بسم الله الرحمن الرحیم

کنترل تغییرمکان جانبی نسبی (دریفت Drift)
مطابق با ویرایش ۴ استاندارد ۲۸۰۰
در ETABS2015

مولف

مـرسـل مـتـقـی

لینک کانال رفع ابهامات استاندارد ۲۸۰۰ (تلگرام)

https://telegram.me/StandardNo2800

@StandardNo2800

لینک ارسال سوال (تلگرام)

https://telegram.me/Morsal_Mottaghi

@Morsal_Mottaghi

خرداد ۱۳۹۵

فـهـرسـت مـطالـب

فهرست **صفحه**

۱-۱- مقدمه ۳
۱-۲- کنترل نامنظمی ۳
۱-۲-۱- نامنظمی پیچشی ۴
۱-۳- کنترل دریفت ۶
۱-۴- دریفت مجاز برای تحلیل غیرخطی ۱۷

۱-۱- مقدمه

کنترل تغییرمکان جانبی یا تغییرمکان جانبی نسبی که از این به بعد در این جزوه به اختصار "**کنترل دریفت**" خوانده می‌شود یکی از کنترل‌های مهم استاندارد ۲۸۰۰ بعد از انجام تحلیل سازه و قبل از طراحی است. با توجه به این که در ویرایش ۴ استاندارد ۲۸۰۰ نیروی زلزله به تراز نهایی (1.4 برابر) رسیده است، بنابراین در کنترل دریفت کمی سخت گیری شده است. دقت شود استاندارد ۲۸۰۰ قید کرده که اگر از روش تنش مجاز هم استفاده شود برای کنترل دریفت سازه باید دریفت‌های بدست آمده از آن در 1.4 ضرب شده و سپس با مقادیر مجاز کنترل شود. در این جزوه روند کار طبق استاندارد ۲۸۰۰ و آیین نامه بارگذاری آمریکا ASCE7-10 به این صورت است که ابتدا جهت کنترل دریفت نامنظمی پیچشی بررسی خواهد شد تا نقطه کنترل دریفت در پلان مشخص گردد. سپس دریفت سازه با توجه به مشخصات آن، با انجام تنظیمات مربوطه کنترل می‌گردد.

۱-۲- کنترل نامنظمی

استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم و آیین نامه ASCE7-10 جهت کنترل دریفت دو نقطه را در پلان انتخاب کردند:

الف- کنترل دریفت در مرکز جرم

در سازه‌های منظم از نظر پیچش، دریفت در مرکز جرم طبقات کنترل می‌شود.

12.8.6 Story Drift Determination

The design story drift (Δ) shall be computed as the difference of the deflections at the centers of mass at the top and bottom of the story under consideration. See Fig. 12.8-2. Where centers of mass do not align vertically, it is permitted to compute the deflection at the bottom of the story based on the vertical projection of the center of mass at the top of the story. Where allowable stress design is used, Δ shall be computed using the strength level seismic forces specified in Section 12.8 without reduction for allowable stress design.

۳-۵ تغییر مکان جانبی نسبی طبقات

۳-۵-۱ تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه، که اختلاف بین تغییر مکان‌های جانبی واقعی مراکز جرم کف‌های بالا و پایین آن طبقه است، نباید از مقدار مشخصی که

۴۶ / مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

در این بند تعیین شده، تجاوز نماید. این تغییر مکان تنها با استفاده از تحلیل غیرخطی سازه قابل محاسبه است، ولی می‌توان آن را با تقریب خوبی از رابطه زیر به‌دست آورد:

ب- کنترل دریفت در محورهای کناری (لبه‌ها) ساختمان

کنترل دریفت در محورهای کناری ساختمان طبق استاندارد ۲۸۰۰ مختص سازه‌هایی است که دارای **نامنظمی پیچشی زیاد و شدید** هستند.

۳-۵-۴ در ساختمان‌های نامنظم پیچشی و یا نامنظم شدید پیچشی، برای محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه Δ_{ei}، به جای تفاوت بین تغییر مکان‌های جانبی مراکز جرم

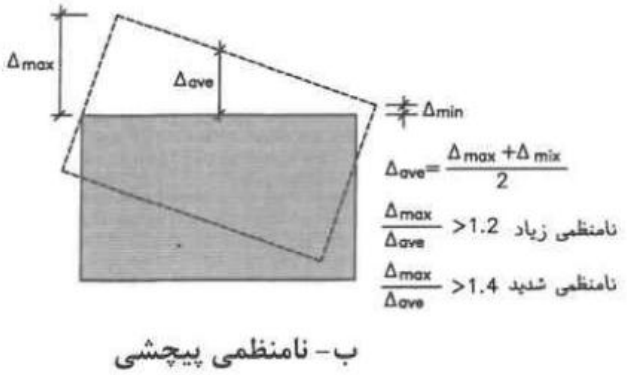
For structures assigned to Seismic Design Category C, D, E, or F having horizontal irregularity Type 1a or 1b of Table 12.3-1, the design story drift, Δ, shall be computed as the largest difference of the deflections of vertically aligned points at the top and bottom of the story under consideration along any of the edges of the structure.

کف‌ها، باید تفاوت بین تغییر مکان‌های جانبی کف‌های بالا و پایین آن طبقه در امتداد محورهای کناری ساختمان مد نظر قرار گیرد.

۱-۲-۱- نامنظمی پیچشی

طبق تعریف استاندارد ۲۸۰۰:

ب-**نامنظمی پیچشی**: در مواردی که حداکثر تغییرمکان نسبی در یک انتهای ساختمان در هر طبقه، با احتساب پیچش تصادفی و با منظور کردن A_j = ۱/۰

