

نام درس: اصول مهندسی زلزله

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۶

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

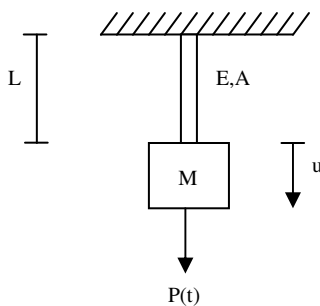
استفاده از ماشین حساب مجاز است.

امام علی^(ع): برتری مردم به یکدیگر، به دانش‌ها و خردهاست؛ نه به ثروت‌ها و تبارها.

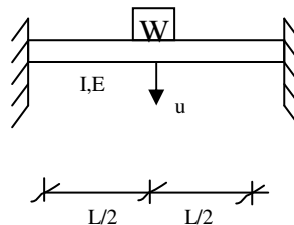
موارد مورد نیاز از آیین نامه ۲۸۰۰ ایران پیوست می باشد:

۱- معادله حرکت سیستم‌های نشان داده شده در اشکال زیر را بنویسید؟

فرض نمائید که تیرها بدون جرم هستند. هر سیستم دارای یک درجه آزادی می باشد که این درجه آزادی تغییر مکان تیر در زیر بار می باشد. سختی خمشی تیر شکل ب مساوی EI ، سختی محوری تیر شکل الف برابر EA می باشد و طول هر دو تیر یکسان و برابر L می باشد. کلیه سیستم‌ها بدون میرایی فرض شوند. (۲/۵ نمره)

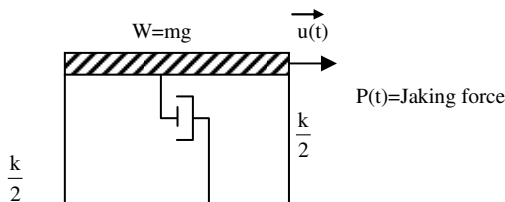


(الف)



(ب)

۲- یک ساختمان یک طبقه مطابق شکل زیر مدل شده است. تیر صلب بر روی ستونهای بدون وزن قرار گرفته‌اند. به منظور تعیین خواص دینامیکی سازه یک آزمایش ارتعاش ساده انجام شده و سیستم سقف یا تیر صلب به وسیله یک جک هیدرولیکی کشیده شده و بطور ناگهانی رها شده است و مشاهده شد برای ایجاد یک تغییر مکان افقی 0.2 اینچی نیرویی معادل 20 Kips لازم بوده، پس از رهایی سازی این تغییر مکان اولیه حداکثر تغییر مکان بعد از اولین برگشت 0.16 in شده است و زمان تناوب مربوط به این سیکل از تغییر مکان $1/4$ ثانیه (بدون میرایی) گردیده است. با اطلاعات مذکور مشخصات دینامیکی سازه (میرایی c ، سختی k و جرم m) را بدست آورید؟ (۲/۵ نمره)



نام درس: اصول مهندسی زلزله

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۶

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

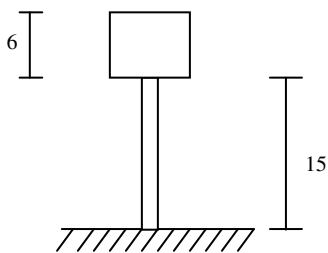
۳- یک دستگاه با وزن ۱۰۰ lb (پوند) و $\ddot{U}_g = 0.1g$ و فرکانس بار $f = 10 \text{ Hz}$ ، روی بالشتک پلاستیکی که $K = 80 \frac{\text{lb}}{\text{in}}$ است قرار دارد. و دمپینگ به صورتی است که $\xi = 10\%$.

الف) چه شتابی به دستگاه منتقل می‌شود.

ب) اگر دستگاه قادر به تحمل شتابی برابر $0.05g$ باشد چه راه حلی پیشنهاد می‌کنید به طوریکه از همان بالشتک استفاده شود. (۲ نمره)

۴- نیروی افقی وارد بر دیافراگم سقف طبقه پنجم یک ساختمان هفت طبقه مسکونی که ارتفاع طبقات یکسان و برابر با ۴ متر و بار مرده و زنده کل هر طبقه به ترتیب ۱۶۰ و ۴۰ تن بوده و زمان تناوب اصلی نوسان سازه 0.95 ثانیه و نیروی برش ماکزیمم در تراز پایه ۱۲۰ تن می‌باشد را بدست آورید. شتاب مبنای طرح $A = 0.3g$ بوده و از وزن دیوارها و ستونهای بین طبقات صرفنظر شود؟ (۲/۵ نمره)

۵- مخزن آب استوانه‌ای به قطر و ارتفاع ۶ متر مطابق شکل مقابل دارای پایه بتن مسلح به ارتفاع ۱۵ متر می‌باشد. زمان تناوب سازه 0.4 ثانیه بوده و بر روی خاک تپ II قرار دارد. در صورتیکه ضریب شتاب مبنای طرح برابر 0.3 باشد لنگر واژگونی در پای ستون چقدر است؟ از وزن سازه صرفنظر گردد. و تنها آب داخل مخزن در نظر گرفته شود؟ (۲ نمره)



