



پروژه بهسازی

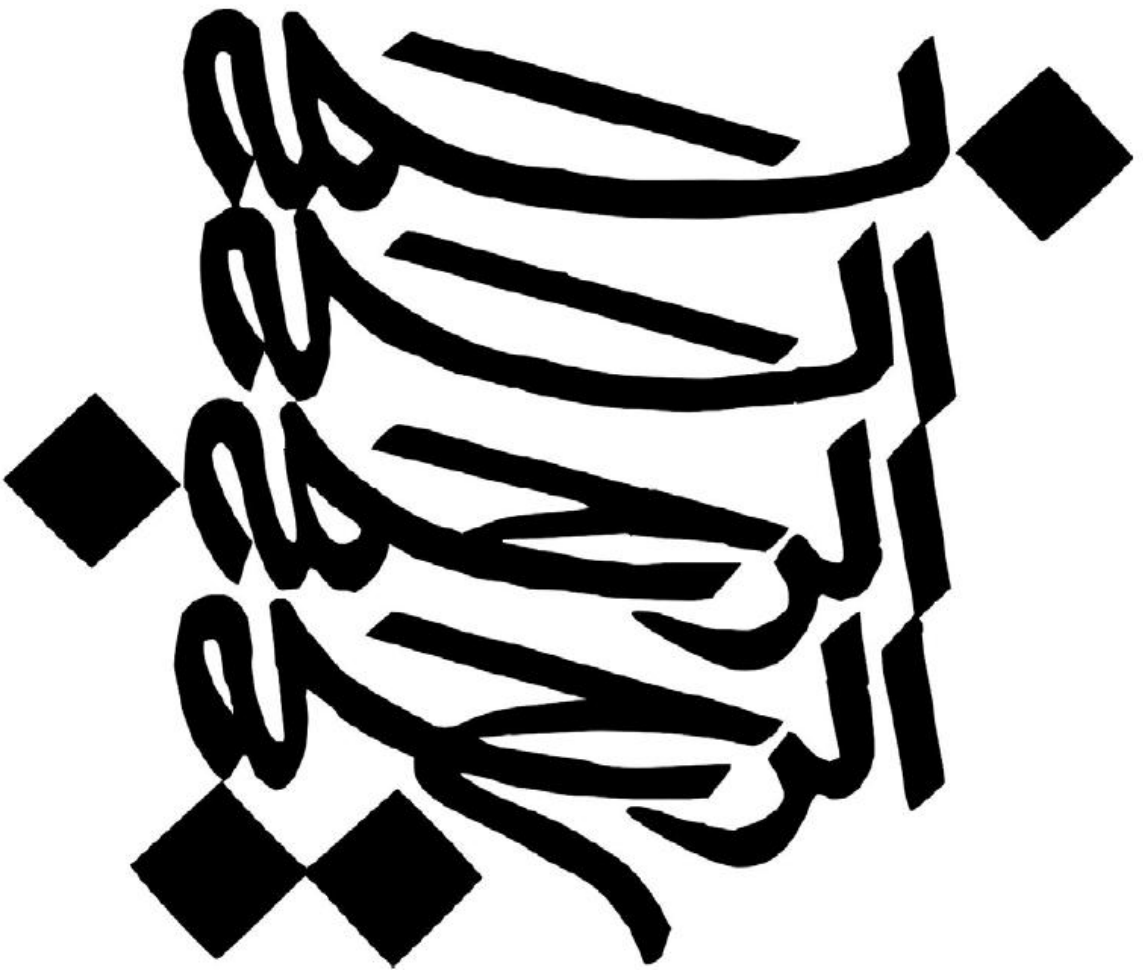
مجتبی منصورى

بابک حاجى محمد حسن ممقانى

اساتيد :

دکتر سروقد مقدم

دکتر حسینی هاشمی



صفحه	موضوع
1	1.1.1. مشخصات دقیق پروژه
4	2.1. هدف بهسازی
4	3.1. طیف ارتجاعی
6	4.1. سطوح اطلاعات
6	5.2. اثر هم زمان مولفه های زلزله
7	6.1. بارگذاری ثقلی
7	7.1. ترکیب بارگذاری
8	8.1. بهسازی در تراز پی
10	9.1. زمان تناوب اصلی سازه
11	2. هدف اول بهسازی
13	1.2. نیروی جانبی ناشی از زلزله
13	1.1.2. ضریب C_1
13	2.1.2. ضریب C_2
14	3.1.2. ضریب C_3
15	4.1.2. ضریب C_M
15	5.1.2. ضریب زلزله
15	2.2. مدل سازی پی
18	3.2. ضرورت انجام تحلیل غیر خطی
21	4.2. ضرورت انجام تحلیل طیفی

22	.....	5.2. پیچش
23	.....	6.2. اثر $P-\Delta$
24	.....	7.2. تحلیل استاتیکی غیر خطی
24	.....	1.7.2. تغییر مکان هدف
25	.....	2.7.2. توزیع نوع اول
28	.....	3.7.2. توزیع نوع دوم
28	.....	4.7.2. مفاصل پلاستیک
31	.....	5.7.2. حالت اولیه
32	.....	6.7.2. PUSH اولیه
35	.....	7.7.2. PUSH دوم
38	.....	8.7.2. PUSH سوم
41	.....	9.7.2. PUSH چهارم
48	.....	3. هدف دوم بهسازی
50	.....	1.3. نیروی جانبی ناشی از زلزله
50	.....	1.1.3. ضریب C_1
50	.....	2.1.3. ضریب C_2
51	.....	3.1.3. ضریب C_3
52	.....	4.1.3. ضریب C_M
52	.....	5.1.3. ضریب زلزله
52	.....	2.3. مدل سازی پی

52	..... 3.3. ضرورت انجام تحلیل غیر خطی
55	..... 4.3. ضرورت انجام تحلیل طیفی
56	..... 5.3. پیچش
57	..... 6.3. اثر $P-\Delta$
58	..... 7.3. تحلیل استاتیکی غیر خطی
58	..... 1.7.3. تغییر مکان هدف
59	..... 2.7.3. توزیع نوع اول
62	..... 3.7.3. توزیع نوع دوم
62	..... 4.7.3. مفاصل پلاستیک
65	..... 5.7.3. حالت اولیه
66	..... 6.7.3. PUSH اولیه
69	..... 7.7.3. PUSH دوم
72	..... 8.7.3. PUSH سوم
75	..... 9.7.3. PUSH چهارم



1 1 مشخصات دقیق پروژه

نوع ساختمان : فولادی

سیستم باربر جانبی : بادبند هم محور ضربدری

سیستم سقف : تیرچه و بلوک

تعداد طبقات : 7

مترای هر طبقه : 2475 متر مربع

مترای کل ساختمان : $2475 \times 7 = 17325$

بارگذاری لرزه ای : آیین نامه 2800 ویرایش سوم

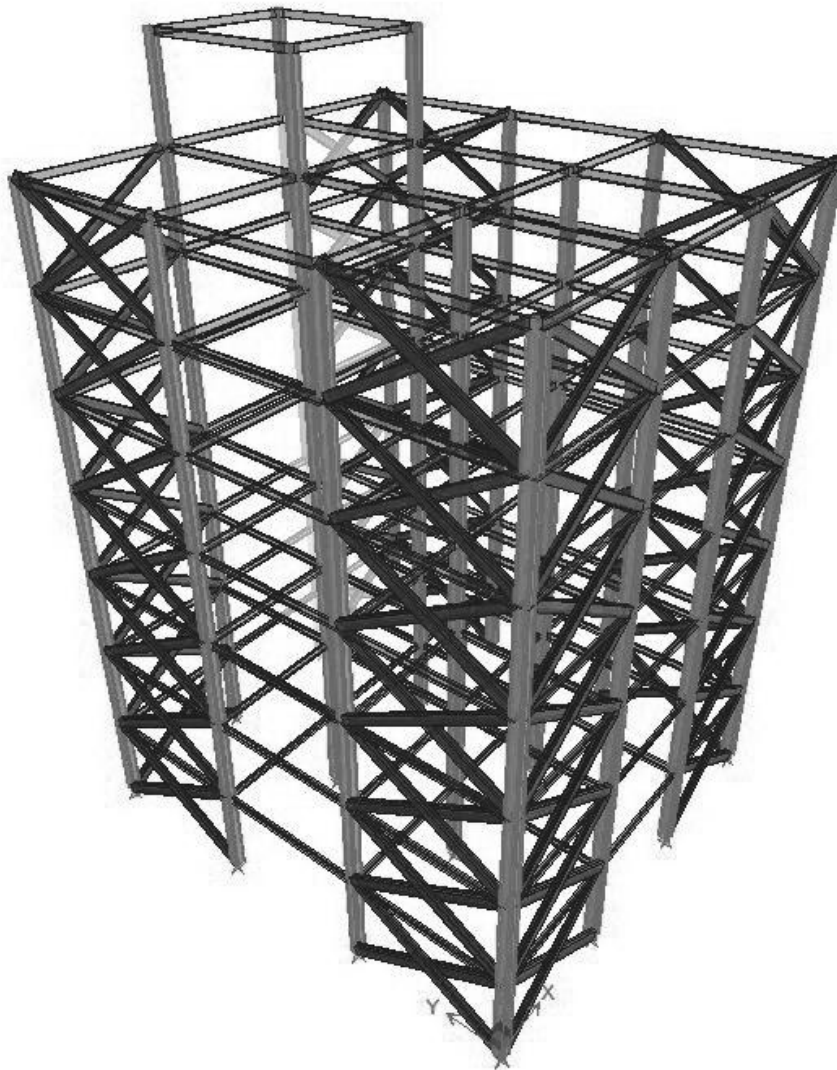
بارگذاری ثقلی : نشریه 519

خاک منطقه : نوع 2

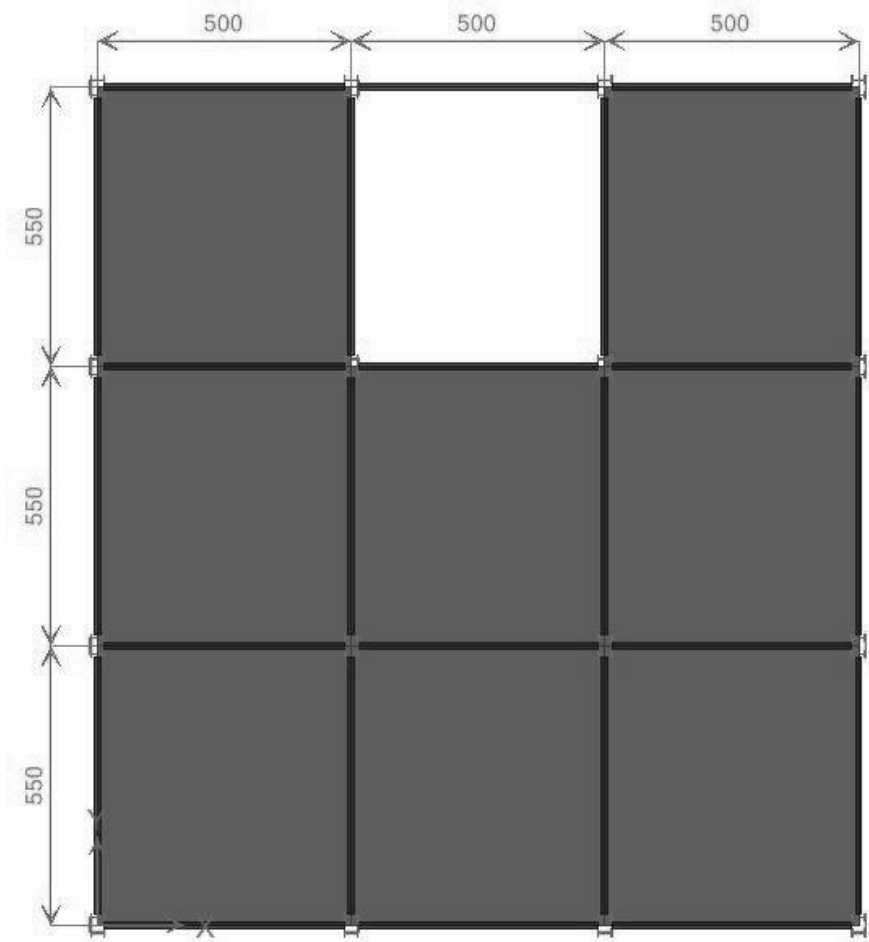
نوع پی : گسترده

لرزه خیزی منطقه : بسیار زیاد

فولاد مصرفی : St37 با تنش تسلیم 2400 kg/cm^2 و تنش نهایی 3700 kg/cm^2



شکل 1-1-1) نمای سه بعدی سازه



شکل 2-1-1) پلان تیپ طبقات



2 1 هدف بهسازی

مطابق با صورت پروژه، هدف بهسازی، " بهسازی ویژه " در نظر گرفته شده است. در این پروژه با توجه به انتخاب بهسازی ویژه، سازه معرفی شده تحت زلزله سطح خطر 1 برای سطح عملکرد قابلیت استفاده بیوقفه و تحت زلزله سطح خطر 2 برای سطح عملکرد ایمنی جانی مورد ارزیابی آسیبپذیری قرار می گیرد.

3 1 طیف طرح ارتجاعي

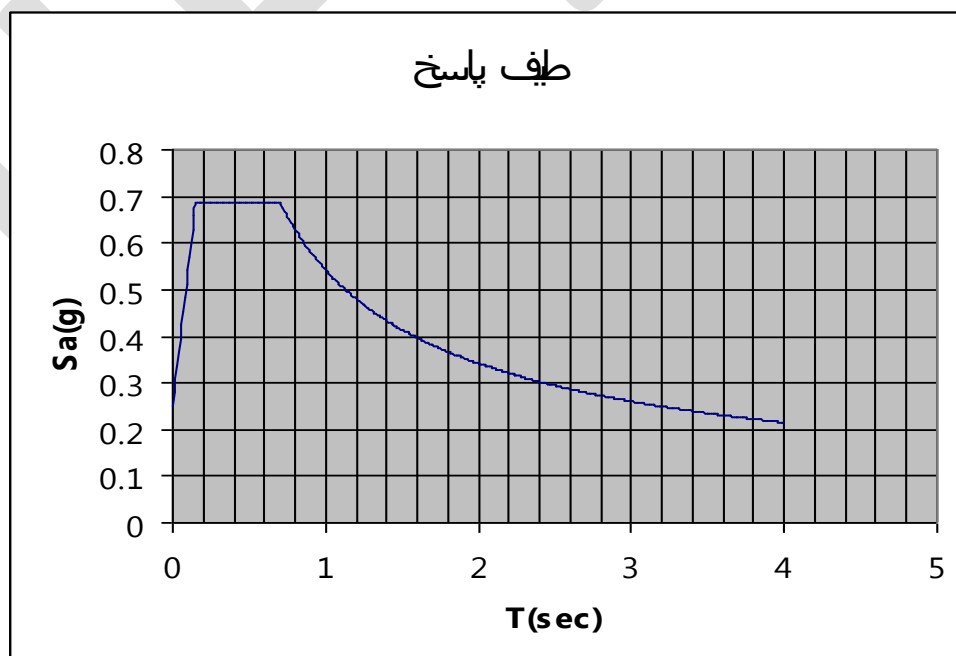
برآورد پارامترهای حرکت قوی زمین در سطح زمین برای سطوح خطر مختلف به یکی از دو روش استفاده از طیف طرح استاندارد و طیف طرح ویژه ساختگاه صورت میپذیرد. استفاده از روش اول برای مقاصد بهسازی محدود، مینا و مطلوب بلامانع است. اما برای بهسازی ویژه استفاده از روش دوم الزامی است. در این پروژه با توجه به انتخاب بهسازی ویژه بعنوان هدف بهسازی می - بایست حتماً مطالعات تحلیل خطر برای ساختگاه صورت گرفته و طیف طرح ویژه ساختگاه برای هر دو سطح خطر مورد نیاز استخراج گردد. همانگونه که قبلاً نیز اشاره گردید ارزیابی آسیب پذیری سازه معرفی شده تحت سطح خطر 1 برای سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه و تحت زلزله سطح خطر 2 برای سطح عملکرد ایمنی جانبی میبایست صورت گیرد. سطح خطر 1 بر اساس 10٪ احتمال رویداد در 50 سال که معادل دوره بازگشت 475 سال است، تعیین می شود. سطح خطر 1 در استاندارد 2800 ایران « زلزله طرح » (DBE) نامیده شده است. سطح خطر 2 بر اساس 2٪ احتمال رویداد در 50 سال که معادل دوره بازگشت 2475 سال است، تعیین میشود.



این سطح خطر به عنوان بیشینه زلزله محتمل (MPE) نامیده میشود. طیف طرح استاندارد از حاصلضرب مقادیر طیف بازتاب ساختمان (B) و شتاب مبنای طرح (A) حاصل میگردد.

میزان شتاب و طیف بازتاب مربوط به سطح خطر - 1 با استفاده از نقشه پهنبندی شتاب موجود در ویرایش سوم آئیننامه 2800 و طیف بازتاب آن که خود تابعی از محل سازه و مشخصات خاک ساختگاه می باشد، استخراج گردیده است و فرض بر این است که طیف بازتاب و شتاب طیفی استفاده شده حاصل از نتایج تحلیل خطر ویژه ساختگاه می باشد.

برای سطح خطر 2 زلزله به دلیل نبود نقشه های پهنبندی شتاب معتبر می بایست با انجام مطالعات لازم و تحلیل خطر ساختگاه میزان شتاب مبنای طرح برآورد گردد. اما به دلیل عدم دسترسی به نتایج تحلیل خطر ساختگاه مورد نظر مقادیر شتاب مبنای طرح برابر با 1/5 برابر مقدار سطح خطر یک در نظر گرفته شده است.



