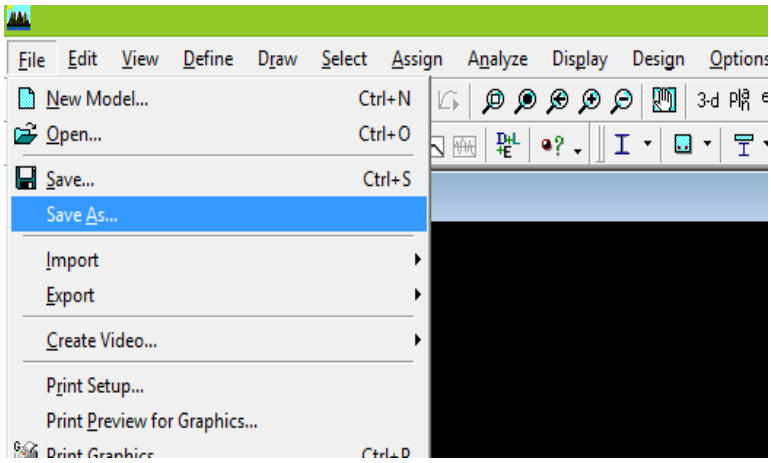
# مراحل گام به گام کنترل تغییرمکان نسبی طبقات مطابق ویرایش چهارم آئین نامه ۲۸۰۰ در ساختمانهای بتنی

**ارائه دهنده:**

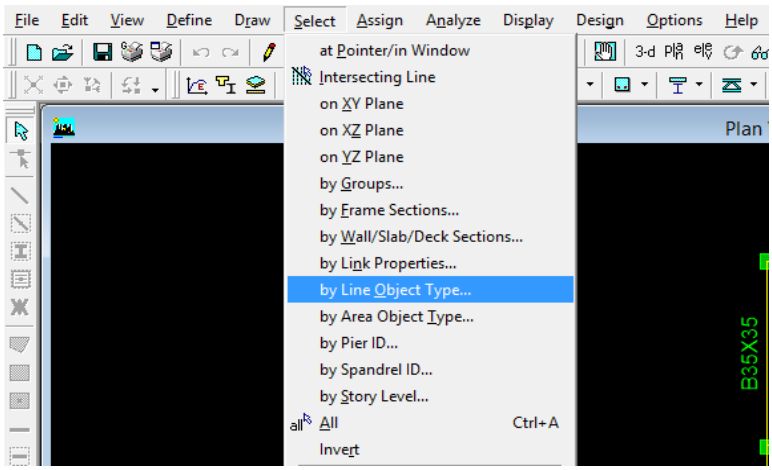
**اکبر مخدومی**

۱- **کپی از فایل سازه:** ( پس از تحلیل و طراحی یک save as از فایل مورد نظر می گیریم و نام آنرا period می گذاریم. )

