تحلیل استاتیکی غیرخطی(پوش آور)

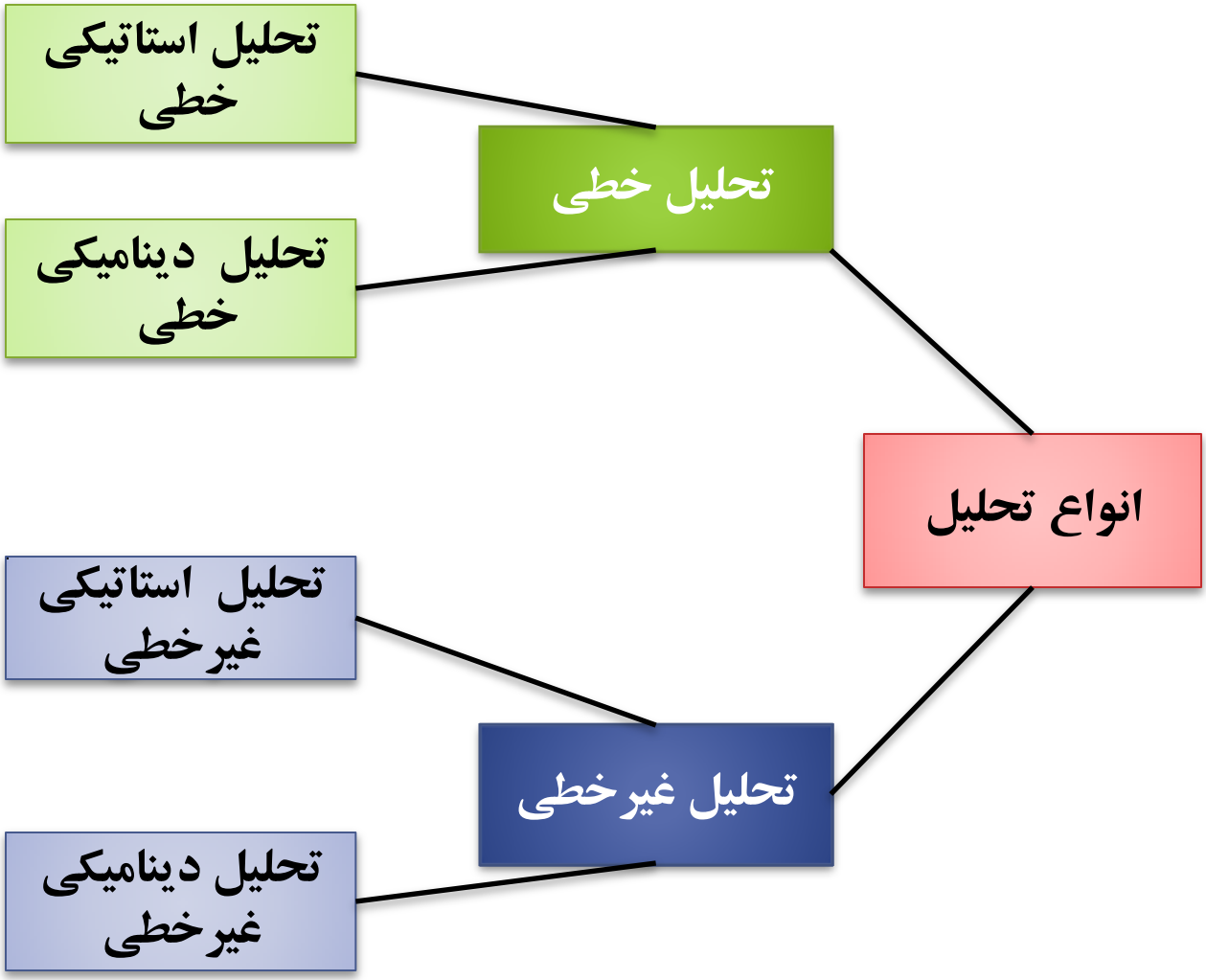
جلسه اول

جلسه اول:

معرفی انواع تحلیل‌های خطی و غیرخطی

مدرس دوره:
بهرام محمدپور(دانشجوی دکتری سازه)

M: 09385767058



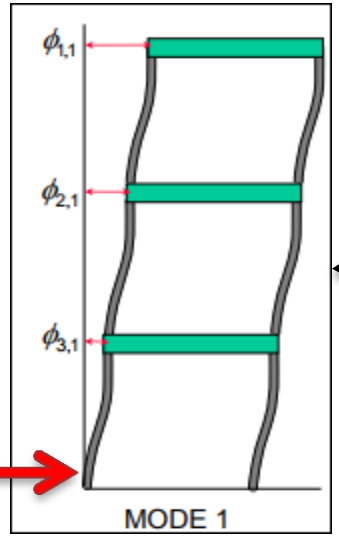
M: 09385767058

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

$$V_u = CW$$

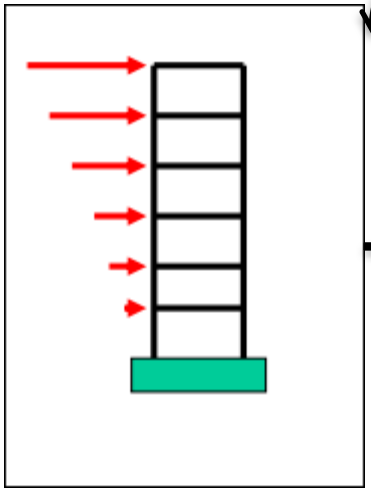
$$F_{ui} = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{j=1}^{n} W_j h_j^k}$$

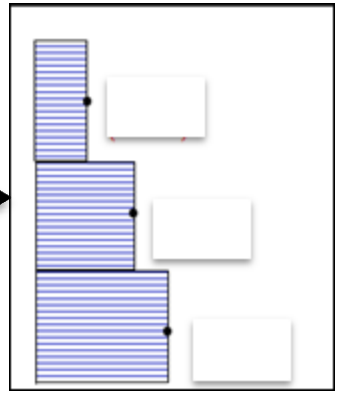
Vu



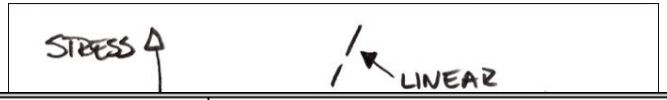
Vu

تحلیل استاتیکی معادل

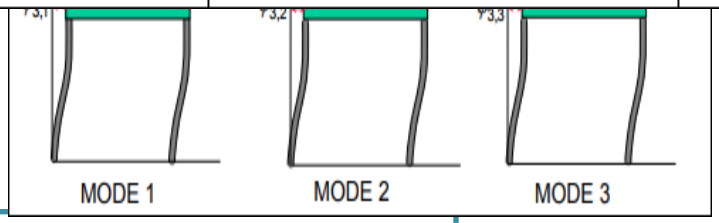




M: 09385767058



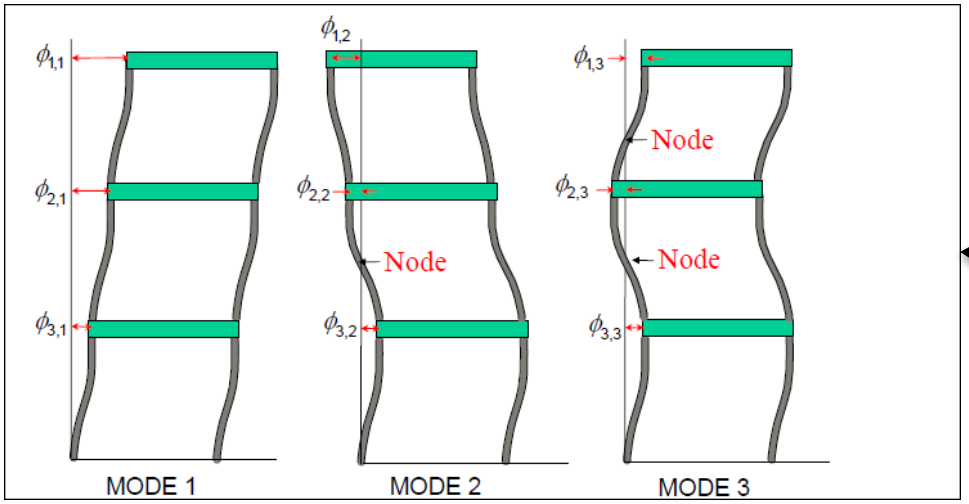
ردیف	نوع ساختمان	استاتیکی معادل
۱	کلیه ساختمان ها تا سه طبقه	✓
۲	ساختمان های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه	✓
۳	ساختمان های نامنظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه که نامنظمی آنها در پلان از نوع "پیچشی" یا "پیچشی شدید" و نا منظمی آنها در ارتفاع از نوع "نامنظمی جرمی" ، "طبقه نرم" ، "طبقه خیلی نرم" و "نامنظمی هندسی در ارتفاع" نباشد.	✓
۴	سایر ساختمان ها	



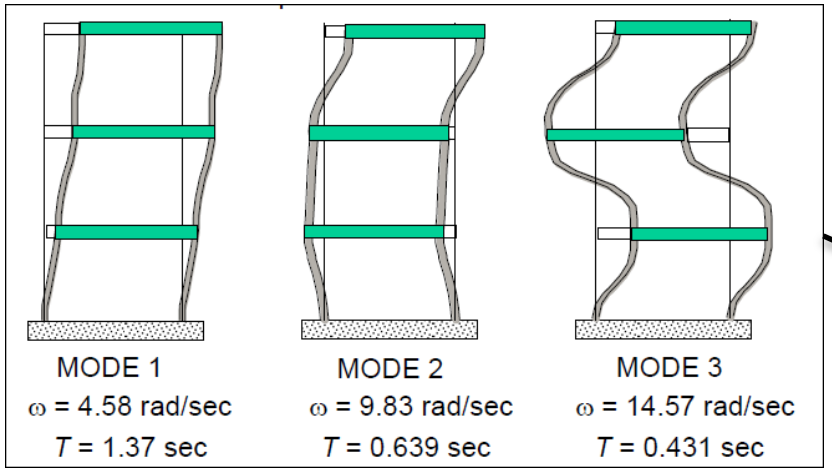
تئوری تحلیل استاتیکی معادل

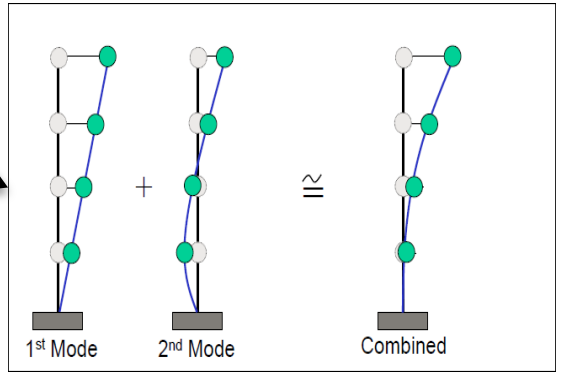
- رفتار مصالح خطی است
- رفتار هندسی خطی است
- بدون اثرات داخلی
- بدون ضربه
- بدون ارتعاش

M: 09385767058



تحلیل دینامیکی طیفی

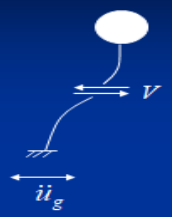




M: 09385767058

تحلیل دینامیکی طیفی

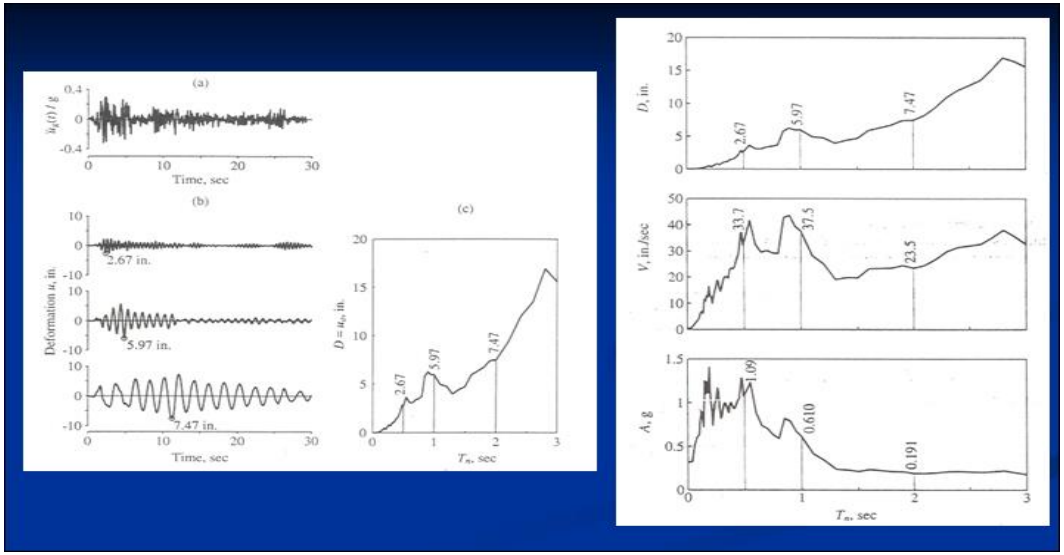
نیروی حداکثر زلزله:



نیرو در سازه $= V = -m\,ii^t$

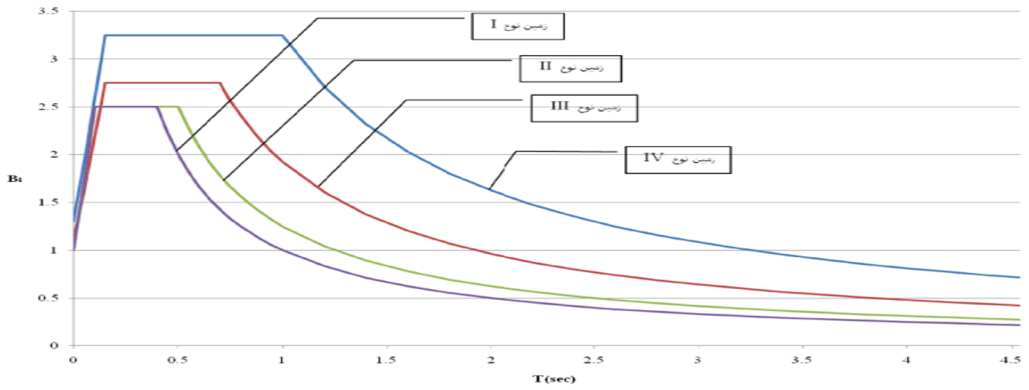
حداکثر نیرو در سازه $= \max|V|_m = \max|m\,ii\,t| = m\,S_a = \frac{S_a}{g}W$

پس حداکثر نیرو در سازه تابع مستقیم حداکثر شتاب کل سازه است.



M: 09385767058

طیف های طراحی هموار شده



اصلاح مقادیر بازتاب

الف) بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ برای سازه های منظم

$$MF = 0.85 \times \frac{V_{Static}}{V_{Dynamic}}$$

ب) برای سازه‌های نامنظم، که نامنظمی در آنها از نوع "طبقه خیلی ضعیف" یا "طبقه خیلی نرم" یا "پیچشی شدید" نباشد.