شکل 1-3-1) طیف طرح ویژه ساختگاه مربوط به سطح خطر یک



شکل 1-3-2) طیف طرح ویژه ساختگاه مربوط به سطح خطر دو

1.4 سطوح اطلاعات

با توجه به هدف بهسازی که « ویژه » در نظر گرفته شده، سطح اطلاعات را می‌توان «جامع» یا «متعارف» با ضریب آگاهی بترتیب مساوی با یک و 0.75 در نظر گرفت. در این پروژه از سطح اطلاعات «جامع» استفاده شده است.

1.5 اثر هم زمان مؤلفه های زلزله

بر اساس دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمانهای موجود در صورتیکه یکی از دو شرط زیر برقرار باشد باید اثر همزمان مؤلفه های زلزله را در نظر گرفت.

الف: ساختمان در پلان نامنظم باشد.



ب: ساختمان دارای یک یا چند ستون مشترک بین دو یا چند قاب سیستم باربر جانبی در جهات مختلف باشد.

با توجه به اینکه در ساختمان مورد نظر شرط 2 برقرار می باشد بنابراین لازم است اثر همزمان مولفه های زلزله به طریقی که در بند 3-2-7 دستورالعمل بهسازی اشاره شده است در نظر گرفته شود.

6 1 بارگذاری ثقلی

در ترکیب بارگذاری ثقلی و جانبی بر اساس دستورالعمل بهسازی لرزهای ساختمانهایی موجود حد بالا و پایین اثرات بار ثقلی Q_G از روابط زیر محاسبه گردیده است:

$$Q_G = 1.1Q_D + 1.1Q_L$$

$$Q_G = 0.9Q_D$$

7 1 ترکیب بارگذاری

در ابتدا بایستی نسبت DCR اجزای کنترل شونده تغییر شکلی را بررسی کرد. به این منظور از ترکیبات بارگذاری مربوطه بایستی بهره برد که در جدول زیر ارائه شده است. در ترکیبات بارگذاری موجود اثر همزمان مولفه های زلزله نیز در نظر گرفته شده است. ترکیبات بارگذاری بر اساس رابطه زیر به دست آورده شده اند.

$$Q_{UD} = Q_G + Q_{EQ}$$



DD	LL	EX	EPX	ENX	EY	EPY	ENY
0.9	-----	±1	-----	-----	±0.3	-----	-----
0.9	-----	-----	±1	-----	±0.3	-----	-----
0.9	-----	-----	-----	±1	±0.3	-----	-----
0.9	-----	±0.3	-----	-----	±1	-----	-----
0.9	-----	±0.3	-----	-----	-----	±1	-----
0.9	-----	±0.3	-----	-----	-----	-----	±1
1.1	1.1	±1	-----	-----	±0.3	-----	-----
1.1	1.1	-----	±1	-----	±0.3	-----	-----
1.1	1.1	-----	-----	±1	±0.3	-----	-----
1.1	1.1	±0.3	-----	-----	±1	-----	-----
1.1	1.1	±0.3	-----	-----	-----	±1	-----
1.1	1.1	±0.3	-----	-----	-----	-----	±1

§ 1 بهسازی در تراز پی

صلبیت پی با توجه به روابط زیر قابل بررسی می باشد.

$$4k_{sv} \sum_{m=1}^5 \sum_{n=1}^5 \frac{\sin^2 \left[\frac{m\pi}{2} \right] \sin^2 \left[\frac{n\pi}{2} \right]}{\pi^4 D_f \left[\frac{m^2}{L^2} + \frac{n^2}{B^2} \right]^2 + k_{sv}} < 0.03$$

$$D_f = \frac{E_f t^3}{12(1-\nu_f)^2}, k_{sv} = \frac{1.3G}{B(1-\nu)}$$



مشخصات ساختگاه بر اساس نوع خاک در سایت به صورت زیر در دسترس می باشد.

$$V_s = 400 \text{ m/s}$$

$$\gamma = 1900 \text{ kg/m}^3$$

$$\nu = 0.4$$

$$G_0 = 3.09 * 10^7 \text{ kg/m}^2$$

$$\Rightarrow G / G_0 = 0.783 \rightarrow G = 2.42 * 10^7 \text{ kg/m}^2$$

$$E_F = 2.5 * 10^9 \text{ kg/m}^2$$

$$\nu_F = 0.2$$

داریم :

L*B	K_sv	sum	< 0.03
0.4*0.4	1.31E+08	0.0024	ok
0.6*0.6	8.74E+07	0.0036	ok
0.7*0.7	7.49E+07	0.0042	ok
1*1	5.24E+07	0.006	ok
1.5*1.5	3.50E+07	0.009	ok
2*2	2.62E+07	0.0121	ok
2.5*2.5	2.10E+07	0.0151	ok
3*3	1.75E+07	0.0181	ok

به دلیل آنکه مقدار SUM از 0.03 کمتر می باشد نیاز به مدل سازی پی نمی باشد و

می توان آنرا صلب در نظر گرفت.

در نظر گرفتن چنین فرضی در زلزله سطح عملکرد استفاده بی وقفه مجاز نمی باشد. در این

حالت بایستی از فنرهای معادل بهره برد.



9 1 . زمان تناوب اصلی سازه

برای به دست آوردن تناوب اصلی سازه از رابطه تجربی ارائه شده در آیین نامه بارگذاری

زلزله بهره می بریم. داریم :

$$T = 0.05(H)^{3/4} = 0.05 * (25.3)^{3/4} = 0.56$$

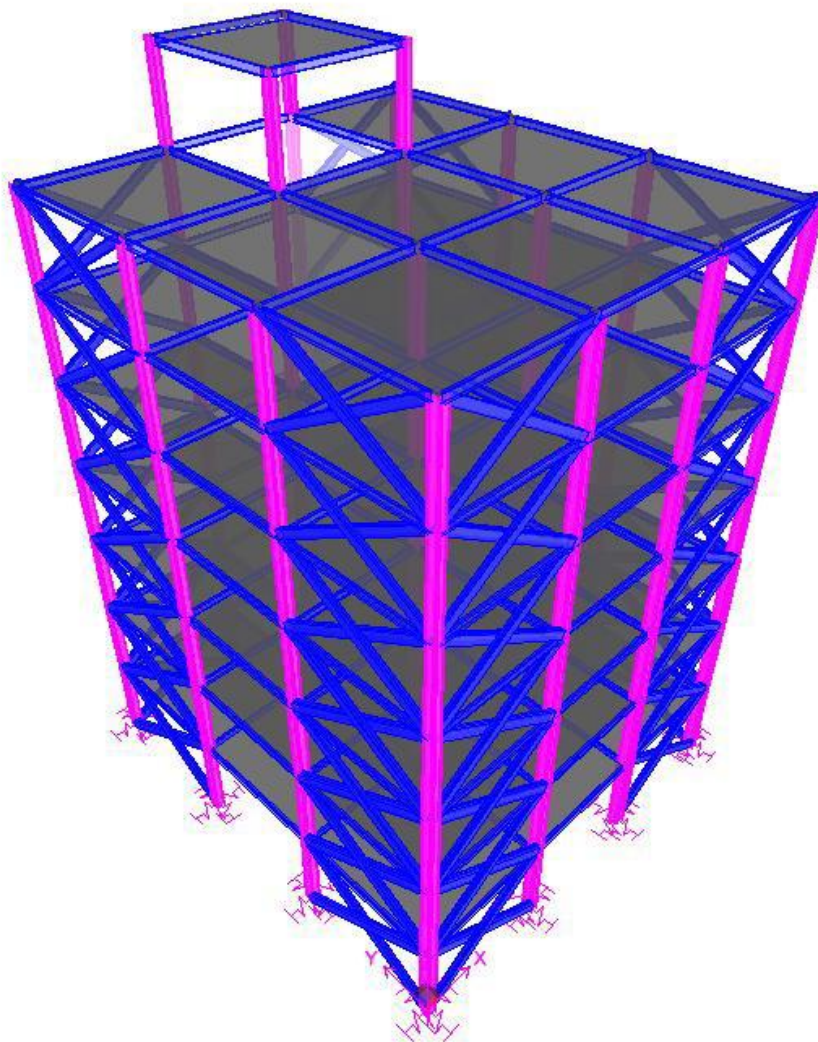
NCEES



هدف اول

خدمت رسانی بی وقفه در

سطح خطر 1



نمای سه بعدی ساختمان در ETABS



2 1 نیروی جانبی ناشی از زلزله

در روش استاتیکی خطی همانگونه که می دانیم ، نیروی جانبی زلزله بصورت ضریبی از وزن کل ساختمان و از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$V = C_1 C_2 C_3 C_m S_a \cdot W$$

2 1 1 ضریب C_1

ضریب C_1 با توجه به معلوم نبودن نسبت مقاومت R از رابطه زیر محاسبه گردیده است.

$$C_1 = 1 + \frac{T_s - T}{2T_s - 0.2}, \quad 1 \leq C_1 \leq 1.5$$

$$C_1 = 1 + \frac{0.5 - 0.69}{(2 * 0.5) - 0.2} = 0.76$$

با توجه به اینکه مقدار C_1 نایستی کمتر از یک در نظر گرفته شود . بنابراین در این مورد

نیز مقدار آن برابر 1 در نظر گرفته می شود.

2 1 2 ضریب C_2

ضریب C_2 اثرات کاهش سختی و مقاومت اعضای سازه ای را بر تغییر مکانها بدلیل رفتار

چرخشی آنها اعمال می کند که مقدار آن بدلیل خطی بودن تحلیل برابر 1 فرض می شود.



3.1.2 ضریب C_3

ضریب C_3 برای اعمال اثرات P -Delta با رفتار غیر خطی مصالح بر تغییر مکانها بوده و از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$\theta \leq 0.1 \Rightarrow C_3 = 1.0$$

$$\theta > 0.1 \Rightarrow C_3 = 1 + 5 \frac{\theta - 0.1}{T}$$

در رابطه فوق θ برابر با بزرگترین مقدار ضریب پایداری طبقات است که با استفاده از رابطه زیر و با سعی و خطا تعیین می شود.

$$\theta_i = \frac{P_i \delta_i}{V_i h_i}$$

با توجه به اینکه مقدار ضریب C_3 وابسته به ضریب پایداری طبقات می باشد و از طرفی این ضریب نیز می بایست بصورت سعی و خطا تعیین گردد، لذا در گام اول فرض می گردد $\theta \leq 0.1$ و بنابراین خواهیم داشت :

$$\theta \leq 0.1 \Rightarrow C_3 = 1.0$$

صحت فرض صورت گرفته بعد از محاسبه برش پایه استاتیکی خطی و انجام تحلیل کنترل و در صورت لزوم اصلاح خواهد گردید.



2 1 4. ضریب C_m

ضریب C_m برای اعمال اثرات مودهای بالاتر بوده و مقدار آن می بایست بسته به سیستم

سازه ای و تعداد طبقات سازه از جدول مربوطه استخراج گردد. در این پروژه مقدار آن برابر 0.9 می باشد.

2 1 5. ضریب زلزله

با توجه به آنکه در برنامه ETabs مقدار ضریب زلزله به صورت V/W وارد می شود ، مقدار این ضریب به صورت زیر قابل محاسبه می باشد.

$$V/W = 1 * 1 * 1 * 0.9 * 0.875 = 0.78$$

2 2. مدل سازی

طبق ضوابط دستوالعمل ، در سطح عملکرد خدمت رسانی بی وقفه نمی توان از فرض اتکای

سازه بر پی صلب بهره برد. بلکه بایستی از فنرهای معادل برای اعمال اثرات پی بر سازه استفاده نمود.



طبق ضوابط آیین نامه داریم :

$$k_{x,sur} = \frac{GB}{2-\nu} \left[3.4 \left(\frac{L}{B} \right)^{0.65} + 1.2 \right]$$

$$k_{y,sur} = \frac{GB}{2-\nu} \left[3.4 \left(\frac{L}{B} \right)^{0.65} + 0.4 \frac{L}{B} + 0.8 \right]$$

$$k_{z,sur} = \frac{GB}{1-\nu} \left[1.55 \left(\frac{L}{B} \right)^{0.75} + 0.8 \right]$$

$$k_{xx,sur} = \frac{GB^3}{1-\nu} \left[0.4 \left(\frac{L}{B} \right) + 0.1 \right]$$

$$k_{yy,sur} = \frac{GB^3}{1-\nu} \left[0.47 \left(\frac{L}{B} \right)^{2.4} + 0.034 \right]$$

$$k_{zz,sur} = GB^3 \left[0.53 \left(\frac{L}{B} \right)^{2.45} + 0.51 \right]$$



نتایج حاصل از محاسبات برای مقاطع مختلف در جدول زیر ارایه شده است.

L*B	K _x	K _y	K _z	K _{xx}	K _{yy}	K _{zz}
0.4*0.4	2.78E+07	2.78E+07	3.79E+07	1.29E+06	1.30E+06	1.61E+06
0.6*0.6	4.17E+07	4.17E+07	5.69E+07	4.36E+06	4.39E+06	5.44E+06
0.7*0.7	4.87E+07	4.87E+07	6.63E+07	6.92E+06	6.97E+06	8.63E+06
1*1	6.96E+07	6.96E+07	9.48E+07	2.02E+07	2.03E+07	2.52E+07
1.5*1.5	1.04E+08	1.04E+08	1.42E+08	6.81E+07	6.86E+07	8.49E+07
2*2	1.39E+08	1.39E+08	1.90E+08	1.61E+08	1.63E+08	2.01E+08
2.5*2.5	1.74E+08	1.74E+08	2.37E+08	3.15E+08	3.18E+08	3.93E+08
3*3	2.09E+08	2.09E+08	2.84E+08	5.45E+08	5.49E+08	6.80E+08

در مدل سازی از ابعاد 0.7*0.7 بهره برده شده است.



2.3. بررسی ضرورت تحلیل غیر خطی

در جدول زیر DCR یکی از اعضای بادبندی به صورت نمونه آورده شده است. همانطور که ملاحظه می شود مقدار DCR در اعضا بیشتر از 2 می باشد و در نتیجه نمی توان از تحلیل خطی بهره برد. و بایستی از روش های غیر خطی بهره برد.

در اعضای بادبندی داریم:

$$Q_{CE} = 1.7.A.F_a \quad \text{IN COMPRESS}$$

$$Q_{CE} = A.F_{ye} \quad \text{IN TENSION}$$

STORY(D9)	section	DEMAND(TENSION)	CAPACITY(TENSION)	DCR(TENSION)
7	2UNP28	60732.33	140712	0.43
6	2UNP28	107046.2	140712	0.76
5	2UNP30	154275.79	155232	0.99
4	2UNP30	193211.47	155232	1.24
3	2UNP30	220496.03	155232	1.42
2	2UNP32	258212.81	200112	1.29
1	2UNP32	267208.76	200112	1.34



STORY(D9)	section	DEMAND(COMPRESS)	CAPACITY(COMPRESS)	DCR(COMPRESS)
7	2UNP28	-58310.76	71169.49634	0.82
6	2UNP28	-110907.88	71169.49634	1.56
5	2UNP30	-163539.77	85011.56491	1.92
4	2UNP30	-208310.61	85011.56491	2.45
3	2UNP30	-239436.91	85011.56491	2.82
2	2UNP32	-288908.28	105036.7067	2.75
1	2UNP32	-306606.51	105036.7067	2.92

بررسی نسبت P/P_{CL} برای ستونها

story(c1)	SECTION	DEMAND	CAPACITY	RATIO
7	DOUBLE22	-11813.9	176352	0.07
6	DOUBLE22	-55154.9	176352	0.31
5	DOUBLE 24	-136779	206448	0.66
4	DOUBLE 24	-248649	206448	1.20
3	DOUBLE27	-392179	242352	1.62
2	DOUBLE27	-546275	242352	2.25
1	DOUBLE27	-745518	242352	3.08



story(c7)	section	DEMAND	CAPACITY	RATIO
7	DOUBLE22	-32228.4	176352	0.18
6	DOUBLE22	-57444.9	176352	0.33
5	DOUBLE 24	-82692.9	206448	0.40
4	DOUBLE 24	-107941	206448	0.52
3	DOUBLE27	-133226	242352	0.55
2	DOUBLE27	-158512	242352	0.65
1	DOUBLE27	-183797	242352	0.76

story(c8)	section	DEMAND	CAPACITY	RATIO
7	DOUBLE22	-44489.2	176352	0.25
6	DOUBLE22	-133244	176352	0.76
5	DOUBLE 24	-267713	206448	1.30
4	DOUBLE 24	-439833	206448	2.13
3	DOUBLE27	-642143	242352	2.65
2	DOUBLE27	-850410	242352	3.51
1	DOUBLE27	-1077990	242352	4.45



طبق آیین نامه می دانیم که اگر این نسبت بزرگتر از 0.5 باشد بدان مفهوم است که نیروی

محوری و لنگر خمشی از نوع کنترل شونده نیرویی می باشند. اما در صورتی که این نسبت

کوچکتر از 0.5 باشد، نیروی محوری از نوع نیرویی و لنگر خمشی از نوع کنترل شونده تغییر

شکلی می باشد.

بدین جهت در اعضایی که این نسبت کمتر از 0.5 می باشد نیاز به تعریف مفصل پلاستیک

می باشد که از نوع PMM می باشد.

2.4. ضرورت انجام تحلیل طیفی

در هنگام بهره گیری از روش تحلیل استاتیکی غیر خطی بایستی دقت نمود که طبق دستور

العمل 360، اگر برش حاصل از تحلیل دینامیکی خطی در طبقه ای با در نظر گرفتن 90٪ جرم

موثر، 30٪ بیش تر از برش حاصل از مود اول باشد، روش تحلیل استاتیکی غیر خطی باید همراه

با روش تحلیل دینامیکی خطی به کار گرفته شود.

story	FIRST MODE		8 MODES		RATIO %		< 1.3
	VX	VY	VX	VY	X	Y	
7	479302	513046.7	530647.8	559599.3	1.107126	1.090738	ok
6	851578.2	927429.5	910363.1	979680.2	1.069031	1.056339	ok
5	1140166	1250638	1165568	1270867	1.022279	1.016175	ok
4	1347380	1484463	1359615	1489347	1.009081	1.00329	ok
3	1479397	1634867	1527018	1668352	1.03219	1.020482	ok
2	1547869	1713937	1651394	1797064	1.066882	1.048501	ok
1	1571355	1742053	1711563	1859530	1.089228	1.067436	ok



همانطور که از مقادیر به دست آمده مشهود است ، تمامی نسبت ها از 1.3 کمتر بوده و در نتیجه نیاز به تحلیل طیفی نمی باشد.