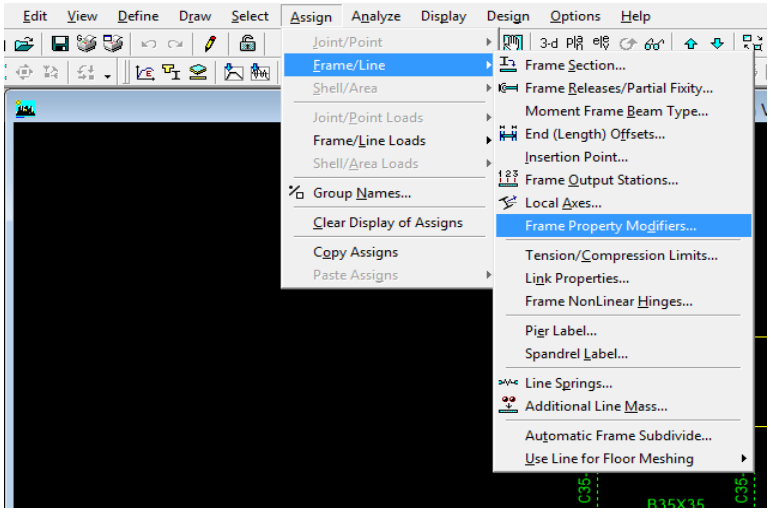



**شکل ۱: کپی از فایل اصلی سازه**

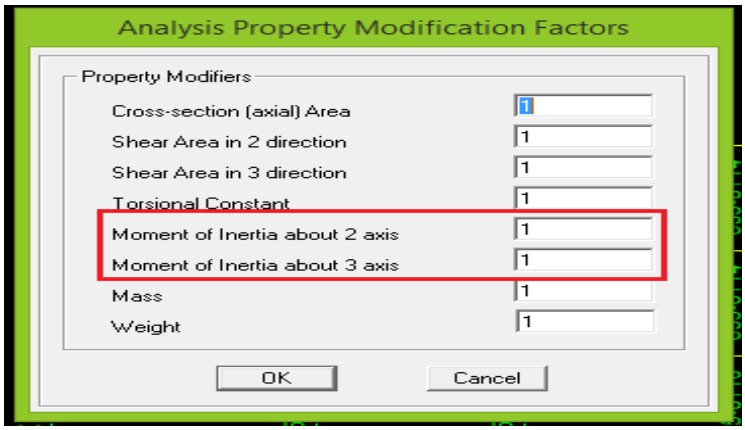
۲- **اصلاح ضرایب ترک خوردگی:** ( ضرایب ترک خوردگی را در فایل period اصلاح می کنیم، بر طبق آئین نامه ضرایب ترک خوردگی برای محاسبه زمان تناوب را باید برای تیرها برابر 0.5 و برای ستون ها و دیوارهای برشی برابر 1.0 در نظر بگیریم. )



