



پاسخنامه تشریحی سوالات استاندارد 2800 آزمون محاسبات دی ماه 1404



دکتر رامین منصوری



dr_aminmansouri1370



dr_aminmansouri

پاسخنامه سوالات استاندارد 2800 محاسبات بر اساس دفترچه: 211C



10- در یک ساختمان 2 طبقه مسکونی متعارف به ارتفاع کل 7 متر از تراز پایه و از نوع قاب خمشی فولادی ویژه واقع در شهر تهران، اگر برای محاسبه نیروی زلزله از زمان تناوب تجربی (بدون هرگونه کاهش یا افزایش) استفاده شود. مقدار برش پایه برابر V_u به دست می‌آید. اگر این ساختمان به جای شهر تهران در شهر اصفهان و با همان کیفیت طراحی اجرا شود در کدام یک از حالت‌های زیر نسبت مقدار برش پایه ساختمان واقع در شهر اصفهان به مقدار برش پایه ساختمان واقع در شهر تهران دارای بیشترین مقدار خواهد بود؟

(1) هر دو بر روی زمین نوع III اجرا شده باشند.

(2) هر دو بر روی زمین نوع IV اجرا شده باشند.

(3) هر دو بر روی زمین نوع II اجرا شده باشند.

(4) هر دو بر روی زمین نوع I اجرا شده باشند.

سطح سوال آسان

حل: طبق بند 3-3-1-28 استاندارد 2800 ویرایش چهارم داریم:

$$V_u = CW$$

(۱-۳)

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 $1/4$ تقسیم شود.

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

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

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

(۲-۳)

در این رابطه:

- | | |
|--|------|
| A: نسبت شتاب مبنای طرح مطابق بند (۲-۲) | ص ۱۴ |
| B: ضریب بازتاب ساختمان مطابق بند (۳-۲) | ص ۱۴ |
| I: ضریب اهمیت ساختمان مطابق بند (۴-۳-۳) | ص ۳۳ |
| R_u : ضریب رفتار ساختمان مطابق بند (۵-۳-۳) | ص ۳۴ |

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

$$V_{u \min} = 0.12AIW$$

(۳-۳)

ردیف	مرکز جمعیتی	استان	خطر نسبی زلزله		
			کم	متوسط	زیاد
۲۸	تهران	تهران			بسیار زیاد
۸۶	اصفهان	اصفهان		*	*

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

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

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

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی	R_u	Ω_0	C_d	H_m (متر)
ب- سیستم قاب خمشی	۱- قاب خمشی بتن آرمه ویژه [۴]	۷/۵	۳	۵/۵	۲۰۰
	۲- قاب خمشی بتن آرمه متوسط [۴]	۵	۳	۴/۵	۳۵
	۳- قاب خمشی بتن آرمه معمولی [۴] و [۱]	۳	۳	۲/۵	-
	۴- قاب خمشی فولادی ویژه	۷/۵	۳	۵/۵	۲۰۰
	۵- قاب خمشی فولادی متوسط	۵	۳	۴	۵۰
	۶- قاب خمشی فولادی معمولی [۱]	۳/۵	۳	۳	-

۴-۳-۳ ضریب اهمیت ساختمان، I

ضریب اهمیت ساختمان با توجه به گروه طبقه بندی آنها، در بند (۱-۶)، مطابق جدول (۳-۳) تعیین می گردد:

جدول ۳-۳ ضریب اهمیت ساختمان

طبقه بندی ساختمان	ضریب اهمیت
گروه ۱	۱/۴
گروه ۲	۱/۲
گروه ۳	۱/۰
گروه ۴	۰/۸

گروه ۳- ساختمان های «با اهمیت متوسط»

این گروه ساختمان ها شامل کلیه ساختمان های مشمول این آیین نامه، بجز ساختمان های عنوان شده در سه گروه دیگر می باشند، مانند **ساختمان های مسکونی** و اداری و تجاری، هتل ها، پارکینگ های چند طبقه، انبار ها، کارگاه ها، ساختمان های صنعتی



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

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

۳-۳-۳ زمان تناوب اصلی نوسان، T

۱-۳-۳-۳ 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 به دست آورد.

الف- برای ساختمان‌های با سیستم قاب خمشی

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

- در قاب‌های فولادی

$$T = 0.08H^{0.75}$$

(۳-۳)

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

الف- برای پهنه‌های با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$$N = 1$$

$$T < T_s$$

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

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

(۳-۲)

$$N = 1.7$$

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

ب- برای پهنه‌های با خطر نسبی متوسط و کم

$$N = 1$$

$$T < T_s$$

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

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

(۴-۲)

$$N = 1.4$$

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

روابط فوق برای خاک نوع II در شکل (۲-۲) نشان داده شده‌اند.

