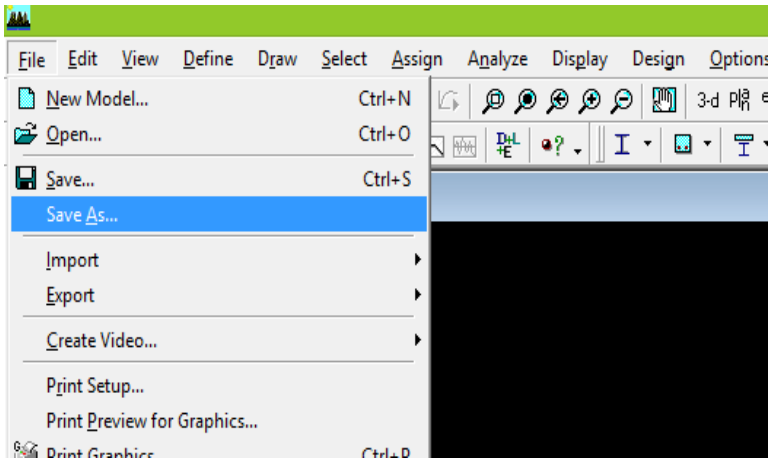
مراحل گام به گام کنترل تغییرمکان نسبی طبقات مطابق ویرایش چهارم آئین نامه ۲۸۰۰ در ساختمانهای بتنی

ارائه دهنده:

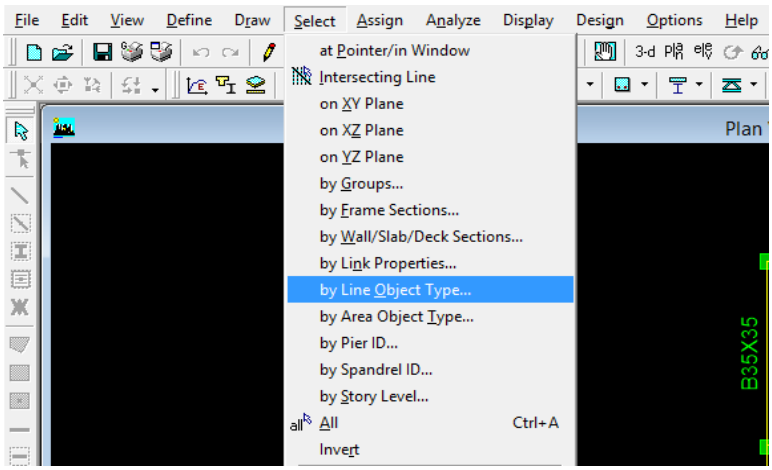
اکبر مخدومی

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.)

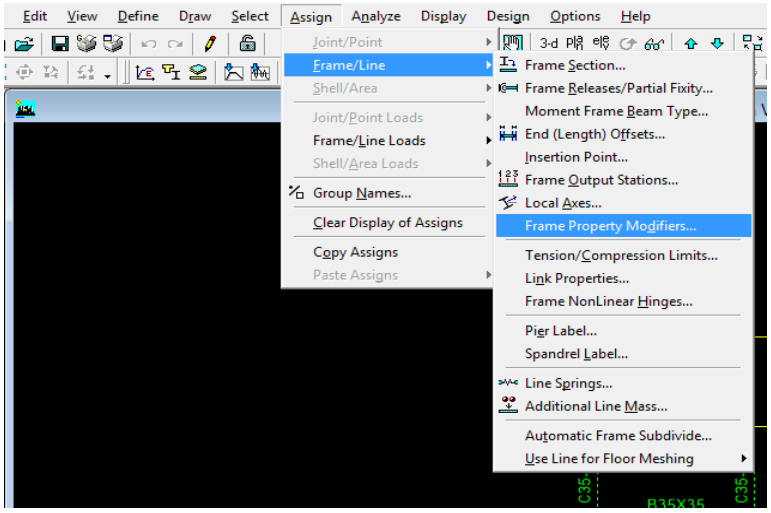


شکل ۱: کپی از فایل اصلی سازه

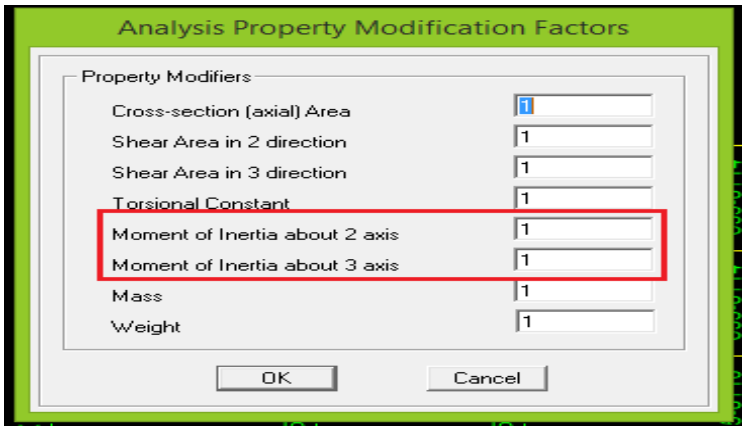
۲- **اصلاح ضرایب ترک خوردگی:** (ضرایب ترک خوردگی را در فایل period اصلاح می کنیم، بر طبق آئین نامه ضرایب ترک خوردگی برای محاسبه زمان تناوب را باید برای تیرها برابر 0.5 و برای ستون ها و دیوارهای برشی برابر 1.0 در نظر بگیریم.)



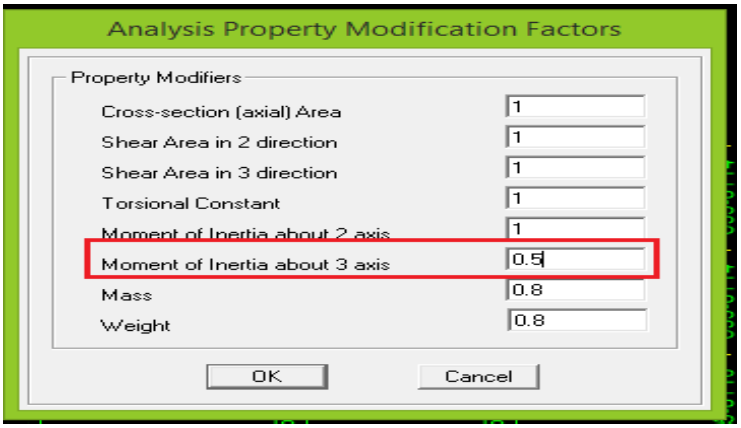
شکل ۲: انتخاب اعضا جهت اصلاح ضرایب ترک خوردگی



شکل ۳: اصلاح ضرایب ترک خوردگی

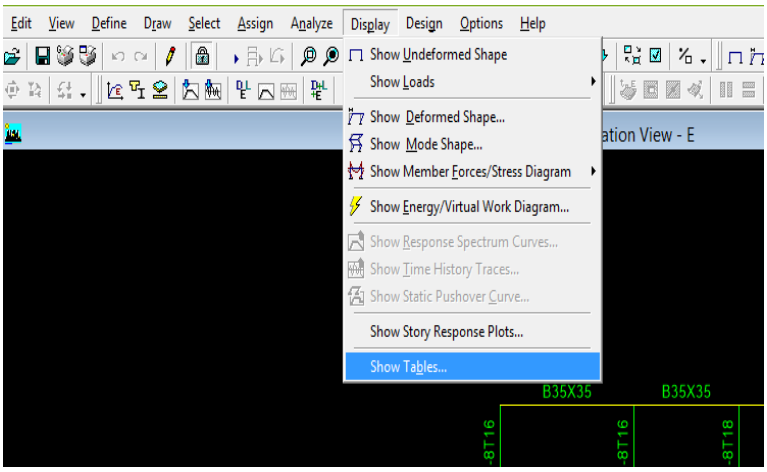


شکل ۴: اصلاح ضرایب ترک خوردگی ستونها

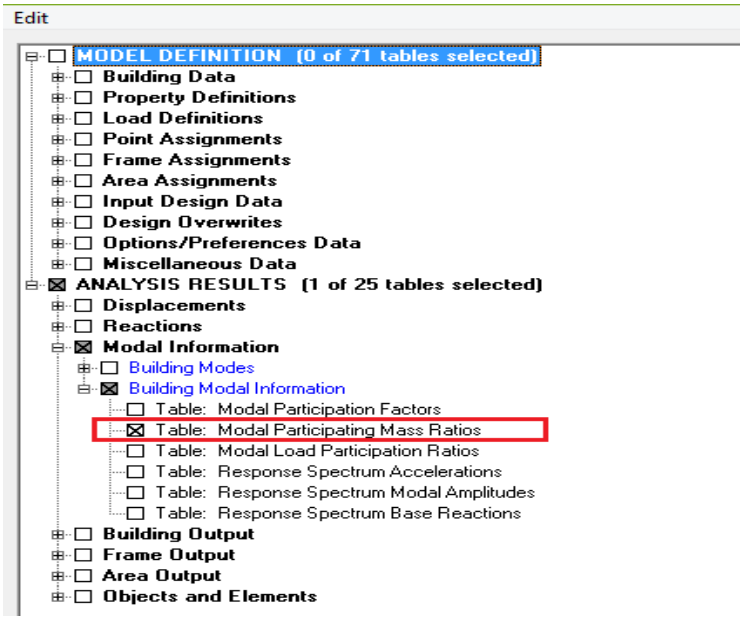


شکل ۵: اصلاح ضرایب ترک خوردگی تیرها

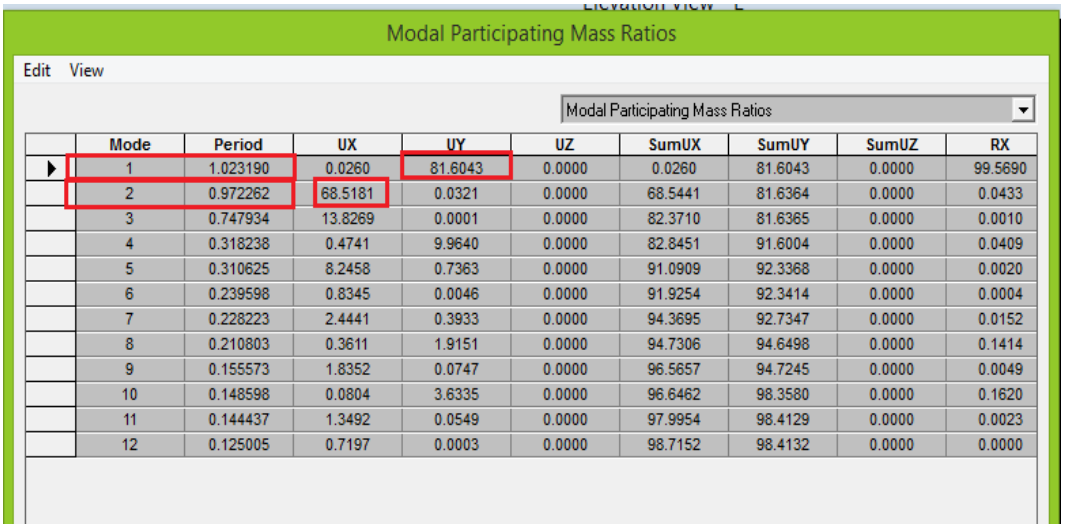
۳- **تحلیل سازه و استخراج زمان های تناوب:** (پس از اصلاح ضرایب ترک خوردگی در فایل period، سازه را تحلیل می کنیم و مقادیر زمان تناوب را استخراج می کنیم، زمان تناوب های راستای X و Y را با توجه به حداکثر درصد مشارکت جرمی در راستاهای موردنظر از نرم افزار استخراج می کنیم. لازم بذکر است که در ساختمانهای با 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



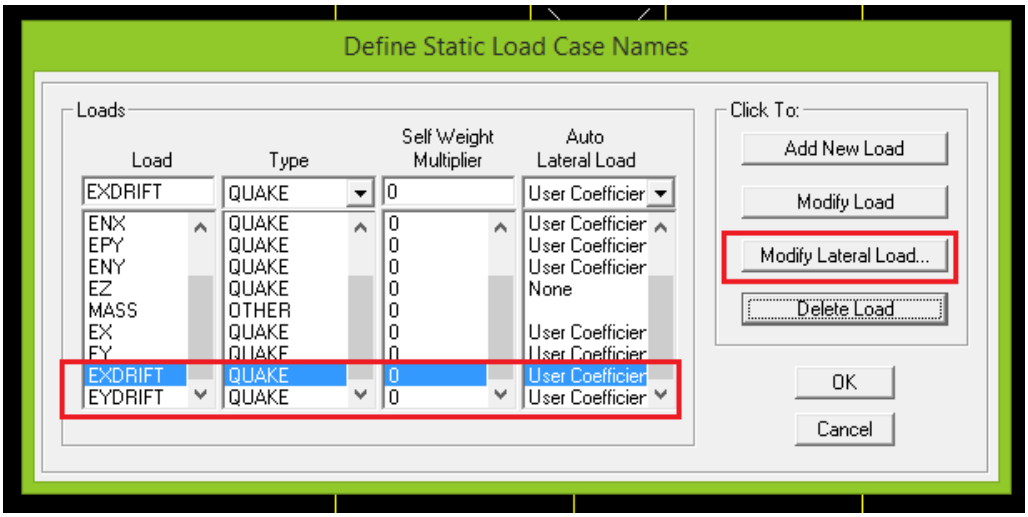
Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
1	1.023190	0.0260	81.6043	0.0000	0.0260	81.6043	0.0000	99.5690
2	0.972262	68.5181	0.0321	0.0000	68.5441	81.6364	0.0000	0.0433
3	0.747934	13.8269	0.0001	0.0000	82.3710	81.6365	0.0000	0.0010
4	0.318238	0.4741	9.9640	0.0000	82.8451	91.6004	0.0000	0.0409
5	0.310625	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.

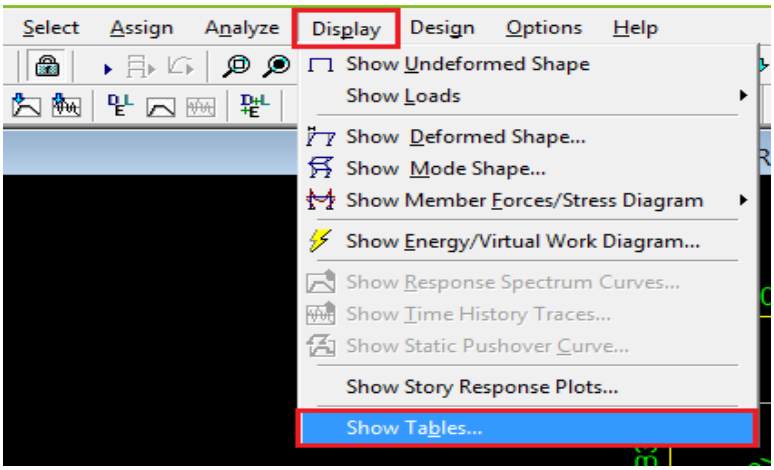
در روش اول در سازه های منظم ودر فایل اصلی دو نیروEXdrift و EYdrift در Load Case تعریف می کنیم و ضرایب زلزله بدست آمده از زمان تناوب های تحلیلی را در آنها وارد می نماییم و دریفت را با آنها کنترل نماییم و در صورتی که سازه نامنظم باشد باید چهار نیروی EPXdrift ، ENXdrift و EPYdrift ، ENYdrift با لحاظ کردن 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)

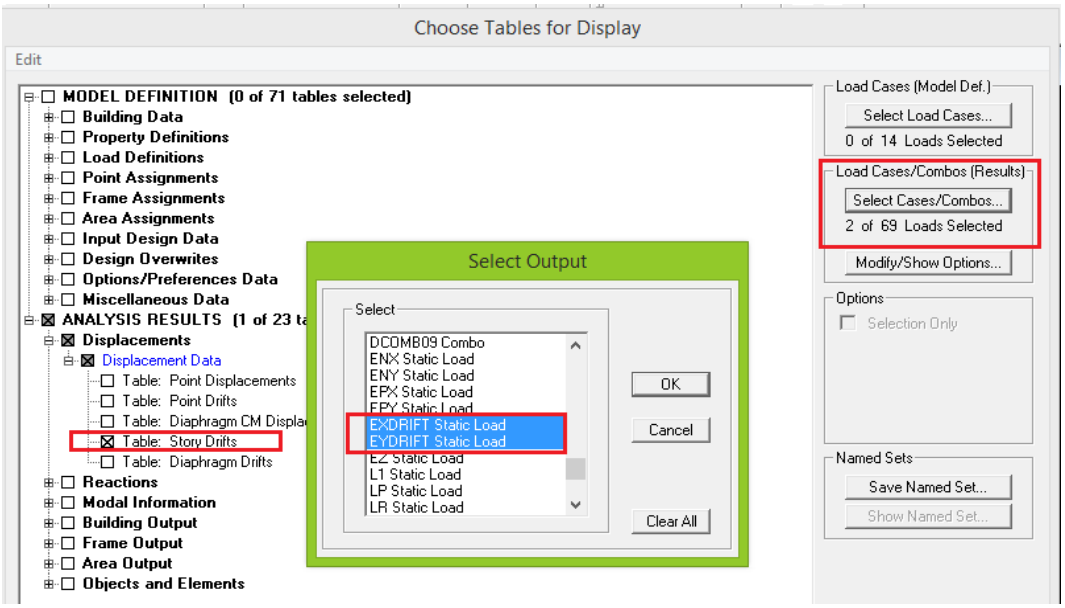


شکل ۹: وارد نمودن و اصلاح مقادیر ضرایب زلزله بر اساس روش اول

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

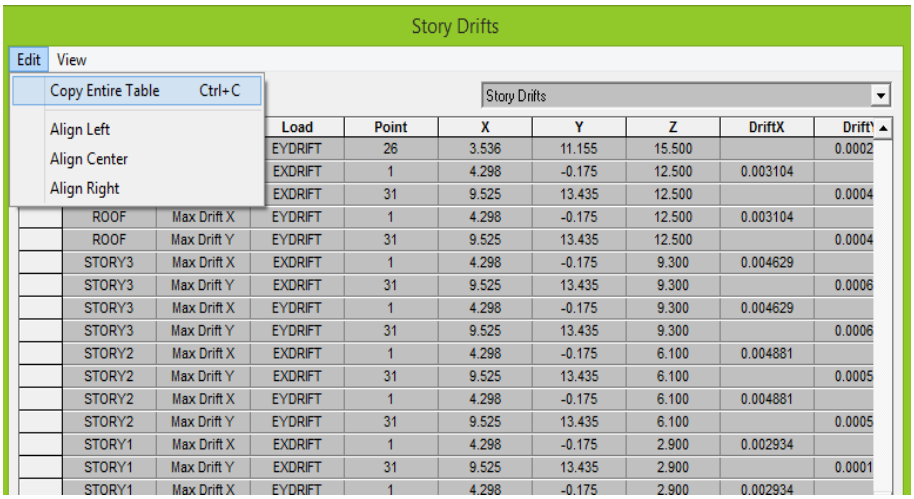
$\Delta_a \equiv 0.020h$ تغییر مکان نسبی مجاز سازه در سایرساختمانها

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

$Drift \le \frac{0.025}{c_d}$	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		

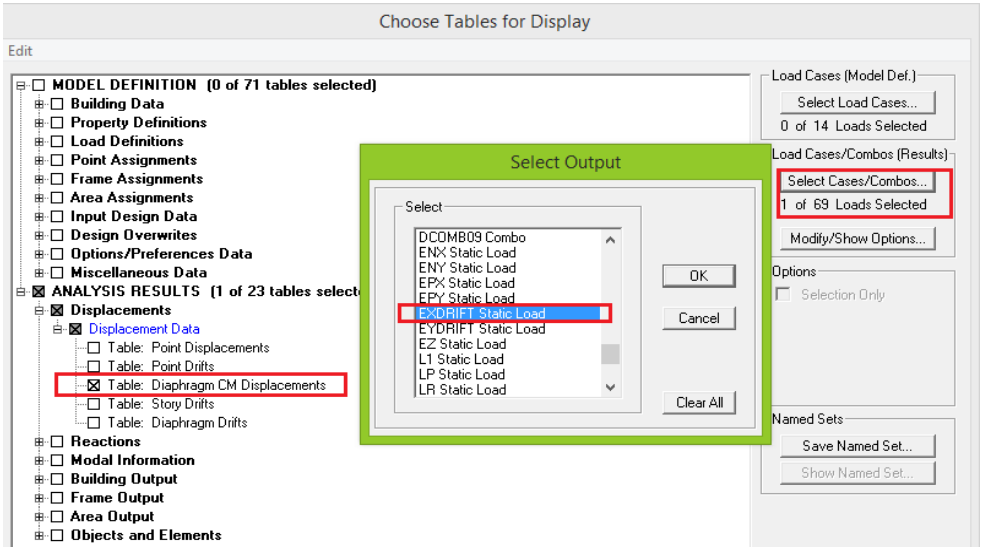
شکل ۱۳:بدست آوردن حداکثر مقادیر دریفت

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

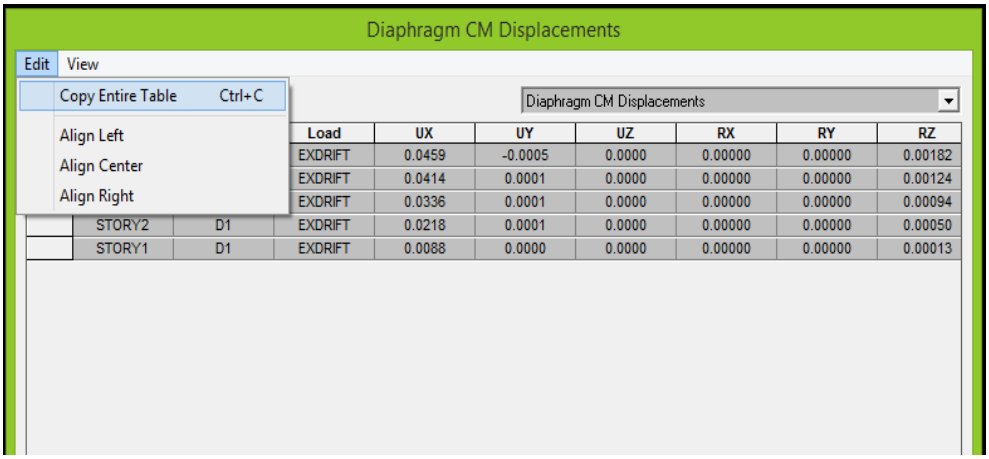
شکل ۱۴: بدست آوردن حداکثر مقادیر دریفت در راستای X و Y

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.

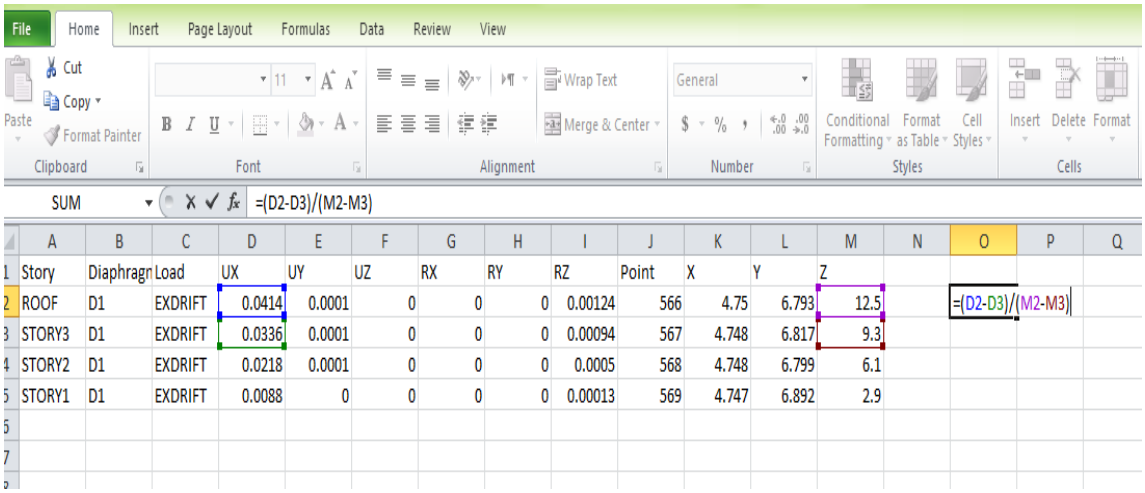
در صورتی که مقادیر بدست آمده از story drift بیش از مقادیر مجاز باشد و بخواهیم مقادیر دریفت در مرکز جرم را کنترل کنیم (برای سازه های منظم) بصورت ذیل عمل می کنیم.



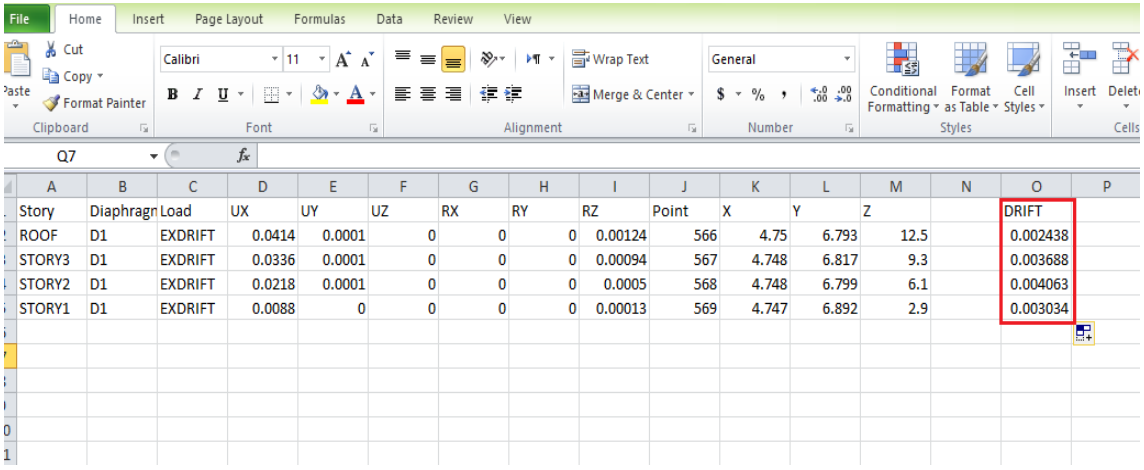
شکل ۱۵: مراحل کنترل دریفت در مرکز جرم



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.