www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

نسخه انتشار: تابستان ۱۴۰۴ **Version: 2.0**

✍ این جزوه برای استفاده در کلاس‌های مربوط به استاندارد ۲۸۰۰ و مباحث مرتبط تهیه شده است و استفاده تنها از آن، ممکن است چندان گویا نباشد. همچنین متن حاضر براساس پیش نویس ۲۸۰۰ تهیه شده است.

✍ این جزوه به مرور تکمیل خواهد شد.

✍ در این نوشتار، عموما بر کاربرد نرم‌افزار برای اعمال ضوابط ۲۸۰۰ تمرکز شده است.

✍ سعی شده در این جزوه مباحث مهم در ارتباط با تغییرات عمده استاندارد ۲۸۰۰ بحث شود. در صورت وجود خطا در این نوشتار، لطفاً با اطلاع رسانی، بنده را در بهبود کیفیت آموزشی آن همراهی نمایید.

انتشار غیرتجاری این جزوه با ذکر منبع بلامانع است.

برای دریافت آخرین نسخه از این جزوه و سایر آموزش‌ها می‌توانید عضو کانال تلگرامی @AlirezaeiChannel شوید.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

ASCE 7-22 Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings

Standard No 2800 V5

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

مقدمه

در نهایت بعد از چند سال، پیش‌نویس ویرایش جدید ۲۸۰۰ در اسفند ۱۴۰۳ ابلاغ شد. ویرایش پنجم دارای تغییرات عمده‌ای نسبت به ویرایش قبلی است. آیین‌نامه ۲۸۰۰ استاندارد ملی طراحی ساختمان ها در برابر زلزله در ایران است که اولین ویرایش آن در سال ۱۳۶۷ منتشر شد.

یکی از دغدغه‌های مهم طراحان در این حوزه، استفاده از نرم‌افزارهای طراحی متعارف برای اعمال ضوابط حاکم بر آیین‌نامه است.

هدف از ویرایش پنجم استاندارد ۲۸۰۰، به‌روز کردن ضوابط و مقررات براساس آخرین ویرایش آیین‌نامه‌های معتبر دنیا، آسان‌سازی استفاده و رفع برخی ابهامات و کمبودهای ویرایش قبلی بوده است.

UBC 1927 (95 years ago)

BONDING AND TYING

All building shall be firmly bonded and tied together as to their parts and each one as a whole in such manner that the structure will act as a unit.

UPGRADE

ASCE 7-16

12.12.3 Structural Separation. All portions of the structure shall be designed and constructed to act as an integral unit in resisting seismic forces unless separated structurally by a distance sufficient to avoid damaging contact as set forth in this section. Separations shall allow for the maximum inelastic response displacement (δ_M).

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

تفاوت‌های عمده نسخه‌ی پیش‌نویس با نسخه‌های قبلی

۱- به‌روزرسانی طیف طرح زلزله
۲- تقسیم‌بندی جدید خاک و اثرات ساختگاه
۳- مفهوم سطح عملکرد و طراحی بر مبنای عملکرد
۴- بازنگری در ضریب رفتار
۵- ضوابط جدید در خصوص دیافراگم‌ها و انتقال نیرو
۶- کنترل نامنظمی‌ها
۷- بازنگری در تحلیل دینامیکی
۸- نیروی زلزله قائم
۹- ضوابط جدید برای سازه‌های خاص
۱۰- تأکید بر تعامل سازه و پی و خاک

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

مدل‌سازی با نرم‌افزارهای طراحی:

بایستی در مدل‌سازی دقت زیاد داشته باشیم. نتایج حاصل از تحلیل به دقت تفسیر شوند. بارگذاری سازه و نتایج حاصل از تحلیل سازه به دقت با محاسبات دستی انطباق داده شوند و به هر آنچه نرم‌افزارها به شما می‌دهند، اعتماد نکنید.

به طور کلی، مستنداتی که توسط ETABS تولید می‌شوند باید همان استانداردهایی را داشته باشند که برای محاسبات دستی انتظار می‌رود. یعنی باید به‌خوبی توضیح داده شده باشند و نتایج آن‌ها باید قابل بازتولید (تکرارپذیر) باشند.

Computer-generated calculations. In general, documentation generated by computer should meet the same standards as hand-calculations. That is, they should be well annotated and results should be reproducible. The keys to good design documentation with computer-generated calculations are a clear graphical description of the computer model and tabular summaries of key results.

SEAOC Seismology Committee (2019). "Earthquake Design Documentation,"

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

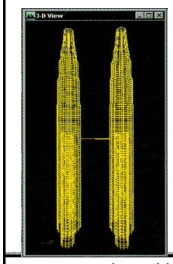
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

نقش نرم‌افزارهای طراحی در انطباق با این ضوابط

در طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله، نرم‌افزارهای تحلیلی و طراحی نقش حیاتی ایفا می‌کنند. این ابزارها امکان مدل‌سازی دقیق، تحلیل بارگذاری لرزه‌ای، کنترل تغییرشکل‌ها، ارزیابی نامنظمی‌ها، و بررسی عملکرد اعضای سازه را فراهم می‌آورند. با انتشار پیش‌نویس ویرایش پنجم استاندارد ۲۸۰۰، بسیاری از مفاهیم از جمله طیف طرح، ضریب رفتار، اثرات قائم زلزله، و تحلیل دینامیکی به‌روزرسانی شده‌اند.

نرم‌افزارهای متعارف مانند ETABS، SAP2000، و SAFE باید قابلیت پیاده‌سازی این ضوابط را داشته باشند تا طراحی‌ها منطبق با آیین‌نامه جدید باشند. با این حال، برخی از تغییرات نیاز به تنظیمات دستی، تعریف طیف سفارشی، یا استفاده از ماژول‌های خاص دارند.

بنابراین، انطباق کامل بین نرم‌افزار و ضوابط، نیازمند آشنایی دقیق طراح با آیین‌نامه و توانمندی‌های نرم‌افزار است. همچنین توسعه پلاگین‌ها، ماکروها یا افزونه‌های بومی می‌تواند در این راستا مفید باشد.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

معرفی نرم‌افزارهای رایج (SAP2000، ETABS، SAFE، STAAD.Pro)

- **ETABS**
  - توسعه‌یافته توسط CSI (Computers & Structures Inc)
  - ویژه طراحی ساختمان‌های چندطبقه با سیستم‌های قاب خمشی و دیوار برشی
  - توانمند در تحلیل استاتیکی و دینامیکی، کنترل نامنظمی‌ها، تعریف طیف طرح ویژه ساختگاه
  - قابلیت انطباق بالا با ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ (با تنظیمات دقیق)

- **SAP2000**
  - مناسب برای تحلیل انواع سیستم‌های سازه‌ای (پل، سوله، مخزن، برج و...)
  - پشتیبانی از انواع تحلیل‌های غیرخطی، دینامیکی، و طیف پاسخ
  - کارآمد در مدلسازی سازه‌های خاص با جزئیات بالا
  - ابزار مکمل برای پروژه‌های ساختمانی پیچیده

نکته: هیچ‌کدام از نرم‌افزارها به‌صورت پیش‌فرض از تمامی بندهای پیش‌نویس ۲۸۰۰ پشتیبانی کامل ندارند، اما از طریق تنظیمات پیشرفته، تعریف دستی طیف‌ها، و ماکروها می‌توان به انطباق دست یافت.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

SAFE

تمرکز بر طراحی دال‌ها و فونداسیون‌های سطحی
تحلیل تنش، ترک‌خوردگی و خزش در دال‌ها
امکان استخراج نتایج برای طراحی آرماتور بر اساس ضوابط آیین‌نامه‌ای
قابل استفاده در هماهنگی با ETABS

STAAD.Pro

محصول شرکت Bentley، پرکاربرد در پروژه‌های بین‌المللی
دارای کتابخانه‌ی آیین‌نامه‌های متنوع (اروپا، آمریکا، هند و...)
مناسب برای تحلیل سازه‌های فولادی و بتنی پیچیده
پشتیبانی ضعیف‌تر نسبت به ETABS در انطباق با آیین‌نامه‌های بومی مانند ۲۸۰۰

صفحه ۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

نکات کلیدی:

ETABS پرکاربردترین ابزار در طراحی سازه‌های بتنی و فولادی متعارف در ایران است.
SAP2000 مکملی قدرتمند برای پروژه‌های خاص و تحلیل‌های پیچیده‌تر است.
استفاده از این ابزارها نیازمند تسلط بر هر دو بخش نرم‌افزار و آیین‌نامه می‌باشد.

«در نهایت مسئولیت صحت عملکرد نرم‌افزار با مهندس مسئول است»

It is always the responsibility of the engineer of record to confirm that the software works as intended.

SEAOC Seismology Committee (2019). "Earthquake Design Documentation,"

صفحه ۱۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

آیا برنامه ETABS و روش جدید ارائه طیف طراحی ۲۸۰۰ منطبق است؟

طبق پیش‌نویس ۲۸۰۰:

حرکت زمین که در تحلیل سازه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید حداقل دارای شرایط «زلزله طرح» مطابق تعریف فصل اول باشد. آثار حرکت زمین به یکی از صورت‌های «طیف بازتاب شتاب» و یا «تاریخچه زمانی شتاب» مشخص می‌شود. برای «طیف بازتاب شتاب» می‌توان از «طیف طرح استاندارد» و یا از «طیف طرح ویژه ساختگاه» مطابق ضوابط بندهای ۲-۵ و ۲-۸ استفاده نمود و برای «تاریخچه زمانی شتاب» باید ضوابط بند ۲-۹ رعایت شود.

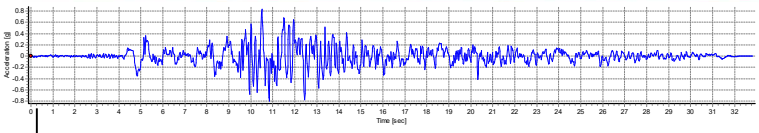
برای تعیین اثر حرکت زمین برای زلزله طرح مطابق هر یک از روش‌های فوق، شتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر با میرایی ٪۵ بر روی سنگ بستر در زمان‌های تناوب کوتاه (S_s) و یک ثانیه (S_1) شکل طیف پاسخ طرح استاندارد (S_a) مطابق ضوابط بندهای ۲-۲ تا ۲-۵ و شکل طیف طرح ویژه ساختگاه مطابق ضوابط بند ۲-۸ تعیین می‌شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

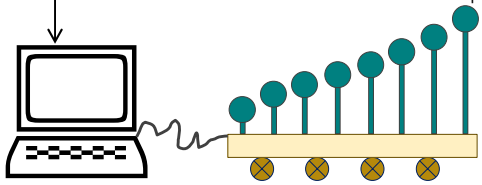
طیف پاسخ:

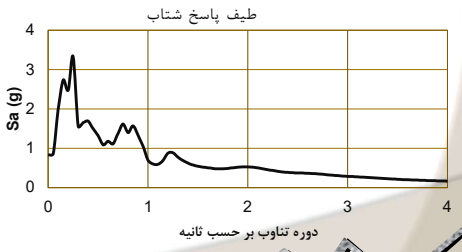
۱- انتخاب یک شتابنگاشت:



۲- اعمال شتابنگاشت به سیستم‌های یک‌درجه آزاد با دوره تناوب‌های مختلف و میرایی ثابت بر روی میز لرزان

۳- ترسیم یک پاسخ انتخابی در برابر دوره تناوب سیستم‌های یکدرجه آزاد



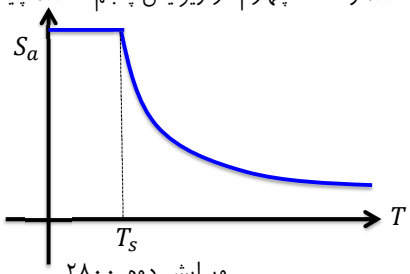


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

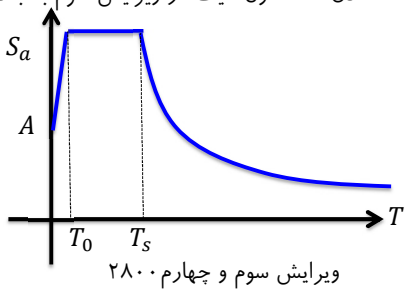
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

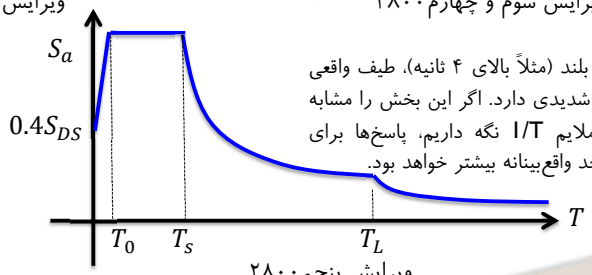
دلیل اضافه شدن شاخه اول طیف در ویرایش سوم به بعد ۲۸۰۰ و شاخه چهارم در ویرایش پنجم ۲۸۰۰ چیست؟



ویرایش دوم ۲۸۰۰



ویرایش سوم و چهارم ۲۸۰۰



ویرایش پنجم ۲۸۰۰

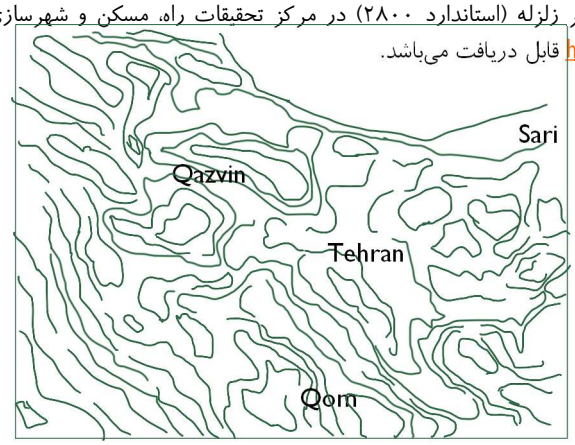
در تناوب‌های خیلی بلند (مثلاً بالای ۴ ثانیه)، طیف واقعی شتاب زمین کاهش شدیدی دارد. اگر این بخش را مشابه ناحیه ۳ با شیب ملایم I/T نگه داریم، پاسخ‌ها برای سازه‌های بلندتر از حد واقع‌بینانه بیشتر خواهد بود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

مقادیر شتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر S_S و S_1

مقادیر شتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر با میرایی ۵٪ بر روی سنگ بستر، در زمان تناوب 0.2 و یک ثانیه (S_S و S_1) از نقشه‌های شتاب طیفی تعیین می‌شود. نقشه مقادیر شتاب‌های طیفی بر حسب شتاب ثقل، در شکل‌های پیوست (۱) این آیین‌نامه برای S_S و S_1 نشان داده شده است. همچنین مقادیر شتاب‌های طیفی لرزه‌ای مناطق مختلف، در پایگاه اختصاصی آئین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی (BHRC) به نشانی http://www.std2800.ir قابل دریافت می‌باشد.

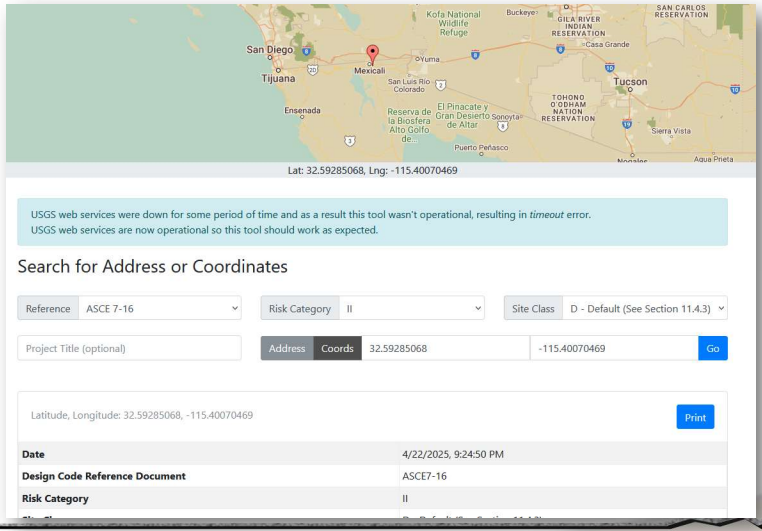


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

در ASCE7 براساس نشانی زیر، شتاب طیفی ارائه شده است:

https://www.seismicmaps.org/



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

مقادیر شتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر در سطح زمین، S_{MS}، S_{M1}

مقادیر شتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر با میرایی ۵٪ روی زمین ساختگاه در زمان تناوب کوتاه (S_{MS}) و در زمان تناوب یک ثانیه (S_{M1}) با استفاده از مقادیر شتاب طیفی که روی بستر سنگی برآورد شده، به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$S_{MS} = F_s S_s$$
$$S_{M1} = F_1 S_1$$

در این روابط:

S_S شتاب طیفی (بر حسب شتاب ثقل) زلزله بیشینه مورد نظر با میرایی ۵٪ بر روی سنگ بستر در زمان تناوب‌های کوتاه و S_1 شتاب طیفی (بر حسب شتاب ثقل) زلزله بیشینه مورد نظر با میرایی ۵٪ بر روی سنگ بستر برای زمان تناوب یک ثانیه هستند که مطابق با بند قبل تعیین می‌شوند. ضرایب تاثیر نوع زمین ساختگاه در بازه شتاب ثابت یا بازه زمان تناوب کوتاه طیف (F_s) و بازه سرعت ثابت (F_1) با توجه به نوع زمین به ترتیب از جدول ۲-۱ و جدول ۲-۲ بدست می‌آیند. طبقه‌بندی نوع زمین در جدول ۲-۵ آورده شده است

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

ضریب تاثیر نوع ساختگاه در بازهٔ زمان تناوب کوتاه (F_S)

نوع زمین	مقادیرشتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر برای زمان تناوب های کوتاه				
	$S_S \geq 1.5$	$S_S = 1.25$	$S_S = 1.0$	$S_S = 0.75$	$S_S = 0.5$
I	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
II	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2
III	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3
IV	1.1	1.1	1.3	1.3	1.6
V	1.2	1.2	1.4	1.4	1.6
VI	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه

* برای ساختگاه نوع یک، در صورتی که سرعت موج برشی با استفاده از آزمایش‌های ژئوفیزیکی درون‌چاهی مطمئن (حداقل ۳ اندازه‌گیری) تعیین شده است، می‌توان ضرایب **0.9** را جایگزین کرد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

ضریب تاثیر نوع ساختگاه در زمان تناوب یک ثانیه (F_I)

نوع زمین	مقادیر شتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر برای زمان تناوب ۱ ثانیه				
	$S_1 \geq 0.6$	$S_1 = 0.5$	$S_1 = 0.4$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.2$
I	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
II	1.3	1.3	1.3	1.3	1.5
III	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2
IV	2.8	2.8	3.2	3.3	3.3
V	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2
VI	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه

* از درونیابی خطی برای مقادیر میانی S_1 و S_S استفاده شود.

** برای ساختگاه نوع یک، در صورتی که سرعت موج برشی با استفاده از آزمایش‌های ژئوفیزیکی درون‌چاهی مطمئن (حداقل ۳ اندازه‌گیری) تعیین شده است، می‌توان ضرایب **0.9** را جایگزین کرد.

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

طیف طرح استاندارد، S_a

طیف طرح استاندارد آیین‌نامه، بیانگر نحوه پاسخ سازه به حرکت زمین با توجه به نوع زمین ساختگاه آن است. این طیف مطابق با شکل ۲-۱ و با استفاده از روابط زیر تعیین می‌شود:

$$S_a = S_{DS}\left(0.4 + 0.6\frac{T}{T_0}\right) \qquad 0 \le T \le T_0$$

$$S_a = S_{DS} \qquad T_0 \le T \le T_S$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \qquad T_L > T > T_S$$

$$S_a = S_{D1}\frac{T_L}{T^2} \qquad T_L > T > T_S$$

در این روابط:

T: زمان تناوب اصلی نوسان ساختمان به ثانیه است. این زمان طبق بند ۳-۹-۲ تعیین می‌شود.

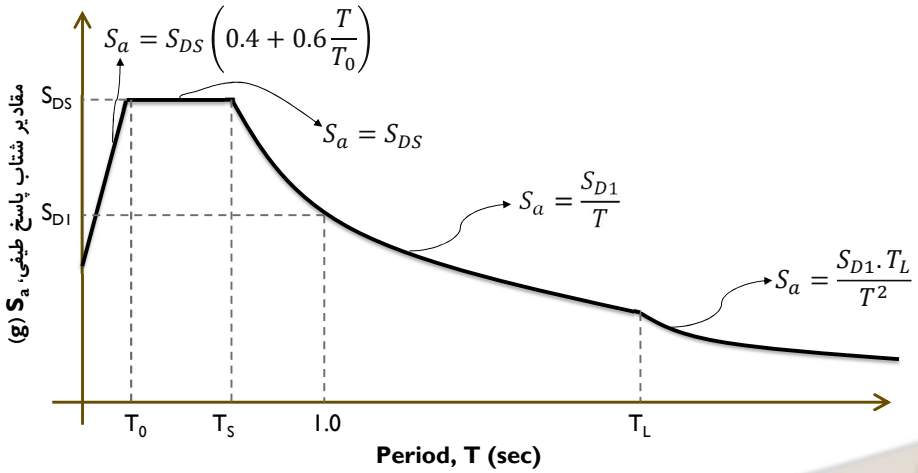
T_0: برابر است با $0.2\frac{S_{D1}}{S_{DS}}$ و T_S: برابر است با $\frac{S_{D1}}{S_{DS}}$

S_{DS} و S_{D1} به ترتیب مقادیر شتاب طیف طرح (بر حسب شتاب ثقل) با نسبت میرایی ۵٪ در زمان تناوب کوتاه (0.2 ثانیه) و در زمان تناوب ۱ ثانیه، روی زمین ساختگاه می‌باشند.

T_L: معرف زمان تناوب گوشه طیف در تناوب‌های بلند و مقدار آن مستقل از شرایط ساختگاهی یا مقادیر S_{DS} و S_{D1} برابر ۶ ثانیه است.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای تولید طیف طراحی با استفاده از آیین‌نامه ASCE7-22

مثال: برای سایتی در حوالی تهران (یا تبریز) با S_S=1.4 و S_1=0.6 با استفاده از ASCE7-22 طیف را در برنامه ETABS ایجاد کنید. خاک نوع II در نظر گرفته شود.

با استفاده از جدول ۲-۱ و ۲-۲، مقادیر F_s=1 و F_1=1.3 خواهد بود.

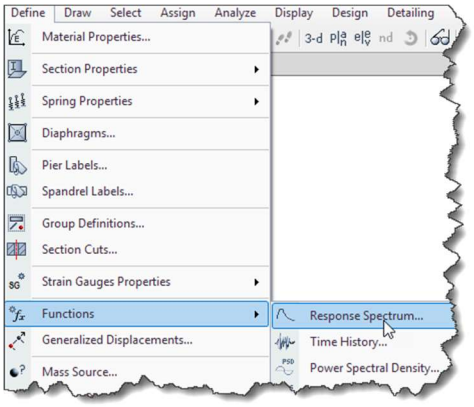
$$S_{MS} = F_S S_S = 1 \times 1.4 = 1.4$$
$$S_{M1} = F_1 S_1 = 1.3 \times 0.6 = 0.78$$

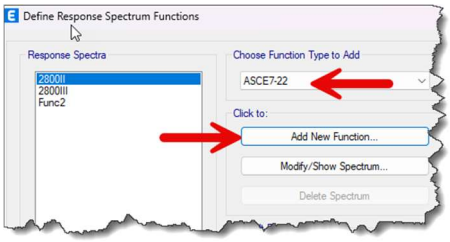
بنابراین:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = \frac{2}{3} \times 1.4 = 0.9333$$
$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} = \frac{2}{3} \times 0.78 = 0.52$$
$$T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.1114\ sec$$
$$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.5571\ sec$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

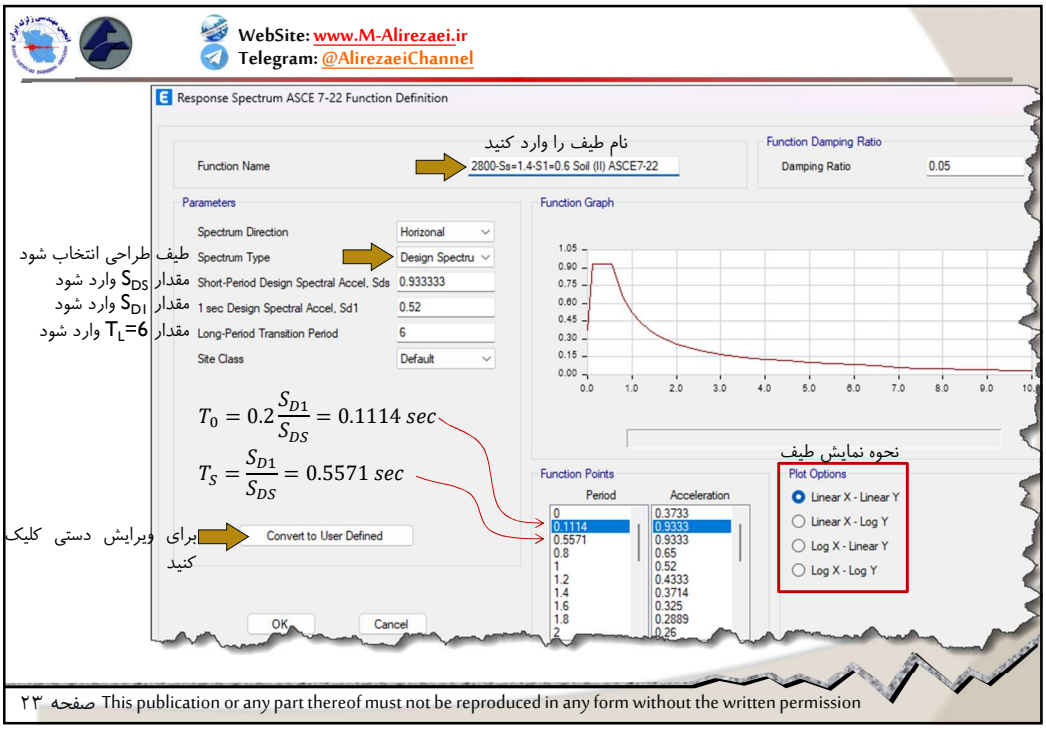
برای این مورد از مسیر Define menu > Functions > Response Spectrum اقدام شود.





 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

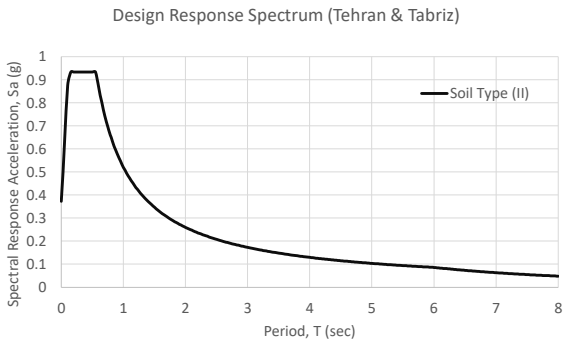
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

ترسیم دستی طیف فوق:



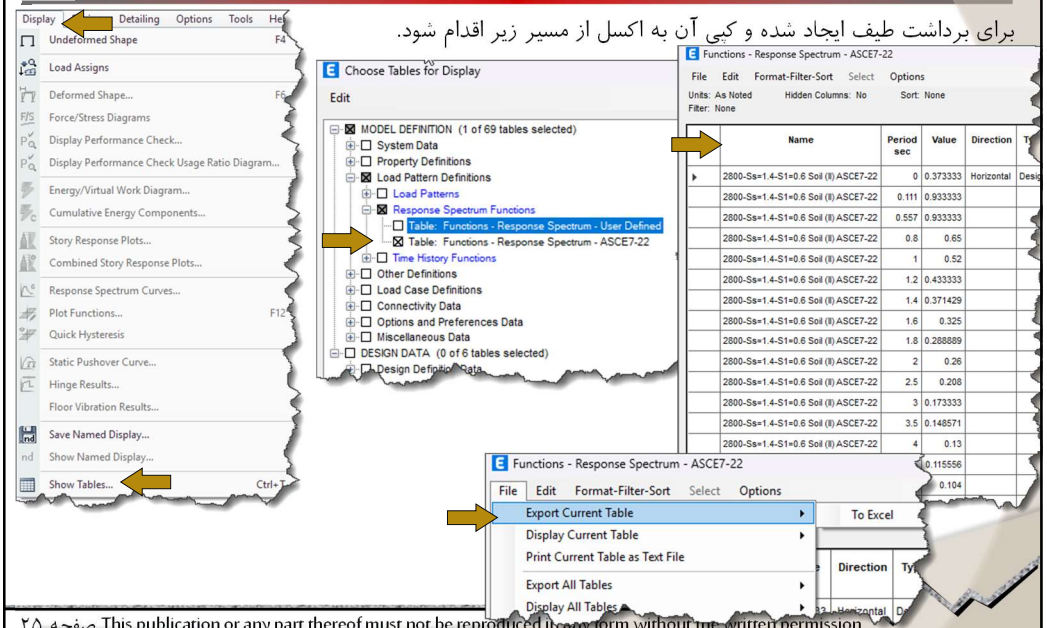
نتیجه: استفاده از این روش مقداری محاسبات دستی دارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

برای برداشت طیف ایجاد شده و کپی آن به اکسل از مسیر زیر اقدام شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای تولید طیف طراحی با استفاده از آیین‌نامه ASCE7-16

مثال: برای سایتی در حوالی تهران (یا تبریز) با S_S=1.4 و S_1=0.6 با استفاده از ASCE7-16 طیف را در برنامه ETABS ایجاد کنید. خاک نوع II در نظر گرفته شود.

با استفاده از جدول ۲-۱ و ۲-۲، مقادیر F_s=1 و F_1=1.3 خواهد بود.

$$S_{MS} = F_s S_s = 1 \times 1.4 = 1.4$$
$$S_{M1} = F_1 S_1 = 1.3 \times 0.6 = 0.78$$

بنابراین:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = \frac{2}{3} \times 1.4 = 0.9333$$
$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} = \frac{2}{3} \times 0.78 = 0.52$$
$$T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.1114\ sec$$
$$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.5571\ sec$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

در این حالت ورودی برنامه برای تولید طیف ساده‌تر بوده و شامل S_S و S_1 و F_a (در ۲۸۰۰ با F_s) و F_v (در ۲۸۰۰ با F_1) است.

همانطور که دیده می‌شود، سرعت موج برشی داده شده در ۲۸۰۰ با مقادیر مشابه آن در ASCE7-16 چندان منطبق نیست و مثلا می‌توان نوع خاک I را معادل A یا B و نوع خاک II را معادل C و خاک نوع III معادل D دانست.

ASCE7-16		
Site Class	**vs (ft/s)**	**vs (m/s)**
A. Hard rock	>5,000	>1524
B. Rock	2,500 to 5,000	762-1524
C. Very dense soil and soft rock	1,200 to 2,500	365-762
D. Stiff soil	600 to 1,200	182-365
E. Soft clay soil	<600	<182

2800 V5	
Site Class	**vs (m/s)**
I	>750
II	375-750
III	175-375
IV	100-175
V	
VI	<100

نکته بعدی عدم یکسان بودن مقادیر F_a (در ۲۸۰۰ با F_s) و F_v (در ۲۸۰۰ با F_1) است.

