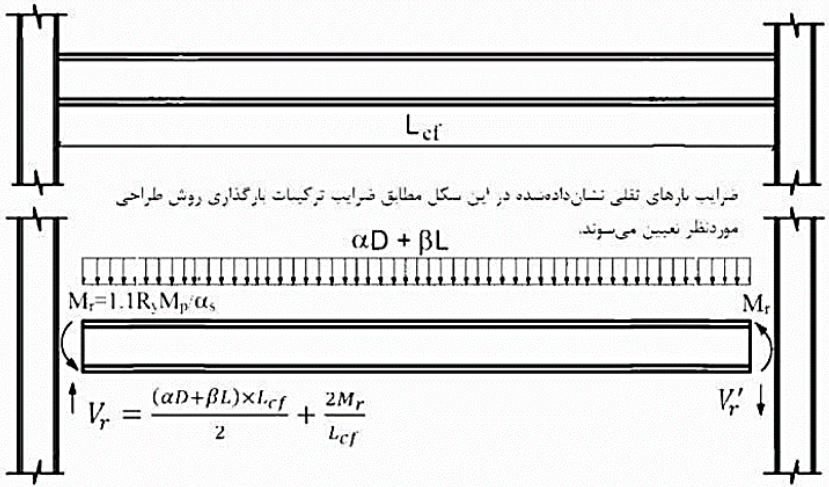
۲) 336 kN.m

۳) 166 kN.m

۴) 380 kN. m

## پاسخ ۵۰

بر اساس توضیحات صفحه ۲۸۵ و شکل صفحه ۲۸۶ مبحث دهم، با توجه به نوع اتصال مورد استفاده، مقاومت برشی مورد نیاز تیر $V_r$ باید در محل اتصال تیر به ستون محاسبه شود:




شکل ۱۰-۳-۳-۱-۱: نمودار پیکرهٔ آزاد تیرهای باربر لرزه‌ای در قاب‌های خمشی معمولی

## پاسخ ۵۰

بنابراین در ابتدا با مراجعه به جدول اشتال، مشخصات تیر مورد نظر استخراج خواهد شد:

$$IPE400: \quad Z_x = 1307 \times 1000 \ \text{mm}^3$$

$$R_y = 1.20$$

$$M_r = 1.1R_y \times ZF_y = 1.1 \times 1.2 \times 1307 \times 1000 \times 240 \times 10^{-6} = 414.06 \, kN.m$$

و در نهایت

$$V_r = \frac{(1.2D + L) \times 5}{2} + \frac{2M_r}{5} = \frac{(1.2 \times 40 + 20) \times 5}{2} + \frac{2 \times 414.06}{5} = 335.6 \, kN$$

گزینه **۲** صحیح است.

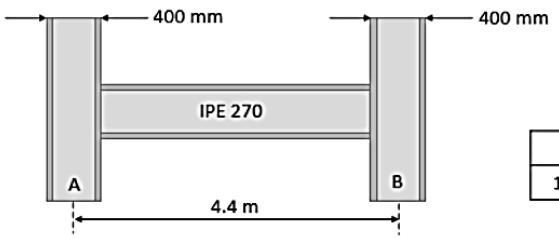
**در گزینه‌های سوال،تمام مقادیر بر حسب KN.m بیان شده که با یکای فیزیکی خواسته سوال؛ یعنی برش هماهنگی لازم را ندارد. لذا این سوال قابلیت حذف دارد.**

تشابه

## تشابه سوال ۵۰

**تشابه بسیار زیاد این سوال با سوال تالیفی شماره ۱۱۷ کتابچه تمرین تست سبزسازه و سوال آزمون محاسبات دی ۱۴۰۱**

۱۱۷. تیر نشان‌داده‌شده عضو قاب خشمی معمولی می‌باشد. مقاومت خمشی و برشی طراحی اتصال تیر به ستون به ترتیب کدام باید در نظر گرفته شود؟ (LRFD)




| $W_D$ | $W_L$ |
|---|---|
| $10^{kN}/_m$ | $5^{kN}/_m$ |

۱) V=112.7kN – M=146.9 kN.m

۲) V=110.7kN – M=146.9 kN.m

۳) V=112.7kN – M=153.3 kN.m

۴) V=110.7kN – M=153.3 kN.m

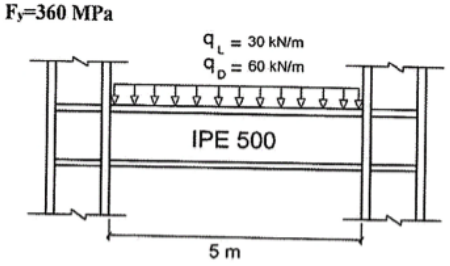
تشابه

## تشابه سوال ۵۰

**تشابه بسیار زیاد این سوال با سوال تالیفی شماره ۱۱۷ کتابچه تمرین تست سبزسازه و سوال آزمون محاسبات دی ۱۴۰۱**

### دی ۱۴۰۱

در شکل زیر یک دهانه از یک قاب خمشی معمولی با اتصال از نوع WUF-W نشان داده شده است. فرض کنید تیر در یک فضای با کاربری مسکونی (بدون کاهش در مقدار بار زنده ولی کاهش در ضریب بار زنده) قرار دارد. حداقل مقاومت برشی مورد نیاز $V_r$، اتصال تیر به ستون بر اساس روش ضرایب بار و مقاومت به کدامیک از گزینه های زیر نزدیکتر است؟ LRFD




۱) 495 kN

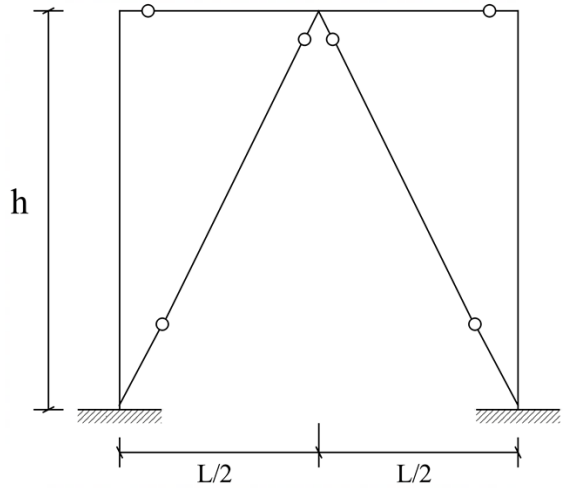
۲) 750 kN

۳) 635 kN

۴) 420 kN

## سوال ۵۱

در قاب مهاربندی شده همگرای ویژهٔ شکل زیر اگر مقطع اعضای مهاربندی از نوع قوطی شکل نوردشده بوده و در آن‌ها $F_{cr} = 0.75F_y$ باشد، مقدار $F_{cre}$ اعضای مهاربندی به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟




۱) $0.81F_y$

۲) $0.75F_y$

۳) $0.87F_y$

۴) $0.94F_y$

## پاسخ ۵۱

طبق تعریف $F_{cre}$ تنش فشاری مورد انتظار ناشی از کمانش است که باید در آن $F_y$ را با $R_y F_y$ جایگزین کرد. با توجه به اینکه در صورت سوال، $F_{cr} = 0.75F_y$ است، از حالت الف صفحه ۶۹ که فرمی مشابه رابطه صورت سوال دارد استفاده خواهد شد:

$$F_{cr} = \left(0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right) F_y = 0.75F_y \rightarrow 0.658^{\frac{F_y}{F_e}} = 0.75 \rightarrow Ln\left(0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right) = Ln(0.75)$$

در نتیجه:

$$\frac{F_y}{F_e} Ln(0.658) = Ln(0.75) \rightarrow 0.419\frac{F_y}{F_e} = 0.288 \rightarrow \frac{F_y}{F_e} = 0.687$$

## پاسخ ۵۱

در نتیجه با جایگزین کردن $R_y$ مطابق جدول زیر خواهیم داشت:

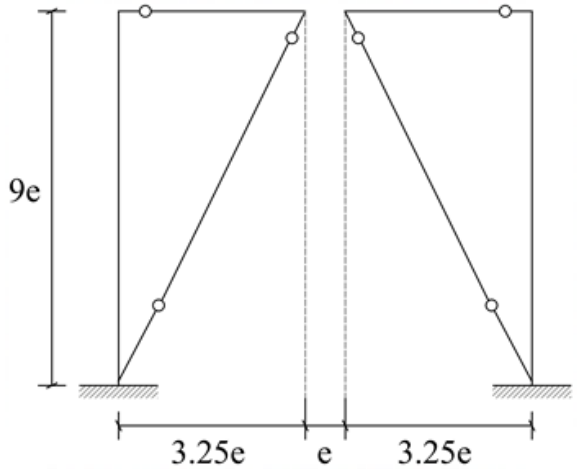
| مقادیر $R_y$ و $R_t$ فولاد | | |
|---|---|---|
| نوع مصالح | $R_y$ | $R_t$ |
| مقاطع لوله‌ای و قوطی‌شکل نوردشده | 1.25 | 1.1 |
| سایر مقاطع نوردشده I شکل و H شکل و ناودانی و سپری و نبشی | 1.2 | 1.1 |
| مقاطع ساخته‌شده از ورق، ورق‌ها و تسمه‌ها | 1.15 | 1.1 |
| میلگردها | 1.2 | 1.2 |
| مقادیر $R_c$ بتن | | |
| بتن فشاری مشخصه بتن | $R_c$ | |
| $f'_c \leq 50\ Mpa$ | 1.4 | |
| $f'_c > 50\ Mpa$ | 1.2 | |

$$F_{cr} = \left(0.658^{\frac{R_y F_y}{Fe}}\right) R_y F_y = \left(0.658^{1.25\times 0.687}\right) \times 1.25 \times F_y = 0.87 F_y$$

گزینه **۳** صحیح است.

## سوال ۵۲

در قاب مهاربندی‌شدهٔ واگرای شکل زیر $e = 2.1\frac{M_p}{V_p}$ است. حداکثر تغییرمکان جانبی الاستیک طبقه ناشی از زلزلهٔ طرح $(\Delta_e)$ برای آنکه دوران پلاستیک تیر پیوند قابل‌قبول باشد، به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟




۱) 0.050e

۲) 0.025e

۳) 0.015e

۴) 0.020e

## پاسخ ۵۲

با توجه به طول تیر پیوند، ابتدا باید دوران پلاستیک مجاز تیر مشخص شود. با توجه به درسنامه کتاب چکیده نکات سبزسازه، برای $e = 2.1\frac{M_p}{V_p}$ باید درونیابی خطی استفاده شود:

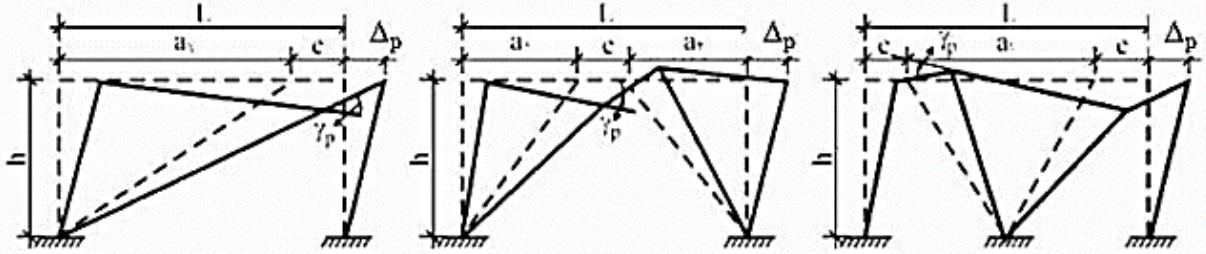
**۹-۲: دوران و مهار جانبی تیر پیوند:**

$$\begin{cases} e \le \dfrac{1.6\,M_p}{V_p} \rightarrow \gamma_p = 0.08\,rad \\ \dfrac{1.6\,M_p}{V_p} < e < \dfrac{2.6\,M_p}{V_p} \rightarrow \gamma_p = 0.08 + 0.06 * \left(1.6 - \dfrac{V_p * e}{M_p}\right) \quad \text{درون یابی خطی} \\ e \ge \dfrac{2.6\,M_p}{V_p} \rightarrow \gamma_p = 0.02\,rad \end{cases}$$

$$\gamma = 0.08 + 0.06\left(1.6 - \frac{V_p}{M_p} \times 2.1\frac{M_p}{V_p}\right) = 0.05\ Rad$$

## پاسخ ۵۲

با توجه به شکل زیر، مقدار دوران پلاستیک تیر پیوند نسبت به ناحیه خارج از آن محاسبه خواهد شد:




$\gamma_p = \left(\frac{L}{eh}\right)\Delta_p$ $\gamma_p = \left(\frac{L}{eh}\right)\Delta_p$ $\gamma_p = \left(\frac{L}{2eh}\right)\Delta_p$

شکل ۱۰-۳-۴-۳-۲: دوران پلاستیک تیر پیوند نسبت به ناحیهٔ خارج از آن ($\gamma_p$)

$$\gamma_p = \left(\frac{L}{eh}\right)\Delta_p \rightarrow \Delta_p = \frac{eh}{L}\gamma_p$$

$$= \frac{e \times 9e}{(e + 2 \times 3.25e)} \times 0.05 = 0.06e$$

## پاسخ ۵۲

همچنین مطابق توضیحات صفحه ۴۶ آیین‌نامه ۲۸۰۰ داریم:

قاب واگرای ویژه فولادی $C_d = 4$ ، $\Delta_M = C_d \Delta_e$

تعریف تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی $\Delta_M$ به صورت زیر است:

$$\Delta_M = 4\Delta_e = \Delta_e + \Delta_p \rightarrow 3\Delta_e = \Delta_p \rightarrow \Delta_e = \frac{\Delta_p}{3} = \frac{0.06e}{3} = 0.02e$$

گزینه **۴** صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۵۲

**تشابه بسیار زیاد این سوال با سوال آزمون محاسبات مهر ۹۸ که در ویدئوی آموزش مبحث دهم تشریح شد.**

### مهر ۹۸

در یک قاب ساختمانی یک طبقه با مهاربندی واگرای ویژه فولادی مطابق شکل، طول تیر پیوند برابر $e = 2\,M_p/V_p = 0.2L$ می‌باشد. حداکثر مقدار قابل قبول تغییر مکان جانبی نسبی طرح طبقه (که برابر با تغییرمکان جانبی نسبی غیر خطی طبقه است ، همچنین تغییر مکان جانبی نسبی الاستیک طبقه برابر با $0.0018h$ فرض شود .) چقدر می‌تواند باشد؟

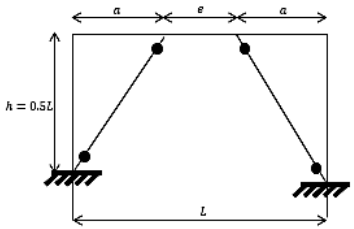
(با اصلاح )

۱) $0.011h$

۲) $0.013h$

۳) $0.020h$

۴) $0.025h$



## سوال ۵۳

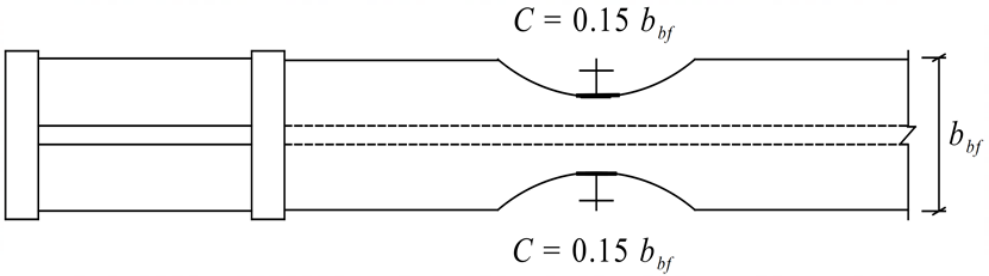
در یک قاب خمشی فولادی ویژه برای اتصال تیرها به ستون‌ها از اتصال گیردار RBS استفاده شده است. اگر در مدل‌سازی این قاب ناحیهٔ کاهش‌یافته مدل نشده باشد و مقدار $c=0.15b_{bt}$ باشد، در این صورت تغییرمکان جانبی نسبی طبقات که از تحلیل قاب به‌دست آمده است باید حداقل چند درصد افزایش یابد؟

۱) 6

۲) 6.6

۳) 3.33

۴) 10



## پاسخ ۵۳

مطابق تبصره پایین صفحه ۳۹۷ کتاب مبحث دهم که تفسیر آن در کتاب چکیده نکات سبزسازه به صورت زیر ارائه شده، باید از درونیابی خطی برای تعیین ضریب تشدید استفاده کرد:

**تبصره:** در کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طبقه در قاب‌های دارای این نوع اتصالات، باید آثار مقطع کاهش‌یافته لحاظ شود.

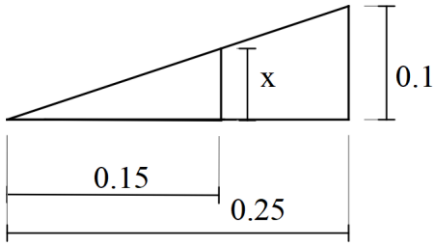
در این کنترل به‌جای مدل‌سازی ناحیه کاهش‌یافته، می‌توان این تغییر مکان را در حالتی که ناحیه کاهش‌یافته مدل نشده است، با ضریب ۱.۱ برای حالت نظیر $c=0.25b_{bf}$ تشدید نمود و برای سایر مقادیر c می‌توان از درون‌یابی خطی بین آن‌ها و $c=0.25b_{bf}$ بهره برد.

(۱.۱× تغییر مکان جانبی نسبی طبقه بدون در نظر گرفتن مقطع کاهش‌یافته = تغییر مکان جانبی نسبی طبقه با مقطع کاهش‌یافته)

$C=0 \rightarrow$ ضریب تشدید $= 1$

$C=0.25\ b_{bf} \rightarrow$ ضریب تشدید $= 1.1$

## پاسخ ۵۳




$$\frac{0.15}{0.25} = \frac{x}{0.1} \rightarrow x = 0.06$$

پس ضریب تشدید، ۱.۰۶ خواهد بود.

گزینه **۱** صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۵۳

**تشابه بسیار زیاد این سوال با سوال آزمون محاسبات آبان ۹۳ که در ویدئوی آموزش مبحث دهم تشریح شد.**

### آبان ۹۳

در قاب خمشی فولادی با اتصال گیردار مستقیم تیر با مقطع کاهش‌یافته (اتصال از پیش‌تاییدشده)، اگر عرض ناحیه کاهش یافته تیر30 درصد پهنای بال آن بوده $(c = 0.15b_p)$ و تغییرمکان جانبی نسبی طبقه بدون لحاظ کاهش مقطع تیر برابر50 میلی‌متر محاسبه شده باشد، تغییر مکان جانبی نسبی طبقه با لحاظ اثر کاهش عرض مقطع تیر به طور تقریبی چقدر می‌تواند در نظر گرفته شود؟ فرض کنید به این منظور، از مدل‌سازی ناحیه کاهش‌یافته استفاده نشود.

۱) $57mm$

۲) $44mm$

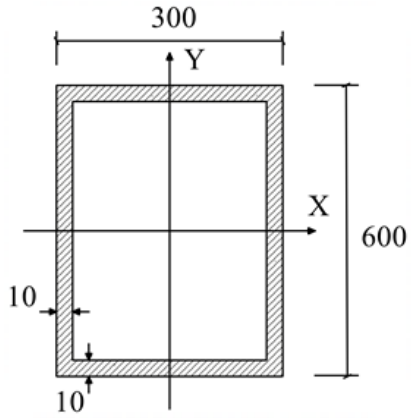
۳) $50mm$

۴) $53mm$

گروه‌صنعتی‌سبزسازه تور محاسبات نظام مهندسی ـ مبحث دهم

## سوال ٥٤

مقطع جعبه‌ای ساخته‌شدهٔ شکل زیر تحت نیروی محوری فشاری قرار دارد. فرض کنید این ستون غیرباربر لرزه‌ای بوده و صرفاً تحت بارهای ثقلی قرار دارد. ضرایب طول مؤثر این ستون برابر $k_x = k_y = 1.0$ و طول ستون برابر 6.0 متر است. مقاومت فشاری اسمی مقطع برحسب کیلونیوتن به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ ضخامت جدارهٔ مقطع 10 میلی‌متر، فولاد از نوع S235 و محاسبات به روش LRFD موردنظر است. در شکل ابعاد به میلی‌متر است.




۱) 3017

۲) 3352

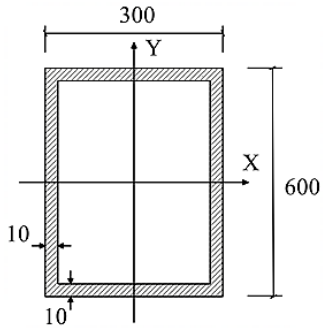
۳) 3710

۴) 4136

## پاسخ ٥٤

بر اساس جدول صفحه ۶۷، ردیف ۴ مبحث دهم، در مقاطع توخالی مستطیلی که به عنوان عضو فشاری استفاده شده اند باید ضمن کنترل فشردگی مقطع، کمانش خمشی را حول محورهای اصلی کنترل کرد:

$$K_x = K_y = 1$$




کنترل کمانش موضعی در مقطع:

$$\frac{b}{t} = \frac{600 - 2 \times 10}{10} = 58 > 1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 43.47 \rightarrow \text{لاغر}$$

$$\frac{h}{t} = \frac{300 - 20}{10} = 28 < 1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 43.47 \rightarrow \text{غیرلاغر}$$

## پاسخ ٥٤

با توجه به شکل، محور y محور ضعیف است و بر اساس سایر اطلاعات مسئله، لاغری حول این محور بحرانی است. برای محاسبه نسبت لاغری حول این محور به صورت زیر عمل خواهد شد:

$$I_y = \frac{1}{12} \times 600 \times 300^3 - \frac{1}{12} \times 580 \times 280^3 = 289 \times 10^6 \ mm^4$$

$$A_g = 600 \times 300 - 580 \times 280 = 17600 \ mm^2$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{289 \times 10^6}{17600}} = 128.14 \ mm$$

در نتیجه

$$\lambda_y = \lambda_{Max} = \frac{1 \times 6000}{128.14} = 46.82 \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \rightarrow F_{cr} = \left(0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right) F_y$$

## پاسخ ٥٤

در ابتدا، تنش کمانش الاستیک ناشی از کمانش خمشی محاسبه خواهد شد:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \times 200000}{46.82^2} = 900.47\ MPa \rightarrow\rightarrow F_{cr} = 210.68\ MPa$$

با توجه به این که، جزئی از مقطع لاغر است، لذا باید $b_e$ کنترل و محاسبه شود. مطابق نکات صفحه ۸۱، شروط الف یا ب کنترل می شود:

$$\lambda_r = 1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 43.47 \rightarrow \lambda_r\sqrt{\frac{F_y}{F_{cr}}} = 43.47\sqrt{\frac{235}{210.68}} = 45.91$$

چون

$$\frac{b}{t} = 58 > 45.91 \rightarrow b_e = b(1 - C_1\sqrt{\frac{F_{el}}{F_{cr}}})\sqrt{\frac{F_{el}}{F_{cr}}}$$

## پاسخ ٥٤

و همچنین

$$C_1 = 0.2 \ , \qquad C_2 = 1.38$$

$$F_{el} = \left(1.38 \times \frac{43.47}{58}\right)^2 \times 235 = 251.39 \ MPa$$

بنابراین

$$b_e = 600\left(1 - 0.2\sqrt{\frac{251.39}{210.68}}\right)\sqrt{\frac{251.39}{210.68}} = 512.2 \ mm \rightarrow A_{ec} = 15844 \ mm^2$$

و در نهایت

$$P_n = F_{cr} \times A_{ec} = 3338 \ kN$$

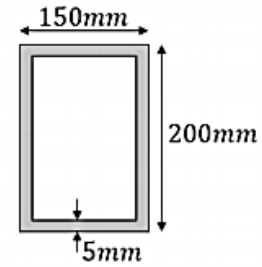
نزدیک‌ترین پاسخ به گزینه ۲ است.

تشابه

## تشابه سوال ٥٤

### تشابه زیاد این سوال با سوال آزمون آزمایشی جامع ۳ سبزسازه

۳۳- یک ستون دو سر ساده به طول 9 متر دارای مقطعی قوطی‌شکل به ضخامت 5mm می‌باشد. در صورتی که این ستون در جهت عمود بر ضلع 200mm و در ارتفاع 3m خود دارای تکیه‌گاه جانبی باشد، حداکثر مقاومت فشاری طراحی وارد بر ستون، تنها با در نظر گرفتن کمانش خمشی به اعداد کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (فولاد از نوع ST52 می‌باشد. E=200000Mpa)

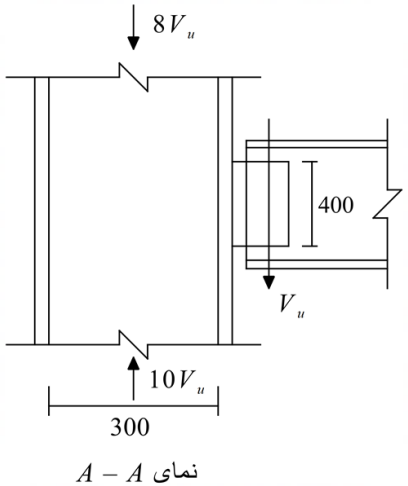



۱) 380 kN ۲) 426 kN ۳) 363 kN ۴) 247 kN

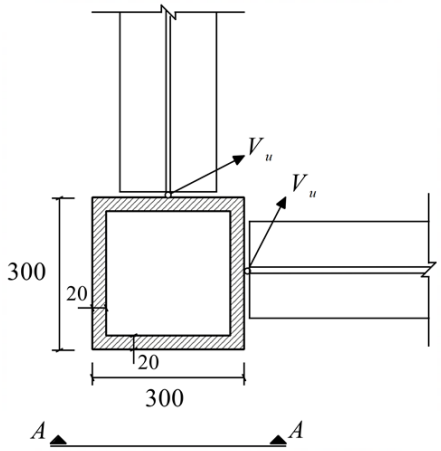
## سوال ۵۵

در شکل زیر، یک ستون با مقطع مختلط پُر شده با بتن نشان داده شده است. اگر برای تأمین مقاومت برش طولی مورد نیاز از مکانیزم چسبندگی بین بتن و فولاد استفاده شود، براساس فقط این معیار، در طراحی به روش LRFD حداکثر مقدار $V_u$ به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ در شکل ابعاد به میلی‌متر است. اتصال تیرها به ستون مفصلی هستند.

$F_y = 240\ MPa\ , f'_c = 25\ Mpa$




نمای $A - A$




۱) 920 kN

۲) 184 kN

۳) 1840 kN

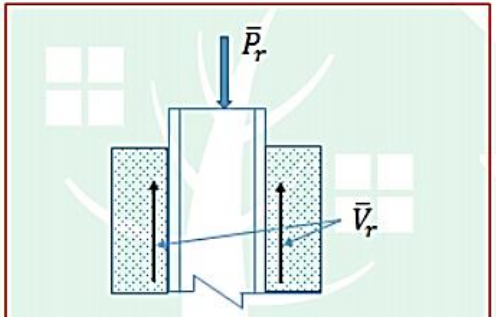
۴) 230 kN

## پاسخ ۵۵

با توجه به توضیحات صفحه ۱۷۲ و ۱۷۳ مبحث دهم و مطابق شکل سوال که نیروی $10V_u$ در تراز طبقه به بخش فولادی مقطع مختلط پرشده با بتن اعمال شده، برش ناشی از این نیرو را باید توسط مکانیزم چسبندگی انتقال داد.

در این حالت مقاومت برشی طولی مورد نیاز که باید به بخش بتنی انتقال یابد، $V'_r$ :

$$V'_r = P'_r\left(1 - {F_y A_s}/{P_{no}}\right)$$



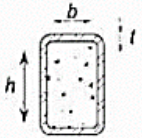
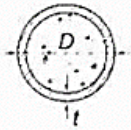

بار خارجی مستقیما به مقطع فولادی اعمال شده است.

**پاسخ ۵۵** بنابراین، در ابتدا باید $V_r'$ را محاسبه کرد:

$$V_r' = P_r'(1 - {}^{F_y A_s}/_{P_{no}})$$

برای محاسبه $P_{no}$ باید شرایط فشردگی مقطع سوال را بر اساس جدول زیر بررسی کرد:

جدول ۱۰-۲-۸-۱: نسبت‌های پهنا به ضخامت اجزای فولادی مقطع مختلط پرشده با بتن در اعضای تحت اثر نیروی محوری فشاری

| حالت | شرح اجزاء | نسبت پهنا به ضخامت | حداکثر نسبت پهنا به ضخامت | | حداکثر نسبت مجاز | مقاطع فولادی نمونه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\lambda_p$ (غیرفشرده/فشرده) | $\lambda_r$ (لاغر/غیرفشرده) | | |
| ۱ | بال‌ها و جان‌های مقاطع قوطی شکل (HSS) و جعبه‌ای با ضخامت یکنواخت | b/t و h/t | $2.26\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ | $3\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ | $5\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ |  |
| ۲ | مقاطع دایره‌ای شکل | D/t | $0.15\frac{E}{F_Y}$ | $0.19\frac{E}{F_Y}$ | $0.31\frac{E}{F_Y}$ |  |

## پاسخ ۵۵

$$\frac{b}{t} = \frac{300 - 2 \times 20}{20} = 13 < 2.26\sqrt{\frac{E}{F_y}} \rightarrow \text{فشرده}$$

در نتیجه:

الف) برای مقاطع با اجزای فشرده:

$$P_{no} = P_p$$

که در آن:

$$P_p = F_y A_s + C_2 f'_c (A_c + A_{sr}\frac{E_s}{E_c})$$

## پاسخ ۵۵

$$C_2 = \begin{cases} 0.85 & \text{برای مقاطع قوطی شکل (HSS) و جعبه‌ای} \\ 0.95 & \text{برای مقاطع دایره‌ای‌شکل توخالی} \end{cases}$$

$$P_{no} = F_y A_s + C_2 f_c A_c = 240 \times (300^2 - 260^2) + 0.85 \times 25 \times 260^2 = 6812500\ N$$

بنابراین، $V_r'$ برابر است با:

$$V_r' = 2V_u \left(1 - \frac{240 \times (300^2 - 260^2)}{6812500}\right) = 0.422V_u$$

## پاسخ ۵۵

برای محاسبه مقاومت برشی طولی موجود باید به طریق زیر عمل کرد:

### ۷-۳: مقاومت برش طولی موجود مقطع مختلط بر اساس مکانیزم چسبندگی بین بتن و فولاد

| LRFD | ASD |
|---|---|
| $\frac{R_u}{\phi * R_n} \leq 1$<br>$\phi = 0.5$ | $\frac{R_a}{\frac{R_n}{\Omega}} \leq 1$<br>$\Omega = 3$ |

$$R_n = P_b * L_{in} * F_{in}$$

$P_b$ : محیط فصل مشترک پیوستگی بتن و فولاد مقطع مختلط برحسب میلی‌متر

$L_{in}$ : طول مقرر بار شامل عمق اتصال تیر به ستون به‌علاوه 2 برابر حداقل بعد ستون در پایین و بالای ناحیه اتصال برحسب میلی‌متر

$P_n$ : مقاومت اسمی پیوستگی

$F_{in}$ : تنش اسمی پیوستگی (MPa) که به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

در مقاطع توخالی جعبه‌ای مستطیلی:

$$F_{in} = min\begin{cases}\frac{2100\ t}{H^2} \\ 0.7\end{cases}$$

## پاسخ ۵۵

$$R_n = P_b \times L_{in} \times F_{in} \quad , \quad \varphi = 0.5$$

که در آن

$$P_b = 2 \times (300 - 2 \times 20) \times 2 = 1040\ mm$$

$$L_{in} = 400 + 2 \times 2 \times 300 = 1600\ mm$$

$$F_{in} = Min\left(\frac{2100 \times 20}{300^2}, 0.7\right) = 0.467$$

بنابراین

$$\varphi R_n = 0.5 \times 1040 \times 1600 \times 0.467 = 391\ kN$$

پس

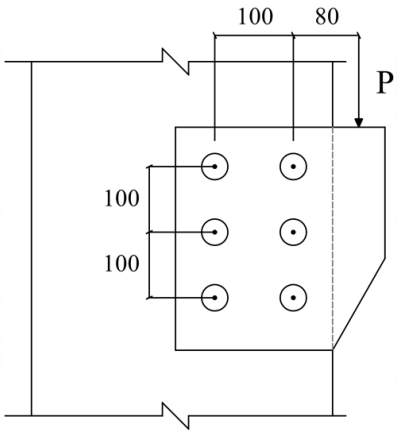
$$0.422 V_u \leq 391 \rightarrow V_u \leq 926.5\ kN$$

گزینه **۱** صحیح است.

## سوال ٥٦

در اتصال اتکایی شکل زیر درصورتی‌که سطح برش خارج ناحیهٔ دندانه شده قرار بگیرد، در طراحی به روش LRFD حداقل قطر مناسب پیچ از نوع A325 کدام است؟ ابعاد روی شکل به میلی‌متر بوده و سوراخ‌ها استاندارد هستند. فرض کنید اتصال از یک طرف بوده و پیچ‌ها دارای عملکرد یک برشه هستند (فقط از یک ورق اتصال استفاده شده است).

$P_D = 50\ kN\ ,P_L = 70\ kN$




۱) M18

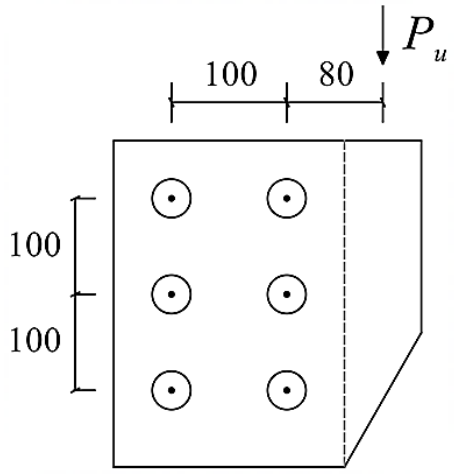
۲) M22

۳) M16

۴) M20

## پاسخ ٥٦

اتصال پیچی تحت اثر همزمان برش و پیچش قرار داشته و لذا با انتقال نیرو به مرکز سطح، لنگر پیچشی ناشی از این انتقال نیز به مرکز پیچ‌ها وارد خواهد شد:




$$T_u = (50 + 80)P_u = 130P_u = 130 \times (1.2 \times 50 + 1.6 \times 70) \times 10^{-3} = 22.36\ kN.m$$

## پاسخ ٥٦

باید تنش برشی در پیچ‌ها را با عاملیت برش مستقیم و نیز لنگر پیچشی بدست آورد و در نهایت نتایج را به صورت برداری با یک دیگر جمع کرد:

تنش برشی در پیچ ناشی از برش مستقیم

$$f_{vy} = \frac{P_u}{6A} = \frac{172000}{6 \times \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{36499.5}{d^2}$$

تنش برشی در پیچ ناشی از لنگر پیچشی

در ابتدا ممان اینرسی قطبی مجموعه پیچ‌ها محاسبه خواهد شد:

$$J = A(50^2 \times 2 + 4 \times (50^2 + 100^2) = 55000A = 55000 \times \frac{\pi d^2}{4} = 43196.9d^2$$

## پاسخ ٥٦

در نهایت، مقدار تنش برای پیچ بحرانی به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$f_{Tx} = \frac{T_u y}{J} = \frac{22.36 \times 10^6 \times 100}{43196.9 d^2} = \frac{51762.97}{d^2}$$

$$f_{Ty} = \frac{T_u x}{J} = \frac{22.36 \times 10^6 \times 50}{43196.9 d^2} = \frac{25881.49}{d^2}$$

پیچ بحرانی در این اتصال، هر یک از دو پیچ بالا و پایین سمت راست تصویر می تواند باشد.

$$f_u = \sqrt{\left(\frac{25881.49}{d^2} + \frac{36499.5}{d^2}\right)^2 + \left(\frac{51762.97}{d^2}\right)^2} = \frac{81021.96}{d^2}$$

## پاسخ ۵۶

با توجه به توضیحات سوال در خصوص وضعیت پیچ:

جدول ۱۰-۲-۹-۹: تنش اسمی پیچ و میله‌های دندانه‌شده

| نوع وسیله اتصال | تنش کششی اسمی [۱] ($F_{nt}$) | تنش برشی اسمی ($F_{nv}$) در اتصالات اتکایی و پیش‌تنیده [۲] |
|---|---|---|
| پیچ‌های معمولی در حالتی که سطح برش در داخل یا خارج ناحیهٔ دندانه‌شده قرار دارد | $0.75F_u$ [۳] | $0.45F_u$ [۴] |
| پیچ‌های برمقاومت در حالتی که سطح برش در داخل ناحیهٔ دندانه‌شده قرار دارد | $0.75F_u$ | $0.45F_u$ [۴] |
| پیچ‌های برمقاومت در حالتی که سطح برش خارج ناحیهٔ دندانه‌شده قرار دارد | $0.75F_u$ | $0.55F_u$ [۴] |
| میلهٔ دندانه‌شده در حالتی که سطح برش در داخل ناحیهٔ دندانه‌شده قرار دارد | $0.75F_u$ | $0.45F_u$ |
| میلهٔ دندانه‌شده در حالتی که سطح برش خارج ناحیهٔ دندانه‌شده قرار دارد | $0.75F_u$ | $0.55F_u$ |

$$F_{nv} = 0.55F_u = 0.55 \times 800 = 440\ MPa$$

و سرانجام باید رابطه کلی روش طراحی بر مبنای ضرایب بار و مقاومت برقرار باشد:

$$f_u \le \varphi F_{nv} \rightarrow \frac{81021.96}{d^2} \le 0.75 \times 440 \rightarrow d \ge 15.7\ mm \rightarrow M16$$ پیچ

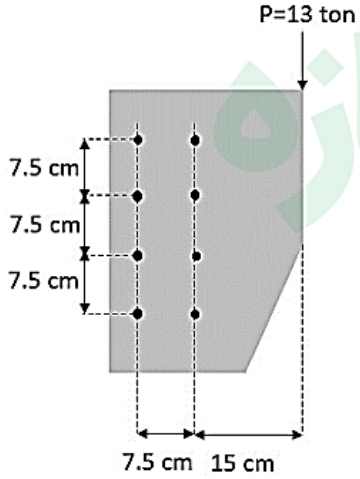
گزینه **۳** صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ٥٦

**تشابه بسیار زیاد این سوال با سوال تالیفی شماره ۸۳ کتابچه تمرین تست سبزسازه**

۸۳. در شکل زیر تنش برشی در نقطه بحرانی به کدامیک از گزینه‌ها برحسب کیلوگرم بر سانت متر مربع نزدیک‌تر است؟ پیچ‌های مورد استفاده از نوع M16 هستند.




۱) 1354

۲) 1625

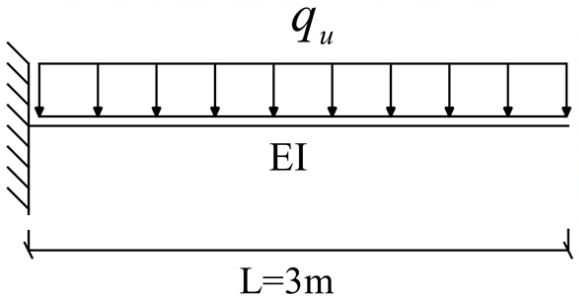
۳) 4600

۴) 2506

## سوال ۵۷

تیر طرهٔ شکل زیر از مقطع IPE240 را در نظر بگیرید. اگر طول تیر دو برابر شود، براساس محاسبات دقیق مقاومت خمشی اسمی آن حدوداً چند درصد کاهش می‌یابد؟ تیر به جز تکیه‌گاه، مهار جانبی ندارد.

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




۱) 50 درصد

۲) 40 درصد

۳) 17 درصد

۴) کاهش نمی‌یابد

## پاسخ ۵۷

مقطع تیر مورد سوال فشرده و دارای دو محور تقارن است. بنابراین مطابق با جدول صفحه ۸۴، دو حالت حدی تسلیم و کمانش پیچشی- جانبی برای آن محتمل خواهد بود.

الف: با توجه به عدم تغییر مقطع تیر، حالت حدی تسلیم تغییر نمی‌کند و لزومی به بررسی آن نیست.

ب: برای کنترل حالت کمانش پیچشی- جانبی LTB باید طول مهارنشده تیر کنترل شود:

گام سوم: تعیین $M_n$ بر اساس حالت حدی کمانش جانبی – پیچشی:

الف) اگر $L_b \leq L_p$ در این حالت لزومی به در نظر گرفتن حالت حدی کمانش جانبی – پیچشی نیست.

## پاسخ ۵۷

ب) اگر $L_p < L_b \leq L_r$ :

$$M_n = min\begin{cases} C_b * [M_p - [(M_p - 0.7 * S_x * f_y)(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p})]] \\ M_p \end{cases}$$

ب) اگر $L_b > L_r$ :

$$M_n = min\begin{cases} F_{cr} * S_x \\ M_p \end{cases}$$

$$F_{cr} = \frac{C_b * \pi^2 * E}{(\frac{L_b}{r_{ts}})^2}\sqrt{1 + 0.078\frac{JC}{S_x * h_0} * (\frac{L_b}{r_{ts}})^2}$$

$$L_p = 1.76 * r_y\sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$L_r = 1.95 * r_{ts} * \frac{E}{0.7f_y}\sqrt{\frac{JC}{S_x * h_0} + \sqrt{(\frac{JC}{S_x * h_0})^2 + 6.76(\frac{0.7f_y}{E})^2}}$$

## پاسخ ۵۷

با مراجعه به جدول اشتال، برای مقطع $IPE240$ ، $r_y = 26.9\ mm$ بدست خواهد آمد:

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.76 \times 26.9 \times \sqrt{\frac{200000}{240}} = 1366.7\ mm$$

$$L_r = 4963\ mm$$

بر اساس اطلاعات مسئله:

در حالت اول $L_p \le L_b \le L_r$

در حالت دوم $L_b > L_r$

## پاسخ ۵۷

حالت اول، کمانش پیچشی- جانبی غیرارتجاعی رخ داده و مقدار $M_n$ به صورت زیر تعیین خواهد شد:

$$M_{n1} = C_b \left[ M_p - (M_p - 0.7F_y S_x)\left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}\right) \right] \leq M_p$$

همچنین برای مقطع $IPE240$ ، $S_x = 324000\ mm^3$ و $Z_x = 367000\ mm^3$ ، لذا

$$M_p = Z_x F_y = 88.08\ kN.m$$

تیر طره است، لذا طبق تبصره ۱ صفحه ۸۶، $C_b = 1$

$$M_{n1} = \left[ 88.08 - (88.08 - 0.7 \times 240 \times 324000 \times 10^{-6})\left(\frac{3 - 1.37}{4.96 - 1.37}\right) \right] = 72.8\ kN.m$$

حالت دوم، کمانش پیچشی- جانبی ارتجاعی باید بررسی شود و مقدار $M_n$ به صورت زیر تعیین خواهد شد:

$$M_{n2} = F_{cr} S_x$$

## پاسخ ۵۷

برای مقطع $IPE240$ ، $h_0 = 230.2\ mm$ و $r_{ts} = 31.7\ mm$ و $C = 1$ و همچنین $J = 93583\ mm^4$

لذا :

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{Jc}{S_x h_0} \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} = \frac{\pi^2 \times 200000}{\left(\frac{6000}{31.7}\right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{129000}{324000 \times 230.2} \left(\frac{6000}{31.7}\right)^2}$$

$$= 133.07\ MPa$$

در نهایت:

$$M_{n2} = 43.11\ kN.m$$

## پاسخ ۵۷

مقایسه بین $M_{n1}$ و $M_{n2}$ به صورت زیر نتیجه خواهد داد:

$$\frac{M_{n2}}{M_{n1}} = \frac{43.11}{72.8} = 0.59$$

حدود ۴۰ درصد کاهش یافته است.

گزینه **۲** صحیح است.

تشابه

## تشابه سوال ۵۷

**تشابه بسیار زیاد این سوال با سوال تالیفی شماره ۳۲ کتابچه تمرین تست سبزسازه**

۳۲. در تیر شکل نشان زیر در مرحله اول طراحی ، تکیه‌گاه‌های جانبی در تکیه‌گاه و در وسط قرار داده شده‌اند. چنانچه بخواهیم تکیه‌گاه جانبی وسط تیر را حذف نمائیم، مقاومت خمشی اسمی به چه صورتی تغییر می‌کند؟ (مقطع تیر $IPE200$ بوده و $f_y = 360mpa$ در تعیین تنش کمانش الاستیک پیچشی جانبی در صورت نیاز، حالت محافظه‌کارانه در نظر گرفته شود.)

۱) بدون تغییر باقی می‌ماند.

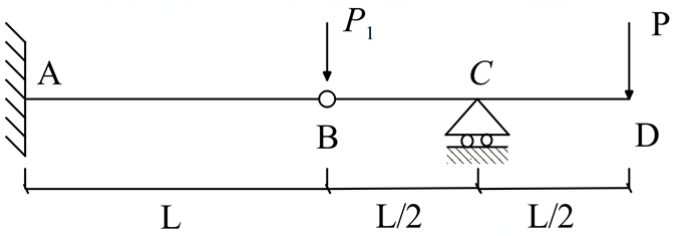
۲) حدود هفت درصد افزایش می‌یابد.

۳) حدود سی درصد کاهش می‌یابد.

۴) حدود چهل درصد کاهش می‌یابد.

## سوال ۵۸

در تیر شکل زیر اگر از تغییر طول محوری اعضا صرف‌نظر شود و صلبیت خمشی تمامی اعضا یکسان و برابر EI باشد، به ازای چه مقدار $P_1$ برحسب P، جابه‌جایی قائم نقطهٔ D برابر صفر خواهد بود؟




۱) $\frac{6}{4}$

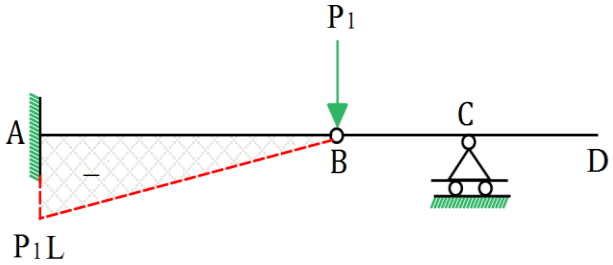
۲) 1.0

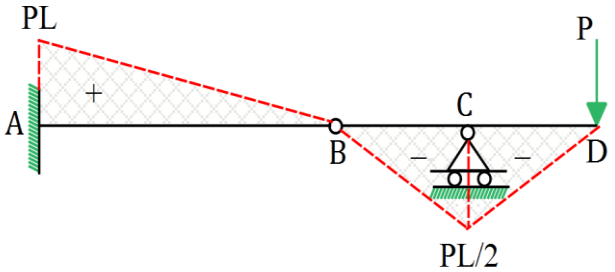
۳) $\frac{9}{8}$

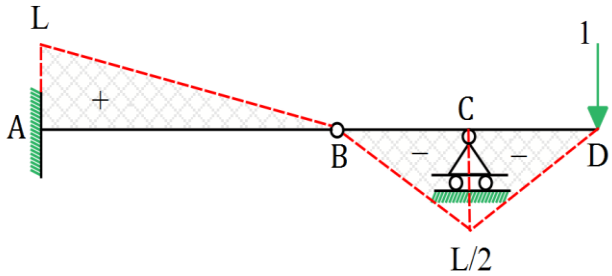
۴) $\frac{8}{9}$

## پاسخ ۵۸

**روش حل اول:** طبق روش کارمجازی در سازه‌های معین داریم: با ترسیم نمودار لنگر خمشی و استفاده از جدول روش ترسیمی مور می‌توان جابجایی قائم نقطهٔ D را محاسبه نمود:



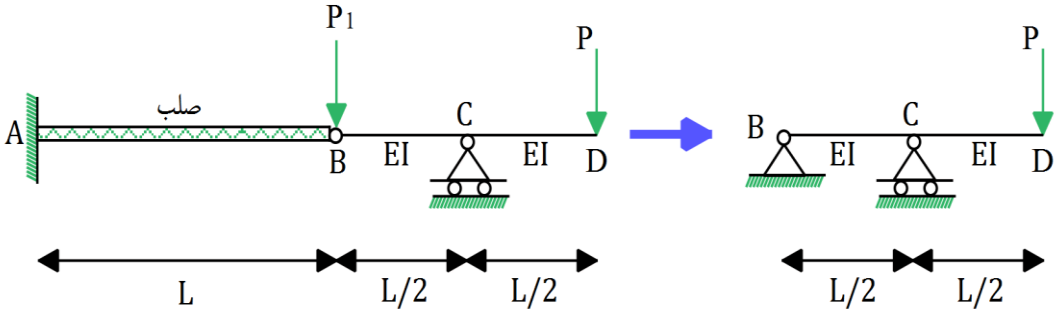

سازه مجازی

$$\Delta_{D_y} = 0 \quad \rightarrow -\frac{P_1 L * L * L}{3EI} + 2 * \frac{\frac{PL}{2} * \frac{L}{2} * \frac{L}{2}}{3EI} + \frac{PL * L * L}{3EI} = 0$$

$$\rightarrow P_1 = \frac{5}{4} P$$

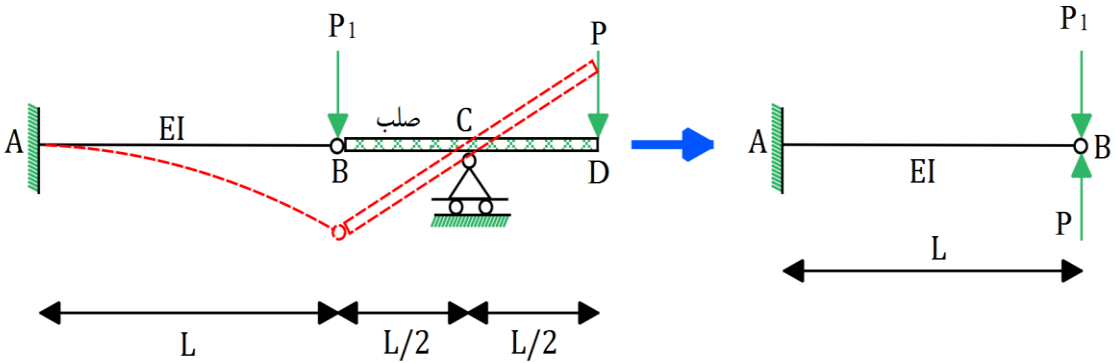
**روش حل دوم:** طبق اصل انعطاف پذیری و استفاده از روابط حفظی در سازه های معین می توان جابجایی قائم نقطهٔ D را محاسبه نمود:

حالت الف: صلبیت خمشی عضو AB را به سمت بی نهایت میل می‌دهیم:




$$\Delta_{D\,y\text{الف}} = \frac{2 * P * \left(\frac{L}{2}\right)^3}{3EI} = \frac{PL^3}{12EI}$$

حالت ب: صلبیت خمشی عضو BD را به سمت بی نهایت میل می دهیم:




$$\Delta_{D\,y\text{ب}} = -\Delta_B = -\frac{(P_1 - P) * L^3}{3EI} = -\frac{P_1 L^3}{3EI} + \frac{PL^3}{3EI}$$

در نهایت طبق اصل جمع آثار قوا داریم:

$$\Delta_{Dy} = \Delta_{Dy\text{الف}} + \Delta_{Dy\text{ب}} = 0$$

$$\rightarrow \frac{PL^3}{12EI} - \frac{P_1 L^3}{3EI} + \frac{PL^3}{3EI} = 0$$

$$\rightarrow P_1 = \frac{5}{4}P$$

پاسخ سوال گزینهٔ (۱)

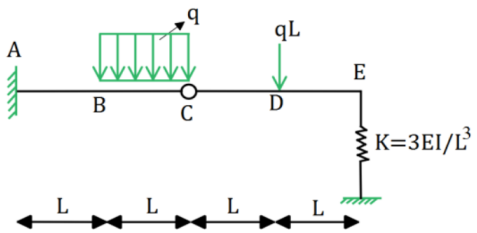
تشابه

## تشابه سوال ۵۸

### تشابه این سوال با سوال ۳۹ کتاب تحلیل سازهٔ سبز سازه

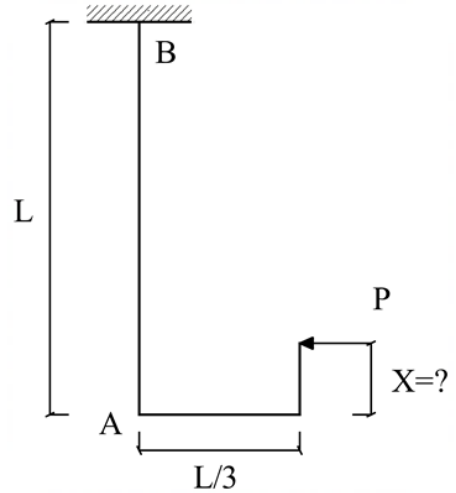
**مثال ۳-۳۹**

تغییرمکان در نقطهٔ D از تیر زیر را محاسبه کنید. EI=cte



## سوال ۵۹

در سازهٔ شکل زیر به ازای چه مقدار برای x جابه‌جایی افقی در وسط عضو AB برابر صفر خواهد بود؟ صلبیت خمشی کلیهٔ اعضا EI بوده و از تغییر طول محوری آن‌ها صرف‌نظر شود.




۱) $\frac{2}{3}L$

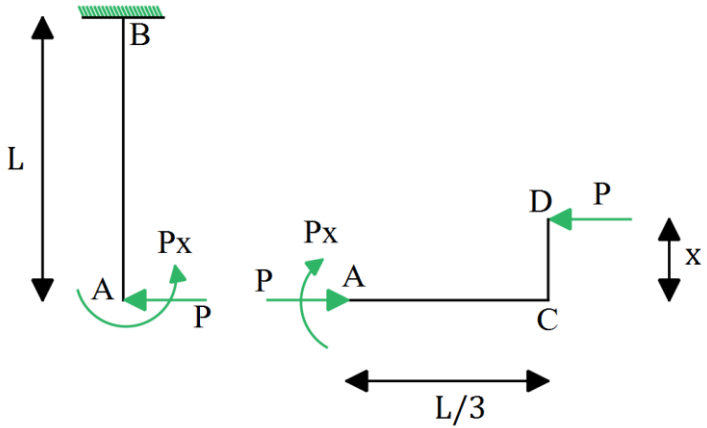
۲) $\frac{5}{6}L$

۳) $\frac{1}{2}L$

۴) $\frac{1}{3}L$

## پاسخ ۵۹

سازه معین بوده و طبق روابط حفظی در تیرهای طره ای داریم: با برش در نقطهٔ A مقدار برش و لنگر در نقطهٔ A را محاسبه می کنیم:

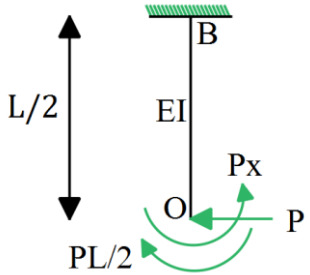


در ادامه با برش در وسط ستون AB مقدار خیز افقی این نقطه را محاسبه می کنیم:

$$\Delta_{Ox}=0 \quad \rightarrow \frac{\frac{PL}{2}*\left(\frac{L}{2}\right)^2}{2EI}+\frac{P*\left(\frac{L}{2}\right)^3}{3EI}-\frac{Px*\left(\frac{L}{2}\right)^2}{2EI}=0$$

$$\rightarrow \frac{5PL^3}{48EI}=\frac{PL^2x}{8EI}$$

$$\rightarrow 5L=6x \quad \rightarrow x=\frac{5L}{6}$$



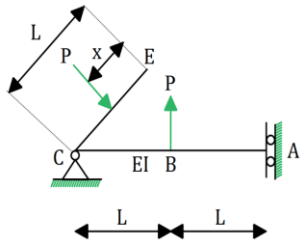

پاسخ سوال گزینهٔ (۲)

تشابه

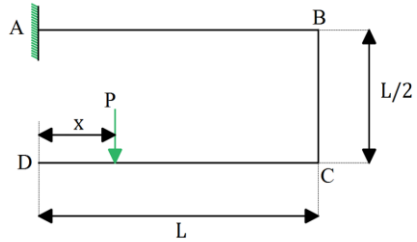
## تشابه سوال ۵۹

**تشابه بالای این سوال با سوالات تالیفی تحلیل سازهٔ در گروه های تحلیل سازه سبز سازه**

در سازهٔ شکل زیر مقدار x چقدر باشد تا تغییرمکان قائم نقطهٔ A برابر صفر شود؟




در سازه شکل زیر در صورتی که نقطهٔ B هیچ چرخشی نداشته باشد مقدار x را محاسبه کنید؟ EI=cte



## سوال ۶۰

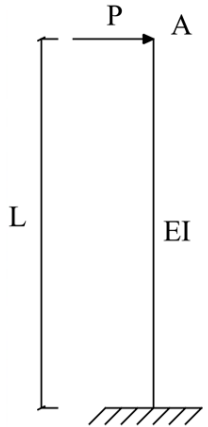
در شکل زیر، اگر از تغییر طول محوری اعضا قائم صرف‌نظر شود، جابه‌جایی افقی نقطهٔ A در سازهٔ (۱) چند برابر جابه‌جایی افقی نقطهٔ A در سازهٔ (۲) است؟

۱) 1

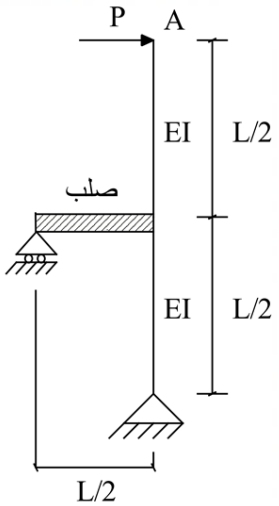
۲) 4

۳) 3

۴) 2




سازه (1)

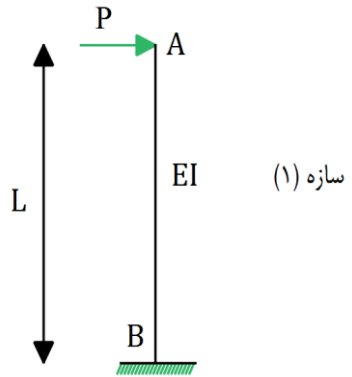



سازه (2)

## پاسخ ۶۰

هر دو سازه معین می‌باشند و به صورت زیر جابجایی افقی نقطهٔ A را در هر دو سازه محاسبه می‌کنیم:

تحلیل سازهٔ (۱): طبق روابط حفظی خیز در تیرهای طره‌ای داریم:



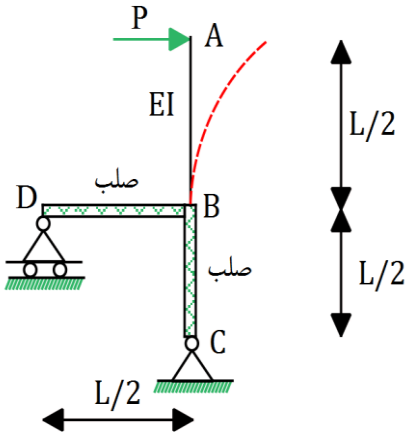

$$\left(\Delta_{Ax}\right)_1 = \frac{PL^3}{3EI}$$

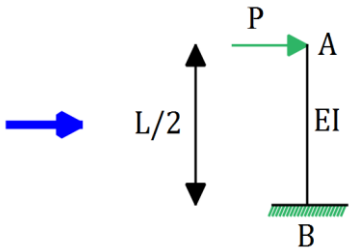
## پاسخ ۶۰

تحلیل سازهٔ (۲):

روش حل اول طبق اصل سازگاری و روابط حفظی خیز در تیرها داریم:

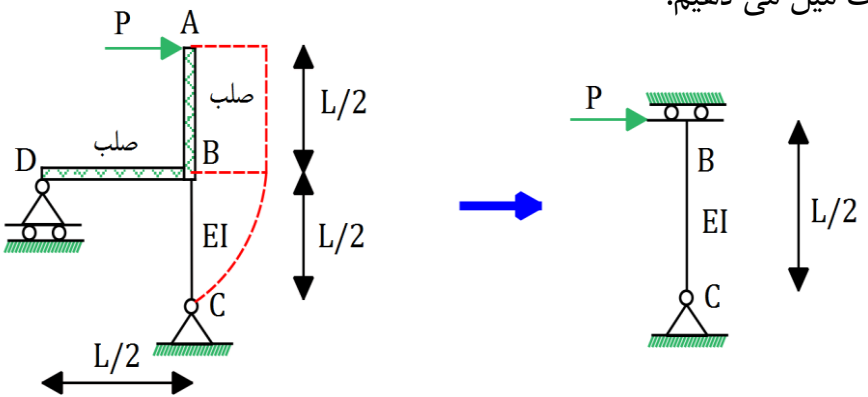
**حالت الف:** صلبیت خمشی عضو BC را به سمت بی نهایت میل می دهیم:




$$\left(\Delta_{A_x \text{ الف}}\right)_2 = \frac{P\left(\frac{L}{2}\right)^3}{3EI} = \frac{PL^3}{24EI}$$

**حالت ب:** صلبیت خمشی عضو BD را به سمت بی نهایت میل می دهیم:



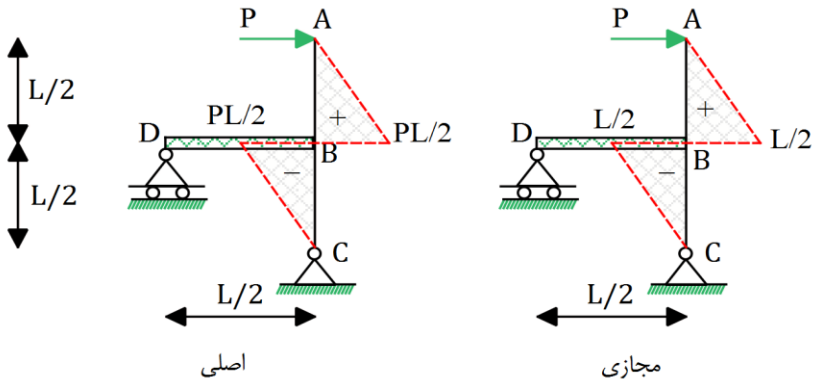

$$\left(\Delta_{A_x \text{ ب}}\right)_2 = \frac{P\left(\frac{L}{2}\right)^3}{3EI} = \frac{PL^3}{24EI}$$

در نهایت طبق اصل جمع آثار قوا داریم:

$$\left(\Delta_{A_x}\right)_2 = \left(\Delta_{A_x \text{ الف}}\right)_2 + \left(\Delta_{A_x \text{ ب}}\right)_2 = \frac{PL^3}{24EI} + \frac{PL^3}{24EI} = \frac{PL^3}{12EI}$$

تحلیل سازهٔ (۲):

روش حل دوم طبق روش کارمجازی داریم:




$$\left(\Delta_{A_x}\right)_2 = 2 * \frac{\frac{PL}{2} * \frac{L}{2} * \frac{L}{2}}{3EI} = \frac{PL^3}{12EI}$$

در نهایت داریم:

$$\frac{(\Delta_{Ax})_1}{(\Delta_{Ax})_2} = \frac{\frac{PL^3}{3EI}}{\frac{PL^3}{12EI}} = 4$$

پاسخ سوال گزینهٔ (۲)

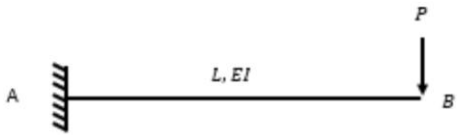
تشابه

## تشابه سوال ۶۰

**تشابه بسیار بالای این سوال با سوالات تالیفی زیر در کتابچه تست و تمرینات بخش کارمجازی تدریس تحلیل سازهٔ سبز سازه**



۱۲. مقدار شیب و تغییرمکان در سر تیر شکل مقابل به ترتیب چقدر است؟




۱) $\frac{PL^3}{EI}$ و $\frac{PL^2}{EI}$

۲) $\frac{PL^3}{EI}$ و $\frac{PL^2}{2EI}$

۳) $\frac{PL^3}{3EI}$ و $\frac{PL^2}{2EI}$

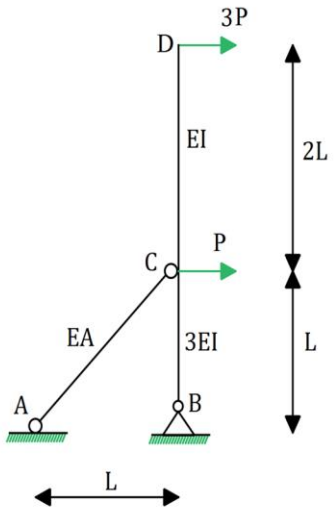
۴) $\frac{PL^3}{3EI}$ و $\frac{PL^2}{EI}$

تشابه

## تشابه سوال ۶۰

**تشابه بسیار بالای این سوال با سوالات تالیفی زیر در کتابچه تست و تمرینات بخش کارمجازی تدریس تحلیل سازهٔ سبز سازه**

در سازهٔ شکل زیر تغییرمکان افقی نقطهٔ D چه مقدار است؟ $EA = \frac{EI}{\sqrt{2}L^2}$



جامع ترین آموزش طراحی کشور

# تور تخصصی و جامع آموزش طراحی سازه

- بیش از ۲۸۰ ساعت **فیلم آموزش مفهومی** طراحی سازه ها به همراه مثال های **کاربردی و واقعی بازار کار**
- انجام **پنج پروژه تمرینی** برای سنجش تسلط به طراحی انواع سازه متداول
- **آزمون، پروژه نهایی و دفاع از پروژه** در مقابل کنترلر نظام مهندسی
- **مشاوره تخصصی و پشتیبانی علمی در گروه تلگرامی** به مدت ۱۲ ماه
- **اعطای گواهینامه** سبزسازه پس از قبولی در آزمون نهایی با **امضای کنترلر نظام مهندسی**
- **معرفی به بازار کار** جهت جذب پروژه و ایجاد شبکه کاری در سایت سبزسازه با روزی ۲۰/۰۰۰ بازدید

در **مدت ۱۲ ماه با تبدیل به یک طراح حرفه‌ای،**
**به بالاترین میزان مهارت و درآمد یک طراح سازه برسید.**

مشاوره دوره : **۰۹۰۵۹۶۹۷۵۹۷**

**دریافت اطلاعات بیشتر**

# بسته جامع آموزش آزمون محاسبات سبزسازه

گروه صنعتی سبزسازه
بالاترین آمار قبولی کشور

- با **تشریح مفهومی ۹۰% بندهای آیین‌نامه** در قالب فیلم آموزشی نگران یادگیری بندهای گنگ آیین نامه نخواهیدبود.
- **بانک تست‌های تألیفی سبزسازه (بیش از ۹۵۰ تست تألیفی)** براساس آخرین ویرایش آیین‌نامه‌های مبحث ۶ و ۹
- با کمک **جزوه خلاصه نکات مباحث و فلوچارت‌های افزایش سرعت** دیگه سر جلسه آزمون زمان رو از دست نخواهیدداد.
- با **پشتیبانی علمی در گروه تلگرامی** مخصوص شرکت‌کنندگان دوره، سوال و ابهامی بی پاسخ نخواهدماند.
- .با کمک **مشاورین تخصصی** از سردرگمی برنامه‌ریزی و چگونگی نحوه مطالعه نجات خواهید یافت.
- با کمک **ویدئوهای مرورطلایی مباحث ۶، ۹، ۱۰ و ۲۸۰۰** به یک جمع بندی صحیح و دقیق خواهید رسید.

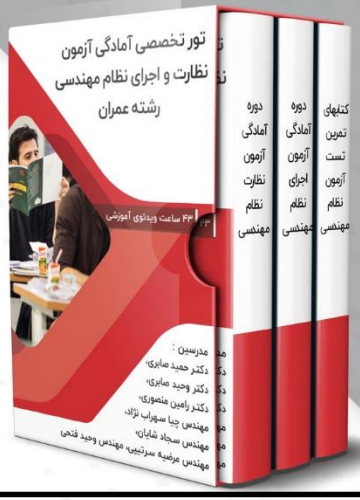
## کسب بالاترین آمار قبولی و تشابه اتفاقی نیست!
## از مشاورین تخصصی کمک بگیرید.

مشاوره دوره : ۰۹۹۱۹۹۷۳۰۵۰

**دریافت اطلاعات بیشتر**

# بسته جامع آموزش آزمون نظارت و اجرا سبزسازه

- **با ۴۴ ساعت ویدئوی آموزشی** مربوط به بخش های محاسباتی به تمامی بندهای گنگ آیین نامه مسلط خواهیدشد.
- **با استفاده از کتاب‌های طبقه بندی شده بانک سوالات همراه با پاسخنامه** با تله‌های طراحان سوال بیشتر آشنا می‌شوید.
- **با ۲۲ آزمون نظارت و اجرای گذشته** بصورت مبحث به مبحث و طبق صفحات آیین نامه، به قدرت تست زنی بسیار بالایی می‌رسید.
- **با کمک پشتیبانی علمی، مشاورین** و برنامه ریزی تخصصی در تلگرام جای هیچ ابهام و سردرگمی باقی نخواهدماند.
- با شرکت **در دو مرحله آزمون تالیفی** ، سطح تسلط و آمادگی خود را محک زده و به بالاترین میزان آمادگی برای آزمون خواهیدرسید.




**برای قبولی در آزمون نظارت و اجرا حتما مشاوره بگیرید!**

**مشاور دوره: ۰۹۳۰۲۲۵۸۷۱۷**

**دریافت اطلاعات بیشتر**