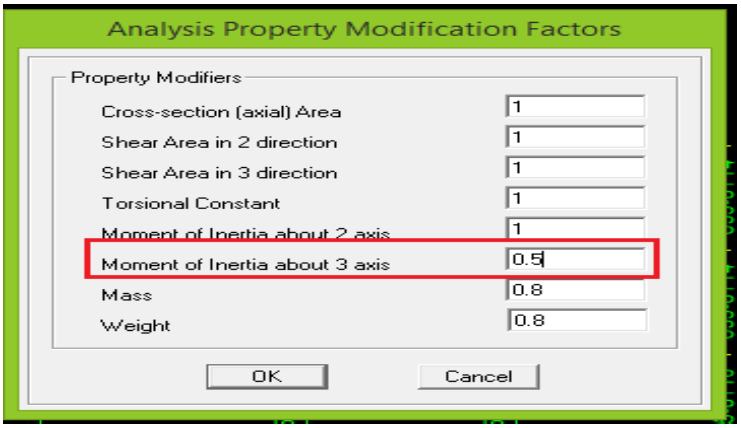

**شکل ۲: انتخاب اعضا جهت اصلاح ضرایب ترک خوردگی**




**شکل ۳: اصلاح ضرایب ترک خوردگی**

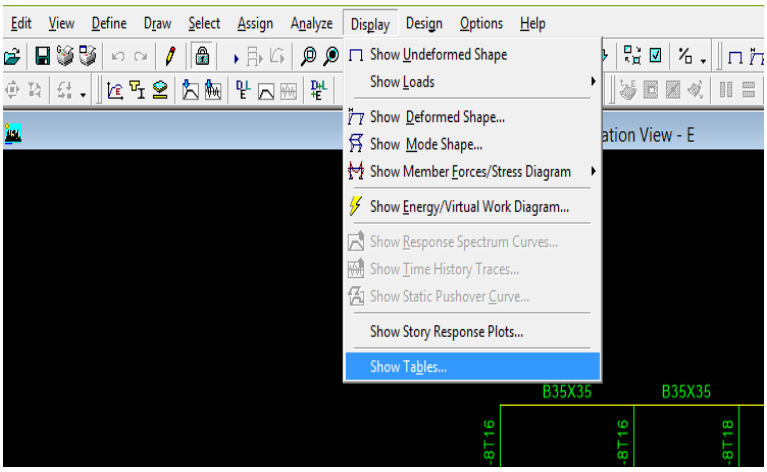



**شکل ۴: اصلاح ضرایب ترک خوردگی ستونها**

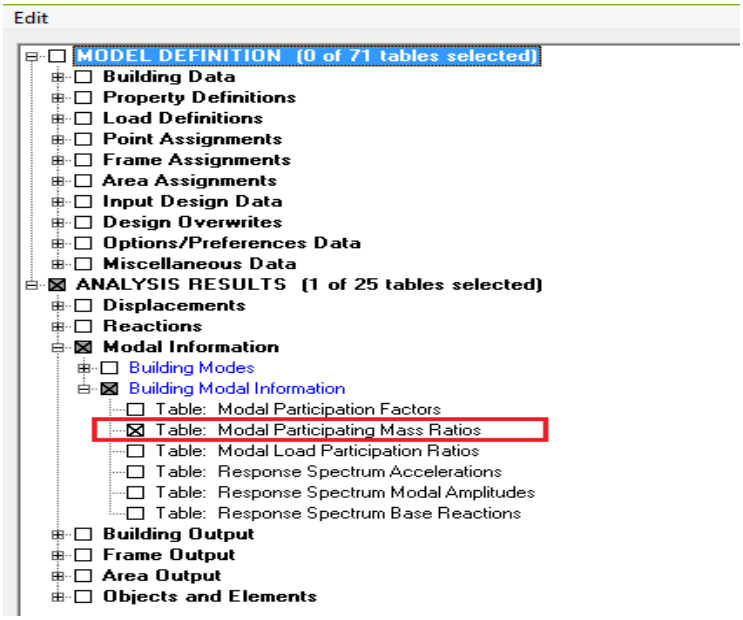



**شکل ۵: اصلاح ضرایب ترک خوردگی تیرها**

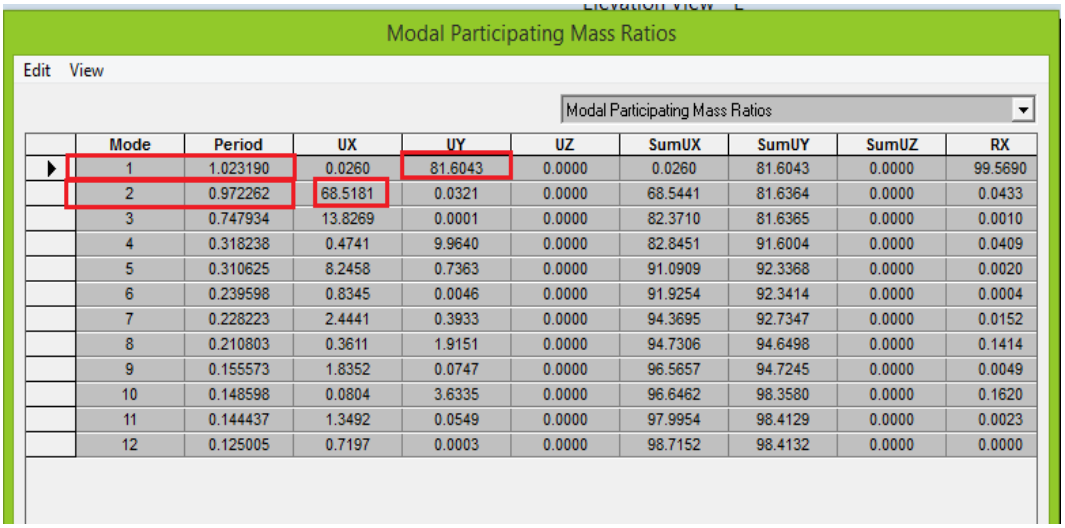
۳- **تحلیل سازه و استخراج زمان های تناوب:** ( پس از اصلاح ضرایب ترک خوردگی در فایل period، سازه را تحلیل می کنیم و مقادیر زمان تناوب را استخراج می کنیم، زمان تناوب های راستای X و Y را با توجه به حداکثر درصد مشارکت جرمی در راستاهای موردنظر از نرم افزار استخراج می کنیم. لازم بذکر است که در ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد رعایت محدودیت های مربوط به زمان تناوب الزامی است یعنی حداکثر زمان تناوب همان 1.25 برابر زمان تناوب تجربی در نظر گرفته می شود حتی اگر مقدار تحلیلی بیشتر از آن باشد اما در صورتی که مقدار تحلیلی و استخراج شده در نرم افزار کمتر باشد (که عموما اینطور نیست) مقادیر تحلیلی ملاک طراحی و کنترل خواهد بود.)