صفحه ۲۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

ضریب تاثیر نوع ساختگاه در بازهٔ زمان تناوب کوتاه (F_S)

نوع زمین	مقادیرشتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر برای زمان تناوب های کوتاه				
	$S_S \geq 1.5$	$S_S=1.25$	$S_S=1.0$	$S_S=0.75$	$S_S=0.5$
I	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
II	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2
III	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3
IV	1.1	1.1	1.3	1.3	1.6
V	1.2	1.2	1.4	1.4	1.6
VI	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه

Table 11.4-1 Short-Period Site Coefficient, Fa

Mapped Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake (MCER) Spectral Response Acceleration Parameter at Short Period

Site Class	$S_S \leq 0.25$	$S_S=0.5$	$S_S=0.75$	$S_S=1.0$	$S_S=1.25$	$S_S \geq 1.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
C	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1	1
E	2.4	1.7	1.3	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8
F	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8

صفحه ۲۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

ضریب تاثیر نوع ساختگاه در زمان تناوب یک ثانیه (F_1)

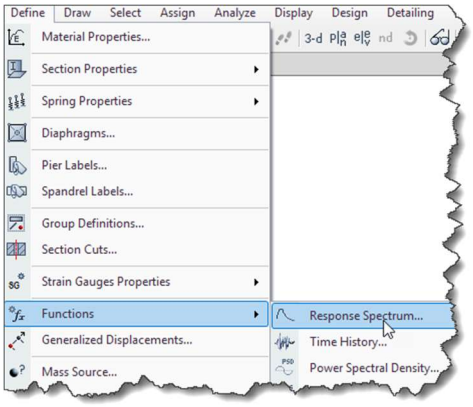
نوع زمین	مقادیر شتاب طیفی زلزله بیشینه مورد نظر برای زمان تناوب ۱ ثانیه				
	$S_1 \geq 0.6$	$S_1=0.5$	$S_1=0.4$	$S_1=0.3$	$S_1=0.2$
I	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
II	1.3	1.3	1.3	1.3	1.5
III	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2
IV	2.8	2.8	3.2	3.3	3.3
V	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2
VI	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه	طیف ویژه

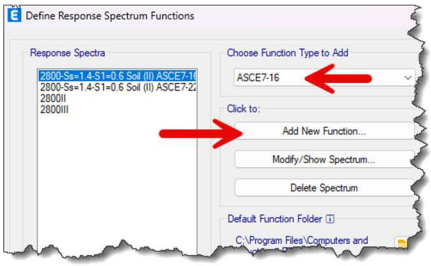
Table 11.4-2 Long-Period Site Coefficient, Fv

	Mapped Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake (MCER) Spectral Response Acceleration Parameter at 1-s Period					
Site Class	S1≤0.10	S1=0.2	S1=0.3	S1=0.4	S1=0.5	S1≥0.6
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
C	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
D	2.4	2.2[a]	2.0[a]	1.9[a]	1.8[a]	1.7[a]
E	2.4	1.7	1.3	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8
F	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

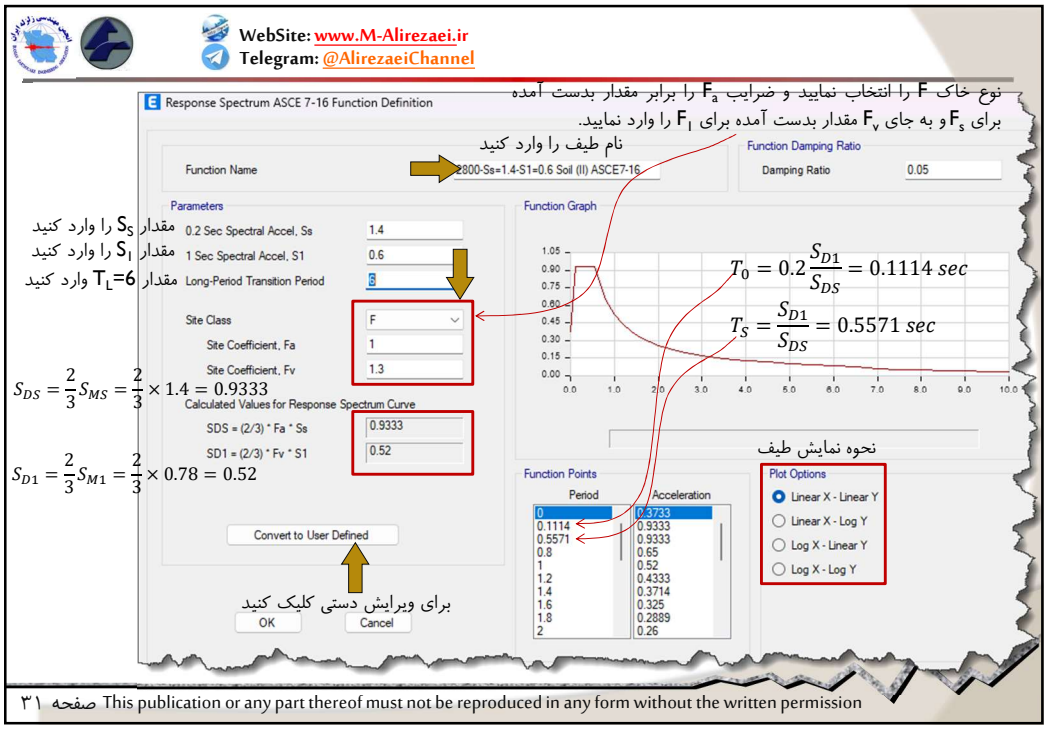
برای حل این مشکل می‌توان مقادیر F_a و F_1 را از ۲۸۰۰ به صورت دستی استخراج و از مراحل زیر استفاده نمایید:



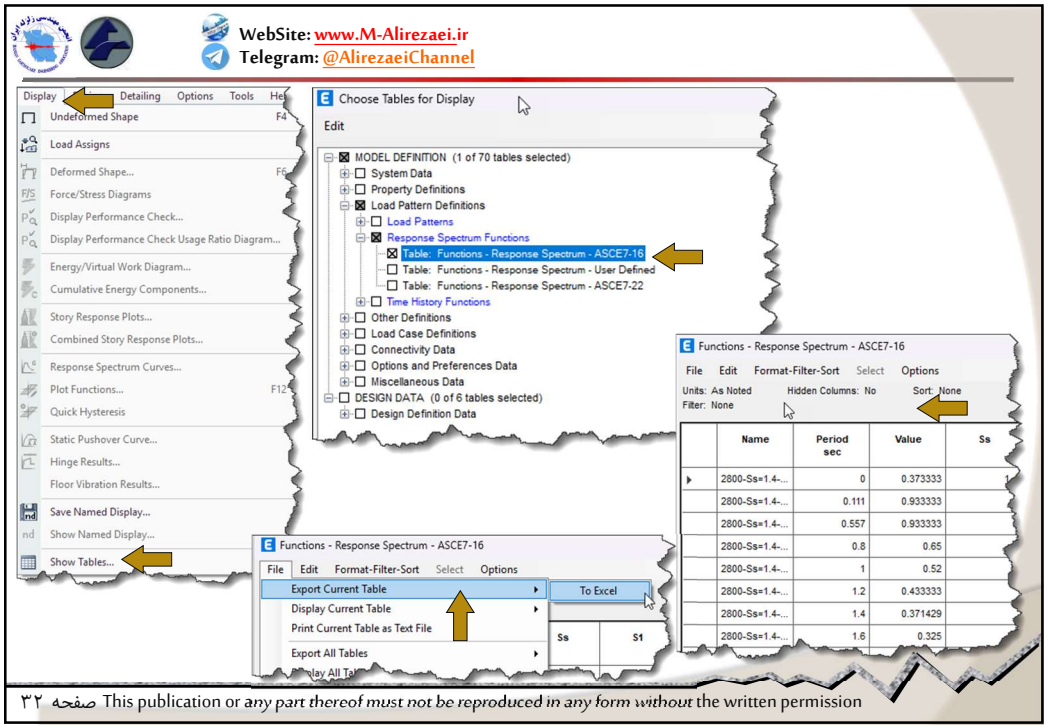


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



صفحه ۳۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



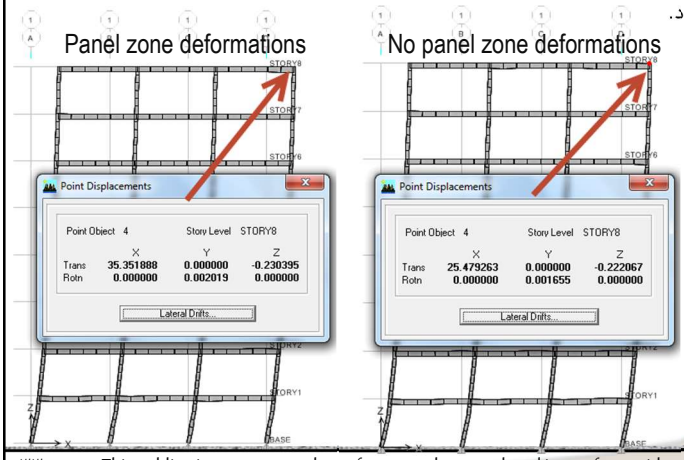
صفحه ۳۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS مدلسازی چشمه اتصال در قاب‌های خمشی فولادی

طبق بند ۳-۷-۱،

در تحلیل سازه باید اثر ترک خوردگی اجزای بتنی در سختی آنها مطابق با ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و نیز اثر تغییرشکل‌های چشمه اتصال بر جابجایی‌های جانبی سیستم قاب‌های خمشی فولادی، مطابق با ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان در نظر گرفته شود.

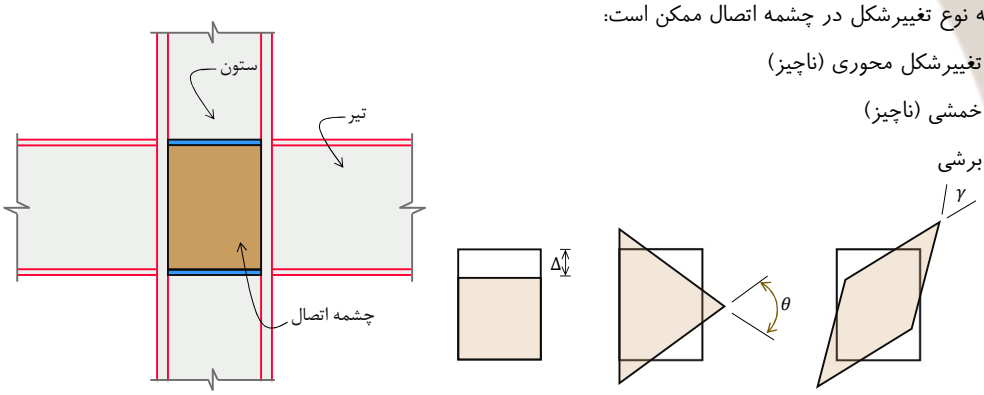


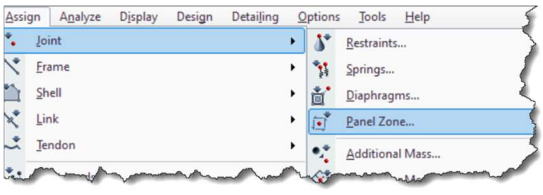
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

سه نوع تغییرشکل در چشمه اتصال ممکن است:

- تغییرشکل محوری (ناچیز)
- خمشی (ناچیز)
- برشی



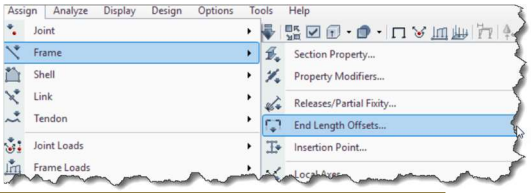


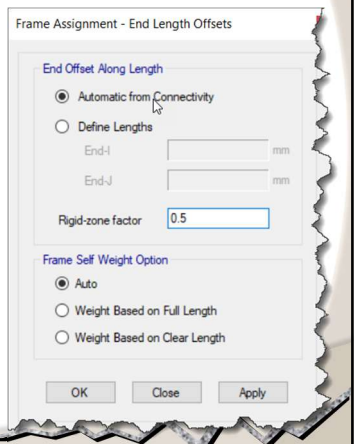
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

FEMA 451: Members were modeled using centerline dimensions without rigid end offsets. This allows, in an approximate but reasonably accurate manner, deformations to occur in the beam-column joint region.

در FEMA 451 نیز مقداری برای درصد ناحیه چشمه اتصال ارائه نشده است

CSI Help: Concrete frames should never use a fully rigid zone. A value of 0.5 is recommended for concrete frames, where 50% of the actual offset is considered rigid.



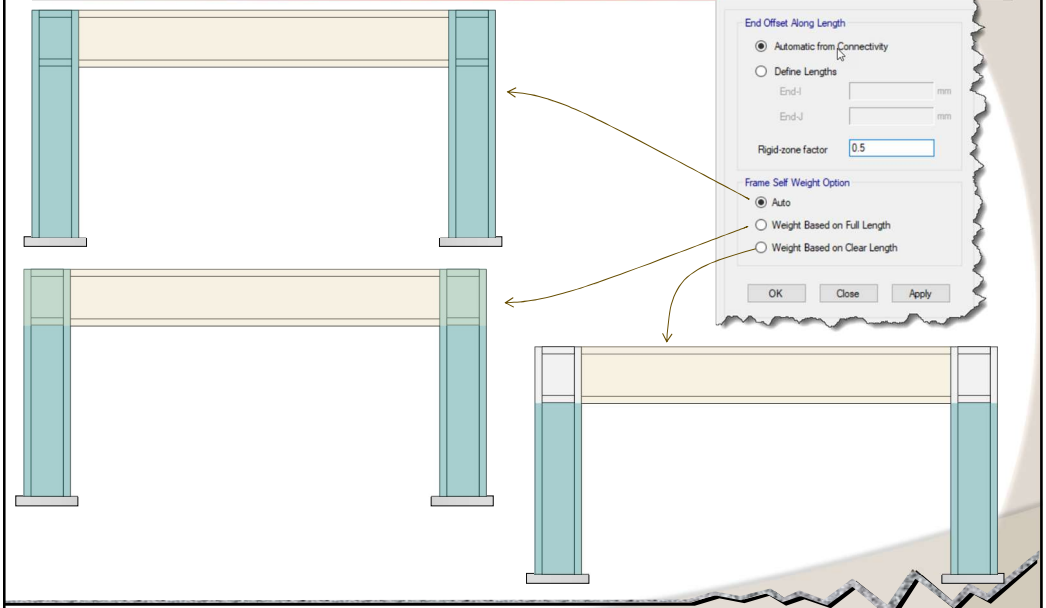


وزن تیر بدون لحاظ کردن ناحیه صلب انتهایی براساس طول خالص و وزن ستون براساس طول کل محاسبه می‌شود.

وزن تیر و ستون بدون لحاظ کردن ناحیه صلب انتهایی براساس طول کل محاسبه می‌شود.

صفحه ۳۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

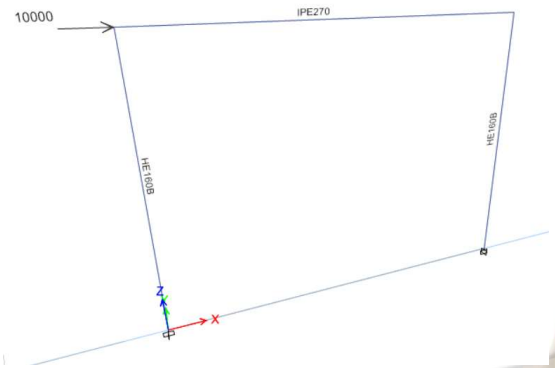


صفحه ۳۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) قاب دوبعدی نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. پای ستون‌ها گیردار، مقطع تیر IPE270، مقطع ستون IPB160 و بار جانبی ۱۰ تن به بالای قاب اعمال شده است. در حالت‌های مختلف، اثر چشمه اتصال بررسی شود. عرض دهانه ۴ متر و ارتفاع ۳ متر در نظر گرفته شود.



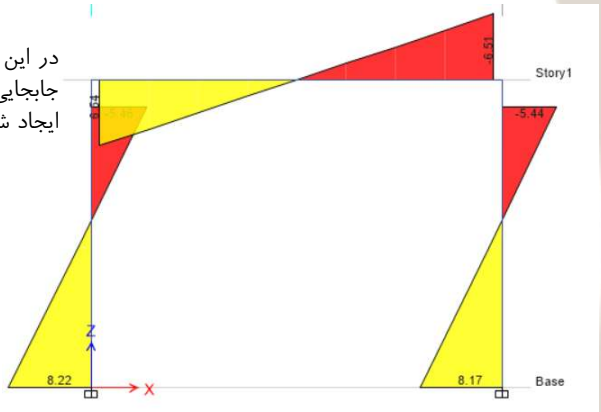
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

Model 1: Rigid zone factor = 0, No panel zone

Maximum deflection: Δx = 3.05 cm

در این مدل که ناحیه صلب انتهایی صفر در نظر گرفته جابجایی زیاد رخ داده (محافظه کارانه) و مقدار لنگرهای ایجاد شده در اعضا کمترین هستند (غیر محافظه کارانه)



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

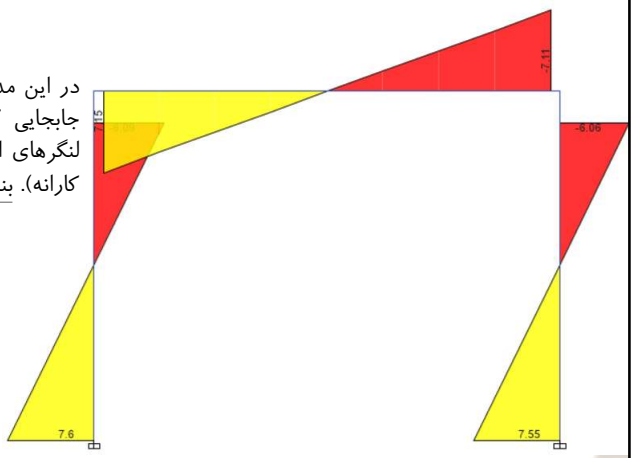
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

Model 2: Rigid zone factor = 1.0, No panel zone

Maximum deflection: Δx = 2.52 cm

در این مدل که ناحیه صلب انتهایی یک در نظر گرفته جابجایی کمی رخ داده (غیر محافظه کارانه) و مقدار لنگرهای ایجاد شده در اعضا بیشترین هستند (محافظه کارانه). بنابراین این مدل توصیه نمی‌شود.



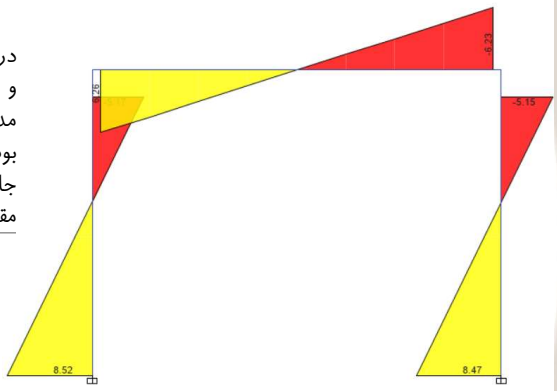
صفحه ۳۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

Model 3: Rigid zone factor = 0, Panel zone from column

Maximum deflection: Δx = 3.31 cm

در این مدل که ناحیه صلب انتهایی صفر در نظر گرفته و چشمه اتصال با استفاده از مشخصات هندسی ستون مدلسازی شده است. در این مدل گره ها انعطاف پذیر بوده و دوران زیادی در آنها رخ میدهد که باعث ایجاد جابجایی زیاد میگردد. این مدل توصیه نمی‌شود زیرا مقادیر لنگرها در آن غیرمحافظه کارانه هستند.



صفحه ۴۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

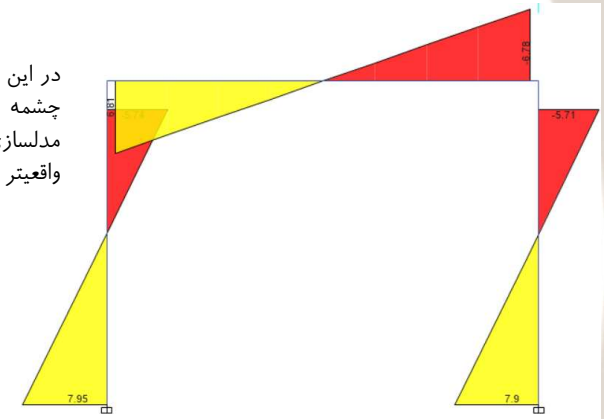
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

Model 4: Rigid zone factor 1.0, Panel zone from column

Maximum deflection: Δx = 2.83 cm

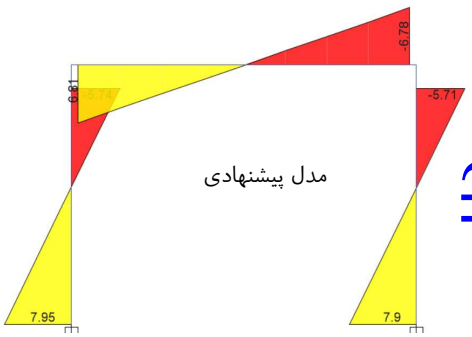
در این مدل که ناحیه صلب انتهایی یک در نظر گرفته و چشمه اتصال با استفاده از مشخصات هندسی ستون مدلسازی شده است. در این مدل انعطاف پذیری گره‌ها واقعیتر بوده و توصیه می‌شود از این مدل استفاده گردد.



صفحه ۴۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

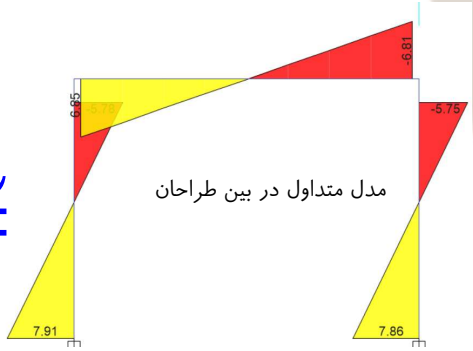
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

مقایسه مدل ۴ (توصیه شده) و مدل متداول بین طراحان:



مدل پیشنهادی

≅



مدل متداول در بین طراحان

Rigid zone factor 1.0, Panel zone from column

Maximum deflection: Δx = 2.83 cm

Rigid zone factor 0.5, No panel zone

Maximum deflection: Δx = 2.77 cm

صفحه ۴۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای توزیع بارهای جانبی زلزله

- توزیع نیروی زلزله در ارتفاع براساس ۲۸۰۰:

$$F_{ui} = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{j=1}^{n} W_j h_j^k} V_u$$

$$k = 0.5T + 0.75 \qquad 0.5 \le T \le 2.5sec$$

$$if\ T < 0.5sec \quad \Rightarrow \quad k = 1$$

$$if\ T > 2.5sec \quad \Rightarrow \quad k = 2$$

در رابطه فوق:

F_{ui} نیروی جانبی ناشی از زلزله در تراز طبقه i؛

W_i بخشی از وزن مؤثر لرزه‌ای ساختمان، موضوع بند ۳-۷-۴ که متعلق به طبقه i است. در خصوص دیوارها و ستون‌ها، نصف وزن دیوارها و ستون‌هایی که در بالا و پایین سقف قرار گرفته‌اند، باید در نظر گرفته شود؛

h_i ارتفاع تراز سقف طبقه i از تراز پایه؛

n تعداد طبقات ساختمان در بالای تراز پایه؛

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

- توزیع نیروی زلزله در ارتفاع براساس ASCE7-22:

$$F_x = C_{vx} V$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^{n} w_i h_i^k}$$

$$k = 0.5T + 0.75 \qquad 0.5 \le T \le 2.5sec$$

$$if\ T < 0.5sec \quad \Rightarrow \quad k = 1$$

$$if\ T > 2.5sec \quad \Rightarrow \quad k = 2$$

C_{vx} = Vertical distribution factor;

V = Total design lateral force or shear at the base of the structure (kN);

w_i, w_x = Portion of the total effective seismic weight of the structure (W) located or assigned to level i or x;

h_i, h_x = Height (m) from the base to level i or x;

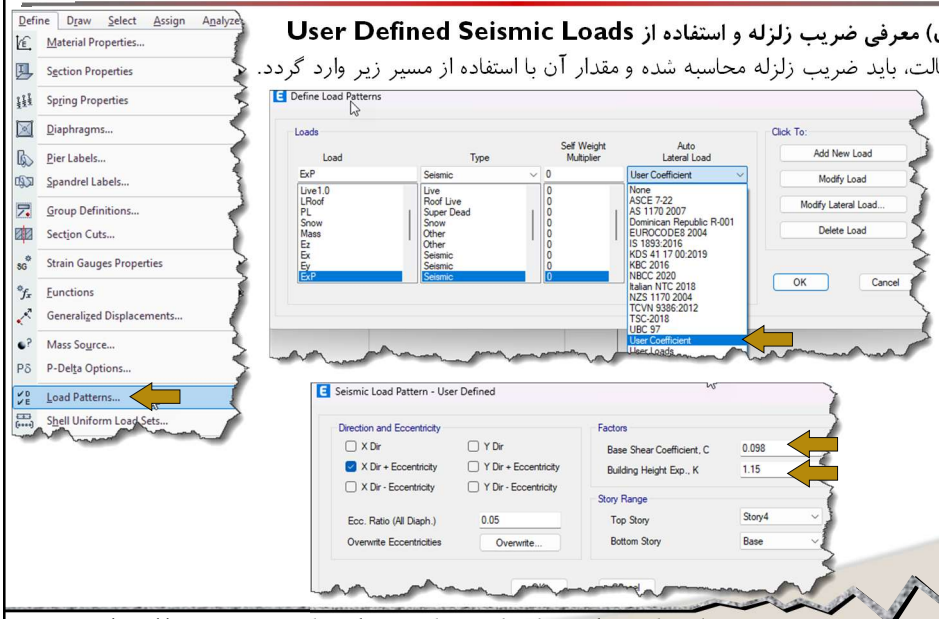
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

روش اول) معرفی ضریب زلزله و استفاده از User Defined Seismic Loads

در این حالت، باید ضریب زلزله محاسبه شده و مقدار آن با استفاده از مسیر زیر وارد گردد.

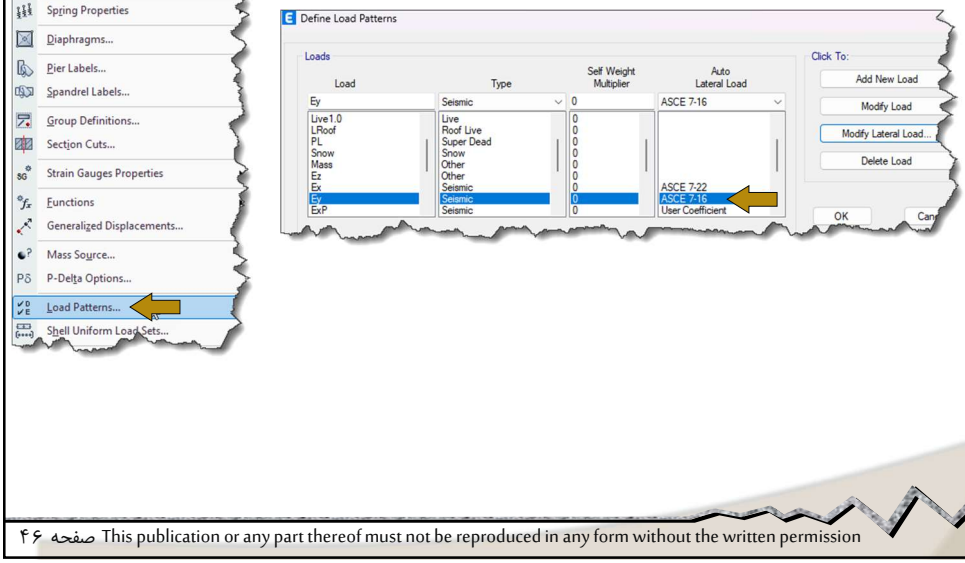


صفحه ۴۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

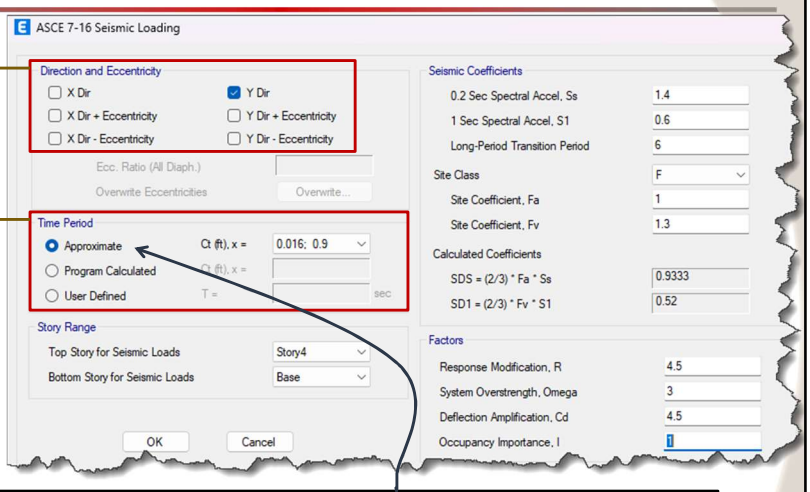
روش دوم) معرفی ضریب زلزله و استفاده از توزیع ASCE7-16

در این حالت، باید ضریب زلزله محاسبه شده و مقدار آن با استفاده از مسیر زیر وارد گردد.



صفحه ۴۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



جهت و خروج از مرکزیت الگوی بارگذاری در این بخش قابل تعیین است.

سه حالت برای تعیین زمان تناوب وجود دارد.

۱- گزینه Approximate:

براساس فرمول‌های تجربی که منطبق بر ۲۸۰۰ (با واحدهای انگلیسی) تعیین می‌شود. در این حالت h_n توسط برنامه (بین پایین‌ترین و بالاترین تراز) تعیین می‌شود.

$$T_A = C_t(h_n)^x$$

توجه: در این حالت برنامه ارتفاع خرپشته را هم ملاک عمل قرار می‌دهد. در صورتی که طبق ۲۸۰۰، اگر وزن خرپشته بیش از ۲۵ درصد وزن بام باشد باید ارتفاع آن در محاسبه ارتفاع ساختمان در نظر گرفته شود. ولی در توزیع برش پایه در ارتفاع ساختمان، لازم است خرپشته نیز همواره به عنوان یک طبقه مستقل در نظر گرفته شود

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

- طبق ۲۸۰۰ و ASCE7-22 و ASCE7-16 روابط تجربی زیر برای تعیین دوره تناوب تجربی مورد استفاده قرار گرفته شده است. همانطور که دیده می‌شود، این مقادیر تقریبا یکسان هستند.

Structure Type	۲۸۰۰	ASCE7-22 (SI)	ASCE7-22 (EN)
قاب‌های خمشی فولادی و مختلط (بدون میان‌قاب)	$T = 0.072H^{0.8}$	$T = 0.0724H^{0.8}$	$T = 0.028H^{0.8}$
قابهای خمشی بتن‌آرمه (بدون میان‌قاب)	$T = 0.047H^{0.9}$	$T = 0.0466H^{0.9}$	$T = 0.016H^{0.9}$
قاب‌های مهاربندی‌شده با مهاربندهای واگرا یا مهاربندهای کمانش تاب، در سیستم قاب ساختمانی و سیستم دوگانه (بدون میان‌قاب)	$T = 0.073H^{0.75}$	$T = 0.0731H^{0.75}$	$T = 0.03H^{0.75}$
سایر سیستم‌ها و همچنین سیستم‌های فوق با میان‌قاب	$T = 0.049H^{0.75}$	$T = 0.0488H^{0.75}$	$T = 0.02H^{0.75}$

۲- گزینه Program Calculated:

در این حالت برنامه مقدار دوره تناوب در امتدادی که نیروی زلزله اعمال شده را بدست می‌آورد (T_{mode}). یک دوره تناوب تجربی نیز با استفاده از رابطه زیر نیز تعیین می‌شود.

$$T_A = C_t(h_n)^x$$

برنامه مقدار ضریب کران بالای دوره تناوب C_u را محاسبه و به صورت زیر دوره تناوب را ملاک عمل قرار می‌دهد:

$$If\ T_{mode} \le C_u T_A \Rightarrow T = T_{mode}$$
$$If\ T_{mode} > C_u T_A \Rightarrow T = C_u T_A$$

۳- گزینه User Defined:

در این حالت برنامه مقدار دوره تناوب را از کاربر مستقیم دریافت می‌کند و با دوره تناوب تحلیلی هم مقایسه نمی‌کند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

توجه: مقدار کران بالای دوره تناوب اصلی سازه طبق ۲۸۰۰ ویرایش پنجم $1.4T_A$ است، ولی طبق ASCE7-16 مقدار کران بالای دوره تناوب یا $C_u T_A$، متغییر بوده و به S_1 بستگی دارد.

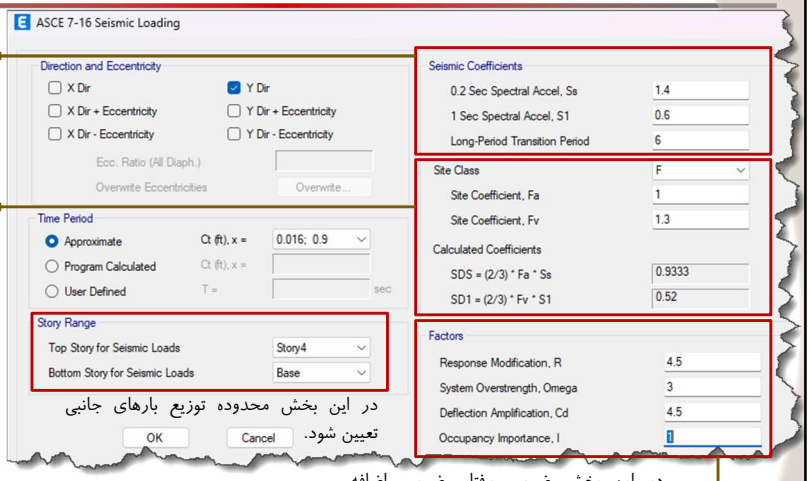
Table 12.8-1 Coefficient for Upper Limit on Calculated Period	
Design Spectral Response Acceleration Parameter at 1 s, S_{D1}	Coefficient C_u
≥0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤0.1	1.7

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

در این بخش مقادیر S_S و S_1 که متناسب با محل قرارگیری سایت هستند، وارد می‌شود. همچنین مقدار دوره تناوب بلند نیز برابر ۶ وارد گردد.