۶- در یک ساختمان آجری (مصلح بنایی) دو طبقه، به طول ۱۶ متر و عرض ۹ متر، ارتفاع هر طبقه $3/5$ متر است در طبقه اول مجموع طول دیوارهای به ضخامت ۲۰ سانتیمتر، موازی با امتداد طولی ساختمان و دارای کلاف افقی در تراز سقف ۲۲ متر و مجموع طول دیوارهای به ضخامت ۳۵ سانتیمتر موازی این امتداد و دارای کلاف افقی در تراز سقف ۲۰ متر می‌باشد. براساس آئین نامه ۲۸۰۰ ایران آیا مجاز به احداث این ساختمان می‌باشیم یا نه؟ ضمن بررسی کمی اظهار نظر نمائید. (۲/۵ نمره)

نام درس: اصول مهندسی زلزله

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۶

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۲-۵ تغییر مکان جانبی نسبی طبقات

۲-۵-۱ تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه اختلاف تغییر مکان‌های مراکز جرم کف در بالا و پایین آن طبقه می‌باشد. این تغییر مکان معمولاً برای زلزله طرح و یا زلزله سطح بهره‌برداری محاسبه می‌شود و با همین نامها عنوان می‌گردد.

۲-۵-۲ تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه، تغییر مکانی است که با فرض رفتار خطی سازه، زیر اثر بار جانبی زلزله تعیین شده باشد. این تغییر مکان در زلزله‌های طرح و بهره‌برداری به ترتیب «تغییر مکان جانبی نسبی طرح» و «تغییر مکان جانبی نسبی بهره‌برداری» نامیده می‌شود. در تعیین این تغییر مکان باید اثر عواملی که در سختی سازه موثرند از جمله ترک‌خوردگی اعضا در سازه‌های بتن مسلح، موضوع بند ۲-۵-۶، منظور شوند.

۲-۵-۳ تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح، یا تغییر مکان جانبی نسبی غیر ارتجاعی طرح، در هر طبقه تغییر مکانی است که در صورت منظور داشتن رفتار واقعی سازه، رفتار غیرخطی، در تحلیل آن بدست می‌آید. این رفتار، تنها در زلزله طرح قابل ملاحظه است. در مواردی که تحلیل سازه با فرض خطی بودن آن انجام می‌شود، این تغییر مکان را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد.

$$\Delta_M = 0.7R\Delta_w \quad (۲-۱۴)$$

در این رابطه:

 Δ_M ، تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح در طبقه Δ_w ، تغییر مکان جانبی نسبی طرح در طبقه

R، ضریب رفتار سازه

۲-۵-۴ تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح در محل مرکز جرم هر طبقه نباید از مقادیر زیر بیشتر شود. در رعایت این محدودیت آثار ناشی از $\Delta - P$ ، موضوع بند ۲-۶، باید در محاسبه تغییر مکانها منظور شده باشد.

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۶
 زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه
 آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: اصول مهندسی زلزله
 رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

کد سری سؤال: یک (۱) استفاده از ماشین حساب مجاز است.

برای ساختمانهای با زمان تناوب اصلی کمتر از ۰/۷ ثانیه $\bar{\Delta}_M < 0.25$ برابر ارتفاع طبقه
 برای ساختمانهای با زمان تناوب اصلی بیشتر و یا مساوی ۰/۷ $\bar{\Delta}_M \leq 0.2$ برابر ارتفاع طبقه
 ثانیه

$\bar{\Delta}_M$ در رابطه بالا مقدار تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح در طبقه با منظور کردن اثر $P-\Delta$ است.

تبصره: در محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه Δ_w ، برای رعایت محدودیت‌های فوق، مقدار برش پایه در رابطه (۱-۲) را می‌توان بدون منظور کردن محدودیت مربوط به زمان تناوب اصلی ساختمان T در تبصره ۱ بند ۲-۳-۶ تعیین کرد.

۵-۵-۲ تغییر مکان جانبی نسبی در زلزله سطح بهره برداری در هر طبقه نباید از ۰/۰۰۵ ارتفاع آن طبقه بیشتر باشد. این محدودیت تنها در مواردی که نوع و نحوه به کارگیری مصالح و سیستم اتصال قطعات غیر سازه‌ای به گونه‌ای باشد که این قطعات بتوانند در برابر تغییر مکان جانبی بیشتر، بدون خسارات عمده، بر جا بمانند می‌توان تا ۰/۰۰۸ ارتفاع طبقه افزایش داد.

۶-۵-۲ در سازه‌های بتن مسلح در تعیین تغییر مکان جانبی نسبی طرح، ممان اینرسی مقطع ترک خورده قطعات را می‌توان، مطابق توصیه آیین‌نامه بتن ایران «آبا» برای تیرها I_g ۰/۳۵، برای ستونها I_g ۰/۷، و برای دیوارها I_g ۰/۳۵ یا I_g ۰/۷ نسبت به میزان ترک خوردگی، منظور کرد. برای زلزله بهره‌برداری، مقادیر این ممان اینرسی‌ها را می‌توان تا ۱/۵ برابر افزایش داد و از اثر $P-\Delta$ صرف‌نظر کرد.

۶-۲ اثر $P-\Delta$

در کلیه سازه‌ها تأثیر بار محوری در عناصر قائم بر روی تغییر مکان‌های جانبی آنها، برش‌ها و لنگرهای خمشی موجود در اعضا و نیز تغییر مکان‌های جانبی طبقات را افزایش می‌دهد. این افزایش به اثر ثانویه و یا اثر $P-\Delta$ معروف است. این اثر، در مواردی که شاخص پایداری θ_i ، در رابطه (۲-۱۵)، کمتر از ده درصد باشد ناچیز بوده و می‌تواند نادیده گرفته شود. ولی اگر θ_i بیشتر از ده درصد باشد، این اثر باید در محاسبات منظور گردد.