5.2. پیش

بر طبق دستور العمل 360 در صورتی که تحت کل لنگر پیشی در تمام طبقات ، η کوچکتر از 1/1 باشد ، می توان از اثر پیش اتفاقی صرف نظر نمود.

STORY	Disp. MAX		Disp. CM		RATIO	
	X	Y	X	Y	X	Y
7	17.1494	14.4433	16.4647	13.9343	1.041586	1.036529
6	14.1457	11.9713	13.5804	11.5461	1.041626	1.036826
5	11.0517	9.4012	10.6038	9.0647	1.04224	1.037122
4	8.0181	6.8653	7.6874	6.6172	1.043018	1.037493
3	5.1802	4.4735	4.9617	4.3097	1.044037	1.038007
2	2.7194	2.3775	2.601	2.2888	1.045521	1.038754
1	0.9571	0.8643	0.9118	0.8304	1.049682	1.040824

همانطور از محاسبات بر می آید ، در این پروژه می توان از اثر پیش اتفاقی صرف نظر

نمود.

2.6. اثر P- Δ

در فصل اول برای محاسبه ضریب C_3 ، فرض بر آن شد که می توان از اثر P- Δ صرف نظر نمود. حال در این بخش بایستی صحت این فرض بررسی شود.

در این قسمت اقدام به محاسبه θ (ضریب پایداری) می نماییم. اگر مقدار این ضریب در طبقات کوچکتر از 0.1 باشد، می توان از اثر P- Δ صرف نظر نمود.

STORY	Disp. CM		V(Kg)	H(m)	P(Kg)	θ_x	θ_y
	X	Y					
7	16.4647	13.9343	278327	3.2	284979.8	0.052682	0.052682
6	13.5804	11.5461	565608.7	3.2	585840.7	0.043957	0.043957
5	10.6038	9.0647	804333.6	3.2	888110.2	0.036588	0.036588
4	7.6874	6.6172	994548	3.2	1190380	0.028753	0.028753
3	4.9617	4.3097	1136134	3.2	1493249	0.020379	0.020379
2	2.601	2.2888	1230002	3.2	1799011	0.011888	0.011888
1	0.9118	0.8304	1276220	3.2	2104774	0.004699	0.004699



7 2. تحلیل استاتیکی غیر خطی

1-7-2. تغییر مکان هدف

با توجه به سیستم سقف سازه جهت انتقال بار ثقلی ، دیافراگم ها صلب در نظر گرفته

می شود. تغییر مکان هدف برای سازه‌های با دیافراگم های صلب را میتوان بعنوان یک روش

تقریبی از رابطه زیر محاسبه نمود. در این قسمت محاسبه تغییر مکان هدف برای سطح خطر دو

انجام می گیرد.

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

همانطور که قبلا گفته شده است ، مقدار تغییر مکان هدف در این سطح خطر ، 1.5 برابر

میزان آن در سطح خطر اول می باشد. در نتیجه داریم:

$$\delta_t = 1.44 * 1 * 1.1 * 1 * 0.875 * \frac{0.69^2}{4\pi^2} * 981 = 16.4 \text{ cm}$$



2 7 2 توزیع نوع اول:

به عنوان توزیع نوع اول باید بار جانبی فقط به یکی از سه روش زیر محاسبه و برمدل سازه اعمال گردد. برای سازه هایی که دارای زمان تناوب اصلی بزرگتر از یک ثانیه هستند فقط می توان از روش سوم این نوع توزیع بار استفاده نمود.

1-توزیع متناسب با توزیع بار جانبی در روش استاتیکی خطی. از این توزیع هنگامی

می توان استفاده نمود که حداقل 75 درصد جرم سازه در مود ارتعاشی اول در جهت مورد نظر مشارکت کند. در صورت انتخاب این توزیع، توزیع نوع دوم باید از نوع یکنواخت انتخاب شود.

2-توزیع متناسب با شکل مود اول ارتعاش در جهت مورد نظر. از این توزیع زمانی می توان

استفاده نمود که حداقل 75 درصد جرم سازه در این مود مشارکت کند.

3-توزیع متناسب با نیروهای جانبی حاصل از تحلیل دینامیکی خطی طیفی. برای این

منظور تعداد مودهای ارتعاشی مورد بررسی باید چنان انتخاب شود که حداقل 90 درصد جرم سازه در تحلیل مشارکت کند.

در سازه موجود ، همانطور که از محاسبات بر می آید ، مقدار مشارکت جرم در مود اول

کمتر از 75٪ می باشد. بنابراین از توزیع بند اول نمی توان بهره برد.

Mode	Period	UX	UY
1	0.696521	63.6807	0



در این حالت تعداد مودی را باید در نظر گرفت که 90٪ جرم سازه در آن مشارکت داشته باشد.

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.696521	63.6807	0	0	63.6807	0	0	0	94.2039	0.224	0	94.2039	0.224
2	0.637526	0	66.3759	0	63.6807	66.3759	0	96.4842	0	0	96.4842	94.2039	0.224
3	0.445222	5.3855	0	0	69.0662	66.3759	0	0	3.7987	14.6375	96.4842	98.0026	14.8614
4	0.383971	0.431	0	0	69.4972	66.3759	0	0	0.2492	14.5742	96.4842	98.2518	29.4357
5	0.351841	0	4.1702	0	69.4972	70.5461	0	2.0868	0	0	98.571	98.2518	29.4357
6	0.340845	0.2298	0	0	69.727	70.5461	0	0	0.1165	41.4707	98.571	98.3683	70.9063
7	0.152707	20.5189	0	0	90.2459	70.5461	0	0	1.4527	0.0243	98.571	99.821	70.9306
8	0.146138	0	20.2206	0	90.2459	90.7668	0	1.2732	0	0	99.8442	99.821	70.9306



برای این کار در هر جهت ، نسبت جرم موثر در هر مود به نسبت به جرم موثر مودی که حداقل 90٪ جرم سازه در آن شرکت کند به عنوان ضریب موثر برای هر مود در توزیع در نظر گرفته می شود. داریم :

Mode	Period	UX	UY	scale factor	
				X	Y
1	0.696521	63.6807	0	0.705635	0
2	0.637526	0	66.3759	0	0.73128
3	0.445222	5.3855	0	0.059676	0
4	0.383971	0.431	0	0.004776	0
5	0.351841	0	4.1702	0	0.045944
6	0.340845	0.2298	0	0.002546	0
7	0.152707	20.5189	0	0.227367	0
8	0.146138	0	20.2206	0	0.222776
sum		90.2459	90.7667	1	1



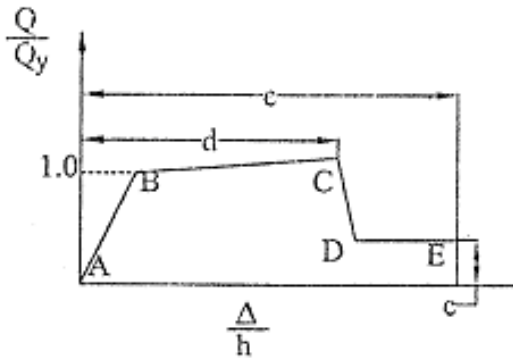
2 7 3. توزیع نوع دوم

در این نوع توزیع بار، از توزیع متناب با جرم طبقات بهره می‌بریم تا سازه به تغییر مکان

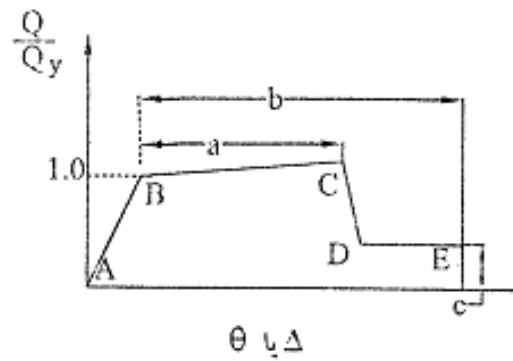
هدف برسد.

2 7 4. مفاصل پلاستیک

برای مدلسازی رفتاری اجزاء مطابق ضوابط فصل ششم از دستورالعمل بهسازی برای روش استاتیکی غیرخطی از رابطه کلی نیرو- تغییر شکل یا منحنی های دیگری که رفتار را تحت افزایش یکنوای تغییر شکل نشان می‌دهند استفاده می‌گردد. در شکل بعدی منحنی ساده شده کلی رفتار بار- تغییر شکل نشان داده شده است. این مدل از نقطه A (عضو فاقد بارگذاری) تا یک نقطه تسلیم موثر در B ، خطی است و بین نقاط B و C سختی کاهش یافته‌ای به صورت خطی وجود دارد که با یک کاهش ناگهانی در مقاومت در برابر بار جانبی از نقطه C به نقطه D میرسد و تا نقطه E ثابت میماند. سرانجام در این نقطه مقاومت به صفر کاهش مییابد. شیب از A تا B را میتوان مطابق ضوابط فصل ششم دستورالعمل بهسازی لرزهای محاسبه نمود. شیب از نقطه B تا نقطه C ، با نادیده گرفتن اثرات بارهای ثقلی بر تغییر شکل جانبی، بین صفر تا 10٪ شیب اولیه منظور میگردد مگر اینکه شیب دیگری با آزمایش یا تحلیل، بهتر تشخیص داده شود. نقطه C دارای عرضی برابر با مقاومت عضو و طولی برابر با مقدار تغییر مکانی که در آن کاهش شدید مقاومت آغاز میگردد، میباشد.



ب) نسبت تغییر شکل



الف) تغییر شکل

به دلیل مشخصات سازه ای ، در این پروژه عضو کنترل شونده تغییر شکلی ، اعضای بادبندی و ستونهایی می باشد که نسبت P/P_{CL} آنها کمتر از 0.5 می باشند که مشخصات مفصل آن نیز در شکل زیر ارائه شده است.

Frame Hinge Property Data for BRACE - P

Edit

Point	Force/SF	Disp/SF
E-	-0.2	-9.
D-	-0.2	-0.5
C-	-1.015	-0.5
B-	-1.	0.
A	0.	0.
B	1.	0.
C	1.33	11.
D	0.8	11.
E	0.8	14.

Hinge is Rigid Plastic
 Symmetric

Scaling for Force and Disp

	Positive	Negative
<input checked="" type="checkbox"/> Use Yield Force Force SF		
<input checked="" type="checkbox"/> Use Yield Disp Disp SF		

Acceptance Criteria (Plastic Disp/SF)

	Positive	Negative
Immediate Occupancy	0.25	-0.25
Life Safety	7.	-5.
Collapse Prevention	9.	-7.

Type

Force - Displacement
 Stress - Strain

Hinge Length

OK

مفصل پلاستیک در بادبند



Frame Hinge Property Data for COL - PMM

Edit

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-7
D-	-0.2	-5
C-	-1.25	-5
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1.25	5
D	0.2	5
E	0.2	7

Hinge is Rigid Plastic
 Symmetric

Scaling for Moment and Rotation

Use Yield Moment Moment SF Positive Negative

Use Yield Rotation Rotation SF Positive Negative

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

Immediate Occupancy Positive Negative

Life Safety Positive Negative

Collapse Prevention Positive Negative

Axial Load - Displacement Relationship

Proportional to Moment - Rotation

Elastic - Perfectly Plastic

Define/Show Interaction...

OK

Cancel

مفصل پلاستیک در ستون

در تعریف مفصل پلاستیک در ستونها از حالت Default برای راحتی کار بهره برده شده است.



2 7 5. حالت اولیه

در این مرحله طبق شکل زیر حالت Gravity را برای آنالیز ثقلی وارد می کنیم. در این

پروژه یک نوع بار ثقلی به صورت 1.1(DL+LL) بررسی شده است.

Static Nonlinear Case Data

Static Nonlinear Case Name GRAVITY

Options

- Load to Level Defined by Pattern
- Push to Disp. Magnitude
- Use Conjugate Displ. for Control

Minimum Saved Steps: 1
Maximum Null Steps: 50
Maximum Total Steps: 200
Maximum Iterations/Step: 10
Iteration Tolerance: 1.000E-04
Event Tolerance: 0.01

Monitor: UX, 7, STORY7

Start from Previous Case: [Dropdown]

Save Positive Increments Only

Member Unloading Method: Unload Entire Structure

Geometric Nonlinearity Effects: None

Load Pattern

Load	Scale Factor
DEAD	1.1
DEAD	1.1
LIVE	1.1

Active Structure

Stage	Active Group
1	ALL

Loads Apply to Added Elements Only

OK Cancel



2 7 6 . PUSH اول

در پوش اولیه حالت بار یکنواخت را در نظر می گیریم. مطابق شکل زیر پارامترهای مربوطه

را وارد می کنیم.

Static Nonlinear Case Name ACCX

Options

- Load to Level Defined by Pattern
- Push to Disp. Magnitude 24.6
- Use Conjugate Displ. for Control
- Monitor: UX, 7, STORY7
- Start from Previous Case: GRAVITY
- Save Positive Increments Only

Minimum Saved Steps: 10
Maximum Null Steps: 200
Maximum Total Steps: 400
Maximum Iterations/Step: 10
Iteration Tolerance: 0.01
Event Tolerance: 0.01

Member Unloading Method: Restart Using Secant Stiffness

Geometric Nonlinearity Effects: P-Delta

Load Pattern

Load	Scale Factor
acc dir X	-1.
acc dir X	-1.
acc dir Y	-0.45

Active Structure

Stage	Active Group
1	ALL

Loads Apply to Added Elements Only

OK Cancel

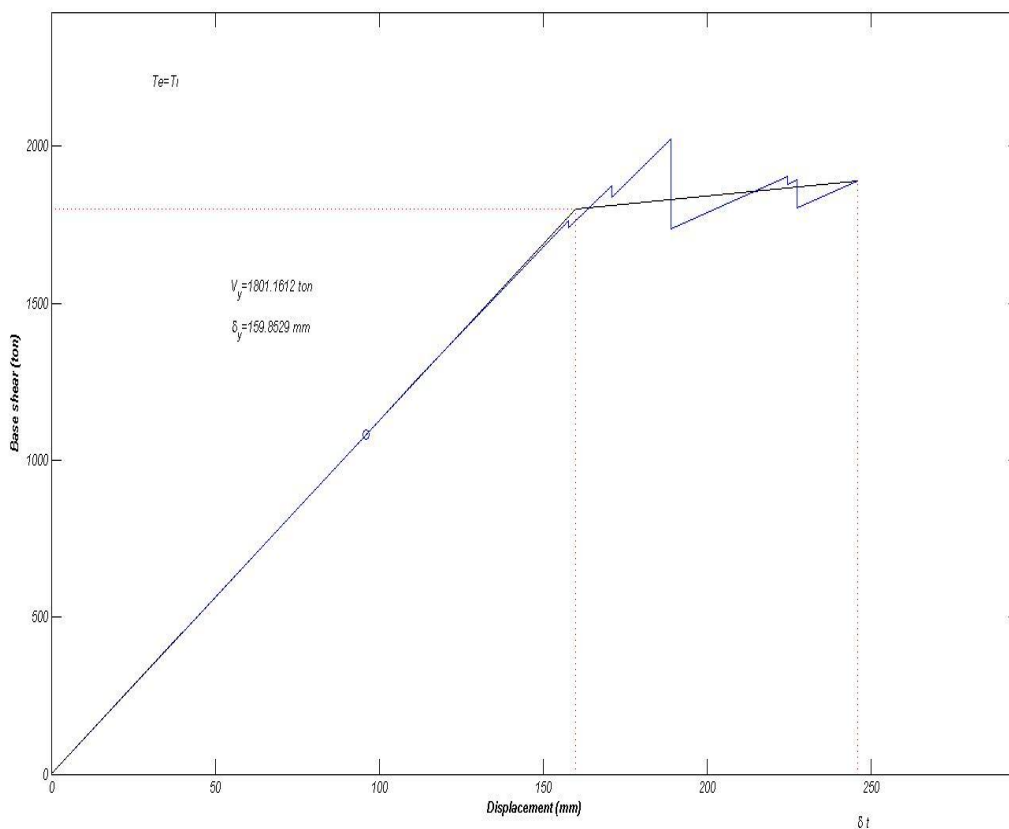


منحنی بعد از تحلیل به صورت زیر به دست آمده است. با استفاده از ایده آل سازی منحنی ،

مقادیر برش تسلیم و جابجایی تسلیم به دست آورده شده است.

همانطور که در شکل پیداست ، $T_e = T_i$ می باشد و این به آن مفهوم می باشد که فرایض

اولیه برای به دست آوردن جابجایی هدف صحیح می باشند.





step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	112
1	2.46	277183.4	112	0	0	0	0	0	0	0	112
2	4.92	554366.5	112	0	0	0	0	0	0	0	112
3	7.38	831549.8	112	0	0	0	0	0	0	0	112
4	9.84	1108734	111	1	0	0	0	0	0	0	112
5	11.1495	1256284	108	3	1	0	0	0	0	0	112
6	14.8905	1665118	105	4	2	0	0	0	1	0	112
7	15.7885	1761386	104	4	3	0	0	0	1	0	112
8	15.7887	1740386	102	6	2	0	0	0	2	0	112
9	17.111	1876604	102	6	1	0	0	0	3	0	112
10	17.111	1839322	97	8	3	0	0	0	4	0	112
11	18.9029	2023108	96	4	6	0	0	0	6	0	112
12	18.903	1736591	94	5	7	0	0	0	6	0	112
13	22.3212	1896788	94	5	7	0	0	0	5	1	112
14	22.4711	1903717	94	5	7	0	0	0	5	1	112
15	22.471	1878483	94	5	7	0	0	0	4	2	112
16	22.762	1892086	94	5	7	0	0	0	2	4	112
17	22.7621	1805665	93	6	3	4	0	0	2	4	112
18	24.5988	1890835	112	0	0	0	0	0	0	0	112



2 7 7 . Push دوم

در این Push ، باز از توزیع یکنواخت ولی این بار در جهت Y بهره می بریم.