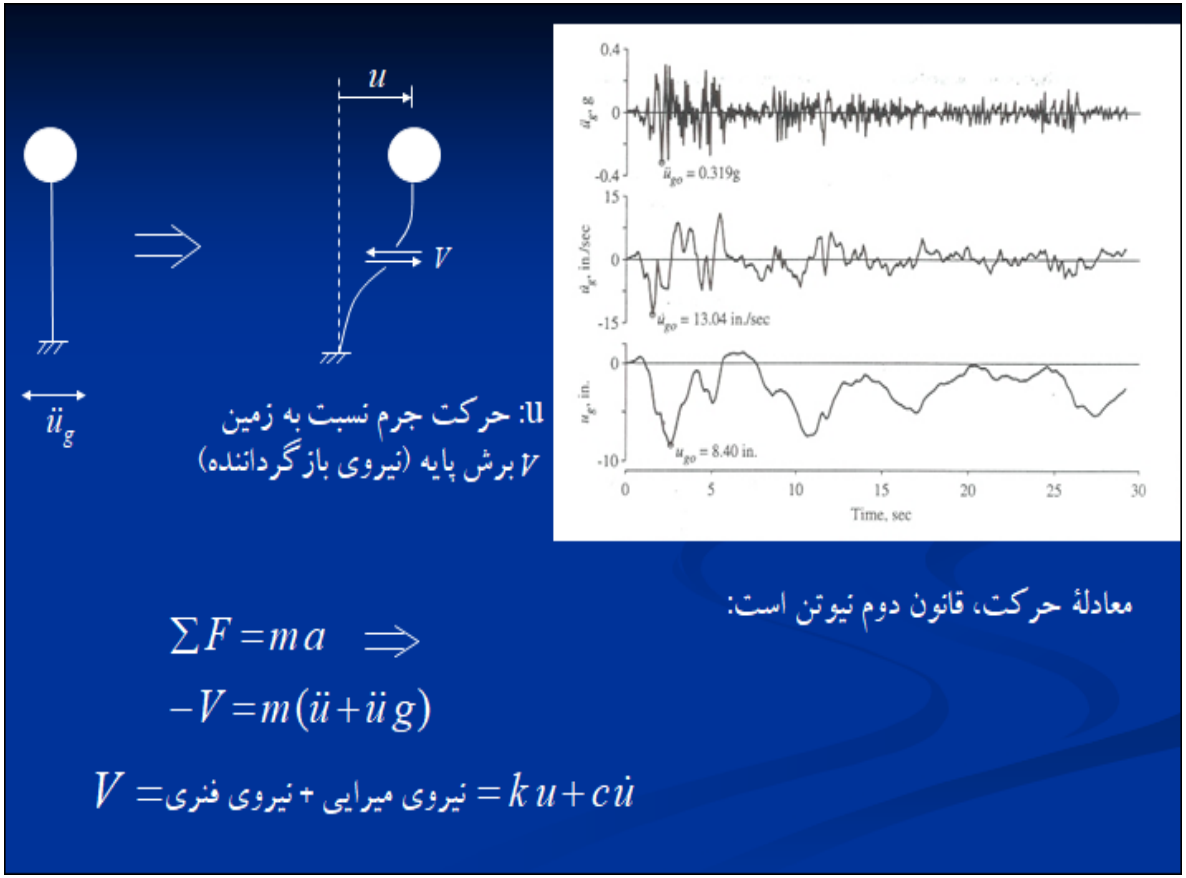
$$MF = 0.9 \times \frac{V_{Static}}{V_{Dynamic}}$$

پ) برای سازه های نامنظمی که نامنظمی آنها از نوع "طبقه خیلی ضعیف" یا "طبقه خیلی نرم" یا "پیچشی شدید" باشد.

$$MF = \frac{V_{Static}}{V_{Dynamic}}$$

M: 09385767058

تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی

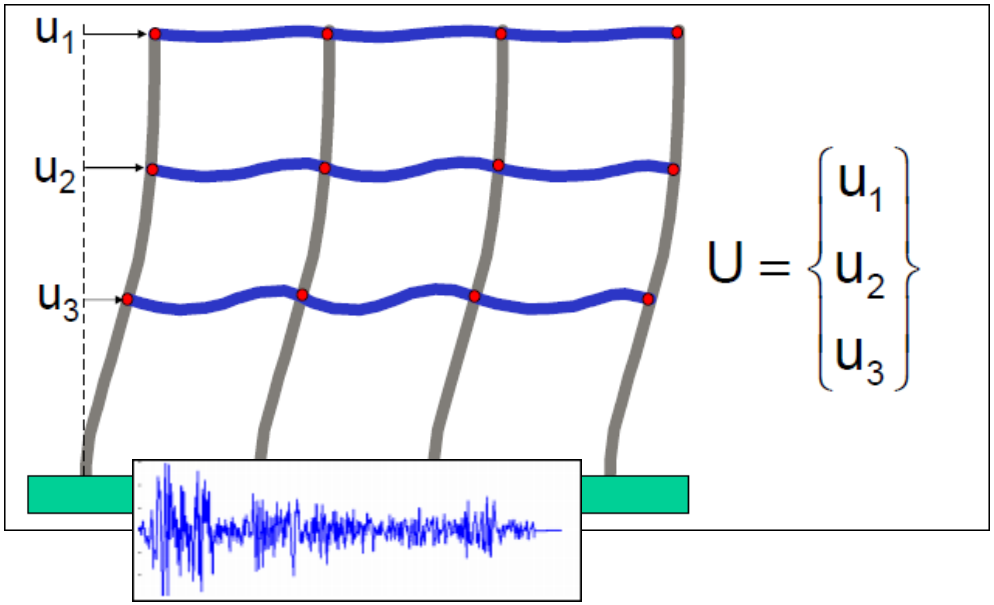


ll: حرکت جرم نسبت به زمین
V برش پایه (نیروی بازگرداننده)

معادلهٔ حرکت، قانون دوم نیوتن است:

$$\sum F = ma \Rightarrow$$
$$-V = m(\ddot{u} + \ddot{u}_g)$$
$$V = \text{نیروی فنری} + \text{نیروی میرایی} = ku + c\dot{u}$$

M: 09385767058



تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی

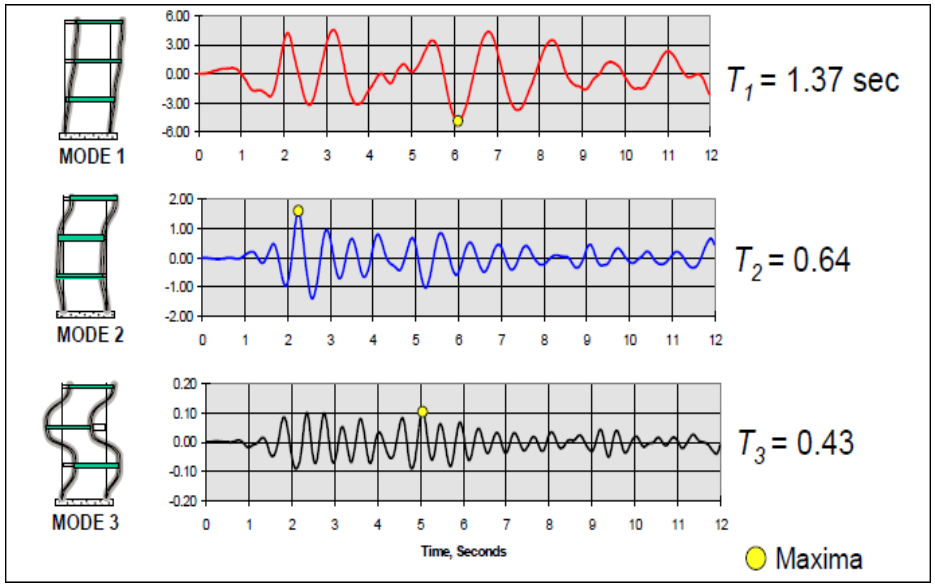
Mode 1 $m_1^*\ddot{y}_1 + c_1^*\dot{y}_1 + k_1^* y_1 = f_1^*(t)$

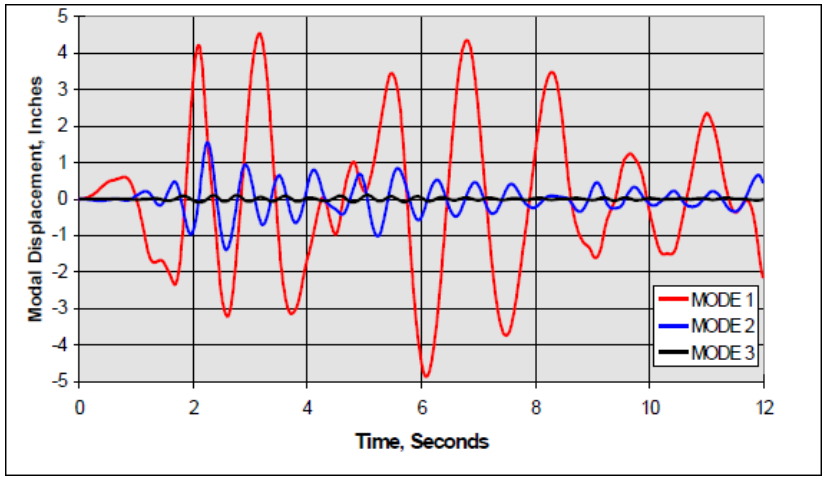
Mode 2 $m_2^*\ddot{y}_2 + c_2^*\dot{y}_2 + k_2^* y_2 = f_2^*(t)$

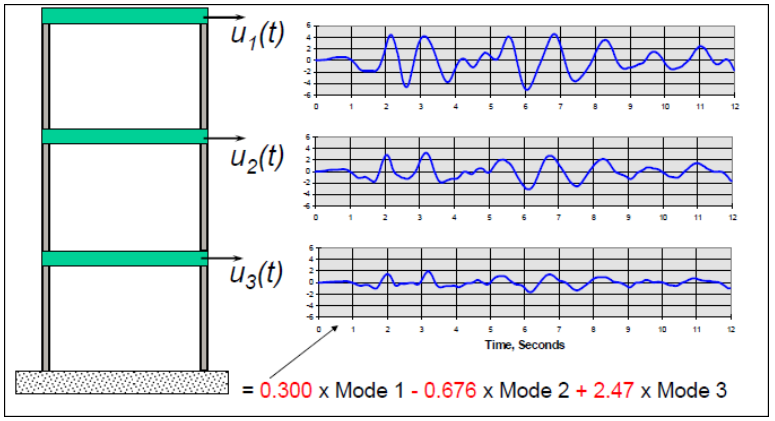
Mode 3 $m_3^*\ddot{y}_3 + c_3^*\dot{y}_3 + k_3^* y_3 = f_3^*(t)$

M: 09385767058

تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی







M: 09385767058

معایب تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی

- عدم قطعیت در انتخاب رکورد صحیح
- مدت زمان زیاد
- نیاز به تجربه بیشتر برای تفسیر نتایج
- هزینه زیاد

M: 09385767058

پایان جلسه اول

M: 09385767058

تحلیل استاتیکی غیرخطی(پوش آور)

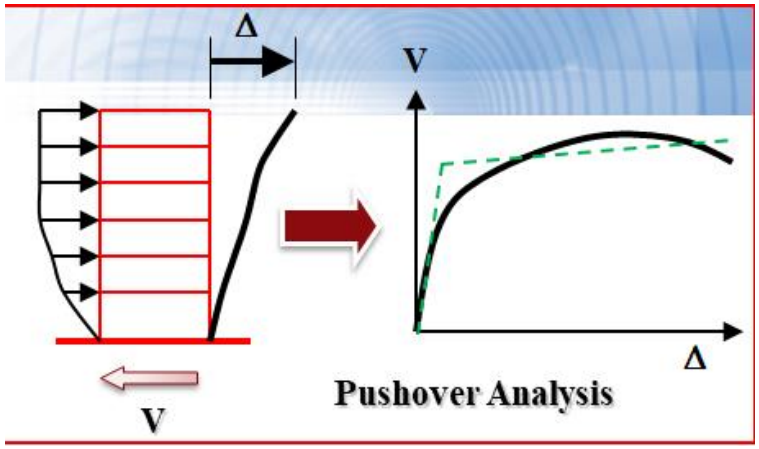
جلسه دوم

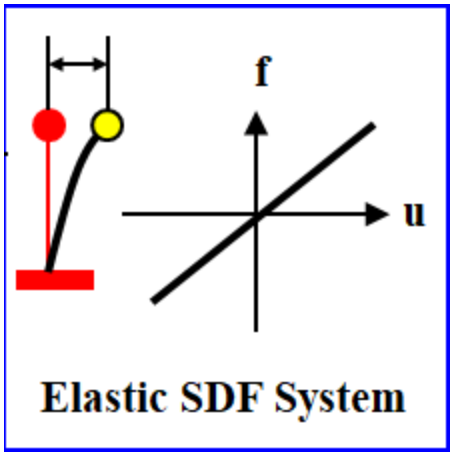
جلسه دوم:
بیان مفهوم کلی تحلیل استاتیکی غیرخطی

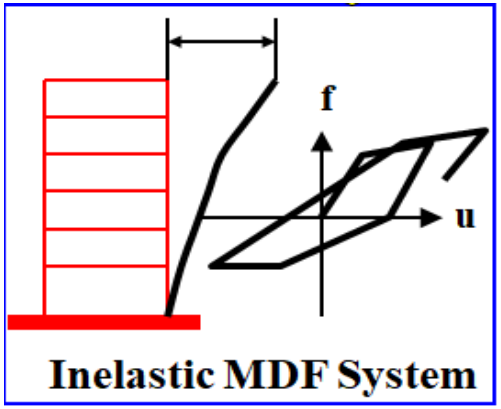
مدرس دوره:
بهرام محمدپور(دانشجوی دکتری سازه)

M: 09385767058

تحلیل بارافزون یا PUSHOVERعبارت است از تحلیل استاتیکی غیرخطی سازه، تحت اثر بارهای جانبی افزایش یابنده و تعییین نمودار بار – تغییرمکان یا منحنی ظرفیت سازه؛ که معمولاً از مقادیر برش پایه و تغییرمکان جانبی نقطه مرجع تراز بام برای رسم این نمودار استفاده می‌شود.