از بخش Site Class زمین نوع F انتخاب شده و مقدار بدست آمده برای F_s را به جای F_a و مقدار بدست آمده برای F_1 را به جای F_v وارد نمایید. برنامه S_{DS} و S_{D1} را به صورت خودکار محاسبه می‌کند.



در این بخش محدوده توزیع بارهای جانبی تعیین شود.

در این بخش ضریب رفتار، ضریب اضافه مقاومت، ضریب بزرگنمایی جابجایی و ضریب اهمیت در امتداد مورد نظر وارد شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

در این حالت، حداقل برش پایه توسط برنامه کنترل می‌شود:

مقدار برش پایه، V_u نباید کمتر از برش پایه حداقل، مطابق ضوابط این بند در نظر گرفته شود. برش پایه حداقل، مطابق رابطه تعیین می‌شود.

$$V_{u\,min} = C_{min} \times W$$

$$C_{min} = 0.044 S_{DS} \times I_e \geq 0.01$$

همچنین در صورتی که $S_1 \geq 0.6$ باشد، C_{min} نباید از مقدار حاصل از رابطه زیر نیز کمتر در نظر گرفته شود.

$$C_{min} = 0.5 S_1 / (\frac{R_u}{I_e})$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

استفاده از ETABS برای اعمال نیروی قائم زلزله براساس پیش‌نویس ۲۸۰۰ (کل سازه)

- نیروی قائم ناشی از اثر مؤلفه قائم شتاب زلزله در ساختمان باید در تحلیل کل سازه ساختمان در نظر گرفته شود.

مقدار این نیرو مطابق رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$F_{vut} = 0.2 S_{DS} \times W_D$$

در رابطه فوق:

F_{vut}: نیروی قائم ناشی از زلزله وارد بر کل سازه ساختمان؛

S_{DS}: پارامتر شتاب طیفی زلزله در زمان تناوب‌های کوتاه، مطابق بند ۲-۴؛

W_D: مجموع بارهای مرده، وزن تأسیسات ثابت، وزن دیوارها، تیغه‌ها و جداکننده‌ها (صرفنظر از آنکه به عنوان بار مرده یا زنده محسوب می‌شوند.)

این نیروی قائم باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین، به طور جداگانه به سازه اعمال گردد.

12.4.2.2 Vertical Seismic Load Effect. The vertical seismic load effect, E_v, shall be determined in accordance with Eq. (12.4-4a) as follows:

$E_v = 0.2 S_{DS} D$ (12.4-4a)

S_{DS} = design spectral response acceleration parameter at short periods obtained from Section 11.4.5, and, D = effect of dead load.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

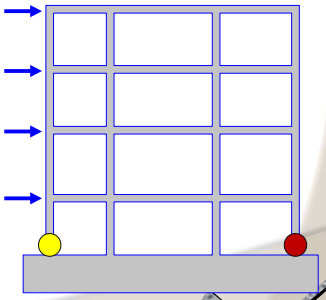
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال: برای سایتی در حوالی تهران با S_S=1.4 و S_1=0.6 ترکیب بارهای متعارف طراحی را در برنامه ETABS ایجاد کنید (شامل بار قائم زلزله). خاک نوع II در نظر گرفته شود.

ترکیب بارهای معمولی و متعارف طراحی براساس مبحث ششم، به صورت زیر است:

1. 1.4D
2. 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r or S or R)
3. 1.2D + 1.6(L_r or S or R) + (L or 0.5(1.6W))
4. 1.2D + 1.0(1.6W) + L + 0.5(L_r or S or R)
5. 1.2D + 1.0E + L + 0.2S
6. 0.9D + 1.0(1.6W)
7. 0.9D + 1.0E

Load Combinations Including *E*



1.2D + 1.0E + L + 0.2S

0.9D + 1.0E

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

بنابراین:

For Load Combination: 1.2D + 1.0E + L + 0.2S

$$E = \rho Q_E + 0.2 S_{DS} W_D$$

For Load Combination: 0.9D + 1.0E

$$E = \rho Q_E - 0.2 S_{DS} W_D$$

$$\mathbf{E = \rho Q_E \pm 0.2 S_{DS} W_D}$$

effect of horizontal forces — **effect of vertical forces**

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

با جایگزینی نیروی قائم زلزله داریم:

For Load Combination: 1.2D + 1.0E + L + 0.2S

$$E = \rho Q_E + 0.2 S_{DS} W_D$$
$$(1.2 + 0.2 S_{DS}) W_D + 1.0 \rho Q_E + L + 0.2S$$

For Load Combination: 0.9D + 1.0E

$$E = \rho Q_E - 0.2 S_{DS} W_D$$
$$(0.9 - 0.2 S_{DS}) W_D + 1.0 \rho Q_E$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

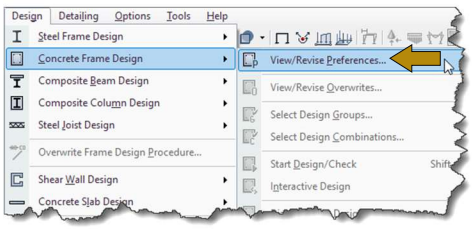
اعمال نیروی قائم زلزله برای طراحی کل سازه در تنظیمات آیین‌نامه‌ای:

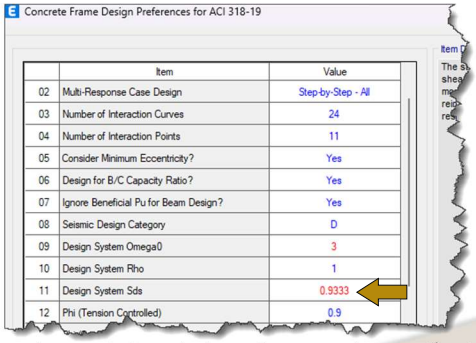
با استفاده از جدول ۲-۱ و ۲-۲، مقادیر $F_s=1$ خواهد بود.

$$S_{MS} = F_s S_s = 1 \times 1.4 = 1.4$$

بنابراین:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = \frac{2}{3} \times 1.4 = 0.9333$$





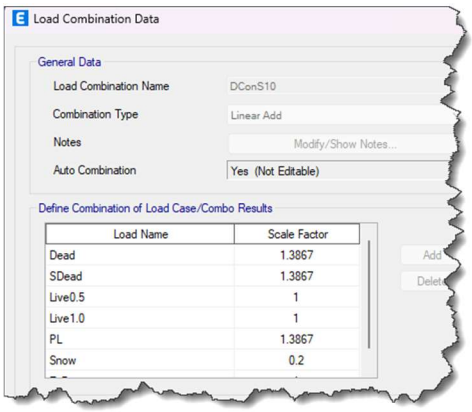
نکته: این گزینه تنها بر روی ترکیب بارهای پیش‌فرض برنامه موثر است و روی ترکیب بارهای ساخته شده اثری ندارد.

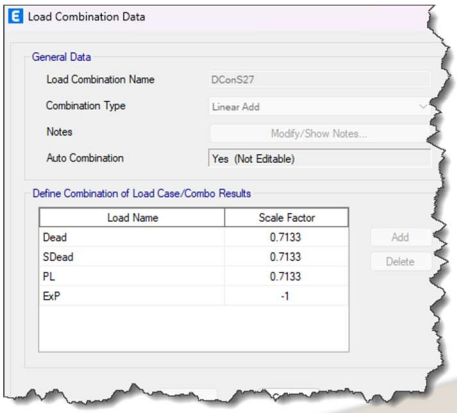
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

بنابراین ترکیب بارهای زیر توسط برنامه ایجاد می‌شود:

$$(1.2 + 0.2 \times 0.9333)D + L + E + 0.2S = 1.386D + L \pm E + 0.2S$$
$$(0.9 - 0.2 \times 0.9333)D + E = 0.713D \pm E$$





 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

استفاده از ETABS برای اعمال نیروی قائم زلزله براساس پیش‌نویس ۲۸۰۰ (اجزاء خاص)

۳-۹-۵-۲ در مناطقی که در آنها S_s >۱.۱۵ یا S_1 > 0.5 باشد، به منظور تحلیل و طراحی اعضای زیر، علاوه بر رعایت بند۳-۹-۵-۱ باید یکبار هم جداگانه، نیروی قائم زلزله از طریق رابطه زیر محاسبه و صرفاً در ترکیب با بارهای ثقلی (با ضرایب باری که در ترکیب با بارهای زلزله مقرر شده است)، در طراحی این اعضا در نظر گرفته شود.

الف- تیرهای با طول دهانه بیش از ۱۵متر؛

ب- تیرهایی که به عنوان تکیه گاه ستون عمل می‌کنند،

پ- طره‌های با طول بیش از ۲ متر؛

ت- دال‌های بتنی تخت با طول دهانه بیش از ۱۰ متر

$$F_{vuc} = 0.65 S_{DS} \times W_D$$

در رابطه فوق:

F_{vuc}: نیروی قائم ناشی از زلزله، مربوط به اعضای فوق‌الذکر

این نیروی قائم باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین، به طور جداگانه به سازه اعمال گردد.

تبصره: عکس‌العمل حاصل از ترکیب بار مشروح در بند ۳-۹-۵-۲ باید در طراحی اجزایی که بار اعضای فوق‌الذکر را تحمل می‌کنند نیز در نظر گرفته شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

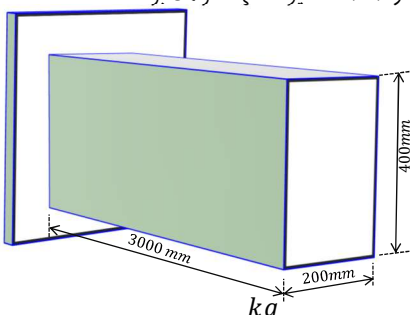
مثال: برای سایتی در حوالی تهران با S_S=1.4 و S_1=0.6 بار قائم زلزله بر روی یک تیر طره به طول ۳ متر که تحت بار گسترده یکنواخت ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر است را براساس ویرایش پنجم ۲۸۰۰، تعیین نمایید.

با توجه به اینکه S_s >1.15 و S_1 > 0.5 است، داریم:

با استفاده از جدول ۲-۱ و ۲-۲، مقادیر F_s=1 خواهد بود.

$$S_{MS} = F_s S_S = 1 \times 1.4 = 1.4$$

بنابراین:

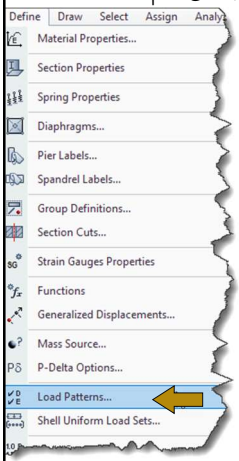


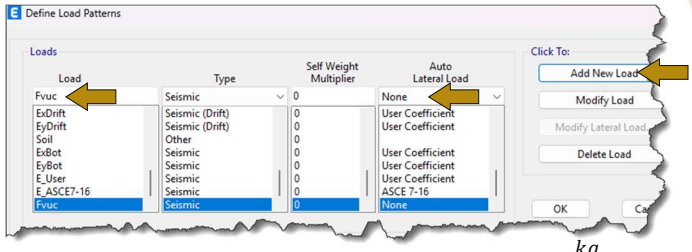
$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = \frac{2}{3} \times 1.4 = 0.9333$$

$$F_{vuc} = 0.65 S_{DS} \times W_D = 0.65 \times 0.9333 \times 1000 = 606.6 \frac{kg}{m}$$

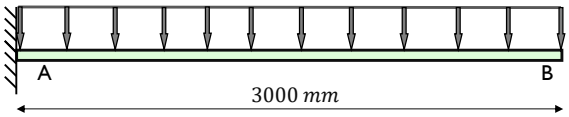
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

برای اعمال در برنامه ETABS از مسیر نشان داده شده اقدام به ایجاد الگوی بار قائم زلزله F_{vuc} می‌کنیم:





$$F_{vuc} = 606.6 \frac{kg}{m}$$



ترکیب بارهای طراحی این حالت را تولید کنید:

1.2D + F_{vuc} + L + 0.2S

0.9D + F_{vuc}

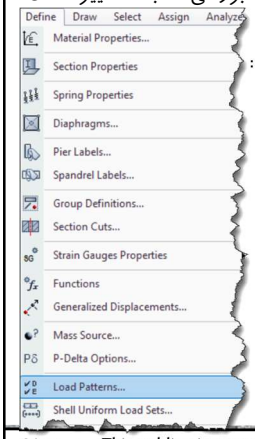
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

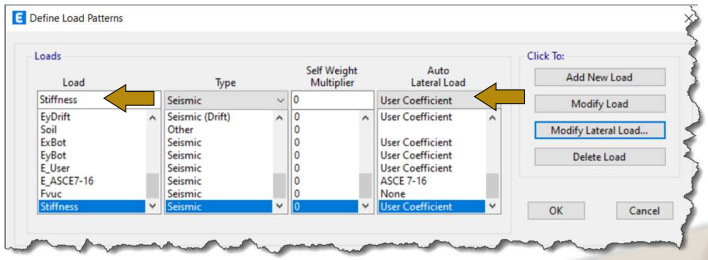
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای عدم بررسی نامنظمی سختی جانبی و جرمی

طبق تبصره پیش‌نویس ۲۸۰۰: درصورتیکه تحت اثر نیروی زلزله طرح، نسبت تغییر مکان جانبی نسبی در هیچکدام از طبقات، از 1.3 برابر این مقدار در طبقه فوقانی‌اش بیشتر نباشد می‌توان نامنظمی‌های ارتفاعی از نوع جرمی و سختی جانبی (طبقه نرم و خیلی نرم) را در آن سازه نادیده گرفت. برای انجام این بررسی، در محاسبه تغییر مکان جانبی نسبی طبقات می‌توان از آثار پیچش صرفنظر نمود. همچنین در ساختمان‌های بیش از دو طبقه، بررسی نسبت تغییر مکان جانبی نسبی طبقه زیرین بام به تغییر مکان جانبی نسبی بام ضرورت ندارد.

برای اعمال در نرم‌افزار، ابتدا الگوهای بارگذاری متناسب با نیروی زلزله طرح را ایجاد نمایید:

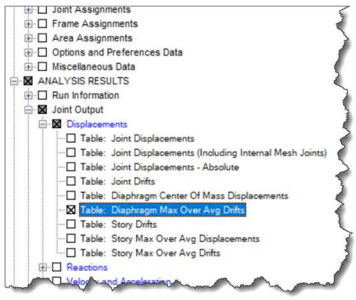


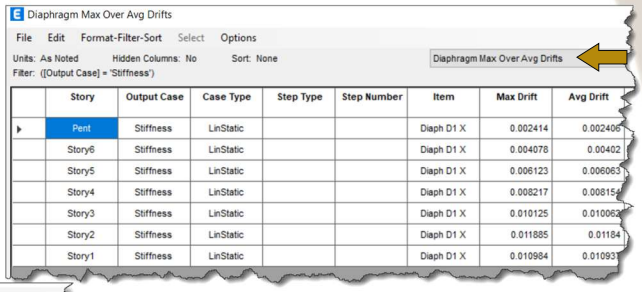


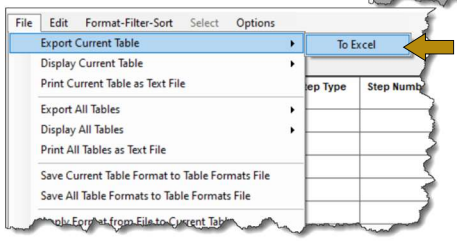
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

سازه تحلیل نموده و با استفاده از مسیر Display menu > Show Tables داریم:
حتما باید جابجایی نسبی قرائت شود:







 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

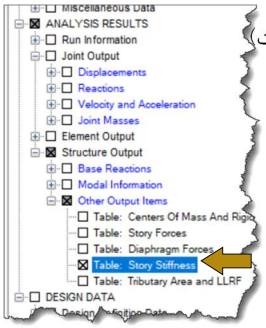
استفاده از ETABS برای تعیین سختی طبقه

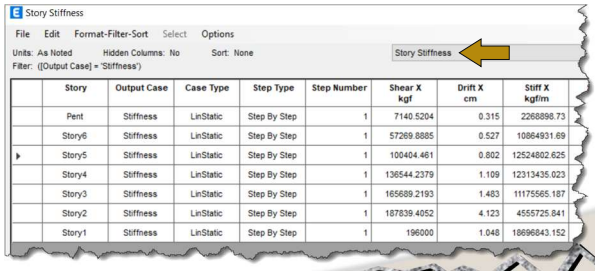
طبق تعریف ۲۸۰۰ داریم:

سختی طبقه Story Stiffness: نسبت برش طبقه به تغییر مکان جانبی نسبی ارتجاعی آن طبقه، تحت اثر نیروهای جانبی وارد بر ساختمان.

به منظور بررسی این نامنظمی لازم است یک نیروی جانبی با مقدار دلخواه به سقف طبقه موردنظر اعمال گردد و تغییر مکان جانبی ارتجاعی آن طبقه، در شرایطی که صرفاً کف همان طبقه، بدون حرکت انتقالی جانبی درنظر گرفته شده است براساس روش تحلیل خطی محاسبه شود. از تقسیم نیروی مذکور به تغییر مکان جانبی ارتجاعی محاسبه شده، سختی جانبی آن طبقه تعیین می‌گردد.

راهکار اول: استفاده از خروجی برنامه برای تعیین سختی (این روش منطبق بر ۲۸۰۰ نیست)

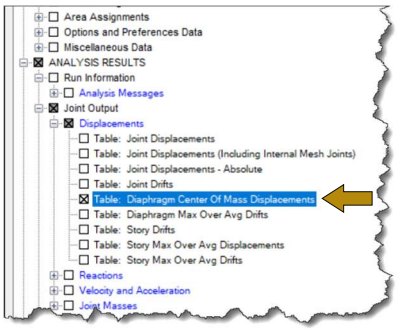




Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Shear X kgf	Drift X cm	Stiff X kgf/m
Pent	Stiffness	LinStatic	Step By Step	1	7140.5204	0.315	2268898.73
Story6	Stiffness	LinStatic	Step By Step	1	57269.8885	0.527	10864931.69
Story5	Stiffness	LinStatic	Step By Step	1	100404.461	0.802	12524802.625
Story4	Stiffness	LinStatic	Step By Step	1	136544.2379	1.109	12313435.023
Story3	Stiffness	LinStatic	Step By Step	1	165689.2193	1.483	11175565.187
Story2	Stiffness	LinStatic	Step By Step	1	187839.4052	4.123	4555725.841
Story1	Stiffness	LinStatic	Step By Step	1	196000	1.048	18696843.152

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

راهکار دوم: در طبقه مورد نظر فقط درجات آزادی انتقالی تحتانی طبقه و در طبقات زیرین، کلیه درجات آزادی گره‌ها مقید گردد. گره‌های مربوط به طبقات بالایی طبقه مورد نظر نباید مقید شوند. سپس نیروی دلخواهی به مرکز جرم طبقه مورد نظر اعمال و تغییر مکان جانبی مطلق مرکز جرم طبقه از محل دستور مطابق شکل زیر قرائت شود. از تقسیم نیروی مورد نظر به تغییرمکان مذکور می‌توان سختی طبقه را محاسبه نمود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای بررسی امکان ارتقاء حداکثر ارتفاع مجاز سیستم قاب ساختمانی با دیوار برشی بتن‌آرمه همبند شکل‌پذیر، دیوار برشی بتن‌آرمه ویژه، قاب مهاربندی شده همگرای ویژه و قاب مهاربندی شده واگرا با تیرهای پیوند دارای رفتار برشی

طبق ۲۸۰۰ داریم:

در سیستم قاب ساختمانی با دیوار برشی بتن‌آرمه همبند شکل‌پذیر، دیوار برشی بتن‌آرمه ویژه، قاب مهاربندی شده همگرای ویژه و قاب مهاربندی شده واگرا با تیرهای پیوند دارای رفتار برشی، حداکثر ارتفاع مجاز می‌تواند از ۵۰ متر به ۷۵ متر افزایش یابد، مشروط بر آنکه هر سه شرط زیر برقرار باشد:

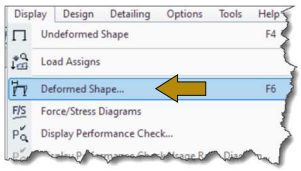
الف) ساختمان در گروه طراحی لرزه‌ای ۳ قرار نداشته باشد؛

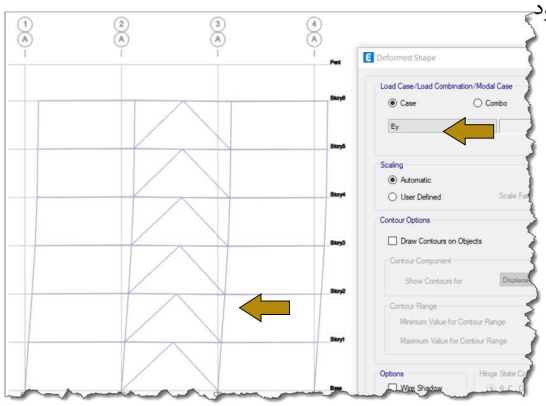
ب) ساختمان دارای نامنظمی در پلان از نوع پیچشی شدید نباشد؛

پ) در هر امتداد اصلی و در هر طبقه، سهم برش سیستم مقاوم لرزه‌ای هر صفحه قابی، بدون توجه به پیچش اتفاقی، بیش از ۶۰ درصد برش کل آن طبقه نباشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

برای بررسی این موضوع می‌توان در امتداد مورد نظر، جابجایی قاب تحت الگوی بار نظیر با آن جهت را ملاحظه نمود و از مسیر نشان داده شده، از یک Section Cut برای تعیین سهم برش جذب شده توسط سیستم مقاوم باربر جانبی را بررسی نمود

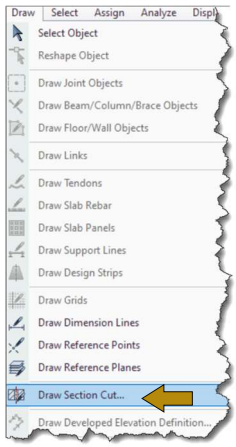


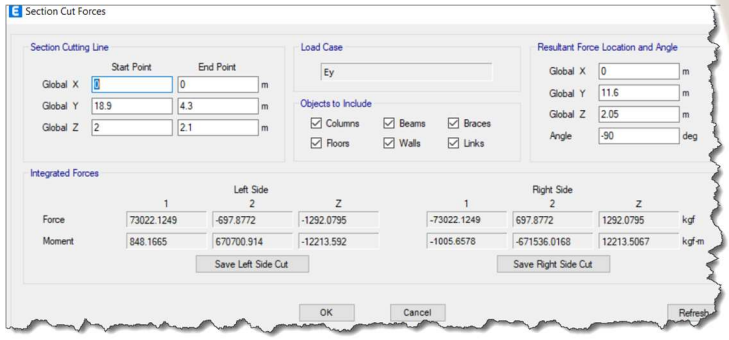


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel





 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

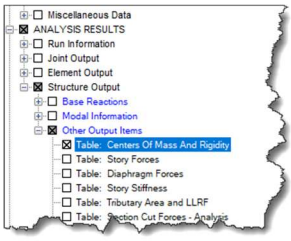
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

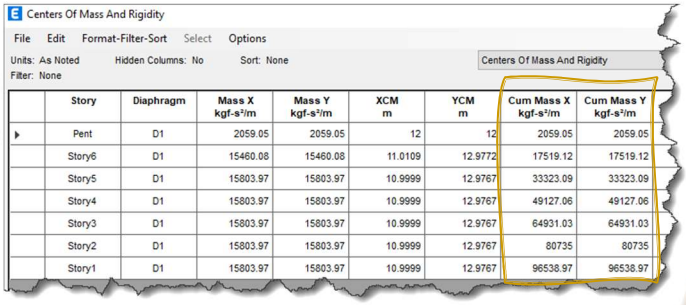
استفاده از ETABS برای بررسی نامنظمی جرمی

طبق ۲۸۰۰ داریم:

اگر جرم طبقه‌ای، بیش از 1.5 برابر جرم هر یک از طبقات مجاورش باشد این نامنظمی ایجاد می‌شود. جرم طبقه با توجه به ضوابط بند ۳-۷-۴ تعیین می‌شود. بام با وزن سبکتر از طبقه تحتانی‌اش از این بررسی معاف است.

بعد از تحلیل سازه با استفاده از مسیر Display menu > Show Tables داریم:





Story	Diaphragm	Mass X kgf-s²/m	Mass Y kgf-s²/m	XCM m	YCM m	Cum Mass X kgf-s²/m	Cum Mass Y kgf-s²/m
Pent	D1	2059.05	2059.05	12	12	2059.05	2059.05
Story6	D1	15460.08	15460.08	11.0109	12.9772	17519.12	17519.12
Story5	D1	15803.97	15803.97	10.9999	12.9767	33323.09	33323.09
Story4	D1	15803.97	15803.97	10.9999	12.9767	49127.06	49127.06
Story3	D1	15803.97	15803.97	10.9999	12.9767	64931.03	64931.03
Story2	D1	15803.97	15803.97	10.9999	12.9767	80735	80735
Story1	D1	15803.97	15803.97	10.9999	12.9767	96538.97	96538.97

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای بررسی ضریب نامعینی در حالت (الف)

طبق ۲۸۰۰ داریم:

در تمامی ساختمان‌ها، چنانچه در امتداد موردنظر، در تمامی طبقاتی که میزان برش در آنها از ۳۵ درصد برش پایه بیشتر است، اولاً حداقل دو دهانه مقاوم جانبی در هر طرف مرکز جرم در آن امتداد وجود داشته باشد؛ ثانیاً حذف عضوی از سیستم مقاوم لرزه‌ای یا اتصالات آن مطابق جدول ۳-۳ موجب کاهش مقاومت جانبی طبقه به میزان بیش از ۳۵ درصد نشود و همچنین بر اساس روش تحلیل استاتیکی معادل و با در نظر گرفتن اثر پیچش اتفاقی، نامنظمی پیچشی شدید در طبقه ایجاد نگردد، می‌توان ضریب ρ را برای آن امتداد، برابر با 1.0 در نظر گرفت.

دو تفسیر در کاهش مقاومت طبقه به سبب حذف المان وجود دارد

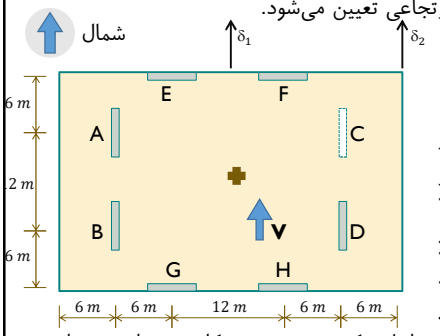
براساس تحلیل غیر ارتجاعی

براساس تحلیل ارتجاعی

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

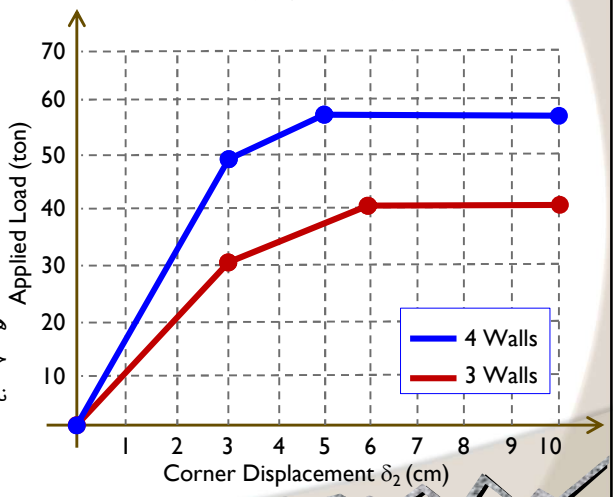
توجه: از یک تحلیل غیرارتجاعی نیز می‌توان به میزان کاهش مقاومت سازه پی برد. به عنوان مثال در پلان زیر داریم:

با حذف یک دیوار (دیوار C) منحنی ظرفیت سازه از یک تحلیل غیرارتجاعی تعیین می‌شود.



همانطور که دیده میشود کاهش مقاومت سازه در حدود ۳۸٪ است و این سازه مشمول ضریب نامعینی می‌شود

$$\frac{30}{48} = 0.62$$



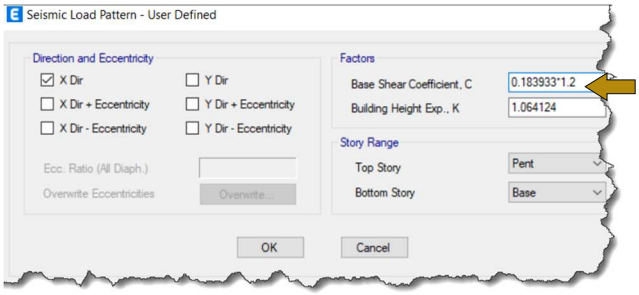
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

راهکار اول: اعمال ضریب نامعینی در ضریب زلزله:

در این روش ضریب نامعینی در نیروی تمام اعضا ضرب می‌شود که منجر به نتایج محافظه کارانه می‌شود.

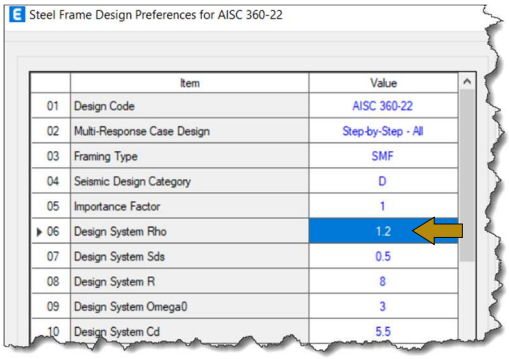


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

راهکار دوم: اعمال ضریب نامعینی در تنظیمات آیین‌نامه‌ای:

در این روش ضریب نامعینی فقط در ترکیب‌بارهای پیش‌فرض برنامه و در هر دو امتداد اعمال می‌شود.

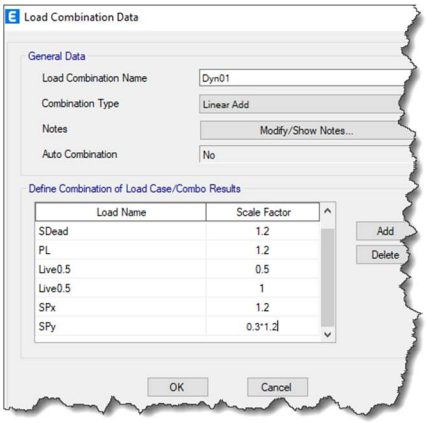


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

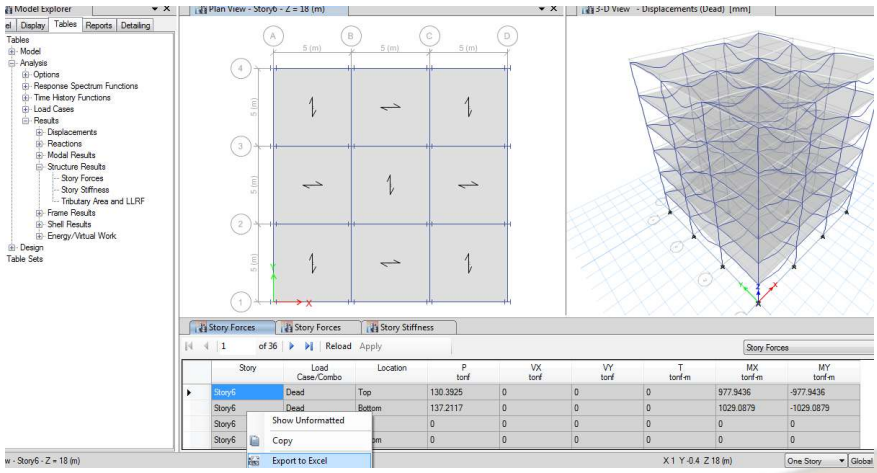
راهکار سوم: اعمال ضریب نامعینی در ترکیب‌بارهای برنامه:



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

گام اساسی در تعیین ضریب نامعینی، تعیین طبقاتی است که برش در آنها از ۳۵٪ برش پایه فراتر رفته است. (در اکثر حالات اغلب طبقات به غیر از بام برش در آنها از ۳۵٪ برش پایه فراتر می‌رود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

همانطور که دیده می‌شود، تنها برش در آخرین طبقه از ۳۵٪ برش پایه کمتر است.