Static Nonlinear Case Data

Static Nonlinear Case Name

Options

Load to Level Defined by Pattern

Push to Disp. Magnitude

Use Conjugate Displ. for Control

Monitor

Start from Previous Case

Save Positive Increments Only

Minimum Saved Steps

Maximum Null Steps

Maximum Total Steps

Maximum Iterations/Step

Iteration Tolerance

Event Tolerance

Member Unloading Method

Geometric Nonlinearity Effects

Load Pattern

Load	Scale Factor
acc dir Y	-1.
acc dir Y	-1.
acc dir X	-0.4

Active Structure

Stage	Active Group
1	ALL

Loads Apply to Added Elements Only

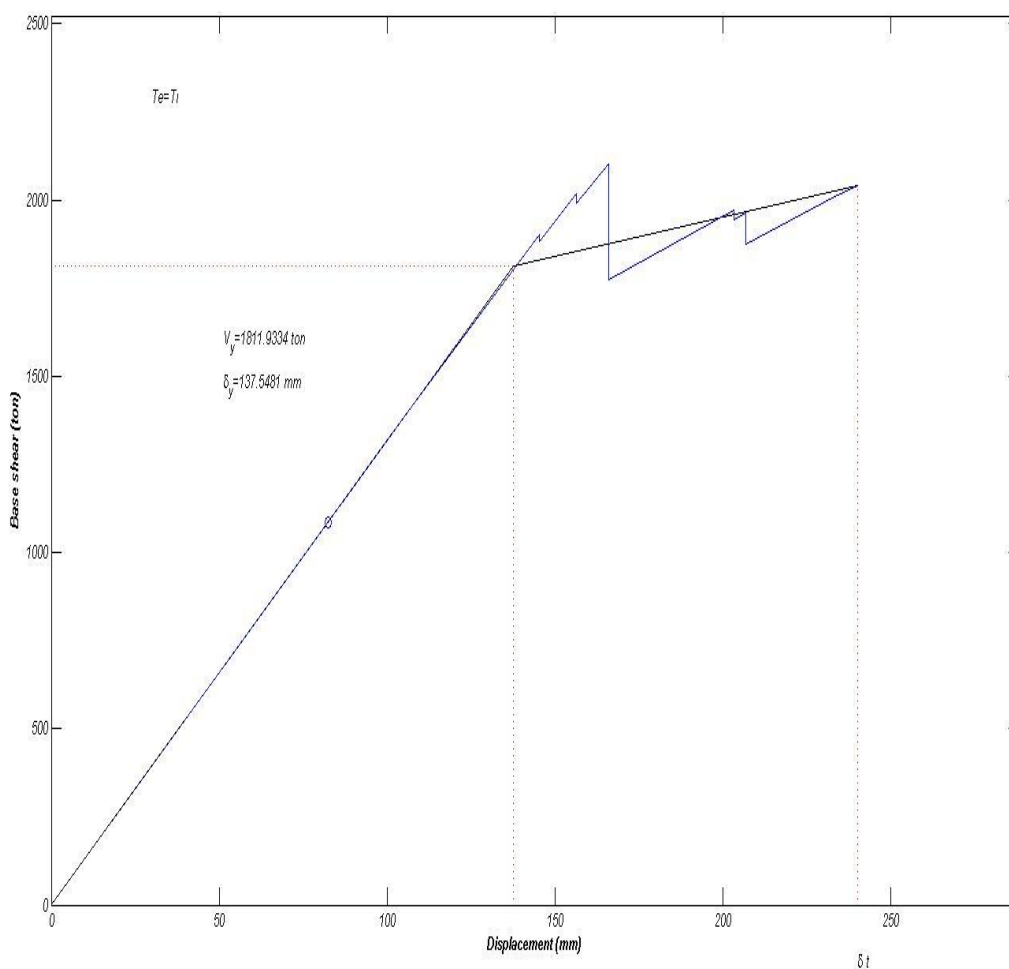


منحنی بعد از تحلیل به صورت زیر به دست آمده است. با استفاده از ایده آل سازی منحنی ،

مقادیر برش تسلیم و جابجایی تسلیم به دست آورده شده است.

همانطور که در شکل پیداست ، $T_e = T_i$ می باشد و این به آن مفهوم می باشد که فرایض

اولیه برای به دست آوردن جابجایی هدف صحیح می باشند.





Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	112
1	2.46	324057.6	112	0	0	0	0	0	0	0	112
2	4.92	648115.1	112	0	0	0	0	0	0	0	112
3	7.38	972172.8	112	0	0	0	0	0	0	0	112
4	9.84	1296234	111	1	0	0	0	0	0	0	112
5	10.5225	1386143	107	2	3	0	0	0	0	0	112
6	14.3179	1874384	106	3	2	0	0	0	1	0	112
7	14.5291	1900659	105	4	2	0	0	0	1	0	112
8	14.5293	1882988	103	5	2	0	0	0	2	0	112
9	15.6463	2016838	103	4	2	0	0	0	3	0	112
10	15.6465	1990097	97	8	3	0	0	0	4	0	112
11	16.6124	2102162	95	6	5	0	0	0	6	0	112
12	16.6124	1774579	94	7	5	0	0	0	5	1	112
13	20.334	1972650	94	7	5	0	0	0	5	1	112
14	20.3337	1944861	94	7	5	0	0	0	3	3	112
15	20.6931	1963929	94	7	5	0	0	0	2	4	112
16	20.6932	1876281	90	9	3	4	0	0	2	4	112
17	23.3447	2010263	89	7	5	4	0	0	3	4	112
18	24.0184	2039350	89	5	5	4	0	0	5	4	112



2 7 8 . Push سوم

در این Push از بارگذاری جانبی بر اساس توزیع متناسب با نیروی جانبی حاصل از تحلیل دینامیکی خطی طیفی را به سازه اعمال کنیم. در این مرحله ابتدا جهت X را در نظر می گیریم.

Static Nonlinear Case Data

Static Nonlinear Case Name: XMODE

Options

Load to Level Defined by Pattern

Push to Disp. Magnitude: 24.6

Use Conjugate Displ. for Control

Monitor: UX, 7, STORY7

Start from Previous Case: GRAVITY

Save Positive Increments Only

Minimum Saved Steps: 10

Maximum Null Steps: 200

Maximum Total Steps: 400

Maximum Iterations/Step: 10

Iteration Tolerance: 0.01

Event Tolerance: 0.01

Member Unloading Method: Restart Using Secant Stiffness

Geometric Nonlinearity Effects: P-Delta

Load Pattern

Load	Scale Factor
MODE	0.7
MODE 1	0.7
MODE 3	0.06
MODE 4	4.000E-03
MODE 6	2.000E-03
MODE 7	0.234

Active Structure

Stage	Active Group
1	ALL

Loads Apply to Added Elements Only

OK Cancel

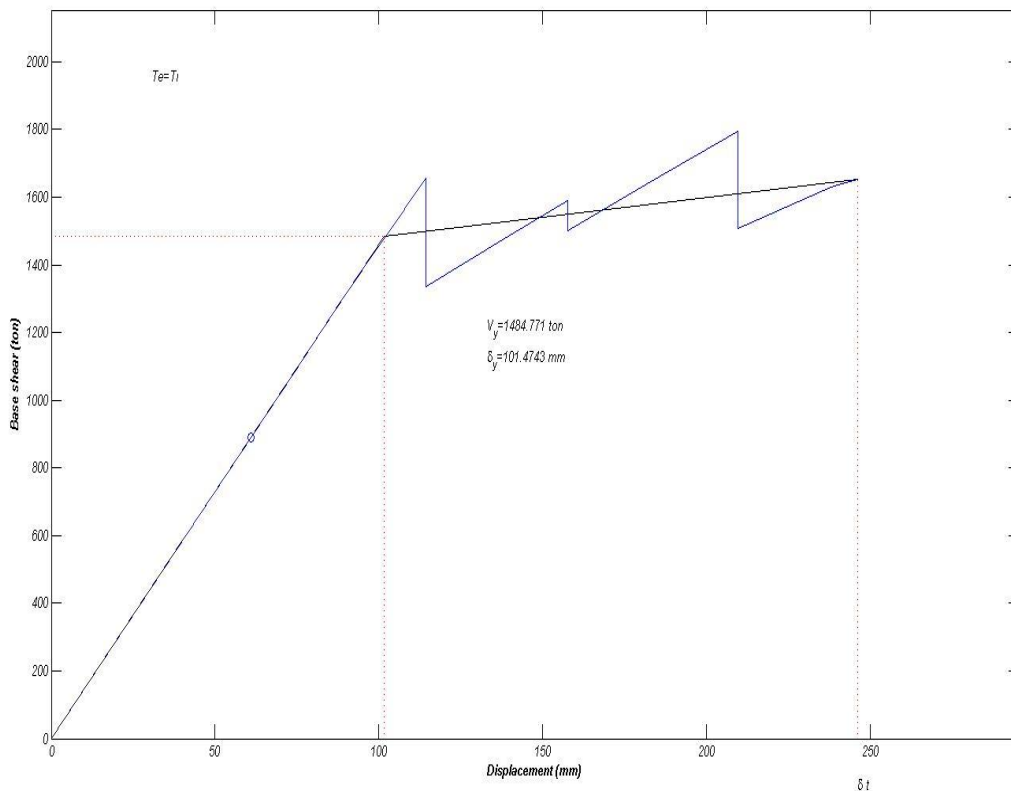


منحنی بعد از تحلیل به صورت زیر به دست آمده است. با استفاده از ایده آل سازی منحنی ،

مقادیر برش تسلیم و جابجایی تسلیم به دست آورده شده است.

همانطور که در شکل پیداست ، $T_e = T_i$ می باشد و این به آن مفهوم می باشد که فرایض اولیه

برای به دست آوردن جابجایی هدف صحیح می باشند.





Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	112
1	2.46	359946.8	112	0	0	0	0	0	0	0	112
2	4.92	719893.4	112	0	0	0	0	0	0	0	112
3	7.38	1079842	111	1	0	0	0	0	0	0	112
4	8.8371	1293053	104	4	3	0	0	0	1	0	112
5	11.419	1654811	101	3	4	0	0	0	4	0	112
6	11.4192	1336543	101	3	4	0	0	0	4	0	112
7	13.8792	1480346	100	4	4	0	0	0	3	1	112
8	15.7532	1588853	100	4	4	0	0	0	0	4	112
9	15.7534	1500369	99	5	0	4	0	0	0	4	112
10	18.2337	1643497	92	9	2	0	4	0	1	4	112
11	20.9408	1794236	89	6	5	0	4	0	4	4	112
12	20.9411	1507986	89	6	5	0	4	0	4	4	112
13	23.4011	1613193	89	6	5	0	4	0	4	4	112
14	23.8784	1633603	89	6	5	0	4	0	4	4	112
15	24.6	1653634	112	0	0	0	0	0	0	0	112



2 7 9 Push. چهارم

در این Push از بارگذاری جانبی بر اساس توزیع متناسب با نیروی جانبی حاصل از تحلیل دینامیکی خطی طیفی را به سازه اعمال کنیم. در این مرحله ابتدا جهت Y را در نظر می گیریم.

Static Nonlinear Case Name YMODE

Options

- Load to Level Defined by Pattern
- Push to Disp. Magnitude 16.4
- Use Conjugate Displ. for Control
- Monitor UY 7 STORY7
- Start from Previous Case GRAVITY
- Save Positive Increments Only

Minimum Saved Steps 10
Maximum Null Steps 200
Maximum Total Steps 400
Maximum Iterations/Step 10
Iteration Tolerance 0.01
Event Tolerance 0.01

Member Unloading Method Apply Local Redistribution

Geometric Nonlinearity Effects P-Delta

Load Pattern

Load	Scale Factor
MODE	-0.73
MODE 2	-0.73
MODE 5	-0.046
MODE 8	-0.224

Active Structure

Stage	Active Group
1	ALL

Loads Apply to Added Elements Only

OK Cancel

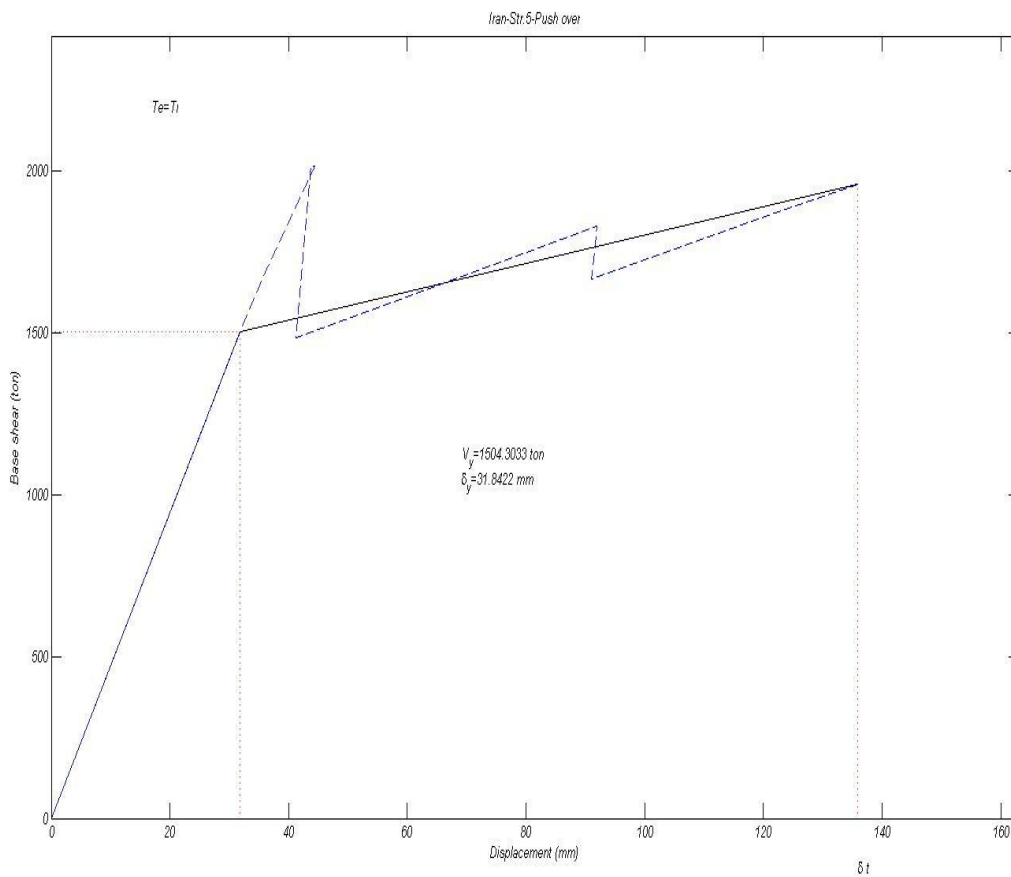


منحنی بعد از تحلیل به صورت زیر به دست آمده است. با استفاده از ایده آل سازی منحنی ،

مقادیر برش تسلیم و جابجایی تسلیم به دست آورده شده است.

همانطور که در شکل پیداست ، $T_e = T_i$ می باشد و این به آن مفهوم می باشد که فرایض اولیه

برای به دست آوردن جابجایی هدف صحیح می باشند.