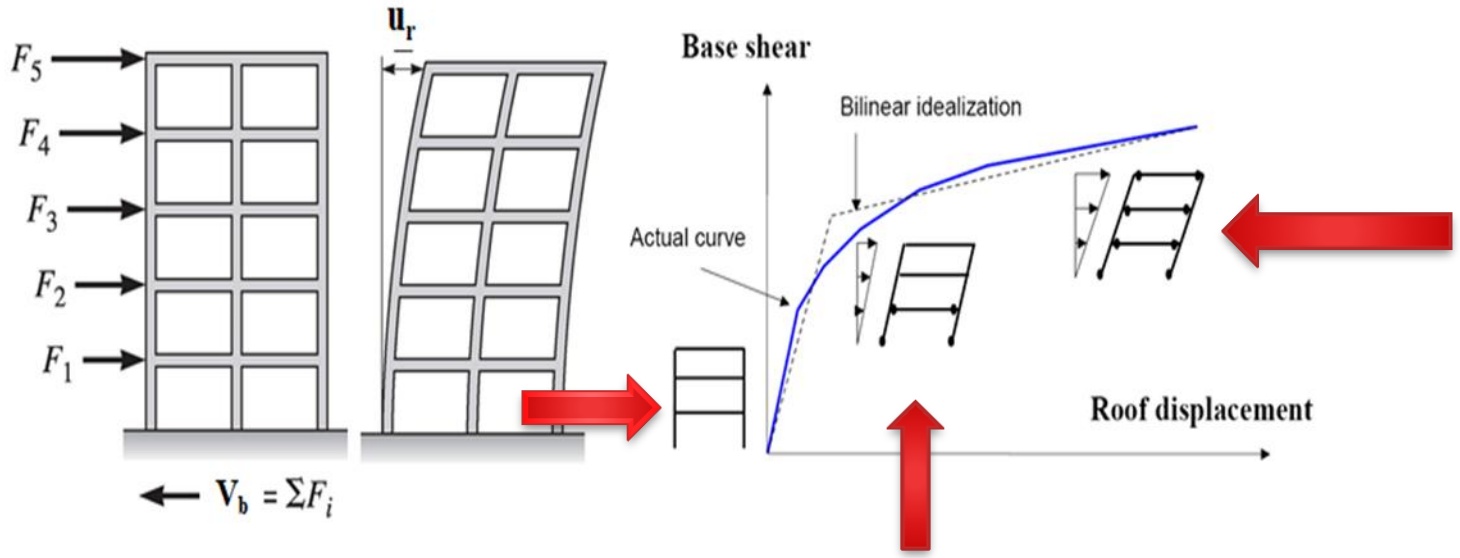




M: 09385767058

مزایای استفاده از روش تحلیل غیر استاتیکی

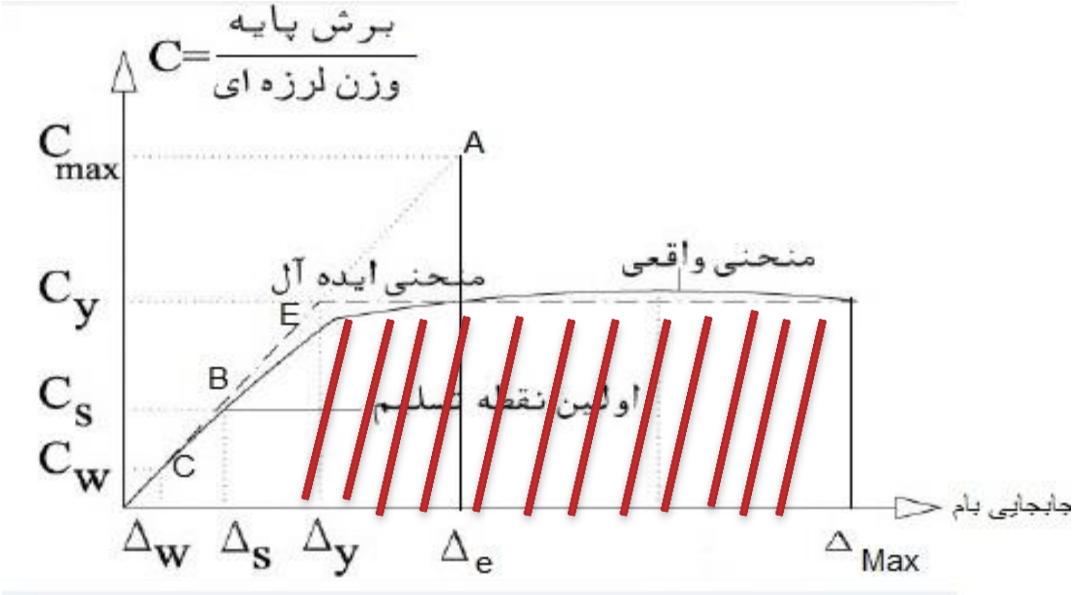
روش غیر خطی استاتیکی طراحی را بر مبنای عملکرد سازه و جابجایی و تغییر شکل‌ها انجام می‌دهد



M: 09385767058

مزایای استفاده از روش تحلیل غیر استاتیکی

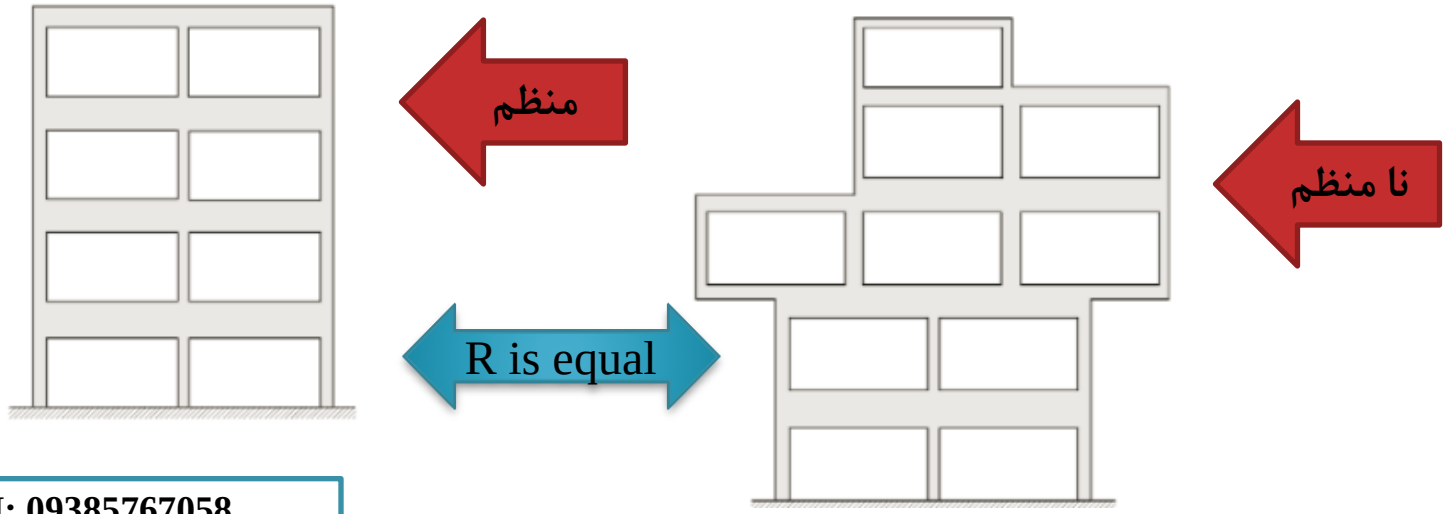
روش خطی استاتیکی از پارامتر ضریب رفتار (R) برای کاهش نیروهای واقعی ناشی از زلزله و اعمال آنها بر سازه استفاده می‌شود، اما اگر دو ساختمان کاملاً متفاوت و با سیستم سازه‌ای یکسان تحت مطالعه دقیق قرار گیرند معلوم خواهد شد به خاطر عملکردهای متفاوت سازه‌ای ناشی از مسائلی چون پیکربندی، ارتفاع سازه، توزیع نیرو و . . . ساختمان‌های دارای سطوح خرابی متفاوتی خواهند بود



M: 09385767058

مزایای استفاده از روش تحلیل غیر استاتیکی

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی	R_u	Ω_0	Cd	H_m (متر)
سیستم قاب خمشی	قاب خمشی بتن مسلح ویژه[۴]	۵/۷	۳	۵/۵	۲۰۰
سیستم قاب خمشی	قاب خمشی بتن مسلح متوسط[۴]	۵	۳	۵/۴	۵۰
سیستم قاب خمشی	قاب خمشی بتن مسلح ویژه[۴]	۳	۳	۵/۲	-
سیستم دوگانه یا ترکیبی	قاب خمشی ویژه(فولادی یا بتنی)+دیوارهای برشی بتن مسلح ویژه	۵/۷	۵/۲	۵/۵	۲۰۰
سیستم دوگانه یا ترکیبی	قاب خمشی بتن متوسط+دیوار برشی بتن مسلح ویژه	۵/۶	۵/۲	۵	۷۰
سیستم دوگانه یا ترکیبی	قاب خمشی بتن متوسط+دیوار برشی بتن مسلح متوسط	۵/۶	۵/۲	۵/۴	۵۰



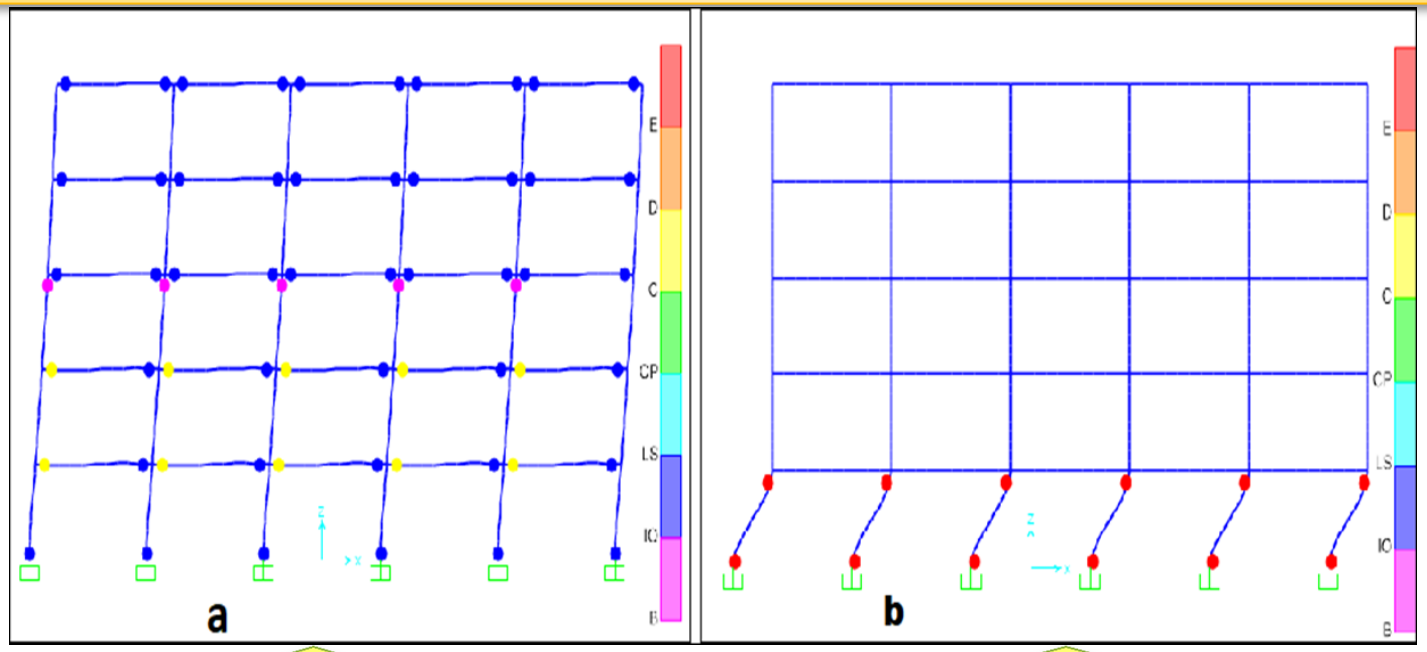
M: 09385767058

مزایای استفاده از روش تحلیل غیر استاتیکی

Type of Building	Mode 1	Mode 2	Mode 3
	Y-translation (0.89 s)	X translation (0.87 s)	Torsion (0.79 s)
	Y-translation with torsion (0.87 s)	X translation (0.84 s)	Torsion (0.74 s)
	Y-translation with torsion (0.84 s)	X translation (0.78 s)	Torsion (0.65 s)
	Y-translation with torsion (0.78 s)	X translation (0.70 s)	Torsion (0.54 s)
	Y-translation with torsion (0.86 s)	X translation (0.81 s)	Torsion (0.67 s)
	Y-translation with torsion (0.82 s)	X translation (0.75 s)	Torsion (0.58 s)
	Y-translation with torsion (0.86 s)	X translation (0.83 s)	Torsion (0.69 s)
	Y-translation (0.73 s)	X translation (0.72 s)	Torsion (0.56 s)
	Y-translation with torsion (0.99 s)	X translation (0.96 s)	Torsion (0.82 s)

مزایای استفاده از روش تحلیل غیر استاتیکی

انجام تحلیل بار افزون در روش غیرخطی استاتیکی باعث می‌شود طراح با رفتار سازه در محدوده‌ی غیرارتجاعی آشنا شده و با اصلاح رفتار سازه باعث بهبود رفتار لرزه‌ای سازه هنگام پاسخ‌های غیرخطی گردد



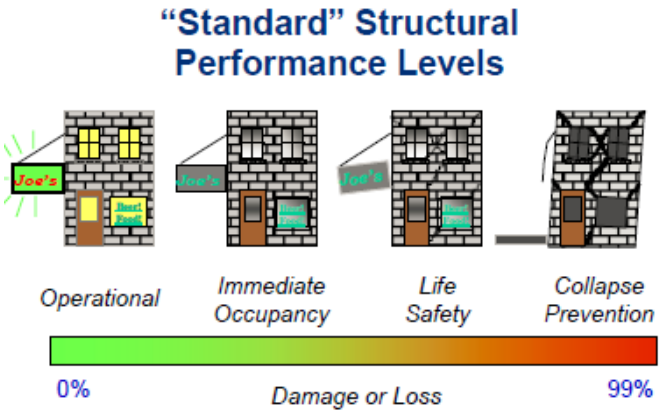
Appropriate

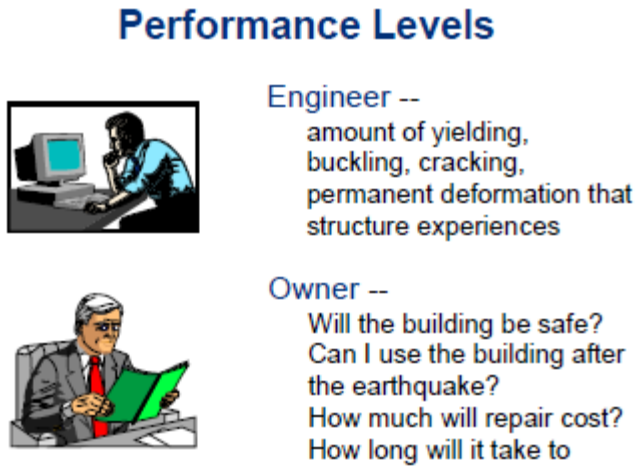
Inappropriate

M: 09385767058

مزایای استفاده از روش تحلیل غیر استاتیکی

با توجه به دستورالعمل‌های منتشر شده و تعریف سطوح مختلف عملکرد می‌توان با ترکیب آنها یک هدف طراحی را تعیین کرد، در این میان می‌توان با نظر کارفرما، سطح عملکرد بالاتری را که منجر به کاهش خسارات خواهد شد انتخاب کرد، این روال تنوع بیشتری را در طراحی ساختمان‌ها بوجود خواهدآورد و ممکن است در مواردی به اقتصادی شدن طرح‌ها منجر شود





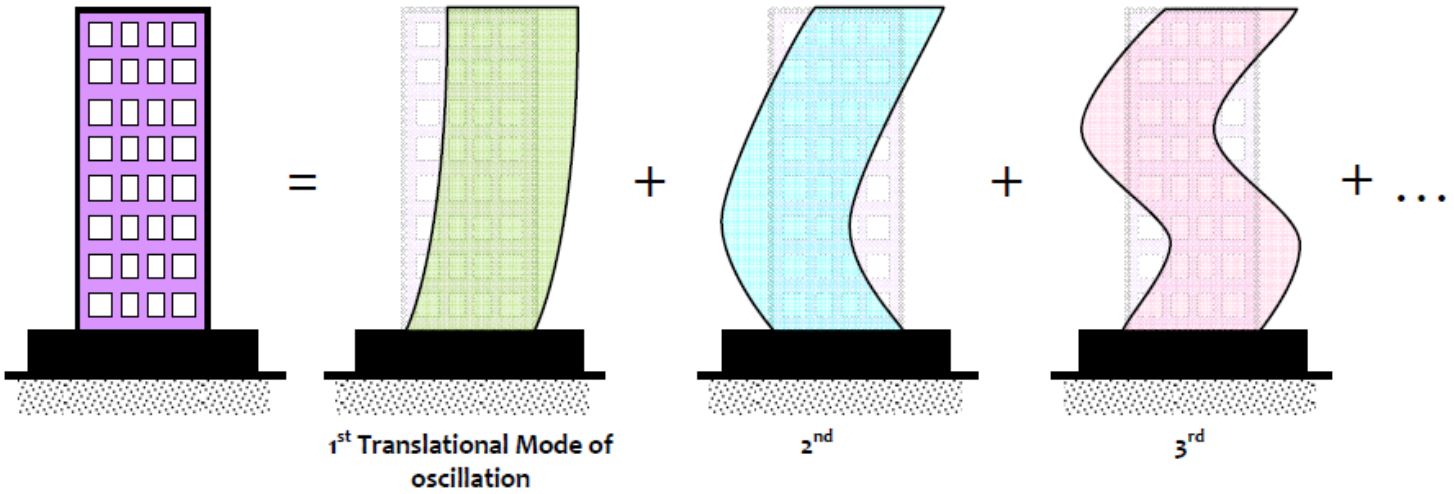
M: 09385767058

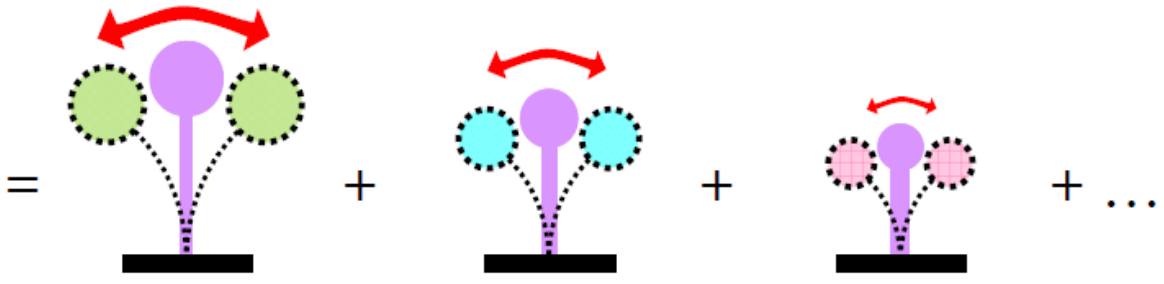
محدودیت استاندارد ۲۸۰۰ استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی در سازه‌ها