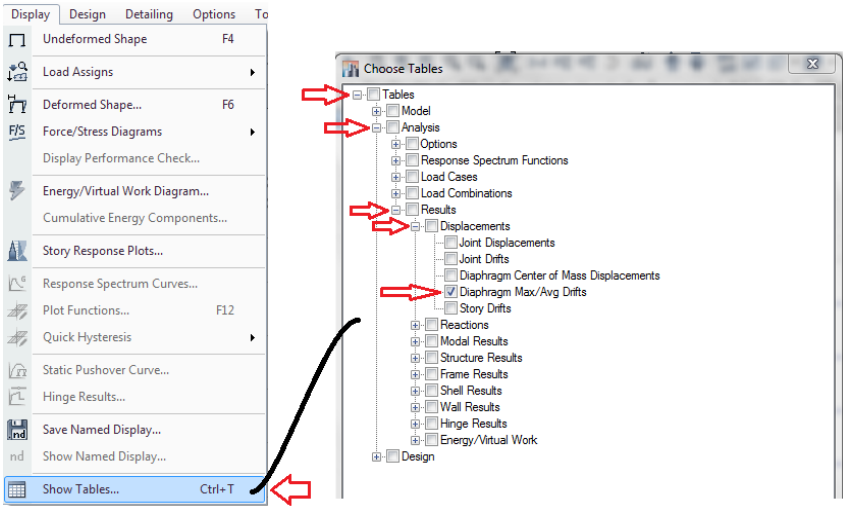


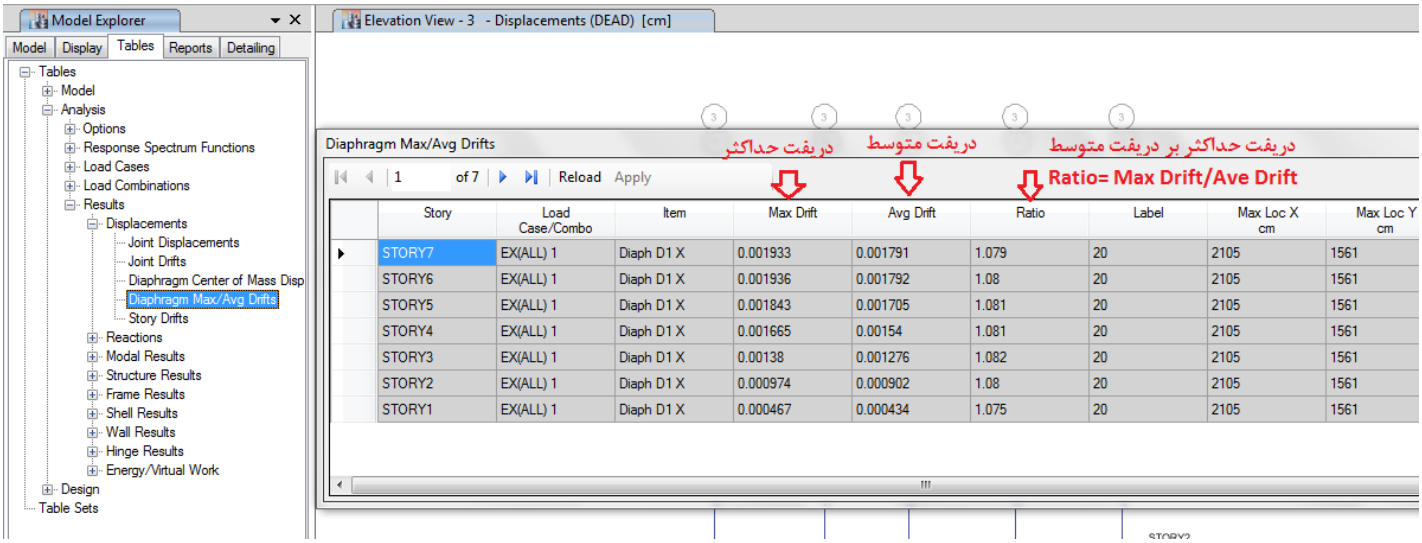
ب- نامنظمی پیچشی

بیشتر از ۲۰ درصد متوسط تغییرمکان نسبی در دو انتهای ساختمان در آن طبقه باشد. در این موارد نامنظمی"زیاد" و در مواردی که این اختلاف بیشتر از ۴۰ درصد باشد، نامنظمی"شدید" پیچشی توصیف می‌شود.

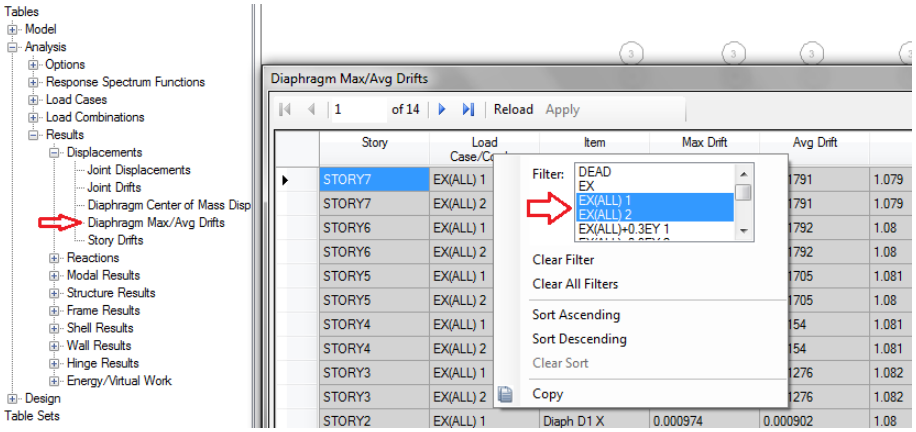
کنترل نامنظمی پیچشی در ETABS2015

در نرم‌افزار ETABS بصورت شکل زیر یا با اجرای دستور Display> Show Tables پنجره Choose Tables باز خواهد شد که در این پنجره باید ابتدا کنار گزینه Analysis روی علامت مثبت کلیک کنید سپس از بین گزینه‌های Analysis روی علامت مثبت Results و سپس تیک گزینه Story Max/Ave Displacements بگذارید و روی گزینه ok کلیک کنید. با انجام این مراحل پنجره‌ای باز خواهد شد که در ستون Ratio نسبت $\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{ave}}$ نشان داده می‌شود.

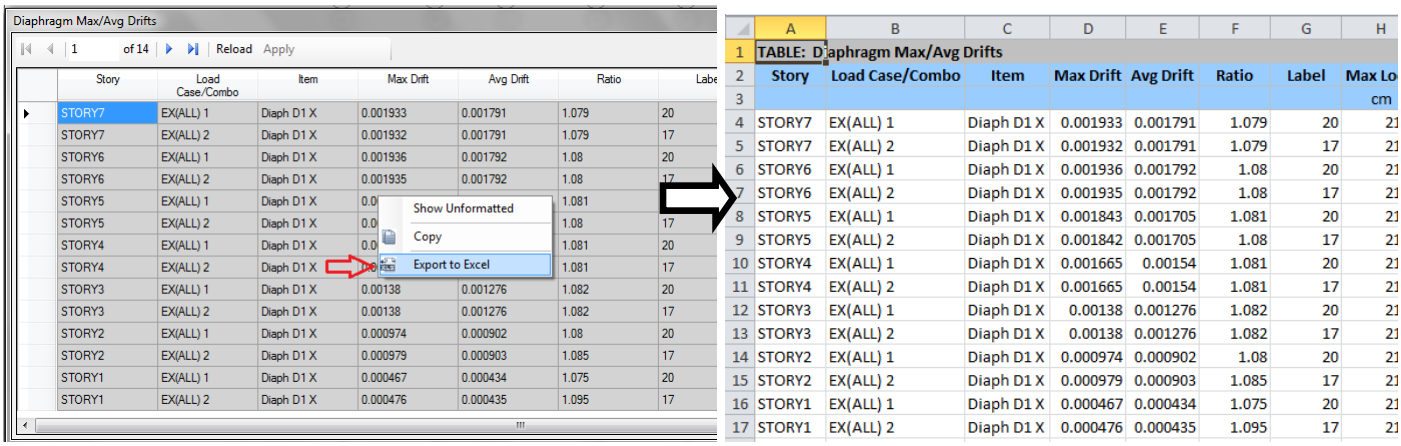




در شکل فوق باید ابتدا در ستون Load Case/Combo حالت بار EX(ALL) و EY(ALL) با راست کلیک کردن به صورت شکل زیر انتخاب کنید:



حال می‌توان با راست کلیک کردن روی جدول آن را به Excel انتقال داد.



Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Lo
							cm
STORY7	EX(ALL) 1	Diaph D1 X	0.001933	0.001791	1.079	20	21
STORY7	EX(ALL) 2	Diaph D1 X	0.001932	0.001791	1.079	17	21
STORY6	EX(ALL) 1	Diaph D1 X	0.001936	0.001792	1.08	20	21
STORY6	EX(ALL) 2	Diaph D1 X	0.001935	0.001792	1.08	17	21
STORY5	EX(ALL) 1	Diaph D1 X	0.001843	0.001705	1.081	20	21
STORY5	EX(ALL) 2	Diaph D1 X	0.001842	0.001705	1.08	17	21
STORY4	EX(ALL) 1	Diaph D1 X	0.001665	0.00154	1.081	20	21
STORY4	EX(ALL) 2	Diaph D1 X	0.001665	0.00154	1.081	17	21
STORY3	EX(ALL) 1	Diaph D1 X	0.00138	0.001276	1.082	20	21
STORY3	EX(ALL) 2	Diaph D1 X	0.00138	0.001276	1.082	17	21
STORY2	EX(ALL) 1	Diaph D1 X	0.000974	0.000902	1.08	20	21
STORY2	EX(ALL) 2	Diaph D1 X	0.000979	0.000903	1.085	17	21
STORY1	EX(ALL) 1	Diaph D1 X	0.000467	0.000434	1.075	20	21
STORY1	EX(ALL) 2	Diaph D1 X	0.000476	0.000435	1.095	17	21

حال چنانچه در ستون Ratio حتی یکی از مقادیر بزرگتر از 1.2 و کوچکتر از 1.4 باشد به این معنی است که سازه دارای نامنظمی پیچشی زیاد است. اگر یکی از مقادیر آن ستون از 1.4 بزرگتر باشد سازه دارای نامنظمی پیچشی شدید می‌باشد.

با توجه به مطالب ذکر شده در بخش قبل چنانچه سازه از نظر پیچشی منظم باشد دریفت طبقات در مرکز جرم سازه کنترل خواهد شد ولی چنانچه سازه دارای نامنظمی پیچشی زیاد یا شدید شد دریفت طبقات باید در محورهای کناری (لبه-های ساختمان) کنترل شود. در ادامه هر دو کنترل در قالب مثالی تشریح شده است.

۱-۳- کنترل دریفت

در این قسمت با ذکر یک مثال کنترل دریفت در ETABS2015 تشریح شده است. مثالی که خواهید دید یک سازه بتن‌آرمه 7 طبقه با ارتفاع 22.4 متر با کاربری مسکونی (I=1) در پهنه‌بندی خطر لرزه‌ای زیاد (A=0.3) با سیستم قاب خمشی بتن‌آرمه متوسط ($R_u = 5, \Omega_0 = 3, C_d = 4.5$) می‌باشد. در کنار مراحل کنترل دریفت این مثال به نکات متفاوتی که در مورد سازه‌های فولادی می‌باشد اشاره شده است.

۱- از مدل سازه اصلی Save As می‌گیریم و فایل جدید را با نام Period ذخیره می‌کنیم:

طبق استاندارد ۲۸۰۰ برای محاسبه ضریب زلزله جهت کنترل دریفت در سازه‌های با اهمیت زیاد، متوسط و کم می‌توان از زمان تناوب تحلیل بدون رعایت تبصره بند ۳-۳-۳-۱ استاندارد ۲۸۰۰ استفاده نمود.

در کنترل دریفت در سازه‌های با اهمیت خیلی زیاد مانند بیمارستان باید در محاسبه ضریب زلزله تبصره بند ۳-۳-۳-۱ استاندارد ۲۸۰۰ رعایت شود.

نکته: برش پایه بدست آمده از زمان تناوب تحلیلی ($T_{dynamic}$) نباید از برش پایه حداقل Vu=0.12AIW کمتر در نظر گرفته شود.

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

تبصره بند ۳-۳-۳-۱ استاندارد ۲۸۰۰

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

طبق بند ۳-۳-۳-۳ استاندارد ۲۸۰۰ برای محاسبه زمان تناوب سازه‌های بتن‌آرمه اثر ترک خوردگی اعضا در سختی خمشی (ممان اینرسی I) به صورت زیر است:

۳-۳-۳-۳ سختی قطعات بتن‌آرمه

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

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

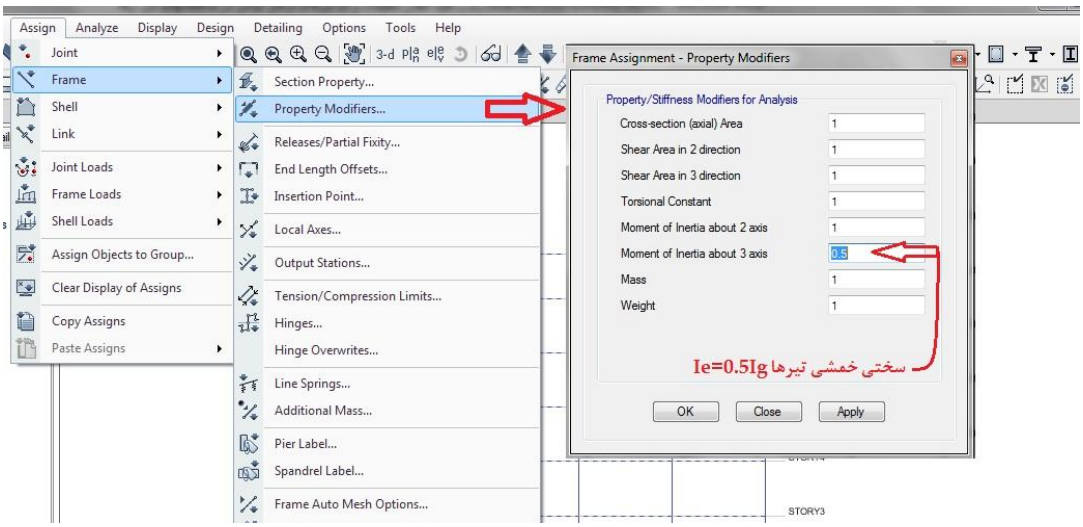
۳-۵-۵ در سازه‌های بتن‌آرمه در تعیین تغییر مکان جانبی نسبی طرح، ممان اینرسی مقطع ترک خورده قطعات را می‌توان، مطابق توصیه آیین‌نامه بتن ایران «آبا» برای تیرها lg ۰/۳۵، برای ستون‌ها lg ۰/۷، و برای دیوارها lg ۰/۳۵ یا lg ۰/۷ نسبت به میزان ترک‌خوردگی آنها، منظور کرد. برای زلزله بهره‌برداری مقادیر این ممان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

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

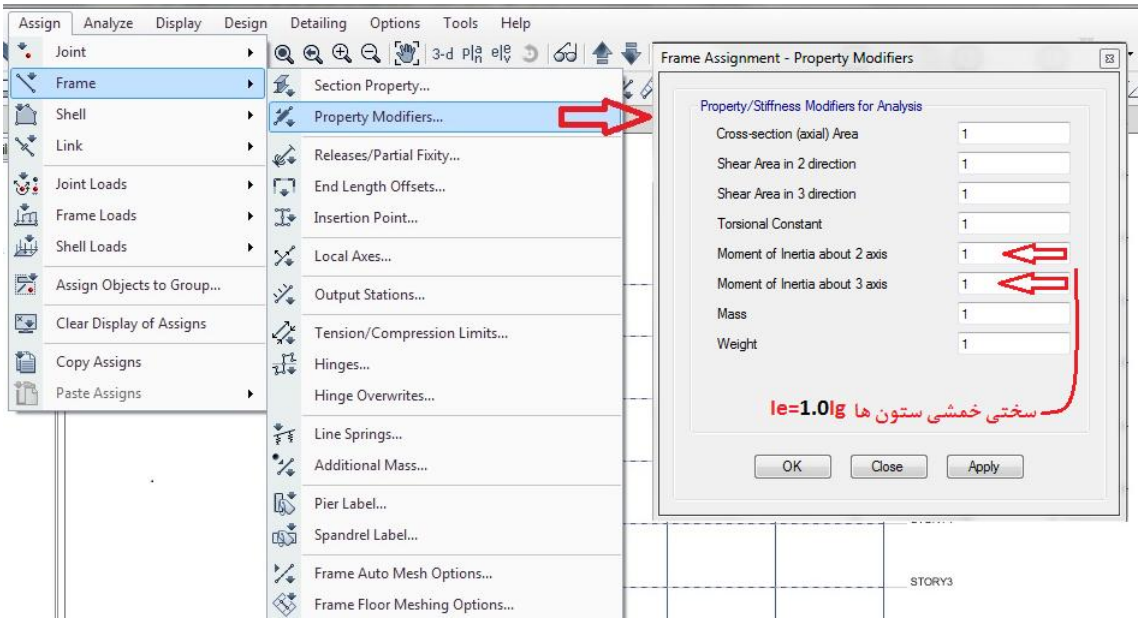
توجه شود که ضرایب ترک خوردگی فوق (بند ۳-۳-۳-۳ استاندارد ۲۸۰۰)، سختی سازه را نسبت به حالت ترک خوردگی کنترل دریفت (بند ۳-۵-۵ استاندارد ۲۸۰۰) بیشتر می‌کنند. بنابراین با اعمال این ضرایب در فایل Period زمان تناوب تحلیلی سازه طبق رابطه زیر کمتر از حالت ترک خوردگی‌های بند ۳-۵-۵ در فایل اصلی سازه می‌باشد.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow\uparrow k \Rightarrow\downarrow T$$

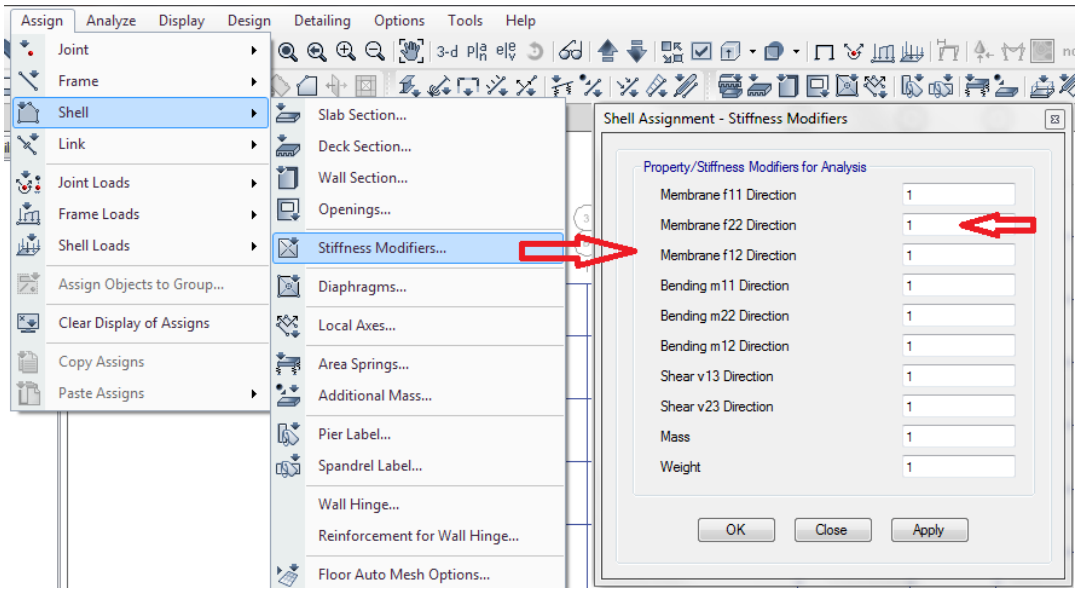
۲- جهت اعمال ضریب ترک خوردگی در تیرها ابتدا تمام تیرها را از دستور Select menu > Select > Properties > Frame Sections انتخاب و سپس طبق شکل زیر سختی خمشی تیرها را به 0.5 تغییر دهید:



۳- جهت اعمال ضریب ترک خوردگی در ستونها ابتدا تمام ستونها را از دستور Select menu > Select > Properties > Frame Sections انتخاب و سپس طبق شکل زیر سختی خمشی ستونها را به 1.0 تغییر دهید:

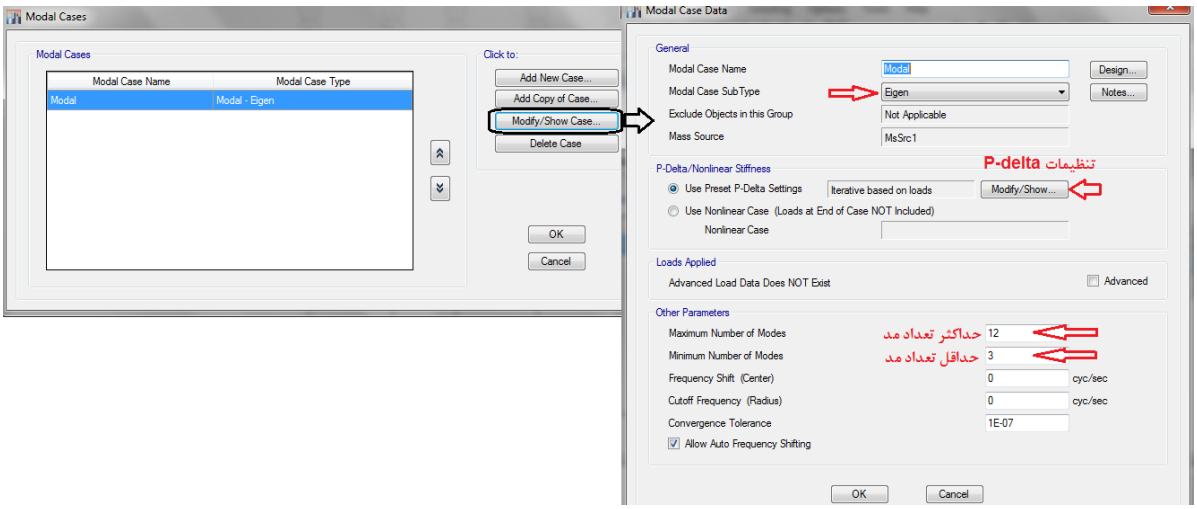


۴- جهت اعمال ضریب ترک خوردگی در دیوارها ابتدا تمام دیوارها را از دستور Select menu > Select > Properties > Wall Sections انتخاب و سپس طبق شکل زیر سختی خمشی دیوارها را به 1.0 تغییر دهید (f22=1.0):

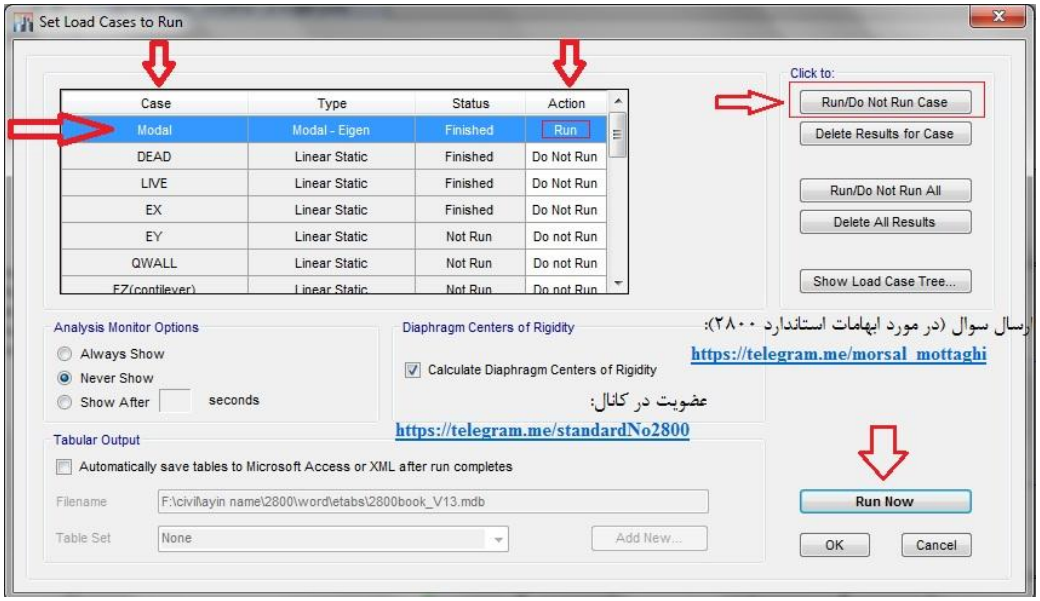


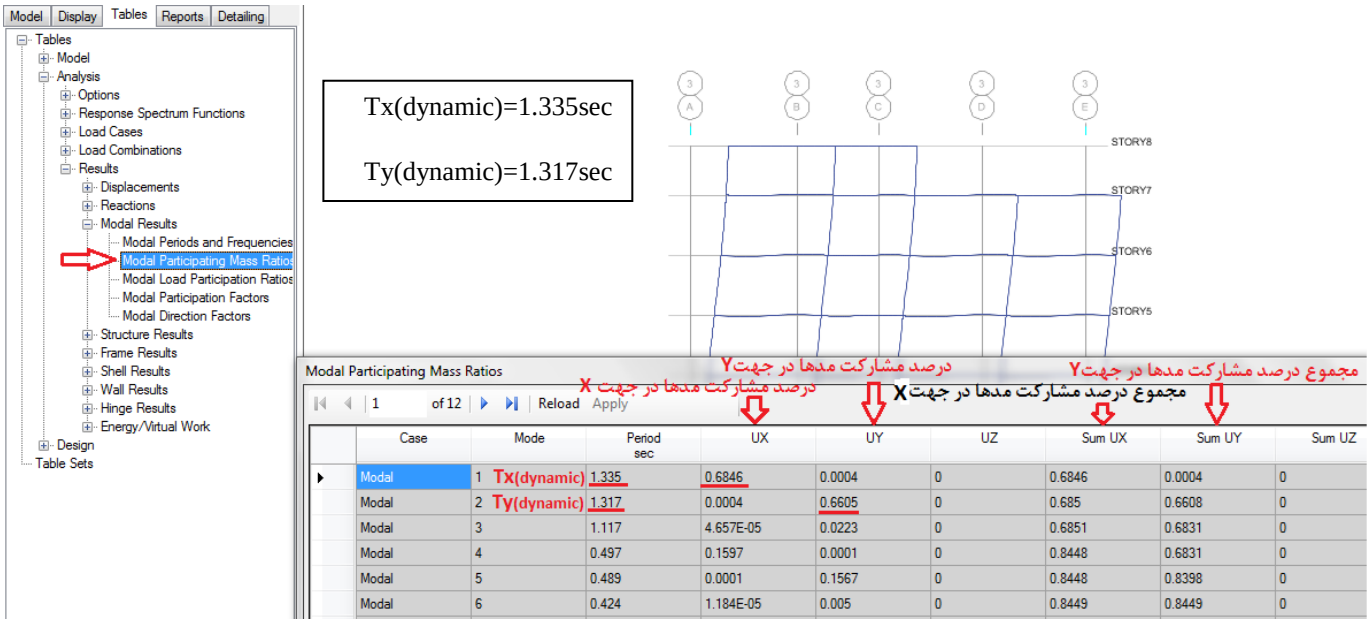
نکته: کاهش سختی‌ها در مراحل فوق مختص سازه‌ای بتن‌آرمه می‌باشد و در مورد سازه‌های فولادی چون مراحل فوق انجام نخواهد شد بنابراین برای تعیین زمان تناوب تحلیلی نیازی به ایجاد فایل جدید به نام فایل Period وجود ندارد و در فایل اصلی می‌توان مانند گام‌های بعدی، زمان تناوب تحلیلی را تعیین و کنترل دریفت را انجام داد.

۵- تنظیمات انجام تحلیل مقادیر ویژه (تحلیل مدال برای تعیین خصوصیات سازه) طبق شکل زیر با اجرای دستور Define> Modal Cases…:



۶- انجام تحلیل و مشاهده زمان تناوب تحلیلی همانند شکل زیر:





طبق شکل فوق زمان تناوب دینامیکی سازه در جهات X و Y به ترتیب برابر 1.335sec و 1.317sec است.

طبق روی سوال سیستم سازه قاب خمشی با ارتفاع 22.4 متر است بنابراین زمان تناوب تجربی آن برابر است با:

$T=0.05H^{0.9}=0.05\times22.4^{0.9}=0.82sec$

۲۸۰۰ تبصره استاندارد $1.25\times0.82=1.025sec$

نکته یک: با توجه به تبصره بند ۳-۳-۳-۱ استاندارد ۲۸۰۰ اگر سازه با اهمیت خیلی زیاد (بیمارستان) باشد نمی‌توان از مقادیر Tx(dynamic)=1.335 sec و Ty(dynamic)=1.317 sec برای محاسبه برش پایه جهت کنترل دریفت استفاده نمود. در این حالت باید با رعایت تبصره فوق از زمان تناوب 1.025sec به عنوان زمان تناوب تحلیلی استفاده نمود.

نکته دو: طبق تبصره بند ۳-۳-۳-۱ استاندارد ۲۸۰۰ در محاسبه زلزله‌های اصلی ((EX, EX(ALL), EY, EY(ALL)) جهت کاهش برش پایه وارد ساختمان می‌توان از زمان تناوب تحلیلی با رعایت تبصره فوق استفاده کرد.

$$T=\min(1.25T_{\text{تجربی}}, T_{\text{dynamic}})$$

۷- فایل پریود را ببندید و به فایل اصلی برگردید. در فایل اصلی ابتدا ضریب زلزله را طبق رابطه ۳-۲ استاندارد ۲۸۰۰ با زمان تناوب تحلیلی بدست آمده از قسمت قبل در امتدادهای X و Y تعیین کنید.

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

$$C=\frac{ABI}{R_u} \qquad (۳-۲)$$

در این رابطه:

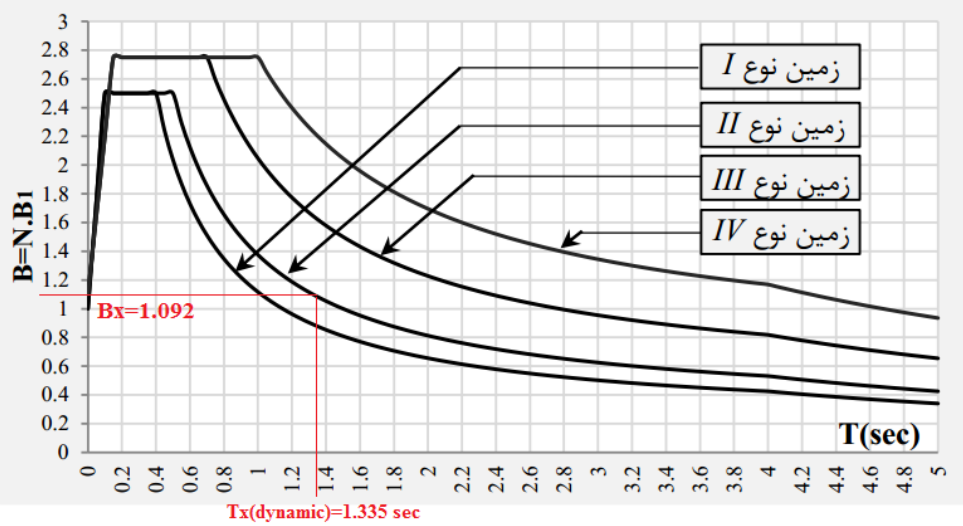
A: نسبت شتاب مبنای طرح مطابق بند (۲-۲)

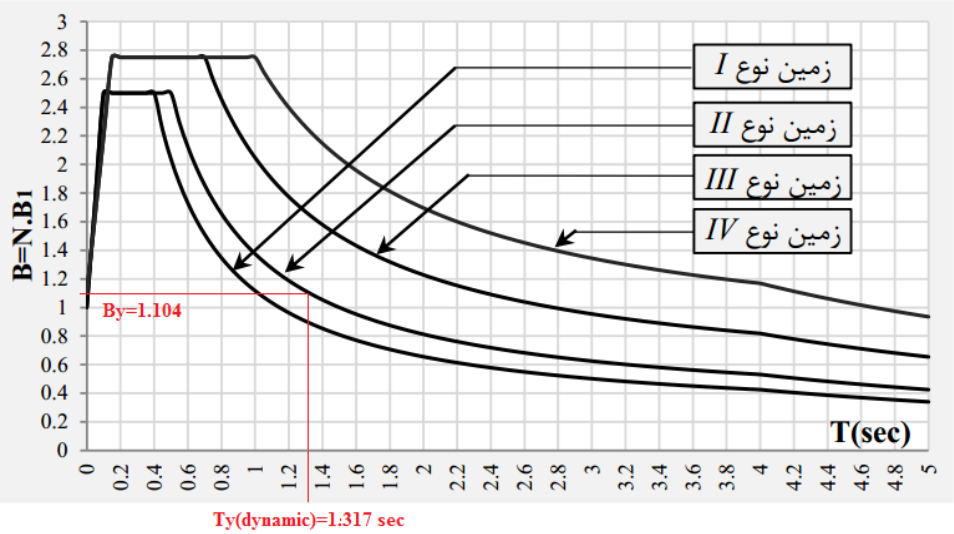
B: ضریب بازتاب ساختمان مطابق بند (۲-۳)

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

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

با فرض خاک نوع II و منطقه با پهنه بندی خطر لرزه‌ای زیاد مقدار Bx و By برابر است با:





ضریب زلزله جهت کنترل دریفت به صورت زیر تعیین خواهد شد (کاربری مسکونی و سیستم قاب خمشی متوسط):

$$Cx_{drift} = \frac{AB_x I}{Ru} = \frac{0.3\times1.092\times1.0}{5} = 0.0654$$

$$Tx(dynamic) = 1.335\,\text{sec} \rightarrow k = 0.5\times1.335 + 0.75 = 1.4175$$

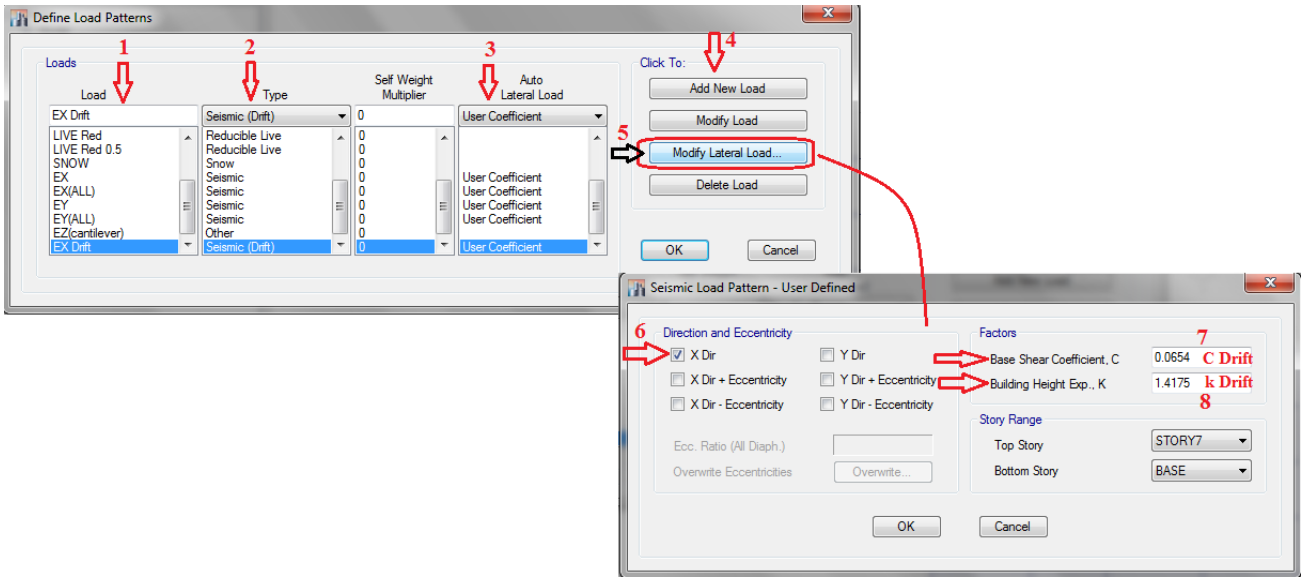
$$Cy_{drift} = \frac{AB_y I}{Ru} = \frac{0.3\times1.104\times1.0}{5} = 0.0662$$

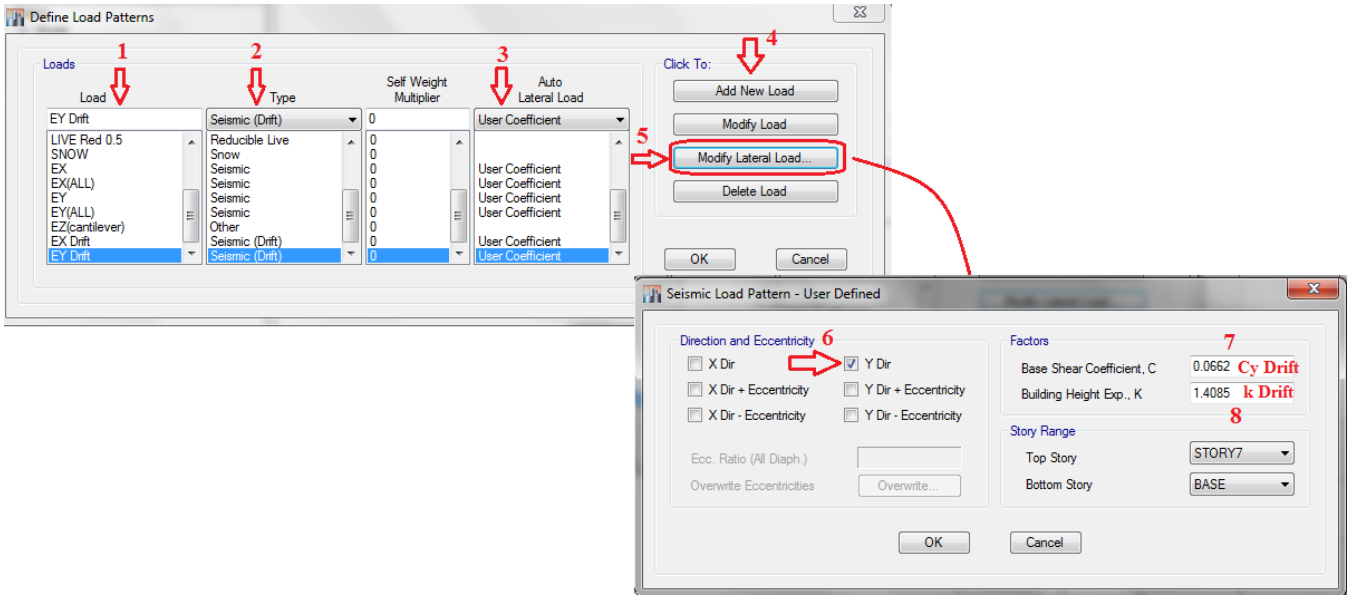
$$Ty(dynamic) = 1.317\,\text{sec} \rightarrow k = 0.5\times1.317 + 0.75 = 1.4085$$

۸- تعریف الگوی بار EX Drift و EY Drift در جعبه Load Pattern از نوع Seismic (Drift) جهت کنترل دریفت با زلزله تخفیف داده شده طبق بند ۳-۵-۳ استاندارد ۲۸۰۰.

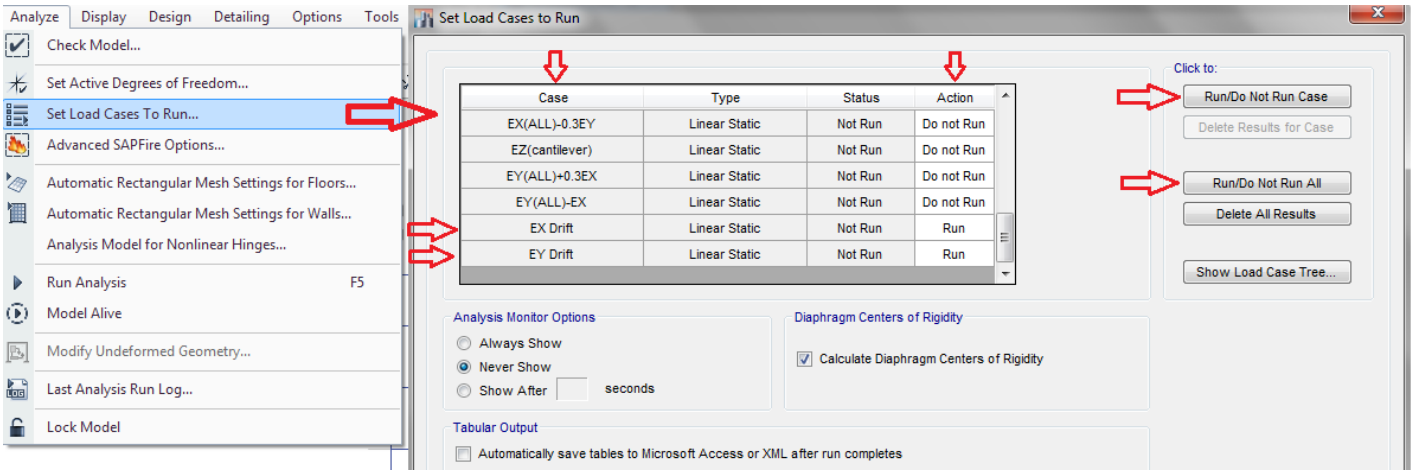
ETABS2015 برای کنترل دریفت الگوی باری به نام Seismic Drift در Load Pattern ارائه کرده است که این الگوی بار صرفاً برای کنترل دریفت سازه است و در ترکیب بارهای اتوماتیک مشارکت نمی‌کند. این الگوهای بار به صورت زیر تعریف می‌شوند.

Define> Load Pattern


Define Load Patterns
Loads
1 Load
2 Type
Self Weight Multiplier
3 Auto Lateral Load
EX Drift
Seismic (Drift)
0
User Coefficient
LIVE Red
LIVE Red 0.5
SNOW
EX
EX(ALL)
EY
EY(ALL)
EZ(cantilever)
EX Drift
Reducible Live
Reducible Live
Snow
Seismic
Seismic
Seismic
Seismic
Other
Seismic (Drift)
User Coefficient
Click To:
4
Add New Load
Modify Load
5
Modify Lateral Load...
Delete Load
OK
Cancel
Seismic Load Pattern - User Defined
6
Direction and Eccentricity
X Dir
Y Dir
X Dir + Eccentricity
Y Dir + Eccentricity
X Dir - Eccentricity
Y Dir - Eccentricity
Ecc. Ratio (All Diaph.)
Overwrite Eccentricities
Overwrite...
Factors
7
Base Shear Coefficient, C
0.0654
C Drift
Building Height Exp., K
1.4175
k Drift
8
Story Range
Top Story
STORY7
Bottom Story
BASE
OK
Cancel


Define Load Patterns
Loads
1 Load
2 Type
Self Weight Multiplier
3 Auto Lateral Load
EY Drift
Seismic (Drift)
0
User Coefficient
LIVE Red 0.5
SNOW
EX
EX(ALL)
EY
EY(ALL)
EZ(cantilever)
EX Drift
EY Drift
Reducible Live
Snow
Seismic
Seismic
Seismic
Seismic
Other
Seismic (Drift)
Seismic (Drift)
User Coefficient
Click To:
4
Add New Load
Modify Load
5
Modify Lateral Load...
Delete Load
OK
Cancel
Seismic Load Pattern - User Defined
Direction and Eccentricity
6
X Dir
Y Dir
X Dir + Eccentricity
Y Dir + Eccentricity
X Dir - Eccentricity
Y Dir - Eccentricity
Ecc. Ratio (All Diaph.)
Overwrite Eccentricities
Overwrite...
Factors
7
Base Shear Coefficient, C
0.0662
Cy Drift
Building Height Exp., K
1.4085
k Drift
8
Story Range
Top Story
STORY7
Bottom Story
BASE
OK
Cancel

۹- انجام تحلیل و کنترل دریفت با الگوهای بار EX Drift و EY Drift:



مقدار مجاز دریفت

۳-۵ تغییر مکان جانبی نسبی طبقات

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

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

در این رابطه:

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

C_d = ضریب بزرگنمایی مطابق جدول (۳-۴)

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

در مواردی که روش طراحی تنش مجاز است، تغییر مکان جانبی نسبی به‌دست آمده از آن روش باید در ضریب ۱/۴ ضرب شود و سپس با مقدار مجاز Δ_a در بند (۳-۵-۲) مقایسه شود.

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

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

- در سایر ساختمان‌ها $\Delta_a = 0.020h$

در این روابط h ارتفاع طبقه است.

لینک کانال تلگرام (رفع ابهامات استاندارد ۲۸۰۰)
https://telegram.me/standardNo2800

لینک ارسال سوال
https://telegram.me/morsal_mottaghi

استاندارد ۲۸۰۰ در بند ۳-۵-۲ تغییرمکان جانبی مجاز را مطرح کرده است (با تغییرمکان جانبی نسبی مجاز اشتباه نشود) حال اگر در روابط فوق h را به طرف دیگر مساوی منتقل کنید حاصل به صورت دریفت مجاز ($Drift_{(a)}$) خواهد شد.

در ساختمان‌های تا ۵ طبقه $\frac{\Delta_a}{h} = Drift_{(a)} = 0.025$

در سایر ساختمان‌ها $\frac{\Delta_a}{h} = Drift_{(a)} = 0.02$

همانطور که می‌دانیم نتایج ETABS فقط مقادیر تغییرمکان‌های جانبی نسبی (دریفت) خطی ، Δ_{eu}، است. استاندارد ۲۸۰۰ با تعریف ضریب بزرگنمایی C_d این امکان را داده است که با ضرب ضریب بزرگنمایی C_d در تغییرمکان جانبی نسبی خطی ، Δ_{eu}، تغییرمکان جانبی نسبی غیرخطی یا تغییرمکان نسبی واقعی طرح ، Δ_M، را تعیین کرد.

$$\Delta_M = C_d.\Delta_{eu} \le \frac{\Delta_a}{h}$$

طبق رابطه فوق می‌توان گفت:

$$\Delta_{eu(ETABS)} \le \frac{Drift_{(a)}}{C_d} = \frac{\Delta_a}{h.C_d}$$

در این مثال چون سیستم مقاوم جانبی قاب خمشی متوسط است بنابراین طبق جدول ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰ ضریب بزرگنمایی برابر 4.5 است و چون تعداد طبقات سازه بیش از ۵ طبقه است ($\frac{\Delta_a}{h} = Drift_{(a)} = 0.02$) داریم:

$$\Delta_{eu(ETABS)} \le \frac{0.02}{4.5} = \underline{0.00444}$$

$$Drift_{(a)} = 0.00444$$

تغییرمکان جانبی نسبی طرح حاصل از ETABS به صورت شکل زیر تعیین خواهد شد:

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X cm	Max Loc Y cm	Max Loc Z cm
STORY7	EX Drift	Diaph D1 X	0.003024	0.003017	1.002	20	2105	1561	2240
STORY7	EY Drift	Diaph D1 Y	0.003642	0.003192	1.141	20	2105	1561	2240
STORY6	EX Drift	Diaph D1 X	0.004134	0.004124	1.003	20	2105	1561	1920
STORY6	EY Drift	Diaph D1 Y	0.004759	0.004284	1.111	20	2105	1561	1920
STORY5	EX Drift	Diaph D1 X	0.004106	0.004096	1.003	20	2105	1561	1600
STORY5	EY Drift	Diaph D1 Y	0.004578	0.004192	1.092	20	2105	1561	1600
STORY4	EX Drift	Diaph D1 X	0.003829	0.003819	1.003	20	2105	1561	1280
STORY4	EY Drift	Diaph D1 Y	0.004238	0.003891	1.089	20	2105	1561	1280
STORY3	EX Drift	Diaph D1 X	0.003346	0.003337	1.003	20	2105	1561	960
STORY3	EY Drift	Diaph D1 Y	0.003699	0.003409	1.085	20	2105	1561	960
STORY2	EX Drift	Diaph D1 X	0.002433	0.002426	1.003	20	2105	1561	640
STORY2	EY Drift	Diaph D1 Y	0.002695	0.002475	1.089	20	2105	1561	640
STORY1	EX Drift	Diaph D1 X	0.001306	0.001303	1.003	20	2105	1561	320
STORY1	EY Drift	Diaph D1 Y	0.001438	0.001328	1.083	20	2105	1561	320

مقادیر شکل فوق را می‌توان با راست کلیک کردن بر روی اعداد و سپس کلیک بر روی گزینه Export to Excel به نرم افزار excel انتقال داد.

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X	Max Loc Y	Max Loc Z
							cm	cm	cm
STORY7	EX Drift	Diaph D1 X	0.003024	0.003017	1.002	20	2105	1561	2240
STORY7	EY Drift	Diaph D1 Y	0.003642	0.003192	1.141	20	2105	1561	2240
STORY6	EX Drift	Diaph D1 X	0.004134	0.004124	1.003	20	2105	1561	1920
STORY6	EY Drift	Diaph D1 Y	**0.004759**	0.004284	1.111	20	2105	1561	1920
STORY5	EX Drift	Diaph D1 X	0.004106	0.004096	1.003	20	2105	1561	1600
STORY5	EY Drift	Diaph D1 Y	**0.004578**	0.004192	1.092	20	2105	1561	1600
STORY4	EX Drift	Diaph D1 X	0.003829	0.003819	1.003	20	2105	1561	1280
STORY4	EY Drift	Diaph D1 Y	0.004238	0.003891	1.089	20	2105	1561	1280
STORY3	EX Drift	Diaph D1 X	0.003346	0.003337	1.003	20	2105	1561	960
STORY3	EY Drift	Diaph D1 Y	0.003699	0.003409	1.085	20	2105	1561	960
STORY2	EX Drift	Diaph D1 X	0.002433	0.002426	1.003	20	2105	1561	640
STORY2	EY Drift	Diaph D1 Y	0.002695	0.002475	1.089	20	2105	1561	640
STORY1	EX Drift	Diaph D1 X	0.001306	0.001303	1.003	20	2105	1561	320
STORY1	EY Drift	Diaph D1 Y	0.001438	0.001328	1.083	20	2105	1561	320

در جدول فوق ستون 4 مقادیر مربوط به دریفت حداکثر (دریفت محورهای کناری) طبقات تحت زلزله EX Drift و EY Drift می‌باشد. این مقادیر برای کنترل دریفت در سازه‌های دارای پیچش (**نامنظمی پیچشی زیاد و شدید**) می‌باشد. در ستون 5 جدول فوق دریفت متوسط طبقات تحت زلزله EX Drift و EY Drift ارائه شده است که در اکثر سازه‌های منظم این دریفت با دریفت مرکز جرم تقریباً برابر است. همانطور که در جدول فوق دیده می‌شود دریفت حداکثر در طبقات 5 و 6 در امتداد Y بیشتر از مقدار مجاز استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد ولی در مورد دریفت متوسط برای سازه‌های منظم، در کلیه طبقات دریفت سازه جوابگو است و مقادیر آن کمتر از مقدار دریفت مجاز (0.00444) می‌باشد.

۱-۴- دریفت مجاز برای تحلیل غیرخطی

استاندارد ۲۸۰۰ در ویرایش چهارم در پیوست ۲ ضوابطی را برای انجام تحلیل غیرخطی ارائه است. در بند ۳-۱۲-۲ و بند ۴-۴-۳ این پیوست نیز ضوابط دریفت مجاز را برای تحلیل‌های غیرخطی استاتیکی و دینامیکی ارائه کرده است. چون تحلیل‌های غیرخطی نیاز جابجایی و دریفت سازه را به صورت واقع‌بینانه برآورد می‌کند. بنابراین استاندارد ۲۸۰۰ در بندهای مذکور جهت کنترل دریفت ۲۰٪ تخفیف داده و قید کرده است که *تغییرمکان جانبی نسبی طبقات حاصل از تحلیل غیرخطی(تغییرمکان جانبی نسبی در تغییرمکان هدف یا تغییرمکان تحلیل دینامیکی غیرخطی) نباید از ۱۲۰٪ مقادیر مجاز معرفی شده برای تحلیل‌های خطی تجاوز کند.* بعبارتی دریفت مجاز برای تحلیل‌های غیرخطی به صورت زیر است:

در ساختمان‌های تا ۵ طبقه

$$\frac{\Delta_a}{h}(nonlinear) = Drift_{(a)}(nonlinear) = 1.2 \times 0.025 = 0.03$$

در سایر ساختمان‌ها

$$\frac{\Delta_a}{h}(nonlinear) = Drift_{(a)}(nonlinear) = 1.2 \times 0.02 = 0.024$$

تحلیل غیرخطی Nonlinear Analysis

برای تحلیل استاتیکی غیرخطی

۳-۱۲-۲ حداکثر تغییرمکان نسبی سازه در تغییرمکان هدف نباید بیشتر از ۱۲۰٪ مقادیر مجاز معرفی شده در بند (۲-۵-۳) این استاندارد باشد.

برای تحلیل دینامیکی غیرخطی

۴-۴-۳ تغییر مکان جانبی نسبی طبقات

تغییر مکان جانبی نسبی طبقات حاصل از تحلیل غیر خطی نباید از ۱۲۰٪ مقدار مجاز معرفی شده در بند (۲-۵-۳) این استاندارد تجاوز نماید.

منابع و مراجع

۱- آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله "استاندارد ۲۸۰۰ ایران"، ویرایش چهارم، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۳.

۲- بارهای وارد بر ساختمان، مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، ویرایش ۱۳۹۲، دفتر امور مقررات ملی ایران، نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲.

3-ASCE, 2010. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers, 1801 Alexander Bell Drive, Reston, Virginia, 20191

4-CSI, 2014. CSI Analysis Reference Manual, Computers and Structures, Inc., Walnut Creek, California.

5- Finley A. Charney, Ph.D., P.E. (2014) . Seismic Loads Guide to the Seismic Load Provisions of ASCE 7-10, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.

خوانندگان محترم می‌توانند در صورت وجود هر گونه ابهام و سوال در مورد این جزوه از طریق لینک کانال فوق با بنده در ارتباط باشند.

با تشکر

مرسل متقی