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	
			tonf	tonf	Vi/Vb
Story6	Ex	Top	0	-34.5088	0.28
Story6	Ex	Bottom	0	-34.5088	0.28
Story5	Ex	Top	0	-63.9989	0.52
Story5	Ex	Bottom	0	-63.9989	0.52
Story4	Ex	Top	0	-87.591	0.71
Story4	Ex	Bottom	0	-87.591	0.71
Story3	Ex	Top	0	-105.285	0.86
Story3	Ex	Bottom	0	-105.285	0.86
Story2	Ex	Top	0	-117.0811	0.95
Story2	Ex	Bottom	0	-117.0811	0.95
Story1	Ex	Top	0	-122.9791	1.00
Story1	Ex	Bottom	0	-122.9791	1.00

صفحه ۷۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

1. → $V_{\text{yield}} = \left(\frac{1}{(D/C)_{\max}}\right) V_{base}$

V_{base} = base shear from Equivalent Lateral Force (ELF) analysis

2. → Remove the Elements (Brace or Moment Frame)

3. → $V_{\text{yield, Removed}} = \left(\frac{1}{(D/C)_{\max}}\right) V_{base}$

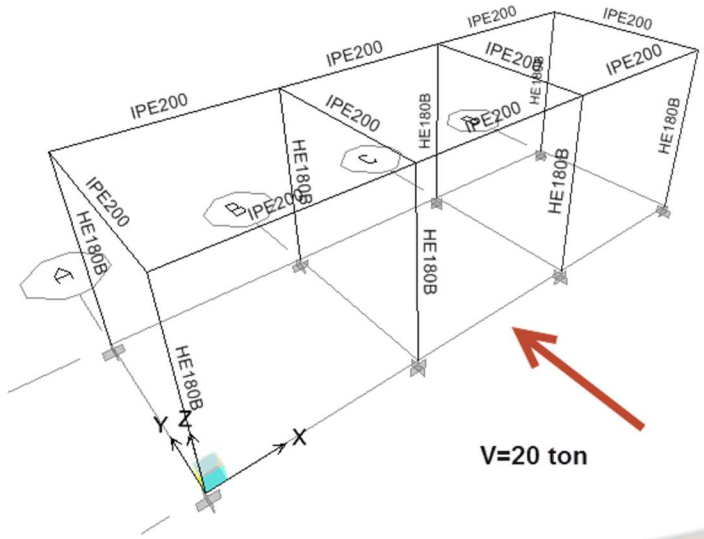
4. → if $\frac{V_{\text{yield, Removed}}}{V_{\text{yield}}} < 33\%$ ⇒ $\rho = 1.0$ *Otherwise* $\rho = 1.2$ *or* $\rho = 1.3$

صفحه ۷۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

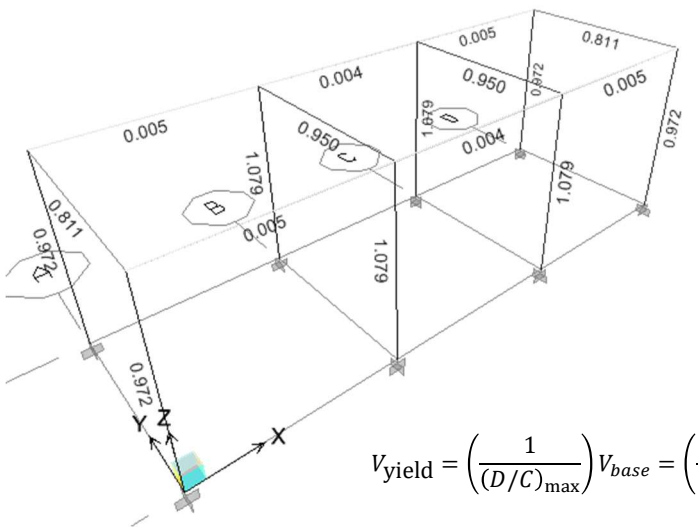
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال)



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۷۷

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



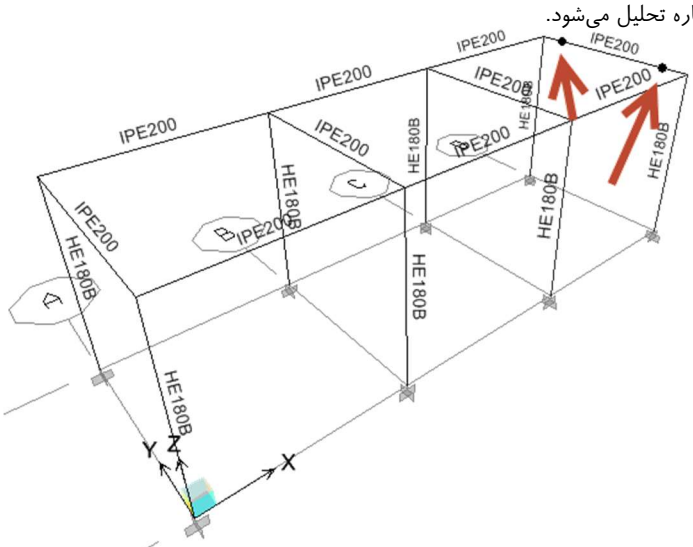
$$V_{\text{yield}} = \left(\frac{1}{(D/C)_{\max}}\right) V_{base} = \left(\frac{1}{1.079}\right) 20 = 18.53\ ton$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۷۸

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

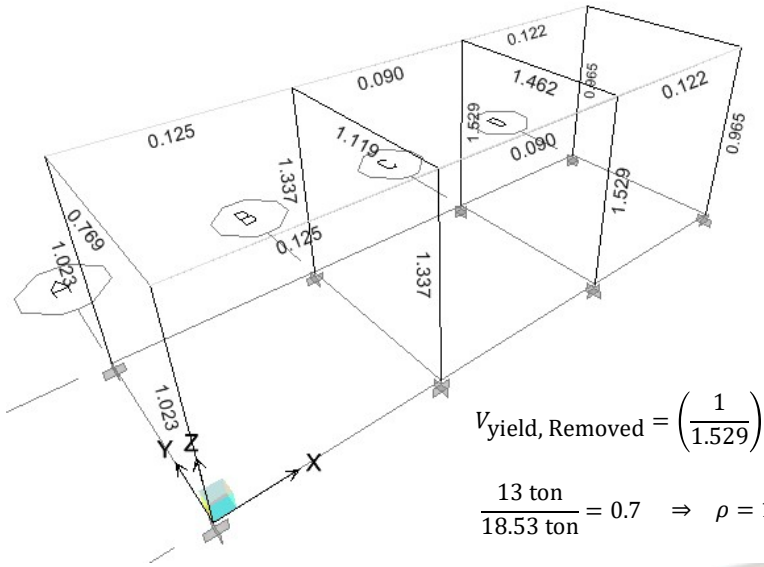
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

مقاومت خمشی یک تیر حذف و دوباره تحلیل می‌شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



$$V_{\text{yield, Removed}} = \left(\frac{1}{1.529}\right) 20 = 13 \text{ ton}$$

$$\frac{13 \text{ ton}}{18.53 \text{ ton}} = 0.7 \quad \Rightarrow \quad \rho = 1.0$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای اعمال اثرات متعامد نیروهای زلزله

طبق ۲۸۰۰ داریم:

۳-۶-۲ ساختمان باید در دو امتداد عمود بر هم، تحت اثر نیروهای زلزله ناشی از مؤلفه‌های افقی شتاب حرکت زمین محاسبه شود. این محاسبه می‌تواند در هر یک از این دو امتداد، به طور مجزا و بدون در نظر گرفتن نیروی زلزله در امتداد دیگر انجام شود؛ لیکن در موارد زیر لازم است امتداد اعمال نیروی زلزله با زاویه مناسبی که حتی المقدور بیشترین اثر را ایجاد می‌کند انتخاب شود، یا از جمع آثار ۱۰۰ درصد نیروی زلزله هر امتداد با ۳۰ درصد نیروی زلزله در امتداد عمود بر آن استفاده گردد.

FEMA 451 **(Federal Emergency Management Agency)**

3.1.6.3 Torsion, Orthogonal Loading, and Load Combinations

There are three possible methods for applying the orthogonal loading rule:

1. Run the response-spectrum analysis with 100 percent of the scaled X spectrum acting in one direction, concurrent with the application of 30 percent of the scaled Y spectrum acting in the orthogonal direction. Use CQC for combining modal maxima. Perform a similar analysis for the larger seismic forces acting in the Y direction.

2. Run two separate response-spectrum analyses, one in the X direction and one in the Y direction, with CQC being used for modal combinations in each analysis. Using a direct sum, combine 100 percent of the scaled X-direction results with 30 percent of the scaled Y-direction results. Perform a similar analysis for the larger loads acting in the Y direction.

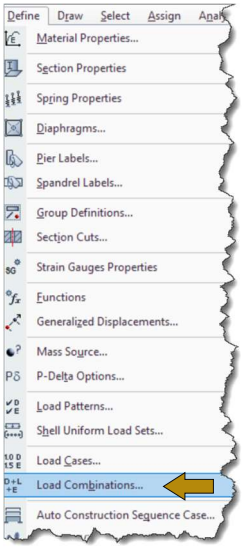
3. Run two separate response-spectrum analyses, one in the X direction and one in the Y-direction, with

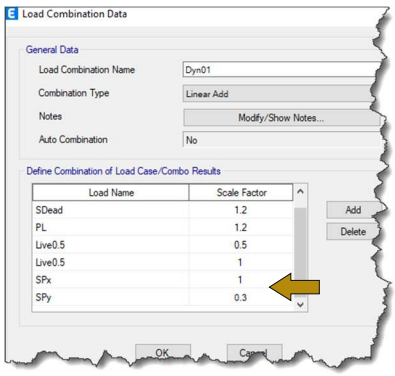
CQC being used for modal combinations in each analysis. Using SRSS, combine 100 percent of the scaled X-direction results with 100 percent of the scaled Y-direction results

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

روش اول: اعمال ۱۰۰-۳۰ در ترکیب بارهای طراحی (استاتیکی و دینامیکی)



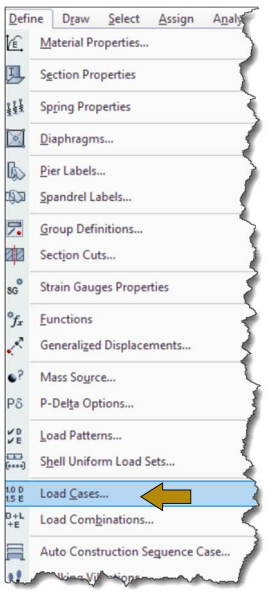


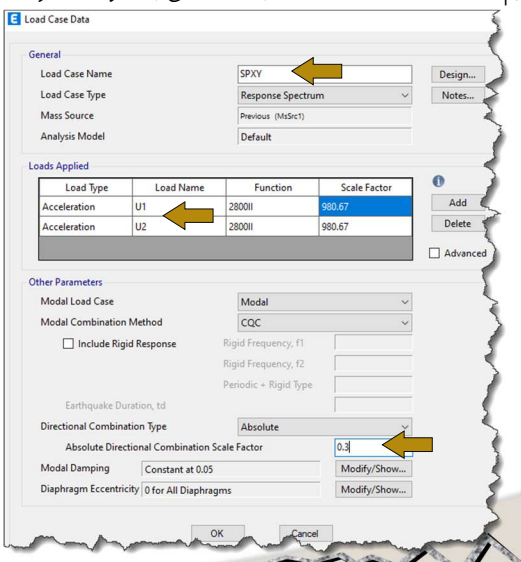
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

روش دوم: اعمال ۱۰۰-۳۰ در حالات بار دینامیکی به صورت همزمان





صفحه ۸۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

ETABS Help:

Absolute Sum Method

This method combines the response for different directions of loading by taking the sum of their absolute values. A scale factor, dirf, is available for reducing the interaction between the different directions. Specify **dirf=1** for a simple absolute sum:

This method is usually over-conservative. Specify 0 < dirf < 1 to combine the directional results by the scaled absolute sum method. Here, the directional results are combined by taking the maximum, over all directions, of the sum of the absolute values of the response in one direction plus **dirf** times the response in the other directions. For example, if **dirf** = 0.3, the spectral response, R, for a given displacement, force, or stress would be:

where:

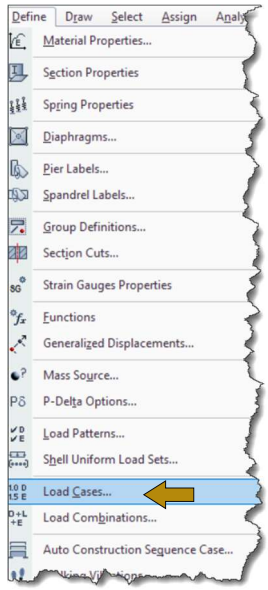
and R1, R2, and R3 are the modal-combination values for each direction.

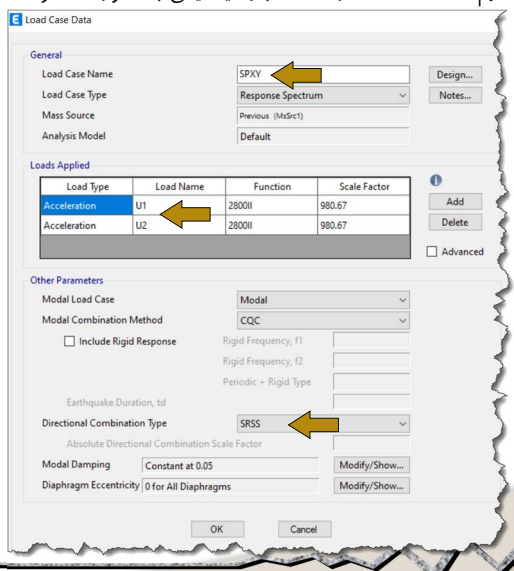
صفحه ۸۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

روش دوم: اعمال SRSS در حالات بار دینامیکی به صورت همزمان





 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

هشدار: کاربر بایستی در بکار بردن روش اول برای ترکیب بارهای تشدید یافته، دقت داشته باشد. در این حالت، برنامه برای هر ترکیب بار، ضرایب بارهای زلزله را برداشته و در آنها ضریب اضافه مقاومت معرفی شده را اعمال می‌کند.

ETABS Help:

The program automatically considers seismic load effects, including overstrength factors (ASCE 2.3.6, 2.4.5, 12.4.3), as special load combinations that are created automatically from each load combination, involving seismic loads. In that case, the horizontal component of the force is represented by E_{mh} and the vertical component of the force is represented by E_v, where

$E_{mh} = \Omega_0 QE$ (ASCE 12.4.3.1)

$Ev = 0.2S_{DS}D$ (ASCE 12.4.2.2)

Effectively, the special seismic combinations for the LRFD provision are

$(1.2 + 0.2S_{DS})DL\ \Omega_0\ Q_E$ (ASCE 2.3.6-6, 12.4.2.2, 12.4.3.1)

$(1.2 + 0.2S_{DS})DL\ \Omega_0\ Q_E + 1.0LL$ (ASCE 2.3.6-6, 12.4.2.2, 12.4.3.1)

$(0.9 - 0.2S_{DS})DL\ \Omega_0\ Q_E$ (ASCE 2.3.6-7, 12.4.2.2, 12.4.3.1)

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای بررسی معافیت ستون محل تقاطع دو یا چند سیستم مقاوم برای اثرات متعامد زلزله

طبق ۲۸۰۰ داریم:

۳-۶-۲ چنانچه بار محوری ناشی از نیروی زلزله نظیر با مؤلفه‌های افقی حرکت زمین در ستون، در هر دو امتداد متعامد ساختمان، کمتر از ۲۰ درصد ظرفیت بار محوری آن ستون باشد، رعایت این ضابطه برای آن ستون ضرورت ندارد.

گام ۱) ترکیب بارهای مطابق جدول زیر ایجاد شود:

ترکیب بارهای مربوط به تحلیل استاتیکی	$(0.2S_{DS})D \pm \rho_x EX$
	$(0.2S_{DS})D \pm \rho_y EY$
ترکیب بارهای مربوط به تحلیل دینامیکی	$(0.2S_{DS})D \pm \rho_x SPX$
	$(0.2S_{DS})D \pm \rho_y SPY$

مولفه قائم — مولفه افقی

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

گام۲) در تنظیمات طراحی قاب فولادی، (View/Revise Preferences) مطابق زیر، ضرایب تقلیل مقاومت، غیر از ضرایب مربوط به مقاومت فشاری و کشش، عدد بسیار بزرگی نظیر 9×10^{20} معرفی شود. در این بررسی گزینه‌های طراحی لرزه‌ای (گزینه ردیف ۲۵ و۲۶) را غیرفعال کنید.

	Item	Value
16	Beta Factor	1.3
17	BetaOmega Factor	1.6
18	Phi(Bending)	9E20
19	Phi(Compression)	0.9
20	Phi(Tension-Yielding)	0.9
21	Phi(Tension-Fracture)	0.75
22	Phi(Shear)	9E20
23	Phi(Shear-Short Webed Rolled I)	9E20
24	Phi(Torsion)	9E20
25	Ignore Seismic Code?	Yes
▶ 26	Ignore Special Seismic Load?	Yes

گام۳) در تنظیمات ترکیب بارهای *طراحی* و در پنجره *Select Design Combo*، ترکیب بارهای ایجاد شده در گام اول را فعال و سایر ترکیب بارها را غیرفعال نمایید. کلیه ستون‌های محل تقاطع دو یا چند سیستم باربر جانبی انتخاب و دستور طراحی اجرا شود. ستون‌هایی که CDR آنها کمتر از 0.2 باشد، از ضابطه ۱۰۰-۳۰ معاف هستند. لیکن ستون‌هایی که DCR آنها بیشتر از 0.2 است، مشمول طراحی تحت ضابطه ۱۰۰-۳۰ خواهند بود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

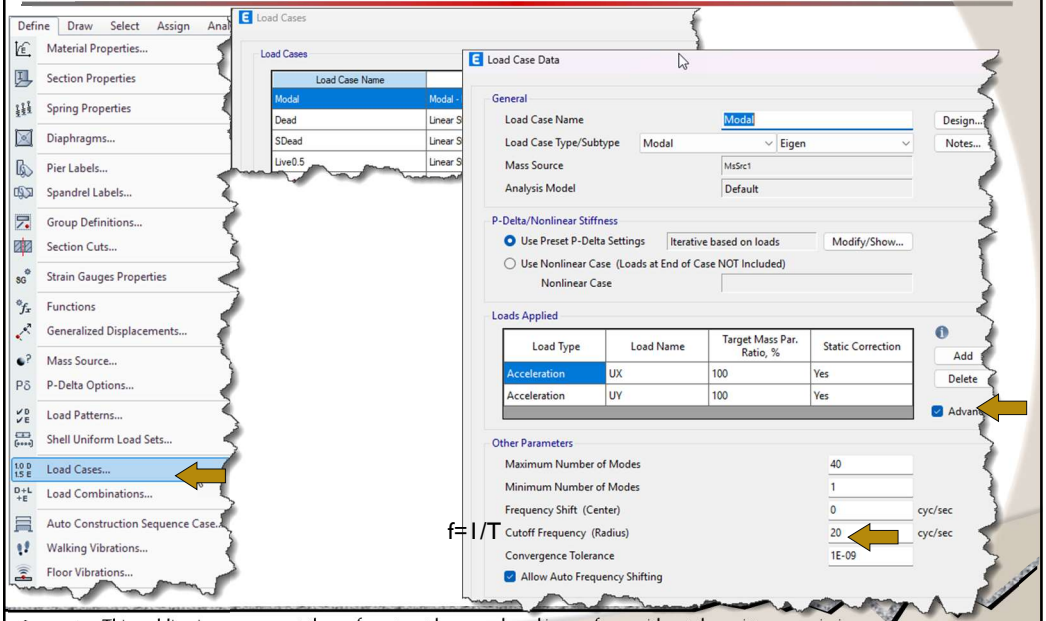
استفاده از ETABS اقناع شرایط تعداد مودهای ارتعاشی براساس ۲۸۰۰

طبق ۲۸۰۰ داریم:

۳-۱۰-۱-۲ به عنوان یک روش جایگزین می‌توان از مدهای کافی برای رسیدن به مشارکت جرمی ترکیبی به میزان ۱۰۰ درصد جرم کل ساختمان استفاده نمود. برای این منظور می‌توان کلیه مدهای با زمان تناوب بیشتر از 0.05 ثانیه را در محاسبات منظور نموده و کلیه مدهای با زمان تناوب کمتر از 0.05 ثانیه را به صورت یک مد جسم صلب با زمان تناوب 0.05 ثانیه و جرمی برابر با مجموع جرم مؤثر کلیه مدهای با زمان تناوب کوچکتر یا مساوی 0.05 ثانیه در نظر گرفت. برای این مد، بازتاب سازه را می‌توان با استفاده از شتاب طیفی متناظر با زمان تناوب 0.05 ثانیه، حاصل از طیف طرح محاسبه نمود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

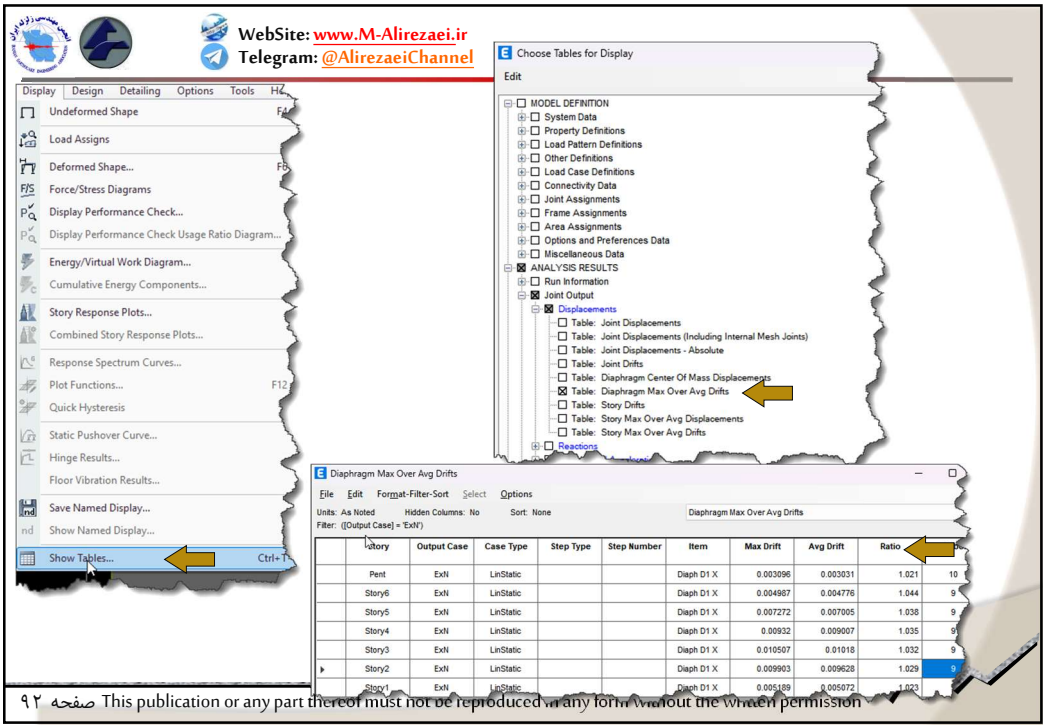
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای بررسی نامنظمی پیچشی براساس ۲۸۰۰

طبق ۲۸۰۰ داریم:

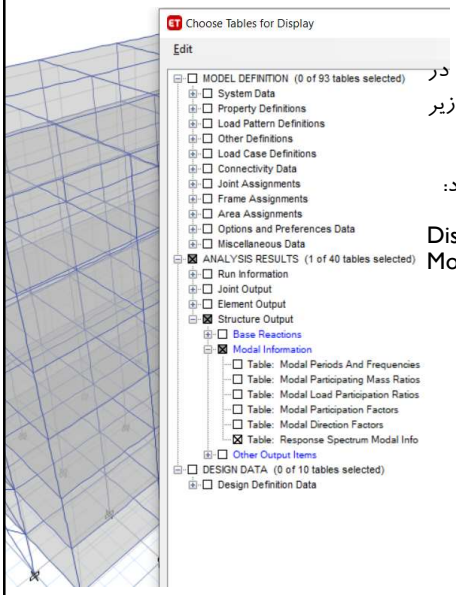
۳-۳-۱-ب، در مواردی که در طبقه‌ای از ساختمان، تغییرشکل پیچشی نسبت به تغییرشکل جانبی، قابل ملاحظه باشد. این موضوع با استفاده از نسبت نامنظمی پیچشی ساختمان، TIR بررسی می‌شود. در هر امتداد، TIR نسبت حداکثر تغییرمکان نسبی در یک انتهای ساختمان در یک طبقه به متوسط تغییرمکان نسبی دو انتهای ساختمان در همان طبقه است که بر مبنای روش تحلیل استاتیکی معادل، با احتساب پیچش تصادفی و منظور نمودن A_i=1.0 محاسبه می‌شود. برای محاسبه TIR می‌توان دیافراگم‌ها را صلب در نظر گرفت. چنانچه نسبت TIR بیش از 1.2 باشد، نامنظمی پیچشی"زیاد" و در مواردی که TIR بیش از 1.4 باشد نامنظمی پیچشی "شدید" محسوب می‌شود. بررسی نامنظمی‌های پیچشی صرفاً در مواردی که دیافراگم‌ها صلب یا نیمه صلب هستند، موضوعیت دارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



روش کنترل نامنظمی پیچشی در تحلیل دینامیکی:

برای این کنترل بایستی مقدار نسبت نامنظمی در هر مود محاسبه و در نهایت با هم ترکیب شوند. گام‌های اساسی برای این مورد بصورت زیر است:

۱- ابتدا ضریب مقیاس برای هر مود نوسانی از مسیر زیر تعیین شود:

Display > Show Tables > Analysis > Structure Output > Modal Information > Response Spectrum Modal Info

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Response Spectrum Modal Info

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None
Filter: None

Response Spectrum Modal Info

SpecCase	ModalCase	Mode	Period sec	DampRatio	U1Acc cm/sec²	U2Acc cm/sec²	U3Acc cm/sec²	U1Amp cm	U2Amp cm	U3Amp cm
Spy	Modal	1	0.954	0.05	0	83.931	0	0	-50.3007	0
Spy	Modal	2	0.873	0.05	0	90.536	0	0	-0.1808	0
Spy	Modal	3	0.612	0.05	0	123.176	0	0	-2.7526	0
Spy	Modal	4	0.272	0.05	0	147.15	0	0	0.0101	0
Spy	Modal	5	0.259	0.05	0	147.15	0	0	3.2058	0

این ضرایب بزرگنمایی مودی برداشت شود.

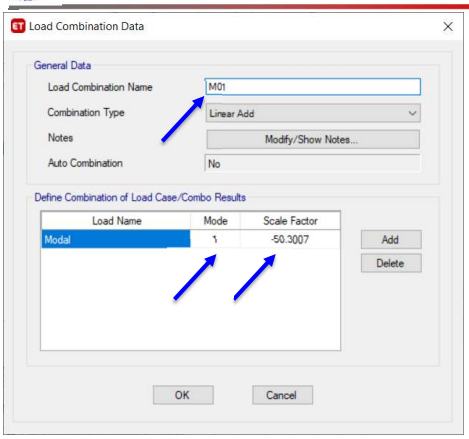
۲- از مسیر زیر، ترکیب بارهایی به تعداد مودهای نوسانی با ضریب بزرگنمایی بدست آمده در گام قبل ایجاد نمایید.

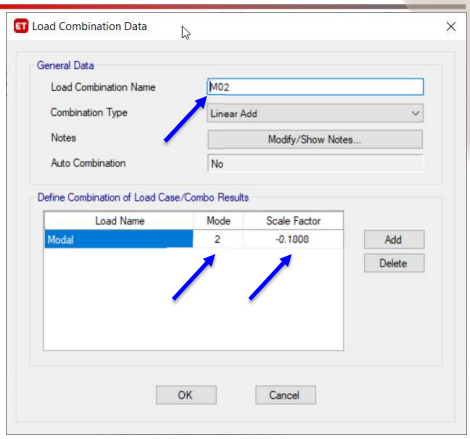
Define > Load Combinations > Add New Combo

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



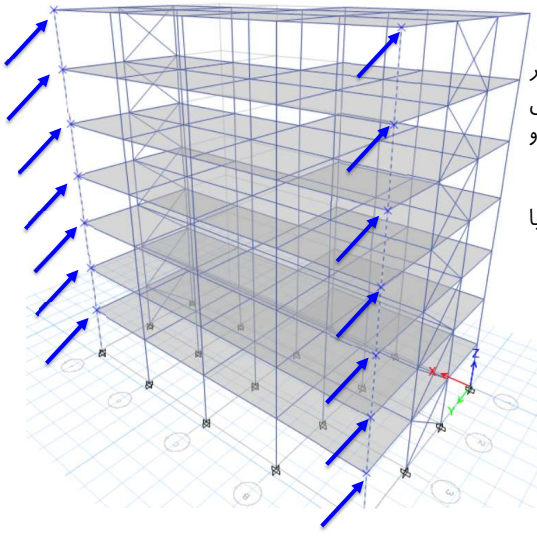


۳- برای هر گره مقدار جابجایی برای هر مورد تعیین شود.

Display > Show Tables > Tables> Analysis > Results> Displacements> Joint Displacements.

صفحه ۹۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



گره‌های دو انتهای سازه در امتداد عمود بر نیروی زلزله را انتخاب کنید.

۴- مقدار جابجایی تحت ترکیب بارهای ساخته شده در گام قبل را بدست آورده و برای هر مود جابجایی نسبی متوسط و حداکثر را بدست آورید. سپس نسبت این دو را برای هر مود محاسبه کنید.

۵- مقدار این نیست برای هر مود را با روش SRSS یا روش‌های دیگر با هم ترکیب کنید:

$$\frac{\sqrt{\left(\frac{D_{max}}{D_{ave}}\right)_1^2 + \left(\frac{D_{max}}{D_{ave}}\right)_2^2 + \cdots}}{\sqrt{number\ of\ modes}} < 1.2\ or\ 1.4$$

صفحه ۹۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

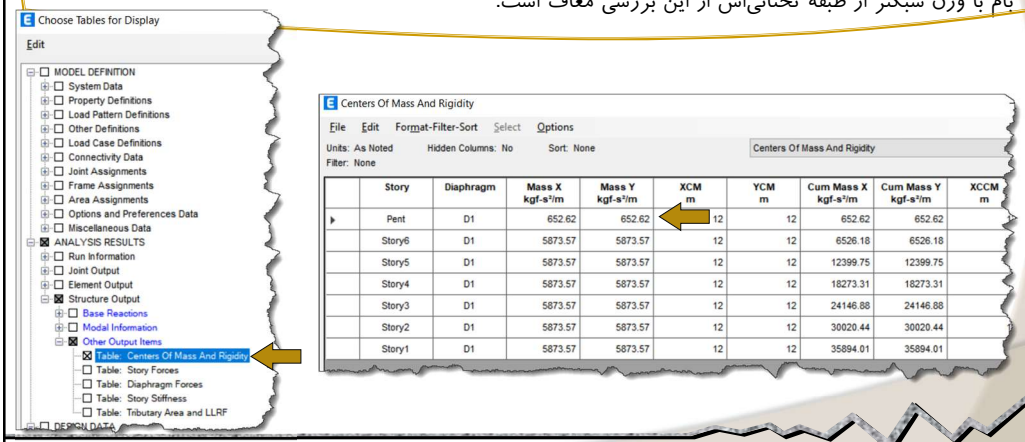
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای بررسی نامنظمی جرمی براساس ۲۸۰۰

طبق ۲۸۰۰ داریم:

۳-۳-۲-ب، جرم طبقه‌ای، بیش از 1.5 برابر جرم هر یک از طبقات مجاورش باشد. جرم طبقه با توجه به ضوابط بند ۳-۷-۴ تعیین می‌شود.

بام با وزن سبکتر از طبقه تحتانی‌اش از این بررسی معاف است.