از این روش در سازه‌هایی می توان استفاده نمود که در آنها اثر مودهای بالاتر عمده نباشد. برای تعیین این موضوع ضروری است سازه ساختمان دو بار با استفاده از روش تحلیل دینامیکی طیفی تحلیل شود. در بار اول تنها مود اول سازه در نظر گرفته شده و در بار دوم تمام مودهای نوسانی که مجموع جرم موثر آنها حداقل ۹۰٪ جرم کل سازه است باید در نظر گرفته شود. در صورتی که نتایج تحلیل دوم نشان دهد نیروی برشی در طبقه‌ای بیش از ۳۰٪ از نیروی برشی حاصل از تحلیل اول بزرگتر است، این امر به معنی عمده بودن اثر مودهای بالای سازه است

M: 09385767058

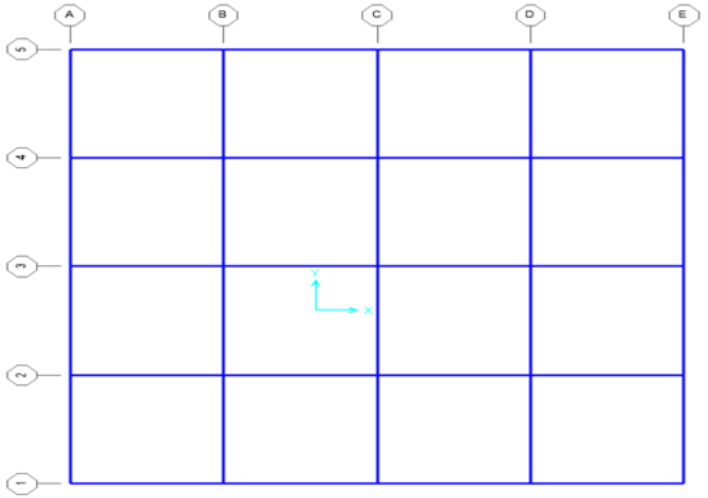
محدودیت استاندارد ۲۸۰۰ استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی در سازه‌ها



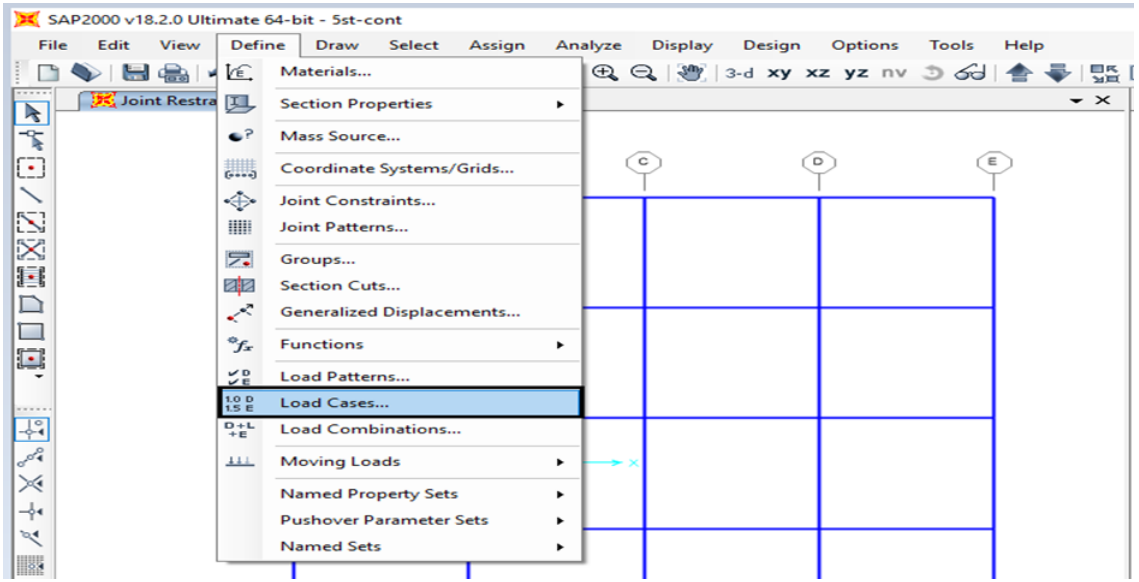


M: 09385767058

محدودیت استاندارد ۲۸۰۰ استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی در سازه‌ها



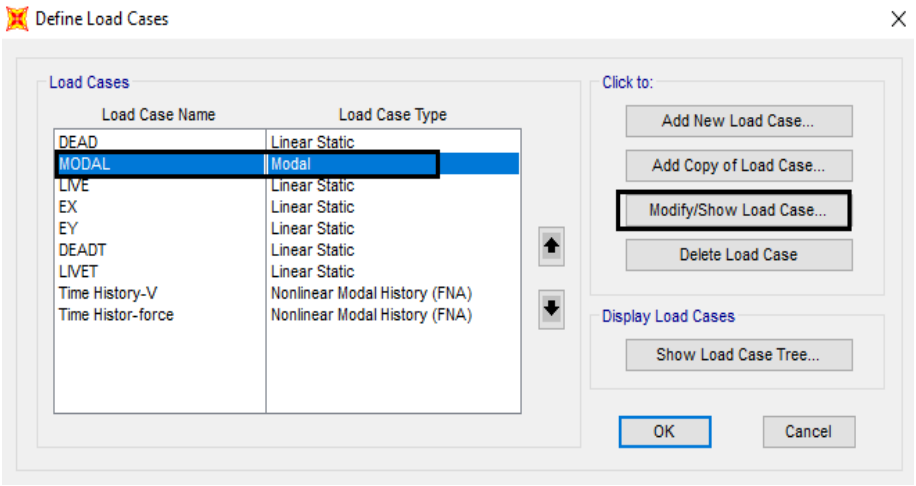
پلان سازه مورد بررسی



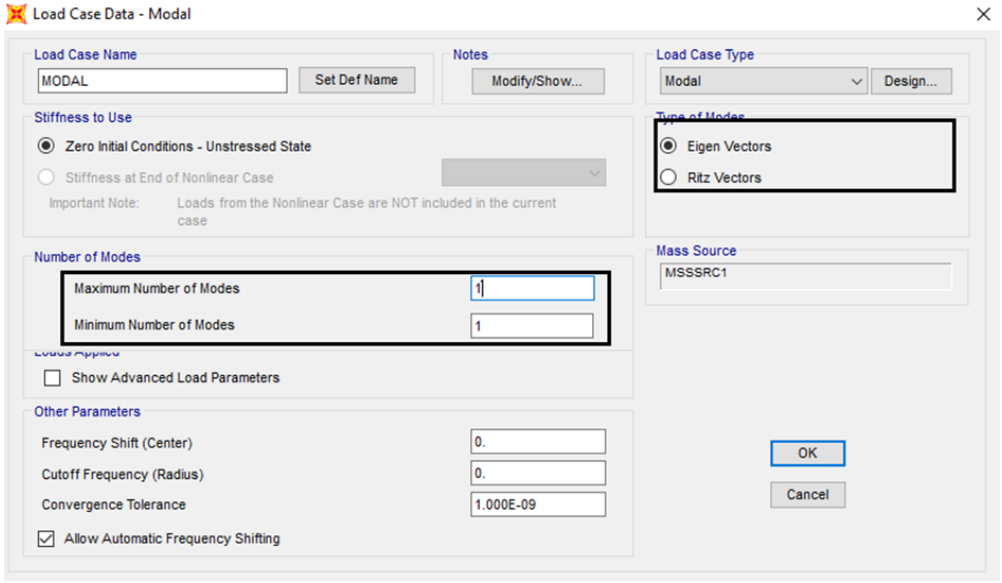
مسیر تنظیم مودهای سازه

M: 09385767058

محدودیت استاندارد ۲۸۰۰ استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی در سازه‌ها



انتخاب گزینه Modal

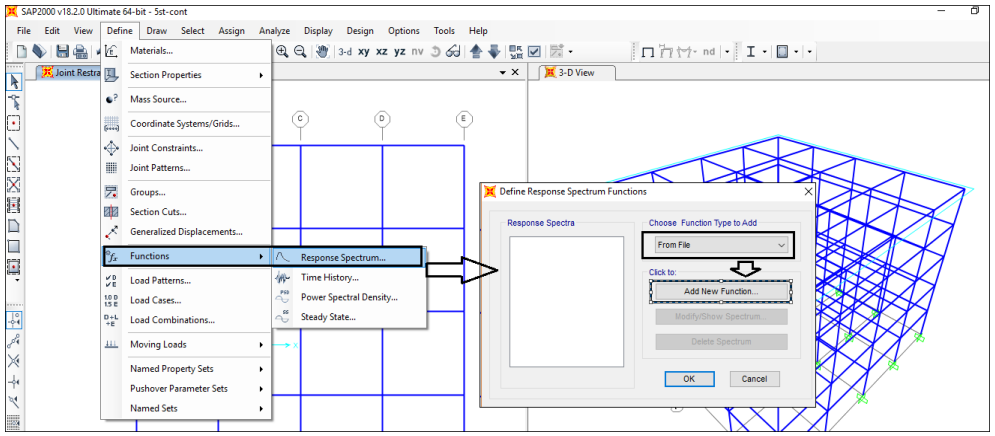


تنظیم سازه برای تحلیل با یک مود

M: 09385767058

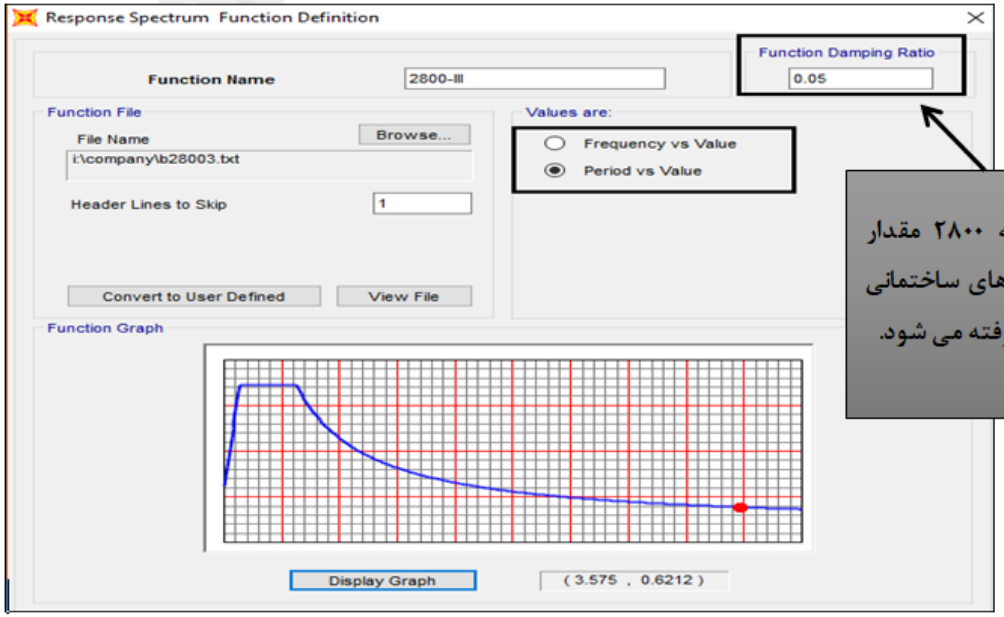
بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

محدودیت استاندارد ۲۸۰۰ استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی در سازه‌ها



مسیر فراخوانی طیف

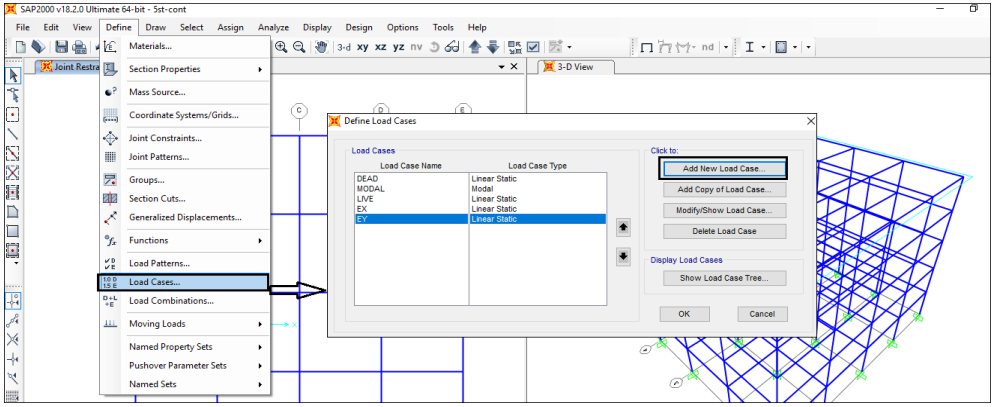
تنظیمات طیف طراحی فراخوانی شده



بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ مقدار میرایی برای سازه‌های ساختمانی برابر ۵ ٪ در نظر گرفته می شود.

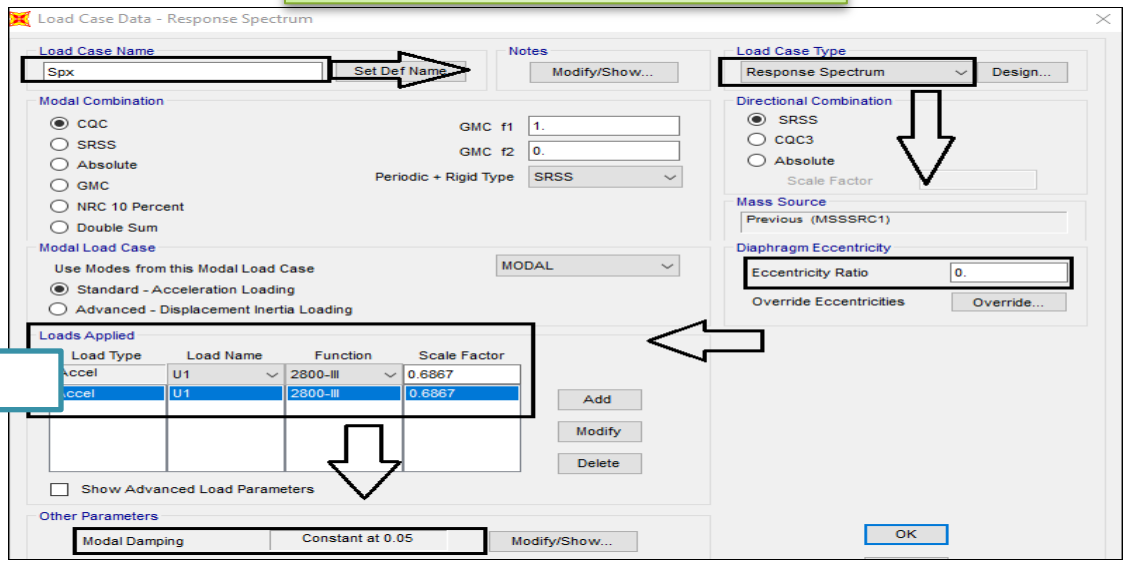
M: 09385767058

محدودیت استاندارد ۲۸۰۰ استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی در سازه‌ها



مسیر تنظیم الگوی بار طیفی

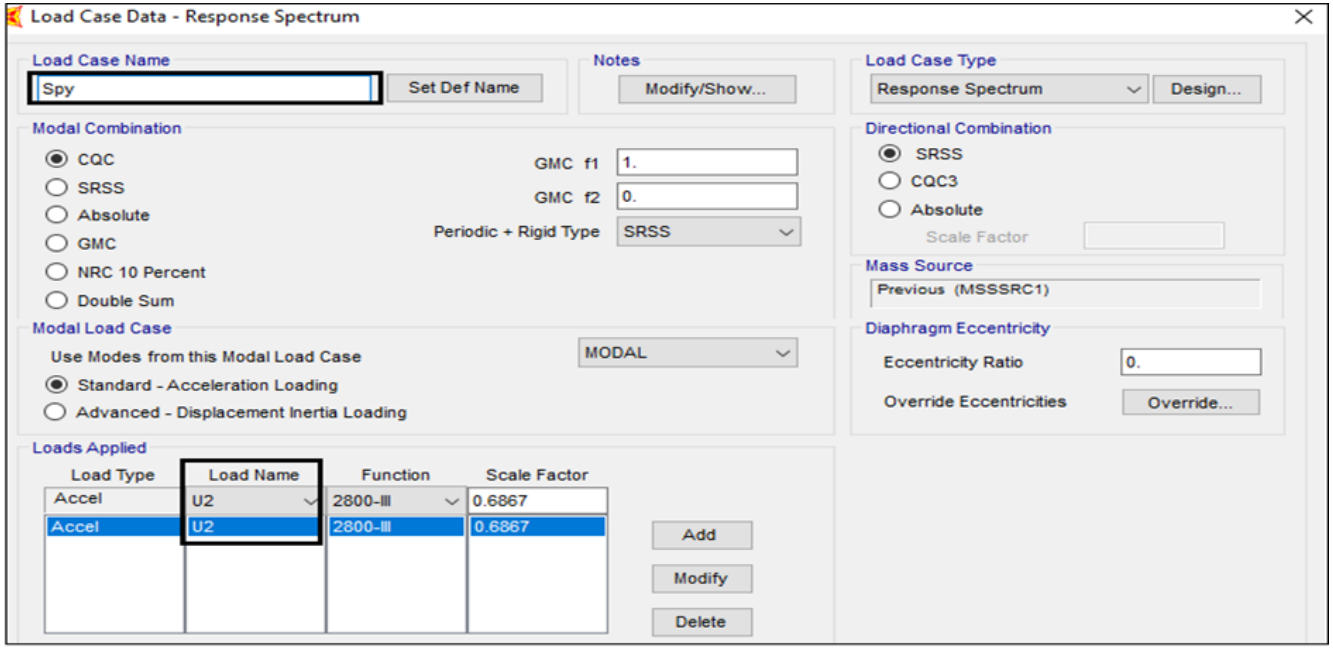
تنظیمات الگوی بار طیفی راستای X



M: 09385767058

محدودیت استاندارد ۲۸۰۰ استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی در سازه‌ها

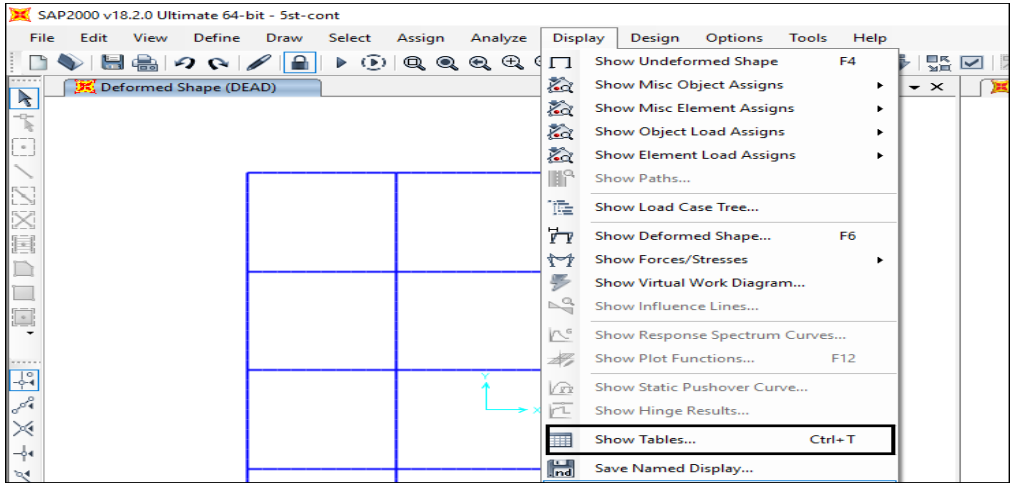
تنظیمات الگوی بار طیفی راستای y



M: 09385767058

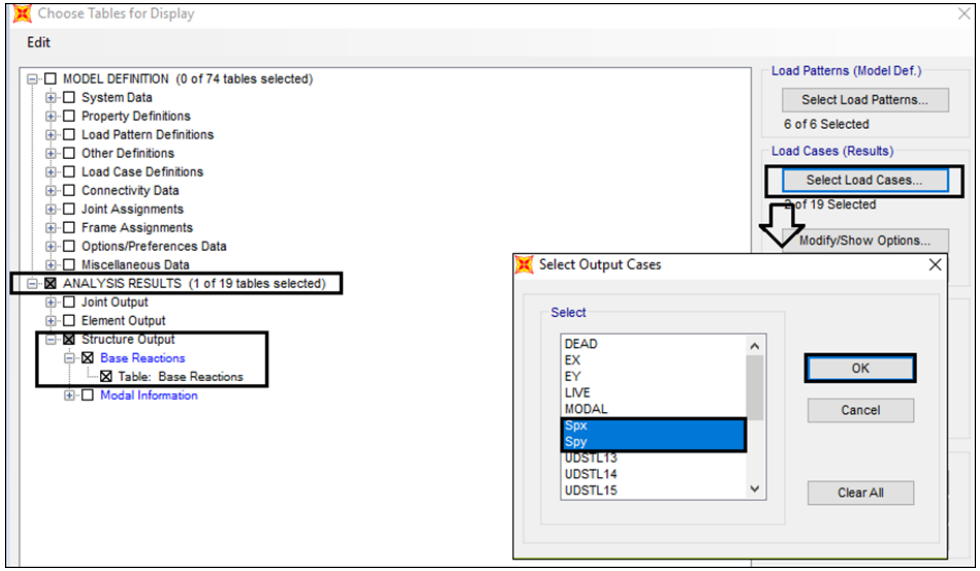
بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

محدودیت استاندارد ۲۸۰۰ استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی در سازه‌ها



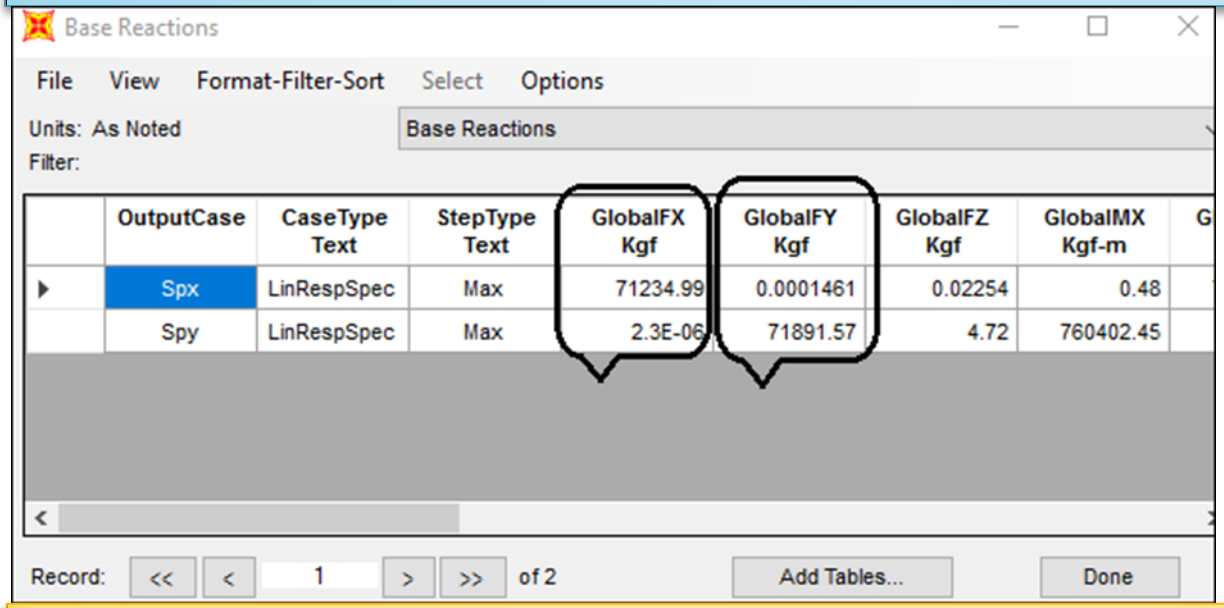
مسیر استخراج برش پایه

انتخاب الگوی بار طیفی هر دو راستا



M: 09385767058

محدودیت استاندارد ۲۸۰۰ استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی در سازه‌ها



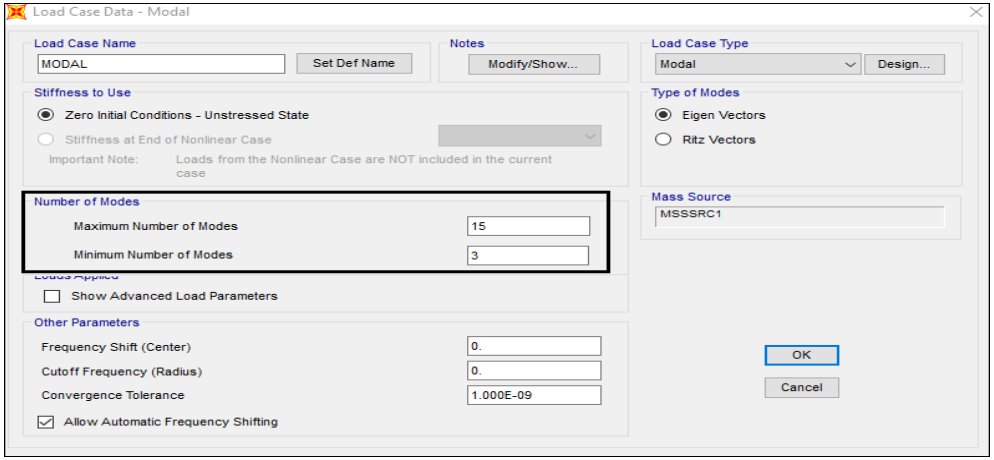
نمایش برش پایه هر دو راستای x و y

همچنان که مشاهده می‌گردد، مقدار برش پایه راستای x برابر ۷۴۱/۲۳۴ تن و مقدار برش پایه راستای y برابر ۷۱/۸۹۱ تن است. در این مرحله تعداد مودهای سازه افزایش می یابد. در افزایش تعداد مودهای سازه، برای اینکه تعداد مودها بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ کافی باشد، یعنی مجموع جرم مشارکت مودها به ۹۰٪ جرم کل برسد، می توان تعداد مودها را برای سازه های سه‌بعدی سه برابر تعداد طبقات انتخاب نمود. لذا در الین مرحله، مودهای سازه از مسیر شکل ۵ به سه برابر تعداد طبقات یعنی ۱۵ مود افزایش می یابد.

M: 09385767058

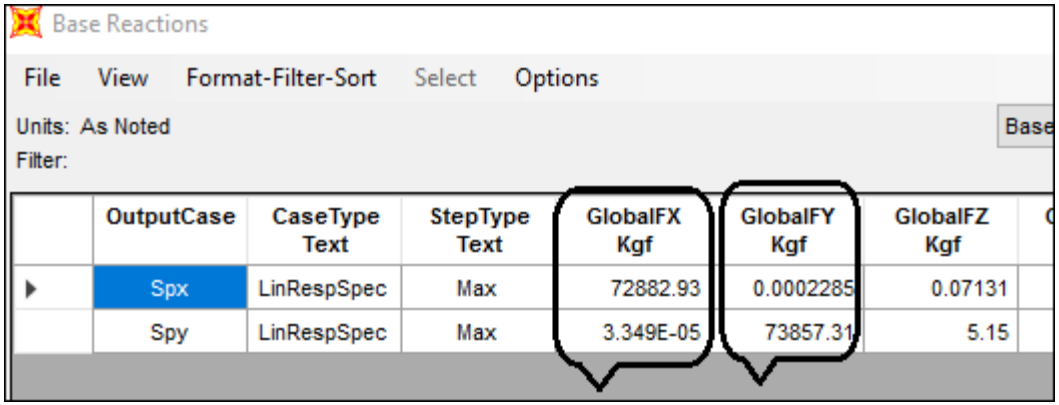
بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

محدودیت استاندارد ۲۸۰۰ استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی در سازه‌ها



افزایش تعداد مودها

نمایش برش پایه هر دو راستای x و y بعد از افزایش مودها



	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf
▶	Spx	LinRespSpec	Max	72882.93	0.0002285	0.07131
	Spy	LinRespSpec	Max	3.349E-05	73857.31	5.15

M: 09385767058

پایان جلسه دوم

M: 09385767058

تحلیل استاتیکی غیرخطی(پوش آور)

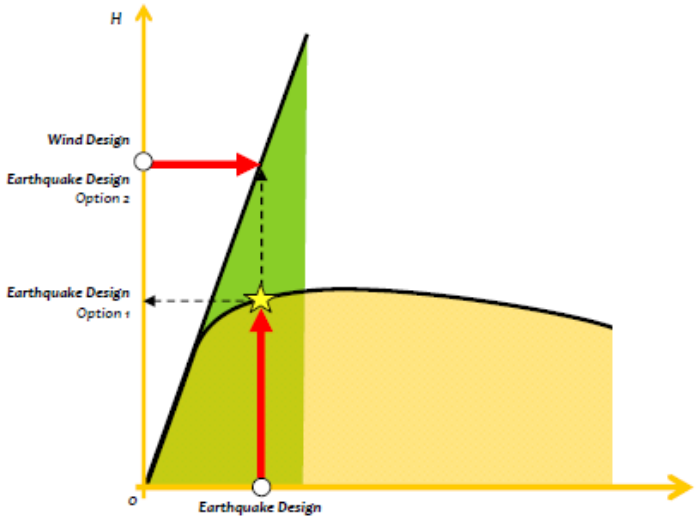
سوم

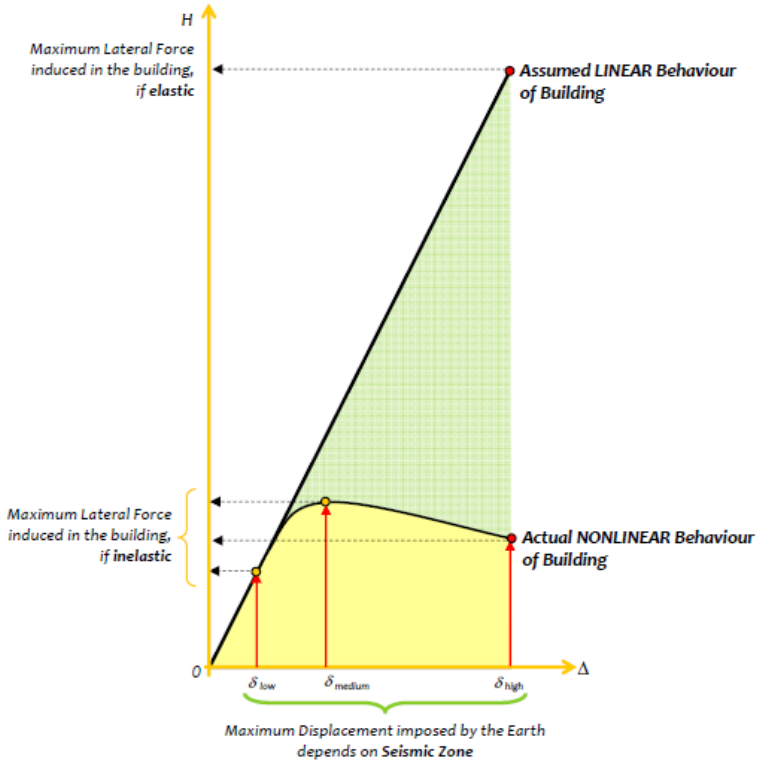
جلسه دوم:
بیان رفتار غیرخطی مصالح و سطوح عملکرد

مدرس دوره:
بهرام محمدپور(دانشجوی دکتری سازه)

M: 09385767058

رفتار غیر خطی مصالح؟



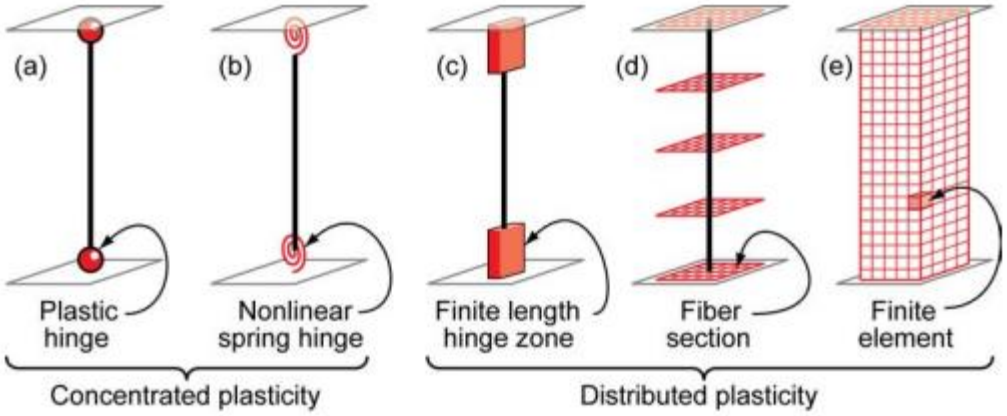


M: 09385767058

رفتار غیر خطی مصالح

رروشهای مختلف تعریف غیرخطی مصالح

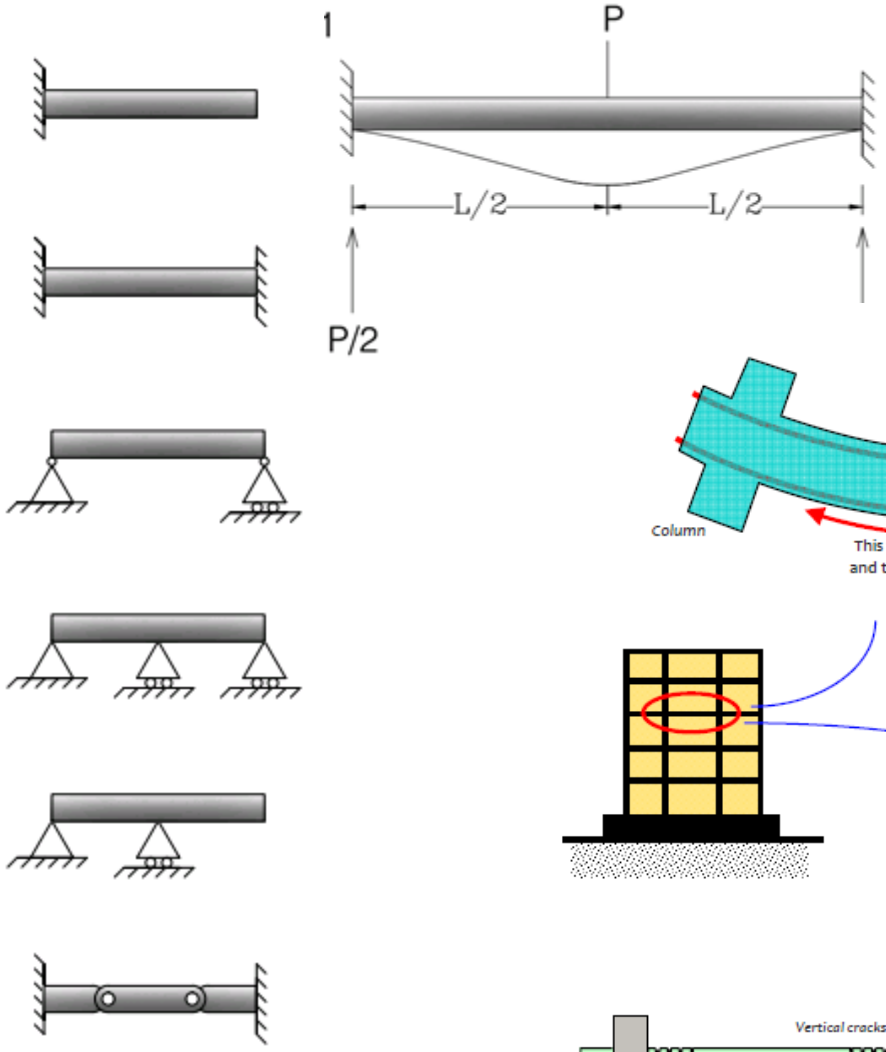
- روش اجزاء محدود
- روش فایبرروش
- مفصل پلاستیک

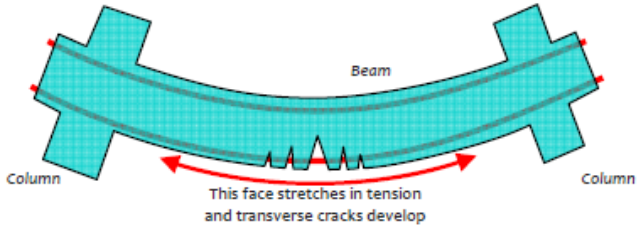


در برنامه Sap2000 رفتار غیرخطی مصالح از طریق مفصل پلاستیک تعریف می‌شود

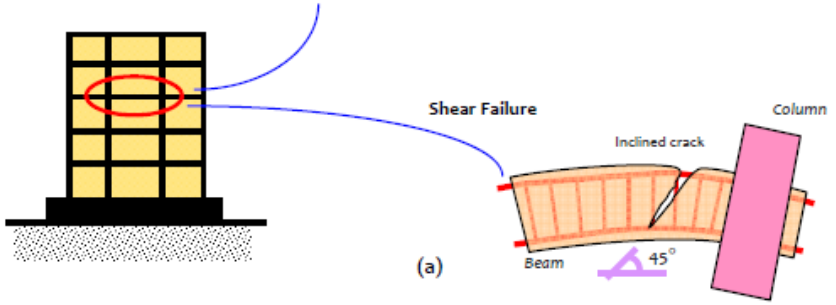
M: 09385767058

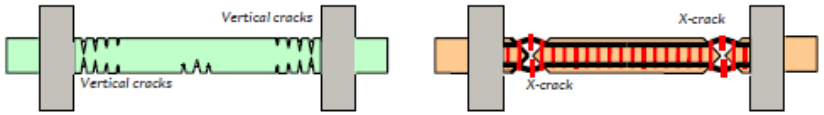
رفتار غیر خطی مصالح





Flexure Failure

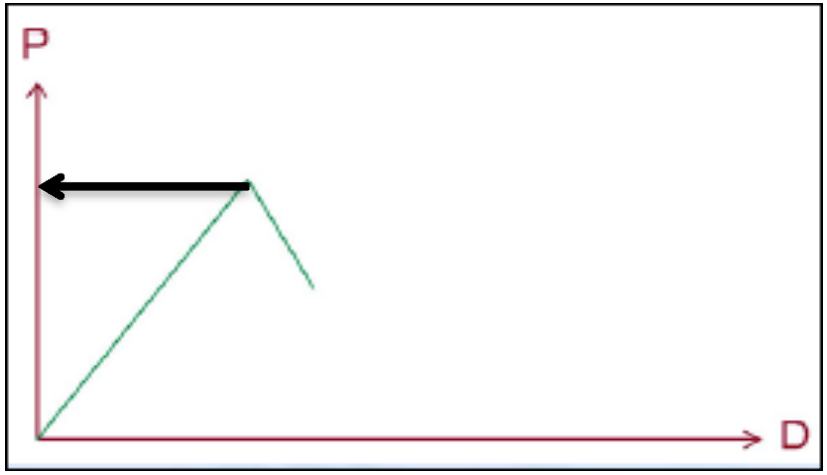




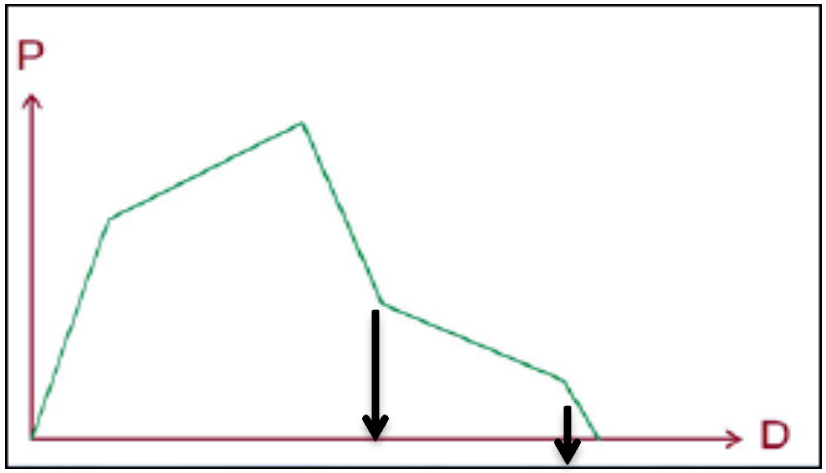
(b)

M: 09385767058

المانهای کنترل شونده با نیرو و تغییر شکل



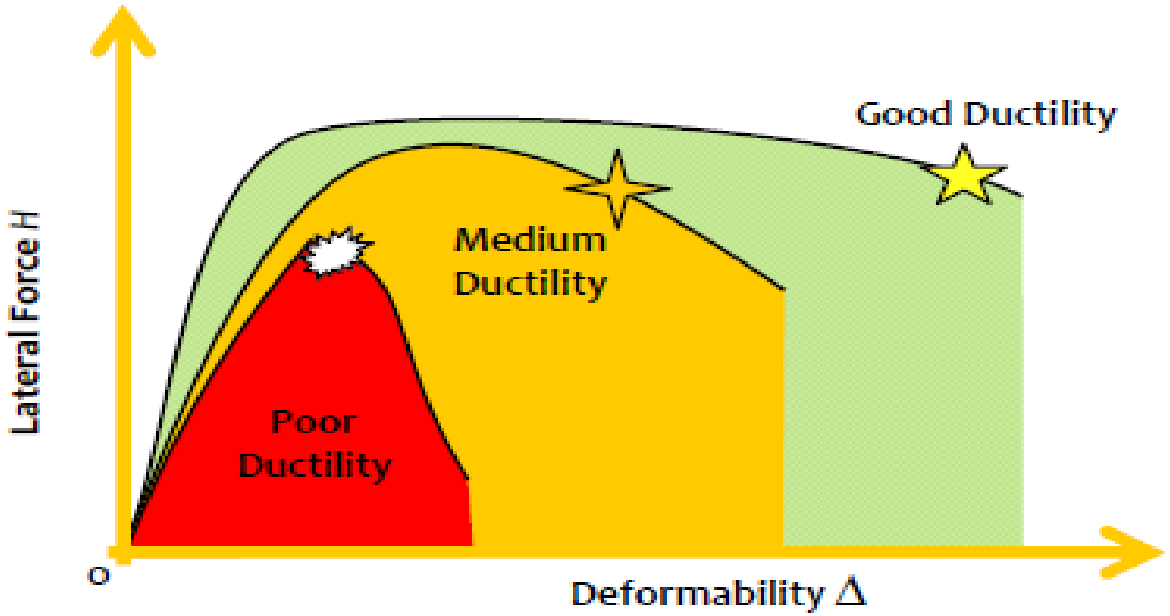
الف: رفتار نیرو کنترل



ب:رفتار تغییر شکل کنترل

M: 09385767058

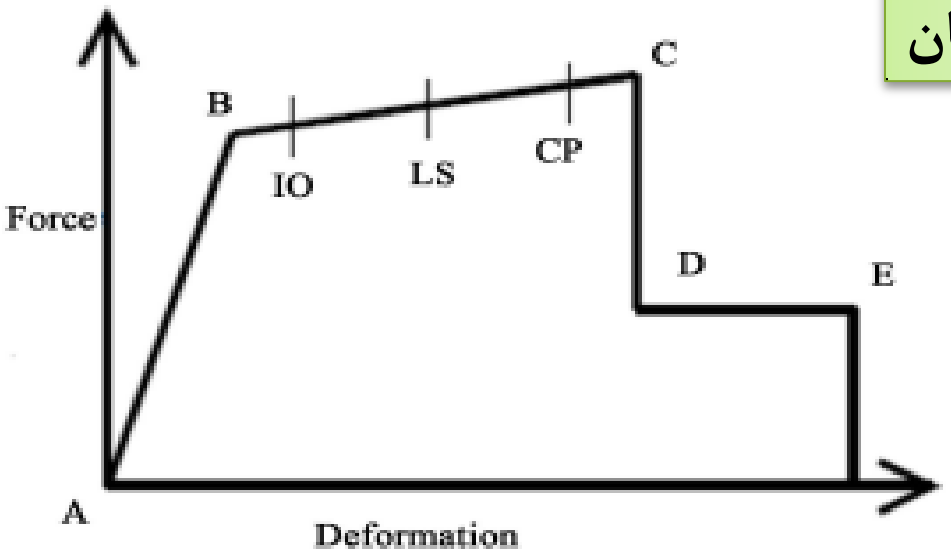
المانهای کنترل شونده با نیرو و تغییر شکل

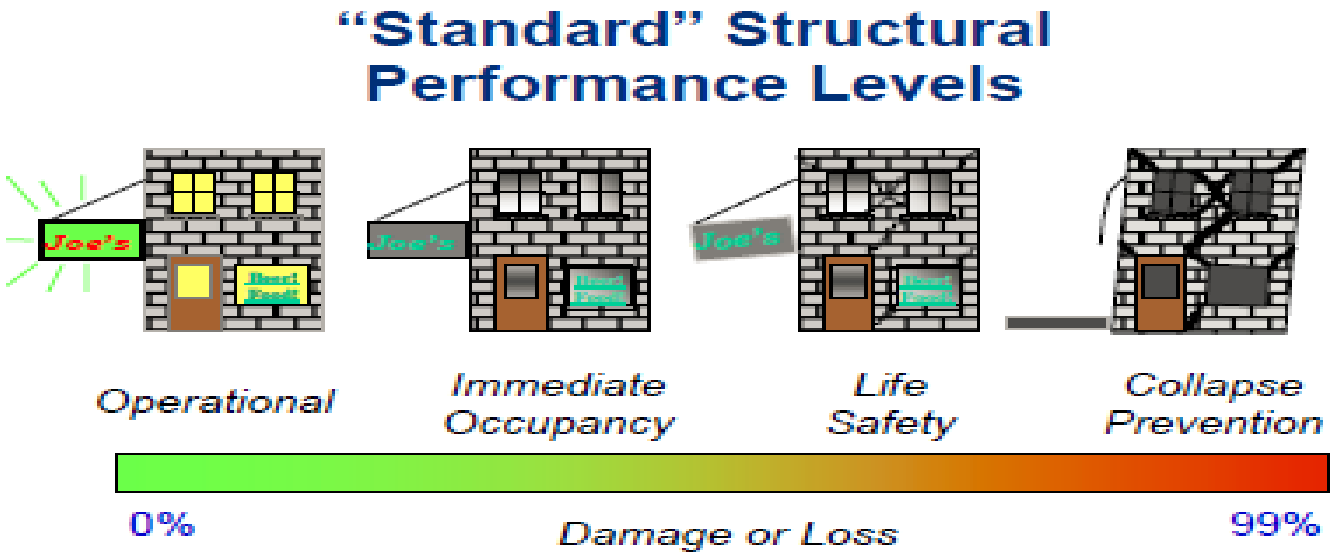


رفتار کنترل شونده با نیرو شکل پذیری کمتر و رفتار کنترل شونده با تغییر شکل شکل پذیری بیشتری دارند.

M: 09385767058

منحنی نیرو – تغییر مکان

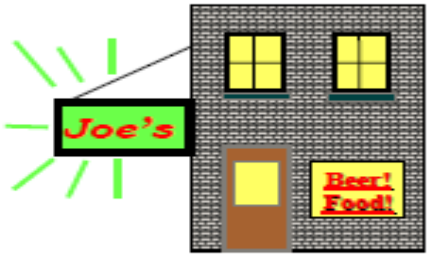




M: 09385767058

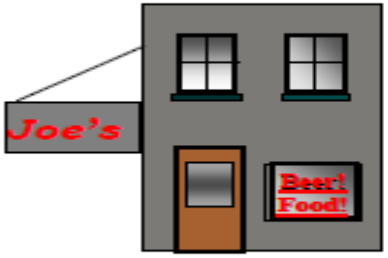
سطوح عملکرد سازه ها

Operational Level



- Negligible structural and nonstructural damage
- Occupants are safe during event
- Utilities are available
- Facility is available for immediate re-use (some cleanup required)
- Loss < 5% of replacement value

Immediate Occupancy Level



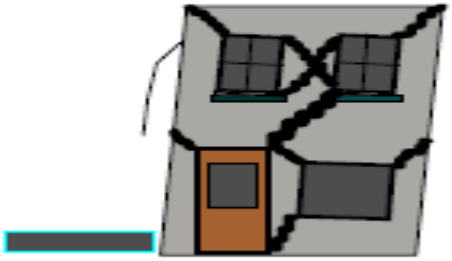
- Negligible structural damage
- Occupants safe during event
- Minor nonstructural damage
- Building is safe to occupy but may not function
- Limited interruption of operations
- Losses < 15%

سطوح عملکرد سازه ها

Life Safety Level

- Significant structural damage
- Some injuries may occur
- Extensive nonstructural damage
- Building not safe for reoccupancy until repaired
- Losses < 30%

Collapse Prevention Level

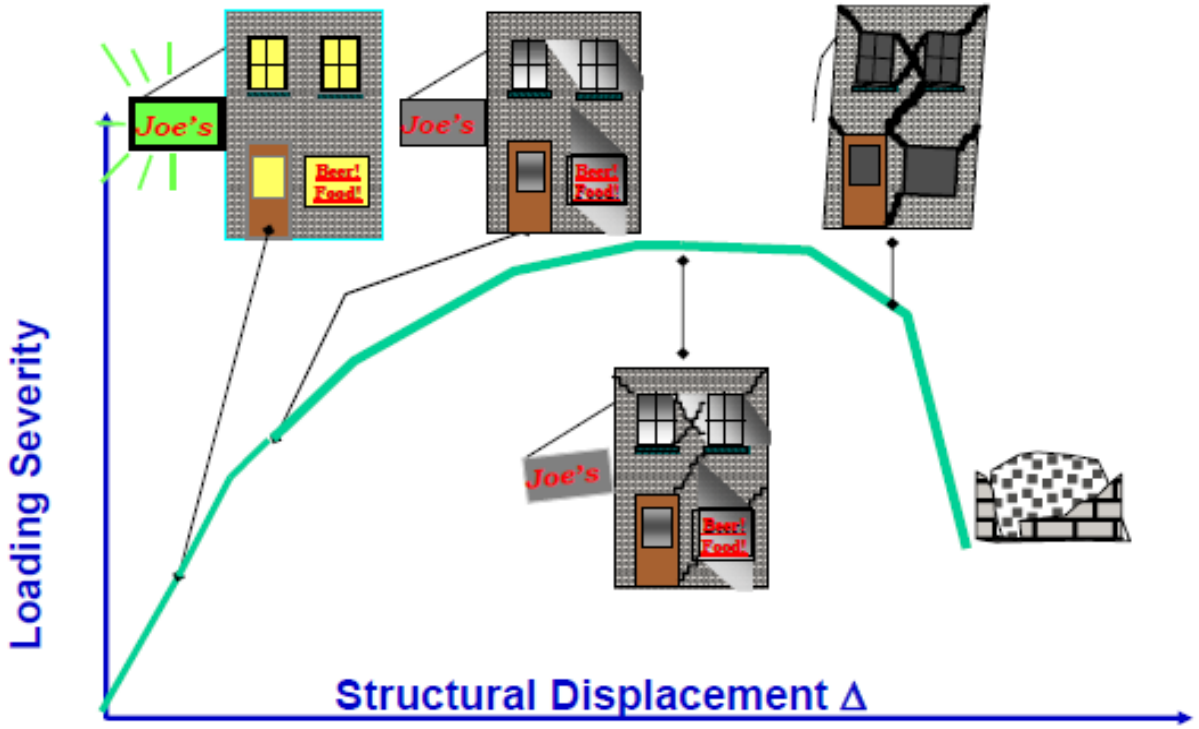


- Extensive (near complete) structural and nonstructural damage
- Significant potential for injury but not wide scale loss of life
- Extended loss of use
- Repair may not be practical
- Loss >> 30%

M: 09385767058

سطوح عملکرد سازه ها

Global Response and Performance



M: 09385767058

سطوح عملکرد سازه ها

استفاده بی وقفه(Immediate Occupancy:IO): در این سطح عملکرد سازه آسیب جزئی دیده و قابل استفاده است. خرابی در این سطح عملکرد در حدی است که در بهره‌برداری سازه نمی تواند اختلال ایجاد نماید و بعد از زلزله قابل تعمیر است(خرابی محدود).

ایمنی جانی(Life Safety:LS): در این سطح عملکرد خرابی سازه‌ای قابل توجه است ولی مقدار خسارت جانی کمتر است. در این سطح عملکرد ممکن است سازه به اندازه‌ای آسیب ببیند که بعد از زلزله قابل استفاده مجدد نباشد. خرابی در این سطح در حدی است که افراد داخل آن خسارت کمتری دیده‌اند(ایمنی جانی محدود).

M: 09385767058

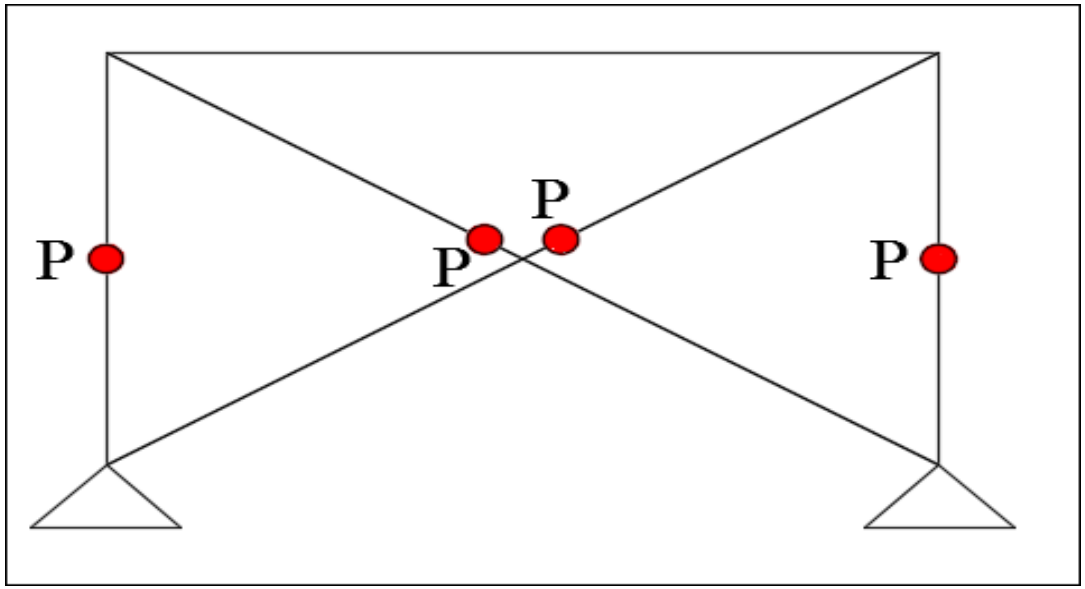
سطوح عملکرد سازه ها

آستانه فروریزش(Collapse Prevention:CP): در این سطح عملکرد خسارات سازه بسیار زیاد است اما تلفات انسانی(مرگ) کمتر است. برای این حد از خرابی سطح عملکردی تعریف نشده است. می‌توان گفت که اگر سازه در این محدوده قرار بگیرد، امکان دارد که، سازه قابلیت تعمیر مجدد نداشته باشد.