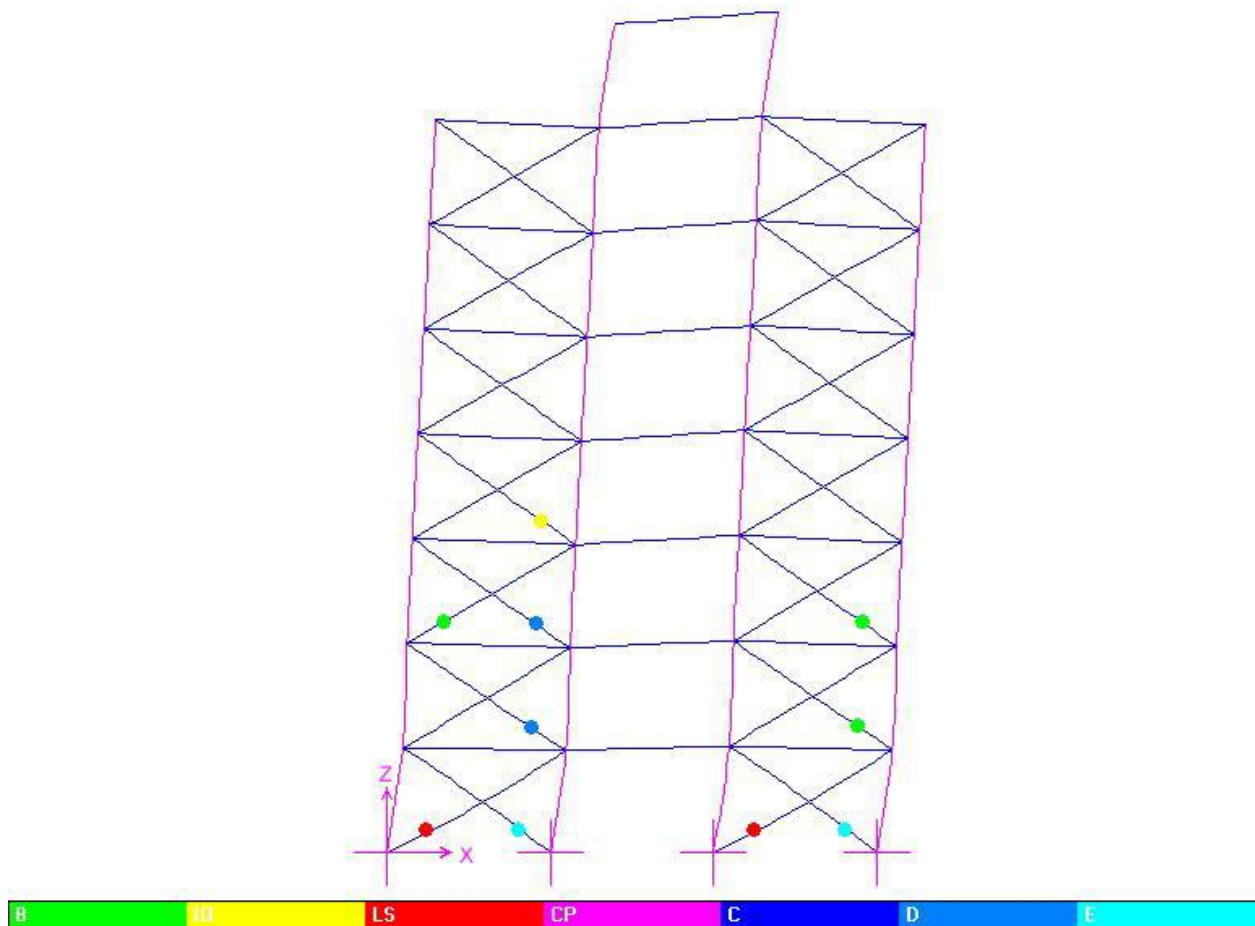




Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	-0.0328	0	112	0	0	0	0	0	0	0	112
1	1.6072	767027.9	110	2	0	0	0	0	0	0	112
2	3.2472	1534056	108	4	0	0	0	0	0	0	112
3	3.6179	1693997	104	4	2	0	0	2	0	0	112
4	4.4415	2014119	100	8	0	0	0	0	4	0	112
5	4.369	2014119	100	4	4	0	0	0	4	0	112
6	4.1249	1484563	100	4	4	0	0	0	4	0	112
7	5.7649	1596432	100	4	4	0	0	0	4	0	112
8	7.4049	1708250	100	4	4	0	0	0	2	2	112
9	9.1999	1829352	100	4	4	0	0	0	2	2	112
10	9.1985	1829352	100	4	4	0	0	0	0	4	112
11	9.1598	1746750	100	4	4	0	0	0	0	4	112
12	9.1597	1746750	100	4	4	0	0	0	0	4	112
13	9.0992	1665207	100	0	4	4	0	0	0	4	112
14	12.1937	1869700	98	2	2	0	4	2	0	4	112
15	13.6017	1960330	96	4	0	0	4	0	4	4	112
16	13.5867	1960330	96	0	4	0	4	0	4	4	112

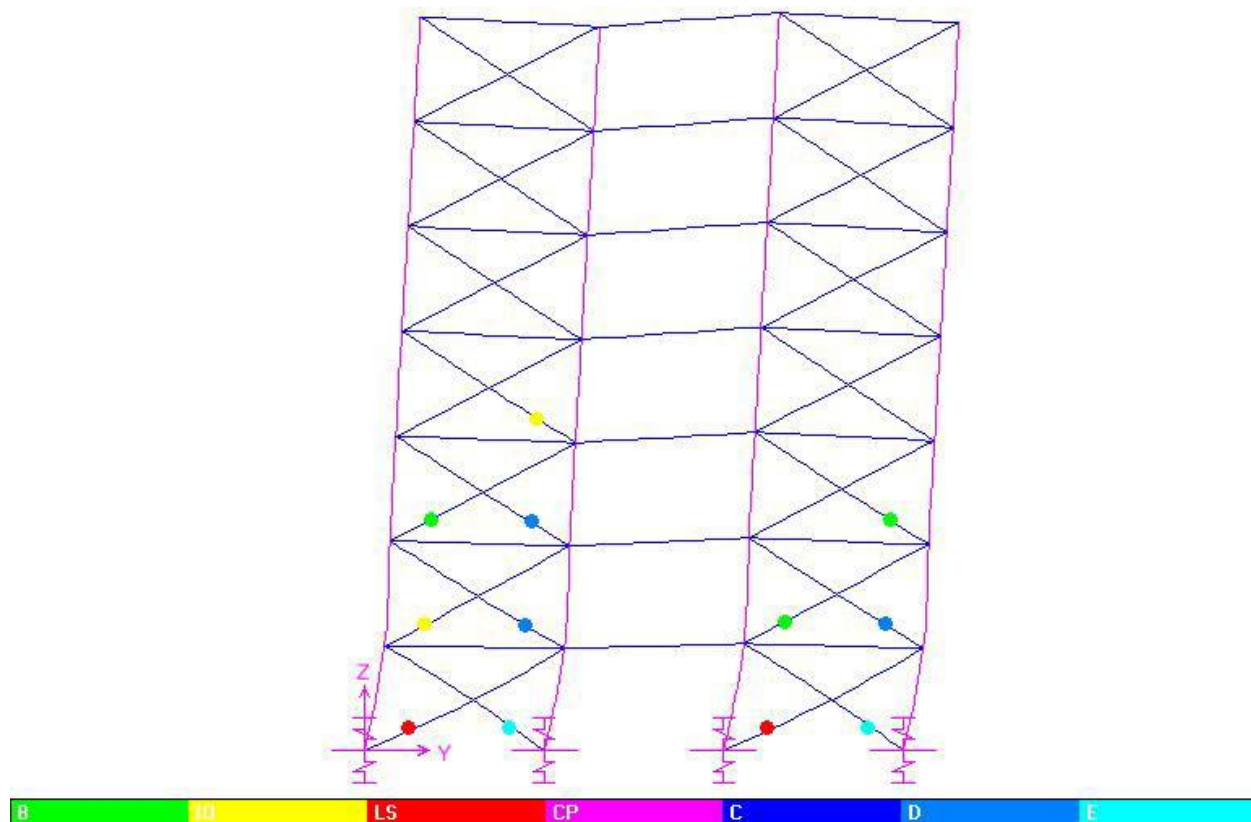


1.ACCX PUSH CASE



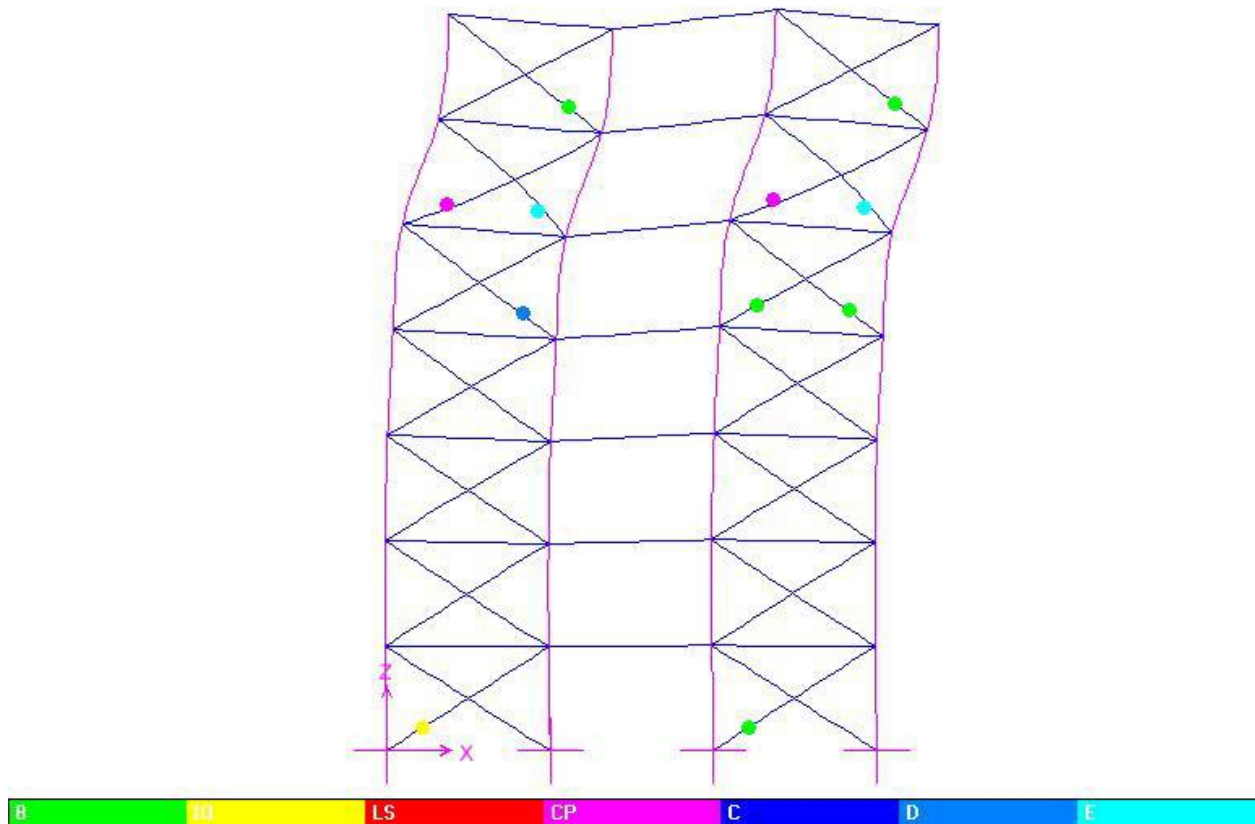


2. ACCY PUSH CASE



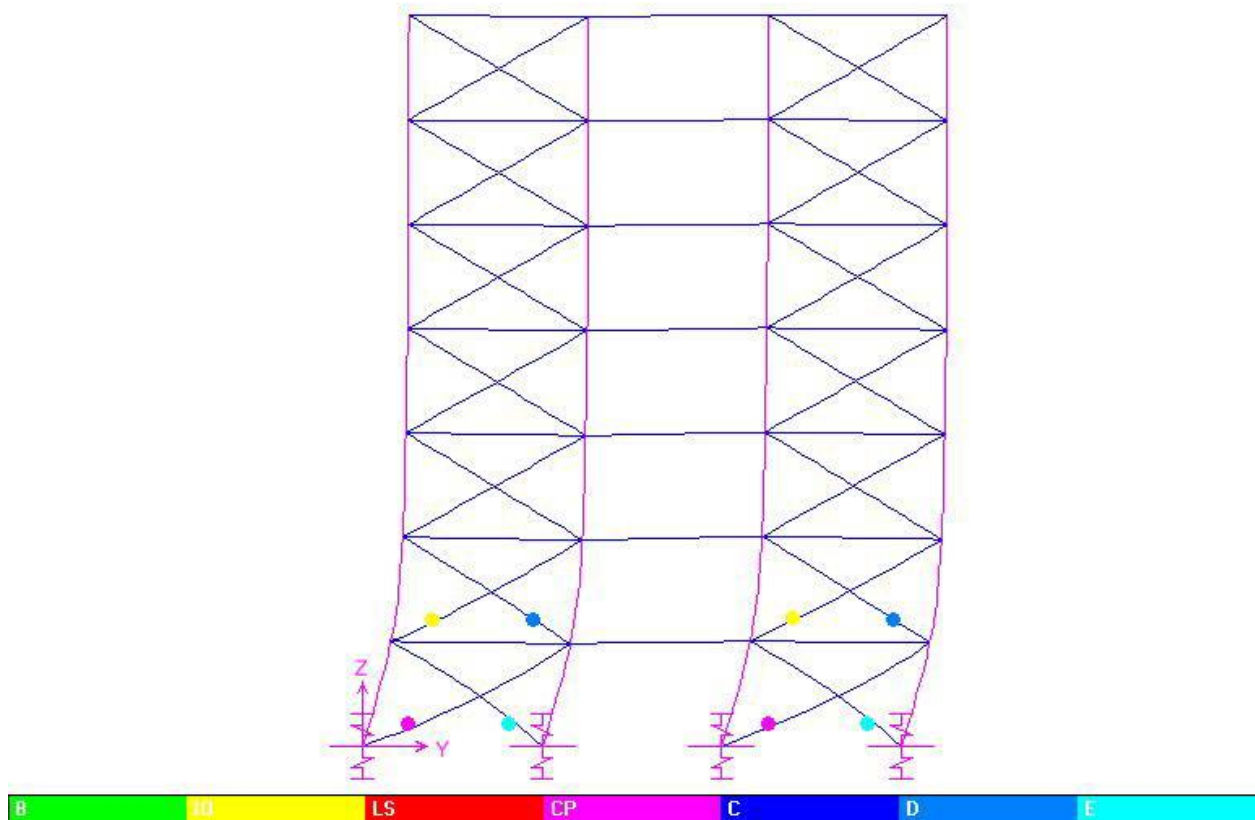


3. MODEX PUSH CASE





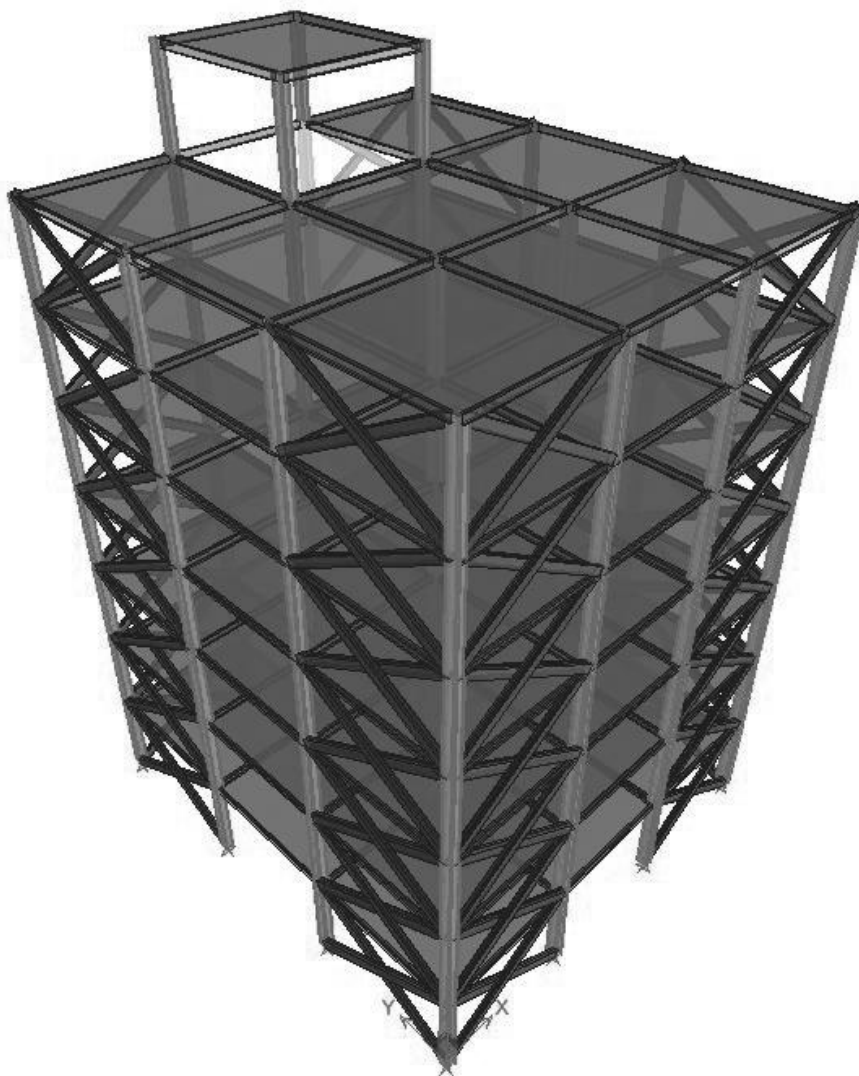
4. MODEY PUSH CASE





هدف دوم

ایمنی جانی در سطح خطر 2



مدل سه بعدی سازه



3 1 نیروی جانبی ناشی از زلزله

در روش استاتیکی خطی همانگونه که می دانیم ، نیروی جانبی زلزله بصورت ضریبی از وزن کل ساختمان و از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$V = C_1 C_2 C_3 C_m S_a \cdot W$$

3 1 1 ضریب C_1

ضریب C_1 با توجه به معلوم نبودن نسبت مقاومت R از رابطه زیر محاسبه گردیده است.

$$C_1 = 1 + \frac{T_s - T}{2T_s - 0.2}, \quad 1 \leq C_1 \leq 1.5$$

$$C_1 = 1 + \frac{0.5 - 0.69}{(2 * 0.5) - 0.2} = 0.76$$

با توجه به اینکه مقدار C_1 نایستی کمتر از یک در نظر گرفته شود. بنابراین در این مورد

نیز مقدار آن برابر 1 در نظر گرفته می شود.

3 1 2 ضریب C_2

ضریب C_2 اثرات کاهش سختی و مقاومت اعضای سازه ای را بر تغییر مکانها بدلیل رفتار

چرخشی آنها اعمال می کند که مقدار آن بدلیل خطی بودن تحلیل برابر 1 فرض می شود.

**C₃ ضریب 3 1 3**

ضریب C₃ برای اعمال اثرات *P-Delta* با رفتار غیر خطی مصالح بر تغییر مکانها بوده و از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$\theta \leq 0.1 \Rightarrow C_3 = 1.0$$

$$\theta > 0.1 \Rightarrow C_3 = 1 + 5 \frac{\theta - 0.1}{T}$$

در رابطه فوق θ برابر با بزرگترین مقدار ضریب پایداری طبقات است که با استفاده از رابطه زیر و با سعی و خطا تعیین می شود.

$$\theta_i = \frac{P_i \delta_i}{V_i h_i}$$

با توجه به اینکه مقدار ضریب C₃ وابسته به ضریب پایداری طبقات می باشد و از طرفی این ضریب نیز می بایست بصورت سعی و خطا تعیین گردد، لذا در گام اول فرض می گردد $\theta \leq 0.1$ و بنابراین خواهیم داشت :

$$\theta \leq 0.1 \Rightarrow C_3 = 1.0$$

صحت فرض صورت گرفته بعد از محاسبه برش پایه استاتیکی خطی و انجام تحلیل کنترل و در صورت لزوم اصلاح خواهد گردید.

**3 1 4 . ضریب C_m**

ضریب C_m برای اعمال اثرات مودهای بالاتر بوده و مقدار آن می بایست بسته به سیستم سازه ای و تعداد طبقات سازه از جدول مربوطه استخراج گردد. در این پروژه مقدار آن برابر 0.9 می باشد.

3 1 5 . ضریب زلزله

با توجه به آنکه در برنامه ETabs مقدار ضریب زلزله به صورت V/W وارد می شود ، مقدار این ضریب به صورت زیر قابل محاسبه می باشد.

$$V/W = 1 * 1 * 1 * 0.9 * 0.875 * 1.5 = 1.18$$

3 2 . مدل سازی پی

در طراحی بر اساس سطح عملکرد ایمنی جانی ، می توان فرض نمود که سازه بر روی پی صلب واقع شده و در نتیجه نیازی به مدل سازی پی نمی باشد.

3 3 . بررسی ضرورت تحلیل غیر خطی

در جدول زیر DCR برخی اعضای بادبندی به صورت نمونه آورده شده است. همانطور که ملاحظه می شود مقدار DCR در اعضا بیشتر از 2 می باشد و در نتیجه نمی توان از تحلیل خطی بهره برد. و بایستی از روش های غیر خطی بهره برد.



در اعضای بادبندی داریم :

$$Q_{CE} = 1.7.A.F_a \quad \text{IN COMPRESS}$$

$$Q_{CE} = A.F_{ye} \quad \text{IN TENSION}$$

story(D9)	section	DEMAND(TENSION)	CAPACITY(TENSION)	DCR
7	2UNP28	90857.19	140712	0.65
6	2UNP28	162621.1	140712	1.16
5	2UNP30	235160.13	155232	1.51
4	2UNP30	295395.7	155232	1.90
3	2UNP30	337615.54	155232	2.17
2	2UNP32	396899.11	200112	1.98
1	2UNP32	413520.27	200112	2.07

story(D9)	section	DEMAND(COMPRESS)	CAPACITY(COMPRESS)	DCR
7	2UNP28	-88448.18	71169.50	1.24
6	2UNP28	-166540	71169.50	2.34
5	2UNP30	-244575.6	85011.56	2.88
4	2UNP30	-310590.26	85011.56	3.65
3	2UNP30	-356551.9	85011.56	4.19
2	2UNP32	-427580.24	105036.71	4.07
1	2UNP32	-453069.68	105036.71	4.31

بررسی نسبت P/P_{CL} در ستونها :

story(c1)	SECTION	compress	CAPACITY(COMPRESS)	RATIO(COMPRESS)
7	DOUBLE22	-11806.61	165024.23	0.07
6	DOUBLE22	-34868.13	165024.23	0.21
5	DOUBLE 24	-57485.24	194791.26	0.30
4	DOUBLE 24	-74270.21	194791.26	0.38
3	DOUBLE27	-73245.83	230953.47	0.32
2	DOUBLE27	-122846.44	230953.47	0.53
1	DOUBLE27	-95702.45	230953.47	0.41

story(c7)	section	compress	CAPACITY(COMPRESS)	RATIO(COMPRESS)
7	DOUBLE22	-32228.36	165024.23	0.20
6	DOUBLE22	-57444.91	165024.23	0.35
5	DOUBLE 24	-82692.89	194791.26	0.42
4	DOUBLE 24	-107940.87	194791.26	0.55
3	DOUBLE27	-133226.36	230953.47	0.58
2	DOUBLE27	-158511.84	230953.47	0.69
1	DOUBLE27	-183797.32	230953.47	0.80

story(c8)	section	COMPRESS	CAPACITY(COMPRESS)	RATIO(COMPRESS)
7	DOUBLE22	-120183.39	165024.23	0.73
6	DOUBLE22	-395801.87	165024.23	2.40
5	DOUBLE 24	-575586.81	194791.26	2.95
4	DOUBLE 24	-625902.29	194791.26	3.21
3	DOUBLE27	-731274.30	230953.47	3.17
2	DOUBLE27	-935764.44	230953.47	4.05
1	DOUBLE27	-1213616.34	230953.47	5.25

طبق آیین نامه می دانیم که اگر این نسبت بزرگتر از 0.5 باشد بدان مفهوم است که نیروی

محوری و لنگر خمشی از نوع کنترل شونده نیرویی می باشند. اما در صورتی که این نسبت



کوچکتر از 0.5 باشد، نیروی محوری از نوع نیرویی و لنگر خمشی از نوع کنترل شونده تغییر شکلی می باشد.

بدین جهت در اعضای که این نسبت کمتر از 0.5 می باشد نیاز به تعریف مفصل پلاستیک می باشد که از نوع PMM می باشد.

3 4 . ضرورت انجام تحلیل طیفی

در هنگام بهره گیری از روش تحلیل استاتیکی غیر خطی بایستی دقت نمود که طبق دستور العمل 360، اگر برش حاصل از تحلیل دینامیکی خطی در طبقه ای با در نظر گرفتن 90٪ جرم موثر، 30٪ بیش تر از برش حاصل از مود اول باشد، روش تحلیل استاتیکی غیر خطی باید همراه با روش تحلیل دینامیکی خطی به کار گرفته شود.

story	FIRST MODE		8 MODES		RATIO %		< 1.3
	VX	VY	VX	VY	X	Y	
7	479302	513046.7	530647.8	559599.3	1.107126	1.090738	ok
6	851578.2	927429.5	910363.1	979680.2	1.069031	1.056339	ok
5	1140166	1250638	1165568	1270867	1.022279	1.016175	ok
4	1347380	1484463	1359615	1489347	1.009081	1.00329	ok
3	1479397	1634867	1527018	1668352	1.03219	1.020482	ok
2	1547869	1713937	1651394	1797064	1.066882	1.048501	ok
1	1571355	1742053	1711563	1859530	1.089228	1.067436	ok



همانطور که از مقادیر به دست آمده مشهود است ، تمامی نسبت ها از 1.3 کمتر بوده و در نتیجه نیاز به تحلیل طیفی نمی باشد.

5.3 . پیچش

بر طبق دستور العمل 360 در صورتی که تحت کل لنگر پیچشی در تمام طبقات ، η کوچکتر از 1/1 باشد ، می توان از اثر پیچش اتفاقی صرف نظر نمود.

story	Disp. MAX		Disp. CM		η	
	X	Y	X	Y	X	Y
7	25.8266	21.7591	24.7954	20.9925	1.041588	1.036518
6	21.2988	18.0317	20.4473	17.3914	1.041644	1.036817
5	16.6343	14.1558	15.96	13.6492	1.042249	1.037116
4	12.0612	10.3317	11.5636	9.9583	1.043032	1.037496
3	7.7842	6.7257	7.4557	6.4794	1.04406	1.038013
2	4.0778	3.5674	3.9001	3.4343	1.045563	1.038756
1	1.4287	1.2916	1.3609	1.2408	1.04982	1.040941

همانطور از محاسبات بر می آید ، در این پروژه می توان از اثر پیچش اتفاقی صرف نظر

نمود.



3 6 اثر P-Δ

در فصل اول برای محاسبه ضریب C_3 ، فرض بر آن شد که می توان از اثر P-Δ صرف نظر نمود. حال در این بخش بایستی صحت این فرض بررسی شود.

در این قسمت اقدام به محاسبه θ (ضریب پایداری) می نماییم. اگر مقدار این ضریب در طبقات کوچکتر از 0.1 باشد، می توان از اثر P-Δ صرف نظر نمود.

STORY	CM		V(Kg)	H(m)	P(Kg)	$\theta(x)$	$\theta(y)$
	UX(cm)	UY(cm)					
7	24.7954	20.9925	421058.8	3.2	284979.8	0.052444	0.0444
6	20.4473	17.3914	855664.5	3.2	585840.7	0.043748	0.03721
5	15.96	13.6492	1216812	3.2	888110.2	0.036402	0.031132
4	11.5636	9.9583	1504573	3.2	1190380	0.02859	0.024621
3	7.4557	6.4794	1718767	3.2	1493249	0.020242	0.017591
2	3.9001	3.4343	1860772	3.2	1799011	0.011783	0.010376
1	1.3609	1.2408	1930692	3.2	2104774	0.004636	0.004227



7 3 . تحلیل استاتیکی غیر خطی

7 3 1. تغییر مکان هدف

با توجه به سیستم سقف سازه جهت انتقال بار ثقلی ، دیافراگم ها صلب در نظر گرفته می شود. تغییر مکان هدف برای سازه‌های با دیافراگم های صلب را میتوان بعنوان یک روش تقریبی از رابطه زیر محاسبه نمود. در این قسمت محاسبه تغییر مکان هدف برای سطح خطر دو انجام می گیرد.

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

همانطور که قبلا گفته شده است ، مقدار تغییر مکان هدف در این سطح خطر ، 1.5 برابر میزان آن در سطح خطر اول می باشد. در نتیجه داریم:

$$\delta_t = 1.44 * 1 * 1 * 1 * 0.875 * \frac{0.69^2}{4\pi^2} * 981 * 1.5 = 22.4 \text{ cm}$$



3 7 2 توزیع نوع اول:

به عنوان توزیع نوع اول باید بار جانبی فقط به یکی از سه روش زیر محاسبه و برمدل سازه اعمال گردد. برای سازه هایی که دارای زمان تناوب اصلی بزرگتر از یک ثانیه هستند فقط می توان از روش سوم این نوع توزیع بار استفاده نمود.

1- توزیع متناسب با توزیع بار جانبی در روش استاتیکی خطی. از این توزیع هنگامی

می توان استفاده نمود که حداقل 75 درصد جرم سازه در مود ارتعاشی اول در جهت مورد نظر مشارکت کند. در صورت انتخاب این توزیع، توزیع نوع دوم باید از نوع یکنواخت انتخاب شود.

2- توزیع متناسب با شکل مود اول ارتعاش در جهت مورد نظر. از این توزیع زمانی می توان

استفاده نمود که حداقل 75 درصد جرم سازه در این مود مشارکت کند.

3- توزیع متناسب با نیروهای جانبی حاصل از تحلیل دینامیکی خطی طیفی. برای این

منظور تعداد مودهای ارتعاشی مورد بررسی باید چنان انتخاب شود که حداقل 90 درصد جرم سازه در تحلیل مشارکت کند.

در سازه موجود، همانطور که از محاسبات بر می آید، مقدار مشارکت جرم در مود اول

کمتر از 75٪ می باشد. بنابراین از توزیع بند اول نمی توان بهره برد.

Mode	Period	UX	UY
1	0.696521	63.6807	0



در این حالت تعداد مودی را باید در نظر گرفت که 90٪ جرم سازه در آن مشارکت داشته باشد.

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.696521	63.6807	0	0	63.6807	0	0	0	94.2039	0.224	0	94.2039	0.224
2	0.637526	0	66.3759	0	63.6807	66.3759	0	96.4842	0	0	96.4842	94.2039	0.224
3	0.445222	5.3855	0	0	69.0662	66.3759	0	0	3.7987	14.6375	96.4842	98.0026	14.8614
4	0.383971	0.431	0	0	69.4972	66.3759	0	0	0.2492	14.5742	96.4842	98.2518	29.4357
5	0.351841	0	4.1702	0	69.4972	70.5461	0	2.0868	0	0	98.571	98.2518	29.4357
6	0.340845	0.2298	0	0	69.727	70.5461	0	0	0.1165	41.4707	98.571	98.3683	70.9063
7	0.152707	20.5189	0	0	90.2459	70.5461	0	0	1.4527	0.0243	98.571	99.821	70.9306
8	0.146138	0	20.2206	0	90.2459	90.7668	0	1.2732	0	0	99.8442	99.821	70.9306



برای این کار در هر جهت ، نسبت جرم موثر در هر مود به نسبت به جرم موثر مودی که حداقل

90٪ جرم سازه در آن شرکت کند به عنوان ضریب موثر برای هر مود در توزیع در نظر گرفته

می شود. داریم :

Mode	Period	UX	UY	scale factor	
				X	Y
1	0.696521	63.6807	0	0.705635	0
2	0.637526	0	66.3759	0	0.73128
3	0.445222	5.3855	0	0.059676	0
4	0.383971	0.431	0	0.004776	0
5	0.351841	0	4.1702	0	0.045944
6	0.340845	0.2298	0	0.002546	0
7	0.152707	20.5189	0	0.227367	0
8	0.146138	0	20.2206	0	0.222776
sum		90.2459	90.7667	1	1

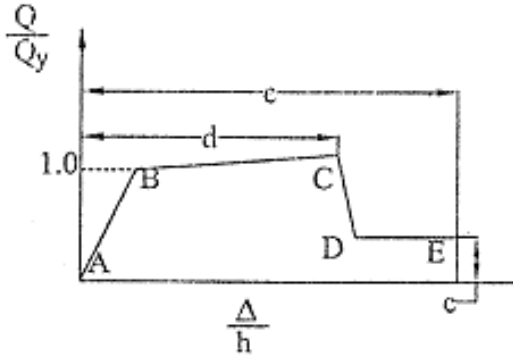


3 7 3. توزیع نوع دوم

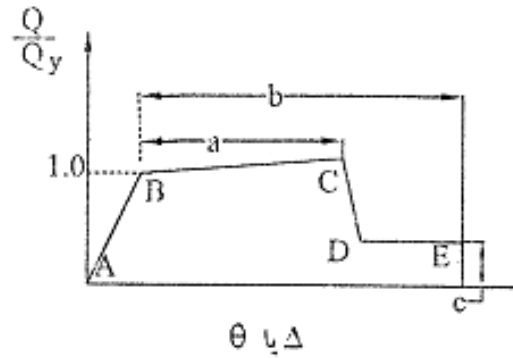
در این نوع توزیع بار، از توزیع متناب با جرم طبقات بهره می‌بریم تا سازه به تغییر مکان هدف برسد.

3 7 4. مفاصل پلاستیک

برای مدل‌سازی رفتاری اجزاء مطابق ضوابط فصل ششم از دستورالعمل بهسازی برای روش استاتیکی غیرخطی از رابطه کلی نیرو- تغییر شکل یا منحنی های دیگری که رفتار را تحت افزایش یکنوای تغییر شکل نشان می‌دهند استفاده می‌گردد. در شکل بعدی منحنی ساده شده کلی رفتار بار- تغییر شکل نشان داده شده است. این مدل از نقطه A (عضو فاقد بارگذاری) تا یک نقطه تسلیم موثر در B ، خطی است و بین نقاط B و C سختی کاهش یافته‌ای به صورت خطی وجود دارد که با یک کاهش ناگهانی در مقاومت در برابر بار جانبی از نقطه C به نقطه D میرسد و تا نقطه E ثابت میماند. سرانجام در این نقطه مقاومت به صفر کاهش مییابد. شیب از A تا B را میتوان مطابق ضوابط فصل ششم دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای محاسبه نمود. شیب از نقطه B تا نقطه C ، با نادیده گرفتن اثرات بارهای ثقلی بر تغییر شکل جانبی، بین صفر تا 10٪ شیب اولیه منظور میگردد مگر اینکه شیب دیگری با آزمایش یا تحلیل، بهتر تشخیص داده شود. نقطه C دارای عرضی برابر با مقاومت عضو و طولی برابر با مقدار تغییر مکانی که در آن کاهش شدید مقاومت آغاز میگردد، میباشد.



ب) نسبت تغییر شکل



الف) تغییر شکل

به دلیل مشخصات سازه ای ، در این پروژه عضو کنترل شونده تغییر شکلی ، اعضای بادبندی و ستونهایی می باشد که نسبت P/P_{CL} آنها کمتر از 0.5 می باشند که مشخصات مفصل آن نیز در شکل زیر ارائه شده است.

Frame Hinge Property Data for BRACE - P

Edit

Point	Force/SF	Disp/SF
E-	-0.2	-9.
D-	-0.2	-0.5
C-	-1.015	-0.5
B-	-1.	0.
A	0.	0.
B	1.	0.
C	1.33	11.
D	0.8	11.
E	0.8	14.

Hinge is Rigid Plastic
 Symmetric

Scaling for Force and Disp

	Positive	Negative
<input checked="" type="checkbox"/> Use Yield Force Force SF		
<input checked="" type="checkbox"/> Use Yield Disp Disp SF		

Acceptance Criteria (Plastic Disp/SF)

	Positive	Negative
Immediate Occupancy	0.25	-0.25
Life Safety	7.	-5.
Collapse Prevention	9.	-7.

Type

Force - Displacement
 Stress - Strain

Hinge Length

OK

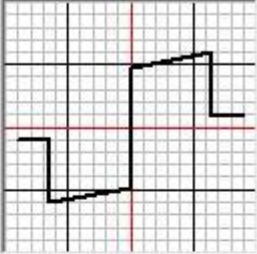
مفصل پلاستیک در بادبند



Frame Hinge Property Data for COL - PMM

Edit

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-7
D-	-0.2	-5
C-	-1.25	-5
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1.25	5
D	0.2	5
E	0.2	7



Hinge is Rigid Plastic
 Symmetric

Scaling for Moment and Rotation

<input type="checkbox"/> Use Yield Moment	Moment SF	Positive	Negative
<input checked="" type="checkbox"/> Use Yield Rotation	Rotation SF		

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

	Positive	Negative
Immediate Occupancy	2.	
Life Safety	4.	
Collapse Prevention	6.	

Axial Load - Displacement Relationship

Proportional to Moment - Rotation
 Elastic - Perfectly Plastic

Define/Show Interaction...

OK
Cancel

مفصل پلاستیک در ستون

در تعریف مفصل پلاستیک در ستونها از حالت Default برای راحتی کار بهره برده شده است.



3 7 5. حالت اولیه

در این مرحله طبق شکل زیر حالت Gravity را برای آنالیز ثقلی وارد می کنیم. در این

پروژه یک نوع بار ثقلی به صورت 1.1(DL+LL) بررسی شده است.

