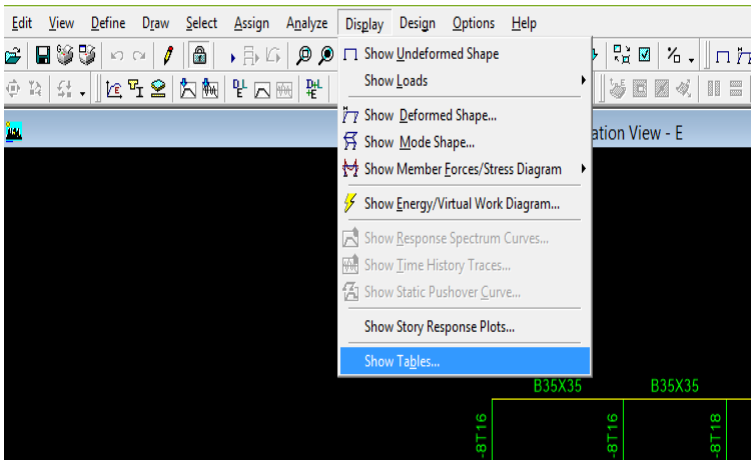
مراحل گام به گام کنترل تغییرمکان نسبی طبقات مطابق ویرایش چهارم آئین نامه ۲۸۰۰ در ساختمانهای فولادی

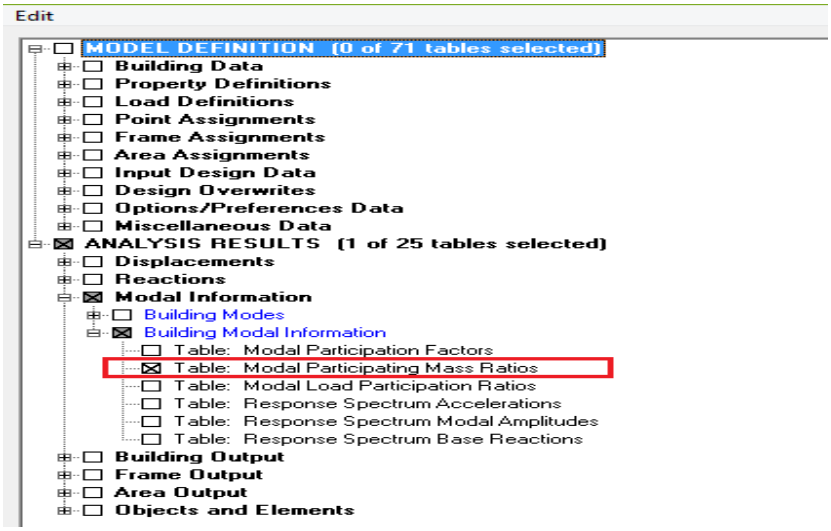
ارائه دهنده:

اکبر مخدومی

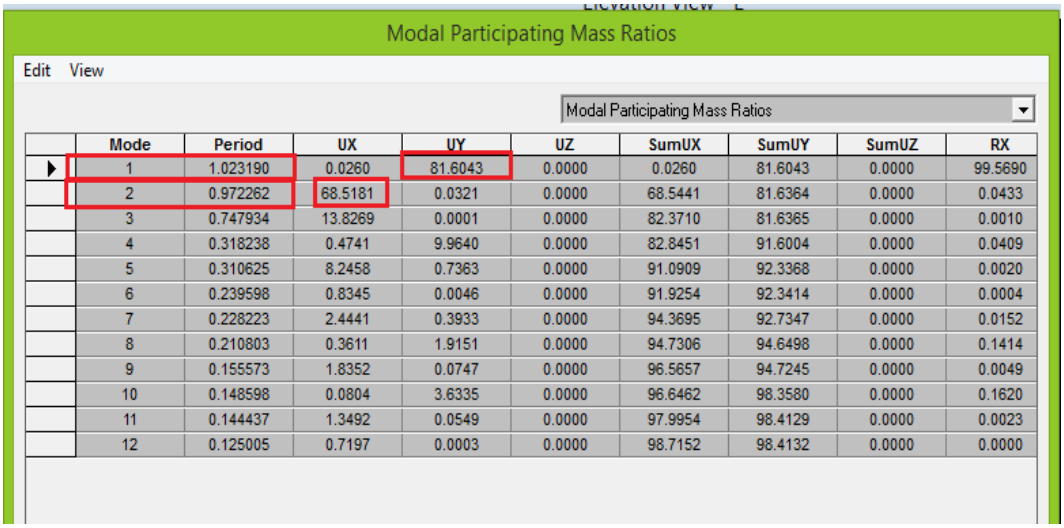
۱- **استخراج زمان های تناوب:** (پس از اینکه سازه را تحلیل و طراحی کردیم، مقادیر زمان تناوب را استخراج می کنیم، زمان تناوب های راستای X و Y را با توجه به حداکثر درصد مشارکت جرمی در راستاهای موردنظر از نرم افزار استخراج می کنیم. لازم بذکر است که در ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد (بیمارستانها، نیروگاهها و...) 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 کمتر ملاک طراحی و کنترل خواهد بود. زمان تناوب تحلیلی که از نرم افزار استخراج می شود معمولا بیشتر از زمان تناوب تجربی است که در ابتدا برای محاسبه ضریب زلزله در نظر گرفته شده است. و چون با افزایش زمان تناوب، ضریب بازتاب (B) کاهش یافته (در صورتیکه در قسمت نزولی نمودار باشیم) لذا متناسب با آن ضریب زلزله نیز کاهش می یابد ، بنابراین مقادیر دریفت را برای نیروهای زلزله کوچکتری کنترل می کنیم)



شکل ۱: مراحل استخراج زمان تناوب تحلیلی



شکل ۲: مراحل استخراج زمان تناوب تحلیلی


Modal Participating Mass Ratios

Edit View

Modal Participating Mass Ratios

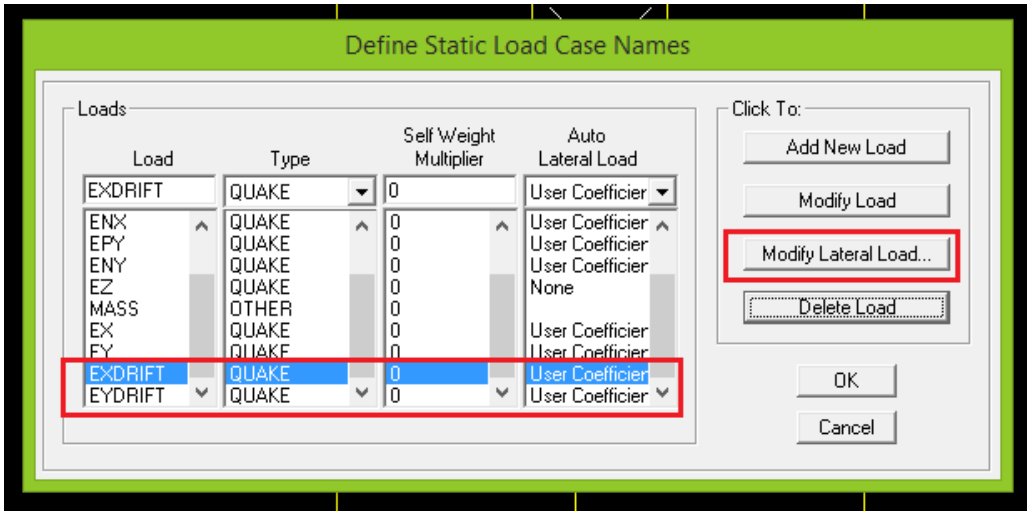
Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
1	1.023190	0.0260	81.6043	0.0000	0.0260	81.6043	0.0000	99.5690
2	0.972262	68.5181	0.0321	0.0000	68.5441	81.6364	0.0000	0.0433
3	0.747934	13.8269	0.0001	0.0000	82.3710	81.6365	0.0000	0.0010
4	0.318238	0.4741	9.9640	0.0000	82.8451	91.6004	0.0000	0.0409
5	0.310625	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 ۳: مراحل استخراج زمان تناوب تحلیلی با توجه به درصدهای مشارکت جرمی در هر راستا

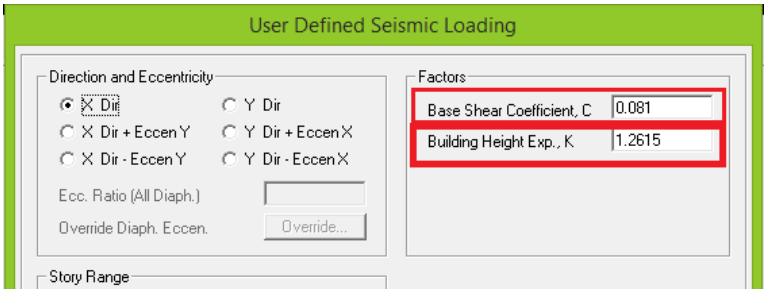
۲- **اصلاح ضرایب زلزله:** (پس از بدست آوردن زمان تناوب، ضرایب زلزله متناظر با آن را در راستای X و Y محاسبه می کنیم، سپس برای اصلاح ضرایب زلزله معمولا یکی از ۲ روش ذیل استفاده می شود.

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 اصلی 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)

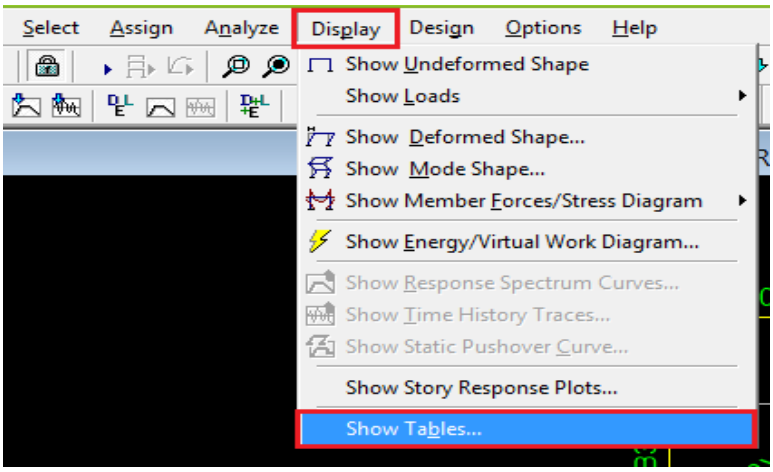


شکل ۴: وارد نمودن و اصلاح مقادیر ضرایب زلزله بر اساس روش اول

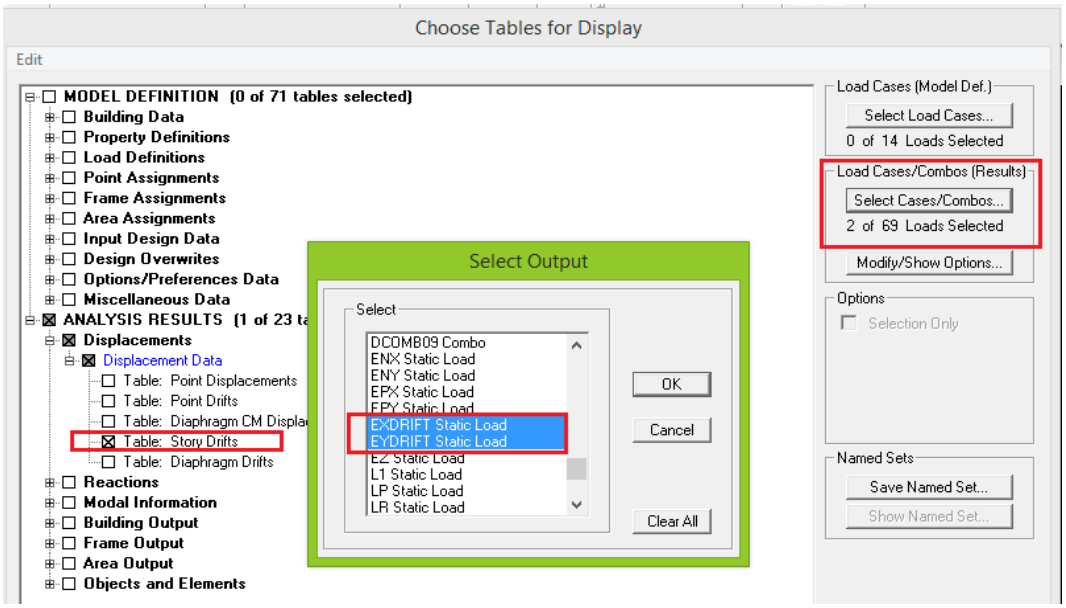


شکل ۵: وارد نمودن و اصلاح مقادیر ضرایب زلزله

۳- 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 ۶: مراحل کنترل تغییرمکان نسبی طبقات



شکل ۷: مراحل کنترل تغییرمکان نسبی طبقات

۴- 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

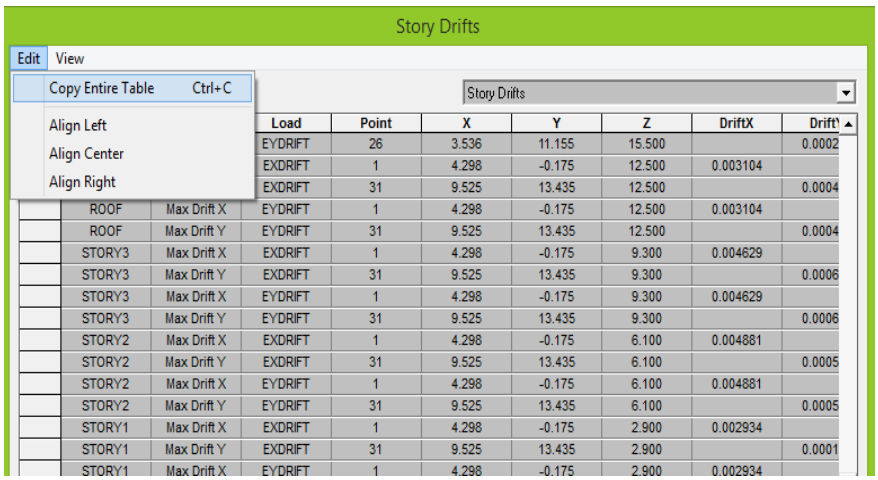
$\Delta_a \equiv 0.020h$ تغییر مکان نسبی مجاز سازه در سایرساختمانها

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

$Drift \le \frac{0.025}{c_d}$	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 متوسط باشد، براساس جدول ۳-۴ آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ مقدار $c_d \equiv 4$ می باشد و دریفت مجاز بر اساس مرحله قبل برابر $Drift \le \frac{0.025}{4} = 0.0062$

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



		Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY
		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 ۸: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		

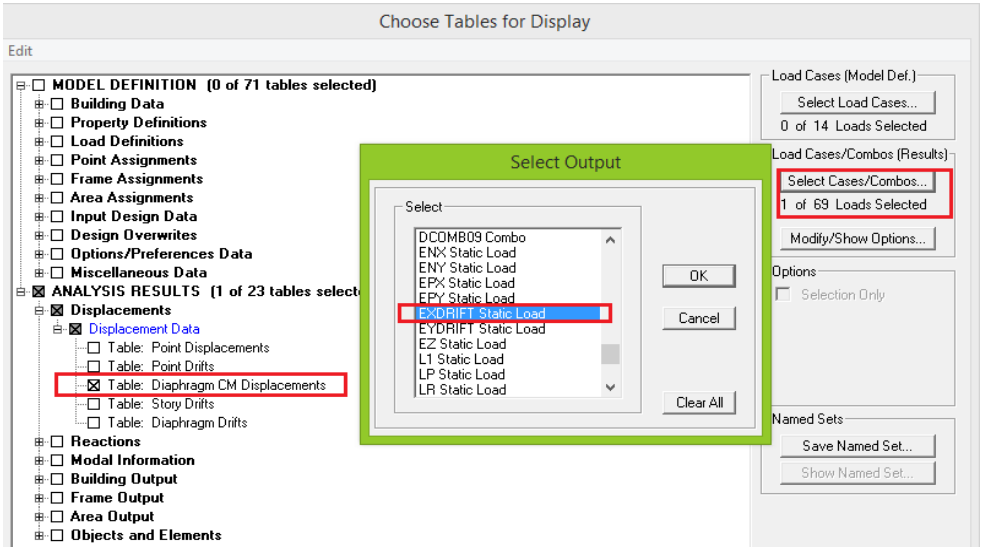
شکل ۹:بدست آوردن حداکثر مقادیر دریفت

	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

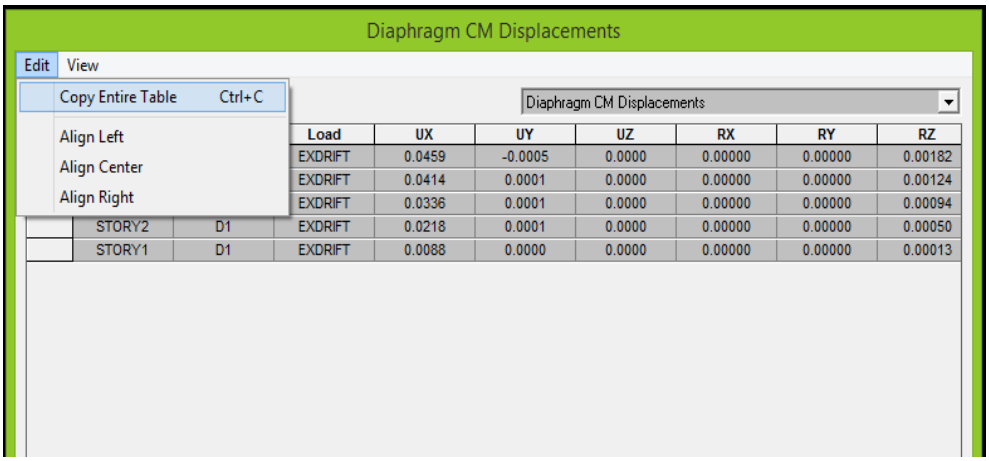
شکل ۱۰ : بدست آوردن حداکثر مقادیر دریفت در راستای X و Y

حداکثر مقادیر دریفت را بدست می آوریم و با دریفت مجاز که در اینجا 0.0062 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.

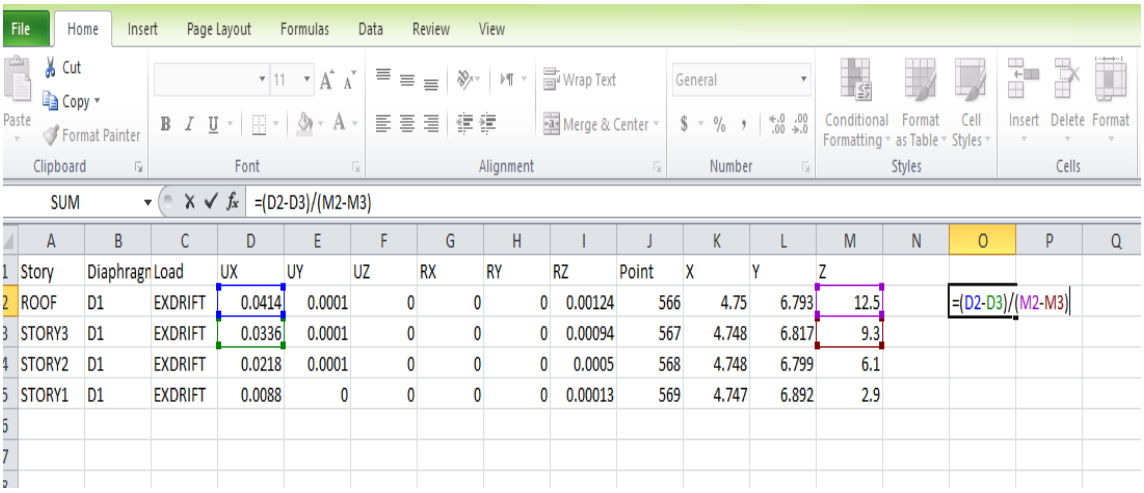
در صورتی که مقادیر بدست آمده از story drift بیش از مقادیر مجاز باشد و بخواهیم مقادیر دریفت در مرکز جرم را کنترل کنیم (برای سازه های منظم) بصورت ذیل عمل می کنیم.



شکل ۱۱: مراحل کنترل دریفت در مرکز جرم

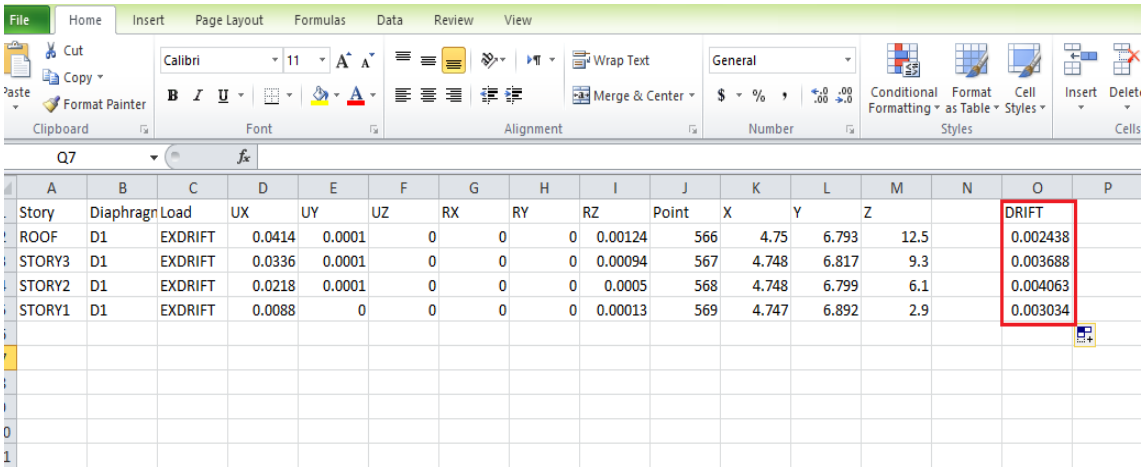


شکل ۱۲:استخراج مقادیر تغییرمکان مطلق در مرکز جرم و انتقال آن به EXCEL



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Story	Diaphragn	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Point	X	Y	Z				
2	ROOF	D1	EXDRIFT	0.0414	0.0001	0	0	0	0.00124	566	4.75	6.793	12.5		=(D2-D3)/(M2-M3)		
3	STORY3	D1	EXDRIFT	0.0336	0.0001	0	0	0	0.00094	567	4.748	6.817	9.3				
4	STORY2	D1	EXDRIFT	0.0218	0.0001	0	0	0	0.0005	568	4.748	6.799	6.1				
5	STORY1	D1	EXDRIFT	0.0088	0	0	0	0	0.00013	569	4.747	6.892	2.9				
6																	
7																	

شکل ۱۳:بدست آوردن دریفت در مرکز جرم با استفاده مقادیر مطلق تغییرمکان و ارتفاع طبقات



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Story	Diaphragn	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Point	X	Y	Z		DRIFT	
2	ROOF	D1	EXDRIFT	0.0414	0.0001	0	0	0	0.00124	566	4.75	6.793	12.5		0.002438	
3	STORY3	D1	EXDRIFT	0.0336	0.0001	0	0	0	0.00094	567	4.748	6.817	9.3		0.003688	
4	STORY2	D1	EXDRIFT	0.0218	0.0001	0	0	0	0.0005	568	4.748	6.799	6.1		0.004063	
5	STORY1	D1	EXDRIFT	0.0088	0	0	0	0	0.00013	569	4.747	6.892	2.9		0.003034	
6																
7																

شکل ۱۴: 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 بتنی نیز در فایل جداگانه ایی بر روی کانال تلگرام ارائه گردیده است.

گروه آموزشی مخدومی

برگزار کننده دوره های تخصصی و کاربردی

مهندسی عمران

گروه آموزشی مخدومی	لیست دوره های گروه عمران	گروه آموزشی مخدومی

عنوان دوره	کد دوره	مدت دوره (ساعت)	روزها و ساعت تشکیل	شهریه (ریال)	توضیحات
محاسب حرفه ای	CS01	۱۰۰		۲۸/۰۰۰/۰۰۰	(آموزش کامل تحلیل و طراحی دستی و نرم افزاری، بهمراه آموزش ترسیم نقشه های اجرایی، تهیه دفترچه محاسبات با ذکر کلیه جزئیات و نکات اجرایی) این دوره کاملترین دوره تخصصی طراحی سازه می باشد که پس از گذراندن آن میتوان خود را محاسب نامید.
دوره آموزش پایه ای و گام به گام نرم افزار ETABS به همراه کنترل دستی نتایج	CS02	۳۰		۳/۹۰۰/۰۰۰	ویژه دانشجویان کارشناسی

گروه آموزشی مخدومی	لیست دوره های گروه عمران	گروه آموزشی مخدومی

عنوان دوره	کد دوره	مدت دوره (ساعت)	روزها و ساعت تشکیل	شهریه (ریال)	توضیحات
دوره آموزش کاربردی نرم افزار ETABS براساس ویرایش جدید آیین نامه ۲۸۰۰ و مقررات ملی ساختمان	CS03	۴۰		۵/۶۰۰/۰۰۰	ویژه فارغ التحصیلان مهندسی عمران جهت ورود به بازار کار و انجام کارهای حرفه ای
دوره آموزش تحلیل دینامیکی با نرم افزار ETABS	CS04	۲۴		۴/۳۰۰/۰۰۰	ویژه دانشجویان و فارغ التحصیلان جهت انجام طراحی سازه های بلند و نامنظم
دوره آموزش تحلیل های استاتیکی غیرخطی (Push Over)	CS05	۳۶		۸/۶۰۰/۰۰۰	ویژه دانشجویان تحصیلات تکمیلی

گروه آموزشی مخدومی	لیست دوره های گروه عمران	گروه آموزشی مخدومی

عنوان دوره	کد دوره	مدت دوره (ساعت)	روزها و ساعت تشکیل	شهریه (ریال)	توضیحات
دوره آموزش تحلیل های دینامیکی غیرخطی (Non Linear Time History)	CS06	۳۶		۱۱/۵۰۰/۰۰۰	ویژه دانشجویان تحصیلات تکمیلی
دوره آموزش پایه ای طراحی فونداسیون با نرم افزار SAFE و کنترل دستی نتایج	CS07	۱۸		۲/۵۰۰/۰۰۰	ویژه دانشجویان کارشناسی
دوره آموزش کاربردی طراحی فونداسیون با نرم افزار SAFE	CS08	۱۲		۱/۸۰۰/۰۰۰	ویژه فارغ التحصیلان جهت ورود به بازار کار و انجام کار حرفه ای
دوره طراحی دال های بتنی مجوف (یوبوت و کوبیاکس)	CS09	۲۴		۱۵/۶۰۰/۰۰۰	
دوره طراحی دال های بتنی معمولی و پیش تنیده	CS10	۲۴		۱۵/۶۰۰/۰۰۰	

گروه آموزشی مخدومی	**لیست دوره های گروه عمران**	گروه آموزشی مخدومی

عنوان دوره	کد دوره	مدت دوره (ساعت)	روزها و ساعت تشکیل	شهریه (ریال)	توضیحات
دوره آمادگی آزمون محاسبات	CT01	۱۵۰		۱۲/۵۰۰/۰۰۰	