**شکل ۶: مراحل استخراج زمان تناوب تحلیلی**




**شکل ۷: مراحل استخراج زمان تناوب تحلیلی**



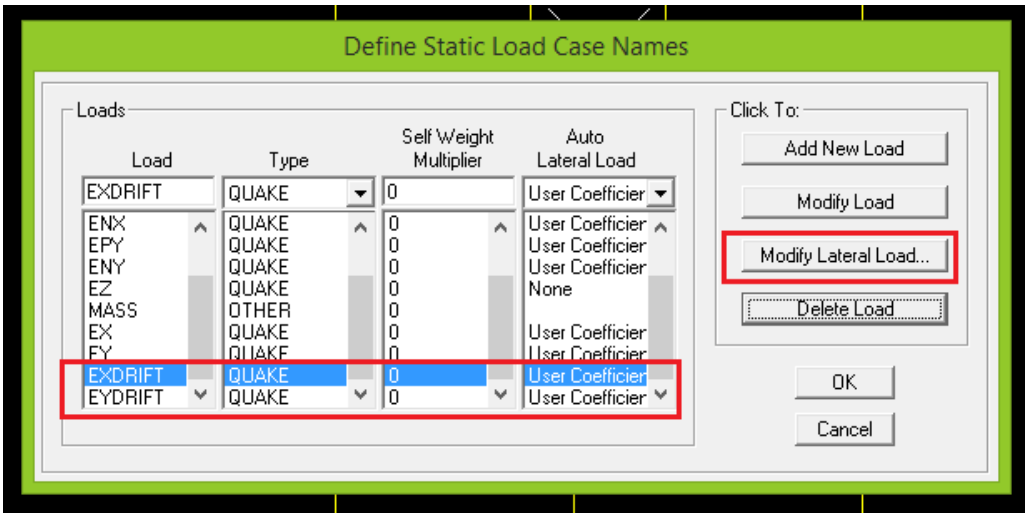

| Mode | Period | UX | UY | UZ | SumUX | SumUY | SumUZ | RX |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.023190 | 0.0260 | 81.6043 | 0.0000 | 0.0260 | 81.6043 | 0.0000 | 99.5690 |
| 2 | 0.972262 | 68.5181 | 0.0321 | 0.0000 | 68.5441 | 81.6364 | 0.0000 | 0.0433 |
| 3 | 0.747934 | 13.8269 | 0.0001 | 0.0000 | 82.3710 | 81.6365 | 0.0000 | 0.0010 |
| 4 | 0.318238 | 0.4741 | 9.9640 | 0.0000 | 82.8451 | 91.6004 | 0.0000 | 0.0409 |
| 5 | 0.310625 | 8.2458 | 0.7363 | 0.0000 | 91.0909 | 92.3368 | 0.0000 | 0.0020 |
| 6 | 0.239598 | 0.8345 | 0.0046 | 0.0000 | 91.9254 | 92.3414 | 0.0000 | 0.0004 |
| 7 | 0.228223 | 2.4441 | 0.3933 | 0.0000 | 94.3695 | 92.7347 | 0.0000 | 0.0152 |
| 8 | 0.210803 | 0.3611 | 1.9151 | 0.0000 | 94.7306 | 94.6498 | 0.0000 | 0.1414 |
| 9 | 0.155573 | 1.8352 | 0.0747 | 0.0000 | 96.5657 | 94.7245 | 0.0000 | 0.0049 |
| 10 | 0.148598 | 0.0804 | 3.6335 | 0.0000 | 96.6462 | 98.3580 | 0.0000 | 0.1620 |
| 11 | 0.144437 | 1.3492 | 0.0549 | 0.0000 | 97.9954 | 98.4129 | 0.0000 | 0.0023 |
| 12 | 0.125005 | 0.7197 | 0.0003 | 0.0000 | 98.7152 | 98.4132 | 0.0000 | 0.0000 |

**شکل ۸: مراحل استخراج زمان تناوب تحلیلی با توجه به درصدهای مشارکت جرمی در هر راستا**

۴- **اصلاح ضرایب زلزله:** (پس از بدست آوردن زمان تناوب، ضرایب زلزله متناظر با آن را در راستای X و Y محاسبه می کنیم، سپس برای اصلاح ضرایب زلزله معمولا یکی از ۲ روش ذیل استفاده می شود.

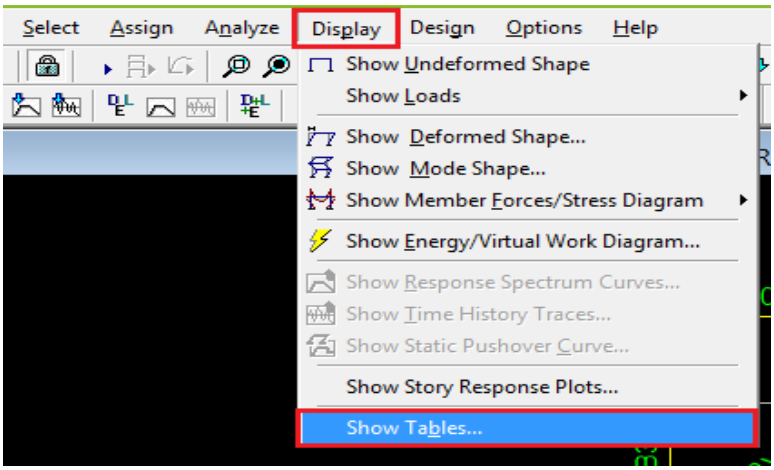
در روش اول در سازه های منظم ودر فایل اصلی دو نیروEXdrift و EYdrift در Load Case تعریف می کنیم و ضرایب زلزله بدست آمده از زمان تناوب های تحلیلی را در آنها وارد می نماییم و دریفت را با آنها کنترل نماییم و در صورتی که سازه نامنظم باشد باید چهار نیروی EPXdrift ، ENXdrift و EPYdrift ، ENYdrift با لحاظ کردن مقادیر خروج از مرکزیت آنها تعریف کنیم و ضرایب زلزله بدست آمده را با توجه به راستای مورد نظر در آنها وارد نماییم و دریفت را با این چهار نیرو کنترل نماییم.