نام درس: اصول مهندسی زلزله

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۶

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از: ماشین حساب

مجاز است.

$$\theta_i = \left[\frac{P \Delta_w}{V h} \right]_i \quad (۱۵-۲)$$

در این رابطه:

 P_i = مجموع بارهای مرده و زنده موجود در طبقه i تا n ، طبقه آخر Δ_{wi} = تغییر مکان جانبی نسبی اولیه در طبقه i V_i = مجموع نیروی برشی وارد در طبقه i h_i = ارتفاع طبقه i

شاخص پایداری θ_i در سازه ها نباید از θ_{max} در رابطه زیر بیشتر باشد. در این موارد احتمال ناپایداری سازه موجود است و باید در طراحی آن تجدید نظر شود.

$$\theta_{max} = \frac{1/25}{R} \leq 0.125 \quad (۱۶-۲)$$

برای منظور کردن اثر $P - \Delta$ در طراحی سازه‌ها، یا می‌توان این اثر را همراه با سایر عوامل در تحلیل سازه‌ها منظور کرد و نیروهای داخلی اعضاء را به دست آورد و یا می‌توان از روش‌های تقریبی عنوان شده در آیین‌نامه‌های طراحی استفاده نمود. هم چنین می‌توان روش تقریبی ارائه شده در پیوست (۵) را مورد استفاده قرار داد. در کلیه موارد، تغییر مکان‌های جانبی طبقات که در محاسبات نیروهای داخلی به کار برده می‌شوند باید تغییر مکان‌های جانبی نسبی افزایش یافته طبقات، $\bar{\Delta}_{wi}$ باشند. تغییر مکان افزایش یافته جانبی نسبی طبقه با منظور کردن اثر $P - \Delta$ موضوع بند ۵-۲، را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\bar{\Delta}_{wi} = \frac{\Delta_{wi}}{1 - \theta_i} \quad (۱۷-۲)$$

و همچنین تغییر مکان نسبی واقعی طبقه با منظور کردن اثر $P - \Delta$ موضوع بند ۶-۲، را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\bar{\Delta}_{Mi} = 0.7 R \bar{\Delta}_{wi} \quad (۱۸-۲)$$

۷-۲ مشخصات سازه از تراز پایه تا روی شالوده

در سازه‌هایی که تراز پایه بالاتر از تراز روی شالوده منظور شده باشد، سختی و مقاومت جانبی طبقات پایین‌تر از تراز پایه نباید از سختی و مقاومت جانبی طبقه روی تراز پایه کمتر باشد.

نام درس: اصول مهندسی زلزله

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۶

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از: ماشین حساب

مجاز است.

برای تأمین این منظور در سازه هایی که پلان و هندسه بنا در زیر تراز پایه مغایرت چندانی با بالای تراز پایه ندارند، مشخصات سازه در زیر تراز پایه، به لحاظ ابعاد و جزئیات تیرها و ستونها و دیوارهای برشی و بادبندها، باید حداقل مشابه روی آن باشند.

۸-۲ نیروی جانبی زلزله وارد بر اجزای ساختمان و قطعات الحاقی

اجزای ساختمان و قطعات الحاقی به ساختمان باید در مقابل نیروی جانبی که از رابطه زیر به دست می آید محاسبه شوند:

$$F_p = A B_p I W_p$$

(۱۸-۲)

• در این رابطه:

A و I مقادیر مندرج در بندهای ۲-۳-۳ و ۲-۳-۷ هستند که برای محاسبه نیروی وارد به کل ساختمان به کار برده شده اند.

W_p : وزن جزء ساختمان یا قطعه الحاقی مورد نظر است.

در مخازن و قفسه بندی انبارها و کتابخانه ها W_p علاوه بر بار مرده شامل وزن محتویات آنها در حالت کاملاً پر است.

B_p ضریبی است که مقدار آن در جدول (۷) داده شده است.

جدول ۷ ضریب B_p

B_p	جهت نیروی افقی	اجزای ساختمان یا قطعات الحاقی
۰/۷	در امتداد عمود بر سطح دیوار	دیوارهای خارجی و داخلی ساختمان و تیغه های جداکننده
۲/۰۰	در امتداد عمود بر سطح دیوار	جان پناه ها و دیوارهای طره ای
۲/۰۰	در هر امتداد	اجزای تزئینی و داخلی و یا قسمتهای الحاقی به ساختمان
۱/۰۰	در هر امتداد	مخازن، برجها، دودکشها، وسایل و ماشین آلات در صورتی که متصل به ساختمان و یا جزئی از آن باشند و سقفهای کاذب
۱/۰۰	در هر امتداد	اتصالات عناصر سازه ای پیش ساخته

تبصره ۱: برای قطعات الحاقی که با مصالح بتایی و ملات ماسه سیمان ساخته می‌شوند می‌توان مقاومت کششی مجاز مصالح و ملات را حداکثر تا ۱۵ درصد مقاومت فشاری آنها، مندرج در استاندارد شماره ۵۱۹ ایران، در محاسبات منظور نمود.