Story	Diaphragm	Mass X kgf-s²/m	Mass Y kgf-s²/m	XCM m	YCM m	Cum Mass X kgf-s²/m	Cum Mass Y kgf-s²/m	XCCM m
Pent	D1	652.62	652.62	12	12	652.62	652.62	
Story6	D1	5873.57	5873.57	12	12	6526.18	6526.18	
Story5	D1	5873.57	5873.57	12	12	12399.75	12399.75	
Story4	D1	5873.57	5873.57	12	12	18273.31	18273.31	
Story3	D1	5873.57	5873.57	12	12	24146.88	24146.88	
Story2	D1	5873.57	5873.57	12	12	30020.44	30020.44	
Story1	D1	5873.57	5873.57	12	12	35894.01	35894.01	

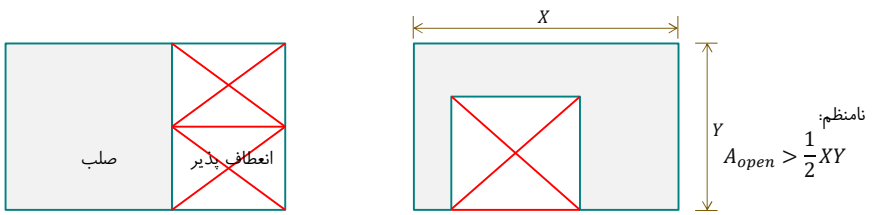
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

استفاده از ETABS برای بررسی نامنظمی دیافراگم براساس ۲۸۰۰

طبق ۲۸۰۰ داریم:

۳-۳-۱-پ، تغییر ناگهانی در سختی دیافراگم به میزان بیش از ۵۰ درصد در یک دهانه نسبت به دهانه مجاور اتفاق افتاده باشد، یا در مواردی که بازشویی با مساحت بیش از ۲۵ درصد مساحت دیافراگم وجود داشته باشد.

Stiffness modifiers for reinforced concrete diaphragms commonly fall in the range of 0.15 to 0.50 when analyzing a building for design-level earthquake demands (Nakaki 2000)

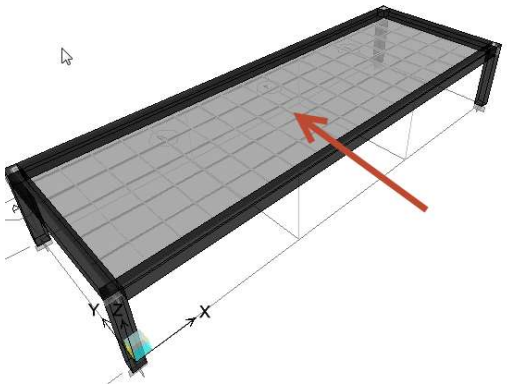


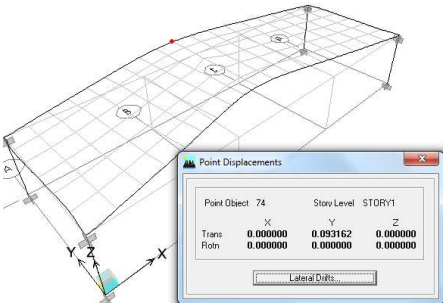
نامنظم:

$$A_{open} > \frac{1}{2}XY$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

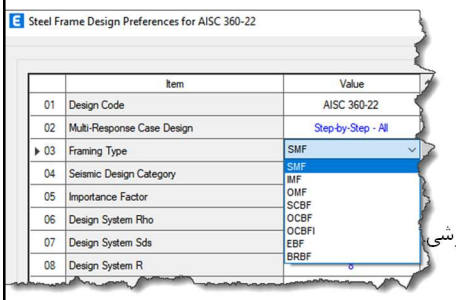
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel





$$K = \frac{100}{0.093} = 1075 \frac{\text{ton}}{\text{cm}}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



استفاده از ETABS برای طراحی سیستم‌های باربر جانبی

پردازنده طراحی سازه‌های فولادی:

سیستم‌های فولادی ۲۸۰۰:

قاب مهاربندی شده همگرای فولادی ویژه

قاب مهاربندی شده همگرای فولادی معمولی

قاب مهاربندی شده واگرای فولادی با تیر پیوند برشی

قاب مهاربندی شده واگرای فولادی با تیر پیوند خمشی یا خمشی-برشی

قاب مهاربندی شده کمانش‌تاب

دیوار برشی فولادی ویژه

قاب مهاربندی شده همگرای مختلط ویژه

قاب مهاربندی شده واگرای مختلط

قاب خمشی فولادی ویژه

قاب خمشی فولادی متوسط

قاب خمشی فولادی معمولی

قاب خمشی خرپایی فولادی ویژه

قاب خمشی مختلط ویژه

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای طراحی سیستم‌های باربر جانبی

پردازنده طراحی سازه‌های بتنی:

سیستم‌های بتنی ۲۸۰۰:

دیوار برشی بتن آرمه همبند شکل‌پذیر

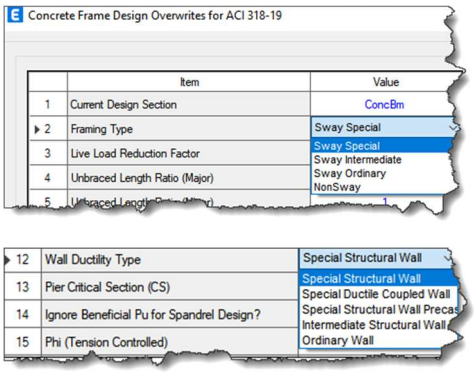
دیوار برشی بتن آرمه ویژه

دیوار برشی بتن آرمه معمولی

قاب خمشی بتن آرمه ویژه

قاب خمشی بتن آرمه متوسط

قاب خمشی بتن آرمه معمولی



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای لحاظ نمودن اثرات ۱۰۰-۳۰ در طراحی فونداسیون براساس ۲۸۰۰

طبق ۲۸۰۰ داریم:

۳-۶-۲، ساختمان باید در دو امتداد عمود بر هم، تحت اثر نیروهای زلزله ناشی از مؤلفه‌های افقی شتاب حرکت زمین محاسبه شود. این محاسبه می‌تواند در هر یک از این دو امتداد، به طور مجزا و بدون در نظر گرفتن نیروی زلزله در امتداد دیگر انجام شود؛ لیکن در موارد زیر لازم است امتداد اعمال نیروی زلزله با زاویه مناسبی که حتی‌المقدور بیشترین اثر را ایجاد می‌کند انتخاب شود، یا از جمع آثار ۱۰۰ درصد نیروی زلزله هر امتداد با ۳۰ درصد نیروی زلزله در امتداد عمود بر آن استفاده گردد.

الف- سازه و شالوده ساختمان‌های دارای نامنظمی در پلان از نوع نامنظمی پیچشی زیاد، پیچشی شدید و سیستم‌های غیر موازی.

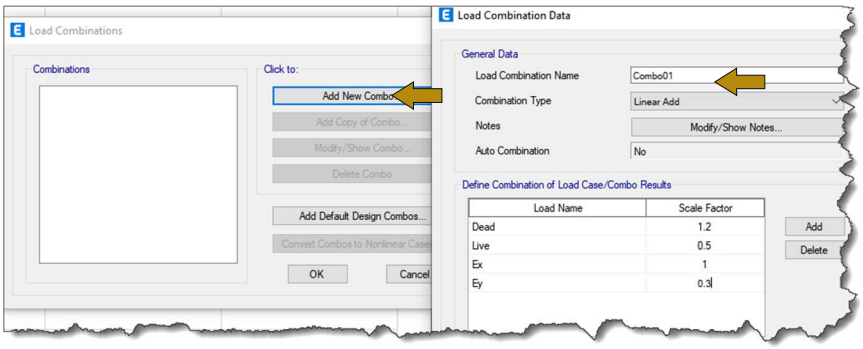
ب- تمامی ستون‌هایی که در محل تقاطع دو یا چند سیستم مقاوم لرزه‌ای قرار دارند و نیز شالوده این اعضا

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

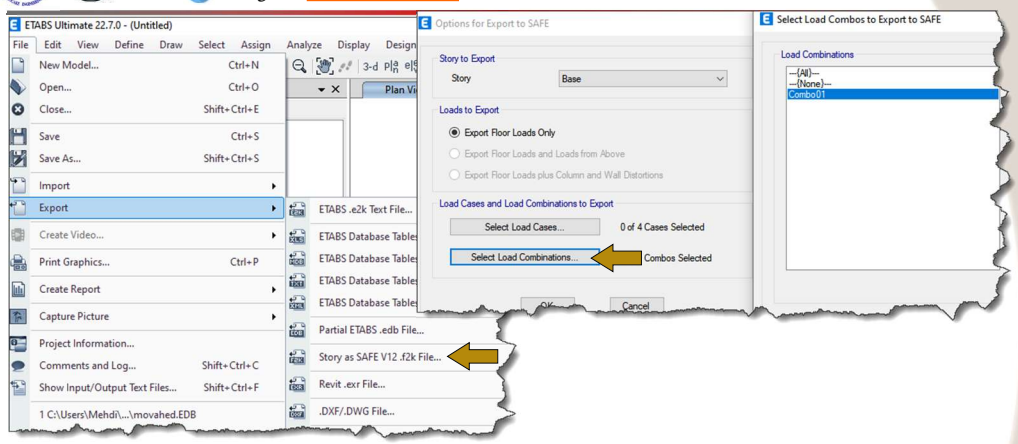
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

۱- در صورت استفاده از تحلیل استاتیکی، کافی است از مسیر زیر، ترکیب بارهای ۱۰۰-۳۰ ایجاد و این ترکیب بارهای طراحی به برنامه SAFE منتقل شوند.

Define menu > Load Combinations



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



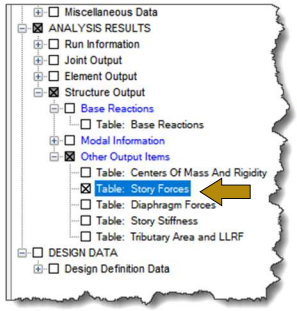
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

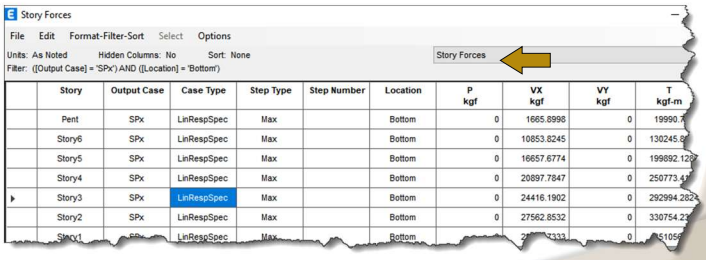
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

۲- در صورت استفاده از تحلیل دینامیکی، کافی است با یک Save as از فایل اصلی، نیروهای استاتیکی نظیر را تحلیل دینامیکی را تولید و به برنامه SAFE منتقل شوند.

برای این منظور برش طبقات ناشی از تحلیل دینامیکی قرائت شده و به صورت User Load و به صورت استاتیکی اعمال شود. حالت بارهای استاتیکی با لحاظ نمودن اثرات ۱۰۰-۳۰ به برنامه SAFE منتقل شود.

Display menu > Show Tables



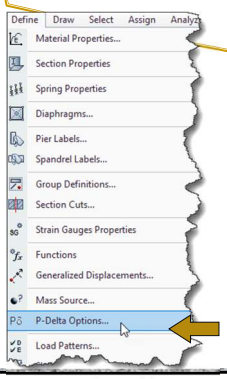


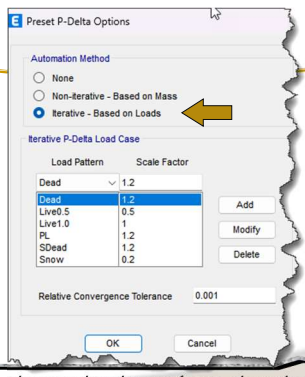
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

استفاده از ETABS برای لحاظ نمودن اثرات P-Delta براساس ۲۸۰۰

طبق ۲۸۰۰ داریم:

۳-۱۶-۱، در نظر گرفتن آثار P-Δ به روش تحلیل مرتبه دوم یا به روش تشدید آثار تحلیل مرتبه اول، در تحلیل تمامی سازه‌ها برای تعیین جابجایی‌های جانبی سازه ضرورت دارد. لحاظ نمودن این آثار در تعیین تلاش‌های داخلی نیز ضروری است، مگر آنکه آیین‌نامه طراحی (مبحث نهم یا دهم مقررات ملی ساختمان) اجازه دهد از آنها در طراحی سازه صرفنظر شود. به منظور تعیین آثار P-Δ می‌توان از روش تقریبی ارائه شده در پیوست (۷) این آیین‌نامه نیز استفاده نمود.



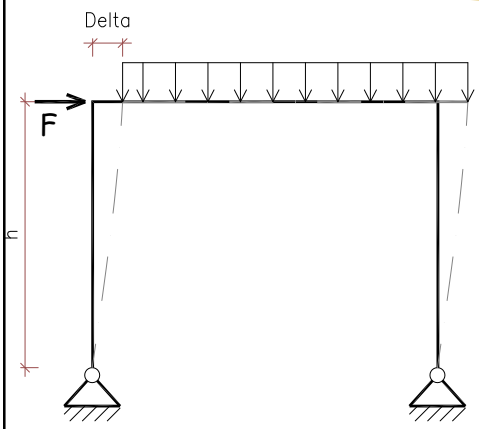


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

۳-۱۶-۱-۱ مقدار شاخص پایداری، θ_i در هر طبقه و در هر امتداد سازه، بر اساس رابطه (۳-۲۸) محاسبه می‌شود. این شاخص نباید از θ_i مطابق رابطه (۳-۲۹) بیشتر باشد؛ در غیر این صورت، احتمال ناپایداری سازه وجود داشته و لازم است در طراحی آن تجدید نظر شود.



$$\theta_i = \frac{P_i \Delta_{eui}}{V_i h_i}$$

$$\theta_{max} = \frac{0.5}{\beta C_d} \leq 0.25$$

P_i : کل بار قائم طراحی از بالاترین طبقه تا طبقه موردنظر (مطابق پیوست ۷)؛ h_i ارتفاع طبقه i؛ Δ_{eui} تغییرمکان جانبی نسبی ارتجاعی طبقه i حاصل از تحلیل خطی مرتبه اول؛ V_i برش طبقه i؛ C_d: ضریب بزرگنمایی تغییر مکان جانبی سازه مطابق جدول (۳-۱)؛ β نسبت برش طبقه به مقاومت جانبی طبقه. مقدار این ضریب را می‌توان بصورت محافظه کارانه برابر با 1.0 در نظر گرفت. همچنین مقدار این ضریب نباید کوچکتر از $1.25/\Omega_0$ در نظر گرفته شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

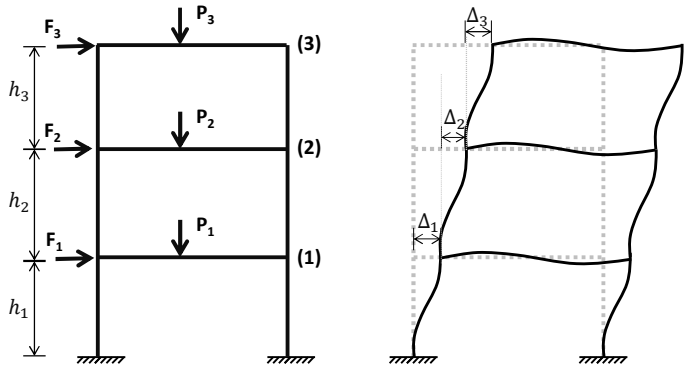
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

برای یک سازه ۳ طبقه مراحل تحلیل مرتبه دوم به صورت زیر است:

Δ_i تغییرمکان نسبی ارتجاعی طبقه iام

P_i و F_i نیروهای وارد بر قاب متناسب با ضرایب بار به کار رفته در ترکیب بارگذاری مورد نظر

k_i سختی طبقه iام



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

براساس تحلیل ارتجاعی مرتبه اول، مقادیر برش طبقات و تغییرمکان جانبی نسبی ارتجاعی برابر است با:

$$V_1^{(1)} = F_1 + F_2 + F_3 \quad \Rightarrow \quad \Delta_1^{(1)} = \frac{V_1}{k_1} = \cdots$$

$$V_2^{(1)} = F_2 + F_3 \quad \Rightarrow \quad \Delta_2^{(1)} = \frac{V_2}{k_2} = \cdots$$

$$V_3^{(1)} = F_3 \quad \Rightarrow \quad \Delta_3^{(1)} = \frac{V_3}{k_3} = \cdots$$

در این روش بعد از تحلیل مرتبه اول، جابجایی طبقات بدست آمده و برش ثانویه حاصل از جابجایی طبقه با برش حاصل از گام قبل جمع شده تا برش طبقه در گام جدید بدست آید. به عبارتی لنگر طبقه تقسیم بر ارتفاع طبقه یک برش جدید بدست می‌دهد:

$$V_1^{(2)} = V_1^{(1)} + \frac{(P_1 + P_2 + P_3) \times \Delta_1^{(1)}}{h_1} = \cdots \quad \Rightarrow \quad \Delta_1^{(2)} = \frac{V_1^{(2)}}{k_1} = \cdots$$

$$V_2^{(2)} = V_2^{(1)} + \frac{(P_2 + P_3) \times \Delta_2^{(1)}}{h_2} = \cdots \quad \Rightarrow \quad \Delta_2^{(2)} = \frac{V_2^{(2)}}{k_2} = \cdots$$

$$V_3^{(2)} = V_3^{(1)} + \frac{(P_3) \times \Delta_3^{(1)}}{h_3} = \cdots \quad \Rightarrow \quad \Delta_3^{(2)} = \frac{V_3^{(2)}}{k_3} = \cdots$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

روند تکرار فوق تا حصول همگرایی مورد نظر پس از m بار تکرار تحلیل الاستیک مرتبه اول ادامه می‌یابد. در نهایت ضریب بزرگنمایی مقاومت خمشی مورد نیاز و تغییر مکان جانبی نسبی ارتجاعی طبقه iام به صورت زیر قابل حصول است:

$$\mu_i = \frac{V_i^{(m)}}{V_i^{(1)}} = \frac{\Delta_i^{(m)}}{\Delta_i^{(1)}}$$

در رابطه فوق μ_i، ضریب بزرگنمایی مقاومت خمشی مورد نیاز و تغییرمکان جانبی نسبی ارتجاعی طبقه iام ناشی از آثار P-Delta،

$\Delta_i^{(1)}$: تغییرمکان جانبی نسبی ارتجاعی طبقه i، ناشی از تحلیل الاستیک مرتبه اول،

$V_i^{(1)}$: برش طبقه iام ناشی از تحلیل الاستیک مرتبه اول

h_i: ارتفاع طبقه iام

بنا به تعریف شاخص پایداری داریم:

$$\theta_i = \frac{(\sum_{r=i}^{n} P_r)\Delta_i^{(1)}}{V_i^{(1)} h_i} = \frac{\Delta M_i^{(2)}}{M_i^{(1)}}$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

بنابراین:

$$M_i^{(2)} = M_i^{(1)} + \Delta M_i^{(2)} = M_i^{(1)} + M_i^{(1)}\theta_i = M_i^{(1)}(1+\theta_i)$$

با توجه به آنکه لنگر خمشی اضافی $\Delta M_i^{(2)}$، خود سبب ایجاد یک تغییرمکان جانبی ارتجاعی اضافی در طبقه iام می‌شود و این تغییر مکان نیز به نوبه خود، آثار P-Δ ایجاد می‌کند، لذا لنگر اضافی جزئی‌تری را ایجاد می‌کند. لنگر طبقه iام در تکرار سوم، برابر با مقدار حاصل از رابطه زیر است:

$$M_i^{(3)} = M_i^{(2)} + \Delta M_i^{(3)} = M_i^{(1)}(1+\theta_i) + \left[M_i^{(1)}\theta_i\right]\theta_i$$

در نهایت لنگر خمشی طبقه iام در تکرار mام برابر با مقدار زیر خواهید بود.

$$M_i^{(m)} = M_i^{(1)}\left(1+\theta_i+\theta_i^2+\theta_i^3+\cdots\right)$$

که یک تصاعد هندسی با قدر نسبت کمتر از یک است و حد آن بصورت زیر خواهد بود:

$$1/(1-\theta_i)$$

بنابراین می‌توان $M_i^{(m)}$ را مطابق رابطه زیر بیان نمود:

$$M_i^{(m)} = M_i^{(1)}\left(\frac{1}{1-\theta_i}\right)$$

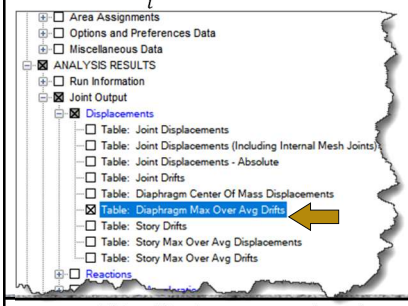
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

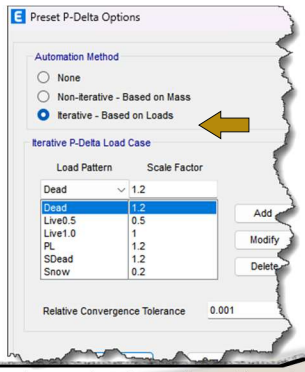
همچنین

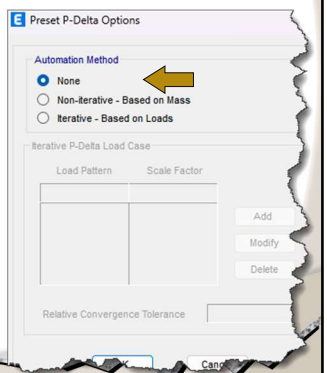
$$\mu_i = \frac{M_i^{(m)}}{M_i^{(1)}} = \frac{V_i^{(m)}}{V_i^{(1)}} = \frac{\Delta_i^{(m)}}{\Delta_i^{(1)}} = \left(\frac{1}{1-\theta_i}\right)$$

بنابراین برای محاسبه شاخص پایداری با استفاده از نرم‌افزار کافی است یکبار جابجایی طبقه iام را بدون در نظر گرفتن اثرات P-Δ ($\Delta_i^{(1)}$) و یکبار نیز با در نظر گرفتن اثرات P-Δ ($\Delta_i^{(m)}$) محاسبه نمود.

$$\theta_i = 1 - \frac{\Delta_i^{(1)}}{\Delta_i^{(m)}}$$





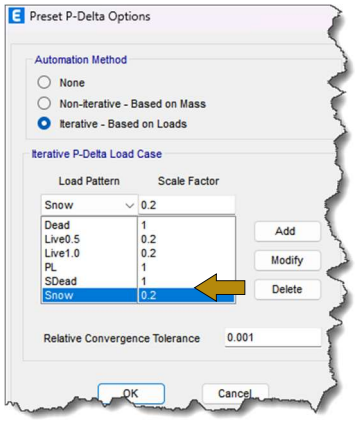


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

برخی ملاحظات در خصوص ضرایب بارهای ثقلی در تحلیل P-Δ:

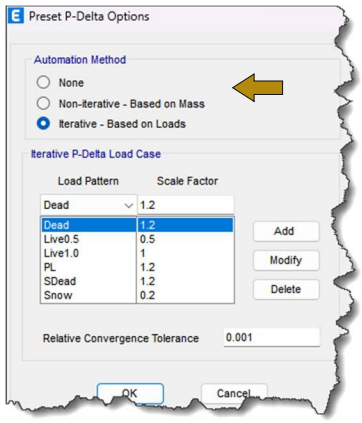
۱- در فایل تعیین دوره تناوب سازه (که معمولا برای کنترل دریفت ایجاد می‌شود) می‌توان به صورت محافظه‌کارانه P-Δ را غیر فعال کرد. یا برای ترکیب بارهای ثقلی از ترکیب بار D+xL+yS استفاده نمود که در آن D بارهای مرده و L بارهای زنده و S بار برف است. ضرایب x و y نیز براساس جدول زیر تعیین شوند.



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

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

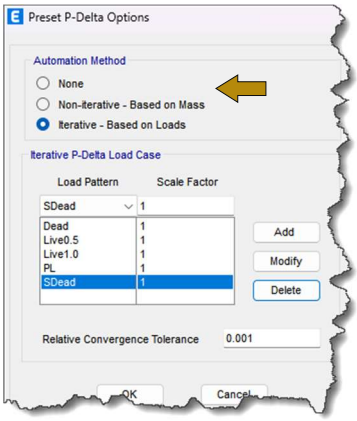
۲- به منظور تعیین مقاومت‌های مورد نیاز اعضا تحت زلزله طرح، آثار مرتبه دوم می‌تواند به طور محافظه‌کارانه براساس بزرگ‌ترین ضرایب بارهای مرده و زنده طبقات و نیز بار برف بام در ترکیب‌های بارگذاری شامل نیروی زلزله طرح، در نظر گرفته شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

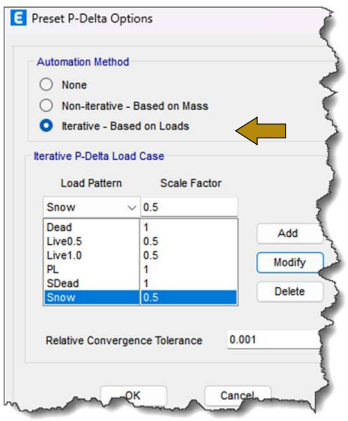
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

۳- برای تعیین تغییرمکان‌های جانبی و همچنین تعیین شاخص پایداری طبقات، لازم نیست مقادیر ضرایب بار، بیش از 1.0 در نظر گرفته شود:



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

۳- برای تعیین تغییرمکان‌های جانبی و مقاومت مورد نیاز اعضا، تحت زلزله سطح بهره‌برداری، آثار مرتبه دوم می‌تواند به صورت محافظه‌کارانه براساس بزرگترین ضرایب بارهای مرده و زنده طبقات و نیز بار برف بام در ترکیب بارگذاری شامل نیروی زلزله سطح بهره‌برداری در نظر گرفته شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای کنترل دریفت سازه براساس ۲۸۰۰

طبق ۲۸۰۰ داریم:

۳-۱۲-۱، تغییرمکان جانبی نسبی ارتجاعی هر طبقه، Δ_{eu} بر مبنای اختلاف بین تغییر مکان‌های جانبی کلی مراکز جرم کف‌های بالا و پایین آن طبقه و بر اساس یکی از روش‌های تحلیل خطی محاسبه می‌شود؛ لیکن در ساختمان‌های دارای نامنظمی پیچشی زیاد و شدید، محاسبه تغییرمکان جانبی نسبی ارتجاعی هر طبقه باید بر مبنای بیشترین اختلاف بین تغییر مکان‌های جانبی گره‌های قرارگرفته در یک امتداد قائم در کف‌های بالا و پایین آن طبقه، که در محل محورهای کناری ساختمان قرار دارند، انجام شود. برای محاسبه Δ_{eu} طبقات، علاوه بر نیروهای ناشی از اثر مؤلفه افقی شتاب زلزله باید بارهای ثقلی بر طبق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و آثار P-Δ مطابق بند ۳-۱۶-۱ در نظر گرفته شود.

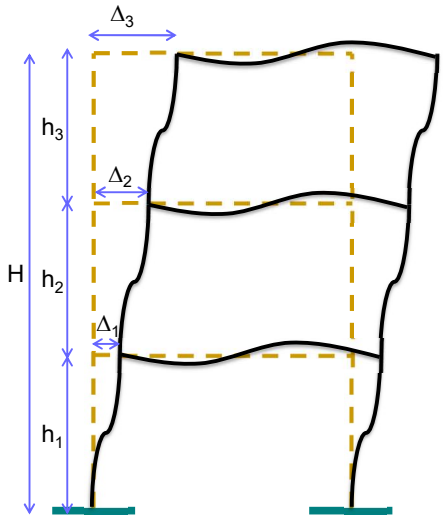
۳-۱۲-۲ در هر یک از امتدادهای ساختمان، تغییرمکان جانبی نسبی غیر ارتجاعی هر طبقه تحت اثر زلزله طرح، از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta_M = \frac{C_d . \Delta_{eu}}{I_e}$$

در رابطه فوق:

Δ_M تغییرمکان جانبی نسبی غیر ارتجاعی طبقه در امتداد موردنظر، تحت اثر زلزله طرح؛ C_d ضریب بزرگنمایی تغییر مکان جانبی مطابق جدول ۳-۱؛ Δ_{eu} تغییرمکان جانبی نسبی ارتجاعی طبقه در امتداد موردنظر، تحت اثر زلزله طرح، حاصل از تحلیل خطی (بندهای ۳-۹ یا ۳-۱۰-۱-۴-۲ یا ۳-۱۰-۲-۶-۴)؛ I_e ضریب اهمیت ساختمان، مطابق بند ۳-۹-

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



رانش کلی:

$$Total\ Drift = \Delta_3$$

رانش نسبی بین طبقه:

$$Inter - Story\ Drift = \Delta_2 - \Delta_1$$
$$Inter - Story\ Drift = \Delta_3 - \Delta_2$$

شاخص رانش کلی

$$Total\ Drift\ Index = \frac{\Delta_3}{H}$$

شاخص رانش نسبی بین طبقه

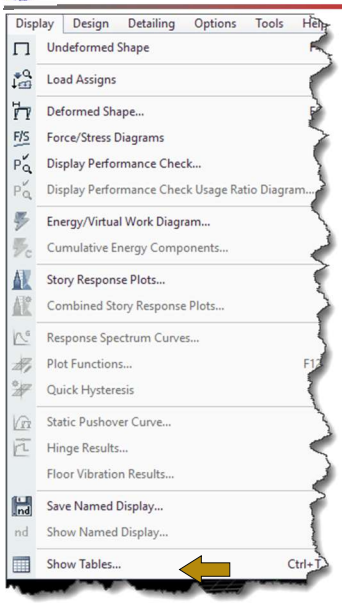
$$Inter - Story\ Drift\ Index = \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{h_2}$$

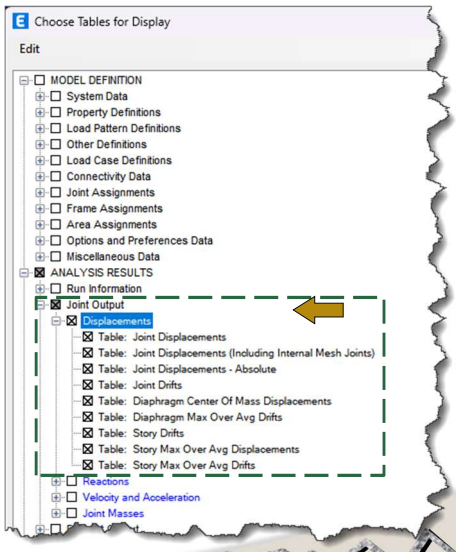
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

نکته اول: نحوه کنترل دریفت:



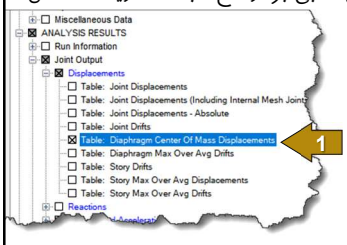


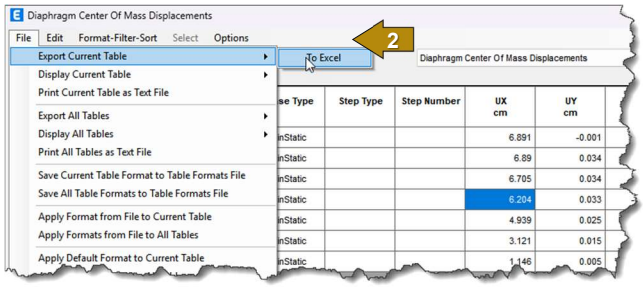
صفحه ۱۱۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

نکته دوم: در خصوص کنترل جابجایی در مرکز جرم:

راهکار اول: استفاده از مسیر زیر و قرائت گزینه نشان داده شده و در نهایت اکسپورت جابجایی در مراکز جرم در اکسل و تقسیم جابجاییهای نسبی (تفریق جابجایی مطلق طبقات از هم) و تقسیم جابجایی نسبی بر ارتفاع طبقه تا دریفت حاصل شود.

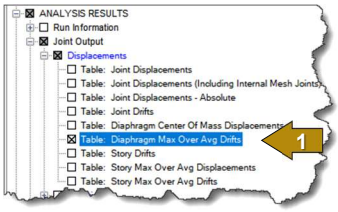




صفحه ۱۲۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

راهکار دوم: استفاده از مسیر زیر و قرائت گزینه میانگین جابجایی دیافراگم است. این روش تقریبی است.



Diaphragm Max Over Avg Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Diaphragm Max Over Avg Drifts

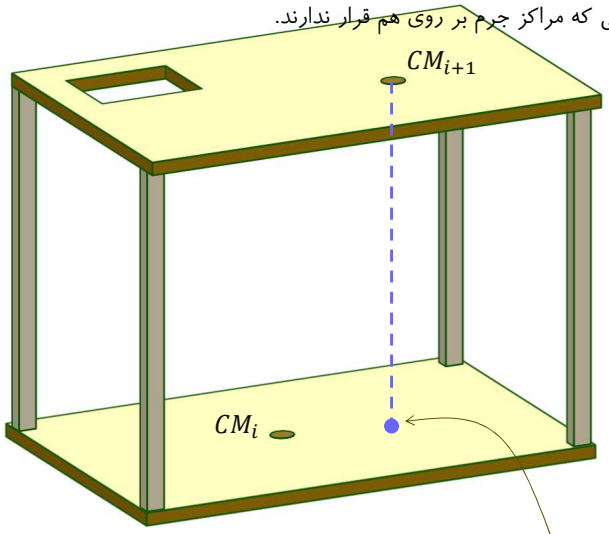
Filter: ([Output Case] = 'Ex')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Item	Max Drift	Avg Drift
Pent	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.000241	0.00024
Story6	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.000628	0.00062
Story5	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.001694	0.001664
Story4	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.004181	0.003983
Story3	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.006441	0.006016
Story2	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.00705	0.006651
Story1	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.004018	0.003804

2

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

نکته سوم: در خصوص کنترل جابجایی در حالتی که مراکز جرم بر روی هم قرار ندارند.

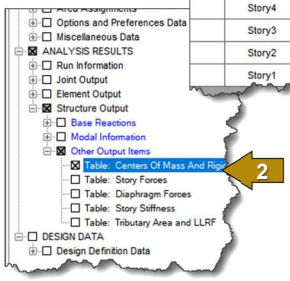


تصویر قائم مرکز جرم طبقه بالا بر روی طبقه پایین

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

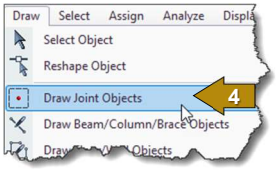
راهکار اول: برای اعمال این مورد، می‌توان از مسیر زیر ابتدا محل مرکز جرم طبقات را قرائت نمود. با داشتن مختصات C_{m+1} می‌توان یک گره با همان مختصات در تراز C_m تولید کرد.

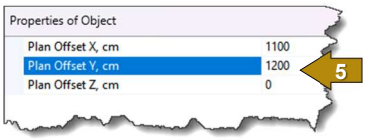


	Story	Diaphragm	Mass X kgf-s²/m	Mass Y kgf-s²/m	XCM m	YCM m
▸	Pent	D1	652.62	652.62	12	12
	Story6	D1	4568.33	4568.33	10.8571	14.2857
	Story5	D1	4568.33	4568.33	10.8571	14.2857
	Story4	D1	4568.33	4568.33	10.8571	14.2857
	Story3	D1	5220.95	5220.95	11	12
	Story2	D1	5220.95	5220.95	11	11
	Story1	D1	5220.95	5220.95	11	13

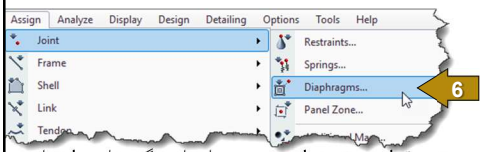
3

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

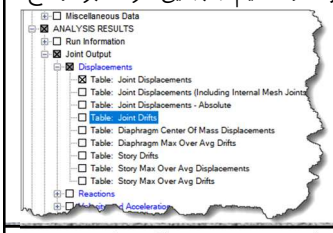




سپس گره ایجاد شده را به دیافراگم می‌بندیم. برای این کار گره انتخاب شده، و از مسیر نشان داده شده زیر اقدام شود:



بعد از تحلیل و انتخاب گره‌های ترسیمی در طبقات، دریف از مسیر زیر قرائت شود. از تقسیم جابجایی گره‌ها بر ارتفاع طبقه، دریفت طبقات بدست می‌آید.

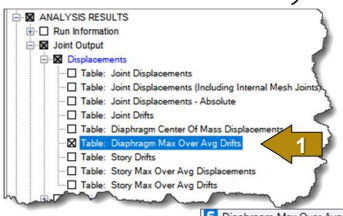


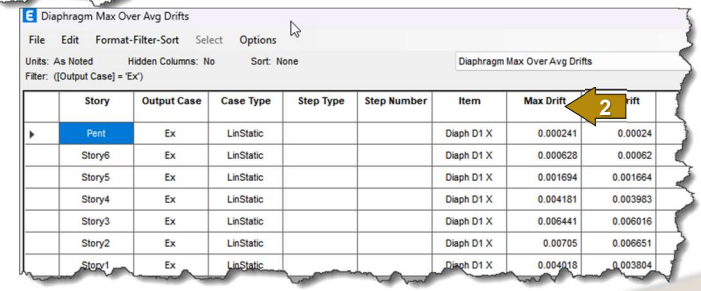
راهکار دوم، انتخاب یک گره نزدیک مختصات مورد نظر برای کنترل دریفت است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

نکته چهارم: در خصوص کنترل جابجایی در لبه‌های خارجی طبقات:
برای کنترل این مورد می‌توان از مسیر زیر اقدام نمود و جابجایی حداکثر را قرائت کرد





Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Item	Max Drift	rift
Pent	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.000241	0.00024
Story6	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.000628	0.00062
Story5	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.001694	0.001664
Story4	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.004181	0.003983
Story3	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.006441	0.006016
Story2	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.00705	0.006651
Story1	Ex	LinStatic			Diaph D1 X	0.004018	0.003804

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۱۲۵

استفاده از SAP2000 برای بررسی نامنظمی مقاومت جانبی براساس ۲۸۰۰

طبق ۲۸۰۰ داریم:

۳-۳-۲-ت، در مواردی که طبقه‌ای از ساختمان، ضعیف یا خیلی ضعیف باشد. چنانچه مقاومت جانبی طبقه از ۸۵ درصد مقاومت جانبی طبقه روی خود کمتر باشد، «طبقه ضعیف» و اگر از ۶۵ درصد مقاومت جانبی طبقه روی خود کمتر باشد، »طبقه خیلی ضعیف» نامیده می‌شود.

به منظور بررسی این نامنظمی، می‌توان مقاومت جانبی طبقه را با انجام یک تحلیل غیرخطی و با اعمال یک نیروی جانبی به سقف طبقه موردنظر، در شرایطی که کف طبقه، بدون حرکت انتقالی جانبی در نظر گرفته شده است، محاسبه نمود. همچنین می‌توان این مقاومت را برمبنای روش‌های مبتنی بر فرض مکانیزم‌های طبقه‌ای متناسب با رفتار سیستم مقاوم لرزه‌ای ساختمان محاسبه نمود.

توجه: «سختی» از تحلیل الاستیک به‌دست می‌آید؛ «مقاومت» از ظرفیت اجزا یا پوش‌آور
توجه: مقاومت جانبی طبقه، مفهومی پیچیده بوده که وابسته به رفتار غیرخطی و مکانیزم‌های خرابی در سازه است.

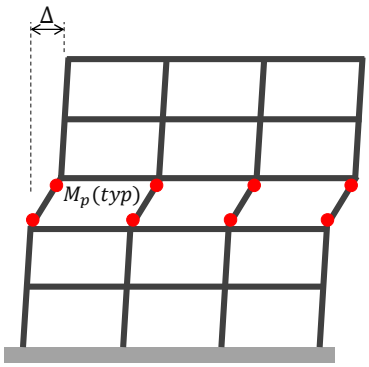
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۱۲۶

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

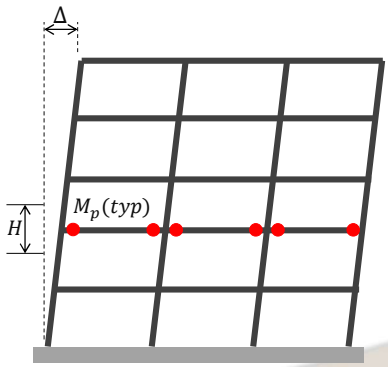
روش مکانیزم طبقه:

در شکل (الف) یک مکانیزم ستونی (column mechanism) فرض شده است. این مکانیزم وقتی رخ می‌دهد که ستون‌ها نسبت به تیرها ضعیف باشند. چنین وضعیتی در قاب خمشی ویژه فولادی یا بتنی مجاز نیست (اصل ستون قوی–تیر ضعیف).

در شکل (ب) مکانیزم تیر (beam mechanism) نشان داده شده است. در واقع این حالت نادرست است، چون یک «مکانیزم تک‌طبقه» با مفصل‌های پلاستیک فقط در تیرها شکل نمی‌گیرد مگر اینکه در همه‌ی تیرها و همه‌ی طبقات هم‌زمان رخ دهد. همچنین اگر ستون‌ها در پای خود گیردار باشند، لولاهای پلاستیک باید هم‌زمان در پای ستون‌ها هم ایجاد شوند.



قاب خمشی (مکانیزم طبقه)



قاب خمشی (مکانیزم تیر)

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

اگر مکانیزم ستون شکل بگیرد:

$$V_{yi} = \frac{2\sum_{k=1}^{m} M_{pCk}}{H}$$

اگر مکانیزم تیر شکل بگیرد:

$$V_{yi} = \frac{2\sum_{j=1}^{n} M_{pGj}}{H}$$

که در آن:

m تعداد ستون‌ها، M_{pCk}، مقاومت خمیری ستون k تحت بارگذاری، n تعداد دهانه‌ها، M_{pGj}، مقاومت خمیری تیر j و H ارتفاع طبقه است.

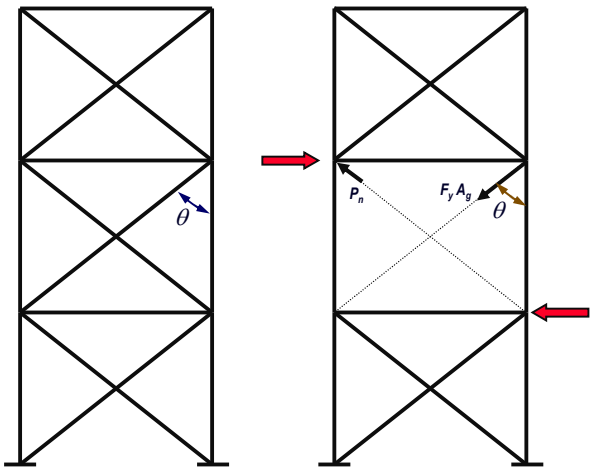
توجه: در محاسبات مربوط به ظرفیت ستون‌ها، اثر نیروی محوری باید در نظر گرفته شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

برای قاب‌های مهاربندی‌شده، مقاومت طبقه عمدتاً به موارد زیر بستگی دارد:

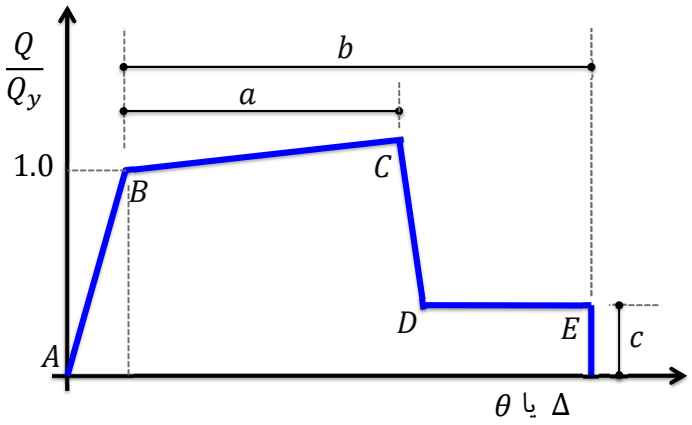
- آرایش و پیکربندی مهاربند،
- مقاومت محوری مهاربند،
- زاویه‌ی مهاربند θ مهاربند (زاویه نسبت به افق)



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

روش تحلیل غیرخطی:

تعریف منحنی رفتاری برای مقاطع سازه‌ای: در روش‌های غیرخطی، مدلسازی سازه بر اساس رابطه نیرو-تغییرشکل قطعات که به صورت روابطی غیرخطی بیان می‌شوند، انجام می‌گردد. در شکل زیر، رابطه نیرو-تغییرشکل برای استفاده در تحلیل غیرخطی نشان داده شده است:



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

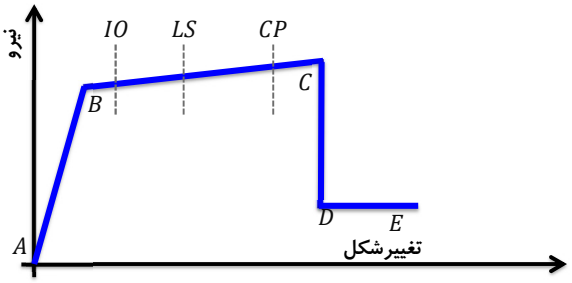
نقطه A: شروع منحنی و در مبدا است.

نقطه B: نقطه تسلیم را نشان میدهد. بدون توجه به تغییرشکل معرفی شده برای نقطه B، هیچ تغییرشکلی در مفصل تا قبل از رسیدن به نقطه B اتفاق نمی افتد. از A تا B در محدوده ارتجاعی است.

نقطه C: نشان دهنده ظرفیت نهایی بوده ولیکن می‌توانید شیب خط C تا D را نیز مثبت تعریف نمایید.

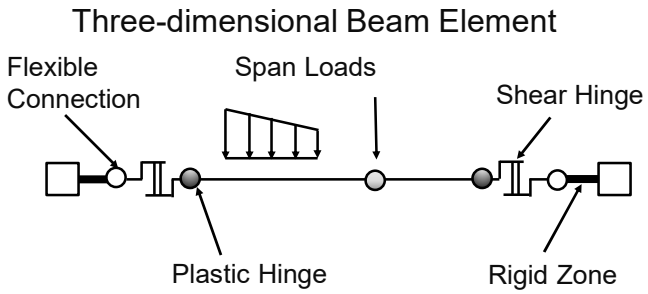
نقطه D: نشان دهنده مقاومت پس ماند بوده ولیکن میتوانید شیب خط D تا E را نیز مثبت تعریف نمایید.

نقطه E: نشان دهنده گسیختگی کل برای تحلیل بوده ولیکن میتوان مقاومت را بدون افت تعریف نمود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

کاربر با معرفی تعداد زیادی مفصل می‌تواند توزیع پلاستیسته شدن در طول المان را بصورت تقریبی در نظر بگیرد. برای مثال می‌توان ده مفصل غیرخطی در فواصل نسبی 0.05، 0.15، 0.25 تا مثلا 0.95 در طول عضو معرفی کرد. البته توجه داشته باشید که معرفی تعداد زیاد مفصل در صورتی که به مرحله تسلیم هم نرسند، باعث صرف زمان زیادی در انجام تحلیل خواهد شد.

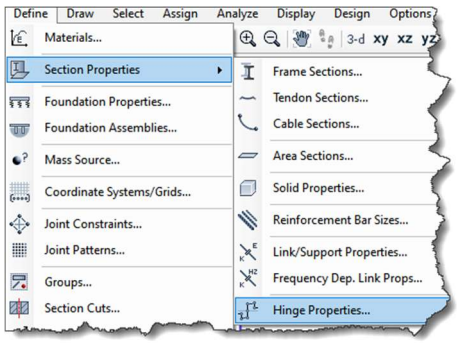


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

با استفاده از مسیر Define menu > Section Properties > Hinge Properties جهت تعریف مفاصل پلاستیک اقدام نمایید.



صفحه ۱۳۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

ایجاد یک مفصل جدید

ایجاد یک مفصل جدید با کپی از مشخصات یک مفصل موجود

تغییر مشخصات مفصل موجود

حذف مفصل انتخاب شده

در صورت انتخاب مشخصات مفصل تعریف شده به صورت جدول بندی در ۵ ستون مطابق اسلاید بعدی، نمایش داده میشود.

مفاصل خودکار تولید شده توسط برنامه را نشان میدهد.

صفحه ۱۳۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

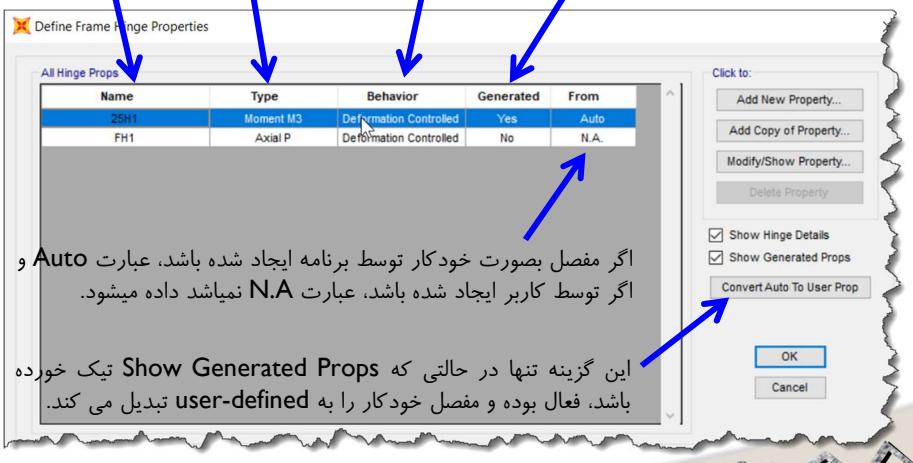
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

نام مفصل

نوع مفصل (خمشی، برشی، محوری و ...)

رفتار مفصل (کنترل شونده توسط نیرو یا تغییرمکان)

اگر Yes باشد، یعنی مفصل بصورت خودکار ایجاد شده و
اگر No باشد، یعنی توسط کاربر ایجاد شده است.



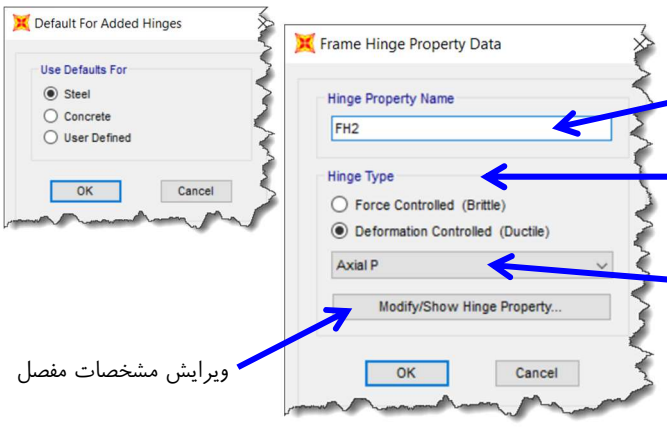
اگر مفصل بصورت خودکار توسط برنامه ایجاد شده باشد، عبارت Auto و
اگر توسط کاربر ایجاد شده باشد، عبارت N.A نمایاشد داده میشود.

این گزینه تنها در حالتی که Show Generated Props تیک خورده باشد، فعال بوده و مفصل خودکار را به user-defined تبدیل می کند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

با کلیک بر روی Add New Property یک مفصل جدید ایجاد کنید.



نامگذاری مفصل، یا آن را قبول یا اینکه نام دلخواه را وارد کنید.

نوع مفصل (کنترل شونده توسط نیرو یا تغییرمکان)

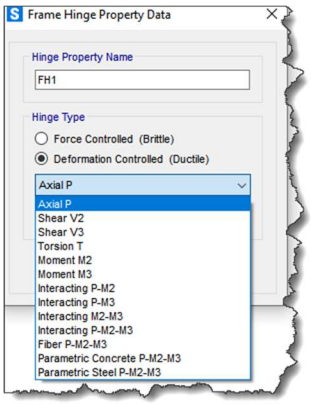
نوع تلاش مورد نظر برای ایجاد مفصل

ویرایش مشخصات مفصل

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

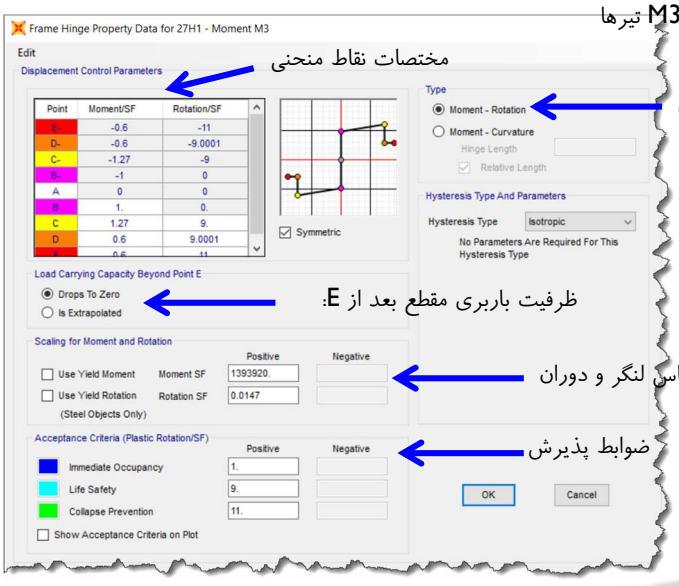
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

انواع مفاصل غیرخطی قابل تعریف در برنامه:



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

یک نمونه از پنجره تعریف مفصل برای M3 تیرها



مختصات نقاط منحنی

نوع مفصل (لنگر-دوران)

ظرفیت باربری مقطع بعد از E:

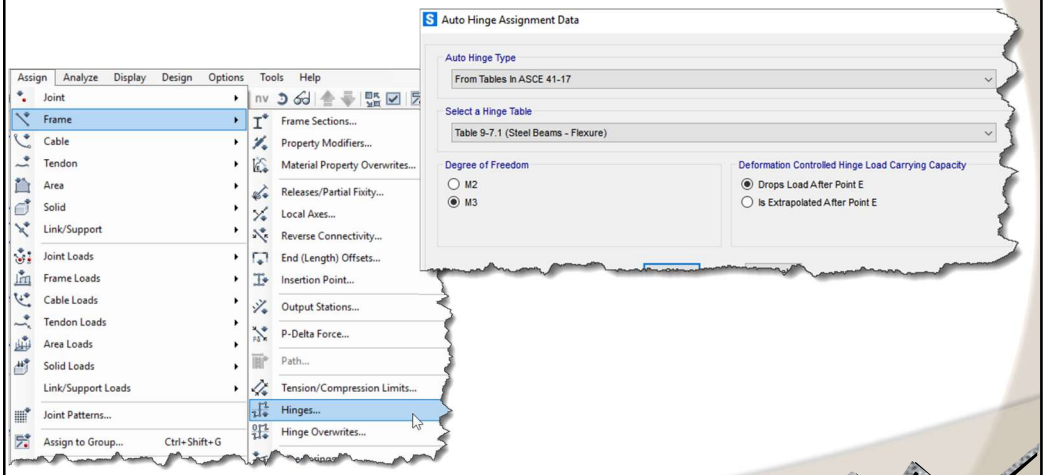
مقیاس لنگر و دوران

ضوابط پذیرش

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

اختصاص مفاصل به المان‌ها: ابتدا بایستی المان‌های مورد نظر را انتخاب و از مسیر Assign menu > Frame > Hinges اقدام نمایید تا پنجره Frame Hinge Assignments ظاهر شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

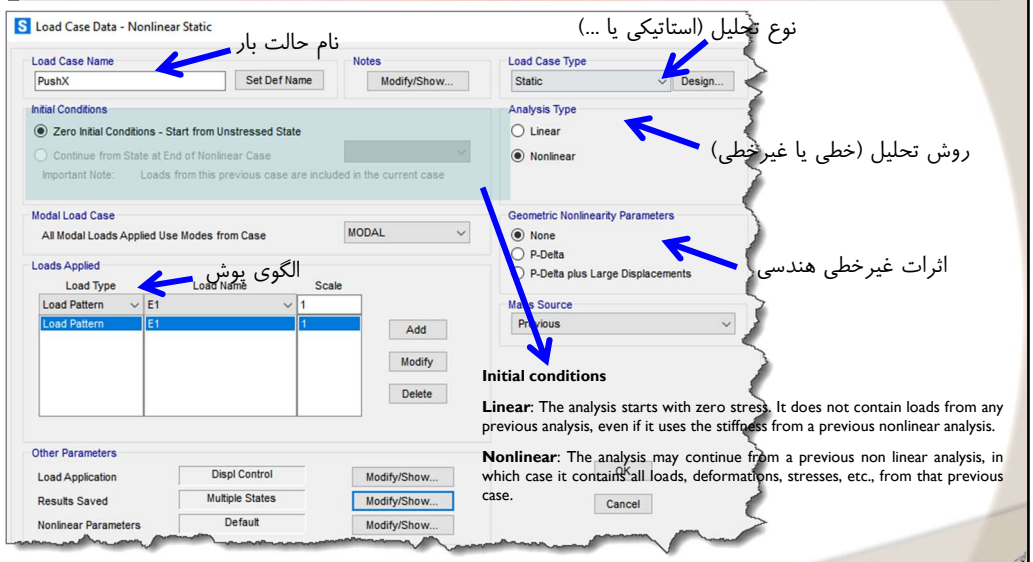
تعریف حالات بار غیرخطی در برنامه SAP2000:

تعریف منحنی رفتاری برای مقاطع سازه‌ای: در روش‌های غیرخطی، مدلسازی سازه بر اساس رابطه نیرو-تغییرشکل قطعات که به صورت روابطی غیرخطی بیان می‌شوند، انجام می‌گردد. در شکل زیر، رابطه نیرو-تغییرشکل برای استفاده در تحلیل غیرخطی نشان داده شده است:

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

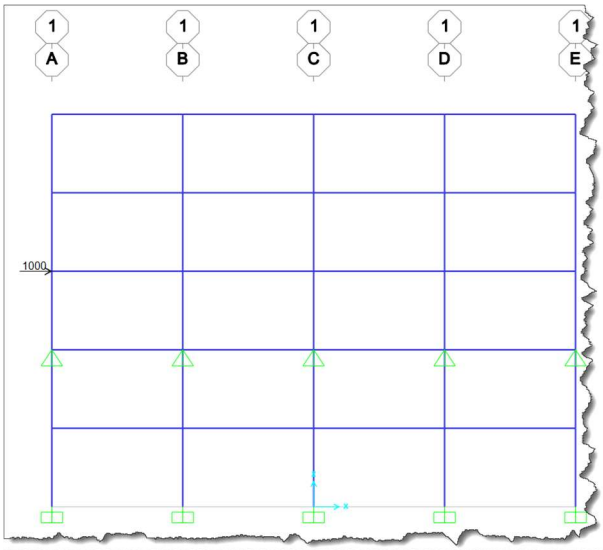
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



صفحه ۱۴۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

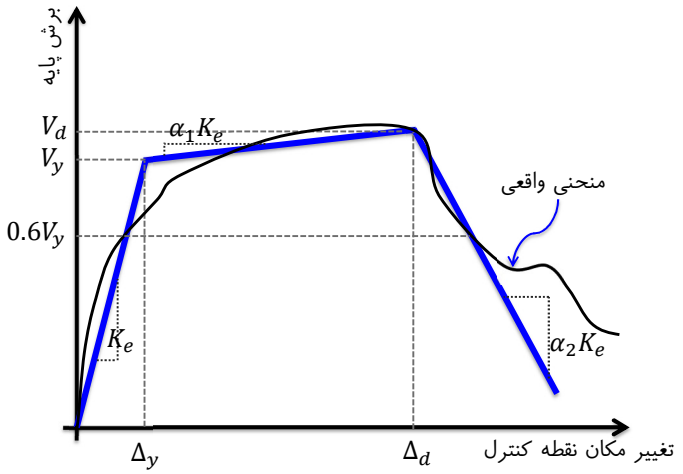
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



صفحه ۱۴۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

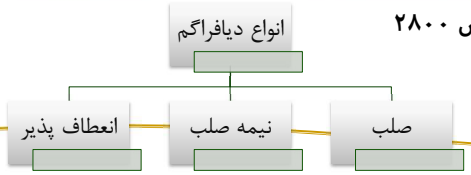
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

در نهایت باید ظرفیت طبقه تعیین شود. برای این منظور منحنی ظرفیت طبقه باید چند خطی شود. برنامه SAP2000 قابلیت تعیین V_y را دارد.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

استفاده از ETABS برای بررسی صلبیت دیافراگم براساس ۲۸۰۰



طبق ۲۸۰۰ داریم:

۳-۱۳-۱-۱، در دیافراگم‌های صلب، تغییرشکل داخل صفحه دیافراگم در مقایسه با تغییر مکان جانبی نسبی عناصر قائم مقاوم لرزه‌ای، کوچک و قابل صرفنظرکردن است. درصورتیکه تحت اثر نیروهای جانبی زلزله، تغییر مکان کلیه نقاط دیافراگم در مدل تحلیلی که در آن سختی داخل صفحه دیافراگم لحاظ گردیده، نسبت به مدل تحلیلی که در آن دیافراگم به صورت صلب مدل شده، کمتر از ۱۰ درصد اختلاف داشته باشد می‌توان دیافراگم را صلب در نظر گرفت.

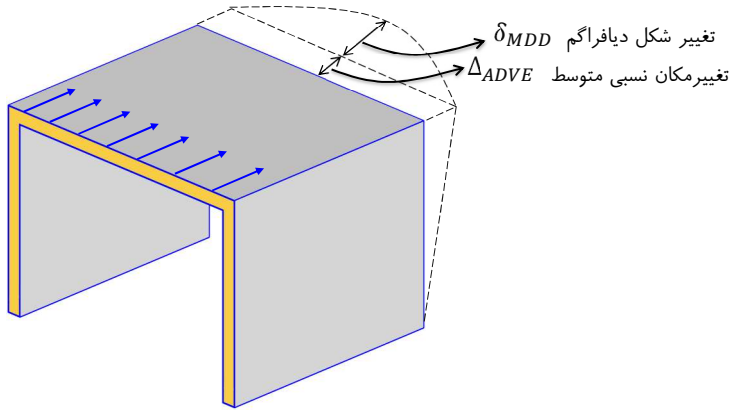
۳-۱۳-۱-۲ در دیافراگم‌های نرم، تغییرشکل داخل صفحه دیافراگم در مقایسه با تغییر مکان جانبی نسبی عناصر قائم مقاوم لرزه‌ای قابل ملاحظه است. درصورتیکه دیافراگم، مطابق ضوابط بند ۳-۱۳-۱-۱ صلب محسوب نشود و نیز رابطه زیر برقرار باشد، دیافراگم نرم محسوب می‌شود:

$$\frac{\delta_{MDD}}{\Delta_{ADVE}} > 2.0$$

δ_{MDD} حداکثر تغییرشکل داخل صفحه دیافراگم در دهانه موردنظر، ناشی از نیروهای جانبی زلزله که مطابق بند ۳-۹ محاسبه شده است؛ Δ_{ADVE} متوسط تغییر مکان جانبی نسبی ارتجاعی عناصر قائم مقاوم لرزه‌ای طرفین دهانه موردنظر دیافراگم در طبقه موردنظر، ناشی از نیروهای جانبی زلزله مطابق بند ۳-۹.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

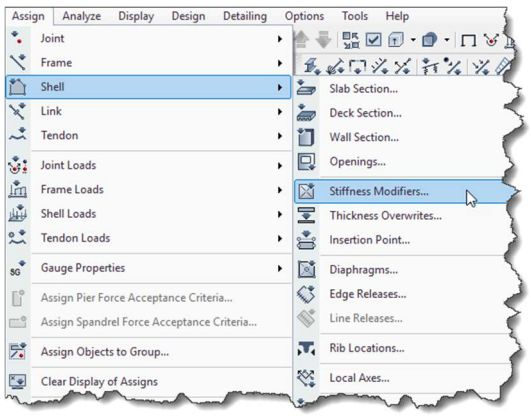


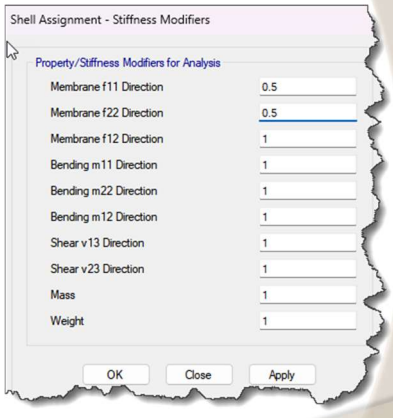
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

توجه: در تعیین جابجایی دیافراگم ۵۰٪ ممان اینرسی مقطع آن باید استفاده شود.

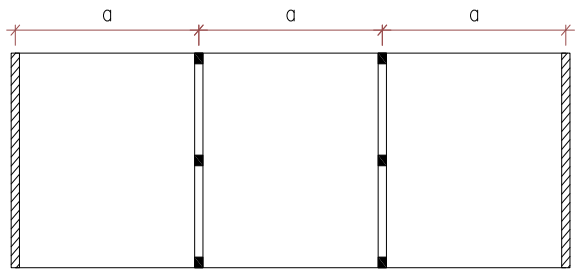
SEAOC: When checking diaphragm deflections, cracked section properties (50% Ig) should be used.

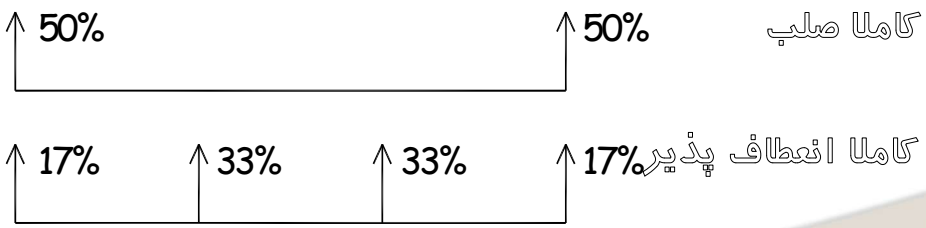




 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

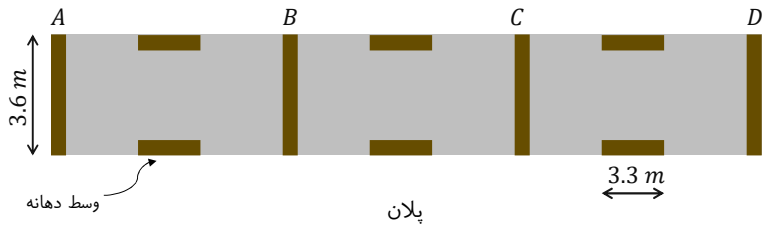
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



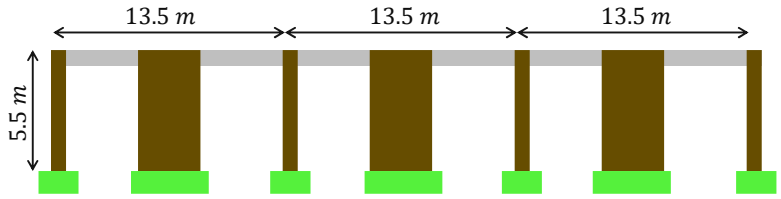


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

مثال نرم افزاری: پلان و نمای سازه نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. سیستم لرزه بر سازه در هر دو جهت دیوار برشی است. ضخامت دیوارهای برشی ۲۵ و ضخامت دال ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود.



پلان



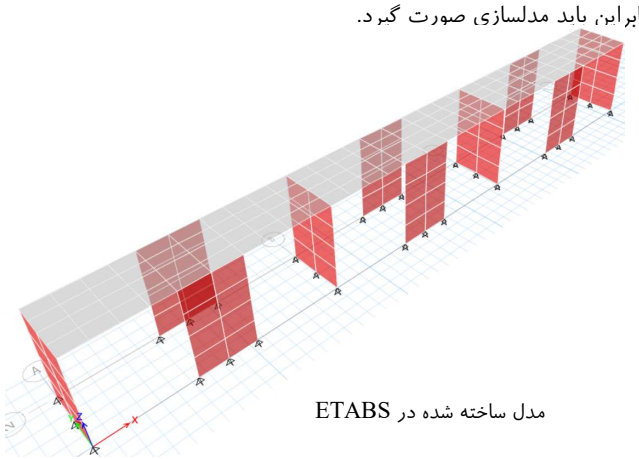
نما

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

$$\text{نسبت دهانه به عمق} = \frac{13.5}{3.6} = 3.75$$

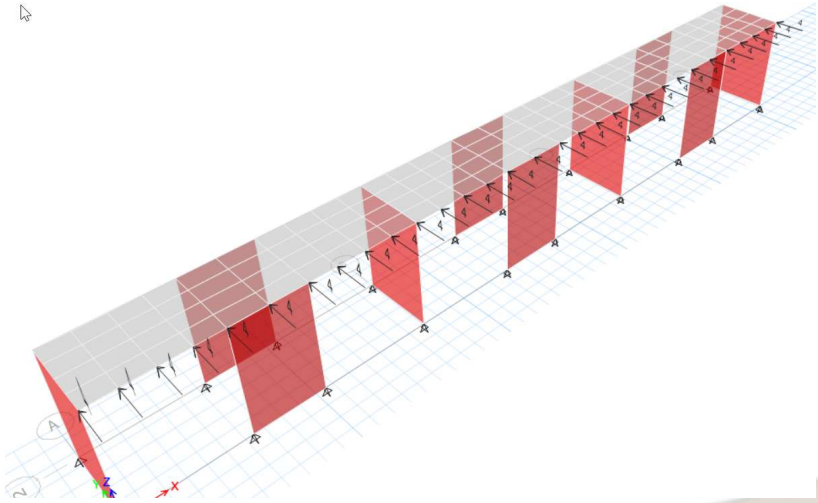
همانطور که دیده می‌شود، نسبت طول به دهانه برای دیافراگم از ۳ بیشتر شده و طبق ۲۸۰۰ و ASCE7 نمی‌توان آن را بدون هیچ محاسباتی صلب در نظر گرفت. بنابراین، باید مدلسازی صورت گیرد.



مدل ساخته شده در ETABS

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

به گره‌های سازه بر روی لبه در جهت محور y نیروهایی به میزان ۴ تن وارد می‌شود.

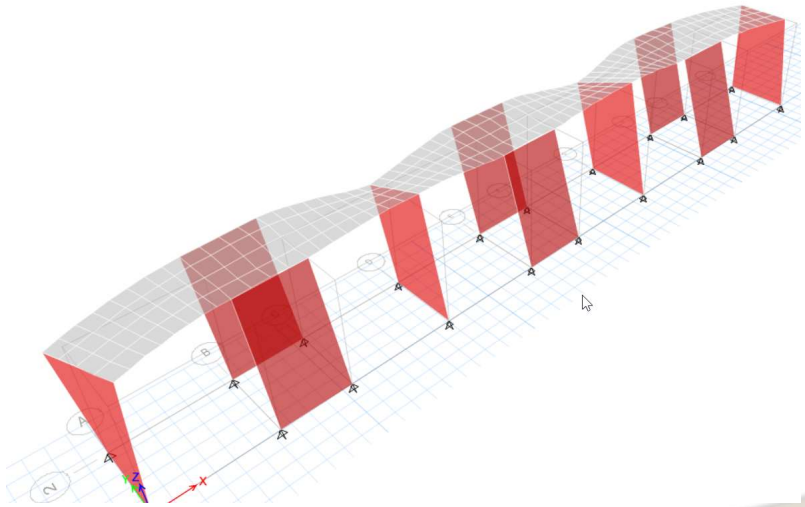


This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

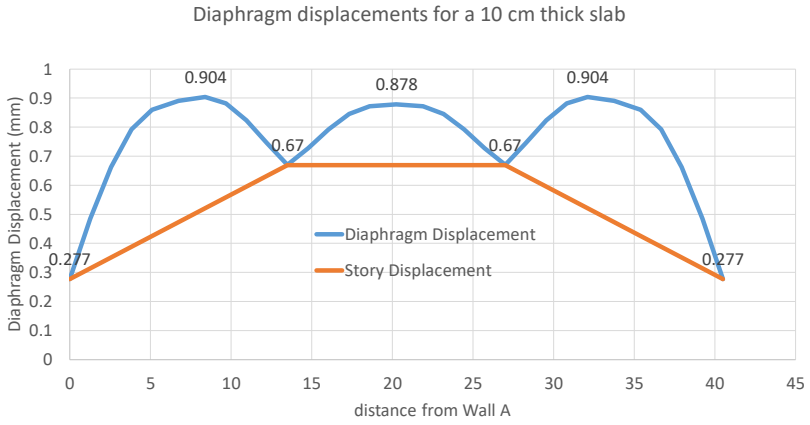
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

جابجایی سازه بعد از اعمال بار خوانده می‌شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



جابجایی میانگین طبقه:

$$ADVE = \frac{0.277 + 0.67}{2} = 0.473\ mm$$

جابجایی حداکثر دیافراگم:

$$\mathrm{MDD} = 0.904 - 0.473 = 0.431\ mm$$

$$\frac{MDD}{ADVE} = \frac{0.431}{0.473} = 0.911 < 2.0$$

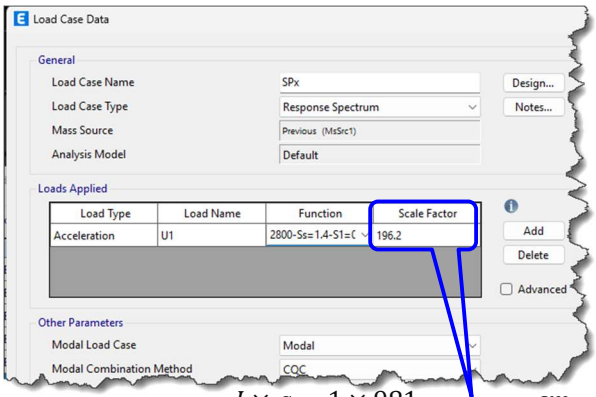
بنابراین دیافراگم نرم نیست

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

ضریب مقیاس حالت بار طیفی در برنامه ETABS چقدر باشد؟

این ضریب باید دارای بُعد شتاب باشد. به واحد ضریب مقیاس در برنامه توجه شود.



این ضریب باید دارای بُعد شتاب باشد. به واحد ضریب مقیاس در برنامه توجه شود.

در صورتی که واحد برنامه cm/sec^2 باشد، ضریب g=981 و در واحد m/sec^2 برابر g=9.81 است.

$$SF(Scale\ factor) = \frac{I \times g}{R} = \frac{1 \times 981}{5} = 196.2\ \frac{cm}{sec^2}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

اعمال میرایی سازه و طیف در برنامه ETABS

طیف پاسخ براساس حداکثر پاسخ‌های سیستم‌های یکدرجه آزاد با دوره تناوب‌های مختلف و میرایی ثابت بدست می‌آید. سازه نیز دارای یک میرایی ذاتی+ میرایی‌های اضافه شده به سیستم مثل میراگرها یا لینک‌ها است. در هنگام معرفی حالت بار طیفی و تابع طیف، مقدار میرایی هر دو از کاربر سوال می‌شود.

در بیشتر حالات این دو مقدار با هم برابر و طبق استاندارد ۲۸۰۰، برابر ۵٪ در نظر گرفته می‌شود، در صورت عدم برابری یکی از آنها، ضریب پاسخ با رابطه زیر بدست می‌آید:

$$RF(Response\ factor) = \frac{A_2}{A_1} = \frac{2.31 - 0.41 \ln D_2}{2.31 - 0.41 \ln D_1}$$

که در آن A1 شتاب متناسب با میرایی D1 و A2 شتاب متناسب با میرایی D2 است.

$0 < D1 < 100$ (percentage)

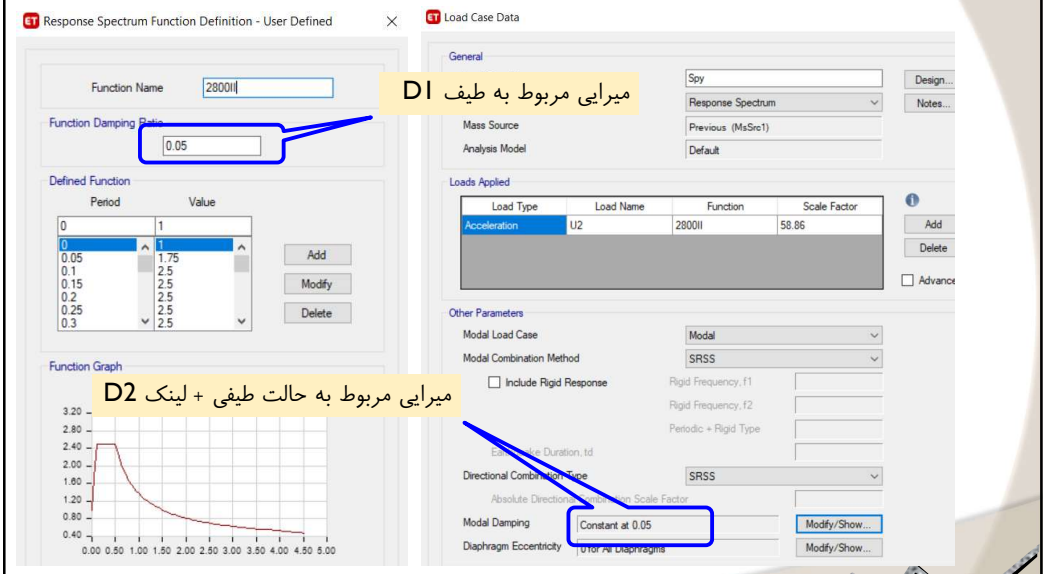
$0 < D2 < 100$ (percentage)

میرایی مربوط به طیف D1

میرایی مربوط به حالت طیفی + لینک D2

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

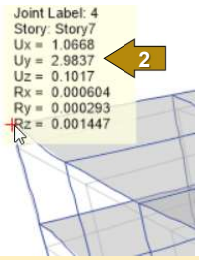


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

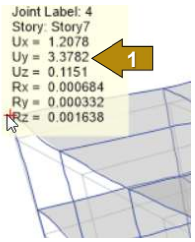
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

در صورتی که نسب میرایی طیف و حالت بار طیفی یکسان باشد، این ضریب برابر ۱ خواهد شد. مثلا در حالتی که نسب میرایی سازه ۸٪ و نسبت میرایی تابع طیف ۵٪ باشد، کلیه پاسخ‌ها در نسبت زیر ضرب خواهند شد:

$$RF(Response\ factor) = \frac{A_2}{A_1} = \frac{2.31 - 0.41 \ln 8}{2.31 - 0.41 \ln 5} = 0.883$$



$$3.3782 \times 0.883 = 2.98$$



تحلیلی که در آن D1=5% و D2=8% باشد

تحلیلی که در آن D1=5% و D2=5% باشد

References

Newmark, N. M., Hall, W. J. (1982). Earthquake Spectra and Design, monograph. Berkeley, California: Earthquake Engineering Research Institute (EERI)

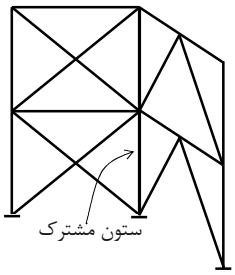
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای ضابطه ۱۰۰-۳۰ در طراحی ظرفیتی

طبق ۲۸۰۰ در طراحی ستون واقع در تقاطع دو سیستم باربر جانبی باید اثرات متعامد نیروهای زلزله در نظر گرفته شود. این مورد در طراحی ظرفیتی نیز باید اعمال شود.

طبق AISC341-16، برای ستون‌های مشترک بین دو سیستم لرزه‌بر، مقاومت مورد نیاز طراحی آن ستون شامل ترکیب بارهای تشدید یافته یا ترکیب بارهای طراحی ظرفیتی باید شامل اثرات غیرارتجاعی تمام قاب‌ها شود. مقدار و جهت این بارها باید به شکلی انتخاب شود که بیشترین اثر را ایجاد نماید.



AISC 341-16 D1.4a

For columns that are common to intersecting frames, determination of the required axial strength, including the overstrength seismic load or the capacity-limited seismic load, as applicable, shall consider the potential for simultaneous inelasticity from all such frames. The direction of application of the load in each such frame shall be selected to produce the most severe load effect on the column.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

AISC 341-16 Commentary D1.4a

For systems with high R values, even the 30% design motion is likely capable of yielding the structure, and considering that the 100% motion may occur in any direction relative to a given axis of the structure, it is clear that simultaneous yielding of orthogonal systems is likely and should be considered in the design. Determination of the need to combine axial forces from simultaneous yielding of intersecting frames is left as a matter of judgment. The extent to which simultaneous yielding of orthogonal lateral frames is of concern is a matter of configuration and design, and depends upon the expected deformations and the story drift at which the system used is expected to start yielding. Depending upon stiffness and overstrength, moment frames generally remain elastic until they reach 1% story drift, whereas braced frames generally will yield before reaching half that drift.

در تفسیر این بند نیز تا حدودی جاری شدن همزمان دو سیستم لرزه بر را به قضاوت مهندسی واگذار می‌کند.

برخی از طراحان، ستون مشترک را برای نیروهای متناظر با ۳۰٪ نیروی جاری شدن یک سیستم و ۱۰۰٪ نیروی جاری شدن سیستم دیگر در نظر می‌گیرند. مطالعات نشان داده این روش (بخصوص برای ساختمان‌های کوتاه) تا حدودی غیرمحافظه کارانه است (Sherman and Taichiro 2010).

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

براساس توصیه SEAOC 2019، در طراحی ستون مشترک، ۱۰۰٪ ظرفیت مهاربندهای تقاطع ستون باید در طراحی آن در نظر گرفته شوند. در این حالت، ظرفیت سیستم تنها برای یک جهت شامل سخت شوندگی کرنشی می‌شود. روش دیگر استفاده از تحلیل غیرخطی برای تعیین نیروی مورد نیاز طراحی ستون است.

SEAOC Seismology Committee (2019)

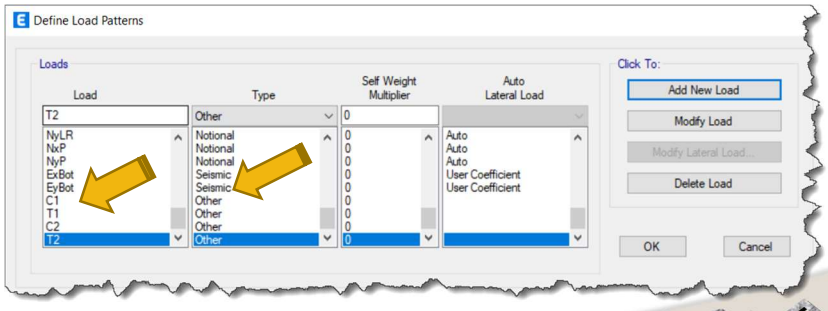
If intersecting frames are present, due to the high R values associated with BRBFs, SEAOC takes the position that designers should, at a minimum, design intersecting columns for axial forces corresponding to 100% of yielded/strain-hardened BRBs in one direction, and 100% of yielded (not strain-hardened) BRBs in the other direction.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

با استفاده از مسیر Define menu > Load Patterns برای مهاربندهای کششی و فشاری حالت بار T و C از نوع Other ایجاد می‌کنیم. الگوی بارگذاری T به نمایندگی از مهاربندهای کششی و الگوی C به نمایندگی از مهاربندهای فشاری هستند. برای هر المان مهاربندی نیروی کششی و فشاری آن عبارت است از:

$$T = R_y F_y A_g$$

$$C = 1.14P_n = 1.14 \times F_{cre} \times A_g$$



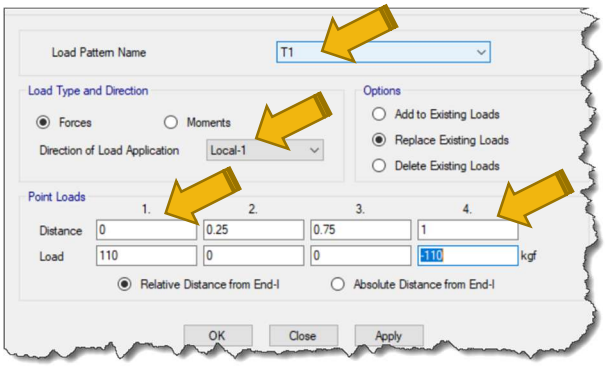
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

هر یک از مهاربندها براساس نیروی کششی و فشاری خود، یک بار بارگذاری محوری کششی و یکبار بارگذاری محوری فشاری شوند. مهاربندها با توجه به طول و ضریب لاغری متفاوت آنها، نیروهای فشاری متفاوتی دارند. جهت انجام بارگذاری، المان مهاربندی مورد نظر انتخاب و از طریق دستور زیر، بارگذاری شود:

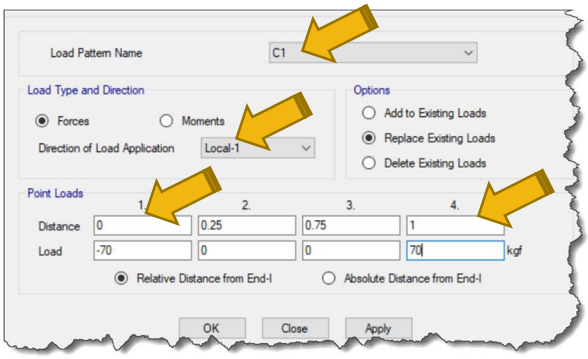
Assign menu > Frame Loads > Point



صفحه ۱۶۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

هر یک از مهاربندها براساس ظرفیت کششی و فشاری خود، یکبار بارگذاری کششی و یکبار بارگذاری فشاری می‌شوند. توجه شود که این ظرفیت‌ها بسته به سطح مقطع و لاغری آنها متفاوت است.

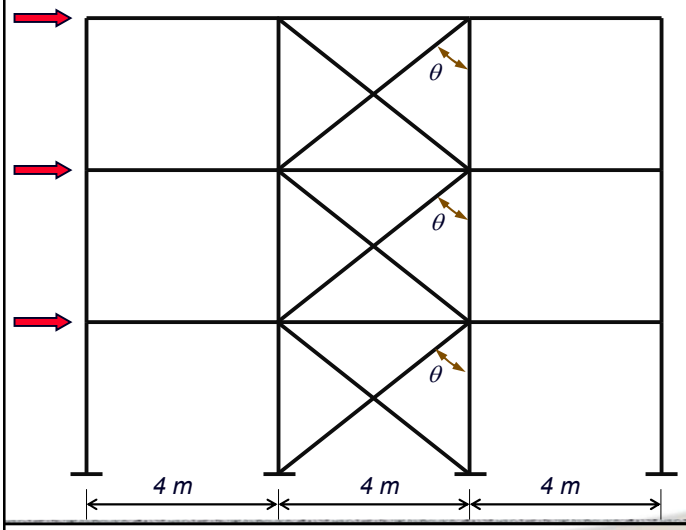


صفحه ۱۶۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

به این مثال عددی توجه کنید.



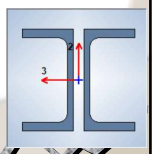
فرض کنید مقطع مهاربندها از 2UNP100 با فاصله ۱۰ میلیمتری از یکدیگر و پشت به پشت هم باشند. مشخصات مقطع مهاربند بصورت زیر است:

A_g=26.9 cm^2

R33= 3.907 cm

R22= 4.22 cm

F_y=2350 kg/cm^2



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

تعیین ظرفیت کششی مهاربند:

$$T = R_y A_g F_y = 1.2 \times 26.9 \times 2350 \times 10^{-3} \approx 75.8 \text{ ton}$$

تعیین ظرفیت فشاری مهاربند:

$$\text{Maximum } \frac{KL}{r} = \max \begin{cases} \dfrac{0.5 \times 500 \text{ cm}}{3.907 \text{ cm}} = 63.98 \\ \dfrac{0.7 \times 500 \text{ cm}}{4.22 \text{ cm}} = 82.93 \end{cases}$$

$$4.71\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 4.71\sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2350}} = 137.4 > 82.93 \quad \Rightarrow$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^6}{(82.93)^2} \approx 2866.6 \ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\Rightarrow F_{cre} = \left(0.658^{\frac{1.2 \times 2350}{2866.6}}\right) 1.2 \times 2350 \approx 1868.2 \ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

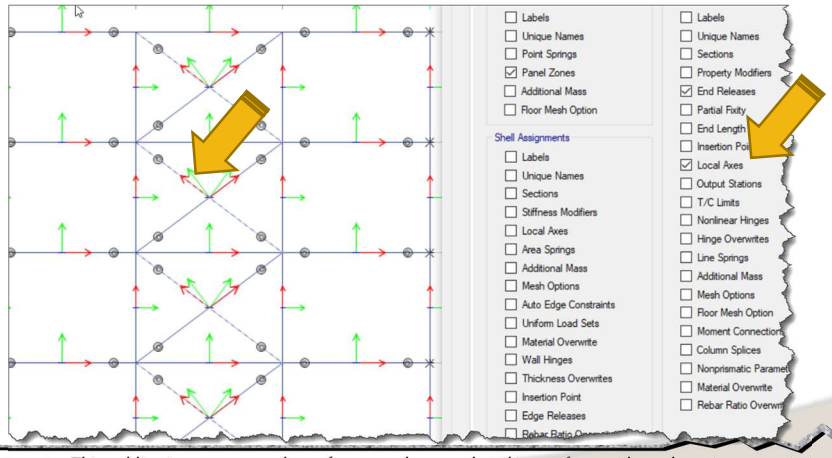
$$\Rightarrow \quad C = 1.14 \times 1868.2 \times 26.9 \times 10^{-3} \approx 57.2 \text{ ton}$$

$1.14F_{cre}A_g$ or $0.3 \times 1.14F_{cre}A_g$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

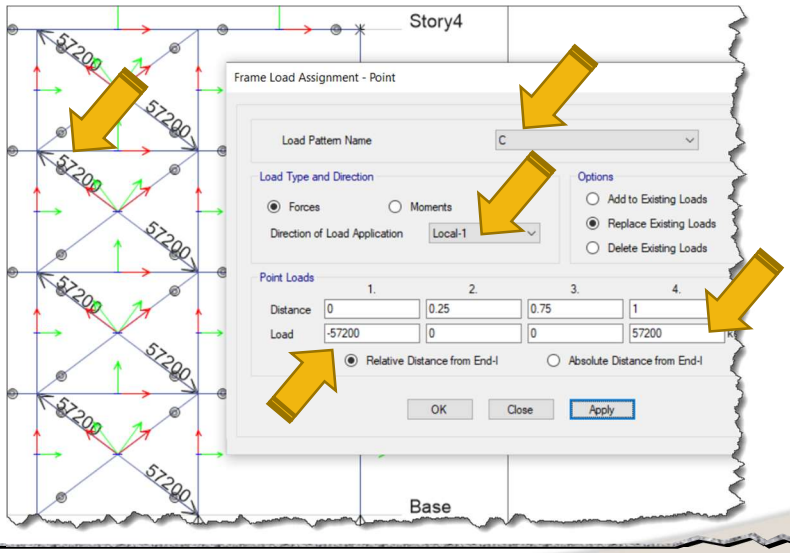
www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

برای اعمال بار محوری (نیروی ظرفیتی مهاربندها) جهت محور محلی مهاربندها را مشاهده نمایید. در امتداد محور محلی ۱ نیروهای کششی و فشاری اعمال شوند. برای این منظور از مسیر View menu > Set Display Options اقدام نموده و گزینه Local Axis را تیک بزنید.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

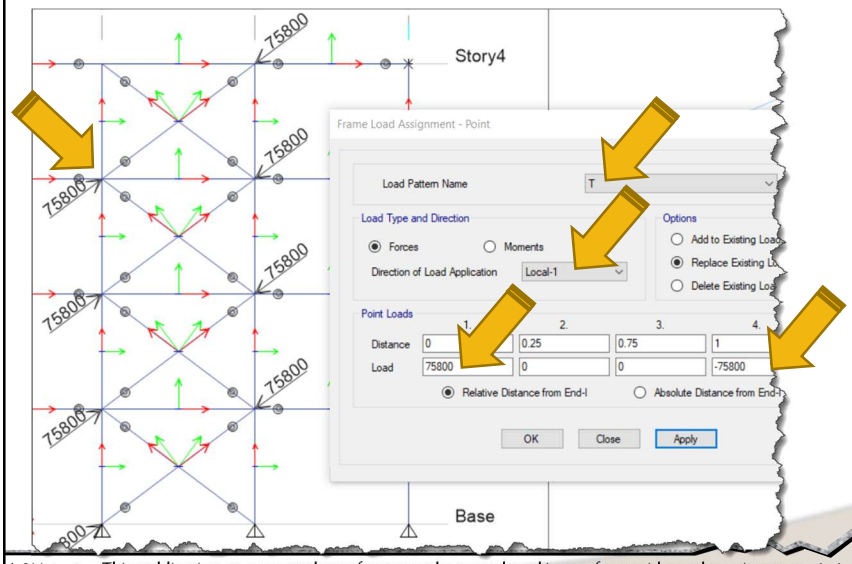
حال با انتخاب مهاربندها (مثلا مهاربندهای فشاری) از مسیر Assign menu > Frame Loads > Point اقدام نمایید.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

نیروی ظرفیت کششی مهاربندها را نیز با همین روش به آنها اعمال کنید.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

ترکیب بارهایی به شرح زیر، ایجاد گردد. در این ترکیب بارها عبارت $0.2S_{DS}$ مربوط به نیروی قائم زلزله وارد بر کل سازه است.

- $(1.2+0.2S_{DS})D+0.5LL+HL+0.2S+T1+C2$
- $(1.2+0.2S_{DS})D+0.5LL+HL+0.2S+T1+0.3C2$
- $(1.2+0.2S_{DS})D+0.5LL+HL+0.2S+T2+C1$
- $(1.2+0.2S_{DS})D+0.5LL+HL+0.2S+T2+0.3C1$
- $(0.9-0.2S_{DS})D+T1+C2$
- $(0.9-0.2S_{DS})D+T1+0.3C2$
- $(0.9-0.2S_{DS})D+T2+C1$
- $(0.9-0.2S_{DS})D+T2+0.3C1$

در این ترکیبات، HL بار زنده که مشمول ضریب 0.5 نمی‌شود.

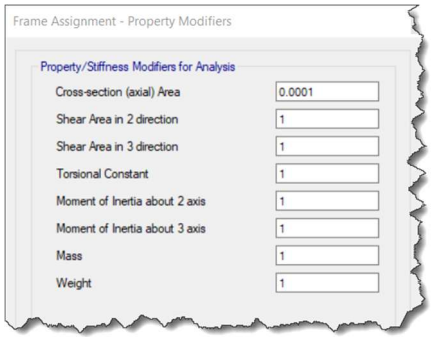
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

کلیه مهاربندهای هم‌محور انتخاب و از محل دستور زیر، ضریب اصلاح سختی محوری آنها عدد بسیار کمی نظیر 0.001 تعریف شود. این کار برای جلوگیری از مشارکت سختی محوری آنها در باربری نیروهای وارده است.

Assign menu > Frame > Property Modifiers



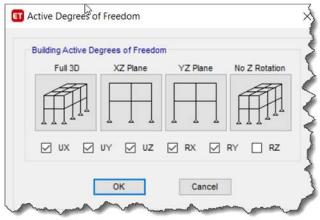
۶) کلیه گره‌ها انتخاب شوند و توسط دستور زیر، از دیافراگم جدا گردند.

Assign menu > Joint > Diaphragms

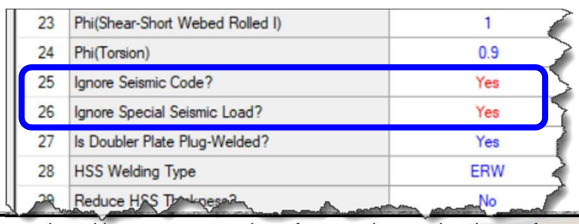
صفحه ۱۶۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

از مسیر Analyze menu > Set Active Degrees of Freedom حالت No Z Rotation را انتخاب کنید.



دستور تحلیل اجرا شود. سپس در منوی طراحی قاب فولادی، از پنجره دستور Select Design Combination ترکیب بارهای ایجاد شده، را فعال و سایر ترکیب بارها را غیرفعال نمایید. همچنین در منوی تنظیمات طراحی قاب فولادی، در پنجره View/Revise Preferences، گزینه‌های طراحی لرزه‌ای (گزینه های ردیف ۲۵ و۲۶) را غیرفعال نمایید. در نهایت دستور طراحی را اجرا کنید. تیرها و ستون‌های دهانه مهاربندی، تحت این شرایط باید بررسی و در صورت نیاز، اصلاح شوند.



صفحه ۱۷۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

استفاده از ETABS برای کنترل قاب دوگانه

طبق ۲۸۰۰ داریم:

۳-۴-۱-۴-۱ در سیستم دوگانه، قابهای خمشی باید قادر به تحمل حداقل ۲۵ درصد نیروهای جانبی زلزله باشند. همچنین در این سیستم سازه‌ای، سهم هر یک از دو مجموعه از نیروهای جانبی زلزله با توجه به سختی عناصر قائم مقاوم لرزه‌ای و اندرکنش آنها تعیین می‌شود.

۳-۴-۱-۴-۱ در مواردی که برای تعیین نیروی جانبی زلزله سیستم دوگانه از روش تحلیل دینامیکی طیفی استفاده می‌شود به منظور اقناع شرط ۲۵ درصد مذکور در بند ۳-۴-۱-۴، باید ۲۵ درصد برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی (برش پایه اصلاح شده) به قاب‌های خمشی اثر داده شده و این قاب‌ها به روش استاتیکی معادل تحلیل شوند. نحوه توزیع این برش در ارتفاع را می‌توان بر اساس الگوی توزیع بار در تحلیل طیفی یا تحلیل استاتیکی معادل سیستم دوگانه، تعیین نمود

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

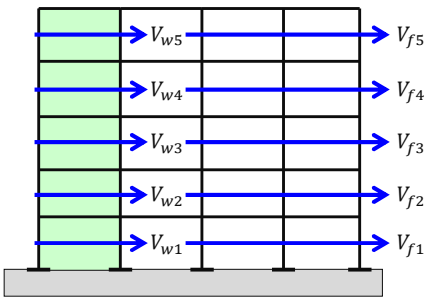
روش کنترل ضابطه ۲۵٪ در برنامه ETABS

ابتدا لازم است سهم قاب و دیوار به‌طور مجزا در طبقات بررسی شود تا مشخص گردد در کدام طبقات، سهم قاب از برش زلزله‌ی طبقه، کمتر از ۲۵ درصد می‌باشد. سپس طراح می‌تواند جهت اقناع ضابطه مذکور، صرفاً به انجام اصلاحات در طبقاتی بپردازد که سهم قاب در آن طبقات کمتر از ۲۵ درصد برش طبقه است.

در طبقاتی که سهم قاب بیش از ۲۵٪ برش طبقه باشد می‌توان اطمینان حاصل نمود که قاب، قادر به تحمل ۲۵٪ برش زلزله طبقه می‌باشد و لذا قاب در آن طبقه و در امتداد مورد نظر، الزام سیستم‌های دوگانه را اقناع نموده است.

در این بررسی سهم باربری هر یک از اجزا بررسی می‌شود.

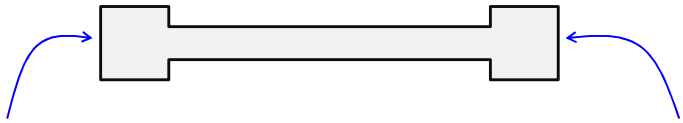
به هر حال، طراح می‌تواند به شیوه‌های مختلف، سهم قاب از برش طبقه در هر امتداد را محاسبه نماید.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

در دیوارهای برشی دمبلی شکل که دارای ستون‌های مرزی در دو انتهای خود می‌باشند، این ستون‌های مرزی در امتداد صفحه دیوار، بخشی از دیوار برشی محسوب گشته و برش آن‌ها از زلزله طبقه به‌عنوان برش سهم قاب لحاظ نمی‌گردد. از این رو، در فرآیند طراحی قاب تحت ۲۵ درصد برش طبقه نیز نباید این ستون‌های مرزی طراحی شوند. متذکر می‌گردد ستون‌های مرزی در دیوارهای دمبلی شکل لزوماً المان‌های مرزی دیوار نمی‌باشند.



این ستون لبه، بخشی از دیوار برشی است و نباید سهمیه آنها از بار جانبی برای قاب لحاظ گردد.

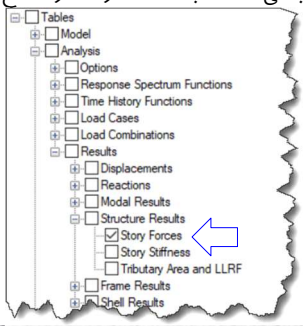
- در بررسی سهم ۲۵٪ بارهای جانبی اگر تحلیل طیفی هم برای طراحی استفاده شده باشد، حتماً باید از تحلیل استاتیکی استفاده شود. در این حالت جهت توزیع برش پایه می‌توان از توزیع به روش استاتیکی معادل و یا توزیع برش حاصل از تحلیل دینامیکی طیفی مدل اصلی استفاده نمود. البته در صورت استفاده از روش اول (روش مستقیم) می‌توان از هر تحلیلی استفاده نمود.

- متذکر می‌گردد در صورتی‌که توزیع به روش استاتیکی معادل انجام می‌شود لازم است ضریب K بر اساس زمان تناوب اصلی نوسان مربوط به سازه اصلی تعیین شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

روش اول (افزایش نیروی زلزله در مدل بدون حذف دیوارها):

در این روش، سختی دیوارها حذف نشده و بعبارتی هیچ‌گونه تغییری در سختی آنها صورت نمی‌گیرد. بدین صورت‌که با حفظ سختی دیوارها، نیروی جانبی طبقه مورد نظر تا آنجا افزایش داده می‌شود که برش سهم قاب در این مدل، برابر با ۲۵ درصد برش طبقه در مدل اصلی شود. اگر فرض شود سهم قاب از برش زلزله در طبقه iام، a_i درصد باشد، برای طراحی مجدد اعضای قاب در آن طبقه لازم است نیروهای زلزله در ضریب $25/a_i$ ضرب شوند. نظر به آنکه سهم قاب از برش طبقه در طبقات مختلف متفاوت است لازم است به‌ازای a_i هر طبقه، هر بار، نیروهای زلزله در ضریب $25/a_i$ آن طبقه ضرب شود و اعضای قاب در همان طبقه طراحی مجدد شوند و یا بدلیل زمان‌بر بودن این‌کار، بحرانی‌ترین طبقه که دارای کوچکترین a_i می‌باشد، مبنا قرار گرفته و طراحی قاب در کلیه طبقاتی که ضابطه ۲۵ درصد را اقناع نکرده‌اند، تحت ضریب $25/a_i$ مربوط به طبقه بحرانی انجام شود.



تذکر: نتایج استفاده از این روش، حتی درصورتی‌که برای هر طبقه از ضریب نظیر با a_i همان طبقه استفاده شود، بطور معمول نسبت به سایر روش‌ها، تا حدی دست بالا می‌باشد که در صورت استفاده از a_i طبقه بحرانی برای کلیه طبقات، این وضعیت تشدید نیز خواهد شد.

۱) ابتدا برش کل طبقه در برنامه خوانده شود (V_{total}). برای این منظور از مسیر Display menu > Show Tables اقدام نمایید:

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

Story	Load Case/Combo	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf
Story4	E	Bottom	0	-42092.8529	0
Story3	E	Bottom	0	-75329.1061	0
Story2	E	Bottom	0	-97486.6083	0
Story1	E	Bottom	0	-108565.3594	0

۲) سهم برش ستون‌های طبقه مورد نظر نیز تحت بار جانبی (V_{frame}) از نرم افزار استخراج گردد. توجه شود که ستون‌های متصل به دیوار جزئی از دیوار محسوب می‌شوند و نباید در محاسبه V_{frame} منظور شوند. برای این منظور می‌توانید ستون‌های هر طبقه را انتخاب و از مسیر Assign menu > Assign Objects to Groups ستون‌های هر طبقه را در یک گروه قرار دهید. بعد از تحلیل سهم باربری اعضای قرار گرفته در گروه را بدست آورید. حال از مسیر Define menu > Section Cuts و کلیک بر روی Add Section Cut یک گروه ایجاد شده در گام قبل را در بخش Section Cut Defined By انتخاب نمایید. برای هر یک از گروه‌های انتخاب شده، مقاطع برش جداگانه به این روش ایجاد شده و بعد از تحلیل مدل، از مسیر Display menu > Show Tables مقدار نیرو در مقاطع برش تعریف شده را مشاهده و در نهایت مقدار سهم برش رسیده به قاب‌ها را با ۲۵٪ برش آن طبقه مقایسه نمایید. توجه شود، در صورت وجود ستون سرکله، این المان بایستی بخشی از گروه دیوارها تعریف شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

۳) در صورتی که $\frac{V_{fram}}{V_{total}} \geq 0.25$ باشد، می‌توان قبول کرد که قاب برای ۲۵ درصد برش ناشی از زلزله طراحی و کنترل شده است.

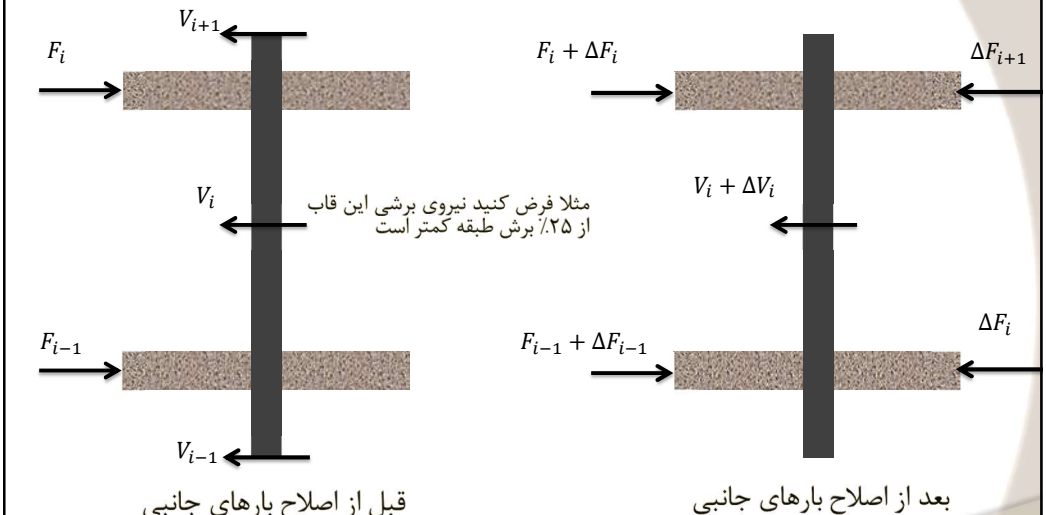
۴) در صورتی که $a = \frac{V_{fram}}{V_{total}} < 0.25$ باشد، می‌توان ضریب زلزله را از E به $\left(\frac{0.25}{a}\right) E$ افزایش داد و فقط کفایت اعضای قاب "طبقه مورد نظر" را کنترل نمود.

۵) مراحل ۱ الی ۴ را باید برای تمامی طبقاتی که نسبت $a < 0.25$ می‌باشد، تکرار شود. منتها جهت سهولت در کنترل می‌توان طبقات مورد نظر را بر اساس بزرگترین مقدار $\frac{0.25}{a}$ حاصل در طبقات بررسی نمود. هنگامی که نیروهای جانبی در یک طبقه اضافه شوند، در نتیجه در طبقات زیرین نیز اثر می‌گذارند، بنابراین اگر نیروها را مستقلا افزایش دهیم، نتایج محافظه کارانه خواهد بود. بنابراین باید نیروهای جانبی هر طبقه را به سقف نیروهای لازم رسانده و جهت خنثی نمودن اثر این نیرو در طبقات زیرین از یک نیروی مخالف در پای آن طبقه استفاده کرد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

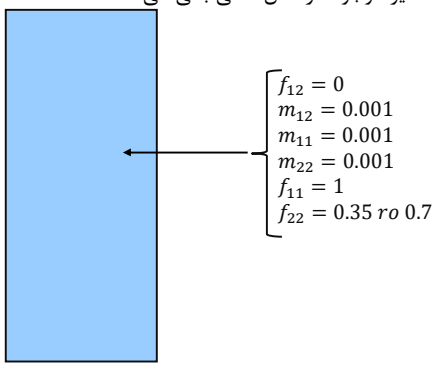


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

روش دوم (حذف سختی خمشی و برشی دیوارها):در این روش، باربری محوری دیوارها حفظ گردیده و لذا در دیوارهای غیر دمبلی که فاقد ستون‌های مرزی در دو انتهای دیوار هستند، مشکلی از بابت باربری ثقلی ایجاد نشده و نیاز به تمهیدات اضافی جهت تأمین باربری ثقلی در مدل نخواهد بود. جزئیات کار در این روش به شرح زیر می‌باشد:

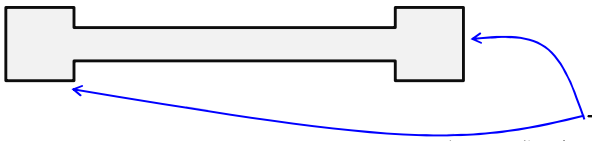
۱- برای کلیه دیوارها در کلیه طبقات، ضریب اصلاح سختی برشی یا همان گزینه f12 در المان‌های دیوار، برابر صفر معرفی شود. همچنین ضرایب اصلاح سختی خمشی مربوط به گزینه m11، m22 وm12 برابر با 0.001 معرفی شود. ضرایب اصلاح مربوط به f11 وf22 بدون تغییر و برابر همان مقادیر موجود در مدل اصلی باقی می‌مانند.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

۲- در خصوص دیوارهای برشی دمبلی شکل که دارای ستون‌های مرزی در دو انتهای خود می‌باشند، ضرایب اصلاح سختی خمشی این ستون‌های مرزی (I22 و I33) عدد کوچکی نظیر 0.1 معرفی شود تا میزان مشارکت آنها در باربری جانبی به حداقل برسد.



$$\begin{cases} I_{33} = 0.1 \\ I_{22} = 0.1 \end{cases}$$

۳- گره‌های اتصال پای دیوار در تراز شالوده مفصلی شوند.

۴- لازم است نیروهای زلزله‌ی وارد بر سازه، به ۲۵ درصد نیروهای زلزله مدل اصلی کاهش یابند لیکن، با توجه به آنکه علیرغم کاهش سختی دیوارها، کماکان بخشی از نیروی جانبی هر طبقه توسط دیوارها جذب می‌شود مقتضی است با معلوم بودن سهم دیوارها و قاب از برش هر طبقه، بجای ۲۵ درصد نیروهای زلزله، از مقدار بزرگتری استفاده شود تا اطمینان حاصل گردد سهم قاب، حداقل ۲۵ درصد شده است. همانطور که پیشتر اشاره شد، سهم ستون‌های مرزی در دیوارهای دمبلی به‌عنوان بخشی از سهم دیوار محسوب می‌گردد و نباید به‌عنوان سهم قاب در نظر گرفته شود.

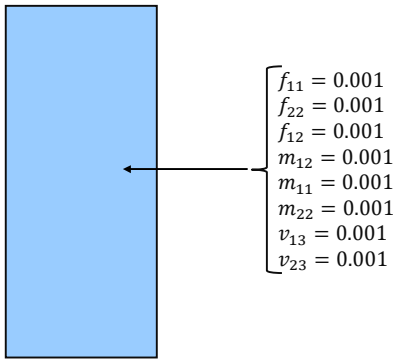
نهایتاً، اعضای قاب در طبقاتی که ضابطه ۲۵ درصد را اقناع نکرده‌اند تحت نیروهای زلزله به شرح بند ۴ بررسی و در صورت لزوم طراحی مجدد شوند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

روش سوم (حذف کلیه سختی‌های دیوارها):

در این روش جهت حذف باربری جانبی دیوار، کلیه سختی‌های دیوارها کاهش داده می‌شوند. لذا در خصوص دیوارهای غیر دمبلی که فاقد ستون‌های مرزی در دو انتهای دیوار هستند لازم است بابت برطرف نمودن مشکل باربری ثقلی آن‌ها تمهیداتی لحاظ گردد. جزئیات کار در این روش به شرح زیر می‌باشد:

۱- برای کلیه دیوارها در کلیه طبقات، کلیه ضرایب اصلاح سختی (f11، f22، f12، m11، m22، m12، v13 و v23) برابر با 0.001 معرفی شوند.



$$\begin{cases} f_{11} = 0.001 \\ f_{22} = 0.001 \\ f_{12} = 0.001 \\ m_{12} = 0.001 \\ m_{11} = 0.001 \\ m_{22} = 0.001 \\ v_{13} = 0.001 \\ v_{23} = 0.001 \end{cases}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

۲- در دیوارهای برشی دمبلی شکل که دارای ستون‌های مرزی در دو انتهای خود می‌باشند، ضرایب اصلاح سختی خمشی این ستون‌های مرزی (I22 و I33) مشابه با ستون‌های قاب معرفی گردد. در دیوارهای غیر دمبلی که فاقد ستون‌های مرزی در دو انتهای دیوار هستند، ستون‌هایی با ابعاد جان دیوار مدل شود. ضرایب اصلاح سختی خمشی این ستون‌های فرضی (I22 و I33) نیز مشابه با ستون‌های قاب معرفی گردد. آرماتور موجود در این ستون‌های فرضی حائز اهمیت نمی‌باشد چراکه قرار نیست این ستون‌های فرضی در فرآیند طراحی قاب، طراحی شوند.

۳- لازم است نیروهای زلزله وارد بر سازه، به ۲۵ درصد نیروهای زلزله مدل اصلی کاهش یابند لیکن، با توجه به آنکه علیرغم کاهش سختی دیوارها، کماکان بخشی از نیروی جانبی هر طبقه توسط آن‌ها جذب می‌شود، مقتضی است با معلوم بودن سهم دیوارها و قاب از برش هر طبقه، بجای ۲۵ درصد نیروهای زلزله، از مقدار بزرگتری استفاده شود تا اطمینان حاصل گردد سهم قاب، حداقل ۲۵ درصد شده است. همانطور که پیشتر اشاره شد سهم ستون‌های مرزی در دیوارهای دمبلی و نیز ستون‌های فرضی مدل شده در دو انتهای دیوارهای غیر دمبلی (موضوع بند۲) به‌عنوان بخشی از سهم دیوار محسوب می‌گردد و نباید به‌عنوان سهم قاب در نظر گرفته شود.

نهایتاً، اعضای قاب در طبقاتی که ضابطه ۲۵ درصد را اقناع نکرده‌اند، تحت نیروهای زلزله به شرح بند ۳ بررسی و در صورت لزوم طراحی مجدد شوند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

روش چهارم (تبدیل دیوار به ستون معادل و حذف سختی جانبی آن):

در این روش، دیوارها در قالب المان Frame و به‌صورت یک ستون فرضی معادل با مقطع دیوار مدل می‌شوند. سپس مشارکت آن‌ها از باربری جانبی حذف می‌گردد، لیکن این ستون‌های معادل قادر به تحمل بارهای ثقلی (به صورت محوری) خواهند بود. جزئیات این روش به شرح زیر است:

۱- به‌ازای هر دیوار، یک مقطع ستون، مشابه با مقطع دیوار معرفی شود.

۲- تیرهایی با وزن صفر و سختی بالا (Rigid Beam) تعریف شود.

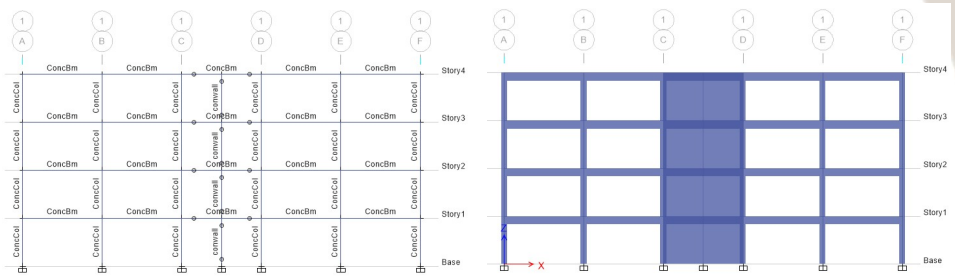
۳- در کلیه طبقات، دیوارها از مدل حذف شده و به‌جای هر دیوار، ستون معادل نظیر با آن مدل می‌شود. لازم است این ستون‌های معادل، به‌صورت دو سر مفصل مدل شوند تا در باربری جانبی مشارکت نداشته باشند. توجه شود که وزن ستونهای معادل نباید صفر شود تا تأثیر وزنی دیوارها در مدل باقی بماند.

۴- ستونهای معادل، توسط تیرهای با سختی بالا (Rigid Beam) که در بند ۲ معرفی شده‌اند، در طول دهانه دیوار، به سازه متصل شوند. این تیرهای صلب در تمامی طبقات به‌صورت دو سر مفصل مدل شوند.

۵- در دیوارهای برشی دمبلی شکل که دارای ستون‌های مرزی در دو انتهای خود می‌باشند، این ستون‌های مرزی حذف نشده و ضرایب اصلاح سختی آن‌ها مشابه با ستون‌های قاب معرفی گردد. درخصوص دیوارهای غیر دمبلی که فاقد ستون‌های مرزی در دو انتهای دیوار هستند، ستون‌هایی با ابعاد معادل جان دیوار هستند مدل شود و ضرایب اصلاح سختی آن‌ها نیز مشابه با ستون‌های قاب معرفی گردد. آرماتور موجود در این ستون‌های فرضی حائز اهمیت نمی‌باشد چرا که قرار نیست این ستون‌های فرضی در فرآیند طراحی قاب، طراحی شوند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



۶- لازم است نیروهای زلزله وارد بر سازه، به ۲۵ درصد نیروهای زلزله مدل اصلی کاهش یابند لیکن، با توجه به آنکه علیرغم حذف سختی دیوارها، کماکان بخشی از نیروی جانبی هر طبقه توسط ستون‌های مرزی یا فرضی مدل شده در دو انتهای دیوارها (موضوع مشروح در بند ۴) جذب می‌شود، مقتضی است با معلوم بودن سهم این ستون‌ها و قاب از برش هر طبقه، بجای ۲۵ درصد نیروهای زلزله، از مقدار بزرگتری استفاده شود تا اطمینان حاصل گردد سهم قاب، حداقل ۲۵ درصد شده است.

نهایتاً، اعضای قاب در طبقاتی که ضابطه ۲۵ درصد را اقناع نکرده‌اند، تحت نیروهای زلزله به شرح بند ۵ بررسی و در صورت لزوم طراحی مجدد شوند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سایر نکات:

۱- در مدل ۲۵ درصد، لحاظ نمودن اثر ۳۰ درصدی زلزله راستای متعامد و استفاده از ترکیب‌بارهای مربوطه ضرورت ندارد.
۲- در مدل ۲۵ درصد، نیازی به کنترل تغییر مکان‌های جانبی نسبی طبقات نمی‌باشد.
۳- در مدل ۲۵ درصد، نیازی به بررسی نامنظمی پیچشی و اعمال ضریب تشدید پیچش تصادفی نمی‌باشد.
۴- در مدل ۲۵ درصد، نیازی به لحاظ نمودن اثر P-Delta نمی‌باشد.
۵- درصورتی‌که در راستای سیستم دوگانه، سازه اصلی، مشمول اعمال ضریب نامعینی شده باشد لازم است اثر این ضریب در مدل ۲۵ درصد نیز برای آن راستا در نظر گرفته شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

در دیوارهای برشی فاقد ستون مرزی (دیوار مستطیلی)، جهت بررسی اندرکنش بین قاب و دیوار که عمود بر صفحه دیوار به آن متصل شده اند، ابعاد ستون فرضی و ضریب اصلاح آن چگونه در نظر گرفته شود؟

در این نوع دیوارها، جهت تحلیل و بررسی سازه در امتداد صفحه دیوار، ستونی در دو انتهای دیوار مدل نخواهد شد. لیکن، جهت بررسی اندرکنش دیوار با قاب‌هایی که عمود بر صفحه دیوار به آن متصل می شوند، لازم است در دو انتهای دیوار، ستون‌هایی فرضی مدل شود (این کار ممکن است در فایل جداگانه ای انجام شود). پیشنهاد می گردد، عرض این ستون‌ها برابر با ضخامت دیوار و طول آنها بر مبنای کوچکترین مقدار حاصل از موارد زیر تعیین شود:

الف) طول المان مرزی درصورت وجود

ب) بیشترین دو مقدار ۲۵ سانتی‌متر و 3.33 برابر ضخامت دیوار، اگر قاب عمود بر صفحه دیوار، قاب متوسط باشد.

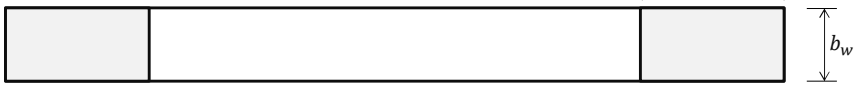
پ) 2.5 برابر ضخامت دیوار، اگر قاب عمود بر صفحه دیوار، قاب ویژه باشد.

ت) عرض تیر متصل به دیوار بعلاوه‌ی دو برابر ضخامت دیوار در هر سمت تیر که از لبه‌ی تیر محاسبه می شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

$$\min \begin{cases} l_{be} \\ \max(25\ cm, 3.33b_w & for\ IMF \\ 2.5b_w & for\ SMF \\ b + 2b_w \end{cases}$$

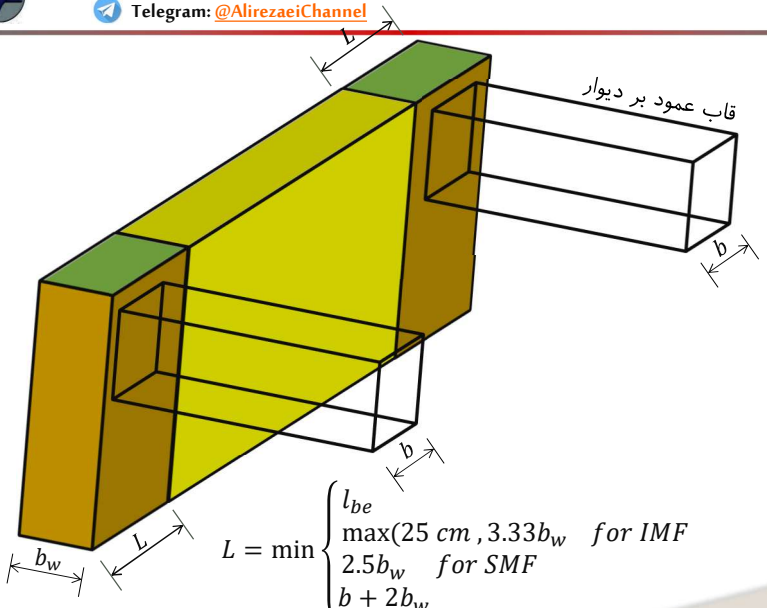


درخصوص ضریب اصلاح سختی خمشی این ستون‌های فرضی، نظیر با سختی خارج صفحه دیوار، برخی از طراحان معتقدند بدلیل آنکه در عمل، ستونی در محل مذکور وجود ندارد لازم است از همان ضریب اصلاح سختی خمشی عمود بر صفحه دیوار، برابر با 0.25 استفاده شود. لیکن، نظر برخی دیگر از طراحان بر آن است که اگر شرایط آرماتورگذاری ستون، بطور کامل در محدوده مذکور رعایت شده باشد، می‌توان این ضریب را مشابه ستون‌ها، برابر با 0.7 و درغیر اینصورت، مشابه سختی خارج صفحه دیوار، برابر 0.25 در نظر گرفت.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel



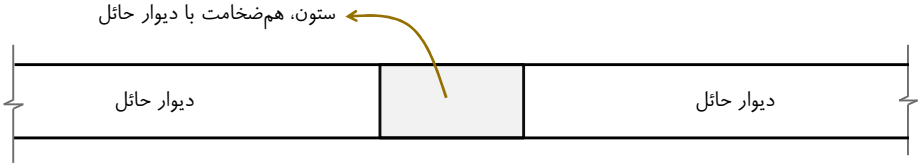
$$L = \min \begin{cases} l_{be} \\ \max(25\ cm\ , 3.33b_w \quad for\ IMF \\ 2.5b_w \quad for\ SMF \\ b + 2b_w \end{cases}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

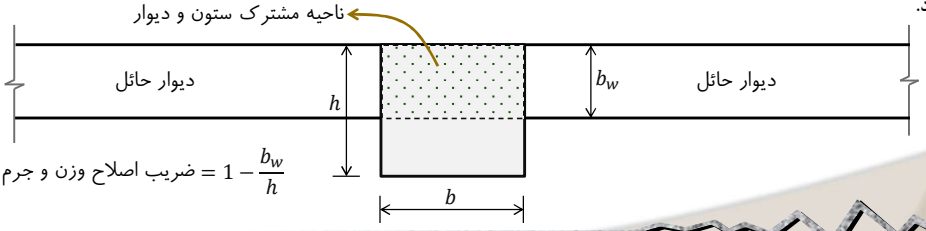
WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

آیا در مدلسازی دیوارهای حائل، لازم است ستون‌های بتن آرمه، بین پنل‌های دیوار حائل مدل شوند؟

درصورتی‌که ستون، هم‌ضخامت با دیوار حائل باشد و به‌عبارتی بصورت کامل در دیوار مدفون باشد، عملاً بخشی از دیوار محسوب گشته و لذا در این حالت، المان ستون، مدل نخواهد شد



لیکن در صورتی که بُعد ستون، عمود بر سطح دیوار، بیش از ضخامت دیوار باشد لازم است المان ستون، مدل شود. در این حالت با توجه به ابعاد ناحیه مشترک ستون و دیوار، لازم است وزن المان ستون و نیز در برخی حالات، سختی ستون اصلاح گردد.



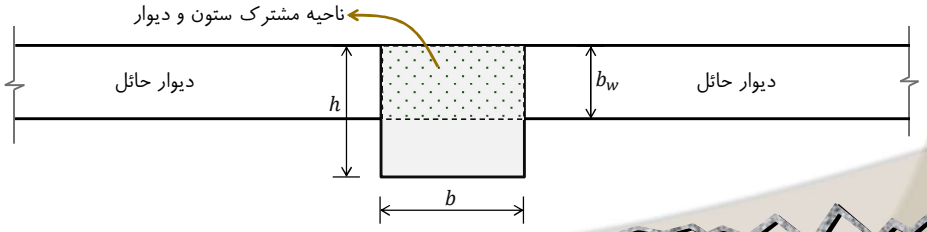
ضریب اصلاح وزن و جرم ستون $= 1 - \frac{b_w}{h}$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel

ضریب اصلاح سختی خمشی نظیر با خمش خارج صفحه دیوار: این ضریب را می‌توان مشابه با ضریب اصلاح سختی خارج صفحه دیوار، برابر 0.25، و یا مشابه با ضریب اصلاح سختی ستون‌ها، برابر 0.7 در نظر گرفت. درصورتی‌که ضریب اصلاح سختی خمشی ستون‌های بین پنل‌های دیوار، برابر 0.25 در نظر گرفته می‌شود، نیاز به اعمال ضریب کاهش مضاعف ناشی از همپوشانی بخشی از دیوار و ستون نمی‌باشد؛ لیکن در صورتی‌که ضریب اصلاح سختی خمشی ستون‌های مذکور، برابر 0.7 منظور می‌گردد، باید ضریب کاهش ناشی از همپوشانی بخشی از دیوار و ستون نیز اعمال گردد. در این حالت، ضریب اصلاح سختی نهایی، از حاصل ضرب، ضریب 0.7 در ضریب کاهش ناشی از همپوشانی بخشی از دیوار و ستون، تعیین می‌گردد.

$$\text{ضریب اصلاح سختی خمشی نظیر با خمش خارج صفحه دیوار} = 0.7 \times (1 - (\frac{b_w}{h})^3)$$



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

ضریب اصلاح سختی خمشی نظیر با خمش داخل صفحه دیوار: نظر به آنکه ضریب اصلاح سختی درون صفحه دیوار، از طریق گزینه f22 به دیوار معرفی می‌شود، و این ضریب، بصورت توأم، هر دو سختی خمشی و محوری را کاهش می‌دهد، به‌طور ناخواسته و غیرضروری، سختی محوری دیوار نیز بعضاً به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد؛ درحالی‌که مبحث نهم و دیگر آیین‌نامه‌های معتبر، صرفاً اصلاح سختی خمشی دیوار را مقرر نموده‌اند. بر این اساس، اعمال یک ضریب کاهش مضاعف که ناشی از همپوشانی بخشی از دیوار و ستون است، ضرورت ندارد.

تذکر۱: با توجه به نوع عملکرد دیوارهای حائل و شباهت رفتار آن‌ها تحت فشار جانبی خاک، به رفتار دال‌ها تحت بارهای ثقلی، توصیه می‌شود دیوارهای حائل، همانند دال‌ها مش‌بندی شوند. همچنین توصیه می‌شود از مش‌بندی با ابعاد کوچکتر استفاده شود.

تذکر۲: در مواردی‌که بین پنل‌های دیوار، المان ستون مدل می‌شود، نیازی به معرفی Pier Label برای این ستون‌ها نمی‌باشد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: www.M-Alirezaei.ir
Telegram: @AlirezaeiChannel
@AlirezaeiChannel
با تشکر از توجه شما...
publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission