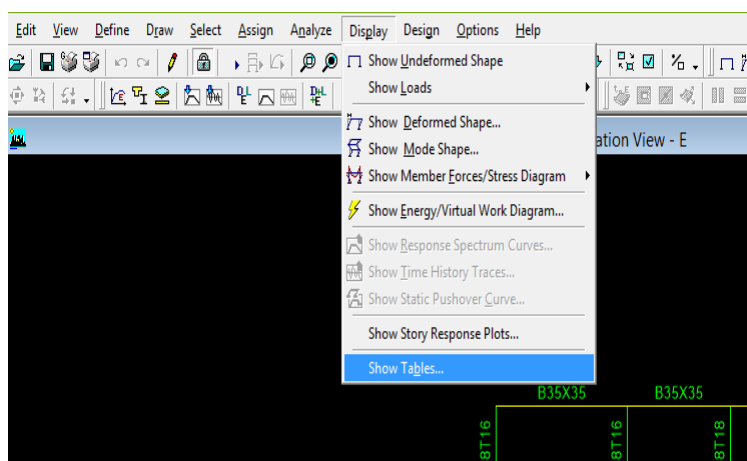


مراحل گام به گام کنترل تغییر مکان نسبی طبقات
مطابق ویرایش چهارم آئین نامه ۲۸۰۰ در
ساختمانهای فولادی

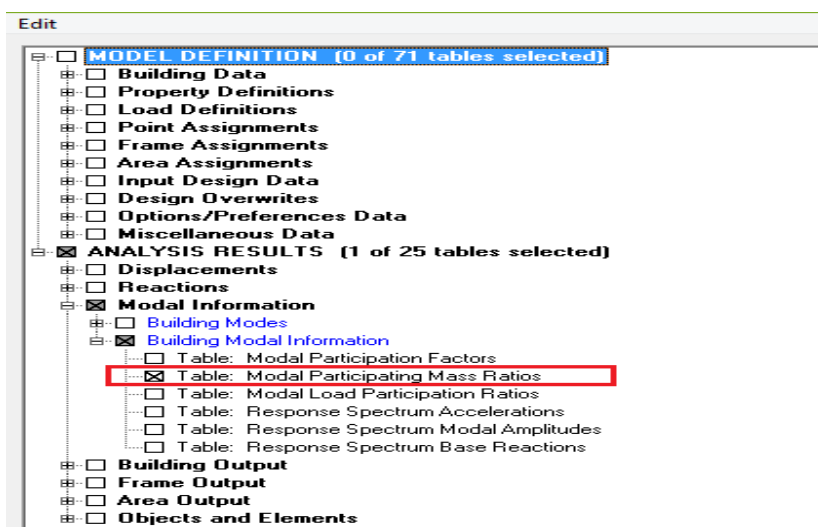
ارائه دهنده:

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 عموماً اینطور نیست) مقادیر کمتر ملاک طراحی و کنترل خواهد بود. زمان تناوب تحلیلی که از نرم افزار استخراج می شود معمولاً 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

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

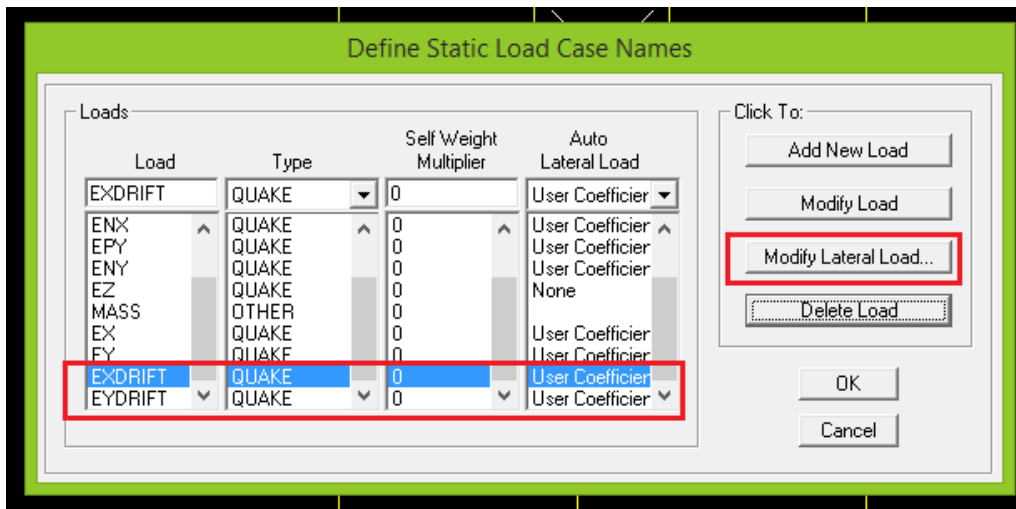
شکل ۳: مراحل استخراج زمان تناوب تحلیلی با توجه به درصد‌های مشارکت جرمی در هر راستا

۲- اصلاح ضرایب زلزله: (پس از بدست آوردن زمان تناوب، ضرایب زلزله متناظر با آن را در راستای X و Y

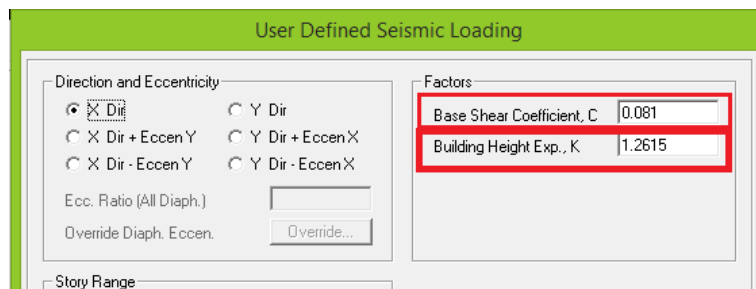
محاسبه می کنیم، سپس برای اصلاح ضرایب زلزله معمولاً یکی از ۲ روش ذیل استفاده می شود.

در روش اول در سازه های منظم و در فایل اصلی دو نیرو EXdrift 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 ، 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 ضرایب زلزله را در آنجا با توجه به منظم یا نامنظم بودن سازه در EX ، EY ، 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)

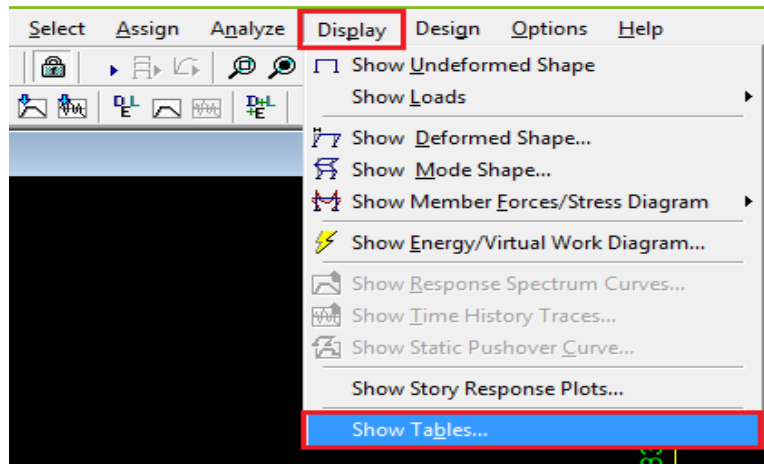


شکل ۴: وارد نمودن و اصلاح مقادیر ضرایب زلزله بر اساس روش اول

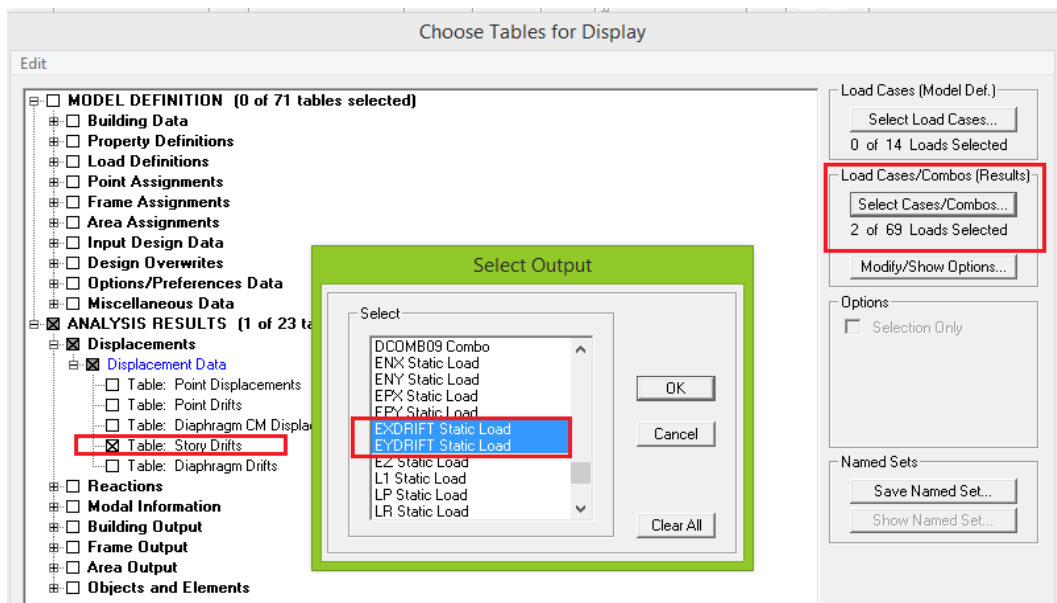


شکل ۵: وارد نمودن و اصلاح مقادیر ضرایب زلزله

۳- استخراج مقادیر تغییر مکان نسبی طبقات: (پیشنهاد می شود حتی در صورتی که سازه منظم است قبل از کنترل تغییر مکانهای 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 نمایم.)



شکل ۶: مراحل کنترل تغییر مکان نسبی طبقات



شکل ۷: مراحل کنترل تغییر مکان نسبی طبقات

۴- مقایسه مقادیر بدست آمده با مقادیر آئین نامه ای:

$$\Delta_M \equiv c_d \cdot \Delta_u \quad \text{تغییر مکان نسبی واقعی سازه}$$

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

$$\Delta_a \equiv 0.020h \quad \text{تغییر مکان نسبی مجاز سازه در سایر ساختمانها}$$

$$\Delta_M \leq \Delta_a \Rightarrow c_d \cdot \Delta_u \leq 0.025h \Rightarrow \frac{\Delta_u}{h} \leq \frac{0.025}{c_d} \Rightarrow Drift \leq \frac{0.025}{c_d}$$

$$Drift \leq \frac{0.025}{c_d} \quad \text{مقدار مجاز دررفت در ساختمانهای تا ۵ طبقه}$$

$$Drift \leq \frac{0.020}{c_d} \quad \text{مقدار مجاز دررفت در سایر ساختمانها}$$

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

$$Drift \leq \frac{0.025}{4} = 0.0062 \quad \text{۲۸۰۰ ویرایش ۴ مقدار } c_d \equiv 4 \text{ می باشد و دررفت مجاز بر اساس مرحله قبل برابر}$$

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

Story Drifts								
		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 دررفت 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 دررفت

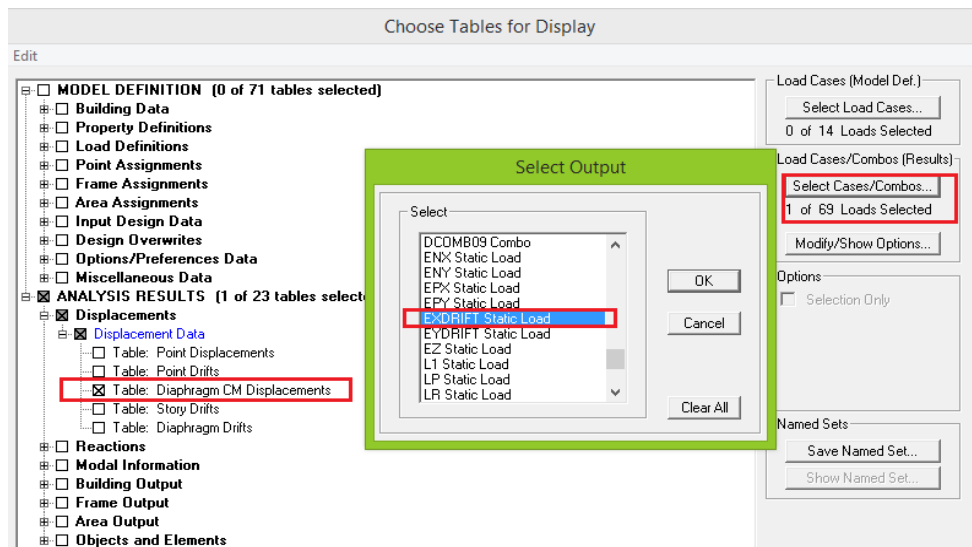
Max Drift	EYDRIFT	1	4.298	-0.175	12.5	0.003104		
Max Drift	EYDRIFT	31	9.525	13.435	12.5		0.000455	
Max Drift	EXDRIFT	1	4.298	-0.175	9.3	0.004629		
Max Drift	EXDRIFT	31	9.525	13.435	9.3		0.000668	
Max Drift	EYDRIFT	1	4.298	-0.175	9.3	0.004629		
Max Drift	EYDRIFT	31	9.525	13.435	9.3		0.000668	
Max Drift	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 دررفت در راستای X و Y

حداکثر مقادیر دررفت را بدست می آوریم و با دررفت مجاز که در اینجا 0.0062 است مقایسه می کنیم، با توجه به اینکه مقادیر بدست آمده از مقدار دررفت مجاز کمتر است نیازی به کنترل در مرکز جرم نیست چون یقیناً مقادیر آن کمتر از مقادیر بدست آمده نیز می شود، همانطور که پیش تر نیز ذکر شد برای سازه های نامنظم باید مقادیر دررفت در لبه ها یعنی همین story drift و با زلزله های 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 دررفت در مرکز جرم را کنترل کنیم (برای سازه های منظم) بصورت ذیل عمل می کنیم.



شکل ۱۱: مراحل کنترل دریافت در مرکز جرم

		Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
		EXDRIFT	0.0459	-0.0005	0.0000	0.00000	0.00000	0.00182
		EXDRIFT	0.0414	0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00124
		EXDRIFT	0.0336	0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00094
	STORY2	D1	EXDRIFT	0.0218	0.0001	0.0000	0.00000	0.00050
	STORY1	D1	EXDRIFT	0.0088	0.0000	0.0000	0.00000	0.00013

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

Story	Diaphragm Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Point	X	Y	Z	
ROOF	D1	EXDRIFT	0.0414	0.0001	0	0	0	0.00124	566	4.75	6.793	12.5
STORY3	D1	EXDRIFT	0.0336	0.0001	0	0	0	0.00094	567	4.748	6.817	9.3
STORY2	D1	EXDRIFT	0.0218	0.0001	0	0	0	0.0005	568	4.748	6.799	6.1
STORY1	D1	EXDRIFT	0.0088	0	0	0	0	0.00013	569	4.747	6.892	2.9

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

Story	Diaphragm Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Point	X	Y	Z	DRIFT
ROOF	D1	EXDRIFT	0.0414	0.0001	0	0	0	0.00124	566	4.75	6.793	12.5
STORY3	D1	EXDRIFT	0.0336	0.0001	0	0	0	0.00094	567	4.748	6.817	9.3
STORY2	D1	EXDRIFT	0.0218	0.0001	0	0	0	0.0005	568	4.748	6.799	6.1
STORY1	D1	EXDRIFT	0.0088	0	0	0	0	0.00013	569	4.747	6.892	2.9

شکل ۱۴: بدست آوردن دریفت در مرکز جرم

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

موفق باشید.

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

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

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

گروه آموزشی مخدومی		لیست دوره های گروه عمران			گروه آموزشی مخدومی	
توضیحات	شهریه (ریال)	روزها و ساعت تشکیل	مدت دوره (ساعت)	کد دوره	عنوان دوره	
	۱۲/۵۰۰/۰۰۰		۱۵۰	CT01	دوره آمادگی آزمون محاسبات	