www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

دانشگاه کردستان

دانشکده فنی مهندسی

گروه مهندسی عمران - سازه

پروژه درس

آسیب‌پذیری و بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها

تهیه کننده

سوران زوراسنا

soranzorasna@gmail.com

www.sazeonline.ir

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

فهرست مطالب

مشخصات پروژه ۱
هدف بهسازی ۲
سطوح عملکرد ساختمان ۲
تعیین سطح اطلاعات و ضریب آگاهی ۳
تحلیل خطر زلزله ۳
تحلیل استاتیکی خطی و مدلسازی اولیه ۴
تحلیل خطی سازه ۹
محدوده کاربرد روش استاتیکی خطی ۱۰
تحلیل استاتیکی غیرخطی ۱۲
تعریف حالات بار ثقلی و جانبی ۱۵
اختصاص مفاصل پلاستیک به اعضاء ۲۱
تحلیل غیرخطی سازه ۲۴
کنترل معیارهای پذیرش ۲۵

www.sazeonline.ir

مشخصات پروژه

- پروژه مورد بررسی یک ساختمان 6 طبقه با سازه فولادی می‌باشد.
- کاربری تمامی طبقات به استثناء طبقه اول که پارکینگ می‌باشد، مسکونی است.
- محل ساختمان در شهر سنندج و با خطر لرزه‌خیزی نسبی زیاد می‌باشد.
- ساختمان برروی خاک با تیپ 3 قرار دارد.
- سیستم باربر جانبی ساختمان در جهت x قاب خمشی متوسط و در جهت y مهاربند همگرای معمولی فولادی می‌باشد.
- سیستم سازه‌ای سقف ساختمان از نوع کامپوزیت ساده می‌باشد.
- دیوارهای خارجی از نوع سفال با عرض 20 سانتیمتر لحاظ شده و دیوارهای داخلی بث صورت سربار معادلی به شدت 100 کیلوگرم بر مترمربع به بار مرده سقف اضافه شده است.
- ارتفاع سازه‌ای تمامی طبقات 3 متر و ارتفاع سازه‌ای خرپشته 2.50 متر می‌باشد.
- وزن واحد سطح مرده سقف در بام $500\ kgf/m^2$ و در طبقات $460\ kgf/m^2$ می‌باشد.
- وزن واحد سطح زنده سقف در بام $150\ kgf/m^2$ و در طبقات $200\ kgf/m^2$ می‌باشد. همچنین این وزن در اتاق پله و سقفهای طره به ترتیب برابر $500\ kgf/m^2$ و $300\ kgf/m^2$ می‌باشد.
- وزن دیوارهای نمادار، بدوننما و جانپناه به ترتیب برابر $278.50\ kgf/m^2$، $222.50\ kgf/m^2$ و $250\ kgf/m$ است.

www.sazeonline.ir

هدف بهسازی

هدف بهسازی براساس میزان اهمیت و سطح عملکرد ساختمان موردنظر و مطابق یکی از بندهای (۱-۴-۱) تا (۱-۴-۵) انتخاب می‌شود و شامل یک یا چند هدف عملکردی است که هر یک شامل انتخاب سطح عملکردی برای ساختمان، مطابق بند (۱-۵) و سطح خطر لرزه‌ای مطابق بند (۱-۷) می‌باشد.

در این پروژه **بهسازی مبنا** انتخاب شده است؛ در بهسازی مبنا انتظار می‌رود که تحت زلزله‌ی "سطح خطر ۱" ایمنی جانی ساکنین ساختمان تأمین شود (سطح عملکرد C-3).

سطوح عملکرد ساختمان

سطح عملکرد ساختمان بر مبنای عملکرد اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای مطابق بندهای (۱-۵-۱) تا (۱-۵-۳) تعریف شده و به اختصار با یک رقم برای عملکرد اجزای سازه‌ای و یک حرف برای عملکرد اجزای غیرسازه‌ای نشان داده می‌شود. سطوح عملکرد ساختمان در تعیین هدف بهسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سطح عملکرد ساختمان میزان آسیب‌پذیری اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای را نشان می‌دهد.

جدول(۱-۱): سطوح عملکرد ساختمان

سطوح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای	سطوح عملکرد سازه					
	قابلیت استفاده بی‌وقفه S-1	خرابی محدود S-2	ایمنی جانی S-3	ایمنی جانی محدود S-4	آستانه فروریزش S-5	لحاظ نشده S-6
خدمت‌رسانی بی‌وقفه N-A	خدمت‌رسانی بی‌وقفه A-1	A-2	*	*	*	*
قابلیت استفاده بی‌وقفه N-B	قابلیت استفاده بی‌وقفه B-1	B-2	B-3	*	*	*
ایمنی جانی N-C	C-1	C-2	ایمنی جانی C-3	C-4	C-5	C-6
ایمنی جانی محدود N-D	*	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6
لحاظ نشده N-E	*	*	*	E-4	آستانه فروریزش E-5	ارزش بهسازی ندارد

برای ساختمان موردبررسی در اینجا سطح عملکرد **C-3** انتخاب شده است. ساختمانی دارای سطح عملکرد ایمنی جانی است که اجزای سازه‌ای آن دارای سطح عملکرد 3 (ایمنی جانی) و اجزای غیرسازه‌ای آن دارای سطح عملکرد C (ایمنی جانی) است.

www.sazeonline.ir

تعیین سطح اطلاعات و ضریب آگاهی

جدول ۲- ۱- ضریب آگاهی

هدف بهسازی		مطلوب یا پایین تر		ویژه	
سطح اطلاعات		حداقل	متعارف	متعارف	جامع
نوع تحلیل		تحلیل خطی	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل
ضریب آگاهی k	فولادی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱
	بتنی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱
	بنایی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱

با توجه به هدف بهسازی از نوع مبنا و سطح اطلاعات متعارف از جدول فوق می‌توان نتیجه گرفت که ضریب آگاهی برای تحلیل خطی 0.75 و برای هر نوع تحلیل دیگر برابر 1.00 در نظر گرفته می‌شود.

جمع آوری اطلاعات و بازرسی وضع موجود اعضاء و اجزای ساختمان و مشخصات مصالح

در صورت موجود بودن مدارک فنی معتبر حاوی گزارش آزمایش مصالح، نقشه‌های اجرایی و با رؤیت مارک ثبت شده، با انجام حداقل یک آزمایش، در صورت تأیید اطلاعات موجود، می‌توان از مقادیر مقاومت ذکر شده در مدارک به طور مستقیم به عنوان مشخصات کرانه پایین مصالح استفاده نمود.

کرانه پایین فولاد: $2400\ kgf/cm^2$

مقاومت مورد انتظار فولاد: $1.10 \times 2400 = 2640\ kgf/cm^2$

تحلیل خطر زلزله

طیف طرح شتاب

دستورالعمل عمومی این بخش می‌تواند برای تعیین طیف طرح شتاب در مورد هر یک از سطوح خطر زلزله زیر استفاده می‌شود:

۱ – سطح خطر ۱: معادل سطحی از حرکتهای قوی زمین است که احتمال فراگذشت از آن ۱۰٪ در ۵۰ سال باشد. این سطح خطر معادل دوره بازگشت ۴۷۵ سال است. سطح خطر ۱ در استاندارد ۲۸۰۰ "زلزله طرح" نامیده شده است.

۲ – سطح خطر ۲: معادل سطحی از حرکتهای قوی زمین است که احتمال فراگذشت از آن ۲٪ در ۵۰ سال باشد. این سطح خطر معادل دوره بازگشت ۲۴۷۵ سال است.

۳ – سطح خطر انتخابی (زلزله با هر احتمال رویداد در ۵۰ سال): معادل سطحی از حرکتهای قوی زمین است که احتمال فراگذشت از آن انتخابی است. این سطح خطر برای موارد خاص و با ملاحظات ویژه استفاده می‌شود.

www.sazeonline.ir

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

تحلیل استاتیکی خطی و مدلسازی اولیه

تعیین زمان تناوب اصلی نوسان سازه با استفاده از فرمولهای تجربی ارائه شده در رابطه (۳-۴)

$$T = \alpha H^{0.75}$$

جدول(۳-۲): ضریب α برای محاسبه زمان تناوب سازه

قاب خمشی فولادی	α =۰/۰۸
قاب فولادی با مهاربند واگرا	α =۰/۰۷
قاب خمشی بتنی	α =۰/۰۷
سایر سیستم‌های سازه‌ای	α =۰/۰۵

$$T_x = 0.08(18.00)^{0.75} = 0.699\ sec$$

$$T_y = 0.05(18.00)^{0.75} = 0.437\ sec$$

برآورد نیروها و تغییرشکلها مطابق رابطه (۳-۵)

$$V = C_s W$$

$$C_s = C_1 C_2 C_m S_a$$

S_a: شتاب طیفی به ازای زمان تناوب اصلی T است که مطابق زیر بدست می‌آید:

جدول(۱-۲): مقادیر F_a بر حسب نوع خاک و مقدار S_S

نوع خاک	مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب کوتاه، S_S				
	S_S<0.25	S_S=0.50	S_S=0.75	S_S=1.00	S_S>1.25
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
3	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
4	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9

جدول(۱-۳): مقادیر F_v بر حسب نوع خاک و مقدار S_1

نوع خاک	مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب بلند، S_1				
	S_1<0.1	S_1=0.20	S_1=0.3	S_1=0.4	S_1>0.50
1	1	1	1	1	1
2	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
3	2.4	2	1.8	1.6	1.5
4	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4

$Soil\ III\ and$ خطر نسبی زیاد $\rightarrow\ T_0 = 0.15\ ,\ T_S = 0.70\ ,\ S = 1.75\ ,\ S_0 = 1.10$

$$0 \le T = 0.20 \le T_0 \rightarrow\ B = S_0 + (S - S_0 + 1)\left(\frac{T}{T_0}\right) = 1.10 + (1.75 - 1.10 + 1)\left(\frac{0.20}{0.20}\right) = 2.75 \rightarrow\ S_s = 0.30 \times 2.75 = 0.825$$

$$T_S \le T = 1.00 \le 4 \rightarrow\ B = (S+1)\left(\frac{T_S}{T}\right)\left(\frac{0.70}{4 - T_S}(T - T_S) + 1\right) = (1.75+1)\left(\frac{0.70}{1.00}\right)\left(\frac{0.70}{4 - 0.70}(1.00 - 0.70) + 1\right) = 2.0475 \rightarrow\ S_s = 0.30 \times 2.0475 = 0.61425$$

$$S_s = 0.82500 \rightarrow\ F_a = 1.17 \rightarrow\ S_{xs} = S_s F_a = 0.82500 \times 1.17 = 0.965250$$

$$S_l = 0.61425 \rightarrow\ F_v = 1.50 \rightarrow\ S_{xl} = S_l F_v = 0.64125 \times 1.50 = 0.921375$$

$$T_S = S_{xl}/S_{xs} = 0.921375/0.965250 = 0.955\ sec$$

$$T_0 = 0.2 T_S = 0.20 \times 0.955 = 0.191\ sec$$

$$B = 4/[5.6 - \ln(100\beta)]\quad ,\quad if\quad \xi = 0.05 \rightarrow\quad B = 1.00$$

$$T_0 < T_x, T_y < T_S\ \rightarrow\quad S_a = S_{xs}/B\quad \rightarrow\quad S_{ax} = S_{ay} = 0.96525$$

www.sazeonline.ir

C_1: ضریب تصحیح برای در نظر گرفتن تغییرمکانهای غیرارتجاعی سیستم است که مطابق زیر بدست می‌آید:

$$C_1 = 1 + \frac{T_s - T}{2T_s - 0.20} \leq 1.00$$

$$C_{1x} = 1 + \frac{0.955 - 0.699}{2(0.955) - 0.20} = 1.1497$$

$$C_{1y} = 1 + \frac{0.955 - 0.437}{2(0.955) - 0.20} = 1.3029$$

C_2: ضریب تصحیح برای اثرات کاهش سختی و مقاومت اعضای سازه‌ای بر تغییرمکانها ناشی از زوال چرخه‌ای، که به یکی از دو روش زیر محاسبه می‌شود:

۱ – با استفاده از رابطه (۳-۱۰)

$$T > 0.70 \quad \rightarrow \quad C_2 = 1$$

$$T < 0.70 \quad \rightarrow \quad C_2 = 1 + \frac{1}{800}\left(\frac{R_u - 1}{T}\right)^2$$

۲ – در غیاب محاسبات دقیق‌تر، برای تحلیل خطی می‌توان C_2 را مساوی واحد در نظر گرفت.

$$C_2 = 1.00$$

C_m: ضریب جرم مؤثر که برای اعمال اثرات مودهای بالاتر بوده و مطابق جدول (۳-۴) تعیین می‌شود و برای سازه‌های با زمان تناوب اصلی بزرگتر از ۱ باید برابر ۱ در نظر گرفته شود.