۹-۲ نیروی جانبی زلزله مؤثر بر دیافراگم‌ها

۹-۲-۱ دیافراگم‌ها که معمولاً کفهای سازه‌ای تحمل‌کننده بارهای ثقلی در ساختمانها هستند، در هنگام وقوع زلزله وظیفه انتقال نیروهای ایجاد شده در کفها را به عناصر قائم باربر جانبی بر عهده دارند. این دیافراگم‌ها باید در برابر تغییر شکلهای افقی که در میانصفحه آنها ایجاد می‌شود، مقاومت و سختی کافی را دارا باشند. دیافراگم‌ها باید برای نیروی جانبی زلزله مطابق رابطه زیر محاسبه شوند.

$$F_{pi} = \frac{(F_i + \sum_{j=i}^n F_j)}{\sum_{j=i}^n W_j} W_i \quad (۱۹-۲)$$

در این رابطه:

F_{pi} 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 ۲-۳-۱.

F_j و W_j به ترتیب، نیروهای وارد به طبقه و وزن طبقه مطابق تعاریف بند ۲-۳-۹. در رابطه فوق، حداقل مقدار F_{pi} برابر با $0.35 A I W_i$ است، و حداکثر آن لازم نیست بیشتر از $0.7 A I W_i$ در نظر گرفته شود. در صورتی که لازم باشد دیافراگم علاوه بر نیروی زلزله طبقه، نیروی جانبی اعضای قائمی را که در قسمت بالا و پایین دیافراگم بر روی یکدیگر واقع نشده‌اند، به یکدیگر منتقل نماید، مقدار این نیروها نیز باید به نیروی به دست آمده از رابطه (۱۹-۲) اضافه شود.

۹-۲-۲ تلاشهای داخلی و نیز تغییر شکلهای ایجاد شده در دیافراگم‌ها باید با استفاده از روشهای شناخته شده تحلیل سازه‌ها تعیین گردند. در دیافراگم‌های متعارف که دارای پلان نسبتاً منظمی بوده و فاقد بازشوهای بزرگ و نزدیک به هم باشند، این تلاشها و تغییر شکلهای را می‌توان با فرض عملکرد دیافراگم به صورت تیر تیغه‌ای که بر روی تکیه گاه‌های ارتجاعی قرار گرفته است، تعیین نمود. برای این منظور می‌توان از روش پیشنهاد

شده در پیوست (۶) استفاده کرد.

۳-۹-۲ دیافراگم‌ها باید برای تلاشهای برشی و لنگرهای خمشی ایجاد شده در میانصفحه خود زیر اثر بار جانبی طراحی شوند. کنترل مقاومت دیافراگم‌های بتن مسلح بر اساس ضوابط آیین‌نامه بتن ایران «آبا» و دیافراگم‌های ساخته شده از مصالح دیگر بر اساس ضوابط آیین‌نامه‌های مربوط تعیین می‌گردد.

۴-۹-۲ در دیافراگم‌ها چنانچه حداکثر تغییر شکل افقی ایجاد شده در آنها زیر اثر نیروی مؤثر بر دیافراگم، کمتر از نصف تغییر مکان نسبی متوسطه طبقه باشد، دیافراگم‌ها را می‌توان صلب در نظر گرفت و توزیع نیروی برشی طبقه را بین عناصر سیستم مقاوم قائم ساختمان به نسبت سختی آنها انجام داد. در غیر این صورت دیافراگم انعطاف‌پذیر بوده و در توزیع برش، باید تغییر شکلهای ایجاد شده در دیافراگم مورد توجه قرار گیرد.

۲-۱۰ افزایش بار طراحی در ستونهای خاص

در موارد ضروری که بر خلاف توصیه بند ۱-۵-۱ یکی از اعضای جانبی باربر، مانند دیوار برشی یا قاب بادبندی شده تا روی شالوده ادامه پیدا نمی‌کند، ستونهایی که این عضو را تحمل می‌کنند باید دارای مقاومتی حداقل برابر با بارهای به دست آمده از ترکیبات زیر باشند، این ترکیبات اضافه بر ترکیباتی هستند که در طراحی سازه به طور معمول به کار برده می‌شوند.

$$(\text{بار زلزله}) \pm \frac{2}{8} + (\text{بار زنده}) \frac{0}{8} + (\text{بار مرده}) \frac{1}{0}$$

(۲۰-۲)

$$(\text{بار زلزله}) \pm \frac{2}{8} + (\text{بار مرده}) \frac{0}{85}$$

مقاومت این ستونها لازم نیست بیشتر از حداکثر باری که اعضای متصل به آنها می‌توانند به آنها منتقل نمایند، در نظر گرفته شوند.

مقاومت عنوان شده در بالا برای ستونها، مقاومت نهایی آنهاست. در ستونهایی که طراحی آنها براساس تنش‌های مجاز است، این مقاومت $\frac{1}{7}$ برابر مقاومت مجاز ستون در نظر گرفته می‌شود.

۲-۱۱ طراحی اجزای سازه‌ای که جزئی از سیستم باربر جانبی نیستند

در ساختمانهای بلندتر از ۵ طبقه تمام اجزای سازه‌ای که جزئی از سیستم باربر جانبی

نیستند، ولی از طریق دیافراگم‌های کفها با سیستم باربر جانبی مرتبط هستند، باید برای آثار ناشی از تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح طبقه، بند ۲-۵-۳، طراحی شوند. در این محاسبات، در صورت نیاز، اثر $P-\Delta$ باید منظور گردد.

۲-۱۲ قطعات نما و سایر قطعات غیر سازه‌ای متصل به ساختمان

۲-۱۲-۱ در ساختمانهای با «اهمیت خیلی زیاد و زیاد» و ساختمانهای بلندتر از هشت طبقه در صورتی که دیوارهای جداکننده داخلی و یا دیوارهای نما جزو سیستم سازه‌ای باربر جانبی نباشند، باید به طریقی به سازه متصل شوند که محدودیتی در حرکت سازه در امتداد صفحه دیوار ایجاد ننمایند. اتصالات این دیوارها به سازه باید توانایی انتقال نیروی زلزله ایجاد شده بر اثر جرم دیوار را به سازه دارا باشند. این قبیل دیوارها بهتر است از جنس سبک و انعطاف پذیر انتخاب شوند.

متقابلاً چنانچه این دیوارها محدودیتی در حرکت سازه، در امتداد صفحه دیوار ایجاد نمایند، اثر سختی آنها باید در تحلیل سازه برای نیروهای جانبی منظور گردد و دیوارها و اتصالات آنها به سازه برای تلاشهای ایجاد شده در آنها طراحی شوند.

۲-۱۲-۲ در ساختمانهای «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» و یا ساختمانهای بلندتر از ۸ طبقه که در آنها از قطعات پیش‌ساخته و یا قطعات شیشه‌ای برای نما استفاده شده است، قطعات نما باید برای مقاومت در برابر نیروی زلزله مطابق بند ۲-۸ طراحی گردند، و علاوه بر آن، قادر باشند تغییر مکانهای ایجاد شده در طبقات سازه بر اثر نیروی جانبی زلزله را، بدون ایجاد محدودیتی در حرکت سازه، تحمل نمایند. این قطعات باید بر روی اجزای سازه‌ای متکی بوده و یا با اتصالات مکانیکی مطابق ضوابط زیر به این اجزا متصل شوند:

- الف- اتصالات قطعات نما، نظیر قابهای شیشه‌ای و قطعات پیش‌ساخته، به سازه و همچنین عرض درز بین این قطعات باید به گونه‌ای باشند که بتوانند تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح طبقه، بند ۲-۵-۳ و یا ۱/۵ سانتیمتر، هر کدام که بزرگتر است، پذیرا باشند.
- ب- اتصالات باید به گونه‌ای باشند که حرکت نسبی دو طبقه مجاور در امتداد صفحه قطعات را از طریق اتصالات لغزشی با استفاده از پیچ و سوراخهای بادامی شکل و یا اتصالاتی که حرکت نسبی طبقات را از طریق خم شدن قطعات فولادی و یا هر گونه

نام درس: اصول مهندسی زلزله

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۶

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب مجاز است.



اتصال مشابه دیگری که لغزش و یا انعطاف پذیری مشابه یاد شده را به وجود بیاورد تامین کنند.

پ- اتصالات باید دارای شکل پذیری و ظرفیت چرخش پذیری کافی بوده تا از شکست غیر شکل پذیر مهارها در مجاورت جوشها جلوگیری شود.

ت- بدنه اتصال قطعات به سازه باید برای $1/33$ برابر نیروی زلزله، مطابق بند ۸-۲ طراحی شود.

ث- تمام ادوات اتصال، مانند پیچها، جوشها و ریشههای متصل کننده بدنه (عناصر) اتصال به سازه و یا قطعه غیر سازه‌ای باید برای ۴ برابر نیروی زلزله مطابق بند ۸-۲ طراحی شوند.

ج- ریشهها و مهارهایی که در داخل بتن قرار می‌گیرند باید ترجیحاً به میلگردهای داخل بتن متصل شده و یا دور آنها قلاب گردند و یا به نحوی در بتن مهار شوند که قادر باشند نیروهای وارده را به میلگردهای داخل بتن منتقل نمایند.

۲-۱۲-۳ برای ساختمانهای غیر از موارد ذکر شده در دو بند ۲-۱۲-۱ و ۲-۱۲-۲، با هر تعداد طبقه رعایت ضوابط دیوارهای غیر سازه‌ای و نماسازی حداقل، مطابق بندهای ۳-۷ و ۳-۱۲ الزامی است.

۲-۱۳ کنترل سازه برای بار زلزله سطح بهره‌برداری

۲-۱۳-۱ ساختمانهای «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» و یا بلندتر از ۵۰ متر و یا بیشتر از ۱۵ طبقه باید برای زلزله سطح بهره‌برداری کنترل شوند به طوری که، مطابق تعریف بند ۱-۱-۱ ب و ۱-۱-۱ پ، قابلیت بهره‌برداری خود را در زمان وقوع زلزله حفظ نمایند. برای این منظور مشخصات سازه این ساختمان‌ها باید چنان باشد که زیر اثر ترکیب بارها در سطح بهره‌برداری، بدون اعمال ضریب بار، الزامات زیر را تأمین نمایند:

- الف- در سازه‌های فولادی، تنش‌های ایجاد شده در اعضا از حد جاری شدن فولاد تجاوز نکند.
- ب- در سازه‌های بتن مسلح تلاش‌های ایجاد شده در اعضا، بدون اعمال ضرایب کاهش مقاومت، از مقاومت نهایی اسمی آنها تجاوز نکند.
- پ- تغییر مکان‌های نسبی ارتجاعی بهره‌برداری طبقات محدودیت بند ۲-۵-۵ را رعایت نمایند.

نام درس: اصول مهندسی زلزله

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۶

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۲-۱۳-۲ مشخصات حرکت زمین در زلزله سطح بهره‌برداری باید مشابه زلزله طرح، بند ۳-۲. در نظر گرفته شود، با این تفاوت که شتاب مبنای طرح A در آن به یک ششم مقدار خود کاهش داده شود. در مقابل ضریب رفتار R در محاسبه نیروی جانبی زلزله برابر با یک منظور می‌گردد. به این ترتیب، در روش تحلیل استاتیکی معادل مقدار برش پایه در این سطح از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$V_{ser} = \frac{1}{6} ABIW$$

(۲۱-۲)

پارامترهای W, I, B, A تعاریف معمول بند ۲-۳-۱ را دارند.

۲-۱۴ سازه‌های غیر ساختمانی

۲-۱۴-۱ نیروی جانبی زلزله مؤثر بر سازه‌های غیر ساختمانی، که در جدول (۸) نام برده شده، با استفاده از یکی از روشهای مندرج در بند (۲-۲) و با رعایت ضوابط زیر تعیین می‌گردد.

الف- زمان تناوب نوسان این سازه‌ها باید با استفاده از یکی از روشهای تحلیل شناخته شده تعیین گردد. زمان تناوب اصلی نوسان پاندولهای وارونه، برجها و دودکشها را می‌توان با استفاده از روابط پیشنهاد شده در پیوست (۴) بدست آورد.

ب- چنانچه زمان تناوب اصلی نوسان این نوع سازه‌ها از ۰/۵ ثانیه تجاوز نماید، به کارگیری یکی از روشهای تحلیل دینامیکی در محاسبه نیروی جانبی الزامی است.

پ- ضریب رفتار R برای این سازه‌ها طبق جدول (۸) تعیین می‌گردد. مقدار $\frac{B}{R}$ در هر حال نباید کمتر از ۰/۵ در نظر گرفته شود.

ت- سازه‌هایی که زمان تناوب اصلی نوسان آنها کمتر از ۰/۰۶ ثانیه است صلب تلقی شده و مقدار $\frac{B}{R}$ برای آنها ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود.

ث- توزیع نیروی جانبی در ارتفاع این سازه‌ها بر حسب مورد با استفاده از روش مندرج در بند ۲-۳-۹ یا ۲-۴ به عمل می‌آید.

ج- محدودیت تغییر مکان جانبی موضوع بند ۲-۵ در مورد این سازه‌ها اعمال نمی‌شود.

نام درس: اصول مهندسی زلزله

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

تعداد سوالات: تستی: — تشریحی: ۶

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

مگر آنکه خرابی سازه و یا عوامل غیر سازه‌ای آن تلفات جانبی به همراه داشته و یا محدودیت‌های خاصی از نظر بهره‌برداری مورد نظر باشد.

۲-۱۴-۲ نیروی جانبی زلزله مؤثر در مخازن زمینی و زیرزمینی با استفاده از ضوابط و معیارهای نشریه شماره ۱۲۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تعیین می‌گردد.

جدول ۸ ضریب رفتار برای سازه‌های غیر ساختمانی، R

ردیف	نوع سازه	R
۱	سازه‌هایی که رفتارشان مشابه پاندول وارونه است. مخازن هوایی که بر روی پایه‌های بادبندی شده یا نشده قرار دارند.	۳
۲	سیلوها، دودکشها و به طور کلی سازه‌هایی که دارای جرم گسترده بوده و رفتارشان مشابه ستون طره‌ای است.	۵
۳	برجهای خنک‌کن که بر روی پایه‌های بادبندی شده قرار گرفته‌اند.	۳
۴	قیفها و کندوهای متکی بر روی پایه‌های بادبندی شده یا نشده	۴
۵	برجها و دکل‌های مشبک، آزاد یا مهار شده	۴
۶	علائم، تابلوها، تاسیسات خاص تفریحی و بازی و برجهای یادبود	۵
۷	سایر سازه‌ها	۳/۵

۲-۱۵ ترکیب نیروی زلزله با سایر نیروها - تنش‌های طراحی

در صورتی که محاسبه سازه به روش تنش‌های مجاز انجام شود، ضوابط استاندارد شماره ۵۱۹ ایران و یا مقررات ملی ساختمان ملاک عمل است و در صورتی که محاسبه سازه‌ها به روش مقاومت نهایی و یا در حالت‌های حدی انجام پذیرد، ترکیب نیروهای زلزله با سایر نیروها باید با رعایت ضوابط آیین‌نامه بتن ایران «آبا» برای سازه‌های بتن مسلح، و یا با رعایت آیین‌نامه مورد استفاده برای سازه‌های فولادی صورت گیرد.

حدود مجاز و تنش‌های تسلیم و گسیختگی مصالح نیز با توجه به ضوابط آیین‌نامه طراحی مصالح مورد استفاده، تعیین می‌گردند.

فصل سوم

ضوابط ساختمانهای با مصالح بتایی غیر مسلح

۱-۳ تعریف

منظور از ساختمانهای با مصالح بتایی، ساختمانهایی است که با آجر، بلوک سیمانی و یا سنگ ساخته می‌شوند و در آنها تمام و یا قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بتایی تحمل می‌گردد. بنابراین، ساختمانی که در آن قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بتایی و قسمتی دیگر توسط عناصر فلزی و یا بتن مسلح تحمل شود در ردیف ساختمانهای با مصالح بتایی محسوب می‌شود و مقررات مندرج در این فصل و یا بند ۱-۲-۳ آیین‌نامه باید در مورد این‌گونه ساختمانهای مختلط نیز رعایت گردد. رعایت این فصل برای تمام مناطق با خطرهای نسبی مختلف الزامی است.

۲-۳ محدودیت ارتفاع ساختمان و طبقات آن

۱-۲-۳ در ساختمانهای با مصالح بتایی حداکثر تعداد طبقات بدون احتساب زیرزمین برابر ۲ طبقه است و همچنین تراز روی بام نسبت به متوسط تراز زمین مجاور نباید از ۸ متر تجاوز نماید. زیرزمین طبقه‌ای است که تراز روی سقف آن نسبت به متوسط تراز زمین مجاور از ۱/۵ متر بیشتر نباشد. در غیر این صورت این طبقه نیز به حساب تعداد طبقات ساختمان منظور می‌گردد. حداکثر تعداد طبقات زیر زمین یک طبقه خواهد بود.

۲-۲-۳ حداکثر ارتفاع طبقه (از روی کلاف افقی زیرین تا زیر سقف) ۴ متر می‌باشد و در صورت تجاوز از این حد، علاوه بر کلاف‌بندی مطابق بند ۳-۹-۱ باید یک کلاف افقی اضافی در داخل دیوارها و در ارتفاع حداکثر ۴ متر از روی کلاف زیرین تعبیه گردد. به این ترتیب می‌توان ارتفاع طبقه را حداکثر تا ۶ متر افزایش داد.

۳-۲-۳ برای دیوارهای با مصالح بتایی حداقل نسبت ضخامت به ارتفاع با استفاده از

نام درس: اصول مهندسی زلزله

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۶

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از: ماشین حساب

مجاز است.

دستورالعمل‌های مناسب تعیین می‌شود، ولی نباید از $\frac{1}{10}$ برای دیوارهای مهار نشده و $\frac{1}{15}$ برای دیوارهای مهار شده سازه‌ای مطابق بند ۳-۶ و $\frac{1}{12}$ برای دیوارهای مهار نشده غیرسازه‌ای کمتر باشد.

۳-۳-۳ پلان ساختمان

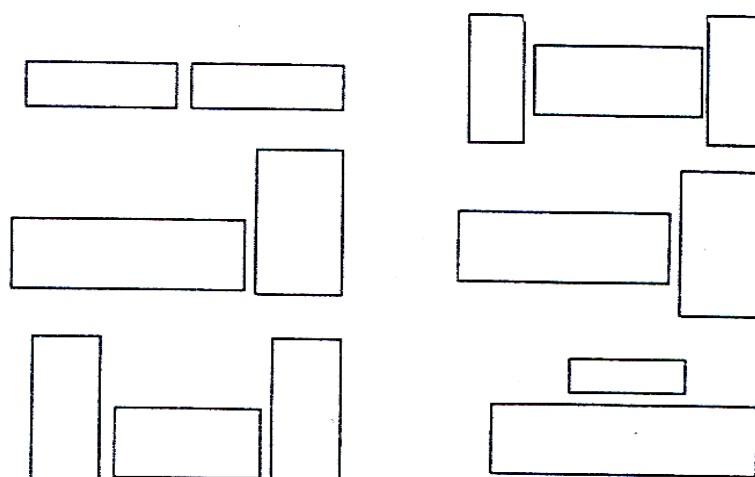
۳-۳-۱ به طور کلی، ساختمان باید واجد خصوصیات زیر باشد:

الف) طول ساختمان از سه برابر عرض آن تجاوز ننماید.

ب) نسبت به هر دو محور اصلی قرینه و یا نزدیک به قرینه باشد.

پ) پیش‌آمدگی‌ها و پس‌رفتگی‌های نامناسب نداشته باشد.

۳-۳-۲ در صورت تجاوز نسبت طول به عرض ساختمان از ۳ و یا نامتقارن بودن ساختمان و یا وجود پیش‌آمدگی‌هایی بیش از مقادیر مندرج در بند ۳-۳-۳، باید با ایجاد درز انقطاع مطابق بند ۱-۶-۳ ساختمان را به قطعات مناسب‌تر، مانند شکل (۲) تقسیم کرد به طوری که هر قطعه واجد شرایط مندرج در بند ۱-۳-۳ باشد. ادامه درزهای جدایی در شالوده ساختمان الزامی نیست.



شکل ۲ تقسیم ساختمان به قطعات مناسب با ایجاد درز انقطاع

نام درس: اصول مهندسی زلزله

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۶

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه

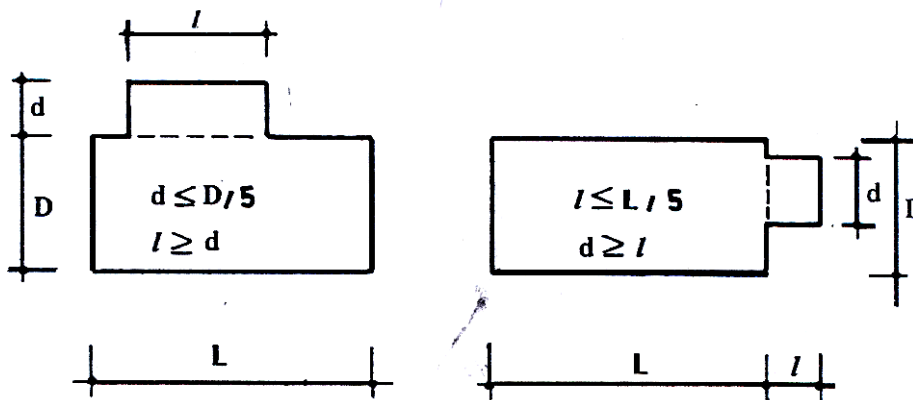
آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از: ماشین حساب

مجاز است.

۳-۳-۳ ابعاد پیش‌آمدگی در پلان ساختمان بدون تعبیه درز انقطاع محدود است به مقادیری که در شکل (۳) مشخص شده است.



- الف) پیش‌آمدگی در امتداد طول ساختمان
ب) پیش‌آمدگی در امتداد عرض ساختمان
شکل ۳ ابعاد پیش‌آمدگی در پلان ساختمان

چنانچه در شکل (۳-الف) $d > \frac{D}{5}$ و یا در شکل (۳-ب) $l > \frac{L}{5}$ باشد، این قسمتها پیش‌آمدگی تلقی نمی‌شود و در این صورت محدودیتی برای بعد دیگر وجود ندارد، مشروط بر آن که پلان ساختمان به طور نامناسبی نامتقارن نگردد.

۳-۳-۴ دیوارها باید حتی‌الامکان به طور منظم و متقارن در پلان ساختمان قرار داده شوند تا با تحمل یکنواخت نیروی افقی زلزله، پیچش در ساختمان به حداقل برسد.

۳-۴ مقطع قائم ساختمان

۳-۴-۱ به طور کلی ارجح است ساختمان فاقد پیش‌آمدگی در مقاطع قائم باشد و در صورت ایجاد پیش‌آمدگی باید ضوابط ذیل رعایت گردد:

الف) طول جلو آمده طره در مورد بالکن‌های سه طرف باز از ۱/۲۰ متر و برای بالکن‌های دو طرف باز از ۱/۵۰ متر بیشتر نباشد و طره‌ها به خوبی در سقف طبقه مهار شوند. در صورتی که طول جلو آمده طره از حدود مذکور در فوق تجاوز نماید طره باید در برابر نیروی قائم زلزله مطابق بند ۳-۲-۱۲ محاسبه گردد.

ب) پیش‌آمدگی ساختمان در مقطع قائم به طوری که طبقه بالا به صورت طره جلوتر از

نام درس: اصول مهندسی زلزله

رشته تحصیلی و کد درس: مهندسی مدیریت پروژه- ۱۳۱۲۰۳۷

تعداد سؤالات: تستی: — تشریحی: ۶

زمان آزمون: تستی: — تشریحی: ۱۸۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

- طبقه پایین باشد فقط با احراز شرایط زیر مجاز است:
- (۱) طول جلو آمده طره از ۱/۰۰ متر بیشتر نباشد.
 - (۲) سازه قسمت پیش آمده طوری طراحی شود که هیچ یک از دیوارهای آن بار سقف و یا دیوارهای فوقانی را تحمل نکند.
 - (۳) دیوارهای قسمت پیش آمده به وسیله کلافهای قائم فولادی و یا بتن مسلح با اتصال مناسب و مطمئن نگهداشته شوند و دو سر کلافها در عناصر سازه‌ای کف و سقف مهار شوند.
- کلاف‌بندی باید به نحوی انجام گیرد که اولاً هر کلاف حداکثر ۲ متر از دیوار را نگهدارد و ثانیاً دو طرف پنجره‌های با عرض بیشتر از ۲ متر نیز دارای کلاف باشد. حداقل مقطع و آرماتوربندی این کلافهای قائم مطابق کلافهای قائم ساختمان مندرج در بندهای ۱-۲-۹-۳ و ۲-۲-۹-۳ می‌باشد.
- ۲-۴-۳ از احداث اختلاف سطح در یک طبقه ساختمان باید حتی‌الامکان پرهیز شود و در صورت وجود اختلاف سطح بیش از ۶۰ سانتیمتر باید دیوارهای حدفاصل دوقسمتی که اختلاف سطح دارند با کلاف بندی اضافی مناسب تقویت شوند و یا اینکه دو قسمت ساختمان به وسیله درز جدایی از یکدیگر جدا شوند.
- ۳-۴-۳ شالوده‌ها باید حتی‌المقدور در یک سطح افقی ساخته شوند و در صورتی که به علت شیب زمین یا علل دیگر، احداث شالوده در یک تراز میسر نباشد باید هر قسمت آن در یک سطح افقی قرار داده شود و در هر حال باید از ایجاد شیب بیش از ۱۵ درصد در پی خودداری گردد.

۳-۵ بازشوها (در- پنجره- گنجه)

- ۳-۵-۱ در ساختمانهای با مصالح بنایی به طور کلی باید از احداث بازشوهای وسیع احتراز نمود و حتی‌المقدور بازشوها را در قسمت مرکزی دیوارها قرار داد.
- ۳-۵-۲ رعایت محدودیتهای ذیل برای هر دیوار سازه‌ای (مطابق تعریف در بند ۳-۶) الزامی است: