بنام خدا

استاندارد ۲۸۰۰
ویژه آزمون محاسبات

مسعود حسین زاده اصل

ویرایش بهار ۱۳۹۵

فهرست مطالب

۱- مقدمه ۱

۲- کلیات ۲

۳- نامنظمی ۳

۳-۱- نامنظمی در پلان ۳

۳-۱-۱- نامنظمی هندسی ۴

۳-۱-۲- نامنظمی پیچشی ۶

۳-۱-۳- نامنظمی در دیافراگم ۸

۳-۱-۴- نامنظمی سیستم های ناموازی ۹

۳-۱-۵- نامنظمی خارج از صفحه ۱۰

۳-۲- نامنظمی در ارتفاع ۱۱

۳-۲-۱- نامنظمی هندسی ۱۲

۳-۲-۲- نامنظمی طبقه نرم ۱۳

۳-۲-۳- نامنظمی طبقه ضعیف ۱۳

۴- سیستم های باربر جانبی ۱۶

۴-۱- سیستم دیوار باربر ۱۹

۴-۲- سیستم قاب ساختمانی ۲۰

۴-۳- سیستم دوگانه ۲۱

۴-۴- سیستم کنسولی ۲۲

۵- نیروی زلزله استاتیکی ۲۳

۵-۱- تعیین A ۲۳

۵-۲- تعیین نوع خاک ۲۴

۵-۳- تعیین دوره تناوب ۲۶

۵-۴- تعیین B ۲۷

۵-۵- وزن لرزه ای ۳۲

۵-۶- توزیع زلزله در طبقات ۳۸

۵-۷- تراز پایه ۴۲

۵-۸- برون مرکزی اتفاقی ۴۳

۵-۹- ترکیب سیستم ۴۶

۶- تحلیل دینامیکی طیفی ۴۹

۶-۱- انواع روشهای تحلیل ۴۹

۶-۲- مفهوم طیف طرح ۵۰

۶-۳- ضوابط تحلیل طیفی ۵۲

۷- زلزله متعامد (۱۰۰-۳۰) ۵۵

۸- واژگونی ۵۶
۹- اجزای غیرسازه ای (متصل به سازه) ۵۷
۹-۱- کلیات ۵۷
۹-۲- نیروی زلزله استاتیکی ۵۸
۱۰- سازه های غیرساختمانی ۶۲
۱۰-۱- کلیات ۶۲
۱۰-۲- مشابه ساختمان ۶۳
۱۰-۳- غیر مشابه ساختمان ۶۴
۱۱- نیروی قائم زلزله ۶۷
12- ضریب نامعینی ۷۲
۱۳- زلزله سطح بهره برداری ۷۴
14- دیافراگم ۷۶
15- تغییر مکان جانبی ۷۸
۱۶- اثر P-delta ۸۲
۱۷- درز انقطاع ۸۴
۱۸- مرکز سختی و مرکز جرم ۸۵

۱-مقدمه

داوطلب گرامی ضمن آرزوی پیروزی برای شما قبل از استفاده از جزوه مطالب زیر را مطالعه بفرمایید:

- ✓ این کتاب کار ویژه تدریس سر کلاس و افزایش سرعت تدریس تهیه شده و کامل نیست. کتاب به مرور زمان ویرایش و تکمیل خواهد شد (تاریخ ویرایش در قسمت فوقانی صفحات درج شده است).
- ✓ برای اطلاع از برنامه های آموزشی و زمانبندی دوره ها به www.hoseinzadeh.net مراجعه کنید.
- ✓ استفاده از متن و یا تصاویر این کتاب با ذکر منبع آن (www.hoseinzadeh.net) بلامانع است.
- ✓ کانال تلگرام: جهت آگاهی از کلاسهای نظام مهندسی اینجانب و نیز مشاهده پرسش و پاسخهای انجام شده در زمینه آزمون محاسبات می توانید در کانال تلگرام زیر عضو شوید:

لینک عضویت در کانال عمومی:	https://telegram.me/hoseinzadehasl
ارسال سوال از طریق کانال عمومی:	https://telegram.me/mhoseinzadehasl
لینک عضویت در کانال اختصاصی آزمون محاسبات:	https://telegram.me/nezam_hoseinzadehasl
ارسال سوال از طریق کانال اختصاصی آزمون محاسبات:	https://telegram.me/nezam_mhoseinzadehasl

- ✓ مسلما جزوه خالی از اشتباه نیست. در صورتی که به اشتباهی برخوردید، ممنون می شوم که از طریق کانال تلگرام اطلاع دهید تا در ویرایش بعدی اصلاح شود.
- ✓ علاوه بر این جزوه، مطالب مفید دیگر را می توانید از سایت اینجانب (www.hoseinzadeh.net) دانلود نمایید.

مسعود حسین زاده اصل

ویرایش اول: ۱۳۹۶/۲

۲-کلیات

۲-۱ زلزله‌های مبنای طراحی

زلزله‌های مبنای طراحی در این آیین‌نامه به شرح زیر می‌باشند:

الف-"زلزله طرح" زلزله‌ای است که احتمال فرا گذشت آن در ۵۰ سال ده درصد باشد. دوره بازگشت این زلزله ۴۷۵ سال است.

ب-"زلزله بهره‌برداری" زلزله‌ای است که احتمال فراگذشت آن در ۵۰ سال ۹۹/۵ درصد باشد. دوره بازگشت این زلزله حدود ۱۰ سال است.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۳-نامنظمی

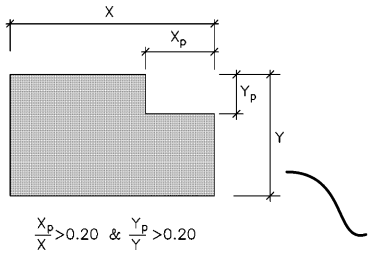
۳-۱- نامنظمی در پلان

۱-۷ گروه‌بندی ساختمان‌ها بر حسب نظم کالبدی

ساختمان‌هایی که به لحاظ خصوصیات کالبدی شامل: شکل هندسی، توزیع جرم و توزیع سختی در پلان و در ارتفاع دارای یکی از مشخصات زیر باشند"نامنظم"و در غیر این‌صورت "منظم" محسوب می‌شوند.

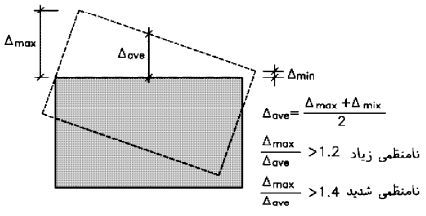
۱-۷-۱ نامنظمی در پلان

الف-**نامنظمی هندسی:**در مواردی که پس‌رفتگی هم‌زمان در دو جهت در یکی از گوشه‌های ساختمان بیشتر از ۲۰درصد طول پلان در آن جهت باشد.



الف –نامنظمی هندسی

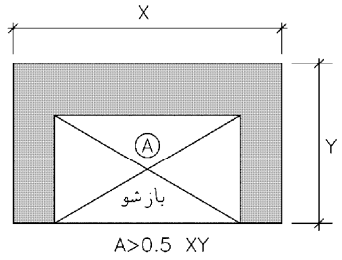
ب-**نامنظمی پیچشی**: در مواردی که حداکثر تغییرمکان نسبی در یک انتهای ساختمان در هر طبقه، با احتساب پیچش تصادفی و با منظور کردن A_j = ۱/۰ بیشتر از ۲۰ درصد متوسط تغییرمکان نسبی در دو انتهای ساختمان در آن طبقه باشد. در این موارد نامنظمی"زیاد" و در مواردی که این اختلاف بیشتر از ۴۰ درصد باشد، نامنظمی"شدید" پیچشی توصیف می‌شود.



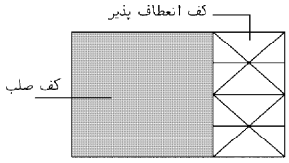
ب- نامنظمی پیچشی

نامنظمی‌های پیچشی تنها در مواردی که دیافراگم‌های کف‌ها صلب و یا نیمه‌صلب هستند کاربرد پیدا می‌کند.

پ-**نامنظمی در دیافراگم:** در مواردی که تغییر ناگهانی در مساحت دیافراگم، به میزان مجموع سطوح بازشوی بیشتر از ۵۰ درصد سطح طبقه، و یاتغییر ناگهانی در سختی دیافراگم، به میزان بیشتر از ۵۰ درصد سختی طبقات مجاور، وجود داشته باشد.

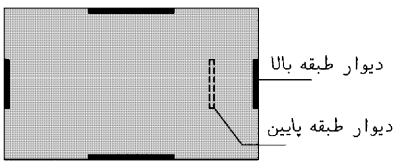


پ-۱ نامنظمی دیافراگم (درمساحت)



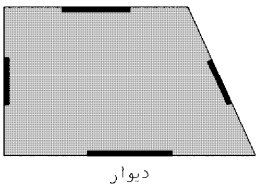
پ-۲ نامنظمی دیافراگم (در سختی)

ت-**نامنظمی خارج از صفحه:** در مواردی که در سیستم باربرجانبی انقطاعی در مسیر انتقال نیروی جانبی، مانند تغییر صفحه، حداقل در یکی از اجزای باربر جانبی در طبقات، وجود داشته باشد .



ت –نامنظمی خارج از صفحه

ث- **نامنظمی سیستم‌های غیر موازی:** در مواردی که بعضی اجزای قائم باربر جانبی به موازات محورهای متعامد اصلی ساختمان نباشد.



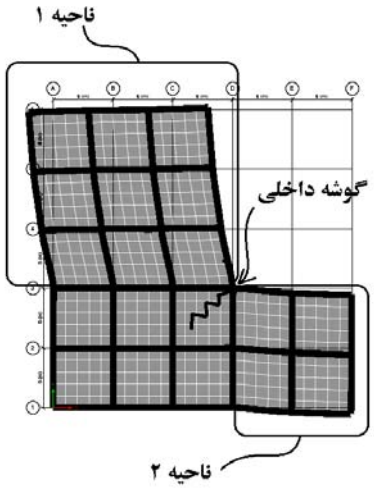
ث –نامنظمی سیستم‌های غیرموازی

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

۳-۱-۱- نامنظمی هندسی

به شکل زیر توجه نمایید. سازه در این پلان دارای ۶ "گوشه" می باشد. تنها یکی از این گوشه ها، گوشه داخلی می باشد. گوشه های داخلی مستعد پارگی می باشند. در دو سوی گوشه داخلی، جرم های قابل توجهی ایجاد می شوند

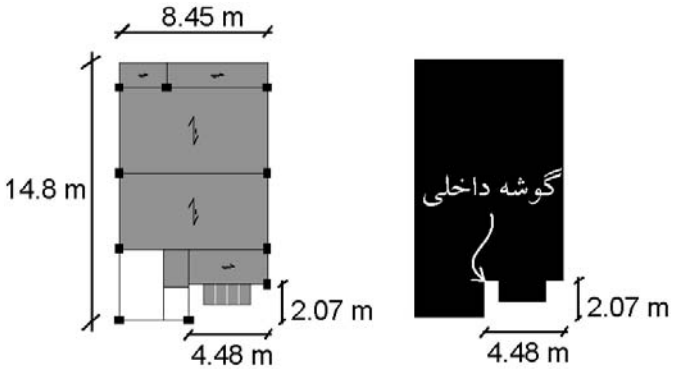
هنگام زلزله دو ناحیه ۱ و ۲ ممکن است در دو جهت متفاوت حرکت کنند که این موجب ایجاد پارگی در گوشه داخلی خواهد شد. هر چه مساحت (و در نتیجه جرم) دو ناحیه ۱ و ۲ بیشتر باشد نیروی اینرسی بیشتری خواهند داشت و نیروی پارگی افزایش می یابند.



سوال: چگونه ممکن است همزمان دو ناحیه ۱ و ۲ در شکل فوق در دو جهت مخالف حرکت کنند؟ مگر راستای زلزله یک جهت مشخص ندارد. با توجه به اینکه هر دو قسمت مربوط به یک سازه می باشند، باید با هم حرکت کنند.

پاسخ: دو قسمت ۱ و ۲ جرم و سختی متفاوتی دارند و در نتیجه دوره تناوب آنها متفاوت می باشد. بنابراین به جهت متفاوت بودن دوره تناوب زمان رفت و برگشت آندو قسمت متفاوت خواهد بود و ممکن است در جهت متفاوت حرکت کنند.

آیا پلان سازه زیر نامنظم هندسی می باشد؟



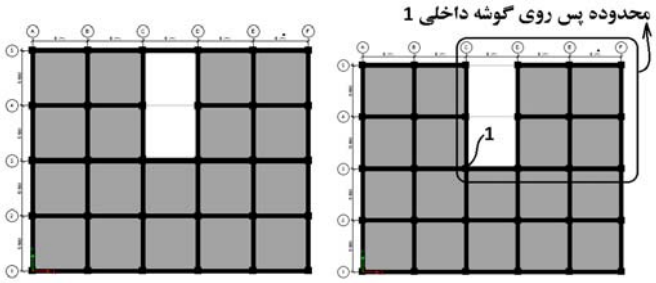
پاسخ: در گوشه داخلی که در شکل نشان داده شده است، در راستای عرضی سازه، پس رفتگی در پلان بیش از ۲۰ درصد می باشد ولی پس رفتگی در طول سازه کمتر از ۲۰ درصد می باشد:

$$\frac{4.48}{8.45} > 0.2$$
$$\frac{2.07}{14.8} < 0.2$$

بنابراین این سازه نامنظم هندسی نمی باشد.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

آیا پلان سازه های زیر نامنظم هندسی می باشند؟ طول تمامی دهانه ها ۶ متر است.



الف) سازه دارای بازشو (بدون تیر رابط) ب) سازه دارای بازشو (با تیر رابط)

پاسخ: در سازه "الف" دو گوشه داخلی داریم که مشابه هم می باشند. با توجه به اینکه طول هر دهانه ۶ متر است، پس رفتگی گوشه ۱ در راستای x برابر ۱۸ متر و در راستای y برابر ۱۲ متر می باشد. بنابراین در هر دو جهت بیش از ۲۰ درصد پس رفتگی داریم و سازه نامنظم هندسی محسوب می شود:

$$\frac{18}{30} > 0.2$$
$$\frac{12}{24} > 0.2$$

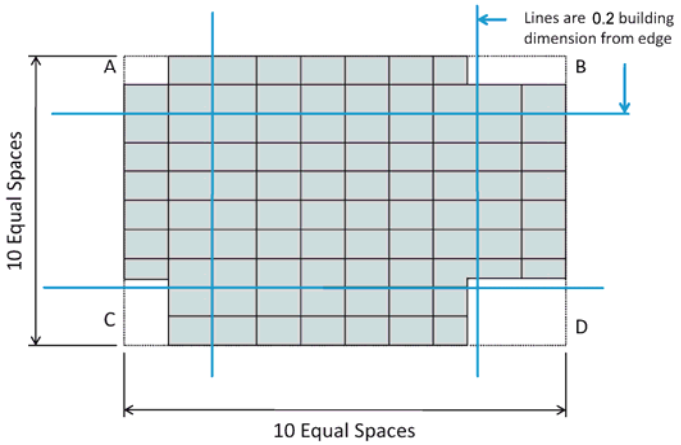
در سازه "ب" در دو سمت بازشو، سازه توسط یک تیر بتنی پیوسته شده است و بنابراین "گوشه دخلی" نداریم. و سازه نامنظم هندسی نمی باشد.

سازه زیر در چهار نقطه دارای پس رفتگی است.

تنها در نقطه D میزان پس رفتگی در دو جهت بیش از 20 درصد بعد سازه است.

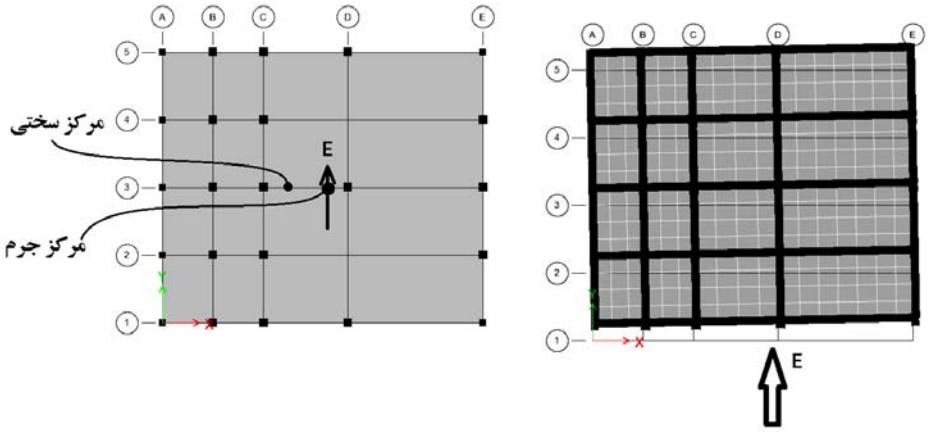
این سازه به جهت نقطه D نامنظم هندسی در پلان است.

Fig. G9-5
Building with four reentrant corners and a reentrant irregularity



۳-۱-۲- نامنظمی پیچشی

به پلان سازه شکل زیر توجه نمایید. به علت کاربری خاصی که نیمه سمت راست سازه دارد (رستوران می باشد)، تعداد ستونها در آن قسمت کمتر می باشد و مرکز سختی (مرکز مقاومت سازه در برابر بار جانبی) در نیمه چپ سازه خواهد بود.

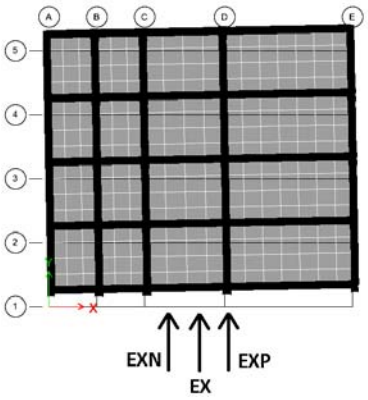


تفاوت در مختصات مرکز سختی و مرکز جرم موجب می شود که تحت اثر نیروی زلزله، سازه علاوه بر حرکت انتقالی، حرکت چرخشی نیز داشته باشد. در شکل فوق تغییر مکان جانبی سازه تحت زلزله نمایش داده شده است.

گرچه تعداد ستونها در سمت راست سازه کمتر می باشد ولی با افزایش ابعاد ستونها و ابعاد تیرهای سمت راست می توان سختی آنها را افزایش داد و در نتیجه پیچش سازه را کاهش داد.

سوال: برای محاسبه تغییرمکان جانبی سازه و کنترل پیچش آن، آیا خروج از مرکزیت اتفاقی باید منظور شود؟

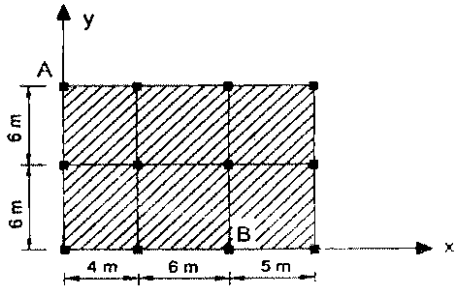
پاسخ: بله. در شکل زیر نیروی زلزله وارد بر سازه نشان داده شده است. طبق بند۱-۷-۱ استاندارد ۲۸۰۰، در تعیین تغییرمکان جانبی طبقه باید زلزله های با خروج از مرکزیت تصادفی نیز منظور شوند. در شکل زیر مسلما بیشترین پیچش تحت اثر زلزله EXP خواهد بود.



محاسبات ۹۵

۲- در شکل زیر پلان سقف یک ساختمان یک‌طبقه مسکونی متعارف نشان داده شده است. با فرض صلب‌بودن دیافراگم، محاسبات نشان می‌دهد که برای نیروی زلزله در راستای y، تغییرمکان نسبی نقاط A و B در راستای y به ترتیب 32 و 23 میلی‌متر است. با این اطلاعات کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (در محاسبات $A_j=1$ و پیچش تصادفی منظور شده است. نیروی زلزله براساس زمان تناوب حاصل از تحلیل دینامیکی که بزرگ‌تر از زمان تناوب تجربی است به‌دست آمده است)

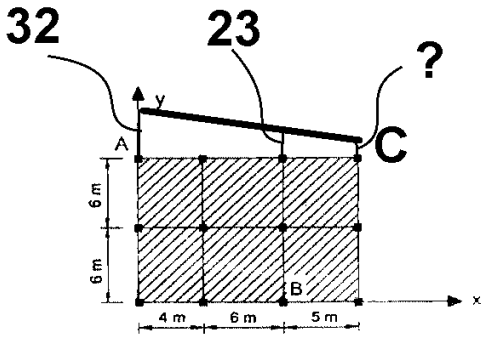
۱) سازه در پلان منظم است.
۲) سازه در پلان دارای نامنظمی پیچشی شدید است.
۳) سازه در پلان دارای نامنظمی پیچشی زیاد است.
۴) اگر به‌ازای زلزله در راستای x، سازه فاقد نامنظمی پیچشی باشد، آنگاه سازه منظم است.



گزینه ۳

سازه تحت زلزله Y نامنظم پیچشی زیاد است ولی نامنظم شدید پیچشی نیست:

$$\left.\begin{array}{l}\Delta_A = 32\ mm \\ \Delta_B = 23\ mm \\ \Delta_C = \left(23 - \dfrac{32-23}{10} \times 5\right) = 18.5\ mm\end{array}\right\} \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{ave}} = \frac{32}{\left(\frac{32+18.5}{2}\right)} = 1.267$$



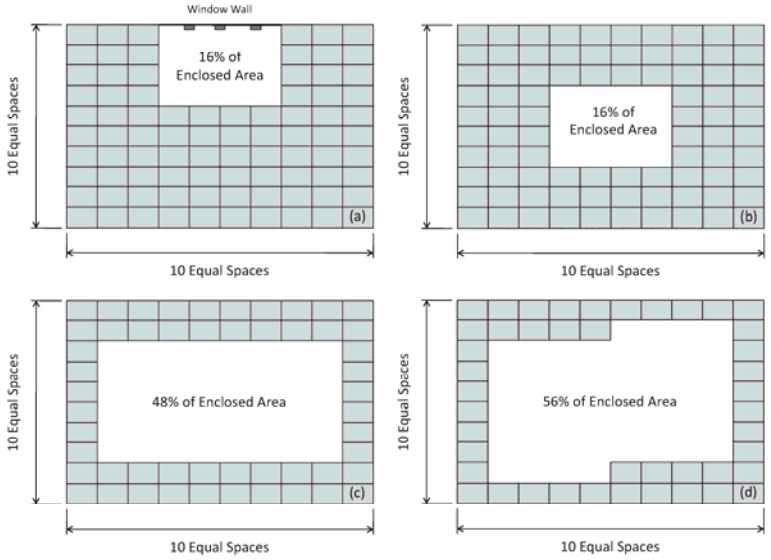
انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۳-۱-۳- نامنظمی در دیافراگم

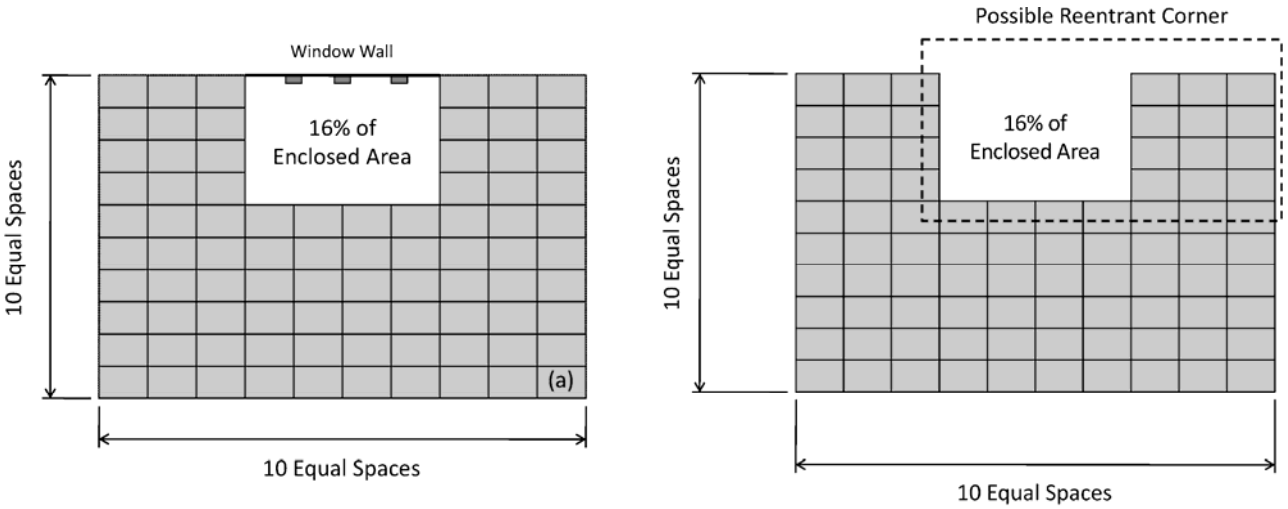
پ-نامنظمی در دیافراگم: در مواردی که تغییر ناگهانی در مساحت دیافراگم، به میزان مجموع سطوح بازشوی بیشتر از ۵۰ درصد سطح طبقه، و یاتغییر ناگهانی در سختی دیافراگم، به میزان بیشتر از ۵۰ درصد سختی طبقات مجاور، وجود داشته باشد.

در چهار شکل زیر تنها شکل (d) نامنظم در دیافراگم می باشد:

Fig. G9-6
Diaphragm openings and irregularities



توجه: دو سازه زیر چه تفاوتی با هم دارند؟



سمت راست نامنظم هندسی می باشد.

سمت چپ نامنظم هندسی نیست.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

۳-۱-٤- نامنظمی سیستم های ناموازی

در استاندارد ۲۸۰۰ جدید در صورتی که اجزای قائم باربر جانبی به موازات یکی از محورهای اصلی (X یا Y) نباشد، سازه نامنظم خواهد بود.

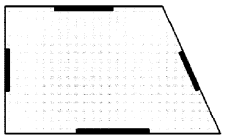
منظور از اجزای "قائم"چیست؟

اجزای باربر جانبی به قسمت باربر جانبی "افقی" و باربر جانبی "قائم" تقسیم بندی می شوند.

"افقی" شامل دیافراگم سقف، مهاربندی سقف و کلیه سیستم هایی می باشد که نیروی اینرسی سقف را در راستای افق به اجزای باربر قائم منتقل می کند.

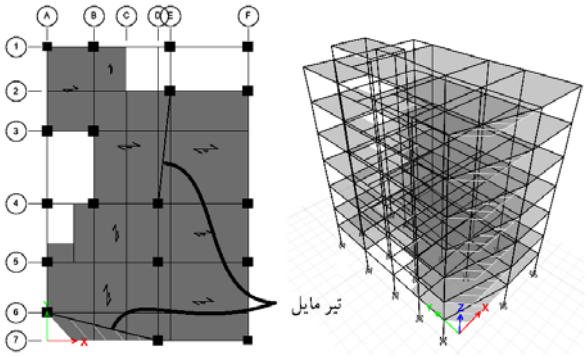
"قائم" شامل دیوار برشی، مهاربند قائم، قاب خمشی و کلیه سیستم های باربر جانبی می باشد که در ارتفاع سازه قرار می گیرند و بار را در راستای قائم منتقل می کنند.

ث- نامنظمی سیستم‌های غیر موازی: در مواردی که بعضی اجزای قائم باربر جانبی به موازات محورهای متعامد اصلی ساختمان نباشد.



ث –نامنظمی سیستم‌های غیرموازی

نتیجه: در قابهای خمشی که یک تیر مورب دارند، و این تیر به صورت گیردار به ستونها متصل است (قاب خمشی تشکیل می دهد). نامنظم سیستم های غیر موازی محسوب می شوند. برای مثال سازه زیر نامنظم است. چون دو تا از تیرهایش در راستای X و یا Y نمی باشند:



به بخشی از استاندارد ۲۸۰۰ در این رابطه توجه نمایید:

۱- تعریف و عملکرد

مجموعه سیستم مقاوم ساختمان‌ها در برابر نیروهای جانبی معمولاً از دو قسمت اجزای قائم و اجزای افقی (یا تقریباً افقی) تشکیل می‌شود. اجزای افقی نیروهای افقی زلزله و باد را به اجزای قائم منتقل نموده و اجزای قائم نیز این نیروها را به شالوده‌ها و نهایتاً به زمین منتقل می‌نمایند. به اجزای افقی یا تقریباً افقی منتقل‌کننده نیروهای جانبی «دیافراگم افقی» و یا به اختصار «دیافراگم»گفته می‌شود. در ساختمان‌های متعارف دیافراگم‌ها شامل کف‌ها و سقف‌ها (افقی و یا با شیب کم) می‌باشند. در چنین ساختمان‌هایی دیافراگم‌ها وظیفه باربری قائم (ثقلی) را هم‌زمان بر عهده دارند. در ساختمان‌های صنعتی به‌طور کلی بادبندی‌های افقی (یا تقریباً افقی) نقش انتقال نیروهای افقی به اجزای قائم (قاب‌ها) را عهده‌دار هستند و بنابراین دیافراگم محسوب می‌گردند.

۳-۱-۵- نامنظمی خارج از صفحه

در سازه شکل زیر نامنظمی خارج از صفحه داریم.

سازه مربوط به Imperial County Services Building می باشد که در زلزله Imperial Valley (1979) به شدت آسیب دید.

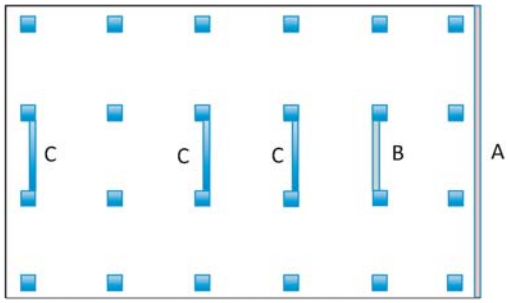
دراین سازه:

دیوار A در طبقه اول وجود ندارد و تنها در طبقات فوقانی وجود دارد.

دیوار B تنها در طبقه اول وجود دارد.

دیوارهای C در تمامی طبقات وجود دارند.

