

Arman Abedini

EARTHQUAKE ENGINEERING

K.N.TOOSI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

به نام خدا

پروژه دوم درس مهندسی زلزله کارشناسی ارشد:

آنالیز ساختمان به سه روش استاتیکی معادل، مودال (طیفی) و تاریخچه زمانی

استاد محترم: دکتر دانش آشتیانی

آرمان عابدینی ۹۴۰۸۱۰۴

آذر ۹۴

مقدمه

هدف از این پروژه آنالیز ساختمان به سه روش آنالیز استاتیکی معادل، آنالیز مودال (طیفی) و آنالیز تاریخچه زمانی و در نهایت پاسخ سازه به این سه نوع آنالیز می باشد. پاسخ سازه شامل تغییر مکان و برش طبقات می باشد.

انواع آنالیز:

۱- آنالیز استاتیکی معادل

۲- آنالیز مودال یا همان طیفی می باشد که از طیف طرح آیین نامه استفاده میکند.

۳- آنالیز تاریخچه زمانی که رکورد زلزله به سازه اعمال می شود.

مشخصات ساختمان:

تعداد طبقات ۸

تعداد دهانه ۳

طول هر دهانه ۶ متر

ارتفاع طبقه همکف ۳ متر و باقی طبقات ۳,۲ متر و کل ارتفاع ساختمان ۲۵,۴ متر می باشد.

ساختمان بر روی خاک نوع دو احداث شده و منطقه با خطر لرزه خیزی زیاد می باشد.

قاب خمشی بتنی متوسط به ضریب رفتار ۵

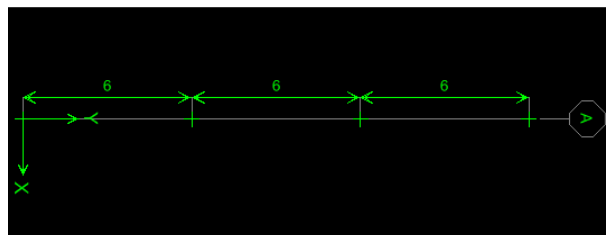
درجه اهمیت ساختمان نسبتاً زیاد می باشد و برابر ۱,۲ در نظر می گیریم.

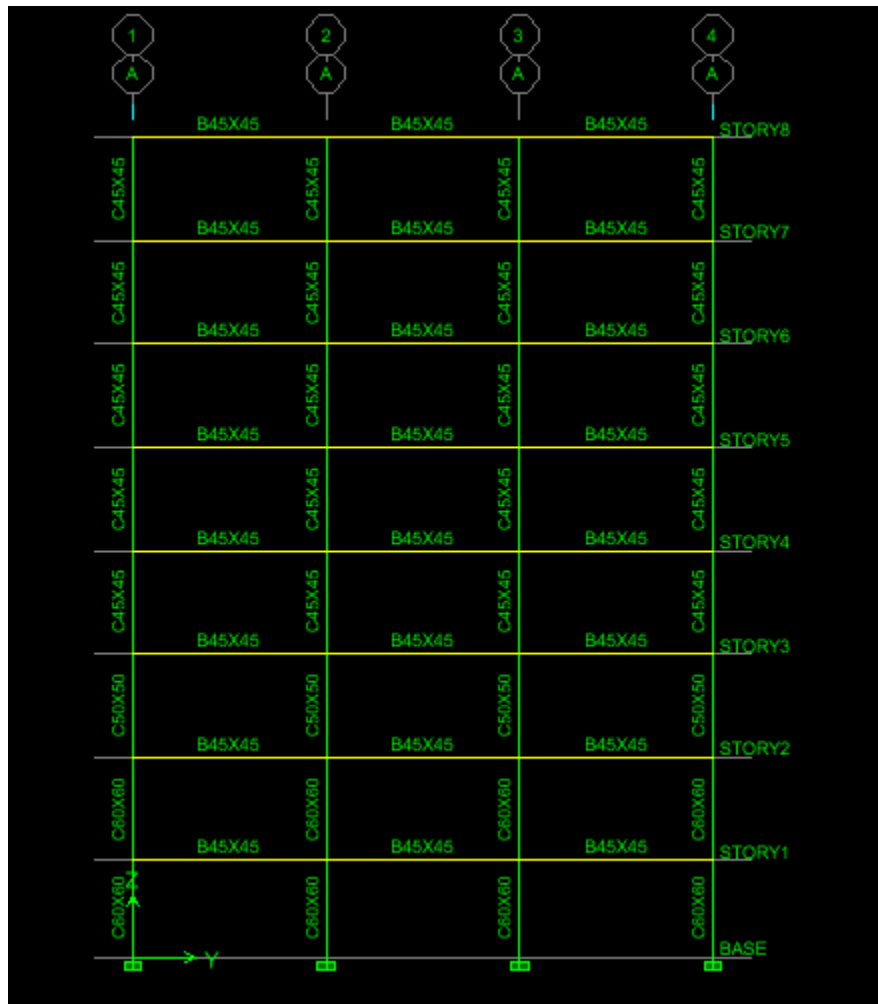
میزان بار مرده ۳۵۰ و بار زنده ۱۵۰ کیلو نیوتن بر متر می باشد.

تمامی نیروها بر حسب تن و جابجایی ها بر حسب متر می باشد.

میرایی سازه برابر ۵ درصد است.

ابعاد دهانه ها و مقاطع تیر و ستون در شکل های زیر قابل مشاهده است:





آنالیز ساختمان به روش استاتیکی معادل:

در ابتدا باید ساختمان مدل شود که از توضیحات چگونگی مدل کردن ساختمان صرف نظر می شود و فقط قسمت های مهم که به آنالیز بستگی دارد بیان می شود.

تعریف کردن ضریب C

این ضریب وابسته به لرزه خیزی منطقه، نوع خاک، درجه اهمیت ساختمان و سیستم عملکردی قاب ساختمان بستگی دارد که هر کدام از این ضرایب در آیین نامه ۲۸۰۰ موجود می باشد و باید استخراج شود.

$$C = \frac{ABI}{R}$$

$A=0.3$

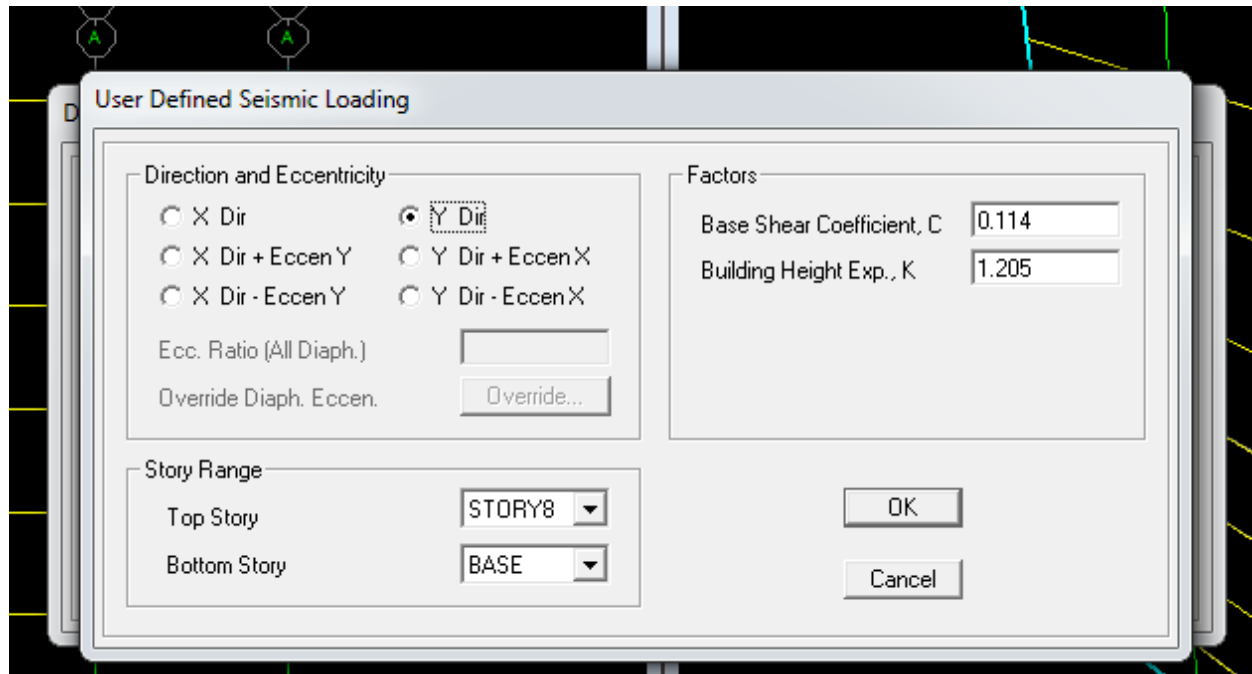
$B=B1*N$ $B1=1.3$ $N=1.082$

$B=1.4$

$I=1.2$

$R=5$

مقدار ضریب $C=0.1008$



همانطور که در شکل دیده می شود میزان ضریب دیگری باید تعیین شود که نحوه توزیع برش بین طبقات را مشخص می کند.

$$K = 0.5T + 0.75$$

که در آن T دوره تناوب سازه می باشد و برابر 0.91 می باشد.

$K=1.205$

در نهایت با آنالیز کردن ساختمان برش و جابجایی طبقات بدست می آید:

برش طبقات تحت آنالیز استاتیکی

	A	B	C
1	Story	Load	VY
2	STORY8	EY	-6.88
3	STORY7	EY	-13.63
4	STORY6	EY	-19.42
5	STORY5	EY	-24.22
6	STORY4	EY	-28.06
7	STORY3	EY	-30.98
8	STORY2	EY	-33.03
9	STORY1	EY	-34.05

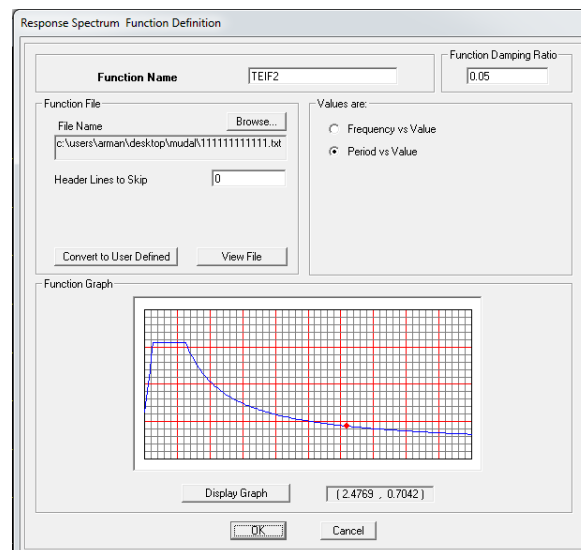
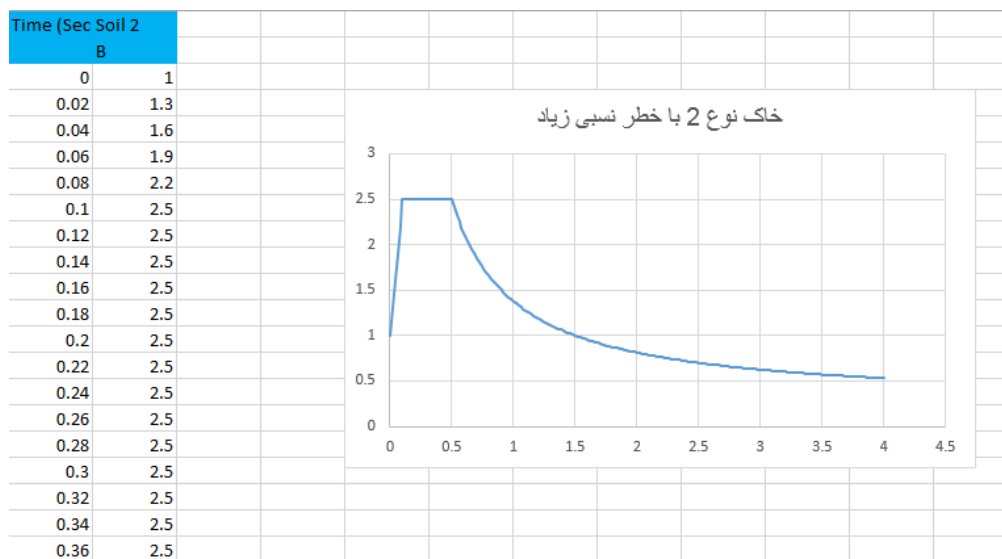
تغییر مکان طبقات تحت آنالیز استاتیکی

Story	Load	Z	DriftY		
STORY8	DEAD	25.4	0.000005		
STORY8	LIVE	25.4	0.000002		
STORY8	EY	25.4	0.001853		
STORY7	DEAD	22.2	0.000005		
STORY7	LIVE	22.2	0.000002	max drift	0.005953
STORY7	EY	22.2	0.003117		
STORY6	DEAD	19	0.000001		
STORY6	LIVE	19	0		
STORY6	EY	19	0.004336		
STORY5	DEAD	15.8	0		
STORY5	LIVE	15.8	0		
STORY5	EY	15.8	0.00533		
STORY4	DEAD	12.6	0.000001		
STORY4	LIVE	12.6	0		
STORY4	EY	12.6	0.005953		
STORY3	DEAD	9.4	0.000001		
STORY3	LIVE	9.4	0		
STORY3	EY	9.4	0.005499		
STORY2	DEAD	6.2	0.000005		
STORY2	LIVE	6.2	0.000002		
STORY2	EY	6.2	0.004183		
STORY1	DEAD	3	0.000004		
STORY1	LIVE	3	0.000001		
STORY1	EY	3	0.001929		

آنالیز مودال (طیفی)

در این روش ابتدا یک طیف طرح بازتاب را توسط برنامه اکسل متناسب با خاک منطقه ایجاد کرده و آن را به برنامه ایتبس معرفی می کنیم.

$$B = \begin{cases} 1 + 1.5 \left(\frac{T}{0.1} \right) & 0 \leq T \leq 0.1 \\ 1 + 1.5 & 0.1 \leq T \leq 0.5 \\ (1 + 1.5) \left(\frac{0.5}{T} \right)^{\frac{2}{3}} & T \geq 0.5 \end{cases}$$



در مرحله بعد باید طیف طرح بازتاب را در ضریب مقیاس ضرب کنیم.

$$\text{ضریب مقیاس} = A * I * g / R$$

مقدار ضریب مقیاس برابر ۰,۷۰۶۳۲ بدست می آید.

دقت شود که ضریب مقیاس در جهتی که قاب در آن صفحه دارد وارد گردد.

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name

Structural and Function Damping

Damping

Modal Combination

CQC SRSS ABS GMC

f1 f2

Directional Combination

SRSS ABS Orthogonal SF

Modified SRSS (Chinese)

Input Response Spectra

Direction	Function	Scale Factor
U1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
U2	TEIF2	0.7063
UZ	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Excitation angle

Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Override Diaph. Eccen.

در مرحله بعد سازه را آنالیز کرده و خروجی های مورد نظر را که تغییر مکان و برش طبقات می باشد بدست می آوریم.

برش طبقات تحت آنالیز مودال

Story	Load	VY		
STORY8	SPY	4.95		
STORY7	SPY	8.45		
STORY6	SPY	10.91	max shear	18.05
STORY5	SPY	12.8	برش طبقه اول	18.05
STORY4	SPY	14.48		
STORY3	SPY	16.06		
STORY2	SPY	17.4		
STORY1	SPY	18.05		

تغییر مکان طبقات تحت آنالیز مودال

Story	Load	DriftY		
STORY8	SPY	0.001072		
STORY7	SPY	0.001686	max drift	0.002929
STORY6	SPY	0.002215		
STORY5	SPY	0.002635		
STORY4	SPY	0.002929		
STORY3	SPY	0.002752		
STORY2	SPY	0.002135		
STORY1	SPY	0.000996		

آنالیز به روش تاریخچه زمانی

در این روش ابتدا سه رکورد زلزله با مولفه های درون صفحه ای را دانلود کرده و توسط برنامه های مربوطه به شتاب های تک ستونی تبدیل میکنیم، سپس توسط برنامه ساینموسگنال داده ها را فراخوانی کرده و شتاب در لحظات مختلف را وارد برنامه اکسل میکنیم، سپس ماکزیمم قدر مطلق شتاب ها را پیدا کرده و شتاب زمین را بر آن تقسیم میکنیم، سپس ضریب بدست آمده را در تمام شتاب ها ضرب میکنیم تا بزرگترین شتاب بر حسب شتاب زمین شود و مابقی ضریبی از شتاب زمین باشند. این کار را برای تمام رکورد ها انجام می دهیم و سپس شتاب های مقیاس شده را وارد ساینموسگنال کرده و طیف مورد نظر را رسم میکنیم و خروجی شتاب های آن را گرفته و وارد اکسل میکنیم. این کار را برای مولفه ی دیگر در صفحه نیز انجام داده و در نهایت به روش SRSS آن ها را برآیند گیری میکنیم.

نحوه مقیاس سازی شتاب نگاشت ها در زیر آورده شده است:

۱۳-۴-۱-۴-۲ زوج شتاب نگاشت های انتخاب شده باید به روش زیر به مقیاس در آورده شوند:

الف- کلیه شتاب نگاشت ها به مقدار حداکثر خود مقیاس شوند. بدین معنی که حداکثر شتاب همه آنها برابر با شتاب ثقل g گردد.

ب- طیف پاسخ شتاب هر یک از زوج شتاب نگاشت های مقیاس شده با منظور کردن نسبت میرایی ۵ درصد تعیین شود.

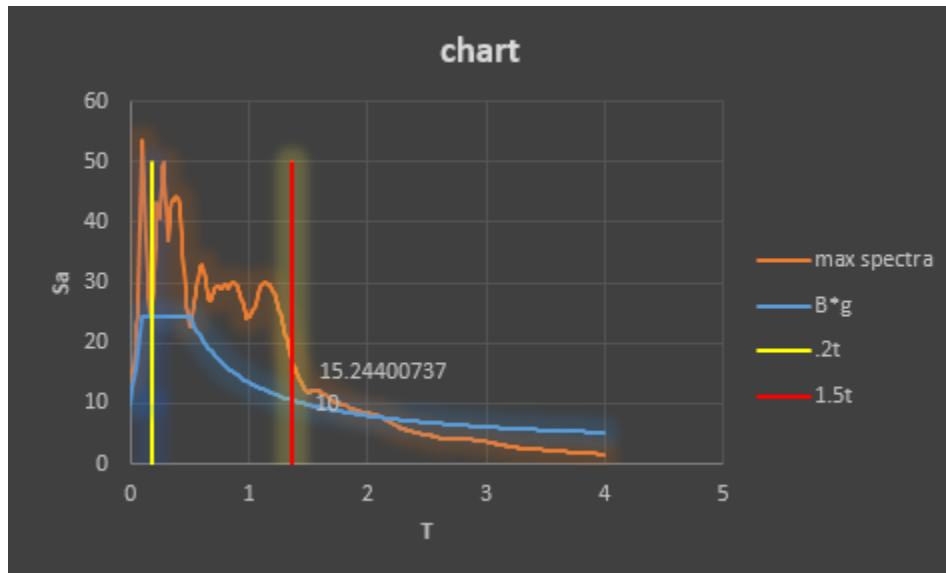
پ- طیف های پاسخ هر زوج شتاب نگاشت با استفاده از روش جذر مجموع مربعات با یکدیگر ترکیب شده و یک طیف ترکیبی واحد برای هر زوج ساخته شود.

ت- طیف های پاسخ ترکیبی سه زوج شتاب نگاشت، متوسط گیری شده و در محدوده زمان های تناوب T و $0.1T$ با طیف طرح استاندارد مقایسه می شود. ضریب مقیاس آن چنان تعیین شود که در این محدوده مقادیر متوسطها در هیچ حالت کمتر از $1/4$ برابر مقدار نظیر آن در طیف استاندارد نباشد. T زمان تناوب اصلی ساختمان طبق بند ۱۳-۳-۶ است.

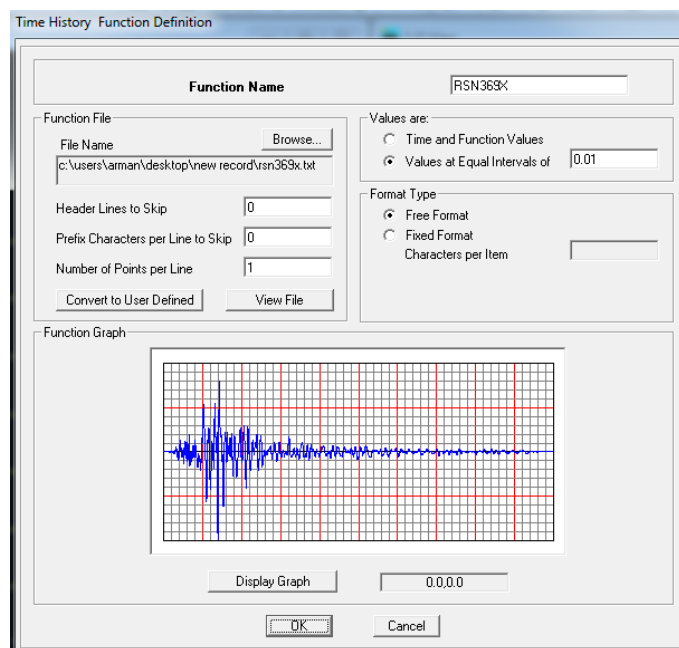
ث- ضریب مقیاس تعیین شده، باید در شتاب نگاشت های مقیاس شده در بند (الف) ضرب شود و در تحلیل دینامیکی مورد استفاده قرار گیرد.

این کار را برای چهار رکورد دیگر انجام داده و از SRSS ماکزیمم گیری میکنیم و طیف طراحی بدست می آید که این طیف نباید از ۱,۳ برابر طیف طرح آیین نامه در بازه ی مشخص کمتر باشد.

$$0.2T < t < 1.5T$$



سپس وارد برنامه ایتبس می شویم و رکورد های زلزله را تعریف میکنیم:

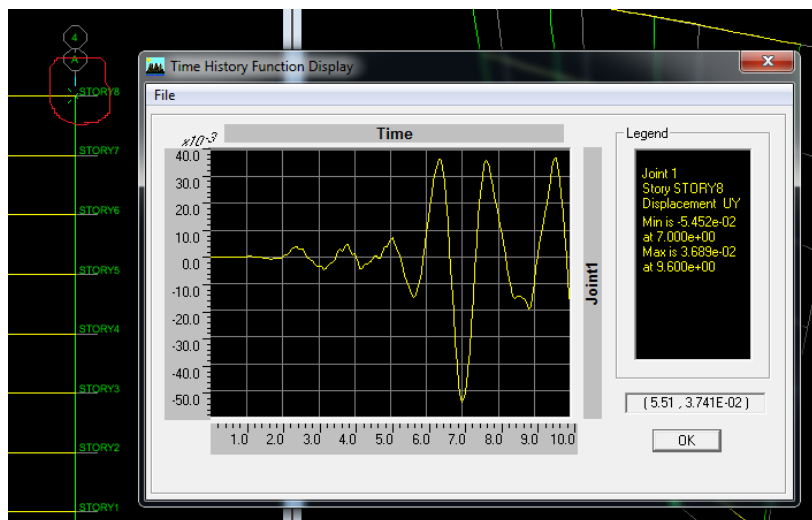


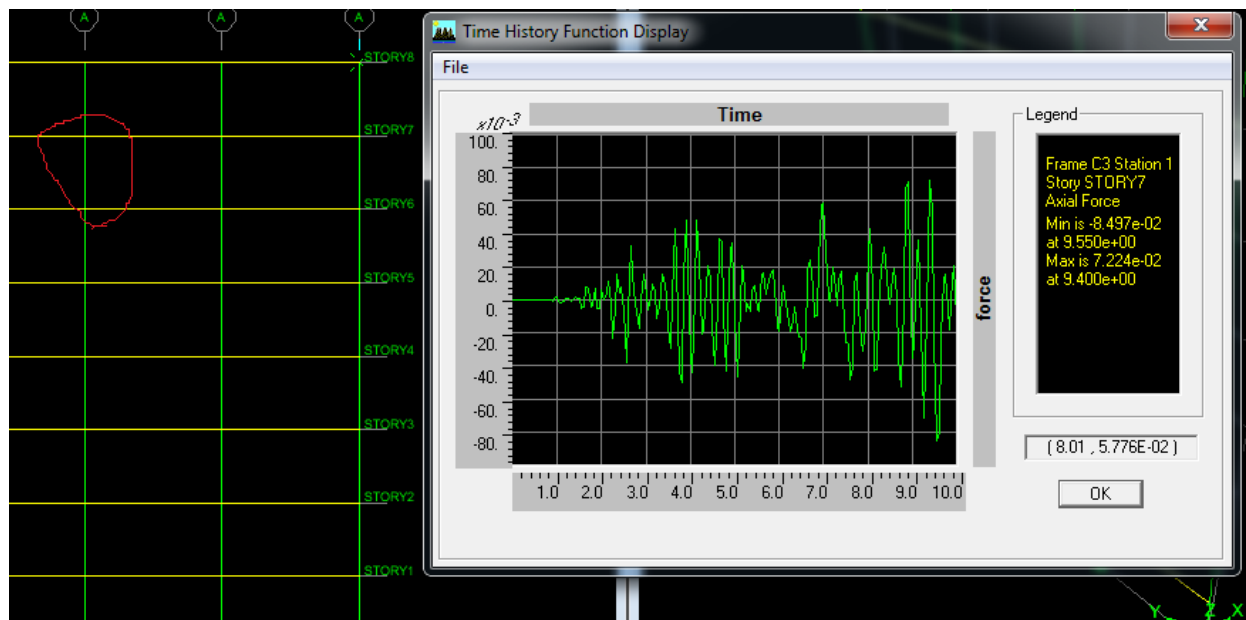
سپس بار هر یک از رکورد ها را در مدت ده ثانیه به سازه اعمال میکنیم، بنابراین شش نوع ترکیب بار ایجاد می شود.

تغییر مکان طبقات تحت آنالیز تاریخچه زمانی:

Story	Load	DriftY		
STORY8	HIS1	0.001175		
STORY8	HIS2	0.000998		
STORY8	HIS3	0.001458	max drift	0.004038
STORY8	HIS4	0.001379		
STORY8	HIS5	0		
STORY8	HIS6	0		
STORY7	HIS1	0.00186		
STORY7	HIS2	0.001351		
STORY7	HIS3	0.002248		
STORY7	HIS4	0.002285		
STORY7	HIS5	0		
STORY7	HIS6	0		
STORY6	HIS1	0.002399		
STORY6	HIS2	0.001394		
STORY6	HIS3	0.002736		
STORY6	HIS4	0.003112		
STORY6	HIS5	0		
STORY6	HIS6	0		
STORY5	HIS1	0.00279		
STORY5	HIS2	0.001384		
STORY5	HIS3	0.002939		
STORY5	HIS4	0.003766		
STORY5	HIS5	0		
STORY5	HIS6	0		
STORY4	HIS1	0.003113		
STORY4	HIS2	0.001189		
STORY4	HIS3	0.003013		
STORY4	HIS4	0.004038		

برای تحلیل تاریخچه زمانی باید رفتار المان ها در مدت زمانی که زلزله اعمال می شود بررسی گردد، به همین خاطر ما یک سری المان و نقاط رو به طور تصادفی انتخاب کرده و رفتار آن ها را در مدت زمان اعمال بار مشاهده می کنیم:





مقایسه سه روش با همدیگر:

روش تحلیل	تغییر مکان حداکثر
استاتیکی معادل	۰,۰۰۵۹۵۳
مودال	۰,۰۰۲۹۲۹
تاریخچه زمانی	۰,۰۰۴۰۳۸

حداکثر تغییر مکان تحت زلزله شماره ۳۶۹ رخ داده است که تحت بار با عنوان HIS4 دیده می شود:

STORY4	Max Drift Y	HIS4	2	0.000	6.000	12.600	0.004038
STORY4	Max Drift Y	HIS4	4	0.000	18.000	12.600	0.004038

حداکثر تغییر مکان در کدام مود رخ داده است؟

تغییر مکان حداکثر در هر سه روش در طبقه چهارم رخ داده است.

برش حداکثر	روش تحلیل
۳۴,۰۵	استاتیکی معادل
۱۸,۰۵	مودال
۱۷,۹۵	تاریخچه زمانی

همانطور که انتظار میرفت تحلیل استاتیکی معادل بیشترین برش و روش تاریخچه زمانی کمترین برش را ایجاد کرده است.

به عنوان نتیجه قابل استنتاج از این پروژه می توان به محافظه کارانه بودن روش استاتیکی معادل در برآورد برش وارده و عدم توانایی این روش برای در نظر گرفتن شکل بارگذاری اشاره کرد.

آموزش خصوصی و انجام پروژه مهندسی

Etabs, Safe, Tekla Structure, Civil3D
Abaqus, Opensees, Sap 2000
AutoCad, 3DsMax, Vray

SAP2000
ETABS
SAFE

علیرضا خویه

کارشناس ارشد مهندسی زلزله از دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

تماس: ۰۹۳۸۲۹۰۴۸۰۰
khooyeh@Live.com

طراحی، تحلیل و بهسازی ساختمان های فولادی و بتنی
انجام تحلیل های تاریخچه زمانی، طیفی و استاتیکی خطی و غیر خطی (پوش آور)
مدلسازی سه بعدی و دکوراسیون داخلی و خارجی ساختمان
تدریس خصوصی دروس مهندسی عمران (استاتیک، مقاومت مصالح، تحلیل سازه، فولاد، بتن، مهندسی زلزله)