در روش دوم می توانیم از فایل یک کپی (save as) و نام آنرا Drift گذاشته و ضرایت زلزله را در آنجا با توجه به منظم یا منظم بودن سازه در EX ، EY یا EPX، ENX، EPY، ENY اصلاح کرده و دریفت را کنترل نماییم. در روش دوم در صورتی که دریفت جوابگو نباشد و مجبور به تغییراتی در فایل اصلی باشیم باید همواره از فایل ویرایش شده کپی بگیریم اما در روش اول اینگونه نیست )

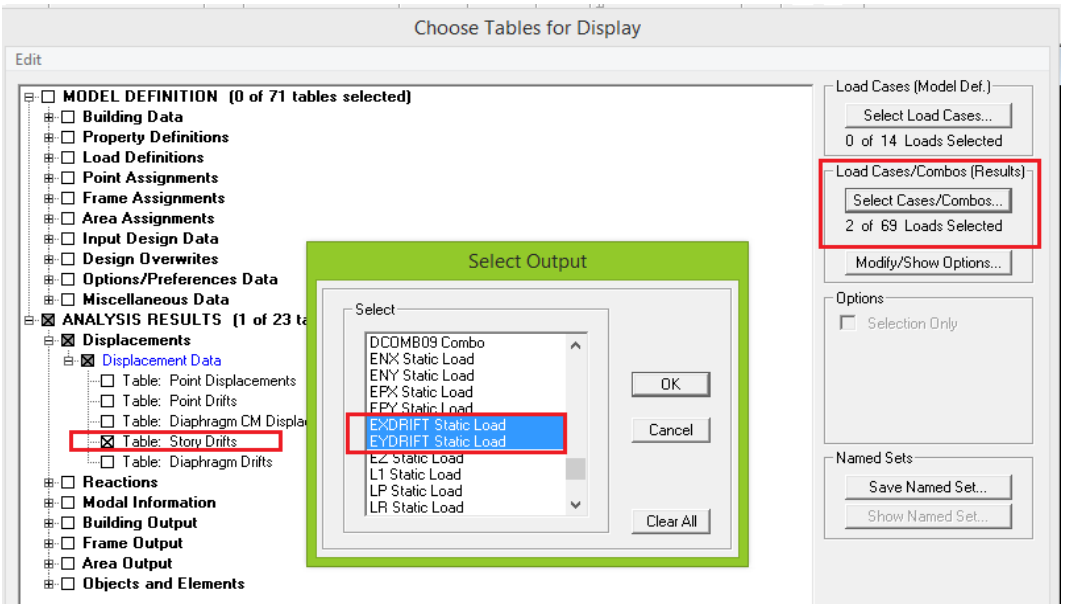



**شکل ۹: وارد نمودن و اصلاح مقادیر ضرایب زلزله بر اساس روش اول**

**۵- استخراج مقادیر تغییرمکان نسبی طبقات:** ( پیشنهاد می شود حتی در صورتی که سازه منظم است قبل از کنترل تغییرمکانهای نسبی در مرکز جرم که زمانبرتر است، دریفت لبه های سازه را که نرم افزار به ما میدهد کنترل کنیم، در صورتی که این مقادیر از مقادیر مجاز کمتر باشد نیازی به کنترل دریفت در مرکز جرم وجود ندارد چون همواره مقادیر آن از مقادیر لبه سازه کمتر است. بنابراین ما ابتدا story drift را کنترل می کنیم و سپس در صورت نیاز مقادیر مرکز جرم را بررسی می نماییم.)




**شکل ۱۰: مراحل کنترل تغییرمکان نسبی طبقات**




**شکل ۱۱: مراحل کنترل تغییرمکان نسبی طبقات**

## ۶- مقایسه مقادیر بدست آمده با مقادیر آئین نامه ای:

$\Delta_M \equiv c_d.\Delta_u$ تغییر مکان نسبی واقعی سازه

$\Delta_a \equiv 0.025h$ تغییر مکان نسبی مجاز سازه در ساختمانهای تا ۵ طبقه

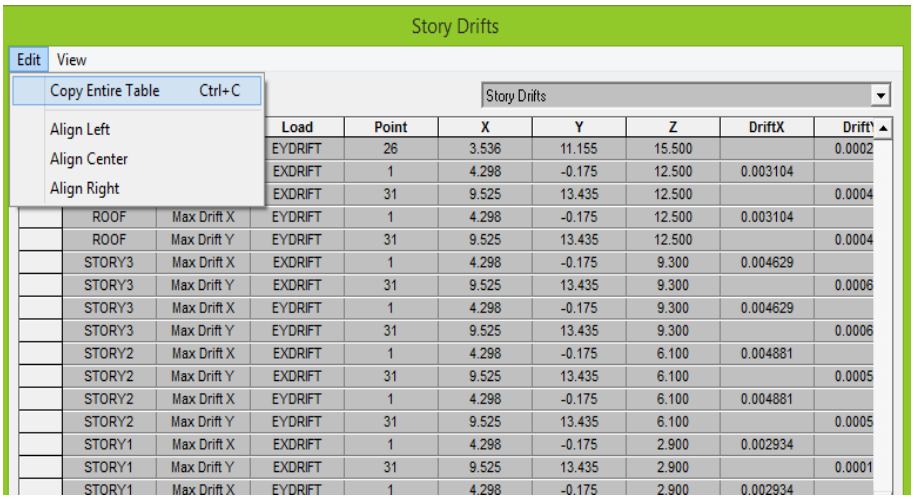
$\Delta_a \equiv 0.020h$ تغییر مکان نسبی مجاز سازه در سایرساختمانها

$$\Delta_M \le \Delta_a \Rightarrow c_d.\Delta_u \le 0.025h \Rightarrow \frac{\Delta_u}{h} \le \frac{0.025}{c_d} \Rightarrow Drift \le \frac{0.025}{c_d}$$

| | |
|---|---|
| $Drift \le \frac{0.025}{c_d}$ | مقدار مجاز دریفت در ساختمانهای تا ۵ طبقه |
| $Drift \le \frac{0.020}{c_d}$ | مقدار مجاز دریفت در سایر ساختمانها |

بطور مثال در صورتی که ساختمان مورد نظر ما ۴ طبقه با سیستم سازه ای قاب خمشی بتن آرمه متوسط باشد، براساس جدول ۳-۴ آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ مقدار $c_d \equiv 4.5$ می باشد و دریفت مجاز بر اساس مرحله قبل برابر $Drift \le \frac{0.025}{4.5} = 0.0055$

می باشد که باید با استفاده خروجی های نرم افزار کنترل شود.




| | | | Load | Point | X | Y | Z | DriftX | Drift |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | EYDRIFT | 26 | 3.536 | 11.155 | 15.500 | | 0.0002 |
| | | | EXDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 12.500 | 0.003104 | |
| | | | EXDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 12.500 | | 0.0004 |
| | ROOF | Max Drift X | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 12.500 | 0.003104 | |
| | ROOF | Max Drift Y | EYDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 12.500 | | 0.0004 |
| | STORY3 | Max Drift X | EXDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 9.300 | 0.004629 | |
| | STORY3 | Max Drift Y | EXDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 9.300 | | 0.0006 |
| | STORY3 | Max Drift X | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 9.300 | 0.004629 | |
| | STORY3 | Max Drift Y | EYDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 9.300 | | 0.0006 |
| | STORY2 | Max Drift X | EXDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 6.100 | 0.004881 | |
| | STORY2 | Max Drift Y | EXDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 6.100 | | 0.0005 |
| | STORY2 | Max Drift X | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 6.100 | 0.004881 | |
| | STORY2 | Max Drift Y | EYDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 6.100 | | 0.0005 |
| | STORY1 | Max Drift X | EXDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 2.900 | 0.002934 | |
| | STORY1 | Max Drift Y | EXDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 2.900 | | 0.0001 |
| | STORY1 | Max Drift X | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 2.900 | 0.002934 | |

**شکل ۱۲:استخراج مقادیر دریفت و انتقال آن به EXCEL**

| | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Item | Load | Point | X | Y | Z | DriftX | DriftY | |
| | Max Drift | EXDRIFT | 7 | 4.298 | 4.83 | 15.5 | 0.002481 | | |
| | Max Drift | EXDRIFT | 26 | 3.536 | 11.155 | 15.5 | | 0.000256 | |
| | Max Drift | EYDRIFT | 7 | 4.298 | 4.83 | 15.5 | 0.002481 | | |
| | Max Drift | EYDRIFT | 26 | 3.536 | 11.155 | 15.5 | | 0.000256 | |
| | Max Drift | EXDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 12.5 | 0.003104 | | |
| | Max Drift | EXDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 12.5 | | 0.000455 | |
| | Max Drift | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 12.5 | 0.003104 | | |
| | Max Drift | EYDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 12.5 | | 0.000455 | |
| | Max Drift | EXDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 9.3 | 0.004629 | | |
| | Max Drift | EXDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 9.3 | | 0.000668 | |
| | Max Drift | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 9.3 | 0.004629 | | |
| | Max Drift | EYDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 9.3 | | 0.000668 | |
| | Max Drift | EXDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 6.1 | 0.004881 | | |
| | Max Drift | EXDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 6.1 | | 0.000564 | |
| | Max Drift | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 6.1 | 0.004881 | | |
| | Max Drift | EYDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 6.1 | | 0.000564 | |
| | Max Drift | EXDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 2.9 | 0.002934 | | |
| | Max Drift | EXDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 2.9 | | 0.000192 | |
| | Max Drift | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 2.9 | 0.002934 | | |
| | Max Drift | EYDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 2.9 | | 0.000192 | |
| | | | | | | | =MAX(H2:H21 | | |

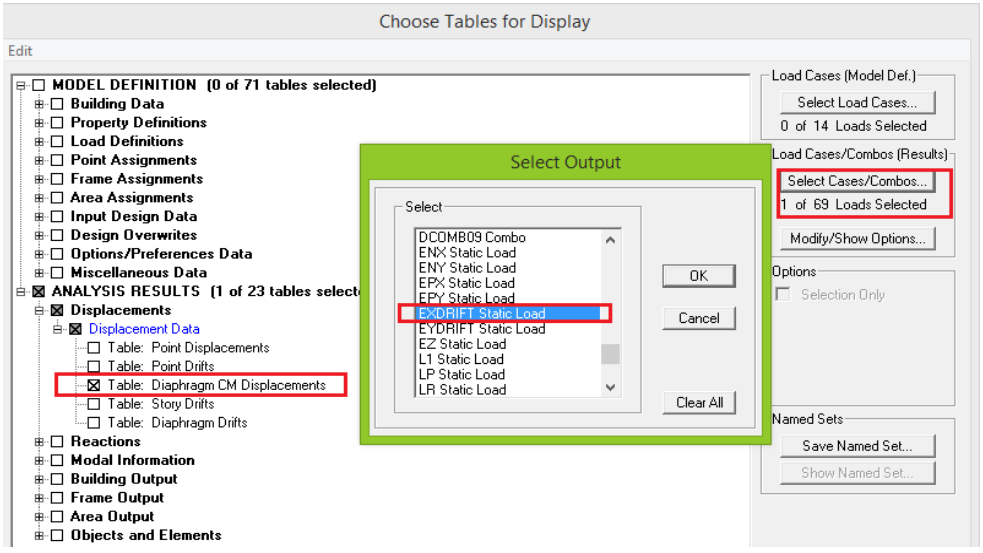
**شکل ۱۳:بدست آوردن حداکثر مقادیر دریفت**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Max Drift | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 12.5 | 0.003104 | |
| Max Drift | EYDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 12.5 | | 0.000455 |
| Max Drift | EXDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 9.3 | 0.004629 | |
| Max Drift | EXDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 9.3 | | 0.000668 |
| Max Drift | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 9.3 | 0.004629 | |
| Max Drift | EYDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 9.3 | | 0.000668 |
| Max Drift | EXDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 6.1 | 0.004881 | |
| Max Drift | EXDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 6.1 | | 0.000564 |
| Max Drift | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 6.1 | 0.004881 | |
| Max Drift | EYDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 6.1 | | 0.000564 |
| Max Drift | EXDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 2.9 | 0.002934 | |
| Max Drift | EXDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 2.9 | | 0.000192 |
| Max Drift | EYDRIFT | 1 | 4.298 | -0.175 | 2.9 | 0.002934 | |
| Max Drift | EYDRIFT | 31 | 9.525 | 13.435 | 2.9 | | 0.000192 |
| | | | | | | 0.004881 | 0.000668 |

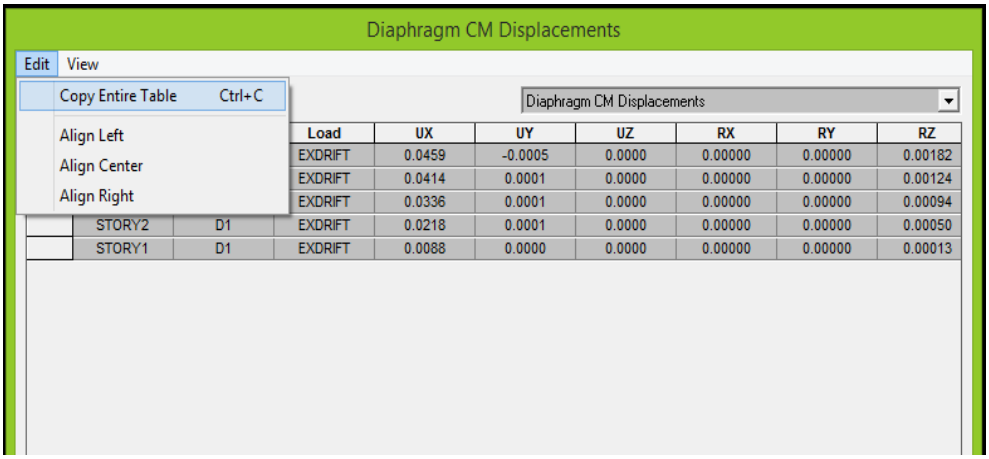
**شکل ۱۴: بدست آوردن حداکثر مقادیر دریفت در راستای X و Y**

حداکثر مقادیر دریفت را بدست می آوریم و با دریفت مجاز که در اینجا 0.0055 است مقایسه می کنیم، با توجه به اینکه مقادیر بدست آمده از مقدار دریفت مجاز کمتر است نیازی به کنترل در مرکز جرم نیست چون یقینا مقادیر آن کمتر از مقادیر بدست آمده نیز می شود، همانطور که پیش تر نیز ذکر شد برای سازه های نامنظم باید مقادیر دریفت در لبه ها یعنی همین story drift و با زلزله ها یی که در آنها مقادیر خروج از مرکزیت ها لحاظ شده اند، کنترل شود.

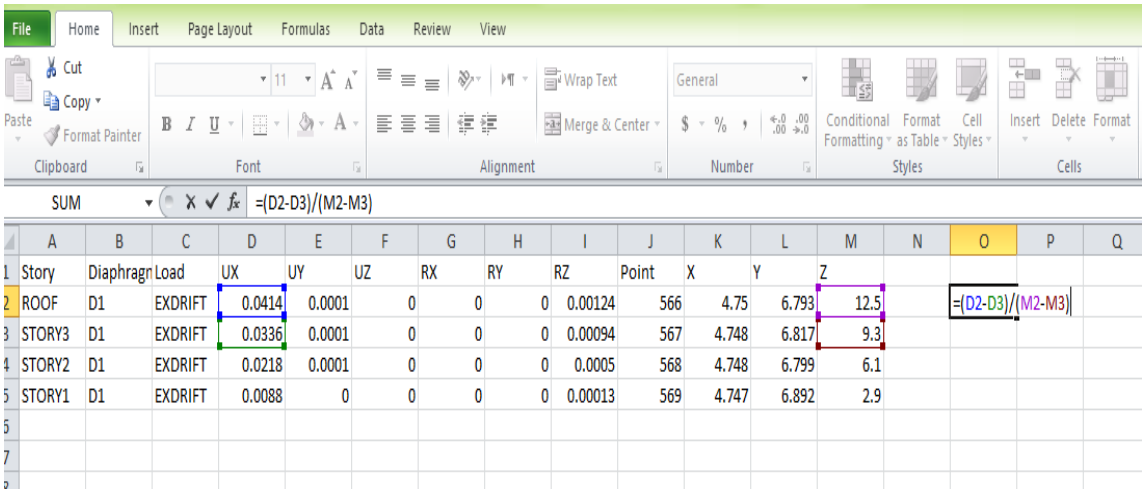
در صورتی که مقادیر بدست آمده از story drift بیش از مقادیر مجاز باشد و بخواهیم مقادیر دریفت در مرکز جرم را کنترل کنیم ( برای سازه های منظم ) بصورت ذیل عمل می کنیم.



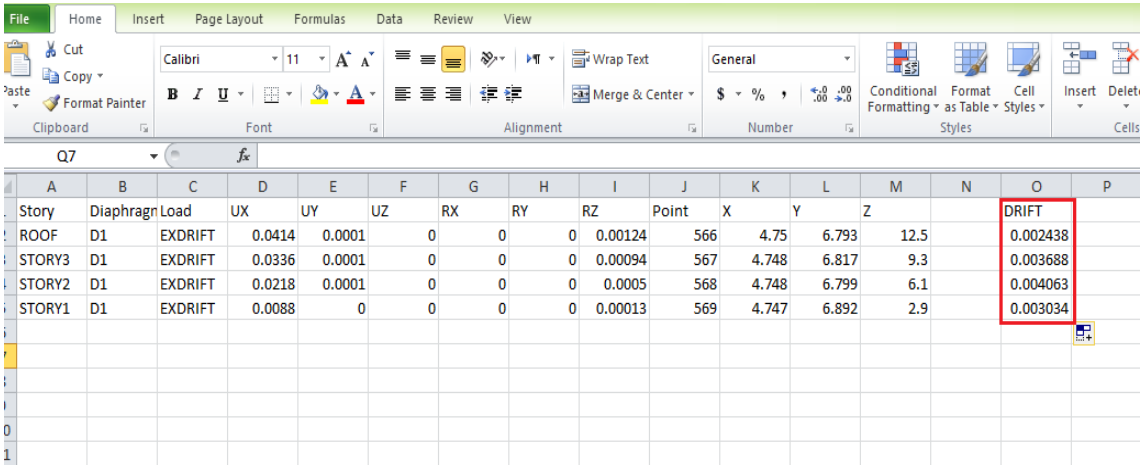

**شکل ۱۵: مراحل کنترل دریفت در مرکز جرم**




**شکل ۱۶:استخراج مقادیر تغییرمکان مطلق در مرکز جرم و انتقال آن به EXCEL**




**شکل ۱۷:بدست آوردن دریفت در مرکز جرم با استفاده مقادیر مطلق تغییرمکان و ارتفاع طبقات**




**شکل ۱۸: بدست آوردن دریفت در مرکز جرم**

روال فوق را برای جهت Y نیز انجام میدهیم و با مقدار دریفت مجاز کنترل می نماییم.

**موفق باشید.**

**مراحل گام به گام کنترل تغییرمکان نسبی برای سازه های فولادی نیز در فایل جداگانه ایی تشریح شده است که بر روی کانال ارائه خواهد شد.**