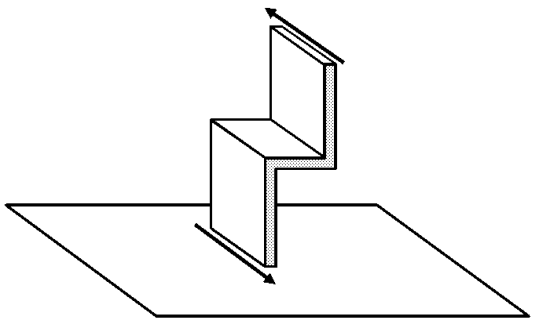
Fig. G9-9
Plan view of building with an out-of-plane offset irregularity



A) 2nd story and above shear wall
B) 1st story only shear wall
C) Full height shear wall

Fig. G9-10
Photograph of the Imperial County Services Building

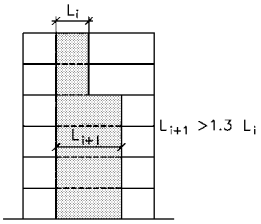
Source: Courtesy of V. Bertero.



۳-۲- نامنظمی در ارتفاع

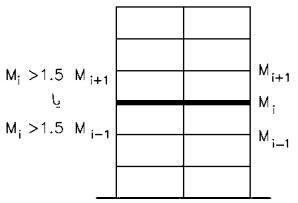
۱-۷-۲ نامنظمی در ارتفاع

الف- نامنظمی هندسی: در مواردی که ابعاد افقی سیستم باربر جانبی در هر طبقه بیشتر از ۱۳۰ درصد آن در طبقات مجاور باشد.



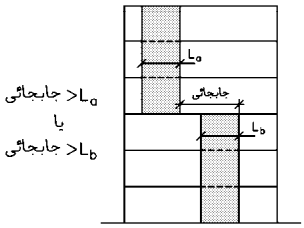
الف – نامنظمی هندسی

ب- نامنظمی جرمی: در مواردی که جرم هر طبقه بیشتر از ۵۰درصد با جرم‌های طبقات مجاور تفاوت داشته باشد.
طبقات بام و خرپشته از این تعریف مستثنا هستند.



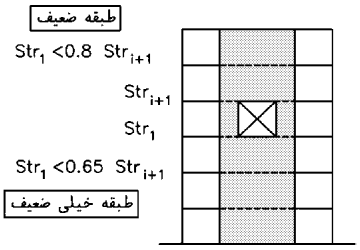
ب- نامنظمی جرمی

پ – نامنظمی قطع سیستم باربرجانبی: در مواردی که جزئی از سیستم بار بر جانبی در ارتفاع قطع شده باشد، به‌طوری‌که آثار ناشی از واژگونی روی تیرها، دال‌ها، ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی تغییراتی ایجاد کند.



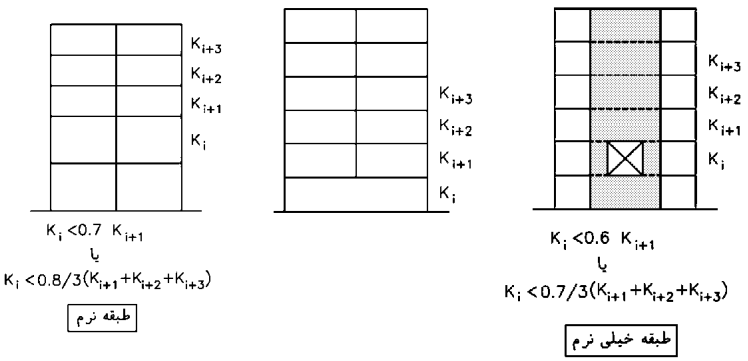
پ – نامنظمی قطع سیستم باربر جانبی

ت- نامنظمی مقاومت جانبی: در مواردی که مقاومت جانبی طبقه از ۸۰ درصد مقاومت جانبی طبقه روی خود کمترباشد، چنین طبقه‌ای اصطلاحاً "طبقه ضعیف" نامیده می‌شود.
در مواردی که مقدار فوق به ۶۵ درصد کاهش یابد، طبقه اصطلاحاً "طبقه خیلی ضعیف" توصیف می‌شود.



ت – نامنظمی مقاومت جانبی

ث- نامنظمی سختی جانبی: در مواردی که سختی جانبی هر طبقه کمتر از ۷۰ درصد سختی جانبی طبقه روی خود و یا کمتر از ۸۰ درصد متوسط سختی‌های جانبی سه طبقه روی خود باشد. چنین طبقه‌ای اصطلاحاً "طبقه نرم" نامیده می‌شود.
در مواردی که مقادیر فوق به ترتیب به ۶۰ درصد و ۷۰ درصد کاهش پیدا کنند، طبقه اصطلاحاً "طبقه خیلی‌نرم" توصیف می‌شود.



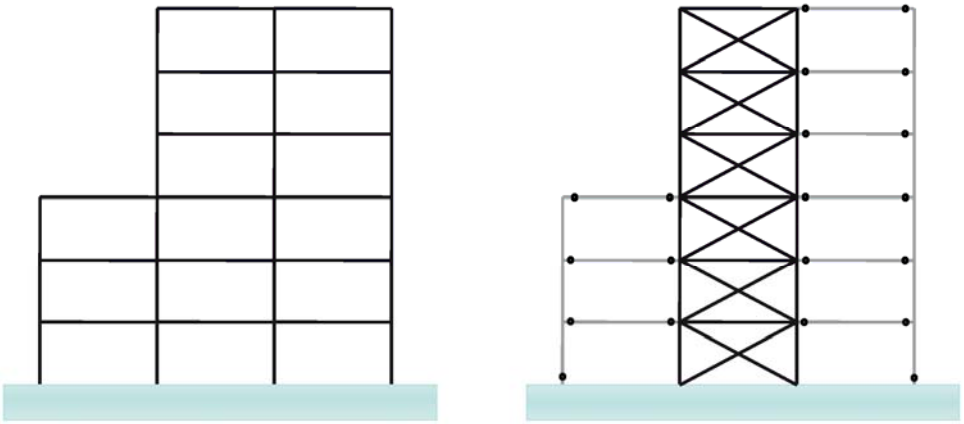
ث – نامنظمی سختی جانبی

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۳-۲-۱- نامنظمی هندسی

شکل سمت چپ: عرض سیستم باربر جانبی (قاب خمشی) در طبقه ۴ به صورت ناگهانی کاهش یافته و نامنظم هندسی در ارتفاع است.

شکل سمت راست: سازه از نظر نامنظمی هندسی در ارتفاع مشکلی ندارد و منظم محسوب می شود. در این سازه عرض سیستم باربر تنها شامل دهانه بادبند می باشد. دهانه های کناری در شکل سمت راست تنها بار ثقلی را تحمل می کنند و در تحمل زلزله مشارکت ندارند.



(a) Moment Frame (b) Braced Frame

نامنظم هندسی در ارتفاع
علت: عرض سیستم باربر جانبی (قاب خمشی) ناگهانی کاهش یافته است.

منظم هندسی در ارتفاع
عرض سیستم بار بر جانبی (دهانه مهاربند) تغییر نکرده است.

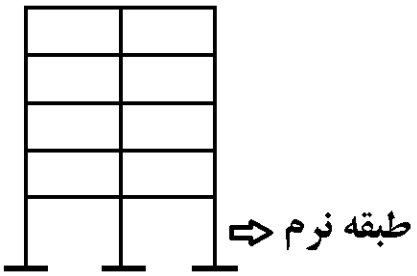
- بنابراین در سازه هایی که دارای سیستم قاب خمشی هستند و در برخی طبقات عقب روی داریم، ممکن است نامنظم هندسی در ارتفاع باشند.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۳-۲-۲- نامنظمی طبقه نرم

در شکل زیر طبقه اول تجاری می باشد و ارتفاع طبقه بیش از سایر طبقات است.

با افزایش طول ستونها، سختی طبقه کاهش می یابد و ممکن است طبقه نرم ایجاد شود.



دقت نمایید که سختی جانبی خمشی ستونها با توان سوم طول ستونها رابطه دارد(EI/L^3).

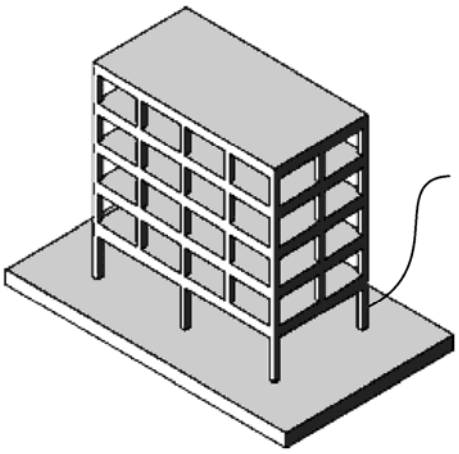
بنابراین اگر در شکل فوق فرض کنیم:

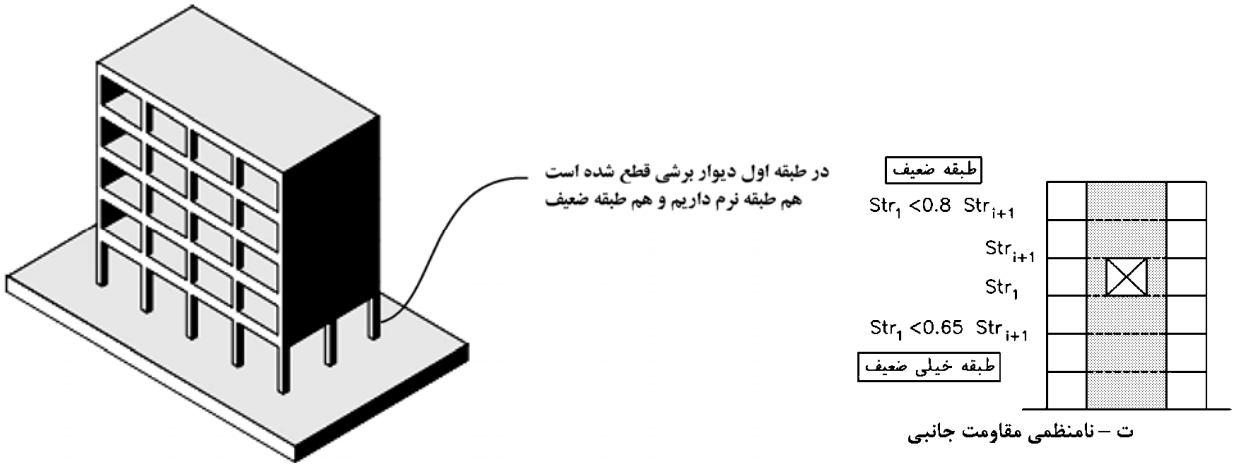
- تیرها صلب باشند،
- ابعاد مقطع ستونها در دو طبقه اول و دوم یکسان باشد،
- ارتفاع طبقه اول دو برابر ارتفاع طبقه دوم باشد،

در این صورت سختی طبقه دوم ۸ برابر سختی طبقه اول خواهد.

فرض اول در سازه های واقعی امکان پذیر نمی باشد و باید با منظور کردن سختی تیرها و ستونها (و یا دیوارها و بادبندها درصورت وجود) سختی طبقه محاسبه شود. بنابراین با روابط ساده تحلیل سازه ای نمی توان سختی طبقه را محاسبه نمود و بهتر است از نرم افزار برای محاسبه سختی طبقه استفاده شود.

۳-۲-۳- نامنظمی طبقه ضعیف





ت – نامنظمی مقاومت جانبی

استفاده از سازه هایی مانند دو سازه فوق طبق بند زیر از استاندارد ۲۸۰۰ احداث سازه هایی مانند سازه های شکل فوق، به طوریکه طبقه خیلی ضعیف ایجاد شود، در عمده مناطق کشور غیر مجاز است:

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.

شکل زیر برگرفته از کتاب پروفسور Moehle می باشد که در آن دیوار برشی در طبقه همکف حذف شده است و در طبقه اول طبقه ضعیف ایجاد شده است. با توجه به بند فوق احداث چنین سازه هایی در مناطق لرزه خیز غیر مجاز است.

FIGURE 13.5 Permanent offset of weak first story due to discontinued wall, Olive View Hospital, 1971 San Fernando earthquake. (*Photograph by K. Steinbrugge, used with permission from the National Information Service for Earthquake Engineering, University of California, Berkeley.*)

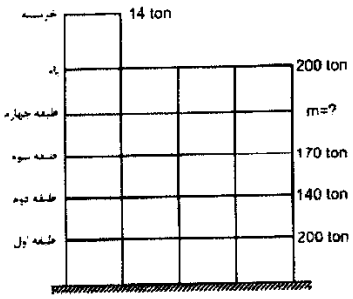
۱-۷-۳ محدودیت در احداث ساختمان‌های نامنظم

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.

محاسبات ۹۴

۳۰- در ساختمان پنج طبقه شکل زیر، برای آن‌که ساختمان به لحاظ توزیع جرم منظم تلقی شود، جرم طبقه چهارم حداکثر چقدر می‌تواند باشد؟ (نزدیک‌ترین عدد موردنظر است.)



۱) 95 ton

۲) 280 ton

۳) 80 ton

۴) 250 ton

گزینه ۴

$$\frac{m-170}{170}<0.5 \quad \rightarrow \quad m<255$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

٤-سیستم های باربر جانبی

جدول ۳-۴ 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)
الف- سیستم دیوارهای باربر	۱- دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه	۵	۲/۵	۵	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن‌آرمه متوسط	۴	۲/۵	۴	۵۰
	۳- دیوارهای برشی بتن‌آرمه معمولی [۱]	۳/۵	۲/۵	۳/۵	-
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۳	۲/۵	۳	۱۵
	۵- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و مهارهای تسمه‌ای فولادی	۴	۲	۳/۵	۱۵
	۶- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و صفحات پوشش فولادی	۵/۵	۳	۴	۱۵
	۷- دیوارهای بتن پاششی سه‌بعدی	۳	۲	۳	۱۰
ب-سیستم قاب ساختمانی	۱- دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه [۲]	۶	۲/۵	۵	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن‌آرمه متوسط	۵	۲/۵	۴	۳۵
	۳- دیوارهای برشی بتن‌آرمه 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
پ- سیستم قاب خمشی	۱- قاب خمشی بتن‌آرمه ویژه[۴]	۷/۵	۳	۵/۵	۲۰۰
	۲- قاب خمشی بتن‌آرمه متوسط [۴]	۵	۳	۴/۵	۳۵
	۳- قاب خمشی بتن‌آرمه 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	-
ت- سیستم دوگانه یا ترکیبی	۱- قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی)+ دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه	۷/۵	۲/۵	۵/۵	۲۰۰
	۲- قاب خمشی بتن‌آرمه متوسط+ دیوار برشی بتن‌آرمه ویژه	۶/۵	۲/۵	۵	۷۰
	۳- قاب خمشی بتن‌آرمه متوسط+ دیوار برشی‌بتن‌آرمه متوسط	۶	۲/۵	۴/۵	۵۰
	۴- قاب خمشی فولادی متوسط+ دیوار برشی بتن‌آرمه متوسط	۶	۲/۵	۴/۵	۵۰
	۵- قاب خمشی فولادی ویژه+ مهاربندی واگرای ویژه فولادی	۷/۵	۲/۵	۴	۲۰۰
	۶- قاب خمشی فولادی متوسط+ مهاربندی واگرای ویژه فولادی	۶	۲/۵	۵	۷۰
	۷- قاب خمشی فولادی ویژه+ مهاربندی همگرای ویژه فولادی	۷	۲/۵	۵/۵	۲۰۰
	۸- قاب خمشی فولادی متوسط+ مهاربندی همگرای ویژه فولادی	۶	۲/۵	۵	۷۰
ث- سیستم کنسولی	۱- سازه‌های فولادی یا بتن‌آرمه ویژه	۲	۱/۵	۲	۱۰

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

یادداشت‌های مربوط به جدول(۳-۴)

[۱] استفاده از این سیستم برای ساختمان‌های «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» در تمام مناطق لرزه‌خیزی و برای ساختمان‌های «با اهمیت متوسط» در مناطق لرزه‌خیزی ۱ و ۲ مجاز نیست. ارتفاع حداکثر این سیستم برای ساختمان‌های «با اهمیت متوسط» در مناطق لرزه‌خیزی ۳ و ۴ به ۱۵ متر محدود می‌گردد.

[۲] ارتفاع مجاز در سیستم قاب ساختمانی با دیوار برشی بتن‌آرمه ویژه، با مهاربندهای واگرای ویژه یا با مهاربندهای همگرای ویژه، در صورتی‌که شرایط زیر موجود باشد، می‌تواند از ۵۰ متر به ۷۵ متر افزایش یابد:

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

[۳] در سیستم‌های قاب ساختمانی با مهاربندی‌های واگرای ویژه فولادی، چنانچه در تیرهای پیوند رفتار برشی حاکم باشد، ضریب رفتار برابر با ۷ و چنانچه رفتار خمشی حاکم باشد، این ضریب باید برابر ۶ در نظر گرفته شود.

[۴] در این جدول قاب‌های خمشی بتن‌آرمه با شکل‌پذیری کم، متوسط و زیاد عنوان‌شده در آیین‌نامه بتن ایران"آبا" با عناوین معمولی،متوسط و ویژه معرفی شده‌اند.ضمناً در این سازه‌ها فاصله خاموت‌ها از یکدیگر در ناحیه ویژه دو انتهای ستون‌ها، مطابق تعریف آبا، نباید بیش از ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

۳-۳-۵-۲ ساخت ساختمان‌های با ارتفاع بیش از H_m در جدول (۳-۴) در کلیه مناطق کشور مجاز نیست. برای ساختمان‌های خاص که در آنها ارتفاعی بیشتر از این حدود مدنظر باشد، تأیید کمیته اجرایی این آیین‌نامه الزامی است.

۳-۳-۵-۳ در مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد برای ساختمان‌های با اهمیت «خیلی زیاد» فقط باید از سیستم‌هایی که عنوان «ویژه» دارند، استفاده شود.

۳-۳-۵-۴ در ساختمان‌های با بیشتر از ۱۵ طبقه و یا بلندتر از ۵۰ متر، استفاده از سیستم قاب خمشی ویژه و یا سیستم دوگانه، به استثناء موارد تصریح شده در یادداشت [۲] مربوط به جدول (۳-۴)، الزامی است. در این ساختمان‌ها نمی‌توان برای مقابله با تمام نیروی جانبی زلزله منحصراً به دیوارهای برشی و یا قاب‌های مهاربندی شده اکتفا نمود.

۳-۳-۵-۵ استفاده از دال تخت یا قارچی و ستون به عنوان سیستم قاب خمشی منحصراً در ساختمان‌های سه طبقه و یا کوتاه‌تر از ۱۰ متر مجاز می‌باشد. در صورت تجاوز از این حد، تنها در صورتی استفاده از این سیستم سازه مجاز است که مقابله با نیروی جانبی زلزله توسط دیوارهای برشی و یا قاب‌های مهاربندی‌شده تأمین گردد.

۳-۳-۵-۶ در ساختمان‌های بتن‌آرمه که در آنها از سیستم تیرچه و بلوک برای پوشش سقف‌ها استفاده می‌گردد و ارتفاع تیرها برابر ضخامت سقف در نظر گرفته می‌شود، در صورتی‌که ارتفاع تیرها کمتر از ۳۰ سانتی‌متر باشد، سیستم سقف به منزله دال تخت محسوب شده و ساختمان مشمول بند (۳-۳-۵-۵) می‌شود.

۳-۳-۵-۷ قاب‌های فولادی دارای اتصالات خورجینی ساده بر طبق نشریه شماره ۳۲۴ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی همراه با دیوار برشی یا مهاربندی، در گروه سیستم قاب ساختمانی ساده قرار می‌گیرند. قاب‌های فولادی دارای اتصالات خورجینی گیردار بر طبق ضوابط آن نشریه، قاب خمشی فولادی متوسط محسوب می‌شوند. حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان‌هایی که در آنها تنها از قاب‌های خمشی با این نوع اتصالات استفاده می‌شود به ۳۰ متر تقلیل می‌یابد.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات ۹۴

۳۴-استفاده از دال تخت به همراه دیوار برشی بتن مسلح معمولی (بدون تیر و ستون)، به عنوان سیستم باربر قائم و جانبی در چه ساختمان‌های بتنی مجاز است؟

۱) فقط در ساختمانهای تا ارتفاع 50 متر از تراز پایه
۲) فقط در ساختمانهای تا ارتفاع 30 متر از تراز پایه
۳) فقط در ساختمانهای تا ارتفاع 10 متر از تراز پایه
۴) فقط در ساختمانهای تا سه طبقه از تراز پایه

پاسخ این سوال بر اساس ویرایش سوم استاندارد ۲۸۰۰ گزینه ۲ می باشد.

بر اساس ویرایش ۴ استفاده از این سیستم تنها در مناطق لرزه خیزی ۳ و ۴ مجاز است و ارتفاع آن محدود به ۱۵ متر است.

جدول ۳-۴ 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)
الف- سیستم دیوارهای باربر	۱- دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه	۵	۲/۵	۵	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن‌آرمه متوسط	۴	۲/۵	۴	۵۰
	۳- دیوارهای برشی بتن‌آرمه معمولی [۱]	۳/۵	۲/۵	۳/۵	-
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۳	۲/۵	۳	۱۵
	۵- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و مهارهای تسمه‌ای فولادی	۴	۲	۳/۵	۱۵
	۶- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و صفحات پوشش فولادی	۵/۵	۳	۴	۱۵
	۷- دیوارهای بتن پاششی سه‌بعدی	۳	۲	۳	۱۰

یادداشت‌های مربوط به جدول(۳-۴)

[۱] استفاده از این سیستم برای ساختمان‌های «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» در تمام مناطق لرزه‌خیزی و برای ساختمان‌های «با اهمیت متوسط» در مناطق لرزه‌خیزی ۱ و ۲ مجاز نیست. ارتفاع حداکثر این سیستم برای ساختمان‌های «با اهمیت متوسط» در مناطق لرزه‌خیزی ۳ و ۴ به ۱۵ متر محدود می‌گردد.

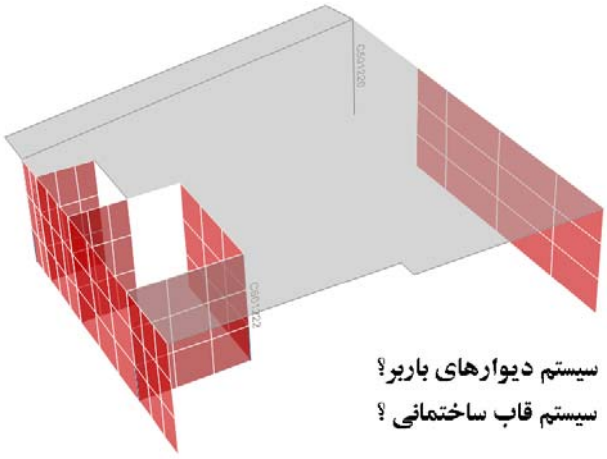
انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

٤-۱- سیستم دیوار باربر

در شکل زیر تنها یک ستون در گوشه قرار گرفته است.

عمده بار ثقلی توسط دیوار بتنی تحمل می شود.

تحمل زلزله نیز به عهده دیوار برشی است.



سیستم دیوارهای باربر؟

سیستم قاب ساختمانی ؟

تعریف سیستم دیوار باربر در استاندارد ۲۸۰۰:

۱-۸-۱ سیستم دیوارهای باربر

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن بارهای قائم عمدتاً توسط دیوارهای باربر تحمل می‌شوند و مقاومت در برابر بارهای جانبی توسط دیوارهای باربر که به صورت دیوارهای برشی عمل می‌کنند، تأمین می‌گردد. دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سردنورد که با تسمه‌های فولادی و یا صفحات پوششی فولادی مهارشده‌اند، جزء این سیستم محسوب می‌شوند.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

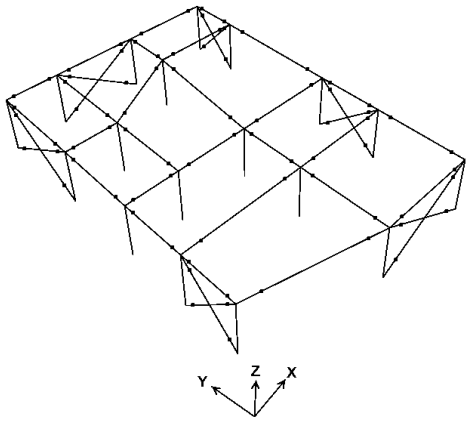
٤-۲- سیستم قاب ساختمانی

تعریف استاندارد ۲۸۰۰:

۲-۸-۱ سیستم قاب ساختمانی

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن بارهای قائم عمدتاً توسط قاب‌های فضایی تحمل شده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی توسط دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده تأمین می‌شود. قاب‌های ساختمانی در این سیستم می‌توانند دارای اتصالات ساده و یا گیردار باشند، ولی در تحمل بارهای جانبی مشارکت نخواهند داشت. قاب‌های گیردار باید قادر به تحمل اثر ناشی از اثر P-Δ باشند.

نمونه رایج این نوع سیستم قابهای فولادی با اتصالات مفصلی می باشد که در آنها برای مقابله با زلزله از بادبند استفاده می شود. در این سیستم بارهای ثقلی را قابها (شامل تیر و ستون) تحمل می کنند. برای تحمل نیروی جانبی در این قابها یا باید از بادبند فولادی استفاده شود و یا از دیوار برشی بتنی و یا دیوار برشی بنایی مسلح.شکل زیر نمونه هایی از مهاربندهای هم محور را نشان می دهد.



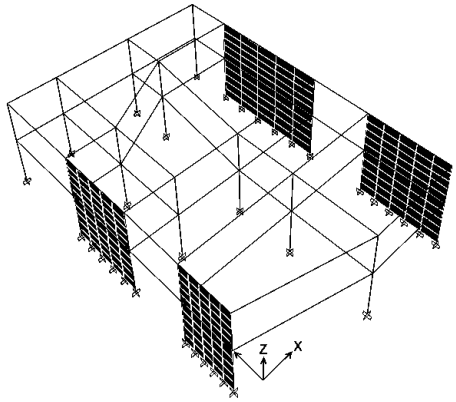
قاب ساختمانی با مهاربند همگرا در دو راستای x و y

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

٤-۳- سیستم دوگانه

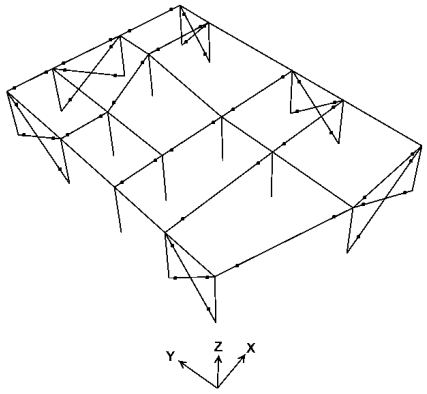
نوعی سیستم سازه ای است که در آن نیروی جانبی توسط عملکرد مشترک و توام قاب-خمشی و دیواربرشی و یا توسط قاب خمشی همراه با بادبند تحمل و به زمین انتقال میابد.

شکل زیر در راستای x از نوع قاب خمشی و در راستای y از نوع "سیستم دوگانه" قاب خمشی همراه با دیوار برشی بتنی می باشد.



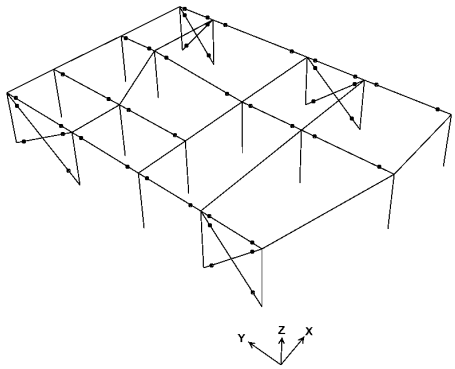
سیستم قاب خمشی در راستای x و سیستم دوگانه در راستای y

در شکل زیر در راستای x سیستم قاب ساده همراه با مهاربندی ضربدری استفاده شده است. در این سازه در راستای y "سیستم دو گانه" داریم. در راستای y برای مقابله با نیروی جانبی زلزله هم قاب خمشی داریم و هم بادبند. سیستم هایی که همزمان دو سیستم باربر جانبی در یک راستا مشارکت می کنند، سیستم دوگانه نامیده می شوند.



سیستم قاب ساده در راستای x و سیستم دوگانه در راستای y

سازه نشان داده شده در شکل زیر در راستای y دارای سیستم قاب ساده (اتصالات مفصلی) همراه با مهاربند ضربدری می باشد. ولی در راستای x دارای سیستم قاب خمشی می باشد. در این سازه "ترکیب سیستم در پلان" داریم. دقت کنید که در سازه زیر سیستم دوگانه نداریم:



سیستم قاب خمشی در راستای x و قاب ساده ساختمانی در راستای y

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۱-۸-۴ سیستم دوگانه یا ترکیبی

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن:

الف- بارهای قائم عمدتاً توسط قاب‌های ساختمانی تحمل می‌شوند.

ب- مقاومت در برابر بارهای جانبی توسط مجموعه‌ای از دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده همراه با مجموعه‌ای از قاب‌های خمشی تأمین می‌شود. سهم برشگیری هر یک از دو مجموعه با توجه به سختی جانبی و اندرکنش آن دو، در تمام طبقات، تعیین می‌گردد.

پ- قاب‌های خمشی باید مستقلاً قادر به تحمل حداقل ۲۵ درصد نیروهای جانبی در تراز پایه و دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده باید مستقلاً قادر به تحمل حداقل ۵۰ درصد نیروهای جانبی در تراز پایه باشند.

تبصره۱: در ساختمان‌های کوتاه‌تر از هشت طبقه و یا با ارتفاع کمتر از ۳۰ متر به جای توزیع بار به نسبت سختی عناصر باربر جانبی، می‌توان دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده را برای ۱۰۰ درصد بارجانبی و مجموعه قاب‌های خمشی را برای ۳۰ درصد بار جانبی طراحی کرد.

تبصره ۲: در مواردی که قاب‌های خمشی الزام بند (پ) را اقناع نکنند، سیستم دوگانه جزء سیستم قاب ساختمانی محسوب می‌شود، و در مواردی که دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده الزام بند فوق را اقناع نکنند، ضریب رفتار R در آن باید برابر ضریب رفتار در سیستم قاب خمشی با شکل‌پذیری متناظر در نظرگرفته شود.

٤-٤- سیستم کنسولی

تعریف استاندارد ۲۸۰۰:

۱-۸-۵ سیستم ستون کنسولی

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن نیروهای جانبی توسط ستون‌ها به‌صورت کنسولی تحمل می‌شوند.

تنها عامل مقاومت در برابر بار جانبی در سیستم های کنسولی اتصال گیردار پای ستونها می باشد. و بنابراین درجه نامعینی آنها بسیار پایین است. بدین معنی که با خرابی تنها چند نقطه از سازه، احتمال ناپایداری آن وجود دارد. به همین جهت در آیین نامه ضریب رفتار آنها بسیار پایین در نظر گرفته شده است. ضریب رفتار این نوع سیستم برابر Ru=2 می باشد. پایین بودن ضریب رفتار موجب می شود طراح این نوع سیستم ها را با نیروی زلزله بزرگتری (در مقایسه با سیستم های دیگر) طراحی کند.

۵-نیروی زلزله استاتیکی

۳-۳-۱ نیروهای جانبی زلزله

۳-۳-۱-۱ نیروی برشی پایه V_u

نیروی برشی پایه، یا برش پایه، به مجموع نیروهای جانبی زلزله اطلاق می‌شود که در تراز پایه، موضوع بند (۳-۳-۱-۲)، به ساختمان اعمال می‌گردد. این نیرو در هر یک از امتدادهای ساختمان با استفاده از رابطهٔ (۳-۱) به‌دست آورده می‌شود:

$$V_u=CW \qquad (۳-۱)$$

$$C=\frac{ABI}{R_u} \qquad (۳-۲)$$

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

$$V_{u\,min}=0.12AIW \qquad (۳-۳)$$

۵-۱- تعیین A

۲-۲ نسبت شتاب مبنای طرح، A

نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل در مناطق مختلف کشور، بر اساس میزان خطر لرزه‌خیزی آنها، به شرح جدول (۲-۱) تعیین می‌شود. مناطق چهارگانه عنوان‌شده در این جدول در پیوست (۱) مشخص شده است.

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

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۵-۲- تعیین نوع خاک

۲-۴ طبقه‌بندی نوع زمین

۲-۴-۱ زمین‌ساختگاه‌ها از نظر نوع سنگ و خاک به شرح جدول (۲-۳) طبقه‌بندی می‌شوند.

جدول ۲-۳ طبقه‌بندی نوع زمین

نوع زمین	توصیف لایه‌بندی زمین	پارامترها		
		$\overline{v}_s(m/s)$	$\overline{N}_{1(60)}$	$\overline{C}_u(kPa)$
I	**سنگ و شبه سنگ**،شامل سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی و خاک‌های سیمانته بسیارمحکم با حداکثر ۵ متر مصالح ضعیف‌تر تا سطح زمین	>۷۵۰	-	-
II	**خاک خیلی متراکم یا سنگ سست**، شامل- شن و ماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر که مشخصات مکانیکی آن با افزایش عمق به‌تدریج بهبود یابد. سنگ‌های آذرین و رسوبی سست، مانند توف ویا سنگ متورق و یا کاملاً هوازده	۳۷۵ -۷۵۰	>۵۰	>۲۵۰
III	**خاک متراکم تا متوسط** ، شامل شن و ماسه متراکم تا متوسط یا رس‌های سخت با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر	۱۷۵ -۳۷۵	۱۵-۵۰	۷۰-۲۵۰
IV	**خاک متوسط تا نرم**، لایه‌های خاک غیر چسبنده یا با کمی خاک چسبنده با تراکم متوسط تا کم، لایه‌های خاک کاملاً چسبنده نرم تا محکم.	<۱۷۵	<۱۵	<۷۰

۲-۴-۲ برای تعیین متوسط سرعت موج برشی، $\overline{v}_s$ می‌توان از رابطهٔ (۲-۵) یا از رابطهٔ معتبر دیگری استفاده کرد:

$$\overline{v}_s = \frac{\sum d_i}{\sum (d_i / v_{si})} \qquad (۵-۲)$$

در این رابطه، d_i و v_{si} به ترتیب ضخامت لایه و سرعت موج برشی تا عمق ۳۰ متری از تراز پایه است.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات ۹۴

۵۳- در مطالعات مکانیک خاک یک پروژه ساختمانی، سرعت موج برشی برای ضخامت لایه‌های مختلف به شرح زیر گزارش شده است:

- لایه اول به ضخامت 15 متر از تراز پایه با سرعت موج برشی 340 متربرثانیه

- لایه دوم به ضخامت 30 متر از زیر لایه اول با سرعت موج برشی 400 متربرثانیه

در طراحی این ساختمان در برابر زلزله، نوع زمین ساختگاه به کدامیک از انواع زیر نزدیک‌تر است؟

۱) نوع I ۲) نوع II ۳) نوع III ۴) نوع IV

گزینه ۳

ابتدا باید متوسط سرعت موج برشی محاسبه شود:

$$v_s = \frac{15+15}{\frac{15}{340}+\frac{15}{400}} = 367$$

بنابراین خاک نوع III می باشد.

۲-۴-۲ برای تعیین متوسط سرعت موج برشی، $\overline{v}_s$ می‌توان از رابطهٔ (۲-۵) یـا از رابطـهٔ معتبر دیگری استفاده کرد:

$$\overline{v}_s = \frac{\sum d_i}{\sum (d_i / v_{si})} \qquad (۲-۵)$$

در این رابطه، d_i و v_{si} به ترتیب ضخامت لایه و سرعت موج برشی تا عمق ۳۰ متری از تراز پایه است.

محاسبات ۹۳-آبان

۸- سرعت موج برشی متوسط در سه لایه متوالی خاک (از سطح زمین) با ضخامت هر لایه برابر ده متر به ترتیب برابر 200، 400 و 500 متربرثانیه اندازه‌گیری شده است. برای تعیین نوع زمین، سرعت موج برشی متوسط در فاصله سی‌متری در عمق زمین بر حسب متر بر ثانیه حدوداً چقدر درنظر گرفته شود؟ (از رابطه پیشنهادی استاندارد 2800 استفاده شود)

۱) 275 ۲) 400 ۳) 370 ۴) 320

گزینه ۴

$$V_s = \frac{30}{\frac{10}{200}+\frac{10}{400}+\frac{10}{500}} = 315.78$$

۳-۵- تعیین دوره تناوب

۳-۳-۳ زمان تناوب اصلی نوسان، T

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

$$T = 0.05H^{0.9} \quad (۳-۴)$$

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:

$$T = 0.05H^{0.75} \quad (۳-۵)$$

درروابط بالا H ارتفاع ساختمان از تراز پایه است و در محاسبه آن ارتفاع خرپشته، در صورتی‌که وزن آن بیشتر از ۲۵درصد وزن بام باشد، باید منظور گردد. در بام‌های شیب‌دار، H متوسط ارتفاع بام از تراز پایه است.

تبصره- در این ساختمان‌ها، در کلیه موارد، می‌توان زمان تناوب اصلی نوسان را با استفاده از تحلیل دینامیکی تعیین و در محاسبات نیروها منظور نمود، ولی مقدار آن در هر حالت نباید از ۱/۲۵ برابر مقادیر به‌دست آورده شده از روابط تجربی بالا بیشتر در نظر گرفته شود.

۳-۳-۳-۲ ساختمان‌های غیرمتعارف

ساختمان‌های غیرمتعارف به ساختمان‌هایی اطلاق می‌شوند که مشمول تعریف بند (۳-۳-۳-۱) نمی‌گردند، مانند گنبدها ، برخی ازساختمان‌های مساجد، آمفی‌تئاترها، سالن‌های ورزشی و... . در این ساختمان‌ها زمان تناوب اصلی نوسان باید با استفاده از تحلیل دینامیکی ساختمان و با منظور داشتن ضوابط زیر تعیین گردد:

الف- در مواردی که جداگرهای میانقابی در مدل تحلیلی منظور شده باشند:

$$T = T_D$$

ب- در مواردی که جداگرهای میانقابی در مدل تحلیلی منظور نشده باشند:

$$T = 0.8T_D$$

در این روابط T_D زمان تناوب اصلی انتقالی در تحلیل دینامیکی است.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۵-٤- تعیین B

$B=B_1N$

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

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

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

الف- برای پهنه‌های باخطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$N=1$ $T<T_s$

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

$N=1.7$ $T>4$ sec

ب- برای پهنه‌های باخطر نسبی متوسط وکم

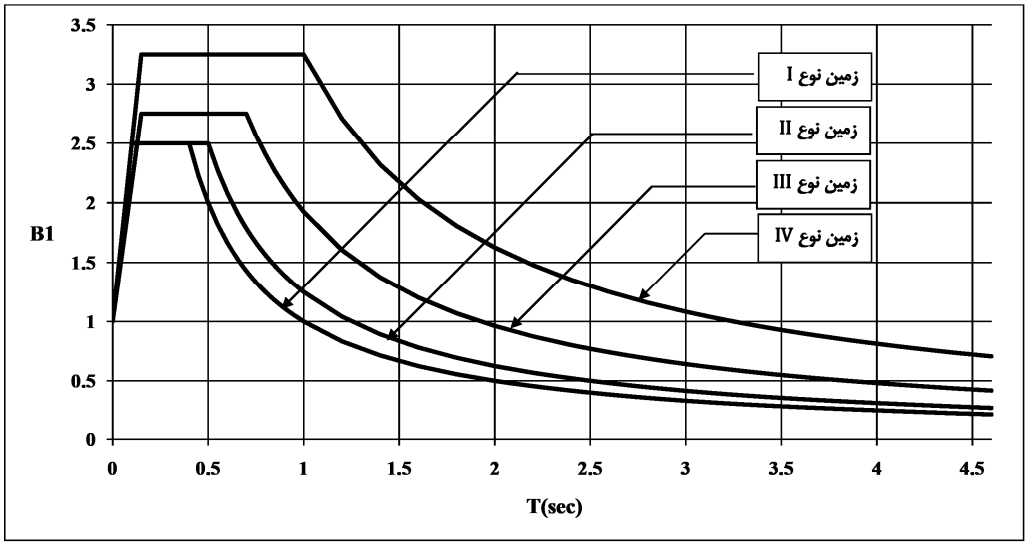
$N=1$ $T<T_s$

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

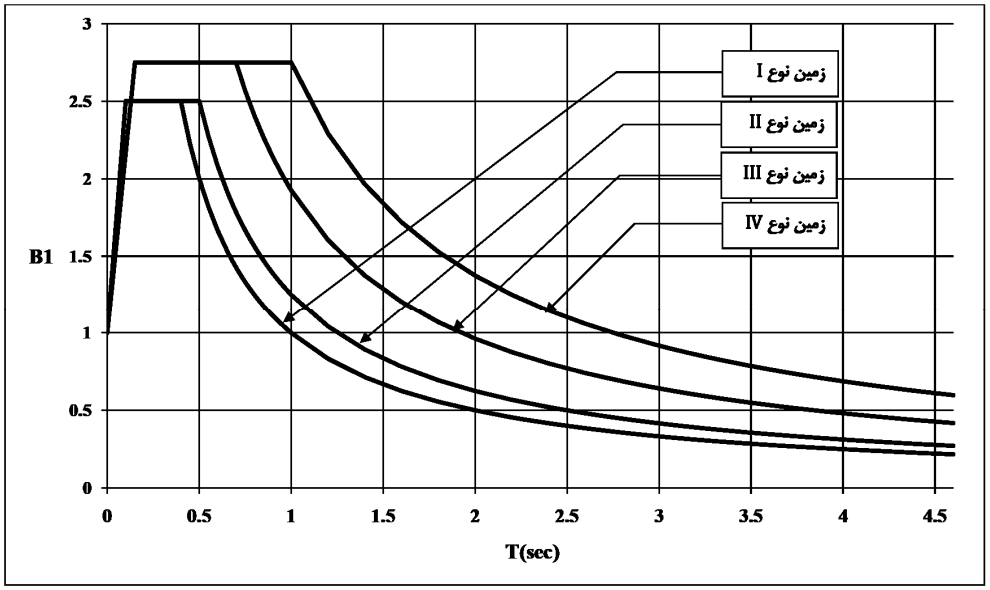
$N=1.4$ $T>4$ sec

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



شکل ۲-۱- الف- ضریب شکل طیف طرح برای انواع زمین‌های مندرج در بند(۲-۴) با خطر نسبی کم و متوسط



شکل ۲-۱- ب- ضریب شکل طیف طرح برای انواع زمین‌های مندرج در بند(۲-۴) با خطر زیاد و خیلی زیاد

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات-۹۱

۵۵-ضریب زلزله ساختمان اداری با سیستم دوگانه (قاب خمشی بتن‌آرمه متوسط و دیوار برشی بتن آرمه متوسط) با ارتفاع 16 متر از تراز پایه در شهر مشهد و خاک نوع III و با استفاده از زمان تناوب تجربی حدوداً چقدر خواهد بود؟

۱) 0.15 ۲) 0.12
۳) 0.1 ۴) 0.08

ابتدا دوره تناوب را محاسبه می کنیم:

$$T = 0.05H^{0.75} = 0.05 \times 16^{0.75} = 0.4$$

سپس بر اساس دوره تناوب، مقدار B بدست می آید:

$$\rightarrow B_1 = 1 + S = 1 + 1.75 = 2.75 \qquad N = 1$$

$$C = \frac{ABI}{R_u} = \frac{0.3 \times 2.75 \times 1}{6} = 0.1375$$

$B=B_1N$

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

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

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

الف- برای پهنه‌های باخطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$N=1$ $T< T_s$

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

$N=1.7$ $T>4$ sec

ب- برای پهنه‌های باخطر نسبی متوسط وکم

$N=1$ $T< T_s$

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

$N=1.4$ $T>4$ sec

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

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات-۹۲

۱۰- فرض کنید یک ساختمان سه طبقه فولادی با ارتفاع 10 متر از روی شالوده (تراز پایه) و با سیستم سازه‌ای قاب ساختمانی ساده به‌علاوه مهاربند همگرای معمولی در هر دوجهت، در شهر مشهد برای خاک نوع III طراحی شده است. اگر بخواهیم همین طرح را بدون محاسبات مجدد در تهران اجرا نمائیم کدامیک از گزینه‌های زیر براساس شرایط لرزه‌خیزی شهرهای تهران و مشهد، صحیح خواهد بود؟

۱) اجرای طرح مذکور در تهران برای هر نوع زمین مجاز است.
۲) اجرای طرح مذکور در تهران فقط برای زمین نوع I مجاز است.
۳) اجرای طرح مذکور در تهران برای زمین‌های نوع I و II مجاز است
۴) اجرای طرح مذکور در تهران مجاز نیست.

گزینه ۴

$B=B_1N$

$B_1=S_0+(S-S_0+1)(T/T_0)$ $0<T<T_0$
$B_1=S+1$ $T_0<T<T_s$
$B_1=(S+1)(T_s/T)$ $T>T_s$

الف- برای پهنه‌های باخطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$N=1$ $T<T_s$
$N=\frac{0.7}{4-T_s}(T-T_s)+1$ $T_s<T<4\ sec$
$N=1.7$ $T>4\ sec$

ب- برای پهنه‌های باخطر نسبی متوسط وکم

$N=1$ $T<T_s$
$N=\frac{0.4}{4-T_s}(T-T_s)+1$ $T_s<T<4\ sec$
$N=1.4$ $T>4\ sec$

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

$$T_{max}=0.05\times 10^{\frac{3}{4}}=0.25\ sec \rightarrow T_0<T<T_s \rightarrow \begin{cases} B_{\text{مشهد III}}=N(S+1)=2.75 \\ B_{\text{تهران }I}=N(S+1)=2.5 \\ B_{\text{تهران }II}=N(S+1)=2.5 \\ B_{\text{تهران }III}=N(S+1)=2.75 \end{cases}$$

$$C_{\text{مشهد III}}=\frac{0.3BI}{R_u}=\frac{0.825I}{R_u}$$
$$C_{\text{تهران }I}=\frac{0.35BI}{R_u}=\frac{0.875I}{RR_u}$$
$$C_{\text{تهران }II}=\frac{0.35BI}{R_u}=\frac{0.875I}{R_u}$$
$$C_{\text{تهران }III}=\frac{0.35BI}{R_u}=\frac{0.9625I}{R_u}$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۹۴

۵۷- یک ساختمان مسکونی با سیستم قاب خمشی فولادی ویژه به ارتفاع 46 متر از تراز پایه بر روی خاک نوع III ، در شهر تهران واقع شده است. در صورتی‌که پریود تحلیلی سازه 1.6 ثانیه و وزن مؤثر لرزه‌ای آن 100000 kN باشد، نیروی برش پایه استاتیکی (V_u) سازه برحسب kN، به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (میان‌قاب‌ها مانعی برای حرکت جانبی قاب ایجاد نمی‌کنند و $\rho = 1$ می‌باشد).

۱) 7306 ۲) 6686 ۳) 6492 ۴) 6237

گزینه ۲

محاسبه دوره تناوب طراحی:

$$T_{\text{طراحی}} = Min\left(1.25T_{\text{تجربی}} \text{ و } T_{\text{تحلیلی}}\right) = Min\left(1.25 \times 0.08 \times 46^{0.75} \text{ و } 1.6\right) = Min\left(1.766 \text{ و } 1.6\right) = 1.6$$

محاسبه ضرایب B1 و N و B:

$$\left.\begin{matrix} T_s = 0.7 \\ T_0 = 0.15 \\ S = 1.75 \\ S_0 = 1.1 \end{matrix}\right\} \quad \left.\begin{matrix} B_1 = (S+1)\dfrac{T_s}{T} = 2.75 \times \dfrac{0.7}{1.6} = 1.2 \\ N = \dfrac{0.7}{4 - T_s}(T - T_s) + 1 = 1.191 \end{matrix}\right\} \quad B = B_1 N = 1.2 \times 1.191 = 1.429$$

محاسبه Vu:

$$V_u = \frac{ABI}{R_u} W_e = \frac{0.35 \times 1.429 \times 1}{7.5} 100\,000 = 6670$$

محاسبات ۹۴

۶۰- مقدار ضریب بازتاب (B) برای یک سازه با سیستم قاب ساختمانی ساده با مهاربندی واگرای ویژه فولادی به ارتفاع 24 متر از تراز پایه و بر روی خاک نوع III در شهر اصفهان به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (میان‌قاب‌ها مانعی برای حرکت جانبی قاب ایجاد نمی‌کنند).

۱) 2.75 ۲) 2.53 ۳) 2.26 ۴) 2.10

گزینه ۳

محاسبه دوره تناوب طراحی:

دوره تناوب تحلیلی ارائه نشده بنابراین دوره تناوب بر اساس روابط تجربی محاسبه خواهد شد:

$$T_{\text{طراحی}} = T_{\text{تجربی}} = 0.08 \times 24^{0.75} = 0.87$$

محاسبه ضرایب B1 و N و B:

$$\left.\begin{matrix} T_s = 0.7 \\ T_0 = 0.15 \\ S = 1.75 \\ S_0 = 1.1 \end{matrix}\right\} \quad \left.\begin{matrix} B_1 = (S+1)\dfrac{T_s}{T} = 2.75 \times \dfrac{0.7}{0.87} = 2.219 \\ N = \dfrac{0.4}{4 - T_s}(T - T_s) + 1 = 1.02 \end{matrix}\right\} \quad B = B_1 N = 2.264$$

محاسبات ۹۴

۵۵- برش پایه یک ساختمان مسکونی در قزوین با سیستم دوگانه قاب خمشی ویژه بتنی و دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه براساس روش تحلیل استاتیکی معادل برابر 1800 kN محاسبه شده است. نوع زمین II و زمان تناوب اصلی سازه برابر یک ثانیه است. اگر قرار شود ارتفاع ساختمان با سیستم مشابه 20% اضافه شود و با فرض افزایش 20% وزن مؤثر لرزه‌ای، برش پایه برحسب kN حدوداً چقدر خواهد شد؟ (از رابطه تجربی برای محاسبه زمان تناوب اصلی استفاده شود).

۱) 1610 ۲) 1940 ۳) 2160 ۴) 2290

گزینه۲

مقایسه دوره تناوب دو سازه:

$$\left.\begin{matrix} T_{\mathrm{I}} = 0.05 \times H^{0.75} \\ T_{\mathrm{II}} = 0.05 \times (1.2H)^{0.75} \end{matrix}\right\} \quad \rightarrow \quad \frac{T_{II}}{T_I} = 1.146$$

مقایسه ضرایب B1 و N و B

$$\left.\begin{matrix} T_s = 0.5 \\ T_0 = 0.1 \\ S = 1.5 \\ S_0 = 1 \end{matrix}\right\} \quad \left.\begin{matrix} \left.\begin{matrix} (B_1)_{II} = (S+1)\frac{T_s}{T_{II}} \\ (B_1)_I = (S+1)\frac{T_s}{T_I} \end{matrix}\right\} \frac{(B_1)_{II}}{(B_1)_I} = \frac{T_I}{T_{II}} = 0.872 \\ \frac{N_{II} = \frac{0.7}{4-T_s}(T_{II} - T_s) + 1}{N_I = \frac{0.7}{4-T_s}(T_I - T_s) + 1} = \frac{0.2(1.146 - 0.5) + 1}{0.2(1 - 0.5) + 1} = 1.0265 \end{matrix}\right\} \frac{(B_1 N)_{II}}{(B_1 N)_I} = 0.895$$

$$\frac{\left(\frac{ABI}{R}W\right)_{II}}{\left(\frac{ABI}{R}W\right)_I} = 0.895\frac{W_{II}}{W_I} = 1.074 \quad \rightarrow \quad V_{II} = 1.074 \times 1800 = 1933\ kN$$

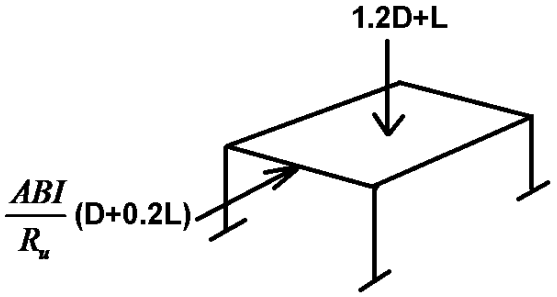
۵-۵- وزن لرزه ای

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.

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

برای مثال تحت ترکیب بار 1.2D+L+E بارها باید به صورت زیر اعمال شوند:



محاسبات ۹۵

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/m² بوده و بار زنده متوسط کف بدون پارتیشن برابر 3.2 kN/m² برآورد شده است. وزن معادل دیوارهای تقسیم‌کننده بر کف طبقات برابر 1.25 kN/m² 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

گزینه ۲

$$W_e = D + LPARTITION + 0.2LIVE$$
$$W_e = [(6.2 \times 1200) + (1.5 \times 140 \times 3.6)] + (1.25 \times 1200) + 0.2(3.2 \times 1200) = 10464kN$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۹۵

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

گزینه ۳

$$T_{\text{قاب خمشی}} = 0.08(6)^{0.75} = 0.306\ Sec$$

$$T_{\text{قاب خمشی با میانقاب}} = 0.8 \times 0.08(6)^{0.75} = 0.24\ Sec$$

دوره تناوب سازه به گونه ای است که در همه شرایط داریم:

$$T_0 < T < T_s$$

بنابراین ضریب N در تمامی موارد برابر یک است.

با تغییر نوع خاک و منطقه تنها پارامترهای A و B تغییر می کنند:

خاک IV و A=0.25 $AB = 0.25 \times 3.25 = 0.8125$

گزینه ۱) خاک IV و A=0.3 $AB = 0.3 \times 2.75 = 0.825$

گزینه ۲) خاک I و A=0.35 $AB = 0.35 \times 2.5 = 0.875$

گزینه ۳) خاک II و A=0.3 $AB = 0.3 \times 2.5 = 0.75$

گزینه ۴) خاک III و A=0.35 $AB = 0.35 \times 2.75 = 0.96$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات-۹۱

۵۴- یک ساختمان مسکونی پنج طبقه با قاب خمشی بتن‌آرمه با ارتفاع 17 متر از تراز پایه واقع بر روی خاک نوع IV می‌باشد. این ساختمان برای شهری با خطر لرزه‌ای نسبی متوسط طرح شده است. اگر این ساختمان در شهری با خطر لرزه‌ای نسبی زیاد بر روی همان نوع خاک اجرا گردد، نیروی برش پایه زلزله چه تغییری می‌یابد؟

۱) خیلی جزئی کاهش دارد.

۲) خیلی جزئی افزایش دارد.

۳) حدود 20 درصد افزایش دارد.

۴) حدود 20 درصد کاهش دارد.

گزینه ۲:

نیروی برش پایه به سه پارامتر A, B, I, R و W بستگی دارد. با تغییر فوق:

W: (وزن سازه) تغییر نمی کند.

I: ضریب اهمیت همان است و تغییر نمی کند.

R: ضریب رفتار به سیستم باربر جانبی بستگی دارد که در هر دو حالت قاب خمشی بوده و تغییر نمی کند.

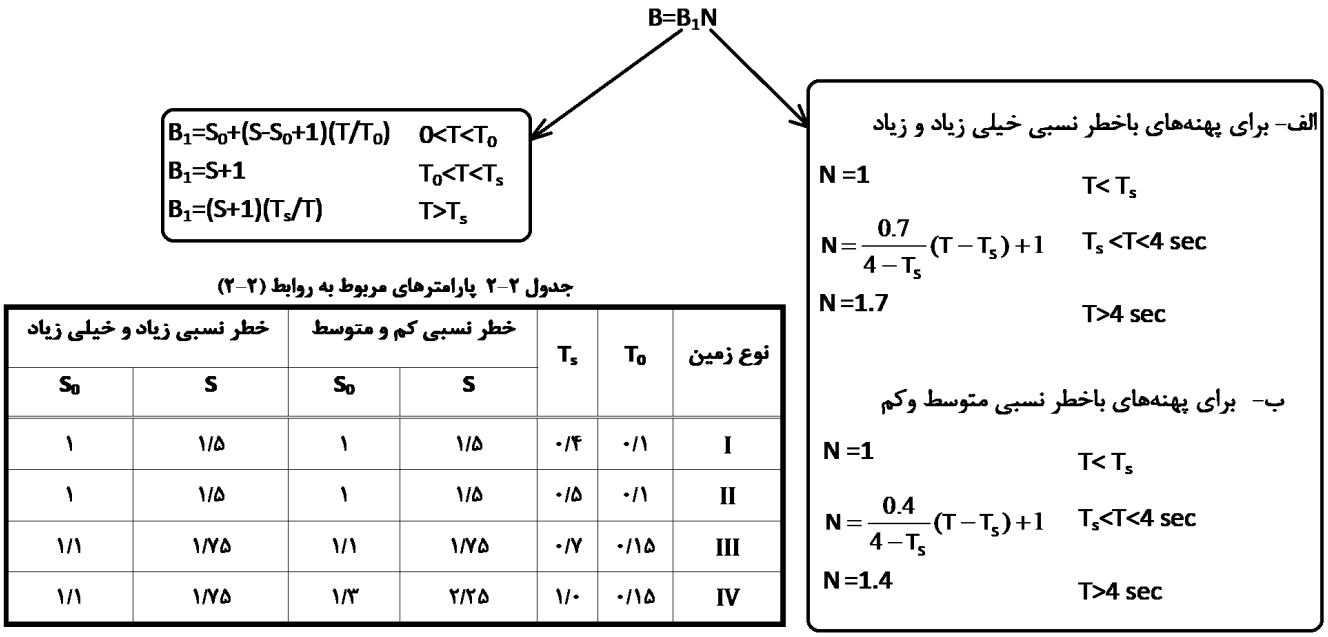
A: از مقدار A1=0.25 به A2=0.3 افزایش می یابد.

B: مقدار B بر اساس دوره تناوب سازه محاسبه می شود. بنابراین باید دوره تناوب سازه محاسبه شود:

$$T = 0.05H^{0.9} = 0.05 \times 17^{0.9} = 0.64 \quad \rightarrow \quad T_0 < T < T_s \qquad \left.\begin{matrix} B_1 = 3.25 \times 1 \\ B_2 = 2.75 \times 1 \end{matrix}\right\}$$

بنابراین نسبت برش پایه در حالت دوم به حالت اول برابر است با:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{0.3 \times 2.75}{0.25 \times 3.25} = 1.015$$



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

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۸۹

۱۱- ساختمانی اداری چهار طبقه‌ای با زمان تناوب ۰/٤ ثانیه روی زمین نوع IV در شهر اصفهان طراحی شده است. اگر مشابه این ساختمان (با همان جزئیات طراحی) درمشهد برروی زمین نوع II ساخته شود در این مورد کدامیک از عبارات زیر صحیح می‌باشد؟

۱) نسبت برش پایه ساختمان در مشهد نسبت به برش پایه ساختمان در اصفهان ۱/۲ می‌باشد و ساختمان اجرا شده در مشهد ایمن نمی‌باشد.
۲) بدلیل بالا بودن لرزه خیزی مشهد، ساختمان فوق ایمن نمی‌باشد.
۳) بدلیل نوع زمین در مشهد طرح ایمن نمی‌باشد.
۴) علی رغم بالا بودن لرزه خیری مشهد، ساختمان فوق ایمن می‌باشد.

محاسبات-۹۰

۸- در یک ساختمان مسکونی شش طبقه در رشت با بام تخت، کل بار مرده 25000 کیلونیوتن و کل بار زنده 8000 کیلونیوتن محاسبه شده است. این ساختمان در زمینی که سرعت موج برشی در آن 300 متربر ثانیه است، قرار گرفته است. چنانچه برای این ساختمان از قابهای ساختمانی ساده به همراه مهاربندی برون محور فولادی استفاده شده باشد و زمان تناوب تجربی آن 0.5 ثانیه بدست آمده باشد، مقدار نیروی برشی پایه در روش تحلیل استاتیکی معادل برای این ساختمان به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟

۱) 2613 kN
۲) 3658 kN
۳) 3135 kN
۴) 2850 kN

محاسبات-۹۱

۵- ساختمان ۵ طبقه‌ی اداری با زمان تناوب ۰/۶ ثانیه روی زمین نوع IV در اردکان طراحی شده است. اگر این ساختمان با همان سیستم سازه‌ای در شهر قزوین در روی زمین نوع I با کاربری مدرسه احداث شود، گزینه‌ی صحیح کدام است؟

ضریب زلزله‌ی ساختمان اداری در شهر اردکان ..... ساختمان مدرسه در شهر قزوین است.

۱) مساوی ضریب زلزله‌ی
۲) کوچک‌تر از ضریب زلزله‌ی
۳) بزرگ‌تر از ضریب بازتاب
۴) بزرگ‌تر از ضریب زلزله‌ی

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات-۹۰

۱۲- کدامیک از عبارات زیر درخصوص دو ساختمان مسکونی از نوع قاب خمشی فولادی متوسط واقع در شهر تهران صحیح است؟ (فرض بر این است که هر دو ساختمان برروی یک نوع زمین احداث می شوند).

۱) استفاده از قاب خمشی فولادی متوسط فقط برای ساختمان های با ارتفاع 18 متر مجاز است.
۲) ضریب زلزله ساختمان با زمان تناوب بزرگتر همواره بیشتر از ضریب زلزله ساختمان با زمان تناوب کوچکتر است.
۳) ضریب زلزله ساختمان با زمان تناوب کوچکتر همواره بیشتر از ضریب زلزله ساختمان با زمان تناوب بزرگتر است.
۴) ضریب زلزله هر دو ساختمان نباید کمتر از 0.035 در نظر گرفته شود.

با آیین نامه جدید:

$$V_{min} = 0.12AIW = 0.042W$$

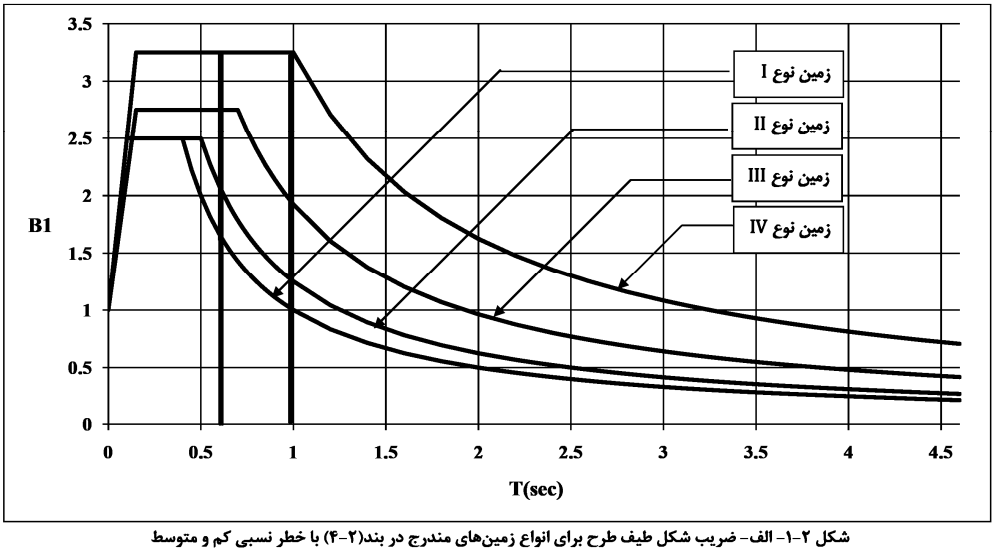
محاسبات ۹۳

۲۲- ضریب بازتاب زلزله در محل‌های a و b با خطر نسبی متوسط با نوع زمین متفاوت نشان می‌دهد که ضریب بازتاب در محل a در پریود یک ثانیه در ناحیه حداکثر طیف و در محل b در پریود 0.6 ثانیه در ناحیه حداکثر می‌باشد. کدام جمله در مورد نوع زمین محل‌های a و b صحیح است؟

۱) زمین محل a از نوع I یا II و زمین محل b از نوع III یا IV می‌باشد.
۲) زمین محل a از نوع IV و زمین محل b ازنوع III یا IV می‌باشد.
۳) زمین محل a از نوع II و زمین محل b از نوع I یا II می‌باشد.
۴) زمین محل‌های a و b از نوع II می‌باشد.

گزینه ۲

شکل زیر نمودار طیف استاندارد ۲۸۰۰ برای مناطق با خطر نسبی کم و متوسط می باشد. محور افقی دوره تناوب را نشان می دهد و محور قائم ضریب بازتاب را نشان میدهد. در دوره تناوب ۱ ثانیه که در شکل مشخص کرده ام، تنها در زمین های خاک نوع IV مقدار ضریب بازتاب حداکثر می باشد و برای دوره تناوب 0.6 ثانیه در خاکهای نوع III و نوع IV ضریب بازتاب حداکثر می باشد.



شکل ۲-۱- الف- ضریب شکل طیف طرح برای انواع زمین‌های مندرج در بند(۲-۴) با خطر نسبی کم و متوسط

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات ۹۳- آبان

۶- درنظر است یک ساختمان بلند 40 طبقه با ارتفاع کل 140 متر از روی تراز پایه، با سیستم دوگانه قاب خمشی فولادی ویژه و مهاربندی برون محور فولادی، در تهران و روی زمین نوع I احداث شود. در صورتیکه جهت کنترل تحلیل برای زلزله سطح طراحی، نیاز به محاسبه نیروی برش پایه از روش استاتیکی معادل باشد، کل نیروی زلزله به روش استاتیکی معادل (برش پایه) به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیکتر خواهد بود؟ ضریب اهمیت ساختمان را یک فرض کنید. W وزن کل مؤثر لرزه‌ای سازه از تراز پایه به بالاست.

۱) 0.03 W ۲) 0.10 W ۳) 0.042 W ۴) 0.035 W

با آیین نامه جدید:

$$\left.\begin{array}{l} T = 0.05H^{0.75} = 0.05 \times 140^{0.75} = 2.035\ sec \\ S = 1.5 \\ T_s = 0.4 \end{array}\right\} \left.\begin{array}{l} B1 = (1.5+1)\left(\dfrac{0.4}{2.035}\right) = 0.49 \\ N = \dfrac{0.7}{4-0.4}(2.035-0.4)+1 = 1.3179 \end{array}\right\} B = B_1 N = 0.646$$

$$\left.\begin{array}{l} V = \dfrac{ABI}{R}W = \dfrac{0.35 \times 0.646 \times 1}{7.5}W = 0.03W \\ V_{min} = 0.12AIW = 0.12 \times 0.35 \times 1 \times W = 0.042W \end{array}\right\} V = 0.042W$$

$B=B_1N$

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

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

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

الف- برای پهنه‌های باخطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$N=1$ $T<T_s$

$N=\dfrac{0.7}{4-T_s}(T-T_s)+1$ $T_s<T<4$ sec

$N=1.7$ $T>4$ sec

ب- برای پهنه‌های باخطر نسبی متوسط وکم

$N=1$ $T<T_s$

$N=\dfrac{0.4}{4-T_s}(T-T_s)+1$ $T_s<T<4$ sec

$N=1.4$ $T>4$ sec

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

محاسبات ۹۳- آبان

۱۳- در نظر است که ساختمان یک انبار یک طبقه تجاری با ارتفاع 16 متر از تراز پایه با سیستم قاب خمشی فولادی معمولی در شهر اصفهان بر روی زمین نوع III ساخته شود. ضریب زلزله این ساختمان به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیکتر است؟ فرض کنید جداگرهای میان قابی در حرکت جانبی سازه، مانع ایجاد نمایند.

۱) 0.16 ۲) 0.10 ۳) 0.12 ۴) 0.14

$$\left.\begin{array}{l} T = 0.8(0.08h^{0.75}) = 0.8 \times 0.08 \times 16^{0.75} = 0.512\ Sec \\ T_0 = 0.15 \\ T_s = 0.7 \\ S = 1.75 \end{array}\right\} B = (1+1.75) = 2.75$$

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.25 \times 2.75 \times 1}{3.5} = 0.196$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۸۹

۱٤- دو ساختمان با سیستم سازه‌ای مشابه با وزن طبقات یکسان و ارتفاع طبقات برابر با ۳ متر مفروض می‌باشند. چنانچه ساختمان اولی ۸ طبقه با زمان تناوب ۰/۷ ثانیه و ساختمان دومی ۱۲ طبقه با زمان تناوب ۱/٤ ثانیه باشد و محل احداث ساختمان‌ها درتهران و زمین از نوع ۲ باشد کدامیک از عبارات زیرصحیح است؟

۱) برش پایه ساختمان ۱۲ طبقه کمتر از برش پایه ساختمان ۸ طبقه است.
۲) برش پایه ساختمان ۱۲ طبقه بیشتر از برش پایه ساختمان ۸ طبقه است.
۳) برش پایه هردو ساختمان برابر است.
۴) با اطلاعات فوق مقایسه برش پایه دو ساختمان امکان ندارد.

۵-٦- توزیع زلزله در طبقات

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

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.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۹۴

۵۱- چنانچه مقدار برش پایه یک ساختمان فولادی منظم 10 طبقه با وزن مؤثر لرزه‌ای و ارتفاع یکسان در کلیه طبقات و زمان تناوب اصلی برابر یک‌ثانیه، برابر V باشد، نیروی جانبی وارد به تراز بام این ساختمان به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۱) 0.25V ۲) 0.20V ۳) 0.12V ۴) 0.10V

گزینه ۲

$$K = 0.5T + 0.75 = 1.25$$

$$F_{10} = \frac{W \times (10h)^{1.25}}{Wh^{1.25} \times (1^{1.25} + 2^{1.25} + 3^{1.25} + 4^{1.25} + 5^{1.25} + 6^{1.25} + 7^{1.25} + 8^{1.25} + 9^{1.25} + 10^{1.25})} V$$

$$= 0.2V$$

محاسبات ۹۲

۱- یک ساختمان 6 طبقه با ارتفاع طبقات یکسان و برابر h و برش پایه ناشی از زلزله برابر V مفروض است، باتوجه به مشخصات زیر و زمان تناوب اصلی نوسان (T)، 1.2 ثانیه، برش در طبقه 5 به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

طبقه	1	2	3	4	5	6
وزن	2W	2W	2W	W	W	W

۱) 0.17 V
۲) 0.46 V
۳) 0.41 V
۴) 0.43 V

حل با آیین نامه جدید:

$$K = 0.5T + 0.75 = 1.35$$

$$F_5 = (V)\frac{W \times (5h)^{1.35}}{2W \times h^{1.35} + 2W \times (2h)^{1.35} + 2W \times (3h)^{1.35} + W \times (4h)^{1.35} + W \times (5h)^{1.35} + W \times (6h)^{1.35}}$$

$$= \frac{8.78Wh^{1.35}}{42.43Wh^{1.35}} V = 0.207V$$

$$F_6 = (V)\frac{W \times (6h)^{1.35}}{2W \times h^{1.35} + 2W \times (2h)^{1.35} + 2W \times (3h)^{1.35} + W \times (4h)^{1.35} + W \times (5h)^{1.35} + W \times (6h)^{1.35}}$$

$$= \frac{11.23Wh^{1.35}}{42.43Wh^{1.35}} V = 0.267V$$

$$V_5 = F_5 + F_6 = 0.48V$$

محاسبات-۹۱

۱۳- در یک ساختمان ۵ طبقه با ارتفاع طبقات یکسان (h)، در صورتی که وزن مؤثر هر طبقه‌ی ساختمان W و زمان تناوب اصلی نوسان ساختمان یک ثانیه و نیروی برشی پایه‌ی ناشی از زلزله برابر V باشد، نیروی جانبی تراز بام، کدام است؟

۱) ۰/۳۳ V ۲) ۰/۴ V ۳) ۰/۳۶ V ۴) ۰/۳۸ V

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۹۵

۱- ساختمان 6 طبقه از روی تراز پایه، با ارتفاع طبقات یکسان و برابر 3.2 متر و با وزن یکسان در کلیه طبقات، دارای سیستم دوگانه "قاب خمشی بتن‌ارمه متوسط + دیوار برشی بتن‌آرمه متوسط" در سه طبقه تحتانی و سیستم دوگانه "قاب خمشی فولادی متوسط + دیوار برشی بتن‌آرمه متوسط" در سه طبقه فوقانی می‌باشد. با استفاده از زمان تناوب تجربی، نیروی برشی حاصل از زلزله منتقله از سه طبقه فوقانی به سیستم تحتانی حدوداً چند درصد برش کل می‌باشد؟

۱) 50 ۲) 60 ۳) 70 ۴) 80

گزینه ۳

$$(T = 0.05H^{0.75} = 0.46) < 0.5 \quad \rightarrow \quad k = 1$$

$$\left.\begin{aligned} f_6 &= \frac{W \times 6h}{W(h+2h+3h+4h+5h+6h)} V_u = 0.2857\, V_u \\ f_5 &= \frac{W \times 5h}{W(h+2h+3h+4h+5h+6h)} V_u = 0.2381\, V_u \\ f_6 &= \frac{W \times 4h}{W(h+2h+3h+4h+5h+6h)} V_u = 0.190\, V_u \end{aligned}\right\} f_4 + f_5 + f_6 = 0.7138\, V_u$$

محاسبات ۸۹

۵- در یک ساختمان پنج طبقه با ارتفاع یکسان هر طبقه برابر h و وزن موثر طبقات به ترتیب از بالا به پایین برابر W ، 2W ، 3W ، 4W ، 5W ، زمان تناوب اصلی 0.6 ثانیه محاسبه شده است. چنانچه در روش تحلیل استاتیکی معادل، نیروی برشی پایه در اثر نیروی جانبی زلزله برابر V باشد، بزرگترین مقدارنیروی جانبی زلزله در تراز کدامیک از طبقات ایجاد می شود.

۱) در تراز طبقه دوم ۲) در تراز طبقه سوم
۳) در تراز طبقه چهارم ۴) در تراز طبقه پنجم

محاسبات ۹۴

۳۳- چنانچه در یک ساختمان فولادی سه طبقه با زمان تناوب طبیعی کمتر از 0.5 ثانیه، مقدار نیروی برشی پایه در اثر زلزله برابر V و جرم طبقات اول، دوم و سوم به ترتیب 600، 300 و 200 تن و ارتفاع طبقات یکسان فرض شود، درخصوص نیروی جانبی وارد بر طبقات کدام عبارت صحیح است؟

۱) نیروی جانبی ناشی از زلزله در تراز طبقه سوم دارای بیشترین مقدار است.
۲) نیروی جانبی ناشی از زلزله در تراز طبقه اول دارای بیشترین مقدار است.
۳) نیروی جانبی ناشی از زلزله در تراز طبقه دوم دارای بیشترین مقدار است.
(۴) نیروی جانبی ناشی از زلزله در کلیه طبقات یکسان است.

$$T < 0.5 \quad \rightarrow K = 1$$

$$F_1 = (V)\frac{600 \times h}{200(3h) + 300(2h) + 600h} = \frac{1}{3}V$$

$$F_2 = (V)\frac{300(2h)}{200(3h) + 300(2h) + 600h} = \frac{1}{3}V$$

$$F_3 = (V)\frac{200(3h)}{200(3h) + 300(2h) + 600h} = \frac{1}{3}V$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۹۵

۵۵- در یک ساختمان 8 طبقه از روی تراز پایه با ارتفاع و وزن یکسان در کلیه طبقات، مقدار زمان تناوب تجربی برابر 0.8 ثانیه و زمان تناوب تحلیلی برابر 0.9 ثانیه برآورد شده است. مقدار نیروی جانبی طبقه بام در تحلیل به روش استاتیکی معادل برحسب مقدار برش پایه به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (V_u برش پایه است).

۱) $0.18V_u$

۲) $0.22V_u$

۳) $0.24V_u$

۴) $0.28V_u$

ابتدا دوره تناوب را محاسبه می کنیم:

$$T = Min\left(T_{\text{تحلیلی}}, 1.25T_{\text{تجربی}}\right) = 0.9\ sec \quad \rightarrow \quad k = 0.5T + 0.75 = 1.2$$

$$F_8 = \frac{W \times (8h)^{1.2}}{Wh^{1.25} \times (1^{1.2} + 2^{1.2} + 3^{1.2} + 4^{1.2} + 5^{1.2} + 6^{1.2} + 7^{1.2} + 8^{1.2})} V_u = 0.24V_u$$

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 زیـر 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 سـربار آن مطـابق جـدول (۳-۱) و نصـف 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 سـازه T از رابطـه زیـر بـه‌دسـت 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، بایـد بـه عنوان یک طبقه مستقل محسوب شود. در غیر این صورت خرپشته به عنـوان بخشـی از بام در نظر گرفته می‌شود.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

۵-۷- تراز پایه

۳-۳-۱-۲ ترازپایه

تراز پایه، بنا به تعریف، به ترازی در ساختمان اطلاق می‌شود که در هنگام زلزله از آن تراز به پایین اختلاف حرکتی بین ساختمان و زمین وجود نداشته باشند. تراز پایه برای طراحی ساختمان‌ها به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

۱- برای ساختمان‌های بدون زیرزمین یا ساختمان‌های دارای زیرزمینی که دیوارهای نگهبان آن به سازه متصل نباشند، تراز پایه باید در سطح بالای شالوده در نظر گرفته شود.

۲- برای ساختمان‌های دارای زیرزمینی که دیوارهای نگهبان آن به سازه متصل باشند و فضای بین خاکبرداری و دیوار نگهبان زیرزمین با خاک متراکم پر شده باشد، تراز پایه می‌تواند در نزدیک‌ترین سقف زیرزمین به زمین طبیعی اطراف در نظر گرفته شود، منوط بر آنکه اولاً خاک طبیعی موجود در اطراف ساختمان متراکم باشد و ثانیاً دیوارهای نگهبان زیرزمین بتن‌آرمه بوده و آخرین سقف زیرزمین نیز دارای صلبیت کافی باشد. در این راستا می‌توان از صلبیت تیرها و یا مجموعه تیر و دال سقف‌ها برای افزایش صلبیت سقف استفاده نمود.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۵-۸- برون مرکزی اتفاقی

۳-۳-۷ توزیع نیروی برشی زلزله در پلان ساختمان

۳-۳-۷-۱ نیروی برشی زلزله، که بر اساس توزیع نیروها در بند (۳-۳-۶) در طبقات ساختمان ایجاد می‌شود، به همراه نیروی برشی ناشی از پیچش ایجاد شده به علت برون از مرکز بودن این نیروها در طبقات باید، طبق بند (۳-۳-۷-۲)، در هر طبقه بین عناصر مختلف سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی به تناسب سختی آنها توزیع گردد. در صورت صلب نبودن کف طبقات، در توزیع این برش‌ها باید اثر تغییر شکل‌های ایجادشده در کف‌ها نیز منظور شود.

۳-۳-۷-۲ لنگر پیچشی ایجاد شده در طبقه **i**، در اثر نیروهای جانبی زلزله، از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

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

در این رابطه:

e_{ij}: برون‌مرکزی نیروی جانبی طبقه **j** نسبت به مرکز سختی طبقه **i**، فاصله افقی مرکز جرم طبقه **j** و مرکز سختی طبقه **i**

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

F_{uj}: نیروی جانبی درتراز طبقه **j**

۳-۳-۷-۳ برون‌مرکزی اتفاقی در تراز هر طبقه، e_{aj}، به منظور به حساب آوردن احتمال تغییرات اتفاقی توزیع جرم و سختی از یک سو و نیروی ناشی از مؤلفه پیچشی زلزله از سوی دیگر، در نظر گرفته می‌شود. این برون‌مرکزی باید در هر دو جهت و حداقل برابر با ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه، در امتداد عمود بر نیروی جانبی اختیار شود. در مواردی که ساختمان مشمول نامنظمی پیچشی موضوع بند (۱-۷-۱-ب) می‌شود، برون‌مرکزی اتفاقی حداقل باید در ضریب بزرگ‌نمایی A_j، طبق رابطه زیر، ضرب شود.

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{max}}{1.2\Delta_{ave}}\right)^2 \qquad 1 \le A_j \le 3 \qquad (۹-۳)$$

در این رابطه:

Δ_{max}= حداکثر تغییر مکان طبقه **j** که با فرض A_j = ۱/۰ محاسبه شده است.

Δ_{ave}= میانگین تغییر مکان دو انتهای ساختمان در طبقه **j** که با فرض A_j = ۱/۰ محاسبه شده است.

۳-۳-۷-۴ در ساختمان‌های تا ۵ طبقه و یا کوتاه‌تر از هجده متر در مواردی که برون‌مرکزی نیروی جانبی طبقه در طبقات بالاتر از هر طبقه کمتر از ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی باشد، برای محاسبات لنگر پیچشی نیازی به درنظر گرفتن برون‌مرکزی اتفاقی در طبقات نیست.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۹۴

۳۹-یک ساختمان یک طبقه با پلان مستطیل‌شکل، بر اثر نیروی زلزله در امتداد جنوب به شمال، جابجایی دو گوشه شمالی بام برابر 72 و 32 میلی‌متر محاسبه شده است. در صورتی‌که فاصله مرکز سختی و جرم در امتداد شرقی - غربی برابر 3.1 متر و طول ساختمان در جهت غربی- شرقی برابر 28.6 متر باشد، حداقل مقدار کل برون مرکزی نیروی جانبی (شامل برون مرکز اتفاقی) بر حسب متر به چه مقداری نزدیک‌تر است؟

۱) 3.1 ۲) 4.5 ۳) 5 ۴) 5.8

گزینه ۳

$$A_j = \left(\frac{72}{1.2 \times \frac{32+72}{2}}\right)^2 = 1.33$$

$$e = 3.1 + 0.05A_j \times 28.6 = 5\ m$$

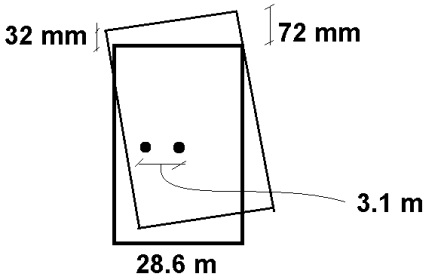
۲-۳-۱۰-۳ برون مرکزی اتفاقی در تراز هر طبقه، e_{aj}، به منظور به حساب آوردن احتمال تغییرات اتفاقی توزیع جرم و سختی از یک سو و نیروی ناشی از مولفه پیچشی زلزله از سوی دیگر، در نظر گرفته می‌شود. این برون مرکزی باید در هر دو جهت و حداقل برابر با ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه، در امتداد عمود بر نیروی جانبی، اختیار شود. در مواردی که ساختمان مشمول نامنظمی بند (۱-۸-۱-۱-ث)می‌شود، برون مرکزی اتفاقی حداقل باید در ضریب بزرگنمایی A_j، طبق رابطه زیر، ضرب شود.

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{max}}{1.2\Delta_{ave}}\right)^2 \qquad 1 \le A_j \le 3 \qquad (۲-۱۲)$$

در این رابطه:

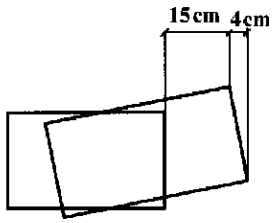
Δ_{max}= حداکثر تغییر مکان طبقه j

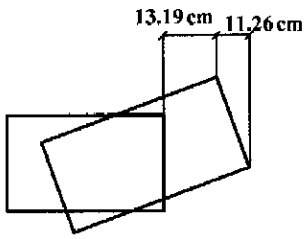
Δ_{ave}= میانگین تغییر مکان دو انتهای ساختمان در طبقه j



محاسبات-۹۱

۹- در صورتی که تغییر مکان سقف‌های صلب طبقات ۸ و ۷ ساختمانی ۱۰ طبقه که مشمول نامنظمی بند (۶-۷-۱-۸-۲)می‌شود، مطابق شکل زیر باشد، درصد برون مرکزی اتفاقی طبقه‌ی ۸، کدام است؟





۱) ۶/۵ ۲) ۵/۹ ۳) ۵/۲ ۴) ۵/۶

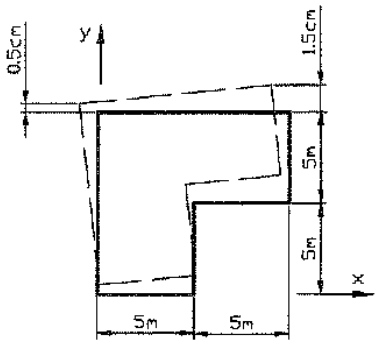
گزینه ۲.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات-۹۱

۱۳- برای یک ساختمان مسکونی یک طبقه نامنظم با دیافراگم صلب با پلان L شکل، تغییر مکانهای ناشی از نیروی زلزله در راستای y به شرح زیر محاسبه شده است . برای نیروی زلزله در راستای y برون مرکزی اتفاقی باید حداقل چند درصد بعد ساختمان در امتداد عمود بر نیروی جانبی در نظر گرفته شود؟ (فرض بر این است که تغییر مکان ها در حد مجاز می باشد).

۱) 6.25 درصد
۲) 7.81 درصد
۳) 5 درصد
۴) 11.25 درصد

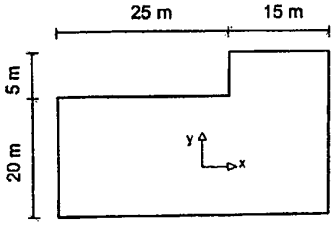


گزینه ۲

محاسبات ۹۵

۵۸- تحلیل سازه یک ساختمان 12 طبقه با پلان یکسان در تمام طبقات مطابق شکل زیر، نشان می‌دهدکه براثر نیروی زلزله راستای y، با درنظر گرفتن برون مرکزی 5 درصد بُعد ساختمان در راستای x، حداکثر تغییر مکان در پلان و تغییر مکان مرکز جرم سازه در طبقه هشتم در راستای y، به ترتیب برابر 66 و 55 میلی‌متر است. برای این طبقه بیشترین مقدار محتمل ضریب بزرگ‌نمایی برون مرکزی اتفاقی (A_j) که از محاسبات به دست می‌آید برای نیروی زلزله در راستای y، به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (سقف صلب و مرکز جرم منطبق بر مرکز سطح فرض شود.)

۱) $A_j = 3$
۲) $A_j = 1.25$
۳) $A_j = 1.17$
۴) $A_j = 1$



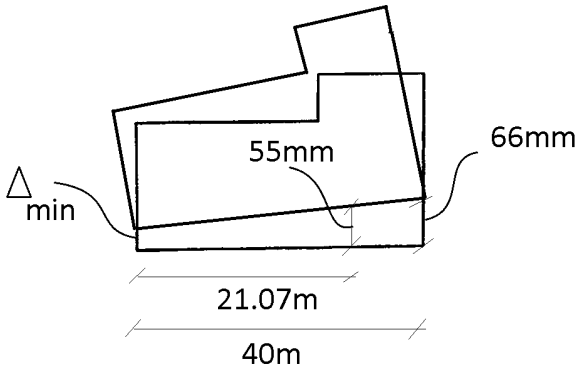
گزینه ۴

مختصات مرکز جرم طبقه:

$$X_M = \frac{(25 \times 20) \times 12.5 + (15 \times 25) \times 32.5}{(25 \times 20) + (15 \times 25)} = 21.07\ m$$

$$\Delta_{min} = 55 - \frac{66 - 55}{40 - 21.07} \times 21.07 = 42.76mm \quad \rightarrow \quad \Delta_{ave} = \frac{42.76 + 66}{2} = 54.38\ mm$$

$$A_j = \left(\frac{66}{1.2 \times 54.38}\right)^2 = 1.022$$



انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

۵-۹- ترکیب سیستم

۳-۳-۵-۸ ترکیب سیستم‌ها در پلان

در ساختمان‌هایی که از دو سیستم سازه‌ای مختلف برای تحمل بار جانبی، در دو امتداد در پلان استفاده شده باشد، برای هر سیستم باید ضریب رفتار و ضرایب C_d و Ω_0 مربوط به آن سیستم در نظر گرفته شود.

تنها در مواردی که در یک امتداد از سیستم دیوارهای باربر استفاده شده باشد، مقدار ضریب رفتار در امتداد دیگر نباید بیشتر از مقدار آن در امتداد سیستم دیوارهای باربر اختیار گردد.

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.

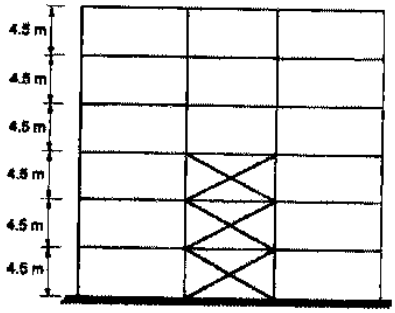
ب- در ساختمان‌هایی که ضریب رفتار برای سیستم قسمت تحتانی بیشتر از مقدار آن برای سیستم قسمت فوقانی است، مقادیر R_u ، C_d و Ω_0 قسمت فوقانی باید برای محاسبات هردو قسمت مورد استفاده قرارگیرد.

پ- در ساختمان‌هایی که ضریب رفتار برای سیستم قسمت تحتانی کمتر از مقدار آن برای سیستم قسمت فوقانی است، مقادیر R_u ، C_d و Ω_0 قسمت فوقانی باید برای محاسبات این قسمت مورد استفاده قرار گیرد. برای محاسبات قسمت تحتانی مقادیر R_u، C_d و Ω_0 مربوط به همین قسمت مورد استفاده قرار می‌گیرد. ولی حالت نیروهای عکس‌العمل ناشی از تحلیل قسمت فوقانی نیز که در نسبت R_u/ρ قسمت فوقانی به قسمت تحتانی ضرب شده‌اند، باید به مدل سازه قسمت تحتانی اضافه شود. این نسبت در هر حال نباید کوچک‌تر از ۱/۰ باشد.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات ۹۵

۵۴- در شکل زیر یک قاب فولادی با دو سیستم سازه‌ای مختلف در ارتفاع برای تحمل بار جانبی نشان داده شده است. چنانچه ارتفاع و وزن موثر تمام طبقات یکسان فرض شود، پریود تجربی این قاب به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ (فرض شود جداگرهای میان‌قابی مانعی برای حرکت قاب ایجاد نمی‌کنند)



۱) 0.35 ثانیه

۲) 0.45 ثانیه

۳) 0.55 ثانیه

۴) 0.77 ثانیه

گزینه ۴

$$\left.\begin{aligned} T_{\text{بادبندی}} &= 0.05(H=27)^{0.75} = 0.592\ Sec \\ T_{\text{قاب خمشی}} &= 0.08(H=27)^{0.75} = 0.947\ Sec \end{aligned}\right\} T = \frac{0.592 + 0.947}{2} = 0.77$$

محاسبات ۹۵

۵۸- یک ساختمان مسکونی دو طبقه با ارتفاع 8 متر از تراز پایه در امتداد اصلی X دارای سیستم قاب خمشی بتنی متوسط و در امتداد اصلی Y دارای سیستم دیوارهای باربر از نوع دیوار برشی بتن‌آرمه متوسط است. در صورتی‌که نوع خاک محل پروژه III باشد، نسبت برش پایه در امتداد X به برش پایه در امتداد Y به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۱) 1.20 ۲) 1.00 ۳) 0.80 ۴) 0.75

گزینه ۲

با توجه به ارتفاع کم سازه دوره تناوب تجربی آیین نامه در هر دو جهت مابین T0 و Ts قرار خواهد گرفت:

$$T_{\text{قاب خمشی بتنی}} = 0.05H^{0.9} = 0.32\ sec$$

$$T_{\text{دوگانه}} = 0.05H^{0.75} = 0.237\ sec$$

الف- برای ساختمان‌های با سیستم قاب خمشی

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

- در قاب‌های فولادی

$$T = 0.08H^{0.75} \qquad (۳-۳)$$

- در قاب‌های بتن‌آرمه

$$T = 0.05H^{0.9} \qquad (۳-۴)$$

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:

$$T = 0.05H^{0.75} \qquad (۳-۵)$$

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

۲-۳-۱ 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.

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

در پلان استفاده شده باشد، برای هر سیستم باید ضریب رفتار و ضرایب C_d و Ω_0 مربوط به آن سیستم در نظر گرفته شود.

تنها در مواردی که در یک امتداد از سیستم دیوارهای باربر استفاده شده باشد، مقدار ضریب رفتار در امتداد دیگر نباید بیشتر از مقدار آن در امتداد سیستم دیوارهای باربر اختیار گردد.

توجه شود که بنابند فوق ضرایب رفتار در دوجهت برابر $Ru=4$ خواهد بود.

$$\left.\begin{array}{l} \left.\begin{array}{l} \dfrac{(B_1)_X = (S_X+1)}{(B_1)_Y = (S_Y+1)} = 1 \\ N_X = N_Y = 1 \end{array}\right\} \\ \left.\begin{array}{l} R_X = 5 \\ R_Y = 4 \end{array}\right\} R_X = R_Y = 4 \end{array}\right\} \quad \frac{\left(\frac{ABI}{R}\right)_X}{\left(\frac{ABI}{R}\right)_Y} = 1$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

٦-تحلیل دینامیکی طیفی

٦-١- انواع روشهای تحلیل

۳-۲ روش‌های تحلیل سازه

۳-۲-۱ اثر زلزله بر سازه ساختمان‌ها را می‌توان به روش‌های خطی یا غیرخطی تحلیل نمود. روش‌های خطی شامل "تحلیل استاتیکی معادل" و"تحلیل دینامیکی طیفی" و "تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی" است. روش‌های غیرخطی شامل "تحلیل استاتیکی غیرخطی" و "تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی" است. محدودیت‌های مربوط به هریک از روش‌ها در بندهای زیر ارائه شده است:

۳-۲-۲ روش‌های تحلیل خطی

روش‌های تحلیل خطی را می‌توان درکلیه ساختمان‌ها با هرتعداد طبقه به‌کاربرد. تنها، روش استاتیکی معادل را می‌توان در ساختمان‌های سه‌طبقه و کوتاه‌تر، از تراز پایه و یا ساختمان‌های زیر به‌کار گرفت:

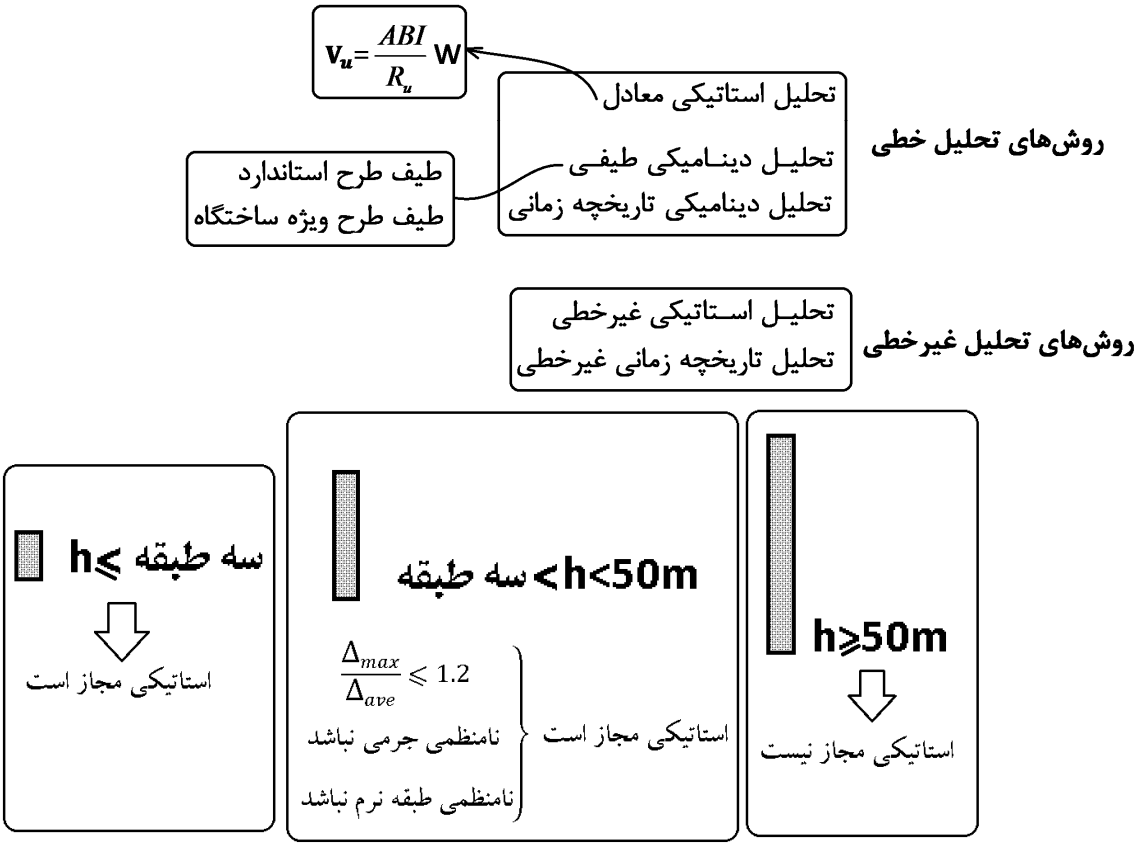
الف- ساختمان‌های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه

ب- ساختمان‌های نامنظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه که دارای:

- نامنظمی زیاد و شدید پیچشی در پلان نباشد
- نامنظمی جرمی، نرم و خیلی نرم در ارتفاع نباشد

۳-۲-۳ روش‌های تحلیل غیرخطی

روش‌های تحلیل غیرخطی را می‌توان درکلیه ساختمان‌ها با هرتعداد طبقه به‌کاربرد، ولی برای استفاده از آنها ضروری است سازه علاوه بر اقناع الزامات آنها، ضوابط تحلیل و طراحی یکی از روش‌های خطی عنوان‌شده در بند (۳-۲-۲) را نیز اقناع نماید. الزامات مربوط به روش‌های تحلیل غیرخطی در پیوست شماره (۲) ارائه شده است.



انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

٦-۲- مفهوم طیف طرح

۲-۵ حرکت زمین

اثر حرکت زمین در ساختگاه به یکی از روش‌های زیر تعیین می‌شود:

۲-۵-۱ طیف طرح استاندارد

این طیف منعکس‌کننده اثر حرکت زمین برای زلزله طرح در آئین‌نامه است و از حاصلضرب مقادیر ضریب بازتاب ساختمان B در پارامترهای: نسبت شتاب مبنای A، ضریب اهمیت I موضوع بند (۳-۳-۴) و عکس ضریب رفتار $1/R_u$ موضوع بند (۳-۳-۵) و با در نظر گرفتن محدودیت رابطه (۳-۳) به‌دست می‌آید. در تعیین این طیف نسبت میرائی ۵ درصد در نظر گرفته شده است.

طیف طرح استاندارد را می‌توان در کلیه ساختمان‌ها بجز مواردی که در بند (۲-۵-۲) عنوان شده، به‌کار برد.

۲-۵-۲ طیف طرح ویژه ساختگاه

این طیف با استفاده از مشخصات زلزله‌های منطقه ساختگاه و با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، تکتونیکی، لرزه‌شناسی، میزان خطرپذیری و مشخصات خاک در لایه‌های مختلف ساختگاه، و با به‌کارگیری نسبت میرائی ۵ درصد تعیین می‌گردد. در صورتی‌که نوع ساختمان و سطح زلزله مورد نظر نسبت میرائی متفاوتی را ایجاب کند، می‌توان آن را مبنای تهیه طیف قرار داد. مقادیر محاسبه شده این طیف باید در ضریب اهمیت I و عکس ضریب رفتار $1/R_u$ ضرب گردد.

مقادیر طیف طرح ویژه ساختگاه نباید کمتر از ۸۰ درصد مقادیر طیف طرح استاندارد اختیار شود.

طیف طرح ویژه را می‌توان در کلیه ساختمان‌ها به‌کاربرد، ولی استفاده از آن در ساختگاه‌هایی که مطابق بند (۲-۴-۵) مطالعات ویژه ساختگاه برای آنها الزامی است و نیز در مورد ساختمان‌هایی که طبق بند (۳-۲-۲) مشمول استفاده از روش تحلیل دینامیکی می‌شوند و در آنها یکی از شرایط زیر موجود است، الزامی است.

الف- ساختمان‌های با ارتفاع بیش از ۱۵۰ متر از تراز پایه ویا دارای زمان تناوب اصلی نوسان T، بیشتر از ۳/۵ ثانیه

ب- ساختمان‌های «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» که بر روی زمین‌های غیر از نوع I، II یا III جدول (۲-۳)، ساخته می‌شوند.

پ- ساختمان‌های بلندتر از ۵۰ متر که بر روی زمین‌های غیر از نوع I، II یا III جدول (۲-۳)، ساخته می‌شوند.

ت- ساختمان‌های بلندتر از ۵۰ متر که بر روی زمین‌های نوع II و III ، با ضخامت لایه خاک بیش از ۶۰ متر ساخته می‌شوند.

۲-۴-۵ در موارد زیر برای تعیین نوع زمین انجام مطالعات ویژه ساختگاه الزامی است:

الف- برای ساختگاه‌هایی که دارای خصوصیاتی غیر از زمین‌های نوع I تا IV هستند. برای این نوع ساختگاه‌ها، امکان ناپایداری زمین تحت نیروی زلزله نیز بایستی مد نظر قرار گیرد.

ب- در ساختگاه‌هایی که زمین آنها متشکل از رس یا لای نرم دارای رطوبت زیاد با حداقل ضخامت ۱۰ متر و PI>۴۰ (دامنه خمیری خاک) می‌باشد.

پ- در ساختگاه‌هایی که لایه‌های خاک با سرعت موج برشی معادل خاک‌های نوع III یا IV و ضخامت بین ۵ تا ۲۰ متر بر روی یک لایه سخت با سرعت موج برشی بیش از ۷۵۰ m/s قرار گرفته و سرعت موج برشی این لایه سخت حداقل ۳ برابر متوسط سرعت موج برشی لایه فوقانی باشد. در این مورد، درصورت عدم دسترسی به طیف طرح ویژه ساختگاه، می‌توان از طیف زمین نوع IV استفاده کرد.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات ۹۴

۳۵- در کدامیک از ساختمان‌های زیر تهیه طیف طرح ویژه ساختگاه اجباری است؟

۱) ساختمانهای نامنظم بیش از 5 طبقه و دارای اهمیت زیاد که بر روی زمین نوع IV ساخته می‌شوند.

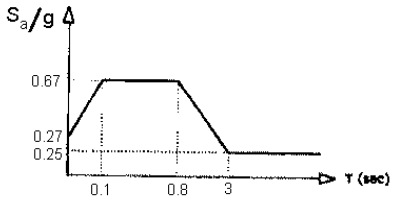
۲) ساختمانهای نامنظم با ارتفاع کمتر از 30 متر از تراز پایه که بر روی زمین نوع III ساخته می‌شوند.

۳) ساختمانهای منظم با ارتفاع کمتر از 50 متر از تراز پایه که بر روی زمین نوع IV ساخته می‌شوند.

۴) ساختمانهای منظم با ارتفاع بیشتر از 50 متر از تراز پایه که بر روی زمین نوع I ساخته می‌شوند.

محاسبات ۹۵

۵۶- برای احداث یک بیمارستان سه‌طبقه به ارتفاع 14 متر از تراز پایه در شهر کرمان طیف طرح ویژه ساختگاه به شکل زیر حاصل شده است. در صورتی‌که سیستم باربر جانبی ساختمان سیستم دوگانه قاب خمشی بتنی ویژه با دیوار برشی بتنی ویژه باشد، و ساختمان موردنظر منظم باشد، حداقل نیروی جانبی زلزله به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (W وزن مؤثر لرزه‌ای این ساختمان، خاک محل از نوع II و S_s معرف شتاب طیفی است)



۱) $V_u = 0.13\,W$

۲) $V_u = 0.12\,W$

۳) $V_u = 0.11\,W$

۴) $V_u = 0.16\,W$

گزینه ۱

$$T_{\text{تجربی}} = 0.05H^{0.75} = 0.05 \times 14^{0.75} = 0.362\ sec$$

$$\left.\begin{matrix} AB_{\text{استاندارد}} = 0.35 \times 2.5 = 0.875 \\ S_{a\,\text{ساختگاه}} = AB_{\text{ساختگاه}} = 0.67 \end{matrix}\right\} B = Max\left(0.8 \times AB_{\text{استاندارد}},\ AB_{\text{ساختگاه}}\right) = 0.7$$

$$V_u = \frac{ABI}{R_u}W = \frac{0.7 \times 1.4}{7.5}W = 0.13W$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

۳-۶- ضوابط تحلیل طیفی

۳-۴-۱-۲ تعداد مدهای نوسان

در هر یک از دو امتداد متعامد ساختمان باید تمام مدهای نوسان که مجموع جرم‌های مؤثر در آنها بیشتر از ۹۰ درصد جرم کل سازه است، در نظر گرفته شود.

۳-۴-۱-۳ ترکیب اثر مدها

حداکثر بازتاب‌های دینامیکی سازه در هر مود، از قبیل نیروهای داخلی اعضا، تغییر مکان‌ها، نیروهای طبقات، برش‌های طبقات و عکس‌العمل پایه‌ها باید با استفاده از روش‌های آماری شناخته‌شده، مانند روش جذر مجموع مربعات و یا روش ترکیب مربعی کامل ترکیب گردد. در ساختمان‌های نامنظم در پلان و یا در ساختمان‌هایی که پیچش در آنها حائز اهمیت است، روش ترکیب مدها باید در برگیرندهٔ اندرکنش مدهای ارتعاشی نیز باشد. در این موارد می‌توان از روش ترکیب مربعی کامل استفاده نمود.

۳-۴-۱-۴ اصلاح مقادیر بازتاب‌ها

در مواردی که برش پایه به‌دست آمده از روش تحلیل طیفی کمتر از برش پایه تحلیل استاتیکی معادل، رابطه (۳-۱) باشد، مقدار برش پایه تحلیل طیفی باید به مقادیر زیر افزایش داده شده و بازتاب‌های سازه متناسب با آنها اصلاح گردد. برش پایه استاتیکی معادل عنوان شده در ردیف‌های زیر، مقدار برش پایه بر اساس رابطه (۳-۱) و با استفاده از مشخصات طیف استاندارد است.

الف- در سازه‌های نامنظم، که نامنظمی درآنها از نوع "طبقه خیلی ضعیف" یا "طبقه خیلی نرم" یا "پیچشی شدید" نباشد، مقادیر بازتاب‌ها باید در ۹۰ درصد نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه به‌دست آمده از تحلیل طیفی ضرب شوند. ولی در سازه‌های نامنظمی که نامنظمی آنها مشمول موارد فوق‌الذکر باشد، مقادیر بازتاب‌ها باید در نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش به‌دست آمده از تحلیل طیفی ضرب شود.

ب- در سازه‌های منظم، مقادیر بازتاب‌ها باید در ۸۵ درصد نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه به‌دست آمده از تحلیل طیفی ضرب شود.

تبصره: مقادیر برش پایهٔ تعدیل شده در بندهای الف و ب نباید از برش پایه به‌دست آمده از تحلیل طیفی کمتر درنظر گرفته شود.

محاسبات-۹۱

۶- در یک قاب ساختمانی دو طبقه، در صورتی‌که ماتریس سختی $[K]=\begin{bmatrix} 9000 & -3000 \\ -3000 & 3000 \end{bmatrix}$ برحسب $\frac{N}{m}$ و ماتریس جرم $[M]=\begin{bmatrix} 20 & 0 \\ 0 & 15 \end{bmatrix}$ برحسب kg باشد، زمان تناوب اصلی نوسان سازه، چند ثانیه است؟

۱) ۰/۲۷۱ ۲) ۰/۳۹۷ ۳) ۰/۵۹۵ ۴) ۰/۶۲۵

$$|[K]-w^2[M]|=0 \rightarrow \begin{vmatrix} 9000-20w^2 & -3000 \\ -3000 & 3000-15w^2 \end{vmatrix}=0$$

$$27000000+300w^4-195000w^2-9000000=0$$

$$w^4-650w^2+60000=0 \rightarrow \begin{cases} w_1=10.55 \\ w_2=23.2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} T_1=0.595 \\ T_2=0.271 \end{cases}$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع" بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات-۹۱

۱۶- در صورتی‌که نیروی طبقات حاصل از تحلیل طیفی مربوط به مد اول تا سوم سازه‌ای با پلان منظم $\{f_1\}$ ، $\{f_2\}$ ، $\{f_3\}$ برحسب تن به شرح جدول زیر و میزان برش پایه‌ی حاصل از تحلیل استاتیکی معادل ۱۸٫۲۵ton باشد، برش پایه‌ی مربوط به تحلیل طیفی به روش جذر مجموع مربعات، و برش پایه‌ی اصلاح شده، برحسب تن کدام است؟

طبقات	$\{f_1\}$	$\{f_2\}$	$\{f_3\}$
۱	۳٫۲۷	۲٫۱۲	۰٫۲۱
۲	۴٫۶۳	۰٫۹۱	-۰٫۴۱
۳	۴٫۳۲	-۱٫۲۳	۰٫۲۶

۱) ۱۲٫۳۵ و ۱۶٫۴۲
۲) ۱۲٫۲۲ و ۱۶٫۴۲
۳) ۱۲٫۳۵ و ۱۸٫۲۵
۴) ۱۲٫۲۲ و ۱۸/۲۵

$$V1 = 3.27 + 4.63 + 4.32 = 12.22$$
$$V2 = 2.12 + 0.91 - 1.23 = 1.8$$
$$V3 = 0.21 - 0.41 + 0.26 = 0.06$$
$$V = \sqrt{V1^2 + V2^2 + V3^2} = 12.35\ ton$$

برش دینامیکی کمتر از برش استاتیکی می باشد، و با توجه به منظم بودن سازه، می توان برش دینامیکی را با ۹۰ درصد برش پایه استاتیکی همپایه نمود:

$$V = 0.9 \times 18.25 = 16.42\ ton$$

محاسبات-۹۵

۹- پس از انجام تحلیل سه بعدی یک ساختمان مجموع جرم‌های مؤثر مدهای نوسان نسبت به جرم کل مطابق جدول زیر گزارش شده است. برای تحلیل طیفی سه‌بعدی این ساختمان حداقل چند مد نوسانی می‌توانست درنظر گرفته شود؟ (مودهای پیچشی مدنظر نیست)

مد نوسانی	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
مجموع جرم مؤثر در راستای x نسبت به جرم کل	65%	70%	78%	79%	84%	87%	89%	91%	93%	96%
مجموع جرم مؤثر در راستای y نسبت به جرم کل	2.5%	67%	72%	75%	80%	91%	92%	95%	96%	98%

گزینه ۴

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات ۹۳

۲۱- یک سازه غیرساختمانی بصورت استوانه‌ای قائم با شعاع متوسط (متوسط شعاع بیرونی وداخلی) R و ضخامت یکنواخت t و ارتفاع L مدل شده است. اگر بدون تغییر نوع مصالح، ارتفاع و ضخامت، فقط مقدار شعاع متوسط به اندازه بیست و پنج درصد اضافه شود، زمان تناوب اصلی نوسان آن چقدر تغییر خواهد کرد؟ (ضخامت استوانه نسبت به شعاع آن را می‌توان ناچیز فرض نمود)

۱) 20% کاهش می‌یابد. ۲) 25% کاهش می‌یابد.

۳) 20% افزایش می‌یابد. ۴) 25% افزایش می‌یابد.

گزینه ۱

با توجه به رابطه $T = \sqrt{\frac{M}{K}}$ باید M و K سازه بررسی شود

جرم استوانه (M) با نسبت زیر افزایش می یابد:

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

سختی خمشی با ممان اینرسی سازه رابطه مستقیم دارد. ممان اینرسی دایره توپر برابر $\frac{\pi R^4}{4}$ و ممان اینرسی لوله با مشتق گیری از ممان اینرسی دایره توپر بدست می آید و برابر است با $\left(\frac{\pi R^4}{4}\right)' = \pi R^3 R' = \pi R^3 t$. با توجه به ثابت بودن t، سختی سازه با نسبت زیر افزایش می یابد.

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_2^3}{R_1^3}$$

دوره تناوب نیز با نسبت زیر تغییر می کند:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\sqrt{\frac{M_2}{K_2}}}{\sqrt{\frac{M_1}{K_1}}} = \sqrt{\frac{M_2 K_1}{M_1 K_2}} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{1.25} = 0.8$$

محاسبات ۹۳-آبان

۹- تیرهای یک سالن یک طبقه با سیستم قاب خمشی، دارای صلبیت خمشی زیاد بوده و در محاسبه تغییر مکان جانبی سازه فقط تغییرشکل خمشی ستونها درنظر گرفته می شود. اگر ارتفاع ستون‌ها در زمان اجرا ده درصد کاهش یابد، زمان تناوب محاسبه‌شده به روش تحلیلی حدوداً چند برابر می‌شود؟

۱) 1.10 ۲) 0.85 ۳) 0.90 ۴) 0.95

گزینه ۲

کاهش طول ستون موجب افزایش سختی آن می شود و در نتیجه دروه تناوب کاهش می یابد.

سختی خمشی ستونها با توان سوم طول آنها رابطه دارد:

$$K_{column} = \frac{12EI}{L^3}$$

بنابراین با کاهش ده درصدی در طول ستونها سختی آنها $\frac{1}{0.9^3} = 1.3717$ برابر می شود. با توجه به صلب بودن تیرها، سختی سازه نیز متناسب با سختی ستون تغییر می کند و داریم:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\sqrt{\frac{M}{K_2}}}{\sqrt{\frac{M}{K_1}}} = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} = \sqrt{\frac{1}{1.3717}} = 0.8538$$

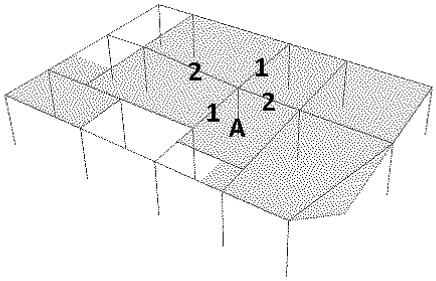
۷-زلزله متعامد (۱۰۰-۳۰)

۳-۱-۴ ساختمان باید در دو امتداد عمود بر هم دربرابر نیروی زلزله محاسبه شود. به‌طور کلی می‌توان محاسبه در هر یک از این دو امتداد را جز در موارد زیر به‌طور مجزا و بدون در نظر گرفتن نیروی زلزله در امتداد دیگر انجام داد.

الف- ساختمان‌های نامنظم در پلان

ب- کلیه ستون‌هایی که در محل تقاطع دو و یا چند سیستم مقاوم باربر جانبی قرار دارند. در این موارد چنانچه بارمحوری ناشی از اثر زلزله در ستون، در هریک از دو امتداد مورد نظر، کمتر از ۲۰ درصد ظرفیت بار محوری ستون باشد، این ضابطه را می‌توان نادیده گرفت.

در موارد فوق امتداد نیروی زلزله باید با زاویه مناسبی که حتی‌المقدور بیشترین اثر را ایجاد می‌کند، انتخاب شود و یا می‌توان صددرصد نیروی زلزله هر امتداد را با ۳۰ درصد نیروی زلزله در امتداد عمود بر آن را ترکیب کرد. در این موارد منظور کردن برون‌مرکزی اتفاقی، موضوع بند (۳-۳-۷)، در امتدادی که ۳۰ درصد نیرو اعمال می‌شود، الزامی نیست.



ستون A در محل تقاطع سیستم های باربر 1 و 2 قرار دارد

- در اکثر سازه (شامل قابهای خمشی فولادی و بتنی، سیستم های دوگانه) تمامی ستونها در محل تقاطع دو یا چند سیستم مقاوم باربر جانبی قرار دارند و بنابراین بر خلاف تصور برخی از طراحی منظور کردن زلزله متعامد تقریبا در تمامی سازه های قاب خمشی الزامی می باشد. مگر اینکه طراح ثابت کند برای تمامی ستونهای سازه نیروی محوری ناشی از زلزله کمتر از ۲۰ درصد ظرفیت بار محوری ستون می باشد.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۸-واژگونی

۸-۳-۳ محاسبه ساختمان در برابر واژگونی

لنگر واژگونی ناشی از نیروهای جانبی زلزله در تراز زیر شالوده برابر مجموع حاصلضرب نیروی جانبی هر تراز در ارتفاع آن نسبت به تراز زیر شالوده ساختمان است. در محاسبه لنگر مقاوم در برابر واژگونی، بار تعادل وزن مؤثر لرزه‌ای ساختمان است که برای تعیین نیروی جانبی به‌کار رفته است و وزن شالوده و خاک روی آن به وزن مؤثر لرزه‌ای اضافه می‌شود. سازه ساختمان و پی آن باید به گونه‌ای طراحی شوند که توانایی تحمل اثر لنگر واژگونی را داشته باشند.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۹-اجزای غیرسازه ای (متصل به سازه)

۹-۱- کلیات

ضوابط طراحی لرزه‌ای اجزای غیرسازه‌ای

۴-۱ کلیات

۴-۱-۱ تعریف

اجزای غیرسازه‌ای در ساختمان‌ها به اجزایی اطلاق می‌شود که به سازه اصلی متکی‌اند ولی در تحمل بار جانبی زلزله به آن کمک نمی‌کنند.اجزای معماری مانند دیوارها، نماها و سقف‌های کاذب و نیز تأسیسات مکانیکی و برقی همراه با نگهدارنده‌ها و ادوات اتصال آنها جزو این گروه محسوب می‌شوند.

۴-۱-۲ محدوده کاربرد

ضوابط این فصل کلیه ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد، زیاد وساختمان‌های با اهمیت متوسط با تعداد طبقات هشت و بیشتر، بجز موارد عنوان شده در زیر، را شامل می‌شود:

الف- اجزای غیرسازه‌ای با وزن بیشتر از ۲۵ درصد وزن مؤثر لرزه‌ای کل سازه (وزن اجزای غیرسازه‌ای و سازه نگهدارنده). این اجزاء در گروه سازه‌های غیرساختمانی قرار می‌گیرند و مشمول ضوابط فصل پنجم آیین‌نامه می‌گردند.

ب- اجزای مکانیکی و برقی با شرایط زیر:

- جزء در گروه اهمیت جزء I_P =۱/۰ موضوع بند (۴-۱-۳)، قرار داشته باشد
- اتصالات بین جزء و ملحقات آن انعطاف‌پذیر باشد.
- وزن جزء کمتر از ۱۰ کیلوگرم، و یا در مورد خطوط تأسیساتی، وزن آن کمتر از ۱۰ کیلوگرم بر متر باشد. اگر ارتفاع جزء در کف طبقه استقرارکمتر از ۱٫۲ متراباشد وزن آن می‌تواند تا ۲۰۰ کیلوگرم افزایش داشته باشد.

تبصره : دیوارهای داخلی در ساختمان‌های با تعداد طبقات کمتر از هشت، مشمول ضوابط فصل هفتم آیین‌نامه می‌گردند.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۹-۲- نیروی زلزله استاتیکی

۴-۲-۱ نیروی جانبی زلزله

نیروی جانبی مؤثر بر اجزای غیرسازه‌ای را می‌توان با استفاده از روش تحلیل اســتاتیکی معادل، طبق بند (۴-۲-۱-۱) و یا روش تحلیل طیفـی طبـق بنـد (۴-۲-۱-۲) محاسـبه نمود. در محاسبه نیروی جانبی ضریب نامعینی ρ و ضریب اضافه مقاومتΩ_0 مربـوط بـه سازه اصلی برابر با ۱/۰ منظور می‌شوند.

۴-۲-۱-۱ روش تحلیل استاتیکی معادل

$$V_{pu}(\min) < V_{pu} < V_{pu}(\max)$$

$$0.3A(1+S)I_pW_p < \frac{0.4a_pA(1+S)W_pI_p}{R_{pu}}\left(1+2\frac{Z}{H}\right) < 1.6A(1+S)I_pW_p$$

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

ضریب رفتار جزء طبق جدول (۴-۱) یا (۴-۲)

ضریب اهمیت جزء طبق بند (۴-۱-۳)

ارتفاع متوسط بام ساختمان از تراز پایه

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

جدول ۴-۱ ضرایب اجزای معماری

جزء معماری	a_p	R_{pu}
۱- دیوار غیرسازه‌ای داخلی و تیغه		
- دیوار غیرمسلح مصالح بنایی	۱	۱/۵
- انواع دیگر دیوار و تیغه	۱	۲/۵
۲- اجزای طره‌ای نظیر جان‌پناه، دیوار غیرسازه‌ای و دودکش که مهار نشده یا در محلی پایین‌تر از مرکز ثقل جزء مهار شده باشد.	۲/۵	۲/۵
۳- اجزای طره‌ای نظیر جان‌پناه، دودکش و دیوار غیرسازه‌ای که در محلی بالاتر از مرکز ثقل جزء مهار شده باشند.	۱	۲/۵
۴- دیوار خارجی غیرسازه‌ای و اتصالات آن		
- دیوار و اتصال آن	۱	۲/۵
- بست‌های سیستم اتصال	۱/۲۵	۱
۵- پوشش نما		
- اجزای با شکل‌پذیری متوسط و اتصالات آنها	۱	۲/۵
- اجزای با شکل‌پذیری کم و اتصالات آنها	۱	۱/۵
۶- خرپشته (به استثنای حالتی که این بخش به‌صورت یکپارچه با سازه ساختمان ساخته شده باشد که در ان‌صورت باید همراه با سازه تحلیل و طراحی شود)	۲/۵	۲/۵
۷- پله فراری که جزئی از سازه اصلی ساختمان نباشد	۱	۲/۵
۸- سقف کاذب	۱	۲/۵
۹- قفسه و کابینت	۱	۲/۵
۱۰- کف دسترسی	۱	۱/۵
۱۱- تابلو و نشان	۲/۵	۲/۵
۱۲- سایر اجزای صلب (با انعطاف‌پذیری کم)		
- اجزای با شکل‌پذیری زیاد و اتصالات آنها	۱	۳/۵
- اجزای با شکل‌پذیری متوسط و اتصالات آنها	۱	۲/۵
- اجزای با شکل‌پذیری کم و اتصالات آنها	۱	۱/۵
۱۳- سایر اجزای انعطاف‌پذیر		
- اجزای با شکل‌پذیری زیاد و اتصالات آنها	۲/۵	۳/۵
- اجزای با شکل‌پذیری متوسط و اتصالات آنها	۲/۵	۲/۵
- اجزای با شکل‌پذیری کم و اتصالات آنها	۲/۵	۱/۵

جدول ۴-۲ ضرایب لرزه‌ای برای تجهیزات مکانیکی و برقی

نام تجهیزات	a_p	R_{pu}
الف- تجهیزات برقی و مکانیکی هواکش، واحدهای تهویه مطبوع، گرم‌کننده‌ها و جعبه‌های تقسیم هوا، سایر تجهیزات مکانیکی ساخته‌شده از ورق‌های فلزی	۲/۵	۶
واحدهای تهویه مطبوع آبی، دیگ بخار، کوره، تانکر و مخزن فشار آتمسفری، چیلر، سیستم گرم‌کننده آب، مبدل حرارتی و تجهیزاتی که از مواد با قابلیت تغییرشکل زیاد ساخته شده‌اند	۱	۲/۵
موتور، توربین، پمپ و کمپرسور و مخزن تحت فشار که فاقد پایه‌های پیرامونی بوده و مستقیماً توسط شاسی به کف متصل شود.	۱	۲/۵
مخزن تحت فشاری که برروی پایه‌های پیرامونی نصب شده باشد.	۲/۵	۲/۵
آسانسور و پله برقی	۱	۲/۵
ژنراتور، باتری، موتور، مبدل و سایر تجهیزات برقی که از مواد با قابلیت تغییر شکل زیاد ساخته شده باشد.	۱	۲/۵
تابلو برق، مراکز کنترل موتور، و سایر تجهیزات برقی که از ورق‌های فلزی ساخته شده باشد.	۲/۵	۶
تجهیزات مخابراتی، رایانه و سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق	۱	۲/۵
دودکش، برج خنک‌کننده و دکل نصب شده بر روی بام که در ترازی پایین‌تر از مرکز ثقل به‌طور جانبی مهار شده باشد.	۲/۵	۳
تجهیزات ذکر شده در ردیف فوق در حالتی که در ترازی بالاتر از مرکز ثقل خود به‌طور جانبی مهار شده باشد.	۱	۲/۵
سایر تجهیزات مکانیکی و برقی	۱	۱/۵
ب- سیستم و اجزای متکی بر انواع جداساز لرزه‌ای	۲/۵	۲
ج- سیستم‌های توزیع سیستم لوله‌کشی از مواد با قابلیت تغییرشکل زیاد که دارای اتصالات جوشی و یا لحیم‌کاری باشد.	۲/۵	۶
سیستم لوله‌کشی که با استفاده از مواد دارای قابلیت تغییر شکل متوسط یا زیاد و با استفاده از اتصالات رزوه‌ای، چسبی، کوپلینگ فشاری یا شیاری یا نظایر آن ساخته شده باشد.	۲/۵	۴/۵
سیستم لوله‌کشی که از مواد با قابلیت تغییرشکل کم نظیر چدن یا شیشه یا مواد پلاستیکی شکننده ساخته شده باشد	۲/۵	۳
کانال‌هایی که با استفاده از مواد با قابلیت تغییر شکل زیاد و اتصالات جوشی یا لحیم‌کاری ساخته شده باشد	۲/۵	۶
کانال‌هایی که با استفاده از مواد با قابلیت تغییر شکل زیاد یا متوسط و اتصالاتی غیر از جوشی یا لحیم ساخته شده باشد	۲/۵	۴
کانال‌هایی که از مواد با قابلیت تغییرشکل کم نظیر چدن یا شیشه یا مواد پلاستیکی شکننده ساخته شده باشند	۲/۵	۳
لوله‌کشی سیستم برقی، سینی کابل	۲/۵	۶
باس داکت	۱	۲/۵
لوله‌کشی فاضلاب	۱	۲/۵
نقاله‌های خط تولید غیر آدم‌رو	۲/۵	۳

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

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 ۱/۴ و برای سایر اجزا برابر ۱/۰ 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

محاسبات ۹۴

۵۸- در یک ساختمان مسکونی 10 طبقه به ارتفاع متوسط بام 34 متر از تراز پایه، نیروی افقی زلزله استاتیکی معادل بر حسب kN/m وارد بر یک دیوار طولی جان‌پناه بام به ارتفاع یک متر در صورتی‌که جان‌پناه به‌صورت کنسولی در پای دیوار به بام متصل شده باشد، به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (جان‌پناه بتنی، خاک محل نوع II، ساختمان درتهران و وزن واحد طول دیوار $W_P = 3\ kN/m$ می‌باشند).

۱) 3.15 ۲) 4.2 ۳) 0.85 ۴) 2.5

گزینه ۱

$$V_{pu} = \frac{0.4 \times 2.5 \times 0.35 \times (1 + 1.5) \times 3 \times 1}{2.5}(1 + 2 \times 1) = 3.15\frac{kN}{m}$$

$$0.3A(1+S)I_pW_p < \frac{0.4a_pA(1+S)W_pI_p}{R_{pu}}\left(1 + 2\frac{Z}{H}\right) < 1.6A(1+S)I_pW_p$$

- ضریب بزرگنمایی جزء طبق جدول (۴-۱) یا (۴-۲)
- ضریب رفتار جزء طبق جدول (۴-۱) یا (۴-۲)
- ضریب اهمیت جزء طبق بند (۴-۱-۳)
- ارتفاع مرکز جرم جزء از تراز پایه. مقدار Z لازم نیست بیشتر از H در نظر گرفته شود.
- ارتفاع متوسط بام ساختمان از تراز پایه

محاسبات ۹۴

۳۷- حداقل نیروی جانبی زلزله در امتداد عمود بر سطح دیوار وارد بر یک تیغه جداکننده در یک بیمارستان واقع در منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد که بر روی خاک نوع III احداث شده است، به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (ضخامت تیغه 100 میلی‌متر، با ابعاد 3 متر در 5 متر از جنس مصالح گچی با جرم مخصوص برابر 1300 کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد.)

۱) 6.6 kN ۲) 4.7 kN ۳) 9.7 kN ۴) 3.7 kN

با آیین نامه جدید و با فرض اینکه تیغه در یکی از طبقات میانی سازه باشد:

$$W_p = 3 \times 5 \times 0.1 \times 1300 = 1950\ kg = 19.5\ kN$$

$$V_{pu} = \frac{0.4 \times 1 \times 0.35 \times (1 + 1.75) \times 19.5 \times 1.4}{1.5}\left(1 + 2 \times \frac{1}{2}\right) = 14.01\ kN$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۹۵

۶۰- بر روی بام ساختمان مسکونی چهارطبقه‌ای در اصفهان به ارتفاع 14 متر از تراز پایه و بر روی زمین نوع III درنظر است قطعه‌ای غیرسازه‌ای طره‌ای به ارتفاع 2 متر و وزن 4 kN به صورت مهارنشده نصب شود. اگر جرم قطعه در ارتفاع یکنواخت باشد، لنگر خمشی انتقال یافته از پای قطعه به بام ناشی از زلزله (در حد مقاومت) بر حسب kN.m حدوداً چقدر باید در نظر گرفته شود؟ (مقدار ضریب اهمیت قطعه غیرسازه‌ای برابر یک فرض شود)

۱) 2.8 ۲) 6.5 ۳) 3.3 ۴) 4.4

گزینه ۳

$$V_{pu} = \frac{0.4 \times 2.5 \times 0.25 \times (1 + 1.75) \times 4 \times 1}{2.5}(1 + 2) = 3.30kN$$
$$M = V_{pu} \times 1 = 3.30\ kN.m$$

$$0.3A(1 + S)I_pW_p < \frac{0.4a_pA(1 + S)W_pI_p}{R_{pu}}\left(1 + 2\frac{Z}{H}\right) < 1.6A(1 + S)I_pW_p$$

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

ضریب رفتار جزء طبق جدول (۴-۱) یا (۴-۲)

ضریب اهمیت جزء طبق بند (۴-۱-۳)

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

ارتفاع متوسط بام ساختمان از تراز پایه

البته با توجه به بند زیر نیازی به محاسبه نیروی فوق برای این سازه نیست:

فصل چهارم

ضوابط طراحی لرزه‌ای اجزای غیرسازه‌ای

۴-۱ کلیات

۴-۱-۱ تعریف

اجزای غیرسازه‌ای در ساختمان‌ها به اجزایی اطلاق می‌شود که به سازه اصلی متکی‌اند ولی در تحمل بار جانبی زلزله به آن کمک نمی‌کنند.اجزای معماری مانند دیوارها، نماها و سقف‌های کاذب و نیز تأسیسات مکانیکی و برقی همراه با نگهدارنده‌ها و ادوات اتصال آنها جزو این گروه محسوب می‌شوند.

۴-۱-۲ محدوده کاربرد

ضوابط این فصل کلیه ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد، زیاد وساختمان‌های با اهمیت متوسط با تعداد طبقات هشت و بیشتر، بجز موارد عنوان شده در زیر، را شامل می‌شود:

این تست در کلید نهایی حذف شد.

محاسبات ۹۵

۴- یک دودکش طره‌ای مهار نشده با وزن 5 kN با ارتفاع 1.5 m بر روی پشت‌بام یک ساختمان مسکونی بدون زیرزمین 6 طبقه با ارتفاع هر طبقه برابر 3.5 متر و واقع در کاشان قرار دارد نیروی برشی در حد مقاومت در پای دودکش ناشی از زلزله حدوداً چند kN است؟ (خاک ساختگاه از نوع III می‌باشد و فرض کنید دودکش در ردیف اجزای معماری قرار دارد.)

۱) 3.7 ۲) 4.3 ۳) 5.0 ۴) 5.8

گزینه ۳

$$V_{pu} = \frac{0.4 \times 2.5 \times 0.3 \times (1 + 1.75) \times 5 \times 1}{2.5}(1 + 2) = 4.95\ kN$$
$$V_{min} = 0.3 \times 0.3(1 + 1.75) \times 1 \times 5 = 1.24$$
$$V_{max} = 1.6 \times 0.3(1 + 1.75) \times 1 \times 5 = 6.6$$

محاسبات ۹۳

۳-نیروی زلزله وارد به یک دستگاه هواساز واقع در بام بیمارستانی در شهر تبریز به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ فرض کنید هواساز متصل به کف بوده و وزن آن برابر با 100 kN می‌باشد.

۱) 50 kN
۲) 40 kN
۳) 35 kN
۴) 100 kN

محاسبات ۹۳- آبان

۴- حداقل نیروی جانبی زلزله وارد بر هر متر طول دیوار جان‌پناه یک بیمارستان در تهران به ارتفاع 1.2 متر و به ضخامت 150 میلی‌متر از جنس بتن آرمه معمولی برحسب کیلونیوتن حدوداً چقدر باید درنظر گرفته شود؟ جرم مخصوص بتن‌آرمه $2500\ kg/m^3$ می‌باشد.

۱) 3.60
۲) 2.57
۳) 4.33
۴) 4.82

تمرین: محاسبات ۸۹

۶- دیوار طره‌ای با وزن $۶۰۰\ kg/m^2$ و ارتفاع ۲ متر را در یک ساختمان اداری در قم درنظر بگیرید. تکیه‌گاه آن باید برای چه لنگر خمشی ناشی از نیروی زلزله طرح شود؟

۱) ۰/۷۲ ton.m/m
۲) ۱/۲ ton.m/m
۳) ۰/۳۶ ton.m/m
۴) ۱/۴۴ ton.m/m

فرضیات:

* دیوار طره مربوط به بام سازه بوده و در بالای مرکز ثقل خود مهار ندارد.
* سازه بالای ۸ طبقه و مسکونی می باشد.
* نوع خاک III می باشد.

$$q_{pu} = \frac{0.4 \times 2.5 \times 0.3 \times (1 + 1.75) \times \frac{6kN}{m^2} \times 1}{2.5}(1 + 2 \times 1) = 5.94\frac{kN}{m^2}$$

$$M_{pu} = \frac{q_{pu}L^2}{2} = \frac{5.94 \times 2^2}{2} = 11.88\ \frac{kN.m}{m} = 1.188\ \frac{ton.m}{m}$$

$$0.3A(1+S)I_pW_p < \frac{0.4a_pA(1+S)W_pI_p}{R_{pu}}\left(1+2\frac{Z}{H}\right) < 1.6A(1+S)I_pW_p$$

- ضریب بزرگنمایی جزء طبق جدول (۴-۱) یا (۴-۲)
- ضریب رفتار جزء طبق جدول (۴-۱) یا (۴-۲)
- ضریب اهمیت جزء طبق بند (۴-۱-۳)
- ارتفاع مرکز جرم جزء از تراز پایه. مقدار Z لازم نیست بیشتر از H در نظر گرفته شود.
- ارتفاع متوسط بام ساختمان از تراز پایه

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۱۰-سازه های غیرساختمانی

۱۰-۱- کلیات

ضوابط طراحی لرزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی

۵-۱ کلیات

۵-۱- ۱ سازه‌های غیرساختمانی به سازه‌هایی اطلاق می‌شود که کاربری آنها مشابه ساختمان‌های متعارف نیست، مانند سازه‌های صنعتی، دکل‌های انتقال نیرو و ...

۵-۱- ۲ سازه‌های غیرساختمانی به لحاظ باربری جانبی به دو گروه تقسیم می‌شوند:

الف- سازه‌های غیرساختمانی مشابه ساختمان‌ها: به سازه‌هایی اطلاق می‌شوند که سیستم باربرآنها مشابه یکی از سیستم‌های سازه‌های ساختمانی است.

ب- سازه‌های غیرساختمانی غیرمشابه ساختمان‌ها: به سازه‌هایی اطلاق می‌شوند که سیستم باربرآنها مطابق بند الف نباشد. به تعدادی از این سازه‌ها در جدول (۵-۲) اشاره شده است. این سازه‌ها ممکن است متکی به زمین یا سازه‌های دیگر باشند.

۵-۱-۳ نیروهای زلزله مؤثر بر سازه‌های غیرساختمانی عمدتاً با استفاده از ضوابط فصل سوم آیین‌نامه تعیین می‌شوند. تنها در بعضی موارد الزامات دیگری جایگزین شده‌اند که در این فصل عنوان می‌گردند.

$$V_u = \frac{ABI}{R_u} W$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۱۰-۲- مشابه ساختمان

۵-۲ ضوابط تحلیل و طراحی سازه‌های غیرساختمانی مشابه ساختمان‌ها

۵-۲-۱ ضوابط تحلیل و طراحی سازه‌های غیرساختمانی مشابه ساختمان‌ها مطابق فصل سوم می‌باشد. الزامات اضافی این نوع از سازه‌ها در بندهای (۵-۲-۲) تا ۵(-۲-۱۰) آورده شده است.

۵-۲-۲ روش تحلیل: در سازه‌هایی که زمان تناوب اصلی آنها از ۰/۵ ثانیه بیشتر است، استفاده از یکی از روش‌های تحلیل دینامیکی الزامی است. در سایر سازه‌ها می‌توان از روش‌های دیگر تحلیل استفاده نمود.

۵-۲-۳ زمان تناوب نوسان اصلی سازه، T

در این سازه‌ها زمان تناوب نوسان اصلی سازه باید با استفاده از روش تحلیل مناسبی محاسبه گردد. استفاده از روابط تجربی بند (۳-۳-۳) مجاز نمی‌باشد.

۵-۲-۴ وزن مؤثر لرزه‌ای، W

وزن مؤثر لرزه‌ای در این نوع ساختمان‌ها شامل وزن‌های زیرند:

الف- بارهای مرده ناشی از وزن اجزای سازه و تجهیزات صنعتی

ب- حداقل ۴۰ درصد بار زنده کف‌ها

پ-وزن محتویات در زمان بهره‌برداری

در مواردی که در شرایط استثنایی محتویات تجهیزات صنعتی بنا به دلایل خاصی افزایش پیدا می‌کند، وزن اضافی نباید در محاسبه W اثر داده شود.

در سیلوهای حاوی مواد دانه‌ای می‌توان ۸۰ درصد وزن این مواد را در محاسبه W منظور نمود.

۵-۲-۵ پارامترهای نیروی جانبی

در این سازه‌ها پارامترهای R_u ، Ω_0 ، C_d و H_m با استفاده از جدول (۵-۱) تعیین می‌شود.

۵-۲-۶ حداقل نیروی جانبی، برش پایه

برش پایه در این سازه نباید کمتر از مقدار زیر در نظر گرفته شود:

$$V_{u_{min}} = 0.12\ AIW \qquad (۱-۵)$$

۵-۲-۷ نیروی جانبی در سازه‌های صلب

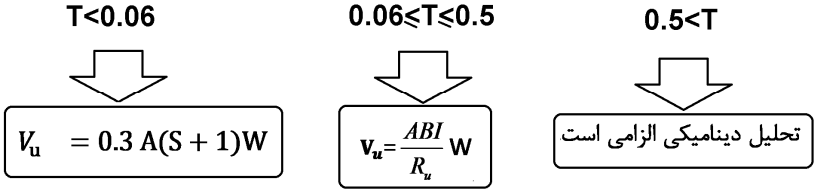
سازه‌های صلب به سازه‌هایی اطلاق می‌شود که زمان تناوب نوسان اصلی آنها کمتر از ۰/۰۶ ثانیه باشد. نیروی جانبی این سازه‌ها از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$V_u = 0.3\ A(S+1)W \qquad (۲-۵)$$

توزیع این نیرو در ارتفاع سازه طبق ضوابط بند (۳-۳-۶) صورت می‌گیرد.

جدول ۵-۱ ضرایب مورد استفاده برای سازه‌های غیرساختمانی مشابه ساختمان

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروی جانبی		R_u	Ω_0	C_d	H_m (متر)
سیستم قاب ساختمانی	مهاربندی همگرای ویژه فولادی		۵/۵	۲	۵	۵۰
	مهاربندی همگرای معمولی فولادی		۳/۵	۲	۳/۵	۱۵[۱]
	مهاربندی همگرای معمولی فولادی با افزایش ارتفاع مجاز		۲/۵	۲	۲/۵	۵۰
	مهاربندی همگرای معمولی فولادی (بدون محدودیت ارتفاع)		۲	۱/۵	۲	بدون محدودیت
سیستم قاب خمشی	فولادی	ویژه	۷/۵	۳	۵/۵	۲۰۰
		متوسط	۵	۳	۴	۵۰
		متوسط با افزایش ارتفاع مجاز	۳	۲/۵	۳	۸۰
		متوسط (بدون محدودیت ارتفاع)	۲	۱/۵	۲	بدون محدودیت
		معمولی	۳/۵	۳	۳	۱۵ [۲]
		معمولی با افزایش ارتفاع مجاز	۲/۵	۲	۲/۵	۵۰
	بتن‌آرمه	ویژه	۷/۵	۳	۵/۵	۲۰۰
		متوسط	۵	۳	۴/۵	۳۵
		متوسط با افزایش ارتفاع مجاز	۳	۲	۲/۵	۵۰
		متوسط (بدون محدودیت ارتفاع)	۱	۱	۱	بدون محدودیت
		معمولی (با محدودیت ارتفاع)	۳	۳	۲/۵	۱۵
		معمولی با افزایش ارتفاع مجاز	۱	۱	۱	۳۰
قفسه‌های خود ایستای فولادی			۴	۲	۳/۵	بدون محدودیت



انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

۱۰-۳- غیر مشابه ساختمان

۵-۳ ضوابط تحلیل و طراحی سازه‌های غیرساختمانی غیرمشابه ساختمان‌ها و متکی بر زمین

۵-۳-۱ ضوابط این نوع سازه‌ها عیناً مشابه سازه‌های غیرساختمانی مشابه ساختمان‌ها، موضوع بند (۵-۲) است و فقط الزامات زیر جایگزین بندهای نظیر می‌گردند:

الف- پارامترهای نیروی جانبی بر اساس جدول (۵-۲) تعیین می‌گردند.

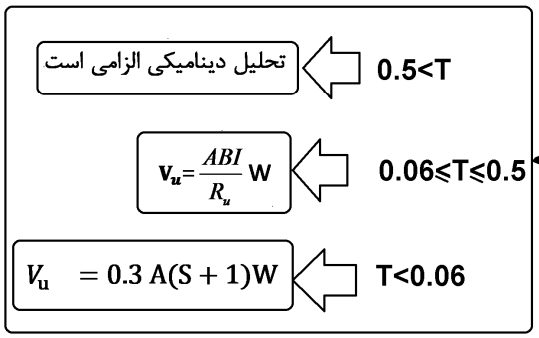
ب- حداقل نیروی جانبی یا برش پایه از روابط زیر به‌دست می‌آیند:

۱- در موارد کلی

$$V_{u_{min}} = 0.09\,W \qquad (۵-۳)$$

۲- در مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد و زمین‌های نوع III و IV

$$V_{u_{min}} = 1.6AIW/R_u \qquad (۵-۴)$$



۵-۴ ضوابط تحلیل و طراحی سازه‌های غیرساختمانی غیرمشابه ساختمان‌ها و متکی برسازه‌های دیگر

۵-۴-۱ درمواردی که وزن این سازه‌ها کمتر از ۲۵ درصد وزن کل سازه (وزن سازه غیر ساختمانی به اضافه وزن سازه نگهدارنده آن) باشد، سازه‌های غیرساختمانی در گروه "اجزای غیرسازه‌ای" جای گرفته و مشمول ضوابط فصل چهارم آیین‌نامه می‌گردد.

۵-۴-۲ درمواردی که وزن این سازه‌ها بیشتر از ۲۵ درصد وزن کل سازه (وزن سازه غیرساختمانی به‌اضافه وزن سازه نگهدارنده آن) باشد، کل سازه باید هم‌زمان مدل شده و تحلیل گردد. نیروی جانبی باید با رعایت الزامات زیر تعیین شود:

سازه‌های صلب به سازه‌هایی اطلاق می‌شود که زمان تناوب نوسان اصلی آنها کمتر از ۰/۰۶ ثانیه باشد.

الف- در شرایطی که سازه ساختمانی شرایط صلب بودن را مطابق تعریف بند (۵-۲-۷) دارا باشد، اثر آن را در مدل کل سازه می‌توان به‌صورت توزیع جرم مناسب آن در نظر گرفت. سازه نگهدارنده باید برای پارامترهای خود مطابق فصل سوم یا چهارم (هرکدام مناسب‌تر است) تحلیل و طراحی شود. سازه غیرساختمانی باید بر اساس ضوابط اجزای غیرسازه‌ای فصل چهارم تعیین شده و در آن به جای R_p مقدار R_u از جدول (۵-۲) و مقدار a_p برابر با یک در نظر گرفته می‌شود.

ب- در مواردی که سازه غیر ساختمانی صلب نباشد، کل سازه، سازه‌های غیرساختمانی به همراه سازه نگهدارنده آن، باید هم‌زمان مدل شده و تحلیل گردد. ضریب رفتار این سازه باید کمترین دو مقدار R_u برای سازه نگهدارنده از جدول (۵-۱) و سازه غیرساختمانی از جدول (۵-۲) اختیار گردد. سازه غیرساختمانی و اتصالات آن برای نیروهای حاصل از تحلیل کل سازه طراحی می‌گردد.

جدول ۵-۲ ضرایب مورد استفاده برای سازه‌های غیرساختمانی غیر مشابه ساختمان

سیستم سازه	جزئیات	R_u	Ω_0	C_d	H_m (متر)
بونکر، مخزن، ظرف یا کندوی هوایی	برروی پایه‌های مهاربندی شده متقارن	۳	۲	۲/۵	۵۰
	برروی پایه‌های مهاربندی‌نشده یا مهاربندی‌شده نامتقارن	۲	۲	۲/۵	۳۰
ظرف افقی جوش‌شده	با پایه زین‌شکل فولادی	۳	۲	۲/۵	بدون محدودیت
دودکش و سیلوی بتنی درجا با دیواره پیوسته تا روی پی		۳	۲	۳	
تمام سازه‌های دیگر بتنی یا فولادی طره‌ای با جرم گسترده غیر از آنهایی که در این جدول ذکر شده‌اند، شامل دودکش‌ها،سیلوها و ظروف قائم بر روی پدستال منفرد یا متکی بر جداره تا روی زمین- جوش‌شده فولادی، بتن‌ارمه یا بتن پیش‌تنیده		۳	۲	۲/۵	
برج‌های خرپایی طره‌ای یا مهارشده توسط کابل- دودکش‌های مهارشده توسط کابل		۳	۲	۲/۵	
برج‌های خنک‌کن	بتن آرمه یا فولادی	۳/۵	۲	۳	
برج‌های مخابراتی	قابی یا خرپای فولادی یا بتنی	۳	۱/۵	۳	
	دیرک- فولادی یا بتنی	۱/۵	۱/۵	۱/۵	
سازه‌های خاص تفریحی و بناهای یادبود		۲/۵	۲/۵	۲/۵	
سازه‌هایی که رفتارشان مشابه پاندول وارونه است		۲	۲	۲	
تابلوها و علائم		۳/۵	۲	۳	
سایر سازه‌ها غیر از موارد فوق		۲/۵	۲/۵	۲/۵	

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۹۴

۱- یک سیلوی بتنی درجا با دیوار پیوسته تا روی پی، در شهر سنندج بر روی خاک نوع II موجود است. وزن سازه و تجهیزات صنعتی سیلو 5000 kN و سیلو حاوی مواد دانه‌ای با وزن 50000 kN می‌باشد. حداقل برش پایه زلزله این سیلو برحسب kN به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (فرض کنید 80 درصد وزن مواد دانه‌ای به عنوان وزن مؤثر لرزه‌ای مواد دانه‌ای سیلو درنظر گرفته می‌شود. همچنین ضریب اهمیت سیلو را برابر 1.0 و زمان تناوب نوسان اصلی آن را 0.4 ثانیه فرض نمایید).

۱) 13750 ۲) 13000
۳) 12500 ۴) 11250

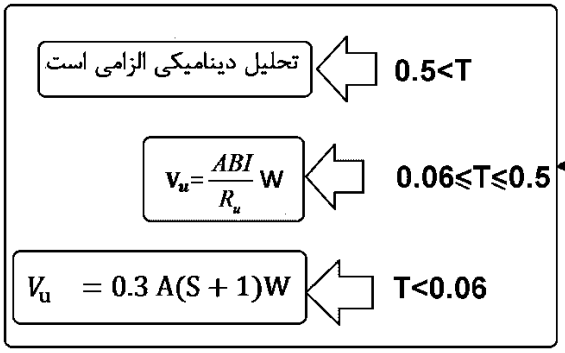
گزینه ۴

$$\left.\begin{matrix} T_s = 0.5 \\ T_0 = 0.1 \\ S = 1.5 \\ S_0 = 1 \end{matrix}\right\} \quad T = 0.4 \rightarrow \quad \left.\begin{matrix} B_1 = (S+1) = 2.5 = 2.5 \\ N = 1 \end{matrix}\right\} \quad B = B_1 N = 2.5$$

$$T = 0.4\,Sec \quad \rightarrow \quad V_u = \frac{ABI}{R_u} W = \frac{0.3 \times 2.5 \times 1}{3}(5000 + 0.8 \times 50000) = 11250\,kN$$

$$V_{u-min} = 0.09W = 0.09 \times (5000 + 0.8 \times 50000) = 1620\,kN$$

۵-۳ ضوابط تحلیل و طراحی سازه‌های غیرساختمانی غیرمشابه ساختمان‌ها و متکی بر زمین



۵-۳-۱ ضوابط این نوع سازه‌ها عیناً مشابه سازه‌های غیرساختمانی مشابه ساختمان‌ها، موضوع بند (۵-۲) است و فقط الزامات زیر جایگزین بندهای نظیر می‌گردند:

الف- پارامترهای نیروی جانبی بر اساس جدول (۵-۲) تعیین می‌گردند.

ب- حداقل نیروی جانبی یا برش پایه از روابط زیر به‌دست می‌آیند:

۱- در موارد کلی

$$V_{u_{min}} = 0.09\,W \qquad (۳-۵)$$

۲- در مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد و زمین‌های نوع III و IV

$$V_{u_{min}} = 1.6AIW/R_u \qquad (۴-۵)$$

جدول ۲-۳ 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

محاسبات ۹۵

۵۴- یک مخزن بزرگ گاز تشکیل شده است از یک ظرف افقی جوش شده بر روی پایه‌های زین شکل فولادی. این مخزن بر روی زمین نوع III در تبریز نصب شده و در گروه ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد طبقه‌بندی می‌شود. اگر زمان تناوب مخزن 0.05 ثانیه محاسبه شده و وزن مؤثر لرزه‌ای آن 315 کیلونیوتن باشد، نیروی جانبی ناشی از زلزله (V_u) به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

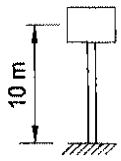
۱) 82 kN
۲) 85 kN
۳) 91 kN
۴) 97 kN

با توجه به اینکه دوره تناوب سازه 0.05 می باشد، صلب محسوب شده و نیروی زلزله آن به صورت زیر محاسبه می شود:

$$V_u = 0.3A(S+1)W = 0.3 \times 0.35(1 + 1.75) \times 315 = 90.95\,kN$$

محاسبات ۹۵

۳- مخزن آب استوانه‌ای بتنی به قطر داخلی 4 متر و ارتفاع داخلی 4 متر، با زمان تناوب در حالت پر 0.48 ثانیه و در منطقه ناغان روی خاک نوع II مستقر می‌باشد. جرم مؤثر مخزن خالی 40000 kg است. فاصله مرکز جرم مخزن پر از تراز پایه برابر 10 m می‌باشد. با استفاده از استاندارد 2800 و بدون توجه به دستورالعمل‌های دیگر، لنگر واژگونی ناشی از زلزله در پای ستون مخزن در حالت پر برجسب kN.m به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (از اثر P-Δ صرفنظر شود).



۱) 4300
۲) 5500
۳) 6300
۴) 7100

گزینه ۲

$$W = D + L = 40000 + (4 \times \pi \times 2^2) \times 1000 = 90240\ kg = 885.2\ kN$$

$$\left.\begin{matrix} T_s = 0.5 \\ T_0 = 0.1 \\ S = 1.5 \\ S_0 = 1 \end{matrix}\right\} \quad T = 0.48 \rightarrow \quad \left.\begin{matrix} B_1 = (S+1) = 2.5 = 2.5 \\ N = 1 \end{matrix}\right\} \quad B = B_1 N = 2.5$$

$$T = 0.48\ Sec \quad \rightarrow \quad V_u = \frac{ABI}{R_u} W = \frac{0.35 \times 2.5 \times 1.4}{2} (885.2) = 542.185\ kN$$

$$V_{u-min} = 0.09W = 0.09 \times (885.2) = 79.7\ kN$$

$$M = 542.185 \times 10 = 5422\ kN.m$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

۱۱-نیروی قائم زلزله

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.

$$F_{Vu}=0.6\ AIW_P \qquad (۳-۱۰)$$

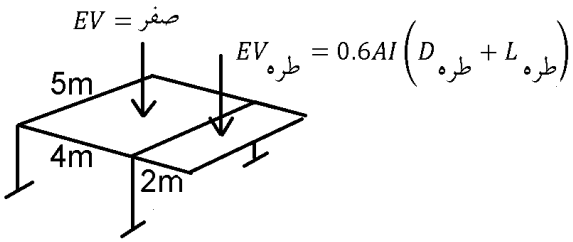
در این رابطه:

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

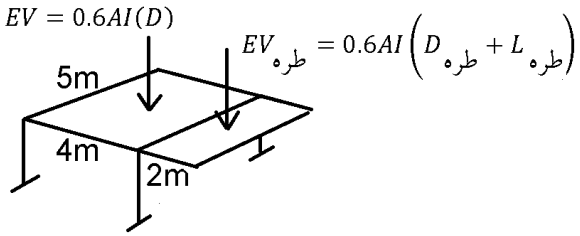
W_P: در مورد بند الف بالا بار مرده و در مورد سایر بندها بار مرده به اضافه کل سربار است.

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.



سایر مناطق

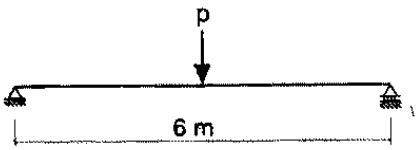


مناطق با خطر نسبی بسیار زیاد

محاسبات ۹۵

۵۷- براساس روش ضرایب بار و مقاومت و با در نظر گرفتن کلیه بارهای مرده، زنده و زلزله، لنگر طراحی تیر دو سر ساده فولادی نشان داده در شکل زیر که مربوط به محل‌های اجتماع عمومی یک مدرسه در شهر تهران است، به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ P_D معرف بار متمرکز ناشی از بارهای مرده و P_L معرف بار متمرکز ناشی از بارهای زنده است. در محاسبات از وزن تیر صرفنظر شود.

P_L= 45 kN و P_D=150 kN



۱) M_u = 411 kN.m
۲) M_u = 394 kN.m
۳) M_u = 378 kN.m
۴) M_u = 342 kN.m

گزینه ۱

- با توجه به اینکه وزن خود تیر قابل صرف نظر کردن است، کل بار وارد شده بر تیر از نوع متمرکز می باشد و بنابراین در محاسبه زلزله قائم آن باید کل سربار منظور شود. تیرهایی که بیش از نیمی از بار وارد بر آنها متمرکز باشد، مشمول حالت پ می شود. در این تیر اگر از وزن تیر صرف نظر شود ۱۰۰ درصد بار وارد بر آن متمرکز می باشد.

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.

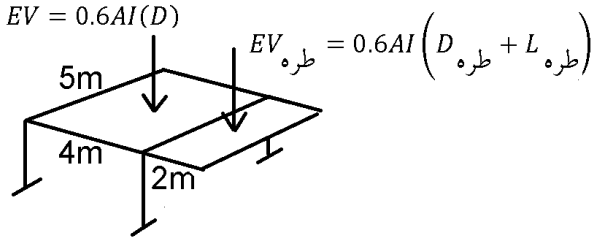
$$F_{Vu}=0.6\ AIW_P \qquad (۳-۱۰)$$

در این رابطه:

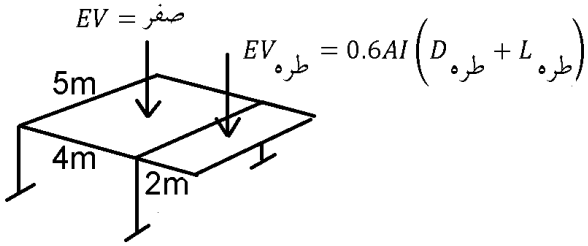
A و I مقادیری هستند که برای محاسبه نیروی برشی پایه منظور شده‌اند.

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

به شکل زیر توجه کنید. در شکل بار طره مشمول حالت "ت" می شود و بار گذاری زلزله قائم به صورت زیر خواهد بود:



مناطق با خطر نسبی بسیار زیاد



سایر مناطق

لنگر ناشی از بار مرده: $M_D = \frac{P_D L}{4} = \frac{150\times6}{4} = 225\ kN.m$

لنگر ناشی از بار زنده: $M_L = \frac{P_L L}{4} = \frac{45\times6}{4} = 67.5\ kN.m$

لنگر ناشی از بار زلزله قائم:

$$M_{EV} = \frac{P_{EV}L}{4} = \frac{(0.6AIW_P)\times6}{4} = \frac{\left(0.6\times0.35\times1.2\times(150+45)\right)\times6}{4} = 73.71\ kN.m$$

ترکیب بار: $1.2M_D + M_L + M_{EV} = 1.2\times225 + 67.5 + 56.7 = 411\ kN.m$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات-۹۱

۵۲- بخشی از اتاق خواب یک ساختمان مسکونی واقع در تهران به‌صورت طره "پیش‌آمدگی" ساخته شده است. مقدار نیروی قائم زلزله بر هر مترمربع، برحسب دکانیوتن، وارد بر قسمت طره داخل اتاق خواب چقدر می‌باشد؟ بار مرده کف با احتساب تیغه‌بندی برابر 600 دکانیوتن بر مترمربع است.

۱) 392 ۲) 196
۳) 441 ۴) 220

حل با آیین نامه جدید:

نیروی قائم زلزله در طره ها بر اساس مجموع بار مرده و زنده طره محاسبه می شود. مساله مقدار بار مرده را داده است. مقدار بار زنده برای سازه مسکونی برابر با $200\ kg/m^2$ در نظر گرفته می شود.

دقت شود که اگر طره فوق به صورت بالکن می بود، بار زنده آن، طبق بند ۶-۳-۲-۵ برابر $300\ kg/m^2$ باید درنظر گرفته می شد.

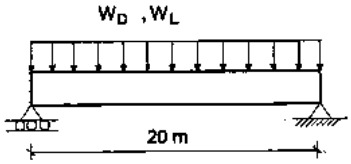
$$F_{Vu} = 0.6 \times 0.35 \times 1 \times (600 + 200) = 168 \frac{kg}{m^2}$$

سوال: چرا برای بالکن ها بار زنده بیشتر درنظر گرفته می شود؟

پاسخ: چون گاهی اوقات بالکن به عنوان انبار وسایل سبک ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد. در این سوال قسمت طره به عنوان بخشی از اتاق خواب بوده و بار زنده آن $200\ kg/m^2$ خواهد بود.

محاسبات ۹۳

۱۱- تیری با دهانه 20 m به صورت دوسر ساده با بار مرده یکنواخت بدون ضریب بار $W_D =$ 40 kN/m شامل وزن تیر و بار زنده یکنواخت بدون ضریب بار $W_L = 30\ kN/m$ در داخل سازه یک استادیوم در شهر شیراز قرار دارد . مقدار حداکثر برش تیر ناشی از زلزله (بدون ضریب بار) به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر می‌باشد؟



۱) 355 kN
۲) 180 kN
۳) 135 kN
۴) 265 kN

با آیین نامه جدید:

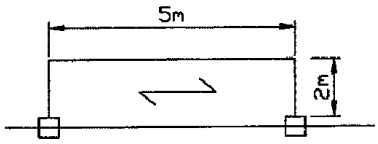
$$q_v = 0.6 \times 0.3 \times 1.2(30 + 40) = 15.12 \frac{kN}{m}$$

$$V_v = \frac{q_v L}{2} = \frac{15.12 \times 20}{2} = 151.2\ kN$$

البته اگر تیر بتنی باشد، برش حداکثر باید در فاصله d از بر تکیه گاه محاسبه شود که طراح به این موضوع توجه نکرده است.

محاسبات-۹۰

۴- نیروی قائم ناشی از زلزله بالکن طره ای در یک ساختمان مسکونی در تهران مطابق شکل زیر، که بار مرده وارد بر آن 500 دکانیوتن بر مترمربع و بارزنده وارد بر آن 300 دکانیوتن برمترمربع می باشد ، برابر است با:



۱) 27.44 کیلونیوتن ۲) 19.6 کیلونیوتن
۳) 39.2 کیلونیوتن ۴) 13.72 کیلونیوتن

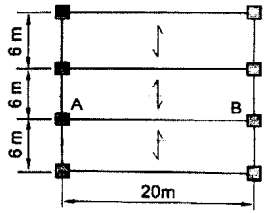
محاسبات ۸۹

۱۳- در یک ساختمان اداری واقع در رشت تیر طره‌ای بطول دو متر به ستون جوش شده و بار ثقلی متمرکز ۲ تن را در انتهای خود تحمل خواهد کرد. اتصال تیر به ستون حدوداً برای چه لنگر خمشی مثبت باید طراحی شود؟(اثر بار ناشی از زلزله درترکیب با بارهای ثقلی بصورت افزایش تنش مجاز منظور می‌شود.)

۱) ۰/۸ تن متر
۲) ۱/۷ تن متر
۳) صفر
۴) ۲/۳ تن متر

محاسبات ۹۴

۴۰- پلان سازه یک ساختمان اداری دوطبقه مطابق شکل زیر است. این ساختمان در یک منطقه لرزه‌خیز با خطر نسبی بسیار زیاد و بر روی خاک نوع II واقع شده است. مقدار کل نیروی قائم ناشی از زلزله وارد بر تیر AB واقع در تراز سقف طبقه همکف بر حسب kN حدوداً چقدر می‌باشد؟ (بار مرده سقف $6\ kN/m^2$ و بار زنده متوسط $3\ kN/m^2$ برآورد شده است.)



۱) 265
۲) 194
۳) 318
۴) 530

بر اساس آیین نامه جدید:

تیرها بلندت از ۱۵ متر می باشند و شامل بند "ب" زلزله قائم می شوند:

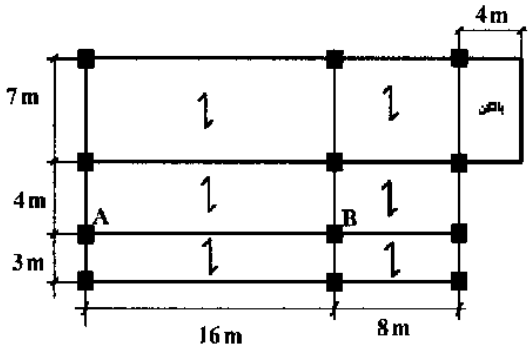
$$W_p = (q_D + q_L)A = (6 + 3)(20 \times 6) = 1080\ kN$$
$$F_v = 0.6AIW_p = 0.6 \times 0.35 \times 1 \times 1080 = 226.8\ kN$$

محاسبات-۹۱

۱۴- پلان تیربزی ساختمان مسکونی با سقف بتون پیش تنیده در شهر گرمسار مطابق شکل زیر می‌باشد، نسبت نیروی قائم ناشی از زلزله در تیر AB به نیروی قائم ناشی از زلزله در بالکن طره‌ای، کدام است؟

بار مرده‌ی طبقه ۶۰۰ دکا نیوتن بر مترمربع

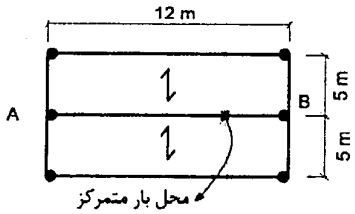
بار زنده‌ی طبقه ۳۰۰ دکا نیوتن بر مترمربع

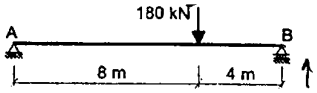


۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۱/۵
۴) ۲

محاسبات ۹۵

۳- در شکل مقابل عکس‌العمل تکیه‌گاه B ناشی از نیروی قائم زلزله حدوداً چند کیلونیوتن باید درنظر گرفته شود؟ تیر AB دو سر مفصل، ساختمان دارای کاربری اداری و در منطقه با خطر نسبی زیاد واقع می‌باشد. بار مرده گسترده یکنواخت کف $5\ kN/m^2$ و بار زنده یکنواخت کف $2\ kN/m^2$ می‌باشند و بار متمرکز مرده بر روی تیر AB در فاصله 4 متری از تکیه‌گاه B قرار دارد.





۱) 60

۲) 38

۳) 27

۴) صفر

گزینه ۴

- تیرهایی که بیش از نیمی از بار وارد بر آنها متمرکز باشد، مشمول حالت پ می شود.

سطح بارگیر تیر برابر $12 \times 5 = 60\ m^2$ می باشد. بنابراین کل بار وارد بر تیر برابر است با:

$$D + L = 180 + 60(5 + 2) = 600\ kN$$

بار متمرکز $\frac{180}{600} = 0.3$ کل بار وارد بر تیر را تشکیل می دهد و بنابراین بر این تیر بار متمرکز "قابل توجهی" وارد نمیشود

نتیجه: بند پ شامل این تیر نمی شود.

با توجه به اینکه سازه در منطقه با خط نسبی زیاد واقع شده است، بند الف نیز شامل آن نمی شود.

بنابراین زلزله قائم آن صفر می شود.

۱۲-ضریب نامعینی

۳-۳-۲ ضریب نامعینی سازه، ρ

۳-۳-۲-۱ ساختمان‌هایی که سیستم مقاوم جانبی آنها در دو جهت عمود برهم دارای نامعینی کافی نیستند، باید برای بارجانبی بیشتری طراحی شوند. در این ساختمان‌ها بار جانبی باید با ضریب ρ برابر با ۱/۲ افزایش داده شود.

۳-۳-۲-۲ ساختمان‌هایی که سیستم مقاوم جانبی آنها دارای خصوصیات زیر هستند، دارای نامعینی کافی بوده و در آنها ضریب ρ برابر با ۱/۰ منظور می‌شود.

الف- در ساختمان‌های منظم در پلان، در طبقاتی که برش در آنها از ۳۵درصد برش پایه تجاوز می‌کند، حداقل دو دهانه سیستم مقاوم جانبی در هر سمت مرکز جرم، در هر دو امتداد عمود برهم، موجود باشد. در سیستم‌های دارای دیوار برشی تعداد دهانه‌ها از تقسیم طول دیوار بر ارتفاع آن در طبقه به‌دست می‌آید.

ب- در سایر ساختمان‌ها، در طبقاتی که میزان برش در آنها از ۳۵ درصد برش پایه تجاوز می‌کند، چنانچه حذف جزئی از سیستم مقاوم جانبی، مطابق جدول (۳-۲)، موجب کاهش مقاومت جانبی طبقه به میزان بیشتر از ۳۳ درصد نشود و در طبقه نامنظمی شدید پیچشی، مطابق تعریف بند (۱-۷-۱) ایجاد نگردد.

جدول ۳-۲ محدویت‌های مربوط به ρ =1.0

نوع سیستم مقاوم جانبی	الزامات
سیستم مهاربندی‌شده	حذف یک مهاربند یا اتصال آن
سیستم با دیوار برشی عادی یا دیوارهای برشی هم‌بسته با نسبت ارتفاع هر پایه به طول بزرگ‌تر از ۱/۰	حذف یک دیوار و یا یک پایه و یا اتصالات جمع‌کننده آنها
سیستم قاب خمشی	حذف مقاومت خمشی اتصالات دو انتهای یک تیر
سیستم کنسولی	حذف مقاومت خمشی در اتصال پایه یکی از ستون‌ها

۳-۳-۲-۳ ساختمان‌ها و یا اجزای زیر مشمول محدودیت‌های مربوط به ضریب نامعینی نمی‌شوند و ρ در آنها باید برابربا ۱/۰ منظور شود:

الف- ساختمان‌های با تعداد طبقات کمتر از ۳ طبقه و یا کوتاه‌تر از ۱۰ متراز تراز پایه

ب- محاسبه تغییر مکان جانبی ساختمان

پ- محاسبه اثر $P-\Delta$

ت- تعیین نیروی جانبی در اجزای غیرسازه‌ای

ث- تعیین نیروی جانبی در سازه‌های غیرساختمانی غیر مشابه ساختمان

ج- تعیین نیروها در دیافراگم‌ها، رابطه (۳-۱۵)

چ- در کلیه اعضایی که مشمول طراحی برای زلزله تشدیدیافته می‌شوند و نیروی زلزله در آنها در ضریب اضافه مقاومت Ω_0 ضرب می‌شود.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات ۹۵

۵۳- در کدامیک از موارد زیر مقدار ضریب نامعینی را نمی‌توان همواره برابر واحد درنظر گرفت؟

۱) طراحی اعضای طره‌ای برای مؤلفه قائم زلزله

۲) طراحی اعضای مهاربندی در کلیه ساختمان‌های دارای مهاربند معمولی در هر دو راستا

۳) کنترل مقاومت محوری ستون‌های فولادی در برابر نیروی محوری ناشی از ترکیبات بار زلزله تشدیدیافته

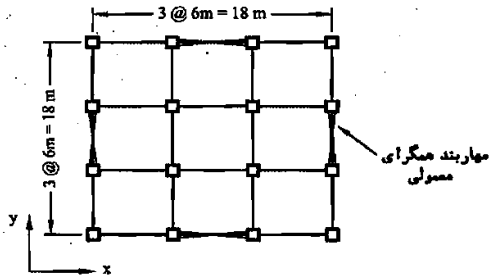
۴) طراحی ستون‌های یک ساختمان دوطبقه با سیستم سازه‌ای از نوع قاب خمشی ویژه در هر دو راستا

گزینه ۲

دقت شود که ضریب نامعینی تنها به زلزله های افقی اعمال می شود و در زلزله قائم لازم نیست ضرب شود.

محاسبات ۹۴

۵۹- مهاربندهای یک ساختمان 4 طبقه مسکونی به ارتفاع 14 متر از تراز پایه به صورت شکل زیر است. محل ساختمان در شهر تهران بوده و بر روی زمین نوع II واقع شده است. مقدار کل نیروی جانبی زلزله وارد بر ساختمان در هریک از دو امتداد x و y برای طراحی مهاربندها به کدامیک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ (وزن مؤثر لرزه‌ای ساختمان 10000 کیلونیوتن می‌باشد و سیستم مقاوم جانبی در هر دو جهت x و y به‌صورت قاب ساختمانی ساده با مهاربندی همگرای معمولی فولادی می‌باشد).



۱) $V_u = 1750\ kN$

۲) $V_u = 2350\ kN$

۳) $V_u = 2500\ kN$

۴) $V_u = 3000\ kN$

گزینه ۳

گام۱- محاسبه دوره تناوب طراحی. دوره تناوب تحلیلی ارائه نشده بنابراین دوره تناوب بر اساس روابط تجربی محاسبه خواهد شد:

$$T_{\text{طراحی}} = T_{\text{تجربی}} = 0.05 \times 14^{0.75} = 0.36$$

گام۲- محاسبه ضرایب B1 و N و B:

$$\left.\begin{matrix} T_s = 0.5 \\ T_0 = 0.1 \\ S = 1.5 \\ S_0 = 1 \end{matrix}\right\} \quad \left.\begin{matrix} B_1 = (S+1) = 2.5 = 2.5 \\ N = 1 \end{matrix}\right\} \quad B = B_1 N = 2.5$$

گام۳- محاسبه Vu:

$$V_u = \frac{ABI}{R_u} W_e = \frac{0.35 \times 2.5 \times 1}{3.5} 10\,000 = 2500\ kN$$

- نکته: ضریب نامعینی سازه فوق ممکن است برابر ۱/۲ حاصل شود. اگر سازه در پلان منظم باشد و ضریب نامعینی بر اساس روش الف محاسبه شود، ضریب برابر ۱/۲ خواهد بود و نیروی زلزله محاسبه شده در ترکیب بارها باید به اندازه ۲۰ درصد افزایش یابد. از طرفی همین سازه اگر با روش ب کنترل شود، ممکن پس از محاسبات دقیق مقدار ضریب نامعینی آن برابر بدست آید. بدین منظور باید یکی از بادبندهای ضربدری (یکی از قطری ها) حذف شده و افت مقاومت سازه بررسی شود. با توجه به اینکه در هر راستا چهار بادبند قطری (معادل دو ضربدری) داریم، افت مقاومت بزرگتر از ۰/۲۵ خواهد بود (که ممکن است از ۰/۳۳ کمتر یا بیشتر شود). همچنین ممکن است سازه دچار پیشچش شدید شود (و یا نشود). کنترل این موارد مستلزم اطلاعات بشتر از جمله هندسه بادبندها، مقاومت فشاری و کششی آنها می باشد).
- طراح سوال به اشتباه ضریب نامعینی را ۱/۲ فرض کرده است و در کلید نهایی سازمان گزینه ۱ انتخاب شده است. که از نظر اینجانب این فرض غیر قابل قبول است.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

۱۳-زلزله سطح بهره برداری

۳-۱۱ کنترل سازه برای بار زلزله سطح بهره‌برداری

۳-۱۱-۱ 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، به‌طوری که، مطابق تعریف بند (۱-۱-۲)، قابلیت بهره‌برداری خود را در زمان وقوع زلزله حفظ نمایند. برای این منظور مشخصات سازه این ساختمان‌ها باید چنان باشد که تحت 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 رفتار ارتجاعی اعضا تجاوز ننماید. برای کنترل این موضوع در طراحی به روش تنش مجاز، تنش‌های ایجاد شده در اعضا نباید از ۱/۷برابر مقادیر تنش مجاز عادی تجاوز نماید. در این حالت نباید افزایش مجدد ۳۳٪ در تنش‌های مجاز صورت گیرد. در طراحی به روش حدی تلاش‌های ایجادشده در اعضا نباید از مقاومت نهایی اسمی اعضا، بدون اعمال ضرایب کاهش مقاومت، تجاوز نماید.

ب- در سازه‌های بتن آرمه تلاش‌های ایجاد شده در اعضاء، بدون اعمال ضرایب کاهش مقاومت، از مقاومت نهایی اسمی آنها تجاوز نکند.

تغییر مکان‌های نسبی ارتجاعی بهره‌برداری طبقات محدودیت بند (۳-۵-۴) را رعایت نماید.

۳-۱۱-۲ در زلزله سطح بهره‌برداری "تغییر مکان جانبی نسبی بهره‌برداری" که از تحلیل خطی سازه تحت اثر نیروی زلزله مذکور به دست می‌آید، نباید از ۰/۰۰۵ ارتفاع آن طبقه بیشتر باشد. این محدودیت را در مواردی که نوع و نحوه به‌کارگیری 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.

۳-۱۱-۳ مشخصات حرکت زمین در زلزله سطح بهره‌برداری باید مشابه زلزله طرح، بند (۳-۳)، 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 (۳-۱۶) محاسبه می‌شود.

$$V_{scr} = \frac{1}{6} ABIW \qquad (۳-۱۶)$$

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

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات ۹۳

۲۳- کدام جمله صحیح است؟

۱) کنترل سازه‌های بلندتر از 50 متر برای زلزله سطح بهره‌برداری لازم است.

۲) کنترل سازه‌ها با هر میزان اهمیت و هر ارتفاع برای زلزله سطح بهره‌برداری لازم است.

۳) ضریب رفتار در زلزله سطح بهره‌برداری برابر نصف ضریب رفتار در زلزله طرح است.

۴) ضریب رفتار در زلزله سطح بهره‌برداری برابر 6 است.

۱۴-دیافراگم

۳-۸ دیافراگم‌ها و جمع‌کننده‌ها

۳-۸-۱ در تحلیل سازه ساختمان اثر صلبیت دیافراگم‌ها باید به طور مناسب در نظر گرفته شود. به طور کلی دیافراگم‌ها به سه دسته نرم، نیمه صلب و صلب تقسیم می‌شوند.

الف- در دیافراگم‌هایی که حداکثر تغییر شکل افقی ایجادشده در آنها تحت اثر نیروی جانبی زلزله، بند (۳-۳-۶)، بیش از دو برابر تغییر مکان نسبی متوسط طبقه باشد، دیافراگم نرم تلقی می‌شود. دیافراگم‌های از نوع چوبی یا ورق‌های فلزی تقویت‌نشده بدون پوشش بتن در سازه‌های دارای سیستم جانبی با دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده ممکن است در این دسته قرار گیرند.

در سازه‌های دارای دیافراگم‌های نرم نیازی به در نظر گرفتن اثر لنگرهای پیچشی در ساختمان بر طبق بندهای (۳-۳-۷-۲) و (۳-۳-۷-۳) نبوده و توزیع نیروی برشی زلزله بین اجزای قائم مقاوم در برابر زلزله بر اساس موقعیت و جرم سهمیه این اجزا انجام می‌شود.

ب- در دیافراگم‌هایی که حداکثر تغییر شکل افقی ایجاد شده در آنها تحت اثر نیروی جانبی زلزله کمتر از نصف تغییرمکان نسبی متوسط طبقه باشد، دیافراگم صلب تلقی می‌شود. دیافراگم‌های از نوع دال بتنی یا ورق‌های فلزی همراه با بتن‌آرمه رویه دارای نسبت دهانه به عرض۳ یا کمتر که دارای هیچ‌یک از نامنظمی‌های مندرج در بند (۱-۷-۱) نباشند، ممکن است در این دسته قرار گیرند.

پ- سایر دیافراگم‌ها نیمه‌صلب محسوب شده و اثر سختی نسبی آنها در توزیع نیروها بین اجزای سازه، باید با مدل کردن دیافراگم‌ها، در نظر گرفته شود .

۳-۸-۲ درسازه‌های دارای دیافراگم‌های صلب و نیمه‌صلب در نظر گرفتن اثر لنگرهای پیچشی در ساختمان بر طبق بندهای (۳-۳-۷-۲) و (۳-۳-۷-۳) الزامی است.

۳-۸-۳ دیافراگم‌های صلب و نیمه‌صلب باید برای تلاش‌های برشی و لنگرهای خمشی ناشی از نیروی مؤثر بر دیافراگم‌ها، مطابق رابطه (۳-۱۵) محاسبه شوند.

$$F_{p_{ui}} = \left(\frac{\sum_{j=i}^{n} F_{uj}}{\sum_{j=i}^{n} W_j}\right) W_i \qquad (۳-۱۵)$$

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 (۳-۳-۱-۱)

F_{uj} و W_j: به ترتیب، نیروهای وارد به طبقه و وزن طبقه مطابق تعاریف بند (۳-۳-۶)

در رابطه فوق، حداقل مقدار F_{pui} برابر با AIW_i ۰/۵ است و حداکثر آن لازم نیست بیشتر از AIW_i در نظر گرفته شود.

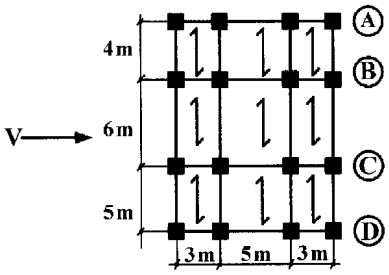
۳-۸-۶ در مواردی که تعبیه اجزای"جمع‌کننده" برای انتقال بار از دیافراگم به اجزای مقاوم در برابر بارهای جانبی ضروری باشد، طراحی آنها و اتصالاتشان باید برای زلزله تشدیدیافته ($\Omega_0 E$) انجام شود.

۳-۸-۷ در کلیه سازه‌های نامنظم در پلان به لحاظ هندسی، دیافراگم و خارج از صفحه بند (۱-۷-۱) و یا نامنظم در ارتفاع به لحاظ قطع سیستم باربر جانبی بند (۱-۷-۲) در پهنه‌های با خطر نسبی متوسط و بالاتر، نیروی طراحی اتصالات دیافراگم به اجزای قائم اجزای جمع‌کننده باید به میزان ۲۵٪ افزایش یابد.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات-۹۱

۷- نسبت سهم قاب D با دیافراگم صلب، به سهم قاب D با دیافراگم انعطاف‌پذیر، از نیروی برشی V کدام است؟



قاب	سختی قاب
A	3K
B	2K
C	2K
D	3K

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۵ ۳) ۱/۸ ۴) ۲/۱

محاسبات ۹۴

۳- در یک ساختمان واقع در تهران، چنانچه تعبیهٔ اجزای "جمع‌کننده" برای انتقال بار از دیافراگم به اجزای مقاوم در برابر بارهای جانبی ضرورت داشته باشد، در طراحی آنها، مقدار نیروی زلزله چقدر باید درنظر گرفته شود؟

۱) $\Omega_0 E$ ۲) $1.25\Omega_0 E$

۳) $1.25E$ ۴) E

گزینه ۱

۳-۸-۶ در مواردی که تعبیه اجزای"جمع‌کننده" برای انتقال بار از دیافراگم به اجزای مقاوم در برابر بارهای جانبی ضروری باشد، طراحی آنها و اتصالاتشان باید برای زلزله تشدیدیافته ($\Omega_0 E$) انجام شود.

۳-۸-۷ در کلیه سازه‌های نامنظم در پلان به لحاظ هندسی، دیافراگم و خارج از صفحه بند (۱-۷-۱) و یا نامنظم در ارتفاع به لحاظ قطع سیستم باربر جانبی بند (۱-۷-۲) در پهنه‌های با خطر نسبی متوسط و بالاتر، نیروی طراحی اتصالات دیافراگم به اجزای قائم اجزای جمع‌کننده باید به میزان ۲۵٪ افزایش یابد.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

۱۵-تغییر مکان جانبی

۳-۵ تغییر مکان جانبی نسبی طبقات

۳-۵-۱ تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه، که اختلاف بین تغییر مکان‌های جانبی واقعی مراکز جرم کف‌های بالا و پایین آن طبقه است، نباید از مقدار مشخصی که در این بند تعیین شده، تجاوز نماید. این تغییر مکان تنها با استفاده از تحلیل غیرخطی سازه قابل محاسبه است، ولی می‌توان آن را با تقریب خوبی از رابطه زیر به‌دست آورد:

$$\Delta_M = c_d . \Delta_{eu} \qquad (۱۱-۳)$$

در این رابطه:

Δ_M = تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی و یا تغییر مکان نسبی واقعی طبقه

C_d= ضریب بزرگنمایی مطابق جدول (۳-۴)

Δ_{eu} = تغییر مکان جانبی نسبی طبقه زیر اثر زلزله طرح، مطابق رابطه (۳-۱)

۳-۵-۲ مقدار Δ_M که با منظور کردن اثر $P-\Delta$ در محاسبه Δ_M به‌دست می‌آید نباید از مقدار مجاز Δ_a زیر تجاوز نماید.

- در ساختمان‌های تا ۵ طبقه $\Delta_a = 0.025h$
- در سایر ساختمان‌ها $\Delta_a = 0.020h$

در این روابط h ارتفاع طبقه است.

۳-۵-۳ در محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه Δ_{eu}، برای رعایت محدودیت‌های فوق، مقدار برش پایه در رابطه (۳-۱) را می‌توان بدون منظور کردن محدودیت مربوط به زمان تناوب اصلی ساختمان T در تبصره بند (۳-۳-۳-۱) تعیین کرد. ولی در ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد محدودیت آن بند در مورد زمان تناوب اصلی باید رعایت شود. در هر حال، رعایت رابطه (۳-۳) از بند (۳-۳-۱-۱) در خصوص حداقل برش پایه در محاسبات تغییرمکان نسبی ضروری است.

۳-۵-۴ در ساختمان‌های نامنظم پیچشی و یا نامنظم شدید پیچشی، برای محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه Δ_{eu}، به جای تفاوت بین تغییر مکان‌های جانبی مراکز جرم کف‌ها، باید تفاوت بین تغییر مکان‌های جانبی کف‌های بالا و پایین آن طبقه در امتداد محورهای کناری ساختمان مد نظر قرار گیرد.

۳-۵-۵ در سازه‌های بتن‌آرمه در تعیین تغییر مکان جانبی نسبی طرح، ممان اینرسی مقطع ترک خورده قطعات را می‌توان، مطابق توصیه آیین‌نامه بتن ایران «آبا» برای تیرها ۰/۳۵ Ig، برای ستون‌ها ۰/۷ Ig، و برای دیوارها ۰/۳۵ Ig یا ۰/۷ Ig نسبت به میزان ترک‌خوردگی آنها، منظور کرد. برای زلزله بهره‌برداری مقادیر این ممان اینرسی‌ها را می‌توان تا ۱/۵ برابر افزایش داد و از اثر P -Δ نیزصرف‌نظر کرد.

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات ۹۲

۱۴- یک ساختمان سه‌طبقه با سیستم سازه‌ای از نوع قاب خمشی متوسط و زمان تناوب اصلی 0.6 ثانیه و با ارتفاع طبقات به ترتیب از پایین به بالا برابر 4 متر، 3.5 متر و 3 متر مفروض می‌باشد.در صورتی‌که براساس تحلیل استاتیکی معادل و با درنظر گرفتن اثرات $P-\Delta$، تغییرمکان جانبی ناشی از زلزله طرح نسبت به تراز پایه در طبقات اول تا سوم به ترتیب برابر 20 میلی‌متر، 42.5 میلی‌متر و 60 میلی‌متر باشد، تغییرمکان جانبی نسبی واقعی در کدام طبقه یا طبقات از مقدار مجاز بیشتر است؟

۱) طبقه 1 و 2 **۲) طبقه 1** **۳) طبقه 2 و 3** **۴) طبقه 3**

گزینه ۳

با فرض اینکه سازه بتنی باشد و بر اساس آیین نامه جدید:

$$C_d\Delta_a = 4.5 \times \frac{2}{400} = 0.0225 < 0.025$$

$$C_d\Delta_a = 4.5 \times \frac{4.25-2}{350} = 0.0289 \not< 0.025$$

$$C_d\Delta_a = 4.5 \times \frac{6-4.25}{300} = 0.02625 \not< 0.025$$

محاسبات-۹۱

۱۰- ساختمانی هفت طبقه دارای سیستم قاب خمشی فولادی متوسط به ارتفاع ۲۱m، با استفاده از نرم‌افزار تحلیل خطی شده است در صورتی که خروجی‌های نرم‌افزار تغییر مکان مرکز جرم دو طبقه‌ی متوالی را به ترتیب ۷/۷۷cm و ۶/۲۴cm نشان دهد، گزینه‌ی صحیح کدام است؟ (ارتفاع طبقات یکسان است.)

۱) تغییر مکان جانبی نسبی طرح طبقه از مقدار مجاز کم‌تر است.

۲) تغییر مکان جانبی نسبی طرح طبقه با مقدار مجاز برابر است.

۳) تغییر مکان جانبی نسبی طرح طبقه از مقدار مجاز بیش‌تر است.

۴) تغییر مکان جانبی نسبی طرح طبقه با اطلاعات فوق امکان‌پذیر نیست.

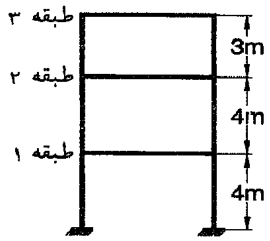
گزینه ۳

بر اساس آیین نامه جدید:

$$C_d\Delta_a = 4 \times \frac{7.77-6.24}{300} = 0.0204 \not< 0.02$$

محاسبات ۸۹

۱۱- یک قاب ساختمانی فولادی با سیستم سازه‌ای از نوع قاب خمشی متوسط با زمان تناوب 0.4 ثانیه مطابق شکل با ارتفاع طبقات داده شده مفروض است. با در نظر گرفتن اثر P-Δ درصورتی که تغییر مکان جانبی ناشی از زلزله طرح طبقه اول 1.5 سانتیمتر و طبقه دوم 3.75 سانتی‌متر و طبقه سوم 5 سانتیمتر نسبت به تراز پایه باشد، تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح در کدام طبقه و یا طبقات از مقدار مجاز بیشتر می باشد.



۱) طبقه 2 و 3

۲) طبقه 1 و 2

۳) طبقه 3

۴) طبقه 2

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۹۵

۵۹- در یک ساختمان مسکونی منظم با سیستم قاب خمشی بتنی ویژه به ارتفاع 24 متر از تراز پایه، مقادیر زمان تناوب اصلی سازه براساس دو نوع تحلیل با سختی‌های کاهش یافته اعضاء به شرح جدول زیر به‌دست آمده است. حداکثر زمان تناوب برای محاسبه تغییرمکان جانبی نسبی طرح در تحلیل استاتیکی معادل به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (اثر جداگرهای میان‌قابی ناچیز فرض شود)

تحلیل	سختی تیر	سختی ستون	زمان تناوب (ثانیه)
1	$0.35\ I_g$	$0.7\ I_g$	1.612
2	$0.5\ I_g$	I_g	1.425

۱) $T \simeq 1.612\ sec$

۲) $T = 1.425\ sec$

۳) $T = 1.092\ sec$

۴) $T = 0.837\ sec$

گزینه ۲.

ابتدا دوره تناوب سازه از سازه **A** استخراج میشود
سپس زلزله دریفت محاسبه شده و به سازه **B** اعمال می شود تغییر مکانها باید از سازه **B** استخراج شود

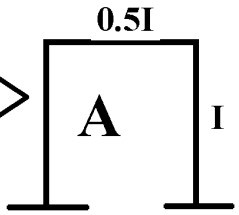
۳-۵-۳ در محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه Δ_{xx}، برای رعایت محدودیت‌های فوق، مقدار برش پایه در رابطه (۳-۱) را می‌توان بدون منظور کردن محدودیت مربوط به زمان تناوب اصلی ساختمان T در تبصره بند (۳-۳-۳-۱) تعیین کرد. ولی در ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد محدودیت آن بند در مورد زمان تناوب اصلی باید رعایت شود. در هر حال، رعایت رابطه (۳-۳) از بند (۳-۳-۱-۱) در خصوص حداقل برش پایه در محاسبات تغییرمکان نسبی ضروری است.

۳-۳-۳-۳ سختی قطعات بتن‌آرمه

در محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان‌های بتن‌آرمه اثر ترک‌خوردگی اعضاء در سختی خمشی آنها باید در نظر گرفته شود. بدین منظور می‌توان سختی مؤثر اعضا را برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

- در تیرها $I_e = 0.5 I_g$
- درستون‌ها و دیوارها $I_e = I_g$

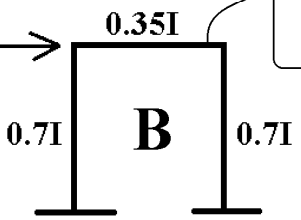
در این روابط I_g ممان اینرسی مقطع کل عضو بدون در نظر گرفتن فولاد است. توجه شود مقادیر فوق تنها در محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان کاربرد دارد.



تابع دوره تناوب **T**

$$E\text{-}drift = \frac{ABI}{R} W$$

۳-۵-۵ در سازه‌های بتن‌آرمه در تعیین تغییر مکان جانبی نسبی طرح، ممان اینرسی مقطع ترک خورده قطعات را می‌توان، مطابق توصیه آیین‌نامه بتن ایران «آبا» برای تیرها ۰/۳۵ Ig، برای ستون‌ها ۰/۷ Ig و برای دیوارها ۰/۳۵ Ig یا ۰/۷ Ig نسبت به میزان ترک‌خوردگی آنها، منظور کرد. برای زلزله بهره‌برداری مقادیر این ممان اینرسی‌ها را می‌توان تا ۱/۵ برابر افزایش داد و از اثر Δ-P نیزصرف‌نظر کرد.



$$T_{\text{زلزله طرح}} = Min(1.25 \times 0.873, 1.425) = 1.092\ sec$$

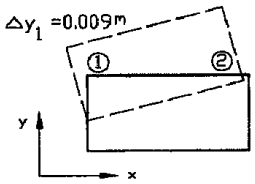
$$\left.\begin{array}{l} T_{\text{قاب خمشی بتنی تجربی}} = 0.05H^{0.9} = 0.873\ sec \\ T_{\text{قاب خمشی بتنی تحلیلی}} = 1.425 \end{array}\right\}$$

$$\boldsymbol{T_{\text{زلزله دریفت}} = 1.425 = 1.425\ sec}$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات-۹۰

۵- در صورتی که تغییر مکان دال صلب سقف یک سازه یک طبقه با ارتفاع 3 متر و سیستم باربر قاب فولادی متوسط و با پریود طبیعی 0.5 ثانیه به صورت شکل زیر باشد در مورد محاسبه تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح، کدامیک از موارد زیر صحیح می باشد: (θ_1 <0.1)



۱) تغییر مکان سازه در حد مجاز می باشد و $\bar{\Delta}_M = 0.0686\,m$

۲) تغییر مکان سازه بیش از حد مجاز می باشد و $\bar{\Delta}_M = 0.0931\,m$

۳) تغییر مکان سازه در حد مجاز می باشد و $\bar{\Delta}_M = 0.0441\,m$

۴) تغییر مکان سازه بیش از حد مجاز می باشد و $\bar{\Delta}_M = 0.0355\,m$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۳-۶ اثر Δ- P

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 Δ- P معروف است. این اثر در مواردی که شاخص پایداری θ_i، در رابطه (۳-۱۱)، 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.

$$\theta_i = \left[\frac{P_u \Delta_{cu}}{V_u h}\right]_i \qquad (۳-۱۲)$$

در این رابطه:

P_{ui}= مجموع بارهای مرده و زنده موجود در طبقه i تا n، طبقه آخر، در حد مقاومت

Δ_{cui}= تغییر مکان جانبی نسبی اولیه در طبقه i حاصل از تحلیل خطی

V_{ui}= مجموع نیروی برشی وارد در طبقه i

h_i= ارتفاع طبقه i

شاخص پایداری θ_i در سازه‌ها نباید از θ_{max} در رابطه (۳-۱۲) بیشتر باشد. در این موارد احتمال ناپایداری سازه موجود است و باید در طراحی آن تجدید نظر شود.

$$\theta_{max} = \frac{0.65}{C_d} \leq 0.25 \qquad (۳-۱۳)$$

برای منظور کردن اثر Δ- P در طراحی سازه‌ها یا می‌توان این اثر را همراه با سایر عوامل در تحلیل سازه‌ها منظور کرد و نیروهای داخلی اعضاء را به‌دست آورد و یا می‌توان از روش‌های تقریبی عنوان‌شده در آیین‌نامه‌های طراحی استفاده نمود. همچنین می‌توان روش تقریبی ارائه شده در پیوست (۳) را مورد استفاده قرار داد. در کلیه موارد، تغییر مکان‌های جانبی طبقات که در محاسبات نیروهای داخلی به‌کار برده می‌شوند باید تغییر مکان‌های جانبی نسبی افزایش یافته طبقات، $\overline{\Delta}_{ci}$ باشند.

تغییر مکان افزایش یافته جانبی نسبی طبقه با منظور کردن اثر Δ- P ، را می‌توان از رابطه (۳-۱۴) محاسبه کرد:

$$\overline{\Delta}_{cui} = \frac{\Delta_{cui}}{1-\theta_i} \qquad (۳-۱۴)$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات ۹۳

۲۰- در تحلیل کامپیوتری یک سازه برای زلزله، تغییر مکان جانبی نسبی اولیه یکی از طبقات (بدون لحاظ اثر Δ - P) برابر 50 میلی‌متر و در تحلیل دیگری با لحاظ اثر Δ - P مقدار تغییرمکان افزایش یافته جانبی نسبی همان طبقه 70 میلی‌متر حاصل شده است. برای این ساختمان خاص از نظر پایداری چه می‌توان گفت؟

۱) احتمال ناپایداری سازه موجود است و باید در طراحی تجدیدنظر شود.
۲) اعلام نظر برای پایداری این سازه نیازمند دانستن ضریب رفتار آن می‌باشد.
۳) برای بررسی پایداری لازم است برش طبقه و بار کل مرده و زنده از آن طبقه تا طبقه آخر محاسبه شود.
۴) دانستن ارتفاع طبقه و زمان تناوب اصلی سازه برای بررسی پایداری لازم می‌باشند.

گزینه ۱

$$70 = \frac{50}{1-\theta_i} \rightarrow \theta_i = 0.286 > 0.25$$

شاخص پایداری بیش از 0.25 بوده و سازه ناپایدار است.

محاسبات ۹۴

۴۱- جابجایی جانبی نسبی واقعی طرح طبقه‌ای از یک ساختمان بدون لحاظ اثر P-Δ برابر 40 میلی متر و در تحلیل با لحاظ اثر P-Δ برابر 50 میلی‌متر بدست آمده است. شاخص پایداری برای آن طبقه حدوداً چقدر می‌باشد؟

۱) 0.05 ۲) 0.1 ۳) 0.25 ۴) 0.2

گزینه ۴

$$50 = \frac{40}{1-\theta_i} \rightarrow \theta_i = 0.2$$

محاسبات ۸۹

۹- برای یک طبقه از یک سازه فولادی تغییر مکان نسبی محاسبه شده برای بار زلزله به کمک نرم افزار کامپیوتری برای گزینه بدون لحاظ اثر P- Δ ، برابر 25 میلی متر و برای گزینه با لحاظ اثر P- Δ ، برابر 30 میلیمتر بدست آمده است، شاخص پایداری طبقه مزبور چقدر می باشد؟

۱) 0.25 ۲) 0.20
۳) 0.17 ۴) 0.12

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۱۷-درز انقطاع

۱-۴ ملاحظات معماری

۱-۴-۱ برای حذف و یا کاهش خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر، ساختمان‌ها باید با پیش‌بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله‌ای حداقل از مرز مشترک با زمین‌های مجاور ساخته شوند. برای تأمین این منظور، در ساختمان‌های با هشت طبقه وکمتر، فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد. در ساختمان‌های با بیشتر از هشت طبقه و یا ساختمان‌های با اهمیت "خیلی زیاد" و "زیاد" با هر تعداد طبقه، عرض درز انقطاع باید با استفاده از ضابطه بند (۳-۵-۶) تعیین شود.

فاصله درز انقطاع را می‌توان با مصالح کم‌مقاومت، که در هنگام وقوع زلزله بر اثر برخورد دو ساختمان به آسانی خرد می‌شوند، به نحو مناسبی پر نمود به‌طوری که پس از زلزله به سادگی قابل جایگزین کردن و بهسازی باشد.

۳-۵-۶ در ساختمان‌های با اهمیت "خیلی زیاد" و "زیاد" با هر تعداد طبقه و یا در ساختمان‌های بیشتر از هشت طبقه، عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان مجاور باید با استفاده از تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در طبقه (با درنظر گرفتن اثر $P-\Delta$) تعیین شود. برای این منظور پس از محاسبه این تغییر مکان برای هر دو ساختمان می‌توان از جذر مجموع مربعات دو عدد برای تعیین درز انقطاع استفاده نمود. در صورتی که مشخصات ساختمان مجاور در دسترس نباشد، حداقل فاصله هر طبقه ساختمان از زمین مجاور باید برابر ۷۰٪ مقدار تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در آن طبقه ساختمان درنظر گرفته شود.

$$\text{فاصله از زمین مجاور} \left\{ \begin{array}{l} \text{سازه با اهمیت متوسط کمتر از 9 طبقه} \end{array} \right. = \frac{h}{200}$$

$$\text{فاصله از زمین مجاور} = 0.7 \times C_d \times \Delta_{\text{زلزله طرح}} \left\{ \begin{array}{l} \text{سازه با اهمیت متوسط بیش از 8 طبقه} \\ \text{سازه با اهمیت زیاد و خیلی زیاد} \end{array} \right.$$

محاسبات ۹۵

۵۷- در دو ساختمان منظم ده طبقه از روی تراز پایه و از نوع قاب خمشی فولادی ویژه و با مشخصات کاملاً یکسان، تغییرمکان جانبی نسبی هر طبقه در هریک از ساختمان‌ها تحت اثر زلزله طرح و با درنظر گرفتن اثر P-Δ، برابر 14 میلی‌متر براساس روش استاتیکی معادل محاسبه شده است. چنانچه ارتفاع طبقات هر دو ساختمان برابر 4 متر فرض شود، آنگاه حداقل درز انقطاع بین این دو ساختمان در تراز طبقه بام به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (این دو ساختمان مربوط به یک ملک است).

۱) 1.50 متر ۲) 1.10 متر ۳) 0.85 متر ۴) 0.40 متر

گزینه ۲

اگر در هر طبقه 14mm تغییرمکان نسبی داشته باشیم، مقدار جابجایی در بام برابر $14 \times 10 = 140\ mm$ خواهد بود.

$$\left. \begin{array}{l} \Delta_I = C_d \times \Delta_{\text{زلزله طرح}} = 5.5 \times 140 = 770\ mm \\ \Delta_{II} = C_d \times \Delta_{\text{زلزله طرح}} = 5.5 \times 140 = 770\ mm \end{array} \right\} \Delta_{\text{درز}} = \sqrt{\Delta_I^2 + \Delta_{II}^2} = 770\sqrt{2} = 770 \times 1.4 = 1078\ mm$$

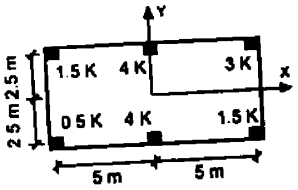
انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

۱۸-مرکز سختی و مرکز جرم

محاسبات ۹۳-آبان

۱۰-پلان ستون‌گذاری یک ساختمان یک طبقه، در شکل نشان داده شده است. فرض می‌شود سقف به عنوان دیافراگم، صلب بوده و همچنین سختی خمشی آن در مقایسه با سختی خمشی ستون‌ها بسیار زیاد باشد. با این فرض، سختی جانبی ستونها (که درهر دو راستای اصلی یکسان فرض می‌شود) مطابق با آنچه در شکل نشان داده شده، می‌باشد. اگر مرکز جرم سقف منطبق بر مرکز محور مختصات باشد، مقدار خروج از مرکزیت مرکز سختی از مرکز جرم در دو راستای x و y به ترتیب به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیکتر است؟

۱) 0.43 m , 0.86 m
۲) 0.21 m , 0.43 m
۳) 2.93 m , 5.86 m
۴) 2.5 m , 5.0 m



گزینه ۱

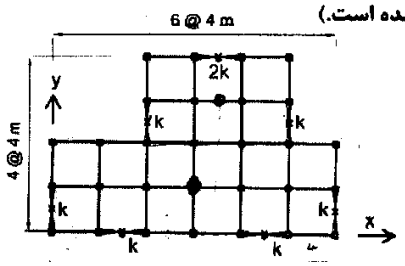
$$X_k = \frac{(1.5K \times -5) + (0.5K \times -5) + (4K \times 0) + (4K \times 0) + (3K \times 5) + (1.5K \times 5)}{1.5K + 0.5K + 4K + 4K + 3K + 1.5K} = 0.862\ m$$

$$Y_k = \frac{(1.5K \times 2.5) + (0.5K \times -2.5) + (4K \times 2.5) + (4K \times -2.5) + (3K \times 2.5) + (1.5K \times -2.5)}{1.5K + 0.5K + 4K + 4K + 3K + 1.5K} = 0.43\ m$$

محاسبات ۹۴

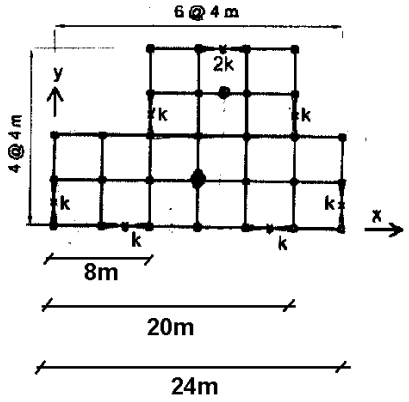
۴۲- در ساختمانی با سیستم قاب ساختمانی ساده با مهاربندهای هم‌محور فولادی پلان تیپ طبقات مطابق شکل زیر است. فاصله مرکز جرم و مرکز سختی در امتداد محور X برحسب متر در هر طبقه حدوداً چقدر می‌باشد؟(توزیع جرم در هر طبقه یکنواخت و سقف طبقات صلب فرض شوند. محل و سختی جانبی مهاربندها در روی پلان مشخص شده است.)

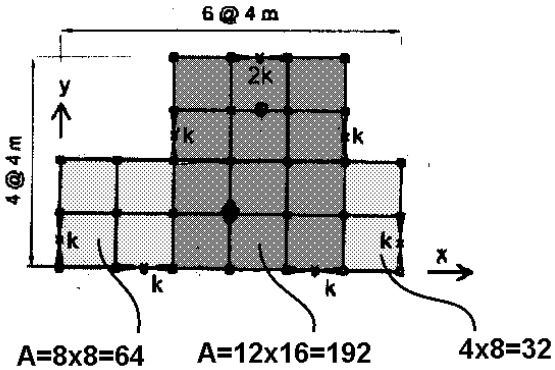
۱) 1.67
۲) 1.33
۳) 0.66
۴) 0.33



گزینه ۴. مختصات x مرکز سختی بر اساس موقعیت بادبندها برابر است با:

$$X_k = \frac{k \times 0 + k \times 8 + k \times 20 + k \times 24}{4K} = 13\ m$$





مرکز جرم (با توجه به یکنواخت بودن توزیع جرم) برابر با مرکز سطوح کف ها می باشد:

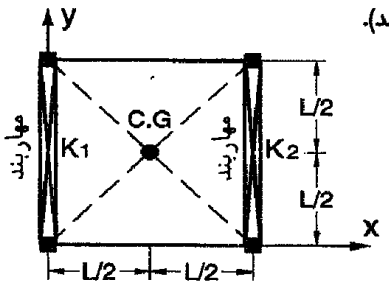
$$X_M = \frac{(8 \times 8) \times 4 + (12 \times 16) \times 14 + (4 \times 8) \times 22}{(8 \times 8) + (12 \times 16) + (4 \times 8)} = 12.666\ m$$

$$X_k - X_M = 0.333\ m$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب"با ذکر منبع " بلامانع است @hoseinzadehasl & Telegram:@nezam_hoseinzadehasl

محاسبات ۸۹

۱۲- یک ساختمان سه طبقه با ارتفاع و وزن طبقات یکسان و زمان تناوب کمتر از 0.6 ثانیه با نیروی برشی پایه V مفروض است. لنگر پیچشی موثر به طبقه اول (پایین ترین طبقه) ناشی از نیروی زلزله در جهت y به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ (K_1 , K_2 سختی جانبی مهاربندها می‌باشد).



طبقه اول $K_1 = K$, $K_2 = 1.5\,K$

طبقه دوم $K_1 = K_2 = K$

طبقه سوم $K_1 = K_2 = K$

۱) 0.10 VL ۲) 0.15 VL

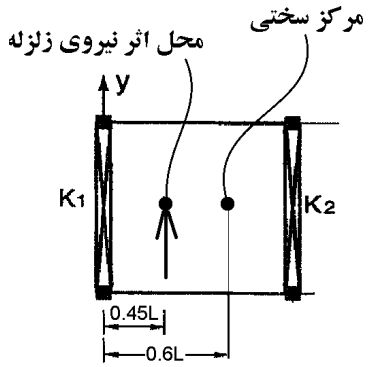
۳) 0 ۴) 0.067 VL

مختصات مرکز سختی در طبقه اول:

$$X_R = \frac{K_1 \times 0 + K_2 \times L}{K_1 + K_2} = \frac{1.5\,KL}{2.5K} = 0.6L$$

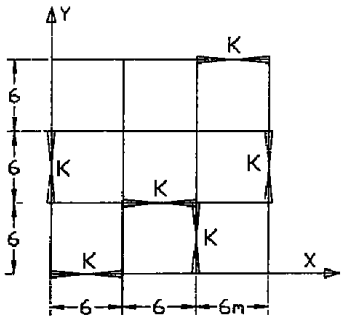
محل اعمال نیروی زلزله (با احتساب ۵ درصد خروج از مرکزیت) برابر $0.5L - 0.05L = 0.45L$ می باشد. بنابراین پیچش وارد بر طبقه اول برابر است با:

$$T = V \times (0.6L - 0.45L) = 0.15VL$$



محاسبات ۸۹

۱۲- یک ساختمان چهار طبقه با پلان مشابه در طبقات و سختی نسبی مهاربندهای هر دهانه برابر با k مفروض است. موقعیت مرکز سختی طبقات برابر است با:



۱) متر ۹ = y_R و متر ۹ = x_R

۲) متر ۸ = y_R و متر ۱۰ = x_R

۳) متر ۱۰ = y_R و متر ۸ = x_R

۴) متر ۹ = y_R و متر ۸ = x_R

گزینه ۲

$$X_R = \frac{K \times 0 + K \times 2L + K \times 3L}{3K} = \frac{5}{3}L = 10m$$

$$Y_R = \frac{K \times 0 + K \times L + K \times 3L}{3K} = \frac{4}{3}L = 8m$$

انتشار مطالب و تصاویر کتاب "با ذکر منبع " بلامانع است Telegram:@nezam_hoseinzadehasl & @hoseinzadehasl

محاسبات ۸۹

۱۳- پلان یک ساختمان یک طبقه با ارتفاع 4 متر با سیستم قاب ساده فولادی با مهار بندی ضربدری در شکل نشان داده شده است. نیروی برشی پایه زلزله در هر دو جهت x و y مساوی 300 kN است. حداکثر نیروی زلزله طراحی ستون C-4 بر حسب کیلو نیوتن چقدر است؟ (سختی کششی و فشاری مهاربند ضربدری مساوی فرض می شود).

۱) 118

۲) 78

۳) 130

۴) 90