۳-۲ ضریب بازتاب ساختمان، B

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

$$B = B_1 N$$

(۱-۲)

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

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

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

$$B_1 = S + 1 \quad T_0 < T < T_s$$

$$B_1 = (S + 1)(T_s/T) \quad T > T_s$$

(۲-۲)

با توجه به برابر بودن ضریب اهمیت و ضریب رفتار R_u و وزن موثر لرزه ای W در تمام گزینه های سوال، بنابراین:

$$\rightarrow V_u \propto AB$$

کنترل گزینه ۱: برای زمین نوع III:

$$T = 0.08 * (7)^{0.75} = 0.344s$$

$$\rightarrow V_{u\text{تهران}} = AB = 0.35 * 2.75 = 0.9625 \geq V_{u\min} \text{ ok } \checkmark$$

$$\rightarrow V_{u\text{اصفهان}} = AB = 0.25 * 2.75 = 0.6875 \geq V_{u\min} \text{ ok } \checkmark$$

$$A_{\text{تهران}} = 0.35, A_{\text{اصفهان}} = 0.25$$

$$I = 1$$

$$T_0 < T < T_s$$

$$\rightarrow S_{\text{تهران}} = S_{\text{اصفهان}} = 1.75$$

$$N = 1$$

$$B_{\text{تهران}} = B_{\text{اصفهان}} = B_1 = S + 1 = 1.75 + 1 = 2.75$$

$$R_u = 7.5$$

$$\rightarrow \frac{V_{u\text{اصفهان}}}{V_{u\text{تهران}}} = \frac{0.6875}{0.9625} = 0.714$$



کنترل گزینه 2: برای زمین نوع IV:

$$T = 0.08 * (7)^{0.75} = 0.344s$$

$$\rightarrow V_{u\text{تهران}} = AB = 0.35 * 2.75 = 0.9625 \geq V_{umin} \text{ ok } \checkmark$$

$$\rightarrow V_{u\text{اصفهان}} = AB = 0.25 * 3.25 = 0.8125 \geq V_{umin} \text{ ok } \checkmark$$

$$A_{\text{تهران}} = 0.35, A_{\text{اصفهان}} = 0.25$$

$$T_o < T < T_s$$

$$\rightarrow S_{\text{تهران}} = 1.75$$

$$\rightarrow S_{\text{اصفهان}} = 2.25$$

$$T_o < T < T_s$$

$$N = 1$$

$$B_{\text{اصفهان}} = B_1 = S_{\text{اصفهان}} + 1 = 2.25 + 1 = 3.25$$

$$B_{\text{تهران}} = B_1 = S_{\text{تهران}} + 1 = 1.75 + 1 = 2.75$$

$$\rightarrow \frac{V_{u\text{اصفهان}}}{V_{u\text{تهران}}} = \frac{0.8125}{0.9625} = 0.844$$

کنترل گزینه 3: برای زمین نوع II:

$$T = 0.08 * (7)^{0.75} = 0.344s$$

$$\rightarrow V_{u\text{تهران}} = AB = 0.35 * 2.5 = 0.875 \geq V_{umin} \text{ ok } \checkmark$$

$$\rightarrow V_{u\text{اصفهان}} = AB = 0.25 * 2.5 = 0.625 \geq V_{umin} \text{ ok } \checkmark$$

$$A_{\text{تهران}} = 0.35, A_{\text{اصفهان}} = 0.25$$

$$T_o < T < T_s$$

$$\rightarrow S_{\text{تهران}} = S_{\text{اصفهان}} = 1.5$$

$$N = 1$$

$$B_{\text{تهران}} = B_{\text{اصفهان}} = B_1 = S + 1 = 1.5 + 1 = 2.5$$



$$R_u = 7.5$$

$$\rightarrow \frac{V_{u\text{اصفهان}}}{V_{u\text{تهران}}} = \frac{0.625}{0.875} = 0.714$$

کنترل گزینه 4: برای زمین نوع I:

$$T = 0.08 * (7)^{0.75} = 0.344s$$

$$\rightarrow V_{u\text{تهران}} = AB = 0.35 * 2.5 = 0.875 \geq V_{u\min} \text{ ok } \checkmark$$

$$\rightarrow V_{u\text{اصفهان}} = AB = 0.25 * 2.5 = 0.625 \geq V_{u\min} \text{ ok } \checkmark$$

$$A_{\text{تهران}} = 0.35, A_{\text{اصفهان}} = 0.25$$

$$T_o < T < T_s$$

$$\rightarrow S_{\text{تهران}} = S_{\text{اصفهان}} = 1.5$$

$$N = 1$$

$$B_{\text{تهران}} = B_{\text{اصفهان}} = B_1 = S + 1 = 1.5 + 1 = 2.5$$

$$R_u = 7.5$$

$$\rightarrow \frac{V_{u\text{اصفهان}}}{V_{u\text{تهران}}} = \frac{0.625}{0.875} = 0.714$$

در نهایت داریم:

$$\rightarrow \left(\frac{V_{u\text{اصفهان}}}{V_{u\text{تهران}}} \right)_{\max} = 0.844 \rightarrow \text{زمین نوع IV}$$

تذکر مهم: در این سوال مفهومی با کمی دقت می توان فهمید که با توجه به $V_u \propto AB$ و $B = S + 1$ فقط در زمین نوع IV مقدار S برای اصفهان با خطر نسبی متوسط بیشتر از تهران با خطر نسبی بسیار زیاد است. لذا در همین نوع خاک نسبت V_u اصفهان به تهران بیشترین مقدار را دارد. لذا نیازی به محاسبات بالا نمی باشد و گزینه 2 پاسخ سوال است.

پاسخ سوال گزینه (2)



11- یک ساختمان مسکونی از نوع سیستم قاب ساختمانی با مهاربندهای همگرای ویژه فولادی در هر دو راستا و به ارتفاع 65 متر از روی تراز پایه مفروض است. در خصوص این ساختمان کدام یک از عبارت‌های زیر صحیح نیست؟ (1) در صورتی که زمین ساختگاه از نوع II باشد، استفاده از این نوع سیستم سازه ای تحت شرایطی می تواند بلامانع باشد.

(2) در صورتی که ساختمان دارای نامنظمی در پلان از نوع شدید پیچشی باشد، استفاده از این نوع سیستم سازه ای نمی تواند مجاز باشد.

(3) در صورتی که ساختمان مشمول اعمال ضریب نامعینی شود، استفاده از این نوع سیستم سازه ای نمی تواند مجاز باشد.

(4) در صورتی که در هر دو امتداد اصلی، ساختمان دارای سیستم مقاوم جانبی در هر دو طرف مرکز جرم باشد، استفاده از این نوع سیستم سازه ای تحت شرایطی می تواند بلامانع باشد.

سطح سوال متوسط و جدید

حل: طبق زیر نویس شماره 2 جدول 3-4 صفحه 35 استاندارد 2800 ویرایش چهارم داریم:

جدول 3-4 مقادیر ضریب رفتار ساختمان، R_u ، همراه با حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان H_m

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی	R_u	Ω_0	C_d	H_m (متر)
ب- سیستم قاب ساختمانی	۱- دیوارهای برشی بتن‌ارمه ویژه [۲]	۶	۲/۵	۵	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن‌ارمه متوسط	۵	۲/۵	۴	۳۵
	۳- دیوارهای برشی بتن‌ارمه معمولی [۱]	۴	۲/۵	۳	-
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۳	۲/۵	۲/۵	۱۵
	۵- مهاربندی واگرای ویژه فولادی [۲] و [۳]	۷	۲	۴	۵۰
	۶- مهاربندی کمانش تاب	۷	۲/۵	۵	۵۰
	۷- مهاربندی همگرای معمولی فولادی	۳/۵	۲	۳/۵	۱۵
	۸- مهاربندی همگرای ویژه فولادی [۲]	۵/۵	۲	۵	۵۰

[۲] ارتفاع مجاز در سیستم قاب ساختمانی با دیوار برشی بتن‌ارمه ویژه، با مهاربندهای واگرای ویژه یا با مهاربندهای همگرای ویژه، در صورتی که شرایط زیر موجود باشد، می تواند از ۵۰ متر به ۷۵ متر افزایش یابد:

الف- زمین ساختگاه از نوع I، II یا III جدول (۴-۲) باشد.

ب- ساختمان دارای نامنظمی در پلان از نوع شدید پیچشی نباشد.

پ- ساختمان در هر امتداد اصلی دارای سیستم مقاوم جانبی در دو طرف مرکز جرم باشد.

کنترل گزینه 1: طبق مورد الف زیر نویس شماره 2 جدول 3-4 در صورتی که زمین ساختگاه از نوع II باشد، استفاده از این نوع سیستم سازه ای تحت شرایطی می تواند بلامانع باشد. این گزینه صحیح است و پاسخ سوال نیست.

کنترل گزینه 2: طبق مورد الف زیر نویس شماره 2 جدول 3-4 در صورتی که ساختمان دارای نامنظمی در پلان از نوع شدید پیچشی باشد، استفاده از این نوع سیستم سازه ای نمی تواند مجاز باشد. این گزینه صحیح است و پاسخ سوال نیست.

کنترل گزینه 3: در صورتی که ساختمان مشمول اعمال ضریب نامعینی شود، استفاده از این نوع سیستم سازه ای نمی تواند مجاز باشد. این گزینه صحیح نیست و پاسخ سوال است.

کنترل گزینه 4: طبق مورد پ زیر نویس شماره 2 جدول 3-4 در صورتی که در هر دو امتداد اصلی، ساختمان دارای سیستم مقاوم جانبی در هر دو طرف مرکز جرم باشد، استفاده از این نوع سیستم سازه ای تحت شرایطی می تواند بلامانع باشد. این گزینه صحیح است و پاسخ سوال نیست.

پاسخ سوال گزینه (3)

12- یک ساختمان مسکونی 10 طبقه از روی تراز پایه (سطح زمین) از نوع قاب خمشی بتن آرمه ویژه با ارتفاع و وزن مؤثر لرزه ای یکسان در تمامی طبقات مفروض است. در صورتی که مقدار برش پایه این ساختمان V_u باشد و جداگرهای میانقاب مانعی برای حرکت قاب ها ایجاد نمایند، در تحلیل به روش استاتیکی معادل مقدار نیروی جانبی در تراز سقف بالاترین طبقه (بام) به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ ارتفاع هر طبقه 4 متر در نظر گرفته شود.

(1) $0.2 V_u$

(2) $0.3 V_u$

(3) $0.15 V_u$

(4) $0.25 V_u$

سطح سوال آسان و تکراری

حل: طبق بند 3-3-6 صفحه 38 استاندارد 2800 ویرایش چهارم داریم:

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

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

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

در این رابطه:

F_{ui} : نیروی جانبی در تراز طبقه i

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

h_i : ارتفاع تراز سقف طبقه i از تراز پایه

n : تعداد طبقات ساختمان از تراز پایه به بالا

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

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

مقدار K برای مقادیر T کوچک‌تر از 0.5 ثانیه و بزرگ‌تر از 2.5 ثانیه باید به ترتیب برابر با $1/0$ و $2/0$ در نظر گرفته شود.

۳-۳-۳ زمان تناوب اصلی نوسان، T **۳-۳-۱-۱ 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

- در قاب‌های بتن‌آرمه
(۳-۴)

$$T = 0.05H^{0.9}$$

۲- در مواردی که جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد نمایند: مقدار T باید برابر با 80 درصد مقادیر عنوان شده در بالا در نظر گرفته شود.

$$T = 0.8 * 0.05(H)^{0.9} = 0.8 * 0.05 * (10 * 4)^{0.9} = 1.1s$$

در نهایت داریم:

$$\rightarrow T = 1.1s \rightarrow K = 0.5 * 1.1 + 0.75 = 1.3$$

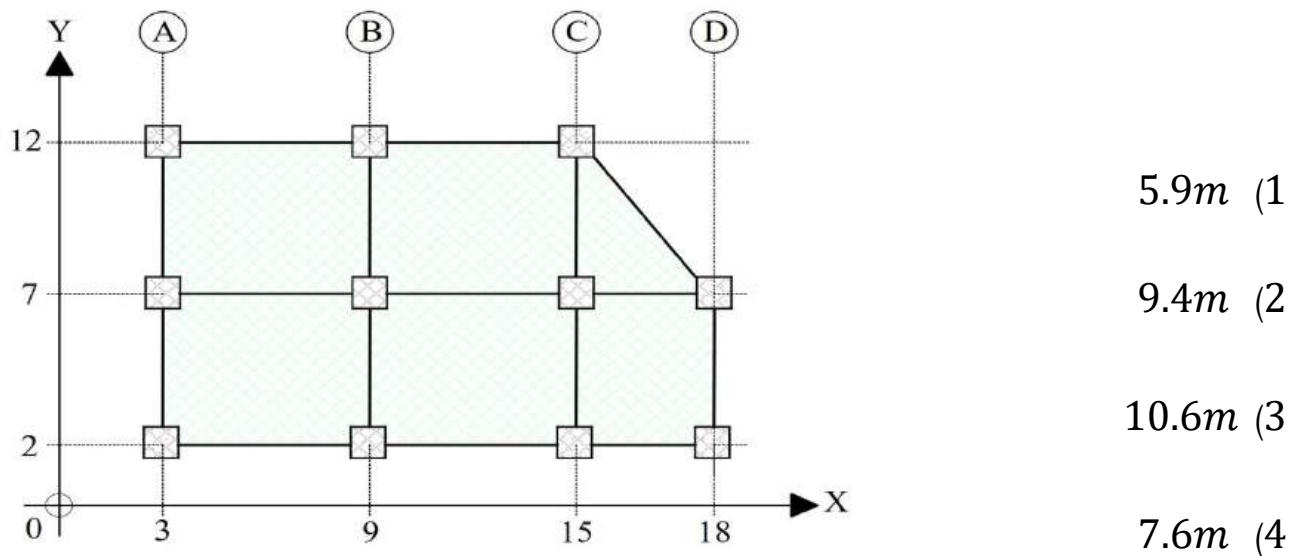
$$F_{u10} = \frac{W * 40^{1.3}}{W(4^{1.3} + 8^{1.3} + 12^{1.3} + 16^{1.3} + 20^{1.3} + 24^{1.3} + 28^{1.3} + 32^{1.3} + 36^{1.3} + 40^{1.3})} * V_u$$

$$F_{u10} = \frac{120.97W}{587.49W} V_u = 0.2V_u$$

پاسخ سوال گزینه (1)



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



سطح سوال متوسط و نکته ای

حل: طبق بند 3-3-7-2 صفحه 39 استاندارد 2800 ویرایش چهارم داریم:

۳-۷-۲ لنگر پیچشی ایجاد شده در طبقه i، در اثر نیروهای جانبی زلزله، از رابطه زیر به دست می آید:

$$M_{ui} = \sum_{j=1}^n (e_{ij} + e_{aj}) F_{uj} \quad (۳-۸)$$

در این رابطه:

e_{ij} : برون مرکزی نیروی جانبی طبقه j نسبت به مرکز سختی طبقه i، فاصله افقی مرکز

جرم طبقه j و مرکز سختی طبقه i

e_{aj} : برون مرکزی اتفاقی طبقه j، موضوع بند (۳-۷-۳)

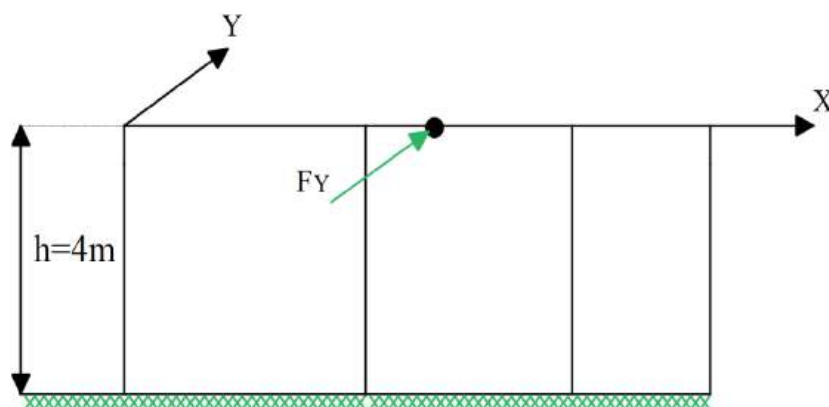
F_{uj} : نیروی جانبی در تراز طبقه j

از طریق شرایط اولیه داده شده در صورت سوال می توان ابتدا مقدار نیروی زلزله در جهت Y را محاسبه نمود:

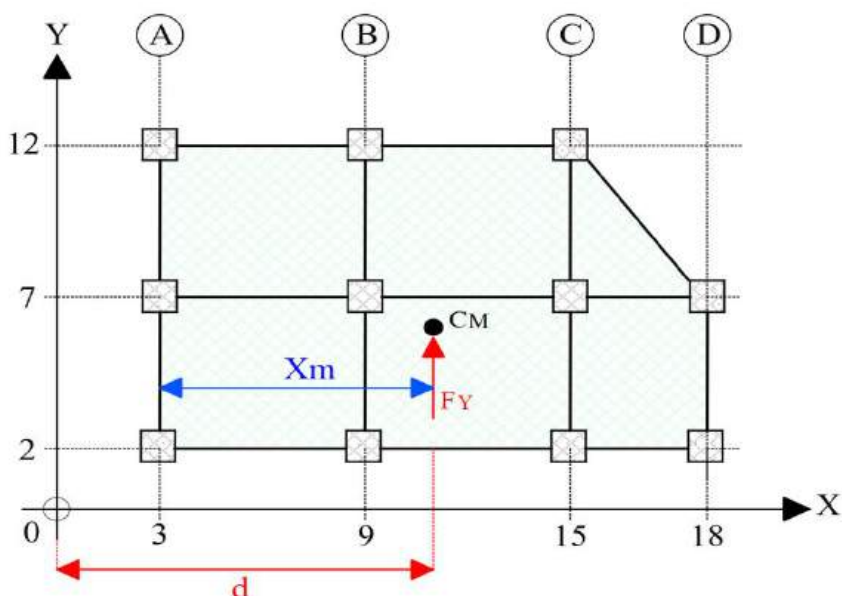
$$\rightarrow M_X = F_Y * h$$

$$\rightarrow F_Y = \frac{M_X}{h}$$

$$\rightarrow F_Y = \frac{1500}{4} = 375 \text{ KN}$$



در ادامه می توان فاصله از محل مرکز جرم تا مبدأ مختصات را به صورت زیر محاسبه نمود:



$$\rightarrow M_Z = F_Y * d$$

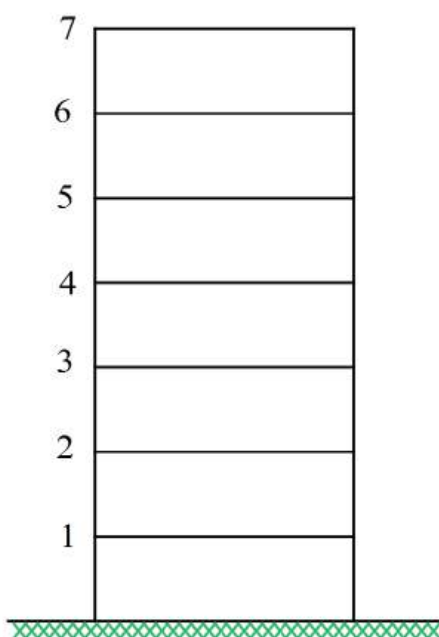
$$\rightarrow 3975 = 375 * d \rightarrow d = 10.6 \text{ m}$$

در نهایت می توان فاصله از محل مرکز جرم تا محور A را به صورت زیر محاسبه نمود:

$$\rightarrow X_m = d - 3 = 10.6 - 3 = 7.6 \text{ m}$$

پاسخ سوال گزینه (4)

16- در یک سازه 7 طبقه که جرم مؤثر لرزه ای و ارتفاع تمام طبقات آن یکسان فرض می شود، نیروی جانبی مؤثر بر دیافراگم طبقه پنجم $F_{pu5} = 580KN$ محاسبه شده است. محاسبات نشان می دهد نیروی جانبی مؤثر بر دیافراگم طبقه چهارم (F_{pu4}) ، 20 درصد بیش از نیروی زلزله (F_{u4}) وارد بر آن طبقه است. نیروی جانبی مؤثر بر دیافراگم طبقه چهارم به کدام یک از گزینه های زیر نزدیکتر است؟ فرض کنید نیروهای مؤثر بر دیافراگم ها بیش از حداقل و کمتر از حداکثر مقادیر آئین نامه ای است. دیافراگم ها صلب فرض شوند.



(1) 520 KN

(2) 580 KN

(3) 550 KN

(4) 610 KN

سطح سوال: متوسط

حل: طبق بند 3-8-3 صفحه 50 استاندارد 2800 ویرایش چهارم داریم:

۸-۳ دیافراگم ها و جمع کنندگان

۳-۸-۳ دیافراگم های صلب و نیمه صلب باید برای تلاش های برشی و لنگرهای خمشی ناشی از نیروی مؤثر بر دیافراگم ها، مطابق رابطه (۱۵-۳) محاسبه شوند.

$$F_{pui} = \left(\frac{\sum_{j=1}^n F_{uj}}{\sum_{j=1}^n W_j} \right) W_i \quad (15-3)$$

در این رابطه:

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

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

W_i و F_{ui} : به ترتیب، نیروهای وارد به طبقه و وزن طبقه مطابق تعاریف بند (۶-۳-۳) در رابطه فوق، حداقل مقدار F_{pui} برابر با $0.5 A_i W_i$ است و حداکثر آن لازم نیست بیشتر از $A_i W_i$ در نظر گرفته شود.



ابتدا طبق داده های صورت سوال داریم:

$$F_{pu5} = 580 \text{ KN}$$

$$F_{pu5} = \frac{F_{u5} + F_{u6} + F_{u7}}{W_5 + W_6 + W_7} * W_5 = \frac{F_{u5} + F_{u6} + F_{u7}}{W + W + W} * W = 580$$

$$\frac{F_{u5} + F_{u6} + F_{u7}}{3} = 580 \rightarrow F_{u5} + F_{u6} + F_{u7} = 1740 \text{ KN}$$

$$F_{pu4} = \frac{F_{u4} + F_{u5} + F_{u6} + F_{u7}}{W_4 + W_5 + W_6 + W_7} * W_4 = 1.2 * F_{u4}$$

$$\frac{F_{u4} + F_{u5} + F_{u6} + F_{u7}}{4W} * W = 1.2 * F_{u4}$$

$$\frac{F_{u4} + F_{u5} + F_{u6} + F_{u7}}{4} = 1.2 * F_{u4}$$

$$F_{u4} + F_{u5} + F_{u6} + F_{u7} = 4.8F_{u4} \rightarrow 3.8F_{u4} = F_{u5} + F_{u6} + F_{u7}$$

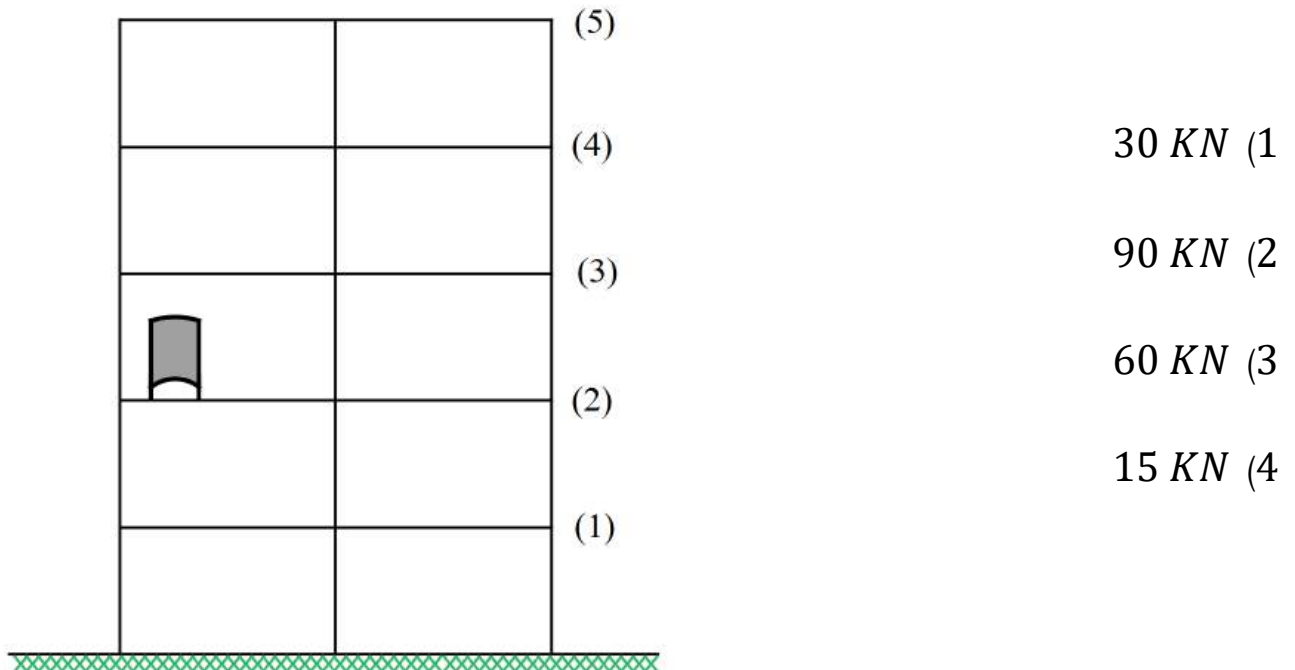
$$\rightarrow F_{u4} = \frac{1740}{3.8} = 457.9 \text{ KN}$$

در نهایت داریم:

$$F_{pu4} = 1.2 * F_{u4} = 1.2 * 457.9 = 549.5 \text{ KN}$$

پاسخ سوال گزینه (3)

20- یک مخزن استوانه ای تجهیزات مکانیکی حاوی مواد مسموم کننده به جرم یک تن که تحت فشار نمی باشد، در طبقه دوم یک بیمارستان 5 طبقه در شهر تهران نصب می گردد. ارتفاع طبقات 4 متر و تیپ خاک III می باشد. مخزن صلب است و اتصالات آن شکل پذیری کمی دارد. نیروی جانبی زلزله در حد مقاومت این مخزن به کدام یک از گزینه های زیر نزدیک تر است؟ جرم مخزن استوانه ای در حالت بدون مواد مسموم کننده 3 تن فرض شود. مرکز جرم مخزن 2 متر بالاتر از کف طبقه فرض شود.



سطح سوال: سخت

حل: طبق بند 4-2-1-1 صفحه 59 استاندارد 2800 ویرایش چهارم داریم:

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

نوع زمین	T_0	T_s	خطر نسبی کم و متوسط		خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد	
			S_0	S	S_0	S
I	+ / ۱	+ / ۴	۱	۱ / ۵	۱	۱ / ۵
II	+ / ۱	+ / ۵	۱	۱ / ۵	۱	۱ / ۵
III	+ / ۱.۵	+ / ۷	۱ / ۱	۱ / ۲.۵	۱ / ۱	۱ / ۲.۵
IV	+ / ۱.۵	۱ / ۱۰	۱ / ۳	۲ / ۲.۵	۱ / ۱	۱ / ۲.۵

جدول ۲-۴ ضرایب لرزه ای برای تجهیزات مکانیکی و برقی

نام تجهیزات		
R_{pu}	a_p	
۱ / ۵	۱	الف - تجهیزات برقی و مکانیکی
		سایر تجهیزات مکانیکی و برقی

۴-۲-۱ روش تحلیل استاتیکی معادل

در این روش نیروی جانبی زلزله طبق رابطه (۴-۱) محاسبه شده و بر مرکز جرم جزء اثر

$$V_{pu} = \frac{0.4a_p A(1+S)W_p I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2 \frac{Z}{H}\right) \quad (۴-۱)$$

در این رابطه:

V_{pu} = نیروی جانبی زلزله در حد مقاومت. برای تعیین این نیرو در حد تنش‌های مجاز

باید این مقدار به $1/4$ تقسیم شود.

A = شتاب پایه، طبق بند ۲-۲

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

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

I_p = ضریب اهمیت جزء طبق بند (۴-۱-۳)

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

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

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

H = ارتفاع متوسط بام ساختمان از تراز پایه

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

$$V_{pu}(\min) = 0.3A(1+S)I_p W_p \quad (۴-۲)$$

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

$$V_{pu}(\max) = 1.6A(1+S)I_p W_p \quad (۴-۳)$$

ردیف	مرکز جمعیتی	استان	خطر نسبی زلزله		
			کم	متوسط	زیاد
۲۸	تهران	تهران			بسیار زیاد
					*

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

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

۴-۱-۳ ضریب اهمیت جزء

اجزای غیرسازه‌ای برحسب میزان آسیب‌رسانی ناشی از خرابی آنها به دو گروه تقسیم و در تعیین نیروی جانبی زلزله برای هر یک "ضریب اهمیت جزء" I_p خاص در نظر گرفته می‌شود. این ضریب برای اجزاء زیر برابر با $1/4$ و برای سایر اجزاء برابر $1/0$ می‌باشد:

الف- جزء در داخل و یا متکی به سازه با اهمیت خیلی زیاد بوده و حفظ آن برای خدمت‌رسانی بی‌وقفه سازه لازم باشد.

ب- محتوای جزء مواد خطرزا با امکان ایجاد مسمومیت زیاد و یا انفجار باشد.

پ- خدمت‌رسانی جزء برای تأمین عملکرد ایمنی جانی پس از زلزله لازم باشد، مانند سیستم اطفای حریق و پلکان فرار

$$Z = (2 * 4) + 2 = 10m \leq H = 20m \quad \text{ok} \quad \checkmark$$

$$H = 5 * 4 = 20m$$

$$\frac{Z}{H} = \frac{10}{20} = 0.5$$

$$W_p = (3 + 1) * 10 = 40 \text{ KN}$$

$$S = 1.75$$

$$A = 0.35$$

$$a_p = 1 \quad , \quad R_{Pu} = 1.5$$

$$I_p = 1.4$$

در ادامه مقدار V_{Pu} را محاسبه می کنیم:

$$\rightarrow V_{Pu} = \frac{0.4 * 1 * 0.35 * (1 + 1.75) * 40 * 1.4}{1.5} (1 + 2 * 0.5) = 28.75 \text{ KN}$$

در نهایت مقدار V_{Pu} را با $V_{Pu_{min}}$ و $V_{Pu_{max}}$ کنترل می کنیم:

$$V_{Pu_{min}} = 0.3A(1 + S)W_pI_p = 0.3 * 0.35 * (1 + 1.75) * 40 * 1.4$$

$$V_{Pu_{min}} = 16.17 \text{ KN}$$

$$V_{Pu_{max}} = 1.6A(1 + S)W_pI_p = 1.6 * 0.35 * (1 + 1.75) * 40 * 1.4$$

$$V_{Pu_{max}} = 86.24 \text{ KN}$$

$$\rightarrow V_{Pu_{min}} \leq V_{Pu} \leq V_{Pu_{max}} \quad \text{OK} \quad \checkmark$$

$$\rightarrow V_{Pu} = 28.75 \text{ KN}$$

پاسخ به گزینه 1 نزدیک تر است.

پاسخ سوال گزینه (1)



گروه صنعتی سبزسازه

تحلیل سازه‌ها

تحلیل سازه‌ها



بررسی پایداری و محاسبه درجه نامعینی سازه‌ها

تحلیل سازه‌های معین و رسم خط تاثیر آن‌ها

محاسبه تغییرشکل‌های خمشی در سازه‌ها

تحلیل سازه‌های نامعین و رسم خط تاثیر آن‌ها

نویسنده: دکتر رامین منصوری

گروه صنعتی سبزسازه