Static Nonlinear Case Name GRAVITY

Options

- Load to Level Defined by Pattern
- Push to Disp. Magnitude
- Use Conjugate Displ. for Control
- Monitor: UX 7 STORY7
- Start from Previous Case
- Save Positive Increments Only

Minimum Saved Steps: 1

Maximum Null Steps: 50

Maximum Total Steps: 200

Maximum Iterations/Step: 10

Iteration Tolerance: 1.000E-04

Event Tolerance: 0.01

Member Unloading Method: Unload Entire Structure

Geometric Nonlinearity Effects: None

Load Pattern

Load	Scale Factor
DEAD	1.1
DEAD	1.1
LIVE	1.1

Add, Modify, Delete buttons

Active Structure

Stage	Active Group
1	ALL

Add, Modify, Insert, Delete buttons

Loads Apply to Added Elements Only

OK Cancel



3 7 6 . PUSH اول

در پوش اولیه حالت بار یکنواخت را در نظر می گیریم. مطابق شکل زیر پارامترهای مربوطه را وارد می کنیم.

Static Nonlinear Case Data

Static Nonlinear Case Name ACCX

Options

Load to Level Defined by Pattern

Push to Disp. Magnitude 22.4

Use Conjugate Displ. for Control

Monitor UX 7 STORY7

Start from Previous Case GRAVITY

Save Positive Increments Only

Minimum Saved Steps 10

Maximum Null Steps 200

Maximum Total Steps 400

Maximum Iterations/Step 10

Iteration Tolerance 0.1

Event Tolerance 0.01

Member Unloading Method Restart Using Secant Stiffness

Geometric Nonlinearity Effects P-Delta

Load Pattern

Load	Scale Factor
acc dir X	-1.
acc dir X	-1.
acc dir Y	-0.4501

Add
Modify
Delete

Active Structure

Stage	Active Group
1	ALL

Add
Modify
Insert
Delete

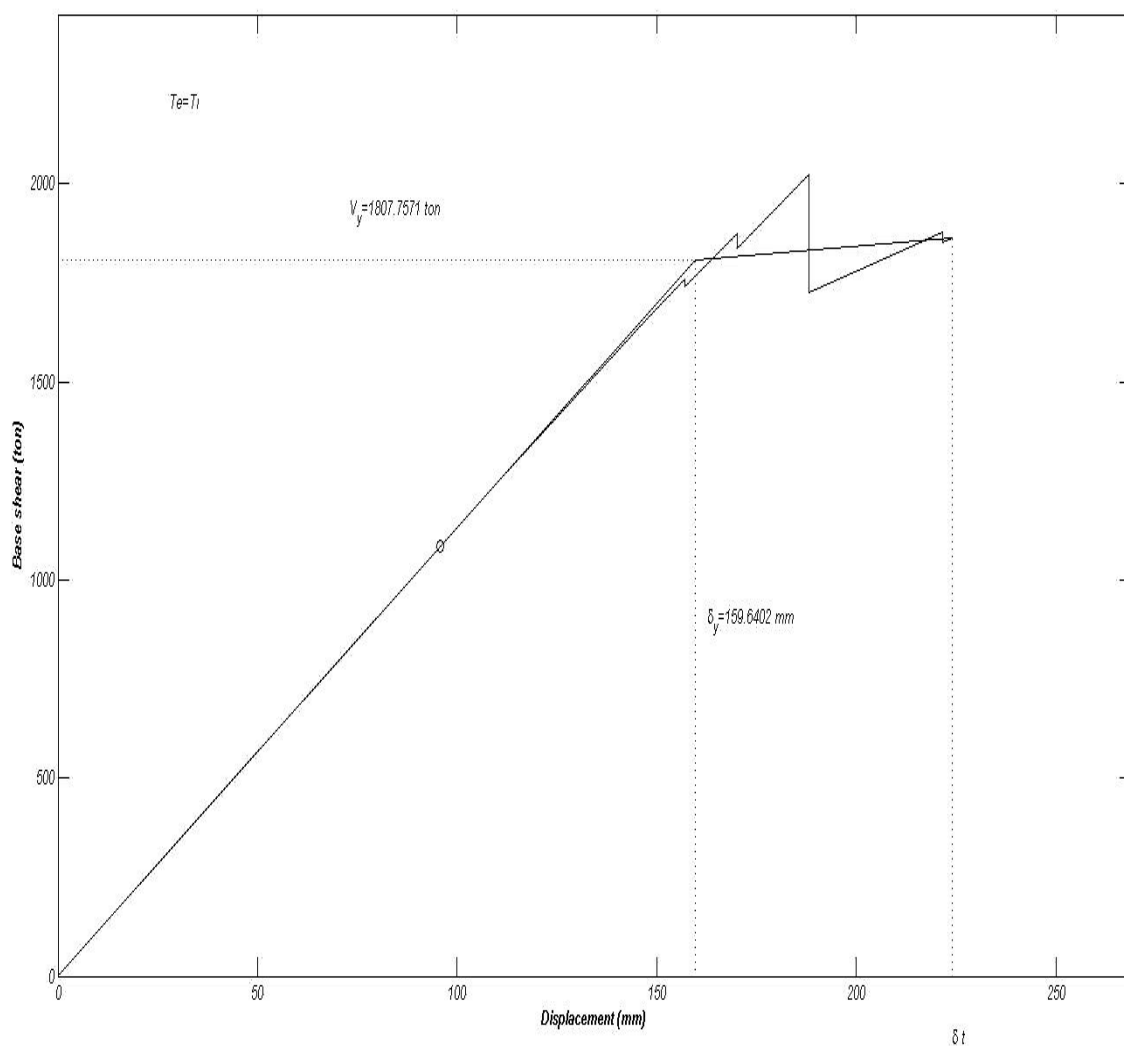
Loads Apply to Added Elements Only

OK Cancel



منحنی بعد از تحلیل به صورت زیر به دست آمده است. با استفاده از ایده آل سازی منحنی ،
مقادیر برش تسلیم و جابجایی تسلیم به دست آورده شده است.

همانطور که در شکل پیداست ، $T_e = T_i$ می باشد و این به آن مفهوم می باشد که فرایض
اولیه برای به دست آوردن جابجایی هدف صحیح می باشند.





step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	112
1	2.24	253656.2	112	0	0	0	0	0	0	0	112
2	4.48	507312.3	112	0	0	0	0	0	0	0	112
3	6.72	760968.4	112	0	0	0	0	0	0	0	112
4	8.96	1014625	111	1	0	0	0	0	0	0	112
5	11.0692	1253473	108	3	1	0	0	0	0	0	112
6	14.7939	1662358	105	4	2	0	0	0	1	0	112
7	15.7066	1760686	104	4	3	0	0	0	1	0	112
8	15.7068	1739768	102	6	2	0	0	0	2	0	112
9	17.012	1874785	102	6	1	0	0	0	3	0	112
10	17.0123	1837382	97	9	2	0	0	0	4	0	112
11	18.815	2023192	96	5	5	0	0	0	6	0	112
12	18.8141	1725767	95	5	6	0	0	0	6	0	112
13	21.2082	1834603	95	5	6	0	0	0	5	1	112
14	22.167	1877877	95	5	6	0	0	0	5	1	112
15	22.1674	1852507	95	5	6	0	0	0	4	2	112
16	22.3991	1862986	112	0	0	0	0	0	0	0	112



3 7 7 . Push دوم

در این Push، باز از توزیع یکنواخت ولی این بار در جهت Y بهره می بریم.

Static Nonlinear Case Data

Static Nonlinear Case Name: ACCY

Options

Load to Level Defined by Pattern

Push to Disp. Magnitude: 22.4

Use Conjugate Displ. for Control

Monitor: UY, 7, STORY7

Start from Previous Case: []

Save Positive Increments Only

Minimum Saved Steps: 10

Maximum Null Steps: 200

Maximum Total Steps: 400

Maximum Iterations/Step: 10

Iteration Tolerance: 0.01

Event Tolerance: 0.01

Member Unloading Method: Restart Using Secant Stiffness

Geometric Nonlinearity Effects: P-Delta

Load Pattern

Load	Scale Factor
acc dir X	-0.4
acc dir X	-0.4
acc dir Y	-1.

Active Structure

Stage	Active Group
1	ALL

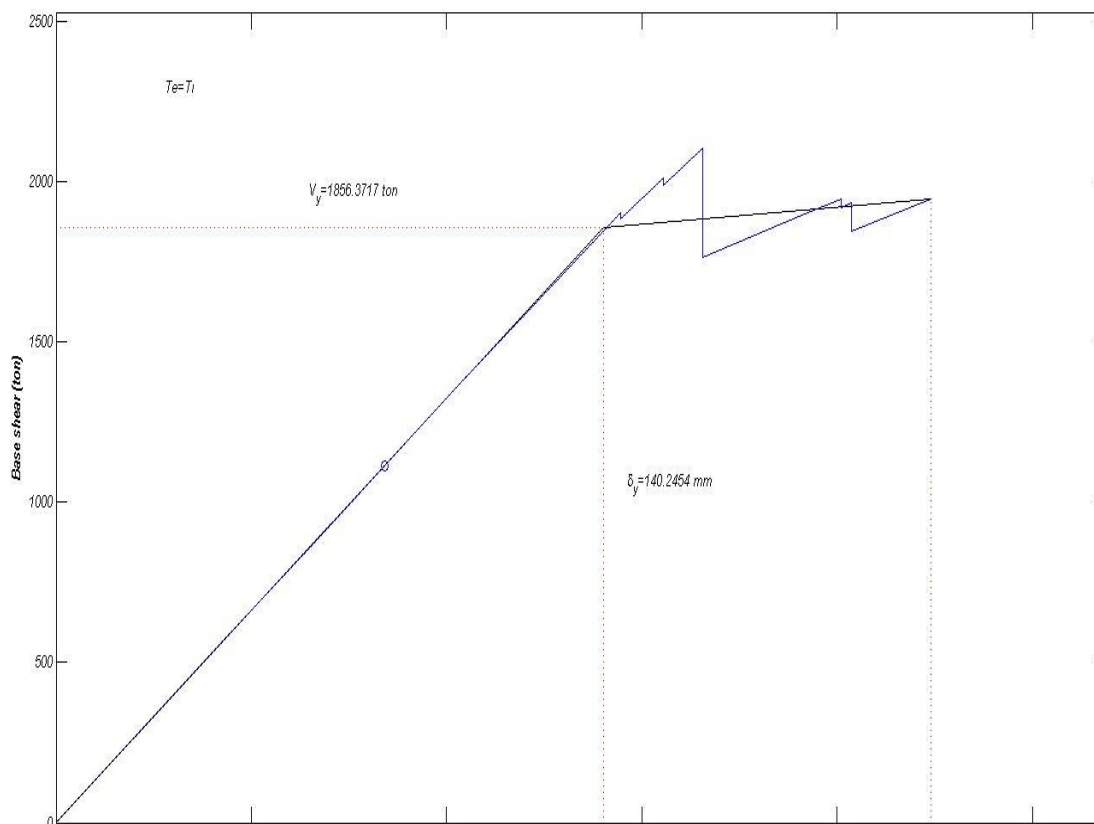
Loads Apply to Added Elements Only

OK Cancel



منحنی بعد از تحلیل به صورت زیر به دست آمده است. با استفاده از ایده آل سازی منحنی ، مقادیر برش تسلیم و جابجایی تسلیم به دست آورده شده است.

همانطور که در شکل پیداست ، $T_e = T_i$ می باشد و این به آن مفهوم می باشد که فرایض اولیه برای به دست آوردن جابجایی هدف صحیح می باشند.





Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	112
1	2.24	296499.6	112	0	0	0	0	0	0	0	112
2	4.48	592999	112	0	0	0	0	0	0	0	112
3	6.72	889498.6	112	0	0	0	0	0	0	0	112
4	8.96	1185999	111	1	0	0	0	0	0	0	112
5	10.4517	1383458	109	0	3	0	0	0	0	0	112
6	14.0429	1847850	106	3	2	0	0	0	1	0	112
7	14.4662	1901419	105	3	3	0	0	0	1	0	112
8	14.4664	1883530	103	5	2	0	0	0	2	0	112
9	15.5458	2013371	103	4	2	0	0	0	3	0	112
10	15.5459	1986585	97	8	3	0	0	0	4	0	112
11	16.5601	2104046	95	6	5	0	0	0	6	0	112
12	16.56	1764986	94	7	5	0	0	0	6	0	112
13	19.1068	1897502	94	7	5	0	0	0	5	1	112
14	20.0964	1947833	94	7	5	0	0	0	5	1	112
15	20.0962	1919402	94	7	5	0	0	0	3	3	112
16	20.3752	1933829	94	7	5	0	0	0	2	4	112
17	20.3752	1843917	91	10	1	4	0	0	2	4	112
18	22.3987	1946899	112	0	0	0	0	0	0	0	112



3 7 8 . Push سوم

در این Push از بارگذاری جانبی بر اساس توزیع متناسب با نیروی جانبی حاصل از تحلیل دینامیکی خطی طیفی را به سازه اعمال کنیم. در این مرحله ابتدا جهت X را در نظر می گیریم.

Static Nonlinear Case Data

Static Nonlinear Case Name: MODE

Options:

- Load to Level Defined by Pattern
- Push to Disp. Magnitude: 22.4
- Use Conjugate Displ. for Control
- Monitor: UX, 7, STORY7
- Start from Previous Case: GRAVITY
- Save Positive Increments Only

Minimum Saved Steps: 10

Maximum Null Steps: 200

Maximum Total Steps: 400

Maximum Iterations/Step: 10

Iteration Tolerance: 0.1

Event Tolerance: 0.01

Member Unloading Method: Restart Using Secant Stiffness

Geometric Nonlinearity Effects: P-Delta

Load Pattern:

Load	Scale Factor
MODE	0.7
MODE 1	0.7
MODE 3	0.06
MODE 4	4.000E-03
MODE 6	2.000E-03
MODE 7	0.234

Active Structure:

Stage	Active Group
1	ALL

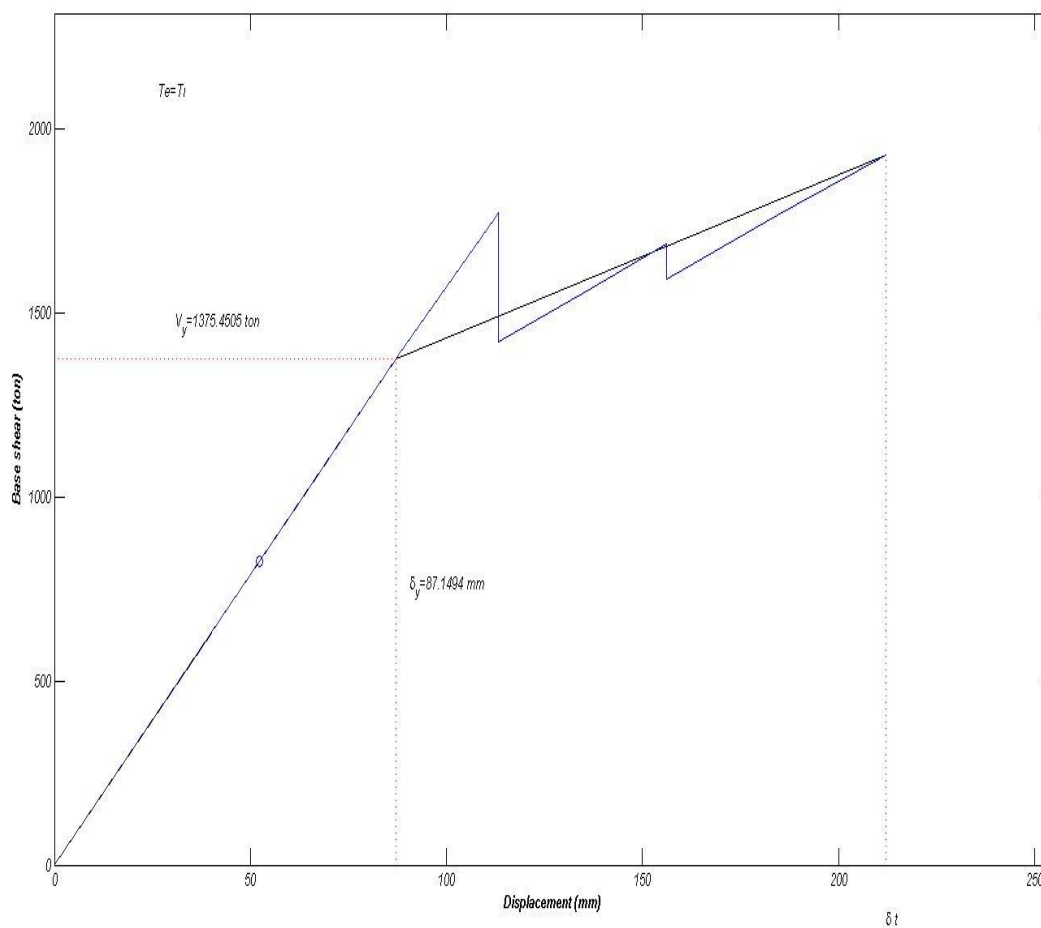
Loads Apply to Added Elements Only

OK Cancel



منحنی بعد از تحلیل به صورت زیر به دست آمده است. با استفاده از ایده آل سازی منحنی ، مقادیر برش تسلیم و جابجایی تسلیم به دست آورده شده است.

همانطور که در شکل پیداست ، $T_e = T_i$ می باشد و این به آن مفهوم می باشد که فرایض اولیه برای به دست آوردن جابجایی هدف صحیح می باشند.





Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	112
1	2.24	353531.9	112	0	0	0	0	0	0	0	112
2	4.48	707063.6	112	0	0	0	0	0	0	0	112
3	6.72	1060597	110	2	0	0	0	0	0	0	112
4	8.7859	1386663	102	5	5	0	0	0	0	0	112
5	11.2382	1759591	102	5	3	0	0	0	2	0	112
6	11.3351	1772631	100	3	5	0	0	0	4	0	112
7	11.3353	1421684	100	3	5	0	0	0	4	0	112
8	13.5753	1561568	99	4	5	0	0	0	2	2	112
9	15.613	1687731	99	4	5	0	0	0	0	4	112
10	15.6132	1593242	94	8	2	4	0	0	0	4	112
11	18.5581	1773461	90	7	7	0	4	0	0	4	112
12	20.9312	1913470	90	7	6	0	4	0	1	4	112
13	21.2085	1929281	87	4	9	0	4	0	4	4	112



3 7 9 Push. چهارم

در این Push از بارگذاری جانبی بر اساس توزیع متناسب با نیروی جانبی حاصل از تحلیل دینامیکی خطی طیفی را به سازه اعمال کنیم. در این مرحله ابتدا جهت Y را در نظر می گیریم.

Static Nonlinear Case Data

Static Nonlinear Case Name: YMODE

Options

- Load to Level Defined by Pattern
- Push to Disp. Magnitude: 22.4
- Use Conjugate Displ. for Control
- Monitor: UY, 7, STORY7
- Start from Previous Case: GRAVITY
- Save Positive Increments Only

Minimum Saved Steps: 10

Maximum Null Steps: 200

Maximum Total Steps: 400

Maximum Iterations/Step: 10

Iteration Tolerance: 0.01

Event Tolerance: 0.01

Member Unloading Method: Apply Local Redistribution

Geometric Nonlinearity Effects: P-Delta

Load Pattern

Load	Scale Factor
MODE	-0.73
MODE 2	-0.73
MODE 5	-0.046
MODE 8	-0.224

Active Structure

Stage	Active Group
1	ALL

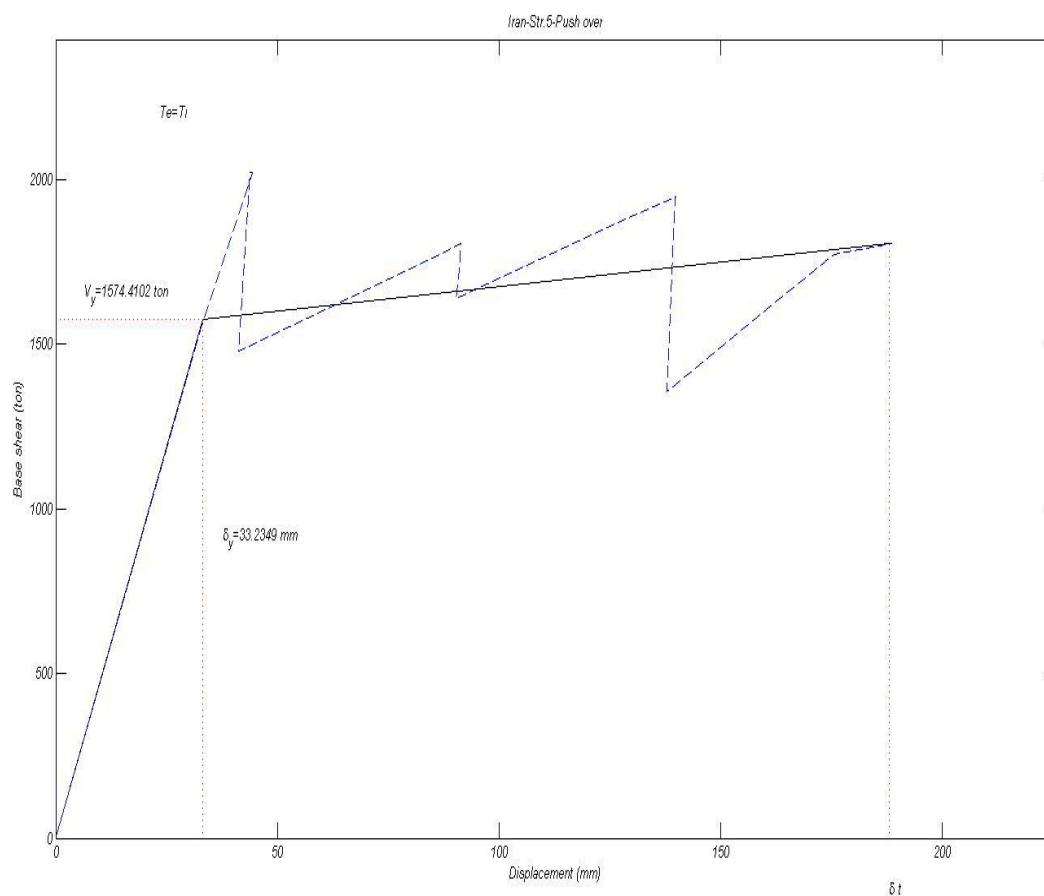
Loads Apply to Added Elements Only

OK Cancel



منحنی بعد از تحلیل به صورت زیر به دست آمده است. با استفاده از ایده آل سازی منحنی ، مقادیر برش تسلیم و جابجایی تسلیم به دست آورده شده است.

همانطور که در شکل پیداست ، $T_e = T_i$ می باشد و این به آن مفهوم می باشد که فرایض اولیه برای به دست آوردن جابجایی هدف صحیح می باشند.



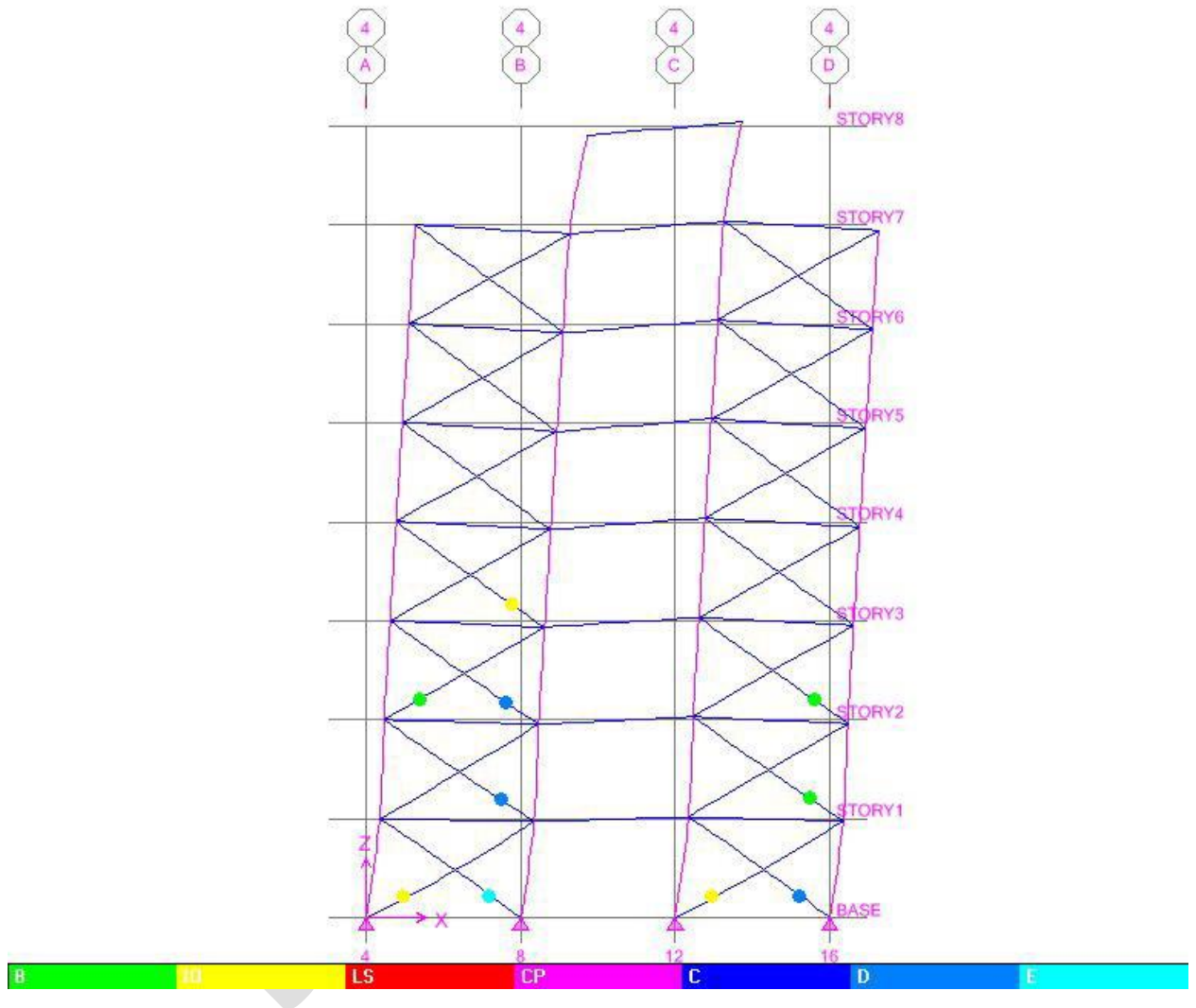


Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	-0.0326	0	112	0	0	0	0	0	0	0	112
1	2.2074	1050637	110	2	0	0	0	0	0	0	112
2	3.256	1542438	104	4	2	0	0	2	0	0	112
3	4.4469	2020791	100	8	0	0	0	0	4	0	112
4	4.3779	2020791	100	4	4	0	0	0	4	0	112
5	4.1248	1479213	100	4	4	0	0	0	4	0	112
6	6.3648	1624382	100	4	4	0	0	0	4	0	112
7	8.6048	1769455	100	4	4	0	0	0	2	2	112
8	9.1413	1804181	100	4	4	0	0	0	2	2	112
9	9.1399	1804181	100	4	4	0	0	0	0	4	112
10	9.1017	1722268	100	4	4	0	0	0	0	4	112
11	9.1018	1722268	100	4	4	0	0	0	0	4	112
12	9.0406	1639252	100	0	4	4	0	0	0	4	112
13	12.8084	1875074	98	2	2	0	4	2	0	4	112
14	13.9984	1947900	96	4	0	0	4	0	4	4	112
15	13.9832	1947900	96	0	4	0	4	0	4	4	112
16	13.7951	1357396	96	0	4	0	4	0	4	4	112
17	16.0351	1604282	96	0	4	0	4	0	4	4	112
18	17.5655	1771818	96	0	4	0	2	2	4	4	112
19	18.8723	1806280	96	0	4	0	0	0	8	4	112
20	18.8055	1806280	96	0	4	0	0	0	8	4	112



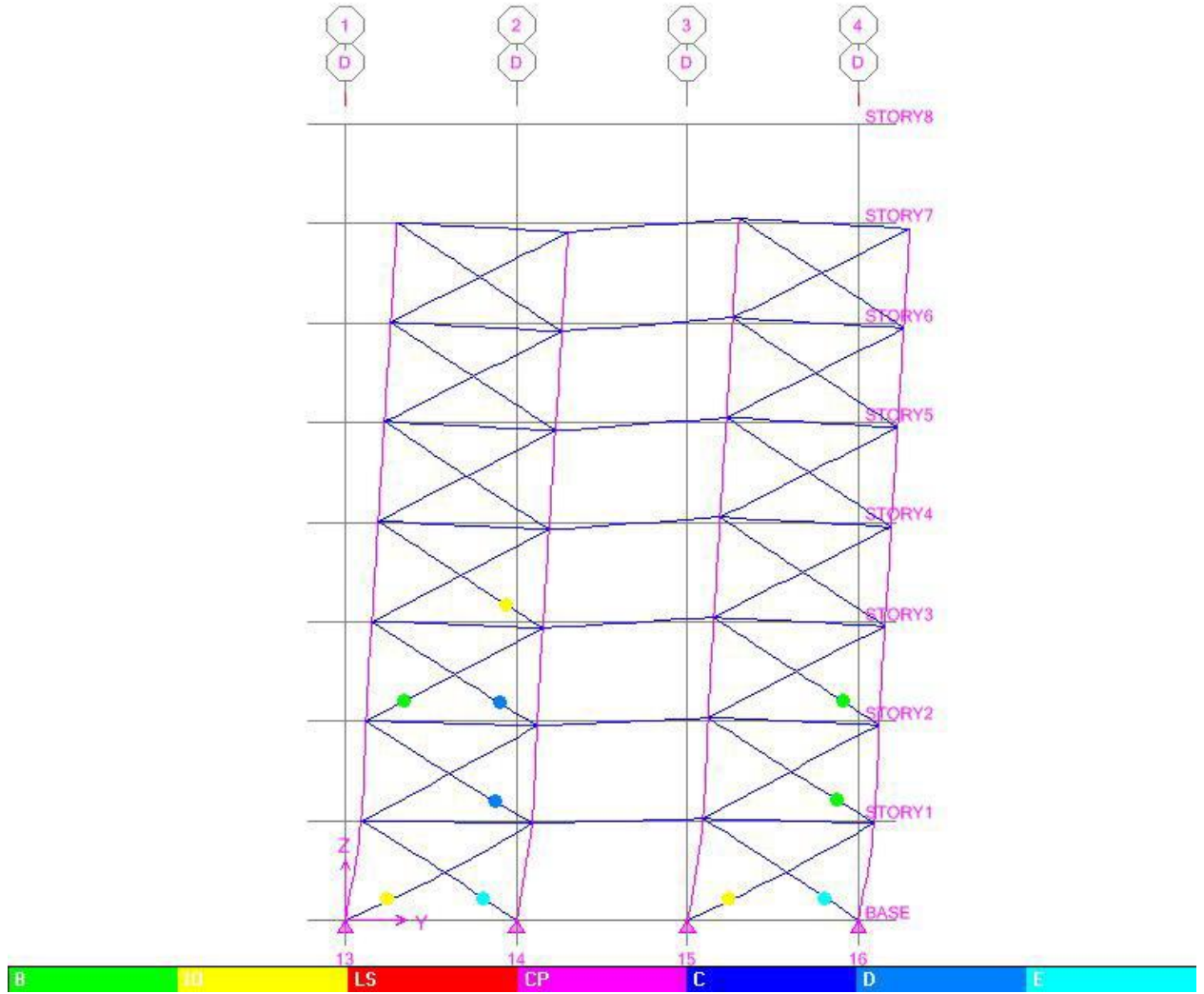
10 7 3 . تشکیل مفاصل پلاستیک

1.ACCY PUSH CASE



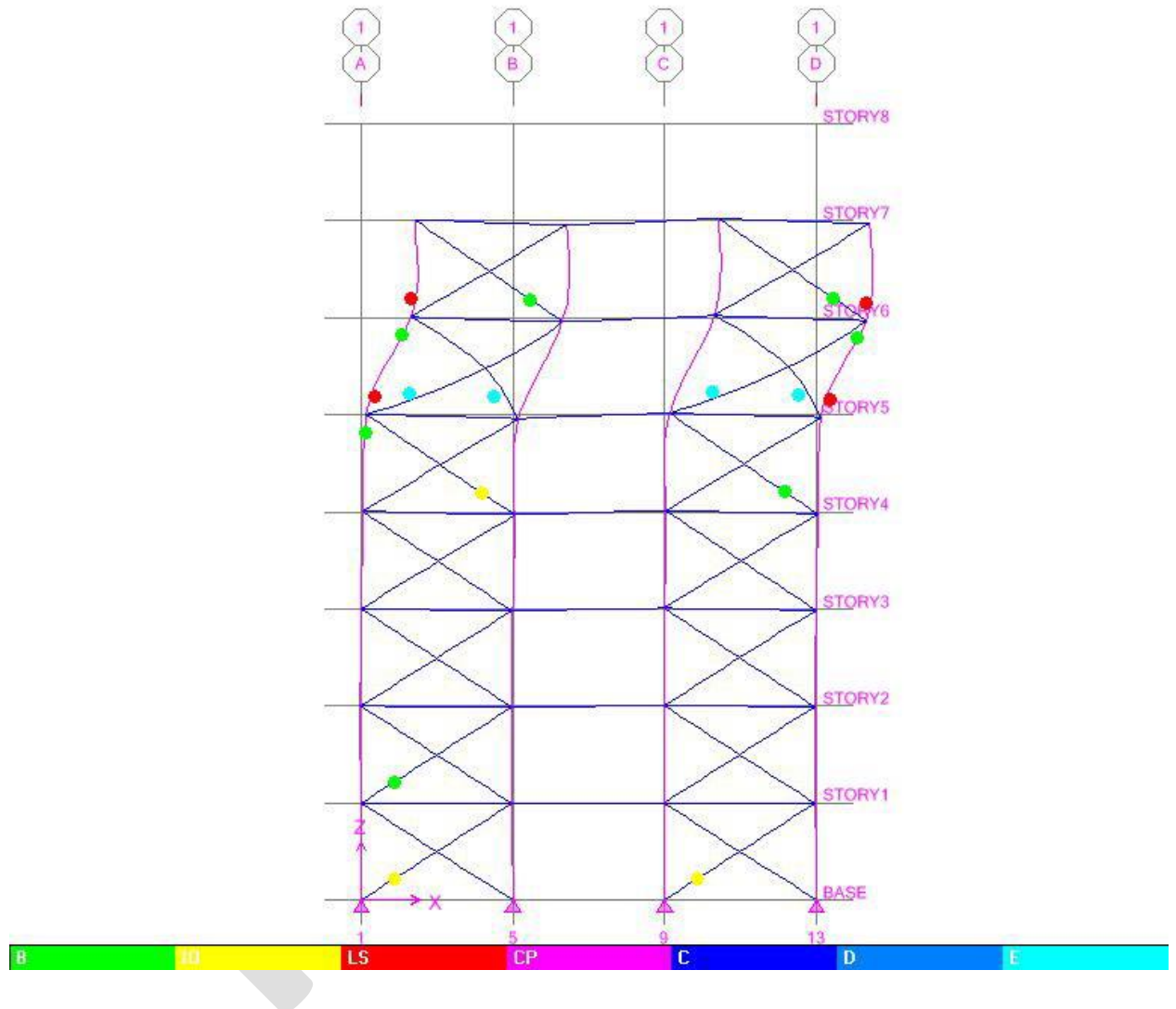


2.ACCY PUSH CASE





3. MODEX PUSH CASE



در این حالت همانطور که مشاهده می کنیم با ایجاد طبقه نرم در طبقات بالایی ، مفاصل

پلاستیک اکثرا در طبقات بالا تشکیل شده است.



4. MODEY PUSH CASE