جدول(۳- ۴): مقادیر ضریب C_m

تعداد طبقات	قاب خمشی بتنی یا فولادی	قاب فولادی مهاربندی شده	سازه با دیوار برشی بتنی	سایر سیستم‌های سازه‌ای
یک یا دو	۱	۱	۱	۱
سه و بیشتر	۰/۹	۰/۹	۰/۸	۱

$$C_{mx} = C_{my} = 0.90$$

در نتیجه داریم:

$$C_s = C_1 C_2 C_m S_a$$

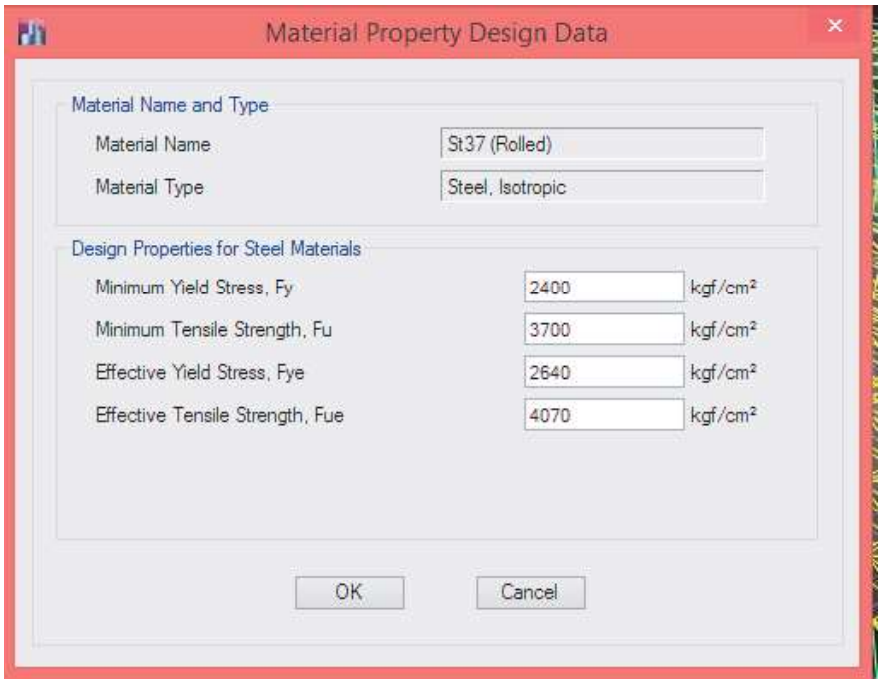
$$C_{sx} = 1.1497 \times 1.00 \times 0.90 \times 0.96525 = 0.9988$$

$$C_{sy} = 1.3029 \times 1.00 \times 0.90 \times 0.96525 = 1.1319$$

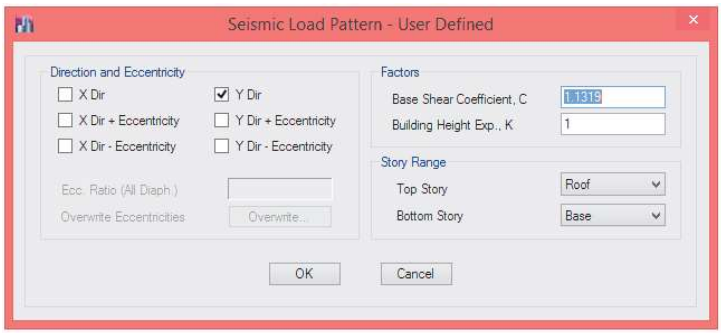
www.sazeonline.ir

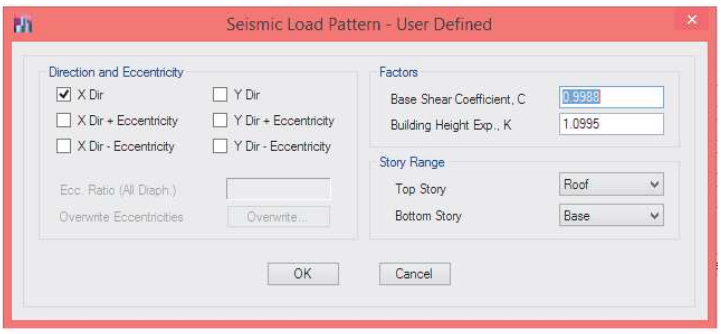
$T_x = 0.699\ sec \quad \rightarrow \quad k_x = 0.50(0.699) + 0.75 = 1.0995$

$T_y = 0.437\ sec \quad \rightarrow \quad k_y = 1.00$

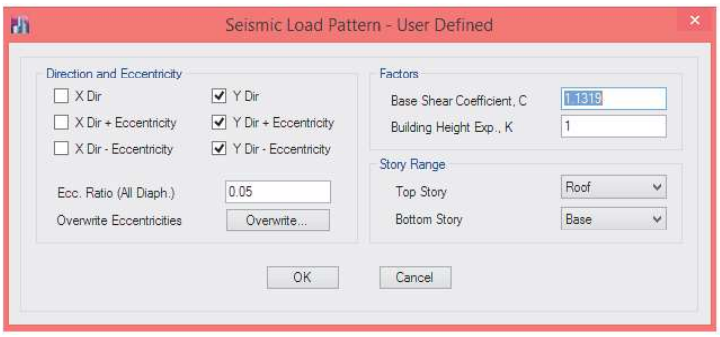


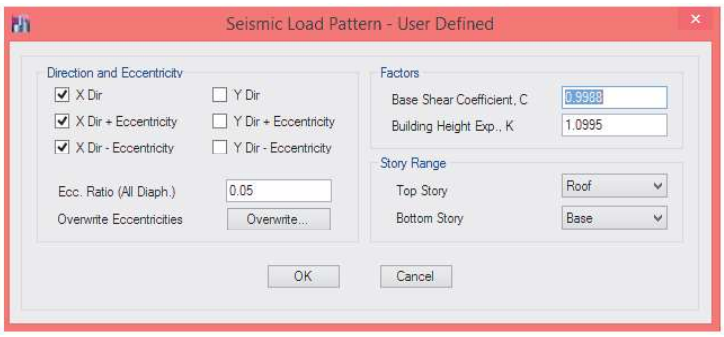
تعریف فولاد با در نظر گرفتن کرانه پایین مقاومت





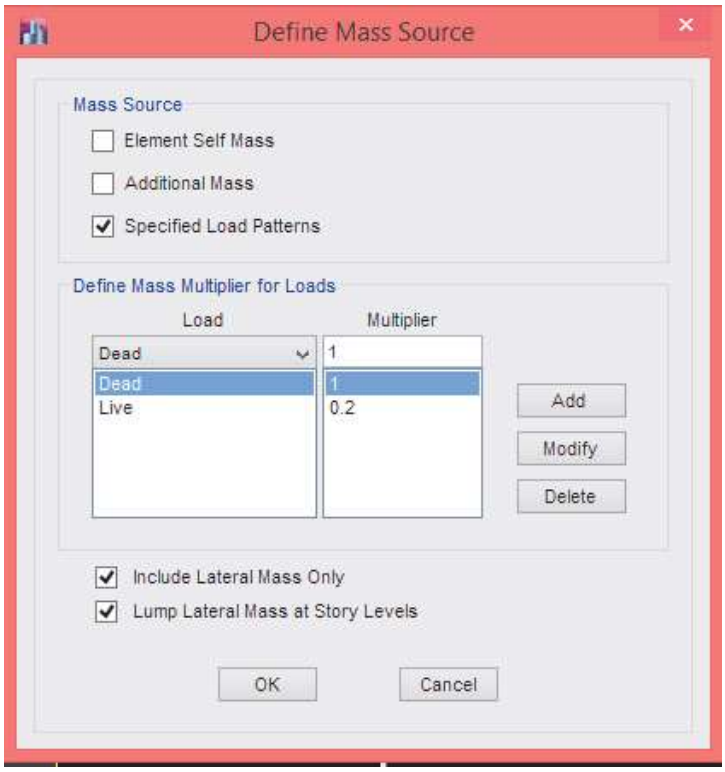
تعریف الگوهای بار لرزه‌ای در جهت x و y



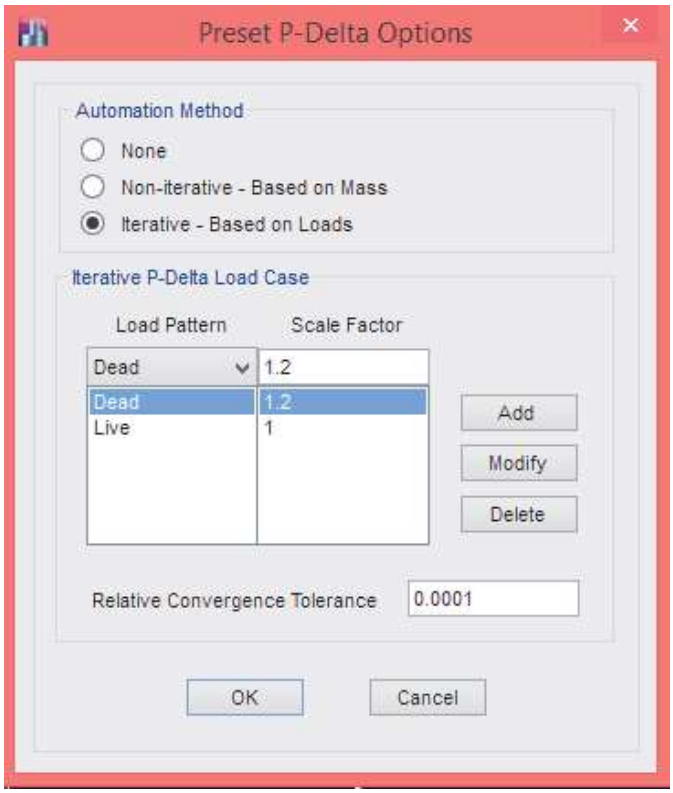


تعریف الگوهای بار لرزه‌ای در جهت x و y برای کنترل دریفت

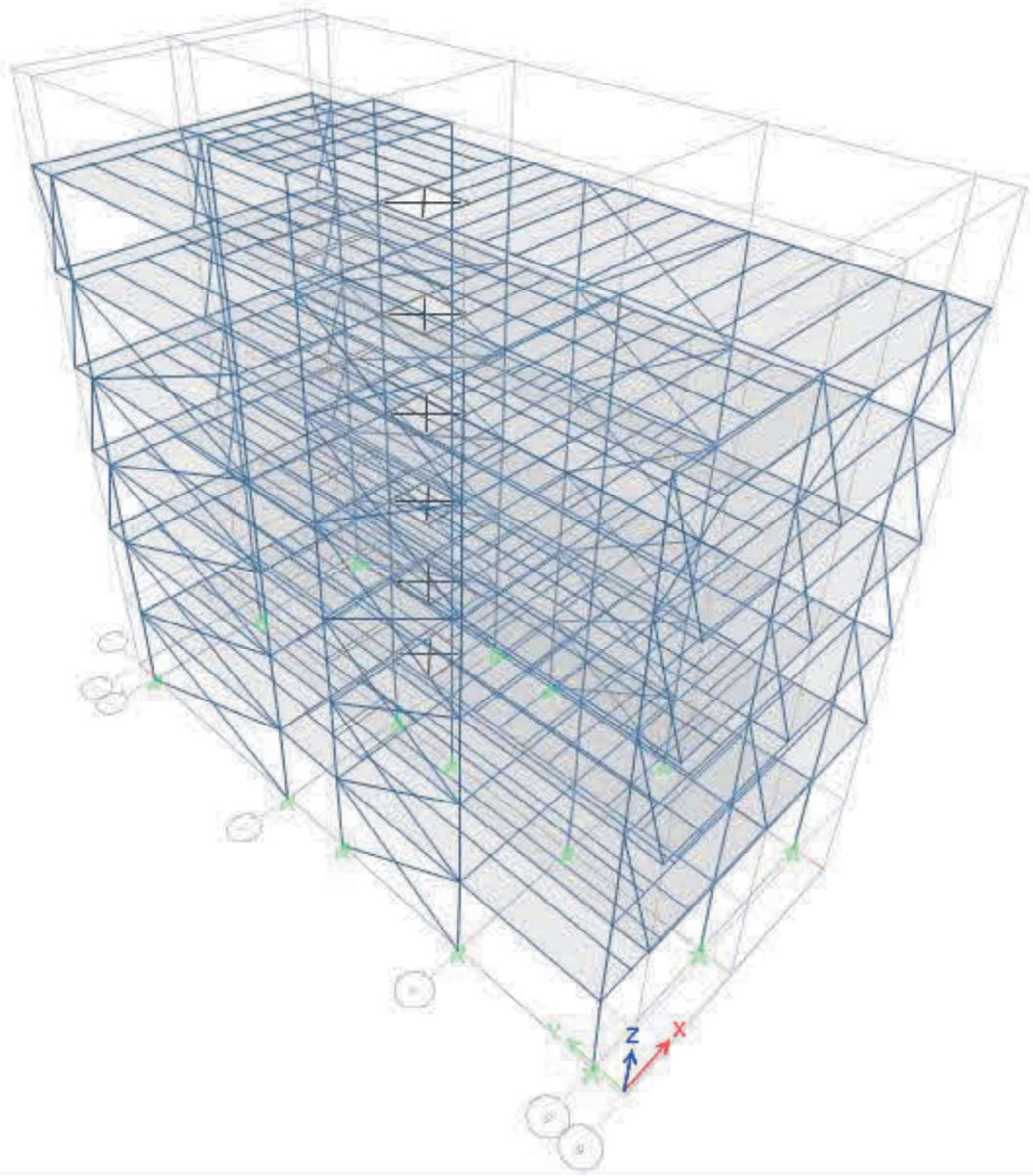
www.sazeonline.ir



تعریف جرم فعال سازه



تنظیمات اثر $P-\Delta$



مدلسازی سازه

www.sazeonline.ir

تحلیل سازه

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency	Eigenvalue rad²/sec²
Modal	1	1.21	0.826	5.1927	26.9646
Modal	2	0.65	1.538	9.6636	93.3843
Modal	3	0.484	2.065	12.972	168.2733
Modal	4	0.435	2.297	14.4312	208.2582
Modal	5	0.247	4.047	25.4255	646.4548
Modal	6	0.237	4.221	26.5237	703.5057
Modal	7	0.199	5.023	31.5626	996.2006
Modal	8	0.17	5.875	36.9156	1362.762
Modal	9	0.156	6.403	40.2326	1618.6595
Modal	10	0.154	6.483	40.7363	1659.4496
Modal	11	0.135	7.411	46.5673	2168.5159
Modal	12	0.122	8.184	51.4209	2644.1075
Modal	13	0.115	8.675	54.509	2971.2307
Modal	14	0.095	10.55	66.2852	4393.7266
Modal	15	0.092	10.913	68.5684	4701.6261
Modal	16	0.088	11.383	71.5238	5115.659
Modal	17	0.071	14.152	88.9191	7906.6048
Modal	18	0.066	15.177	95.3612	9093.7512

همانطور که مشاهده می‌شود مقدار زمان تناوب اصلی تحلیلی برابر 1.21 ثانیه است.

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	1.21	0.7888	6.05E-06	0	0.7888	6.05E-06	0	2.96E-06	0.2152	0.0018	2.96E-06	0.2152	0.0018
Modal	2	0.65	0.0019	6.54E-06	0	0.7906	1.26E-05	0	3.19E-05	0.0005	0.7919	3.49E-05	0.2157	0.7937
Modal	3	0.484	0.0004	0.7674	0	0.791	0.7674	0	0.2355	0.0013	3.43E-06	0.2355	0.217	0.7937
Modal	4	0.435	0.1043	0.0026	0	0.8953	0.77	0	0.0006	0.4647	1.28E-05	0.2362	0.6817	0.7937
Modal	5	0.247	0.0383	1.34E-06	0	0.9336	0.77	0	0	0.1054	0.0009	0.2362	0.7871	0.7946
Modal	6	0.237	0.0004	0.0001	0	0.9339	0.7701	0	0.0007	0.0013	0.1274	0.2368	0.7884	0.922
Modal	7	0.199	2.28E-05	0.0751	0	0.934	0.8452	0	0.1767	0.0001	0.0027	0.4136	0.7885	0.9247
Modal	8	0.17	0.0149	4.05E-06	0	0.9489	0.8452	0	2.28E-05	0.0515	1.73E-05	0.4136	0.84	0.9247
Modal	9	0.156	1.55E-05	0.0881	0	0.9489	0.9333	0	0.3211	0.0001	0.0034	0.7347	0.8401	0.9281
Modal	10	0.154	0.01	0.0007	0	0.9589	0.934	0	0.0026	0.0324	0.0015	0.7373	0.8725	0.9296
Modal	11	0.135	0.0011	0.0028	0	0.96	0.9368	0	0.0115	0.0035	0.0307	0.7488	0.8759	0.9603
Modal	12	0.122	0.0044	0.0001	0	0.9644	0.9369	0	0.0008	0.0118	0.0042	0.7497	0.8877	0.9645
Modal	13	0.115	0.0101	7.92E-06	0	0.9745	0.9369	0	4.00E-05	0.0325	0.0001	0.7497	0.9202	0.9646
Modal	14	0.095	6.17E-06	0.0353	0	0.9745	0.9723	0	0.1439	2.51E-05	0.0013	0.8936	0.9203	0.9659
Modal	15	0.092	0.0001	0.0025	0	0.9747	0.9747	0	0.0099	0.0005	0.0154	0.9034	0.9208	0.9813
Modal	16	0.088	0.0253	8.52E-07	0	0.9999	0.9747	0	5.64E-06	0.079	0.0002	0.9034	0.9998	0.9815
Modal	17	0.071	2.35E-05	4.50E-05	0	1	0.9748	0	0.0002	0.0001	0.0097	0.9036	0.9999	0.9912
Modal	18	0.066	0	0.0156	0	1	0.9904	0	0.0559	0	2.35E-05	0.9595	0.9999	0.9912

جدول مربوط به درصد مشارکت مودی

www.sazeonline.ir

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm	Average mm	Ratio
Kharposhteh	X Drift 3	X	653.597763	643.778309	1.015253
Roof	X Drift 3	X	681.213223	617.184585	1.103743
Story 4	X Drift 3	X	591.52342	537.882973	1.099725
Story 3	X Drift 3	X	479.825657	436.296923	1.099769
Story 2	X Drift 3	X	354.730469	322.95741	1.098382
Story 1	X Drift 3	X	217.698021	199.752916	1.089837
Parking	X Drift 3	X	74.960612	69.331638	1.081189
Base	X Drift 3	Y	0	0	
Kharposhteh	Y Drift 3	Y	143.900325	139.756304	1.029652
Roof	Y Drift 3	Y	122.288505	115.768809	1.056317
Story 4	Y Drift 3	Y	98.413263	92.257804	1.06672
Story 3	Y Drift 3	Y	78.199263	72.833461	1.073672
Story 2	Y Drift 3	Y	57.415125	53.223577	1.078754
Story 1	Y Drift 3	Y	36.453698	33.717618	1.081147
Parking	Y Drift 3	Y	16.922871	15.725796	1.076122
Base	Y Drift 3	Y	0	0	

جدول مربوط به ضریب تغییرمکان

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود، ضریب تغییرمکان η برای هر دو جهت و در تمامی طبقات از 1.10 کمتر است، لذا طبق بند ۳-۲-۳-۳ می‌توان از اثر پیچش اتفاقی صرف‌نظر کرد.

محدوده کاربرد روش استاتیکی خطی

استفاده از روش تحلیل استاتیکی خطی هنگامی مجاز است که ساختمان دارای شرایط زیر از نظر ارتفاع و نظم سازه‌ای باشد:

۱ – زمان تناوب اصلی ساختمان کوچکتر از $3.5T_S$ باشد و تعداد طبقات از ۲۰ تجاوز نکند.

$$T_x\ ,T_y \leq 3.5(0.955) \rightarrow \quad OK$$

$$\text{تعداد طبقات} < 20 \quad \rightarrow \quad OK$$

۲ – تغییر ابعاد پلان در طبقات متوالی به استثنای خرپشته کمتر از ۴۰٪ باشد.

مشاهده می‌شود که این شرط نیز برقرار است.

۳ – حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی در هر طبقه و در هر راستا کمتر از 1.5 برابر تغییرمکان متوسط نسبی آن طبقه باشد.

همانطور که در جدول زیر مشاهده می‌شود، این شرط نیز برقرار است.

www.sazeonline.ir

Story	Load Case	Direction	Maximum Drift (mm)	1.5*Average Drift (mm)	-
Roof	X Drift 3	X	89.689803	118.952418	OK
Story 4	X Drift 3	X	111.697763	152.379075	OK
Story 3	X Drift 3	X	125.095188	170.0092695	OK
Story 2	X Drift 3	X	137.032448	184.806741	OK
Story 1	X Drift 3	X	142.737409	195.631917	OK
Parking	X Drift 3	X	74.960612	103.997457	OK
Base	X Drift 3	X	0	0	
Roof	Y Drift 3	Y	23.875242	35.2665075	OK
Story 4	Y Drift 3	Y	20.214	29.1365145	OK
Story 3	Y Drift 3	Y	20.784138	29.414826	OK
Story 2	Y Drift 3	Y	20.961427	29.2589385	OK
Story 1	Y Drift 3	Y	19.530827	26.987733	OK
Parking	Y Drift 3	Y	16.922871	23.588694	OK
Base	Y Drift 3	Y	0	0	

۴ – متوسط تغییرمکان جانبی نسبی در هر طبقه، به استثنای خرپشته، کمتر از 1.5 برابر همین مقدار در طبقه بالا یا پایین آن باشد.

Story	Load Case	Direction	Maximum Drift (mm)	1.5*Average Drift (mm)	-
Roof	X Drift 3	X	89.689803	118.952418	OK
Story 4	X Drift 3	X	111.697763	152.379075	OK
Story 3	X Drift 3	X	125.095188	170.0092695	OK
Story 2	X Drift 3	X	137.032448	184.806741	OK
Story 1	X Drift 3	X	142.737409	195.631917	NO
Parking	X Drift 3	X	74.960612	103.997457	OK
Base	X Drift 3	X	0	0	
Roof	Y Drift 3	Y	23.875242	35.2665075	OK
Story 4	Y Drift 3	Y	20.214	29.1365145	OK
Story 3	Y Drift 3	Y	20.784138	29.414826	OK
Story 2	Y Drift 3	Y	20.961427	29.2589385	OK
Story 1	Y Drift 3	Y	19.530827	26.987733	OK
Parking	Y Drift 3	Y	16.922871	23.588694	OK
Base	Y Drift 3	Y	0	0	

همانطور که مشاهده می‌شود این شرط برای طبقه اول و در جهت x برقرار نیست.

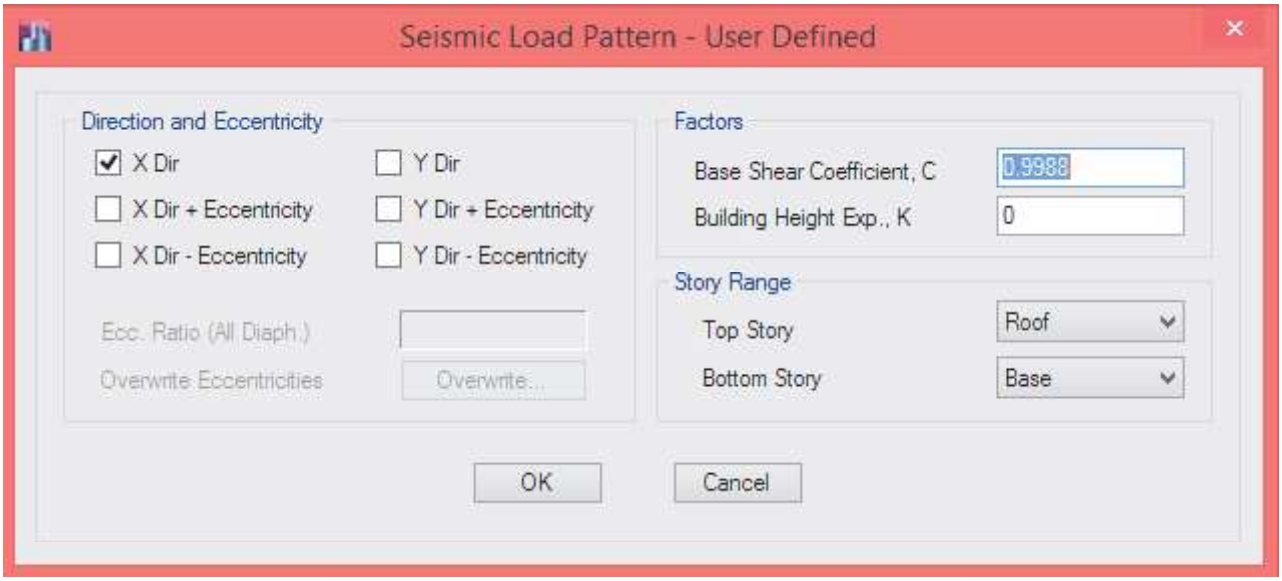
دیگر شروط دیگر بررسی نمی‌شود چون شرط ۴ از شروط اصلی بود، لذا نمی‌توان از تحلیل استاتیکی خطی استفاده کرد.

پس از روش تحلیل استاتیکی غیرخطی استفاده می‌شود.

www.sazeonline.ir

تحلیل استاتیکی غیرخطی

همانطور که در قسمت فوق مشاهده شد، می‌توان از اثر پیچش اتفاقی صرف‌نظر کرد. که در این قسمت تمامی الگو بارهای جانبی شامل خروج از مرکزیت اتفاقی حذف شده‌اند. همچنین برای دو الگوی بار جانبی باقیمانده در تحلیل غیرخطی مقدار ضریب ارتفاعی ساختمان برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.



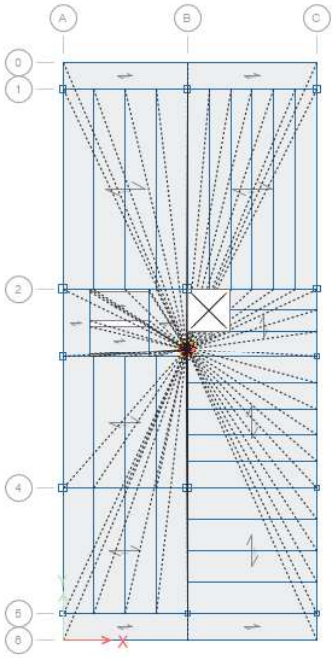
تصحیح در ضریب ارتفاعی ساختمان در الگوهای بار جانبی

ترکیبات بار ثقلی مطابق زیر در نظر گرفته شده است:

$$G_1 = 1.1DL + 1.1LL$$

$$G_2 = 0.9DL$$

نقطه کنترل



در تحلیل استاتیکی غیرخطی، مرکز جرم بام به عنوان نقطه کنترل تغییرمکان سازه انتخاب می‌شود. در اینجا نزدیکترین گره به مرکز جرم بام به عنوان نقطه کنترل انتخاب می‌شود که همانطور که مشاهده می‌شود این گره مربوط به محل تقاطع قابهای B و 3 است. در نرم‌افزار شماره این گره 8 می‌باشد.

تغییرمکان هدف در ساختمان با دیافراگم صلب

تغییرمکان هدف برای سازه با دیافراگم‌های صلب باید با در نظر گرفتن رفتار غیرخطی سازه برآورد شود، به عنوان روش تقریبی می‌توان مقدار تغییرمکان هدف در هر امتداد را از رابطه (۳-۱۷) محاسبه نمود.

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

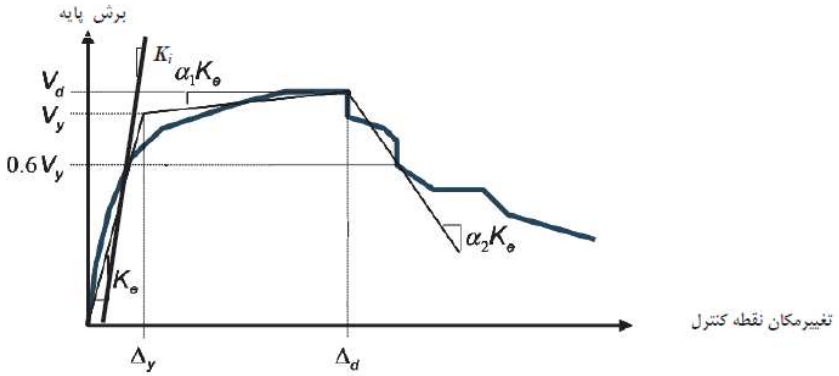
www.sazeonline.ir

که در آن:

T_e: زمان تناوب مؤثر ساختمان مطابق رابطه (۳-۱۶) برای امتداد موردنظر است.

$$T_e = T_i \sqrt{\frac{K_i}{K_e}}$$

که در آن T_i زمان تناوب اصلی تحلیلی ساختمان با فرض رفتار خطی و K_i سختی جانبی ارتجاعی مطابق شکل (۳-۵) است.



شکل(۳- ۵):منحنی ساده شده‌ی نیرو-تغییرمکان سازه

در ابتدا تحلیل می‌توان T_i را با T_e برابر گرفت و پس از انجام تحلیل مقدار T_eهای بدست آمده از تحلیل را در مدل وارد کرد. از اینرو داریم:

$$T_{eX} = 1.210\ sec$$

$$T_{eY} = 0.484\ sec$$

C_0: ضریب اصلاح برای ارتباط تغییرمکان طیفی سیستم یک درجه آزادی به تغییر مکان بام سیستم چند درجه آزادی است که می‌توان به صورت تقریبی آن را از جدول (۳-۵) بدست آورد:

جدول(۳- ۵): مقدار تقریبی ضریب C_0[1]

سایر ساختمان‌ها	ساختمان‌های برشی[2]		تعداد طبقات ساختمان
هر نوع توزیع بار	توزیع نوع دوم	توزیع نوع اول	
۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱
۱/۲	۱/۱۵	۱/۲	۲
۱/۳	۱/۲	۱/۲	۳
۱/۴	۱/۲	۱/۳	۵
۱/۵	۱/۲	۱/۳	۱۰ و بیشتر

۱-برای مقادیر مابین حدود داده‌شده در جدول باید از درون‌یابی خطی استفاده کرد.

۲- منظور از ساختمان برشی، ساختمانی است که تغییرمکان جانبی نسبی هر طبقه، از طبقه زیر آن کوچکتر باشد.

همانطور که از جداول مربوط به تحلیل خطی مشاهده می‌شود، ساختمان را نمی‌توان در دسته ساختمان برشی قرار داد. تعدا طبقات ساختمان 6 طبقه است لذا لازم است یک درونیابی انجام شود. با استفاده از درونیابی مقداری که برای C_0 حاصل می‌شود، عدد 1.42 است.

www.sazeonline.ir

C_1: ضریب تصحیح برای اعمال تغییرمکان غیرارتجاعی سیستم که از رابطه (۳-۱۹) محاسبه می‌شود.

با توجه به اینکه تعدادی از پارامترها رابطه (۳-۱۹) در حال حاضر قابل محاسبه نیست، ضریب C_1 را 1.00 در نظر گرفته و پس از تحلیل اصلاح می‌شود.

C_2: ضریب تصحیح برای اثرات کاهش سختی و مقاومت اعضای سازه‌ای بر تغییرمکان‌ها ناشی از زوال چرخه‌ای و مقدار آن با استفاده از رابطه (۳-۲۰) تعیین می‌شود.

با توجه به اینکه تعدادی از پارامترها رابطه (۳-۲۰) در حال حاضر قابل محاسبه نیست، ضریب C_2 را 1.00 در نظر گرفته و پس از تحلیل اصلاح می‌شود.

و همچنین داریم:

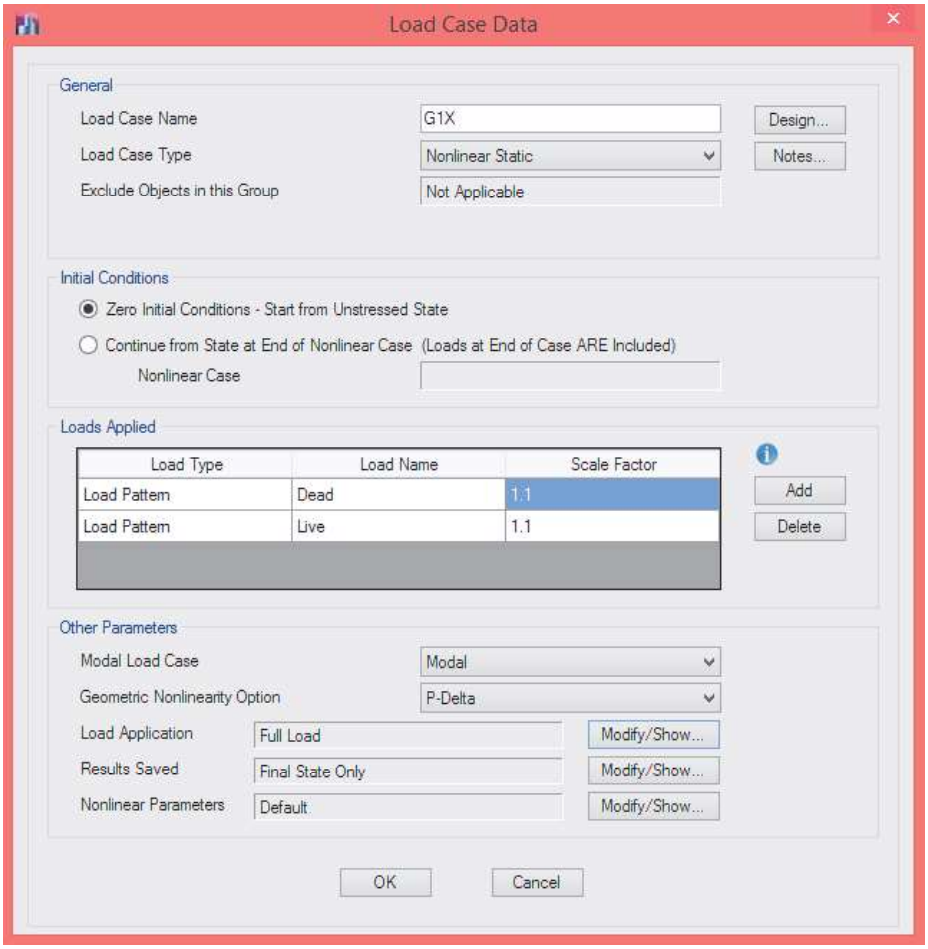
$$S_{ax} = 0.96525 \quad , \quad S_{ay} = 0.96525$$

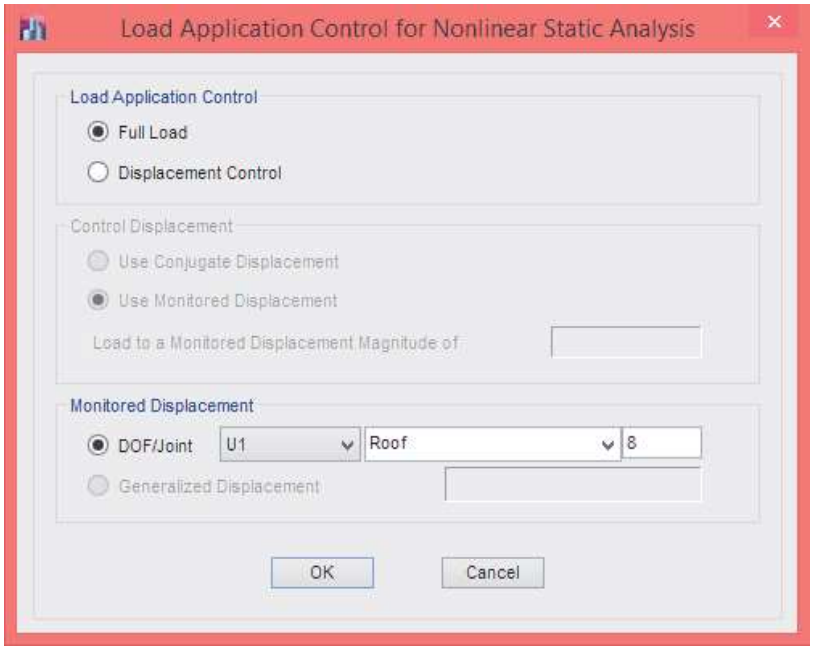
$$\delta_{tX} = 1.42 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.96525 \times \frac{1.210^2}{4\pi^2} \times 9.806 \times 10^3 = 498\ mm$$

$$\delta_{tY} = 1.42 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.96525 \times \frac{0.484^2}{4\pi^2} \times 9.806 \times 10^3 = 80\ mm$$

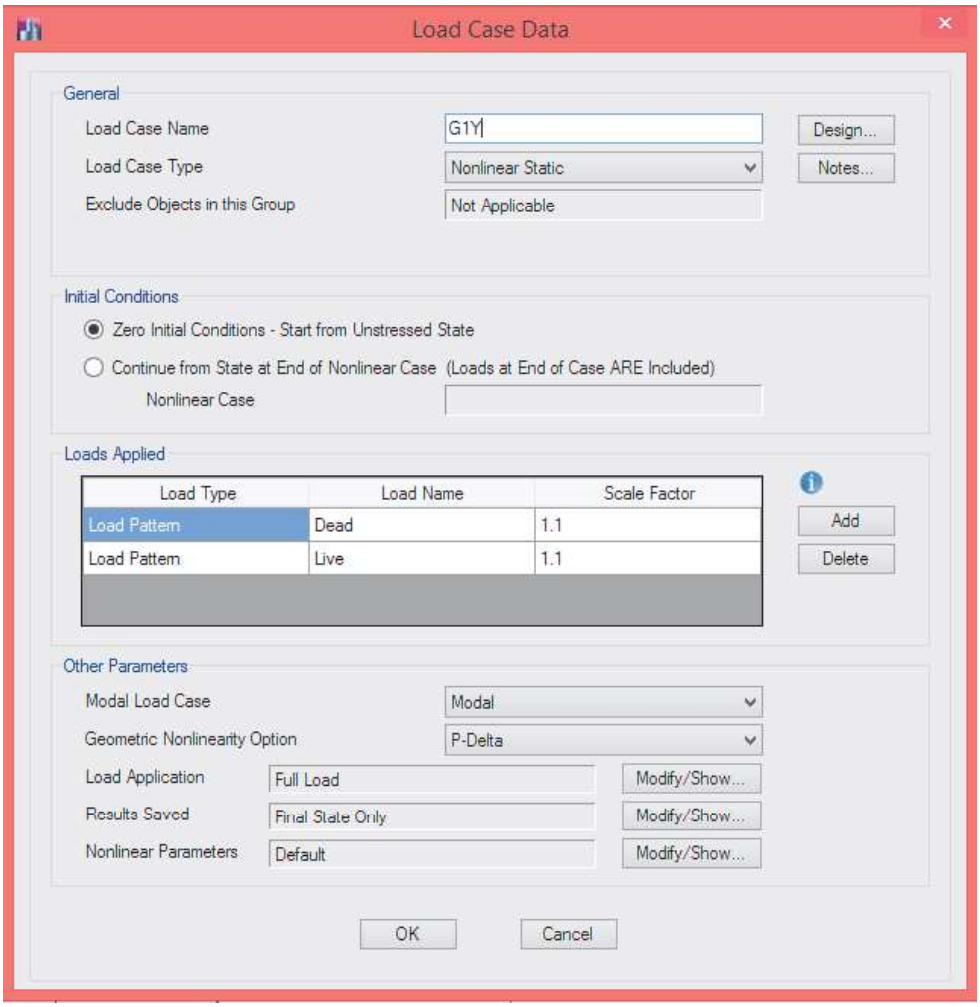
www.sazeonline.ir

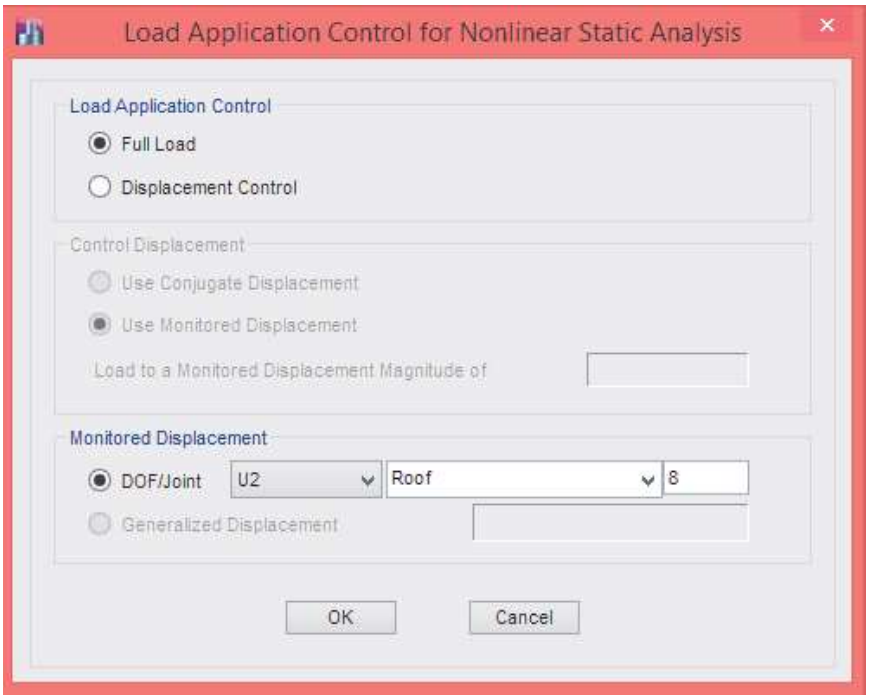
تعریف حالت بار ثقلی G1X





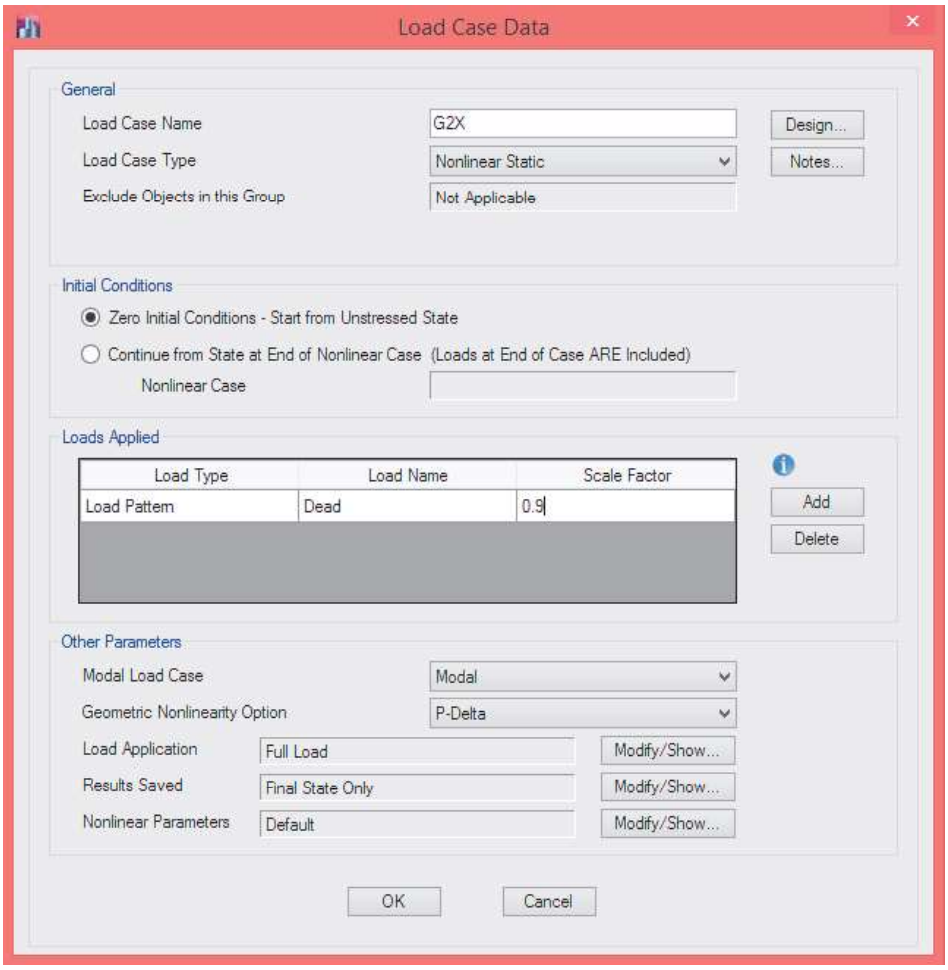
تعریف حالت بار ثقلی G1Y

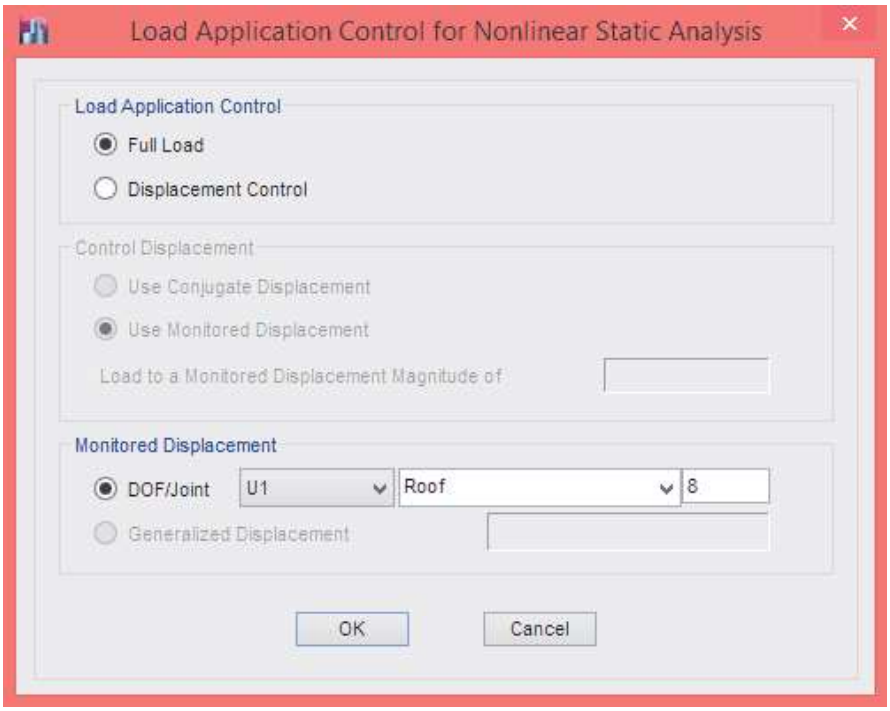




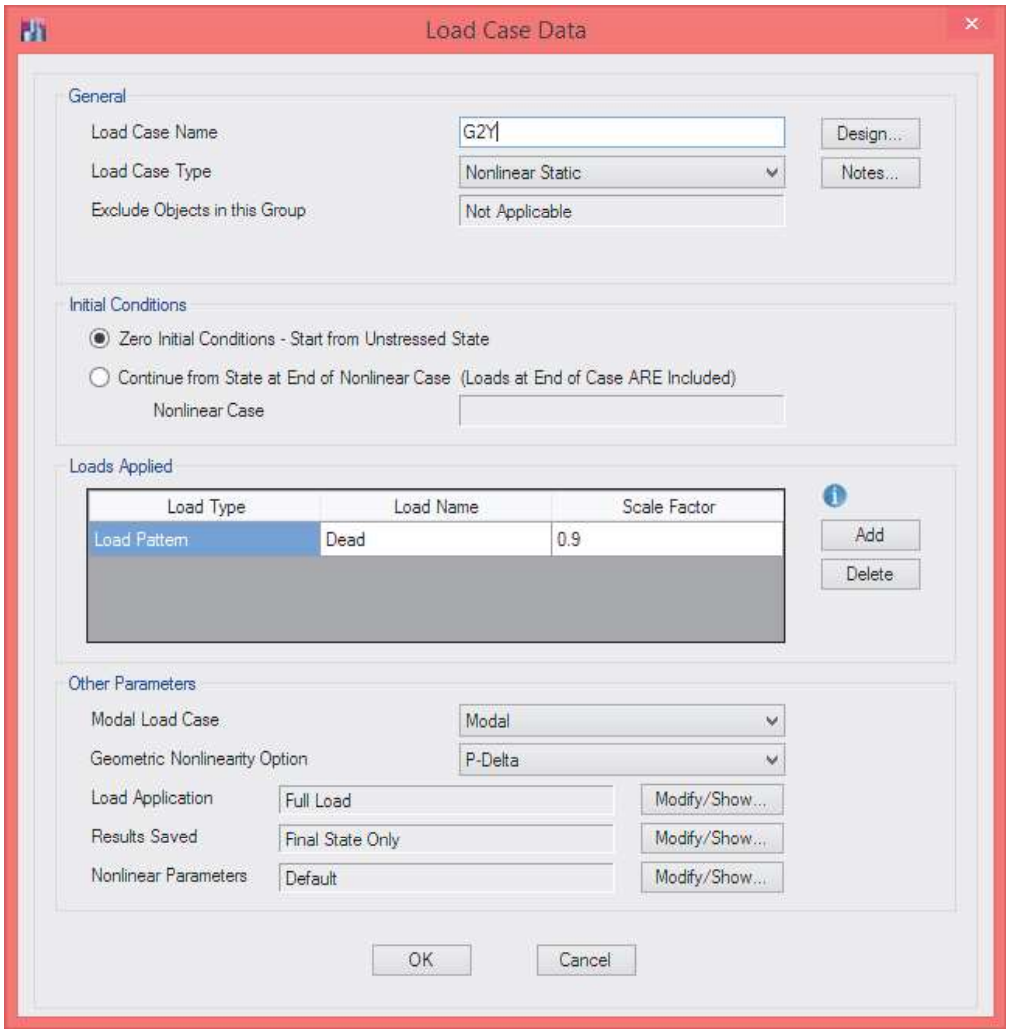
www.sazeonline.ir

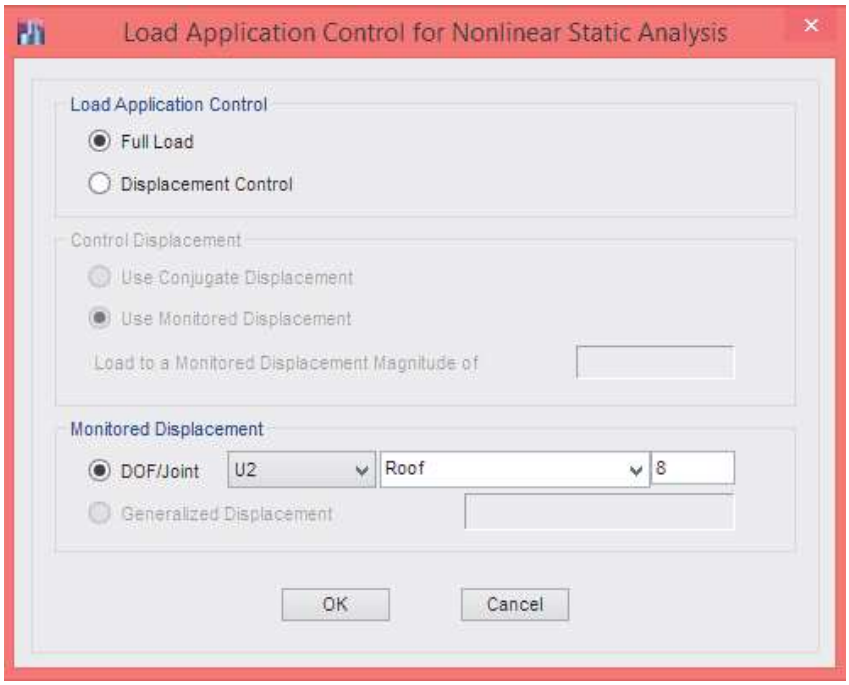
تعریف حالت بار ثقلی G2X





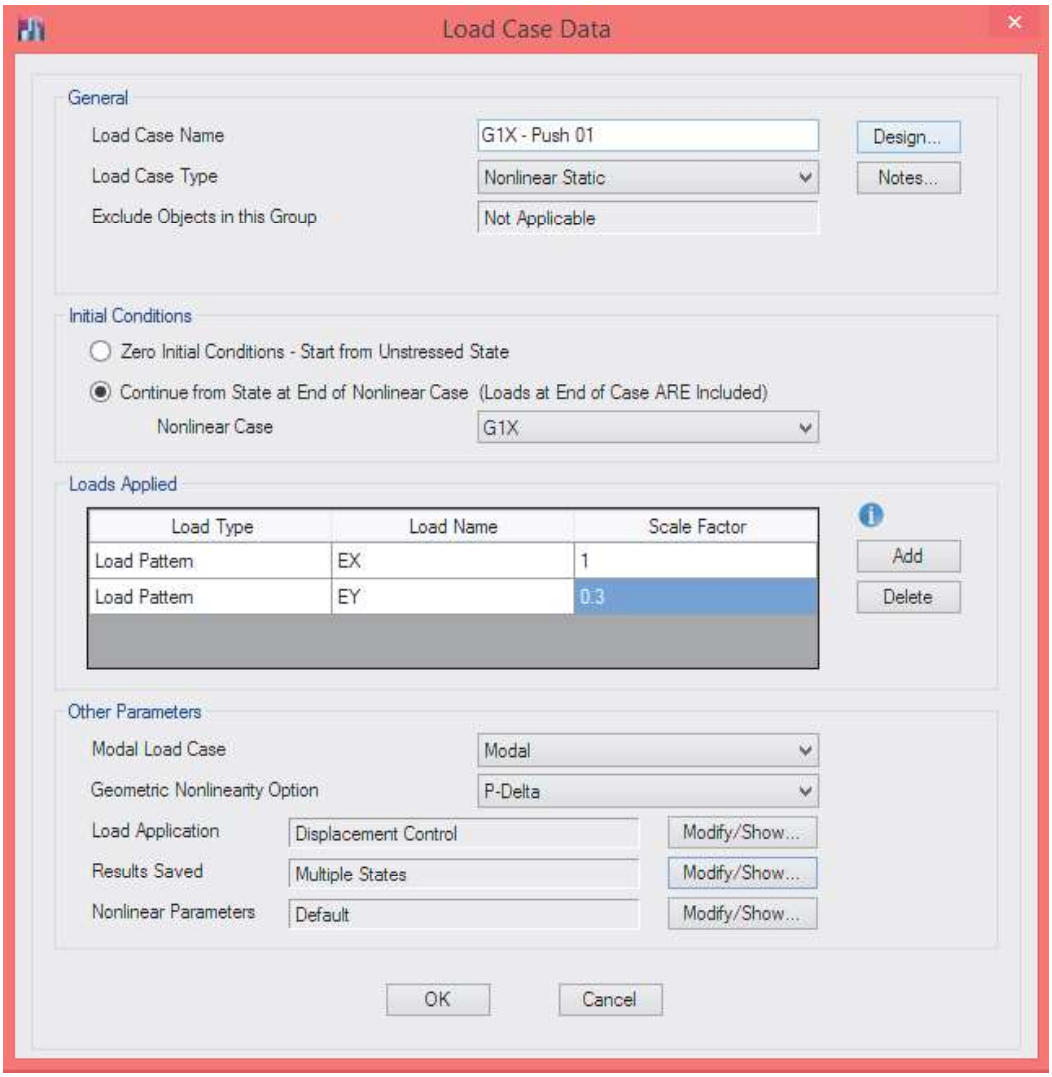
تعریف حالت بار ثقلی G2Y

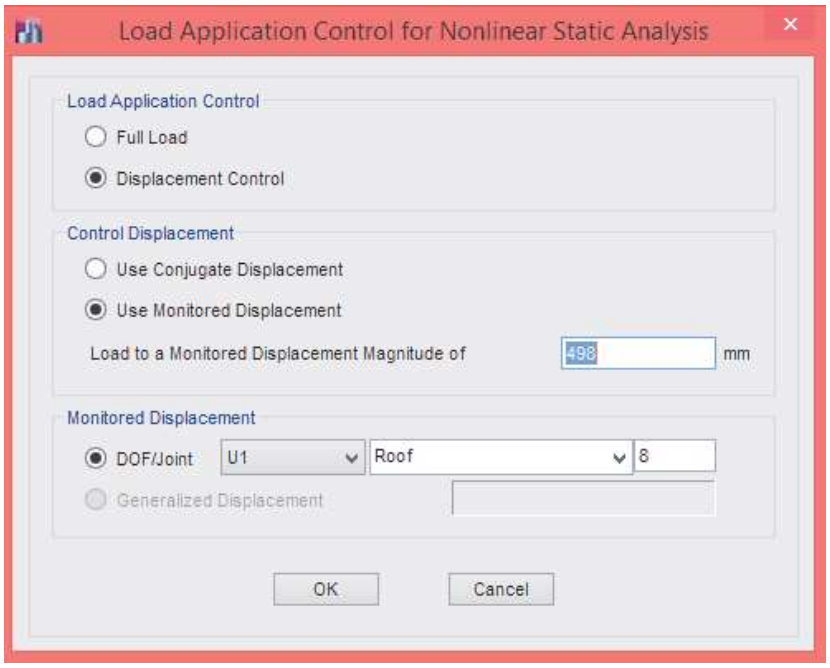




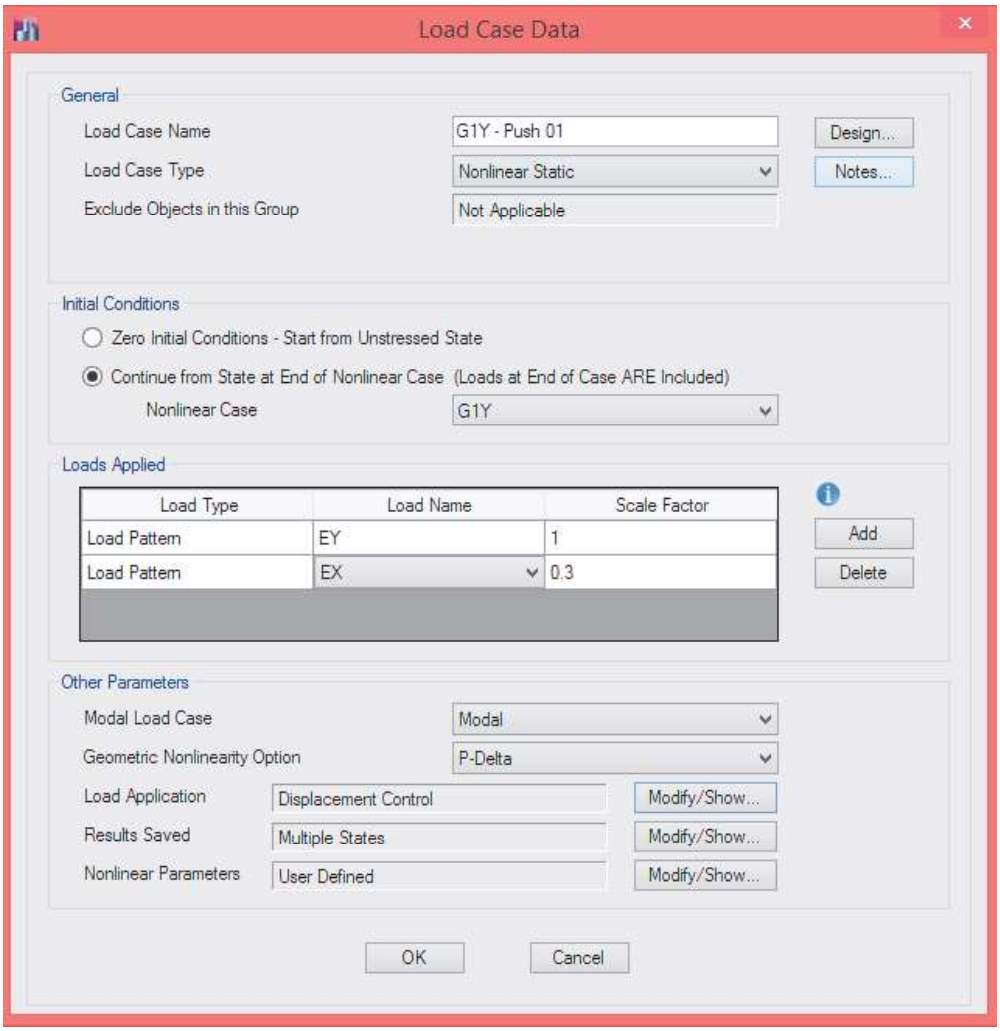
www.sazeonline.ir

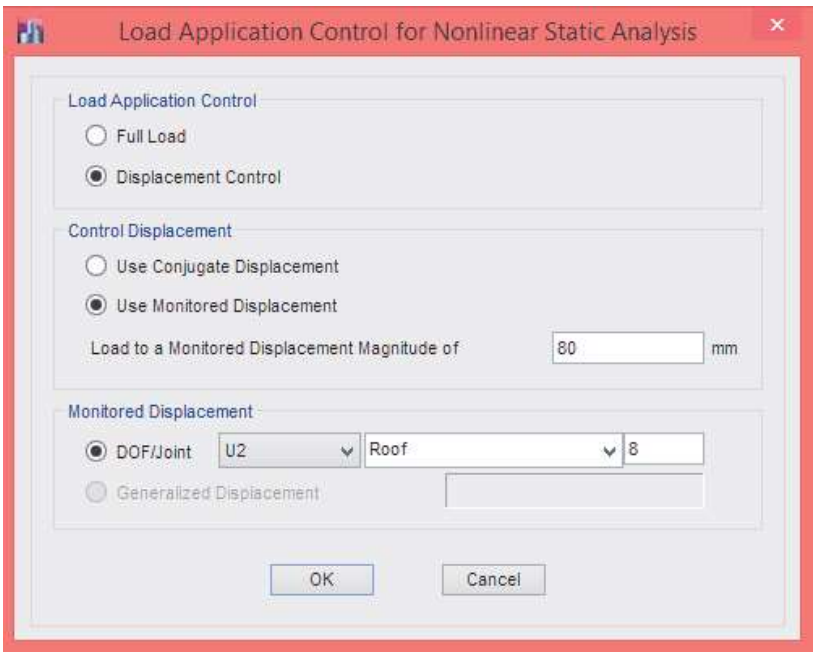
تعریف حالت بار جانبی G1X – Push 01



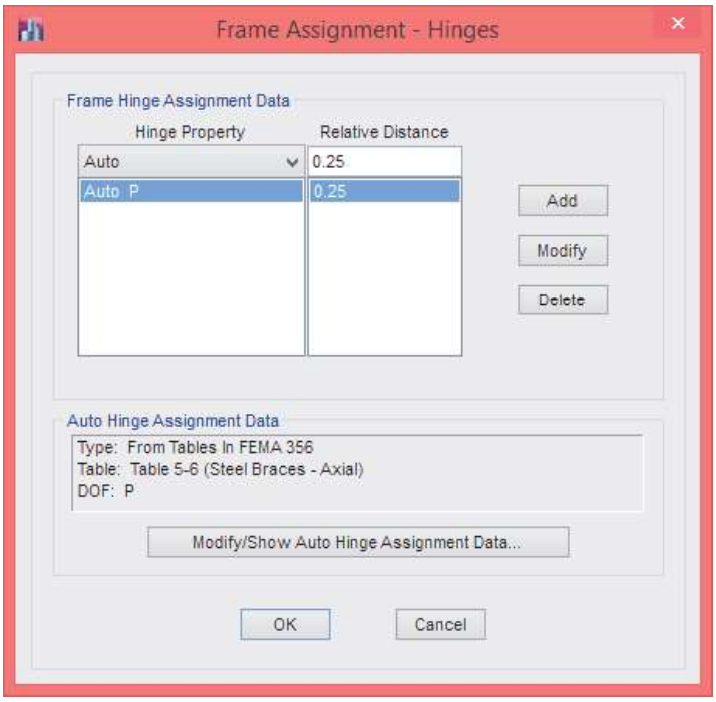


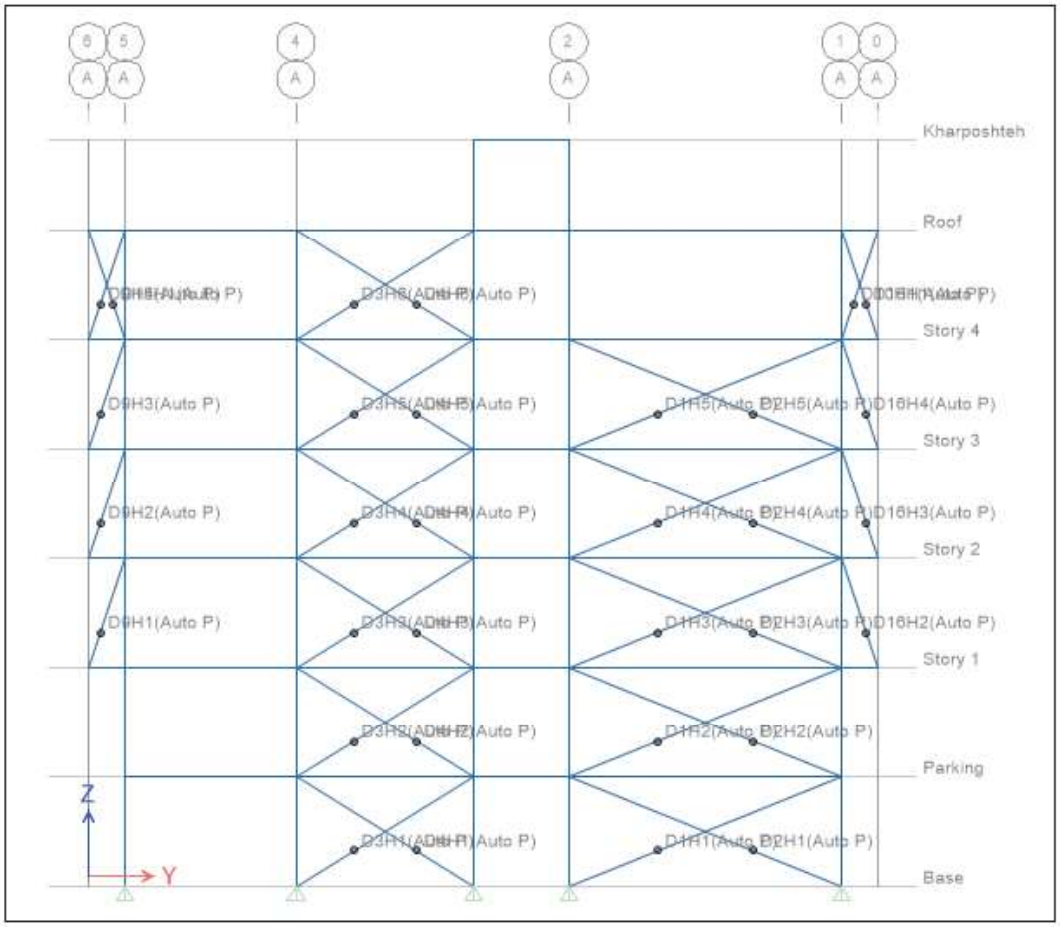
تعریف حالت بار جانبی G1Y – Push 01



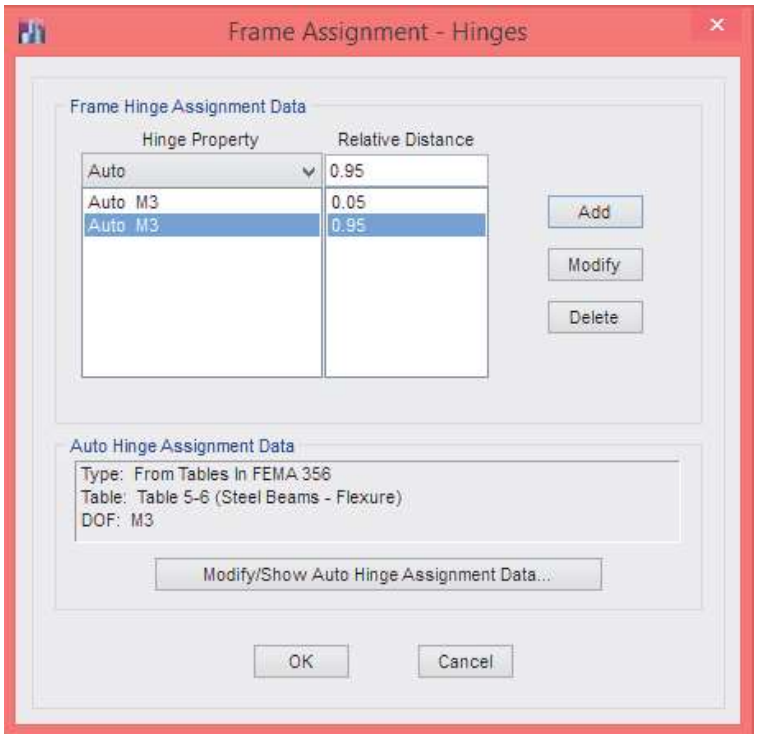


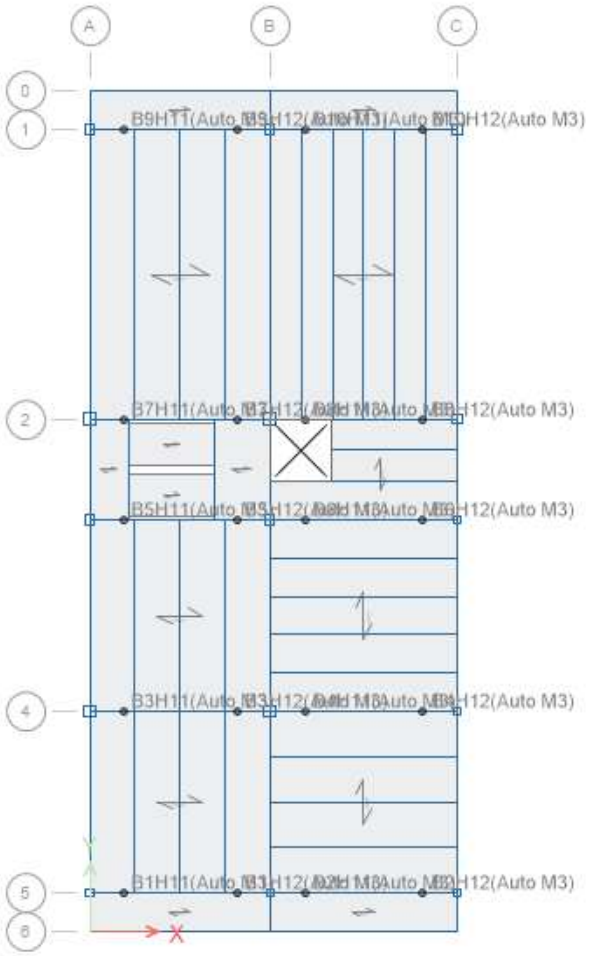
اختصاص مفاصل پلاستیک به مهاربندها



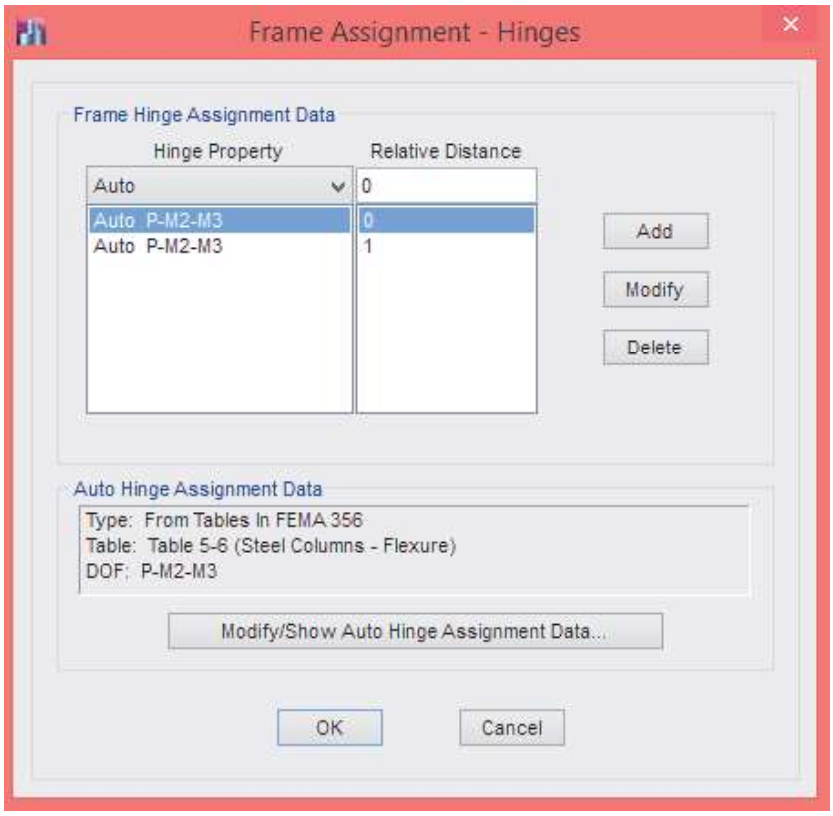


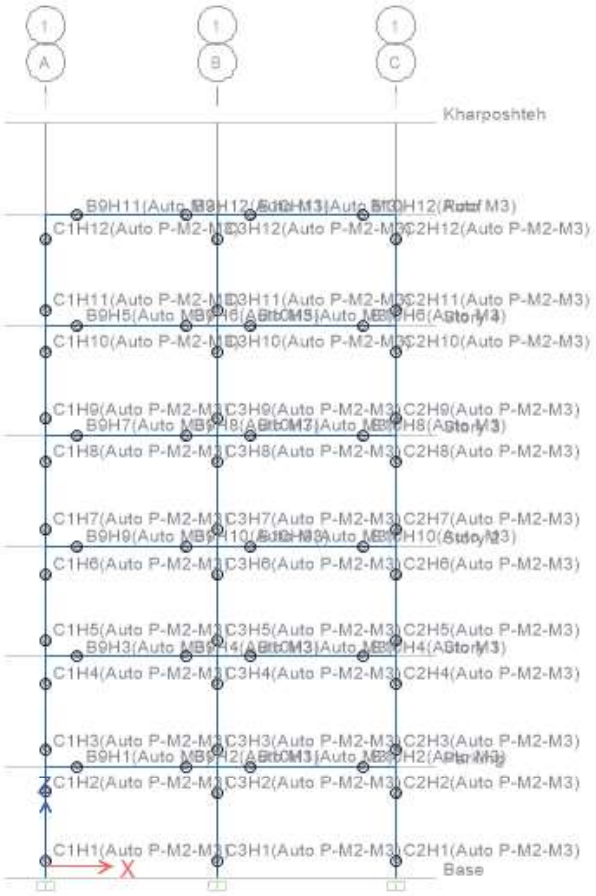
اختصاص مفاصل پلاستیک به تیرهای جهت X





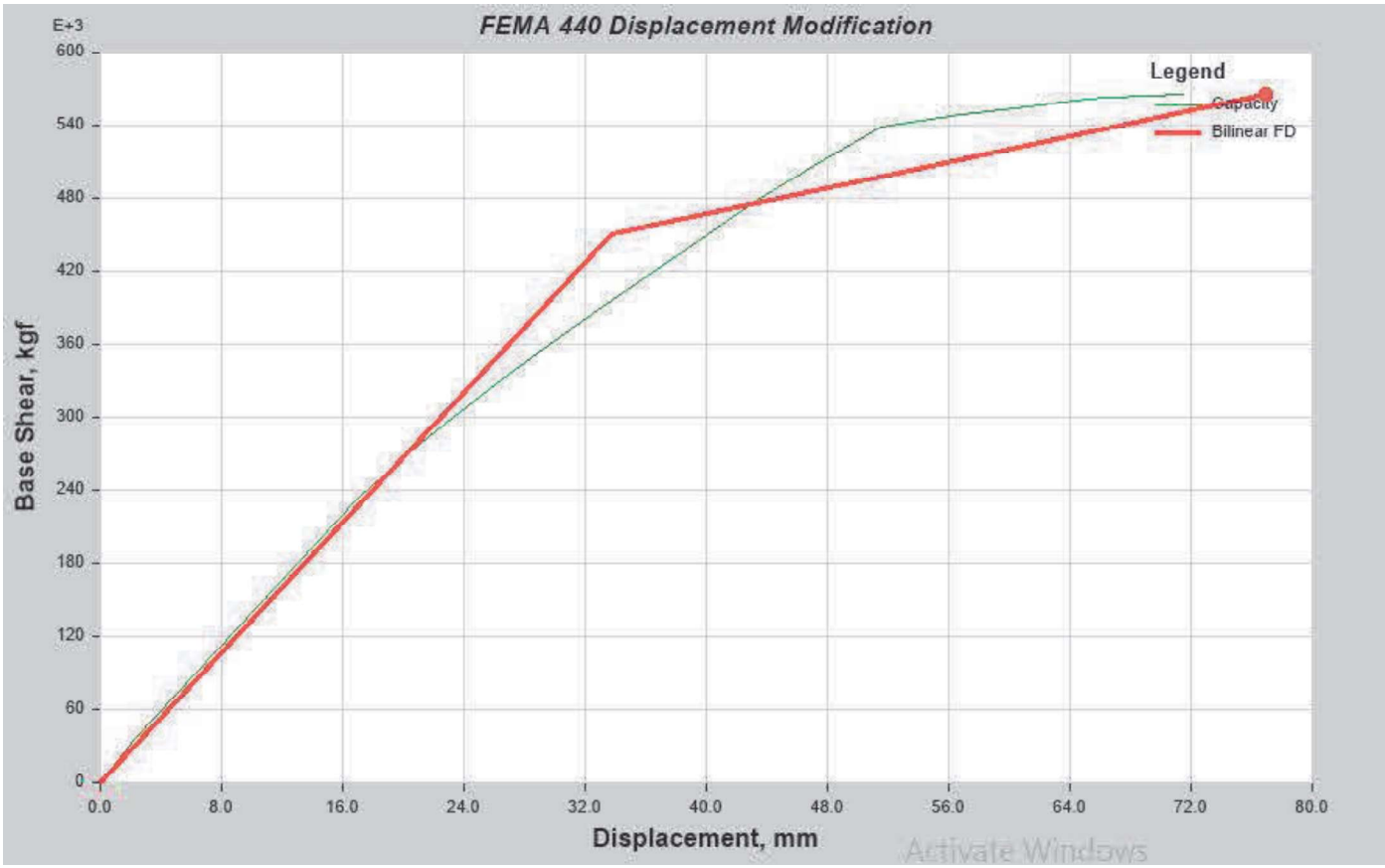
اختصاص مفاصل پلاستیک به ستونها





www.sazeonline.ir

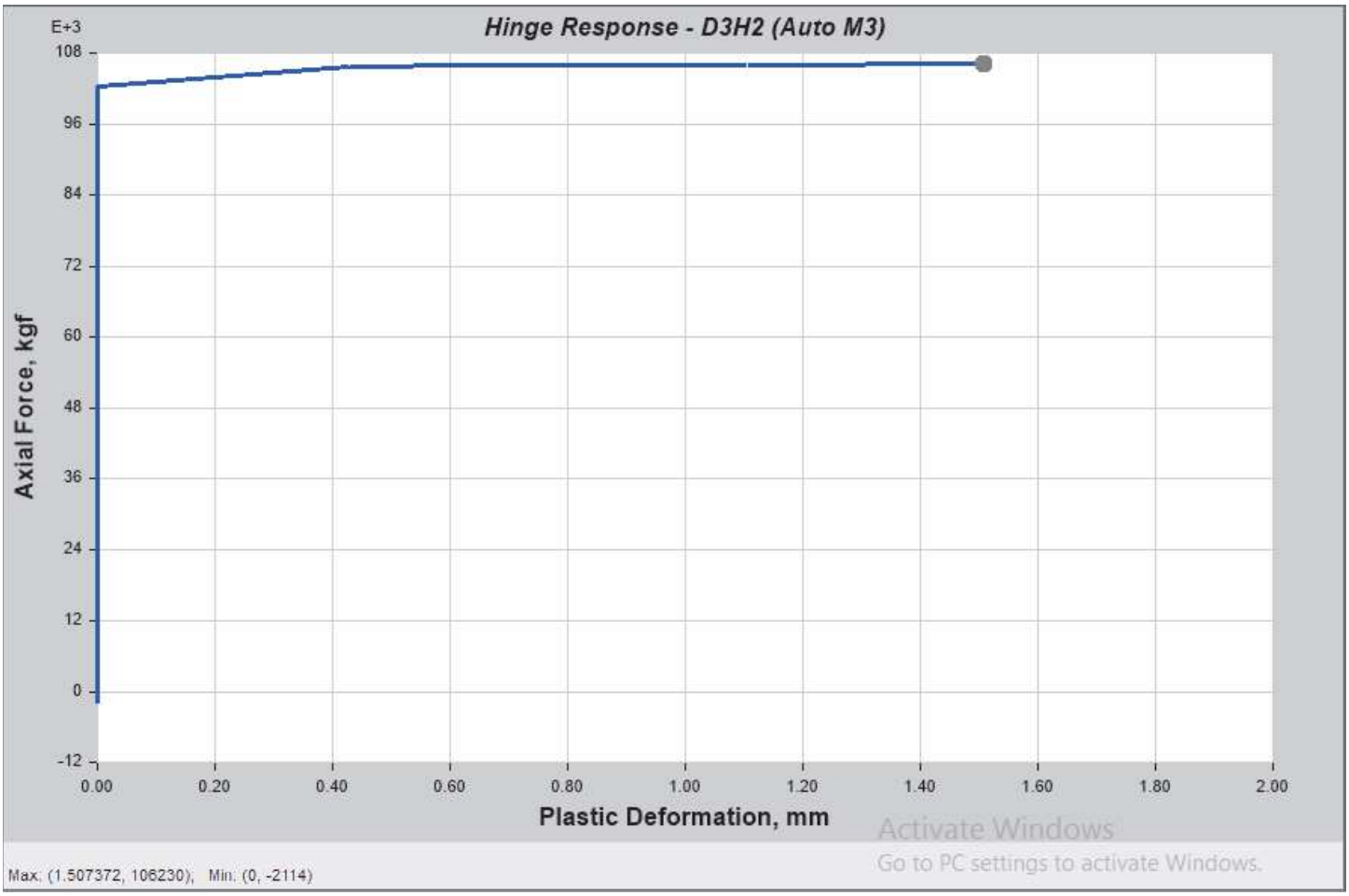
انجام تحلیل برای G2Y – Push 01



Target Displacement Results	
Displ. (mm)	76.972448
Shear (kgf)	565717.21
Calculated Parameters	
C0	1.379675
C1	1.015915
C2	1.001653
Sa, g	0.719575
Te (sec)	0.556
Ki (tonf/cm)	157.05
Ke (tonf/cm)	133.7
Ti (sec)	0.513
Alpha	0.199151
R	1.63932
Dy (mm)	33.693109
Vy (kgf)	450479.04
Weight (kgf)	1026271.23
Cm	1

www.sazeonline.ir

بررسی معیار پذیرش مهاربند در طبقه اول



همانطور که در شکل فوق مشاهده می‌شود، مقدار تغییرشکل پلاستیک ماکزیمم در این مهاربند 1.51 mm است. حال مطابق زیر به محاسبه مقدار مجاز تغییرشکل پلاستیک می‌پردازیم:

$$A = 40.72\ cm^2 \quad , \quad F_{ye} = 2640\ kgf/cm^2$$

$$P_T = AF_{ye} = 40.72 \times 2640 = 107500.80\ kgf$$

$$\Delta_T = \frac{P_T L}{AE} = \frac{107500.80 \times 574.54}{40.72 \times 2 \times 10^6} \times 10 = 7.58\ mm$$

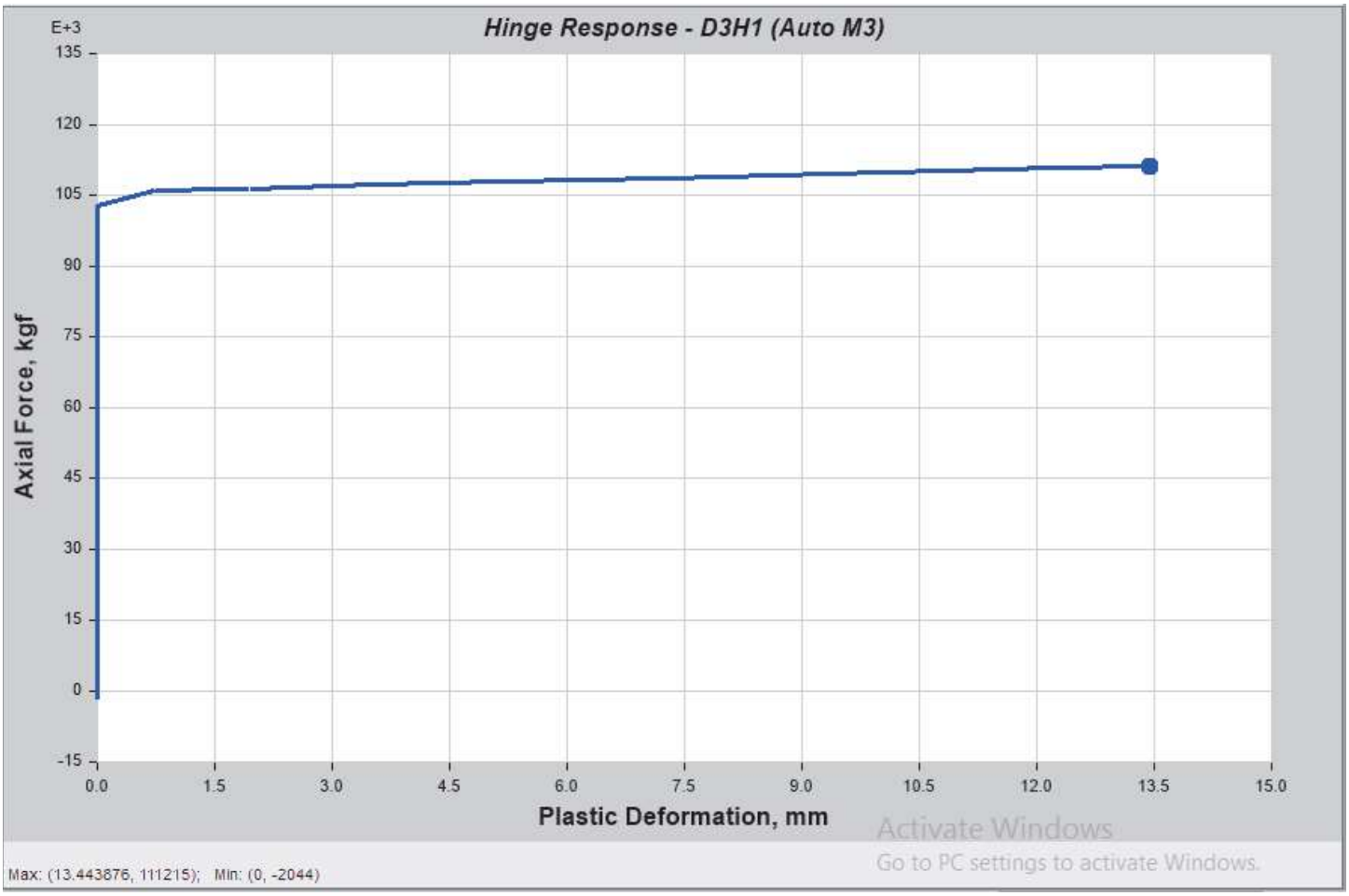
حال معیارهای پذیرش را بررسی می‌کنیم:

IO	LS	CP
$0.25\Delta_T = 1.90\ mm$	$7\Delta_T = 53.10\ mm$	$9\Delta_T = 68.3\ mm$
OK	OK	OK

مشاهده می‌شود که برای این مهاربند معیار پذیرش رعایت شده است.

www.sazeonline.ir

بررسی معیار پذیرش مهاربند در پارکینگ



همانطور که در شکل فوق مشاهده می‌شود، مقدار تغییرشکل پلاستیک ماکزیمم در این مهاربند 13.44 mm است. حال مطابق زیر به محاسبه مقدار مجاز تغییرشکل پلاستیک می‌پردازیم:

$$A = 40.72\ cm^2 \quad , \quad F_{ye} = 2640\ kgf/cm^2$$

$$P_T = AF_{ye} = 40.72 \times 2640 = 107500.80\ kgf$$

$$\Delta_T = \frac{P_T L}{AE} = \frac{107500.80 \times 574.54}{40.72 \times 2 \times 10^6} \times 10 = 7.58\ mm$$

حال معیارهای پذیرش را بررسی می‌کنیم:

IO	LS	CP
$0.25\Delta_T = 1.90\ mm$	$7\Delta_T = 53.10\ mm$	$9\Delta_T = 68.3\ mm$
NO	OK	OK

مشاهده می‌شود که برای این مهاربند معیار پذیرش برای سطوح عملکرد LS و CP رعایت شده است.

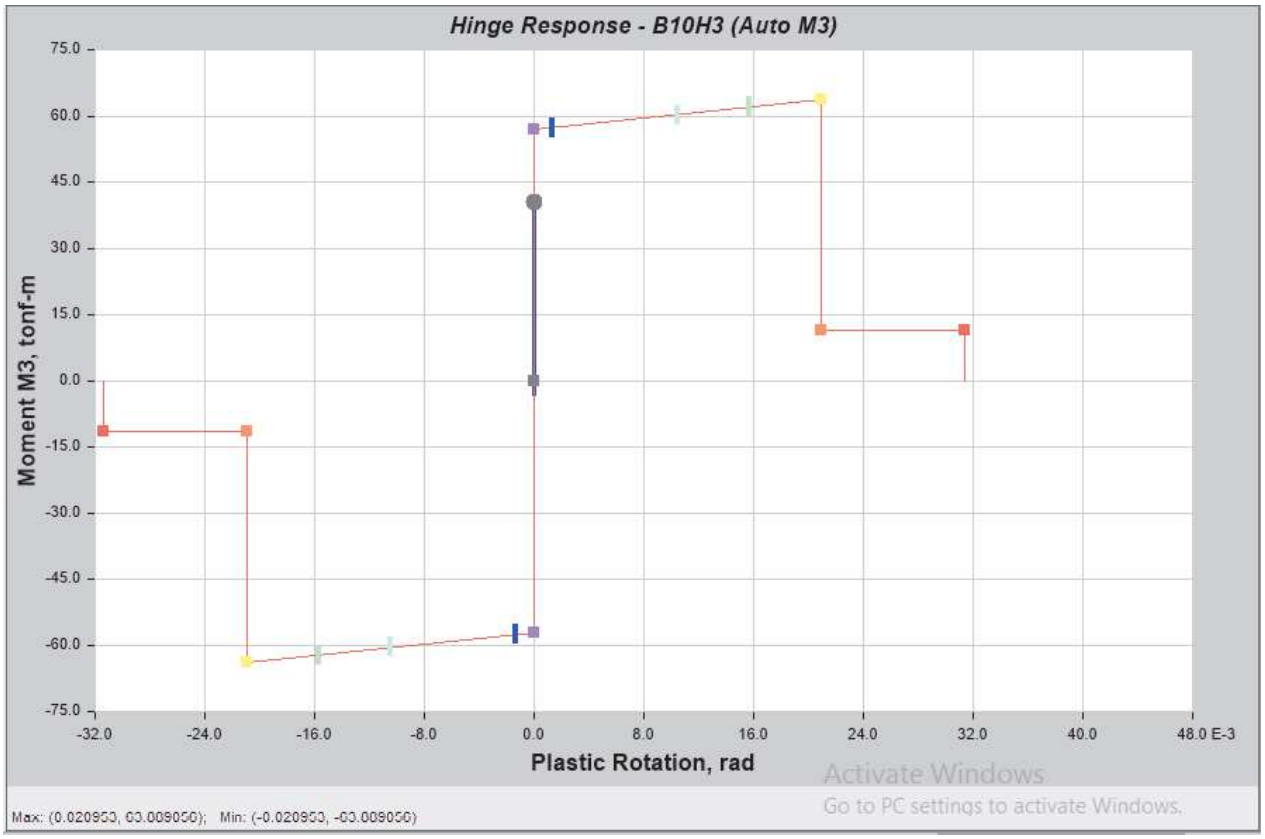
www.sazeonline.ir

انجام تحلیل برای G2Y – Push 01

Target Displacement Results	
Displ. (mm)	186.918463
Shear (kgf)	372197.8
Calculated Parameters	
C0	1.263734
C1	1
C2	1
Sa, g	0.459115
Te (sec)	1.394
Ki (tonf/cm)	21.26
Ke (tonf/cm)	21.26
Ti (sec)	1.394
Alpha	1.099241
R	0.72329
Dy (mm)	306.398923
Vy (kgf)	651435.44
Weight (kgf)	1026271.23
Cm	1

www.sazeonline.ir

بررسی معیار پذیرش تیر BC-1 در طبقه اول



همانطور که مشاهده می‌شود، نرم‌افزار مقدار 0.021 rad را برای ماکزیمم دوران پلاستیک این تیر تعیین کرده است.

با استفاده از جدول (۵-۳) نشریه ۳۶۰ ابتدا محدوده بررسی تیر موردنظر را بررسی می‌کنیم، مشخصات این تیر که تیرورق بوده مطابق زیر است:

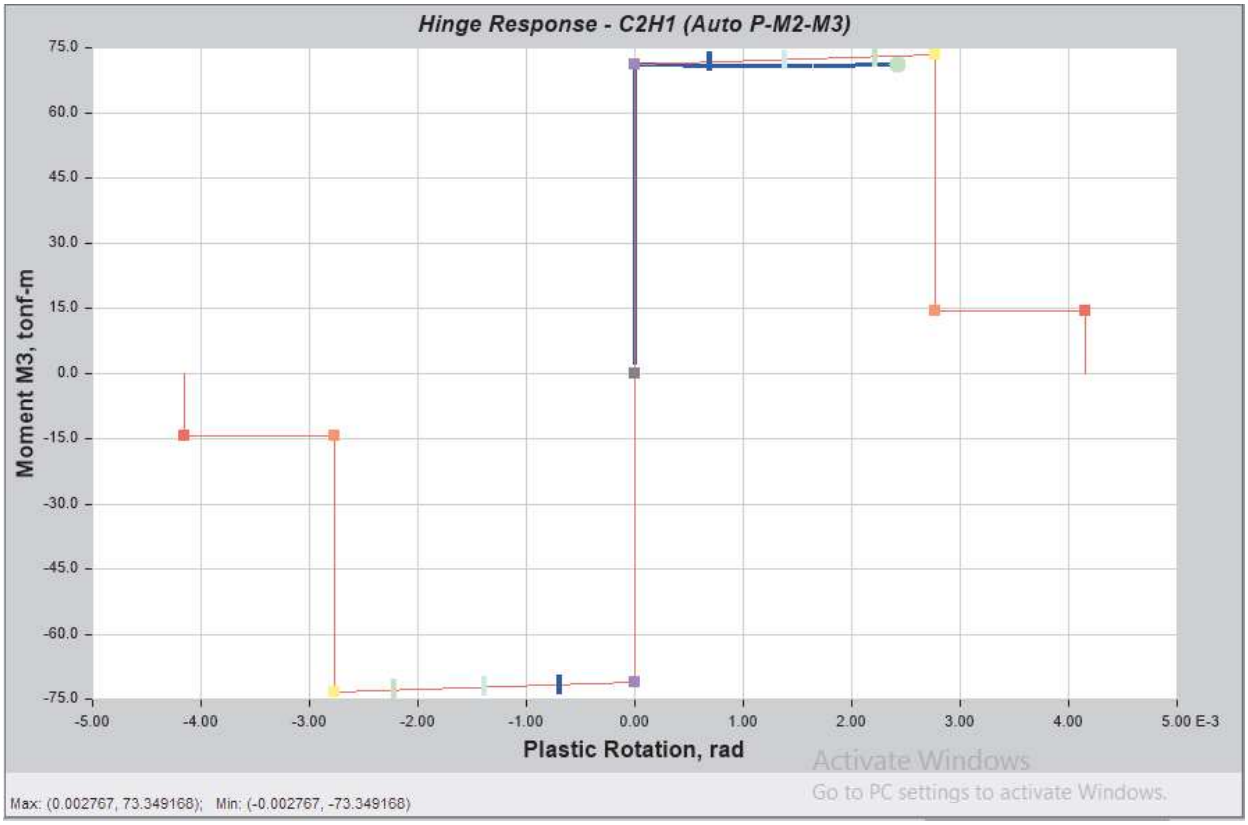
Section Dimensions		
Total Depth	43	cm
Top Flange Width	27	cm
Top Flange Thickness	1.5	cm
Web Thickness	1.2	cm
Bottom Flange Width	27	cm
Bottom Flange Thickness	1.5	cm
Fillet Radius	0	cm

$$\frac{h}{t_w} \le 2.45\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}\ ,\ \frac{b_f}{2t_f} \le 0.3\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \rightarrow \quad OK$$

$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}l_b}{6E\,I_b} = \frac{2160.75 \times 2640 \times 485}{6 \times 2 \times 10^6 \times 41291} = 0.0056\ rad$$

IO	LS	CP
$\theta_y = 0.0056\ rad$	$6\theta_y = 0.0335\ rad$	$8\theta_y = 0.0447\ rad$
OK	OK	OK

بررسی معیار پذیرش ستون C1 در طبقه پارکینگ



همانطور که مشاهده می‌شود، نرم‌افزار مقدار 0.0028 rad را برای ماکزیمم دوران پلاستیک ستون محاسبه کرده است.

با استفاده از جدول (۵-۳) داریم:

$$\frac{P}{P_{Cl}} = \frac{63.22}{633.60} = 0.10 \leq 0.20$$

Section Dimensions

Total Depth	35	cm
Total Width	35	cm
Flange Thickness	2	cm
Web Thickness	2	cm

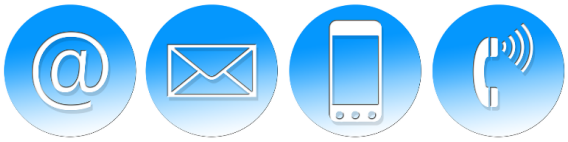
$$\frac{h}{t_w} \leq 1.76\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}\ ,\ \frac{b_f}{2t_f} \leq 0.3\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \rightarrow \quad OK$$

$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}l_c}{6E\,I_c}\left(1-\frac{P}{P_{ye}}\right) = \frac{3271 \times 2640 \times 300}{6 \times 2 \times 10^6 \times 48092}\left(1-\frac{63220}{264 \times 2640}\right) = 0.0041\ rad$$

IO	LS	CP
$\theta_y = 0.0041\ rad$	$6\theta_y = 0.0246\ rad$	$8\theta_y = 0.0328\ rad$
OK	OK	OK

انجام پروژه های دانشجویی مهندسی عمران

(کارشناسی و کارشناسی ارشد)



تلفن: ۰۹۳۹ ۳۷۵ ۴۰۰۱

ایمیل: Info@SoftCivil.ir
30vil68@Gmail.com

تلگرام: @SoftCivil.ir

اینستاگرام: @SoftCivil.ir

خرید پکیج با تخفیف استثنایی با ارسال پیام به واتساپ ۰۹۳۹۳۷۵۴۰۰۱