M: 09385767058

موقعیت مفاصل پلاستیک در انواع سیستمهای مقاوم جانبی

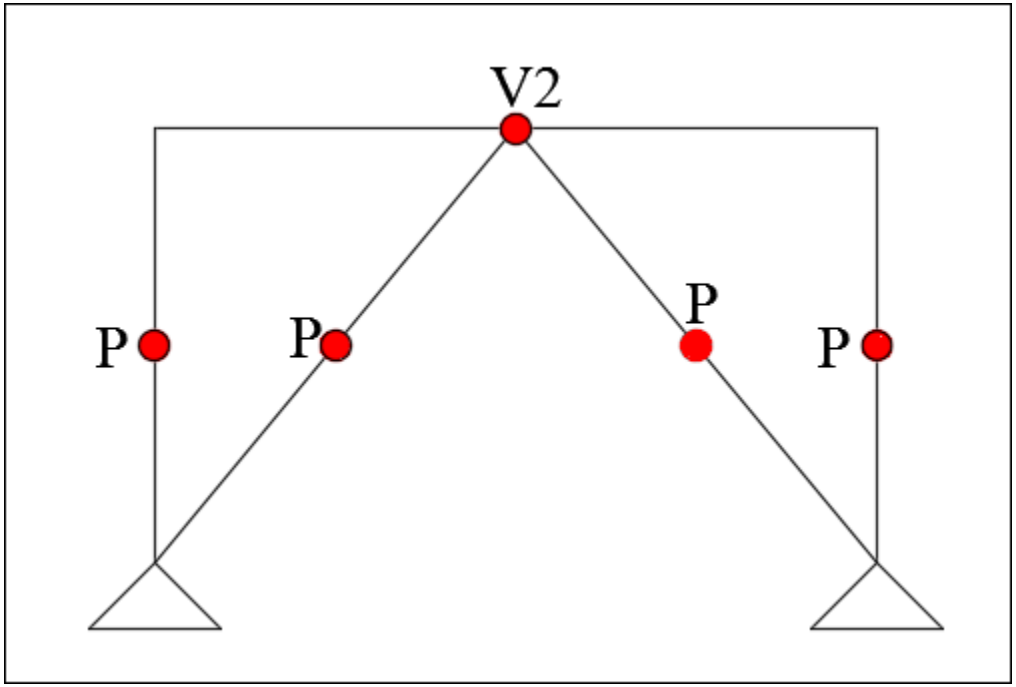
مهاربند ضربدری



M: 09385767058

موقعیت مفاصل پلاستیک در انواع سیستمهای مقاوم جانبی

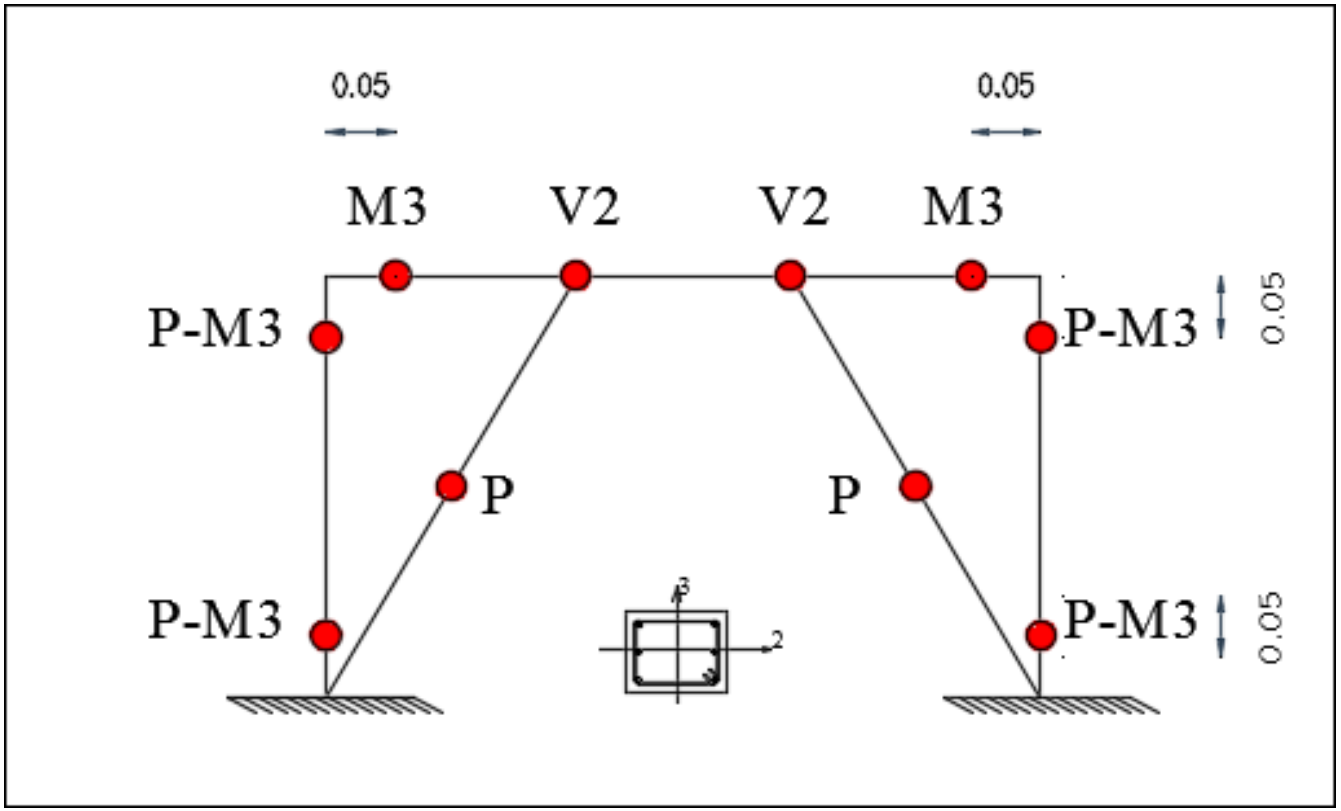
قاب مهاربندی شورون



M: 09385767058

موقعیت مفاصل پلاستیک در انواع سیستمهای مقاوم جانبی

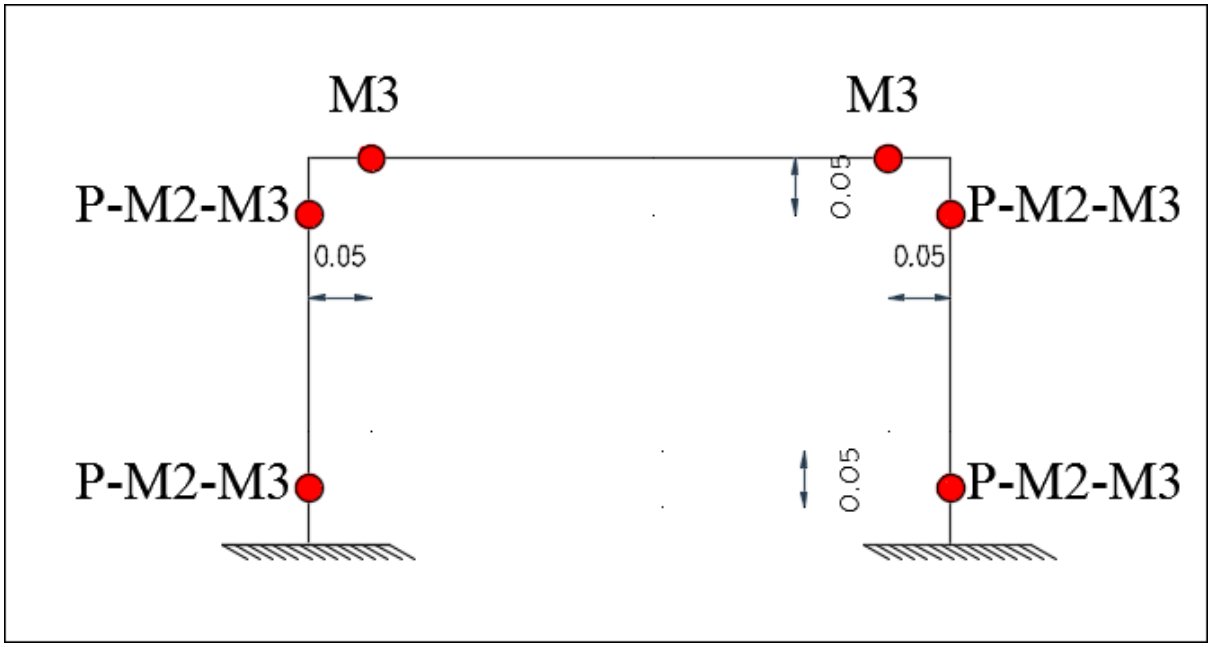
مهاربند ذوزنقه‌ای، پوپوف یا برون‌محور (واگرا):



M: 09385767058

موقعیت مفاصل پلاستیک در انواع سیستمهای مقاوم جانبی

قاب‌های خمشی



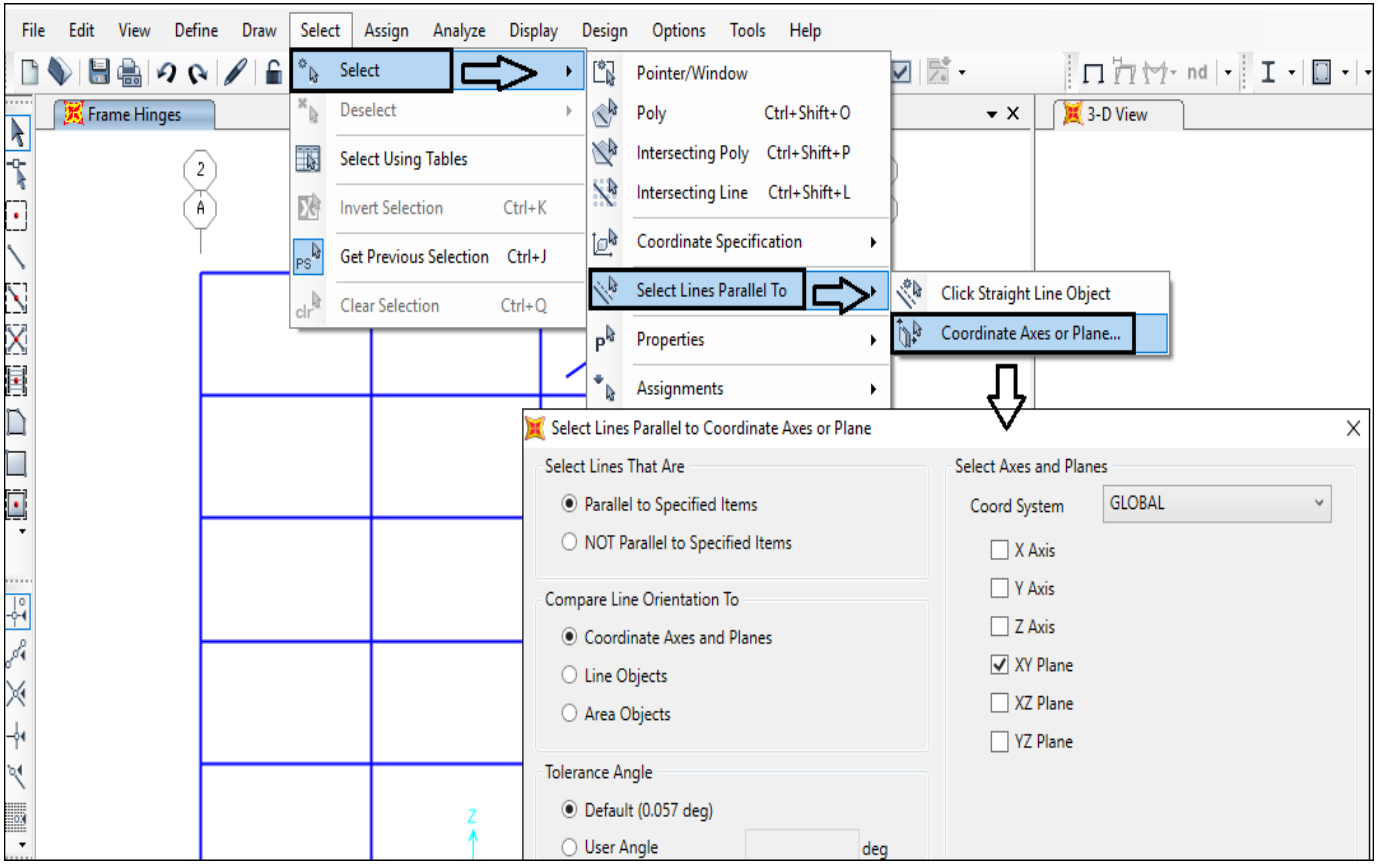
M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک در سیستمهای قاب خمشی فولادی

در برنامه sap2000 می توان برای المانهای مقاوم جانبی مشخصات مفاصل پلاستیک را بصورت اتوماتیک بر اساس مشخصات آیین‌نامه FEMA356 اختصاص داد. با این روش می‌توان به تمام المانهای مقاوم جانبی فولادی و بتنی مفاصل مورد نظر را اختصاص داد، فقط در صورتی که مقاطع المانها دوبل پروفیل باشد یا مقطع المان در محیط Section Designer ساخته شود، با این روش مفصل پلاستیک اختصاص نمی یابد.

M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک در سیستمهای قاب خمشی فولادی

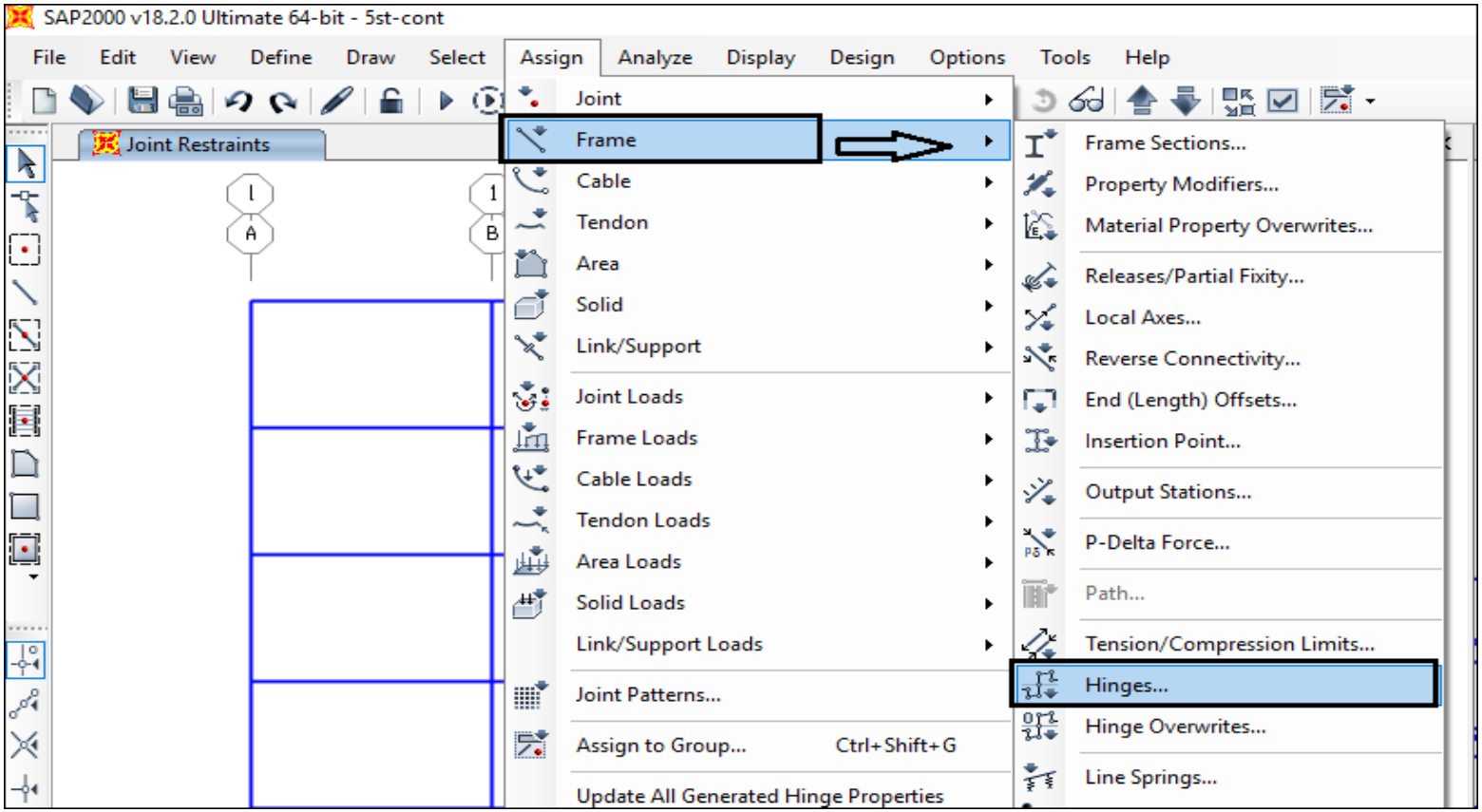


مسیر انتخاب تیرها

M: 09385767058

بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

اختصاص مفاصل پلاستیک در سیستمهای قاب خمشی فولادی

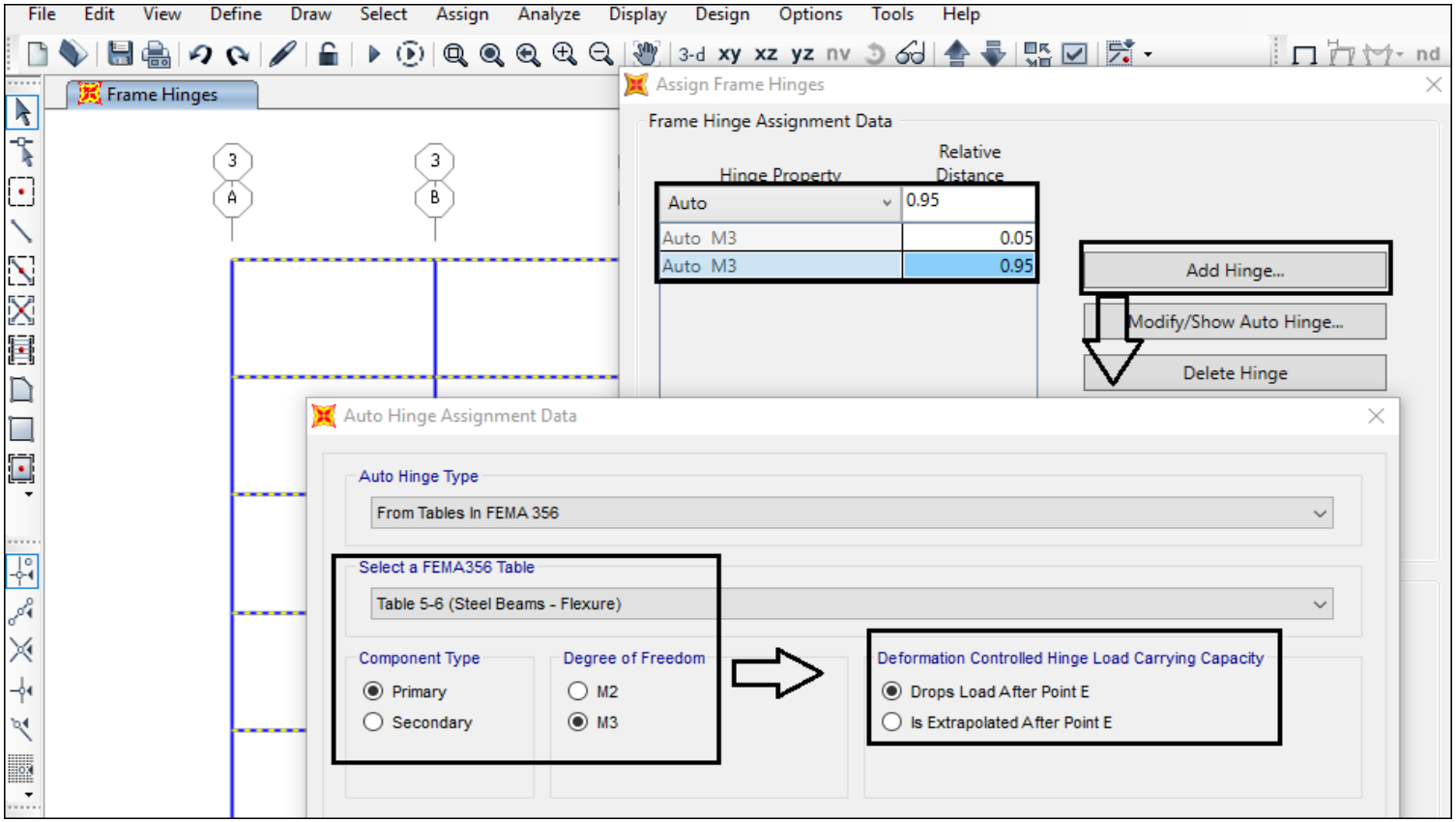


مسیر اختصاص مفاصل

M: 09385767058

بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

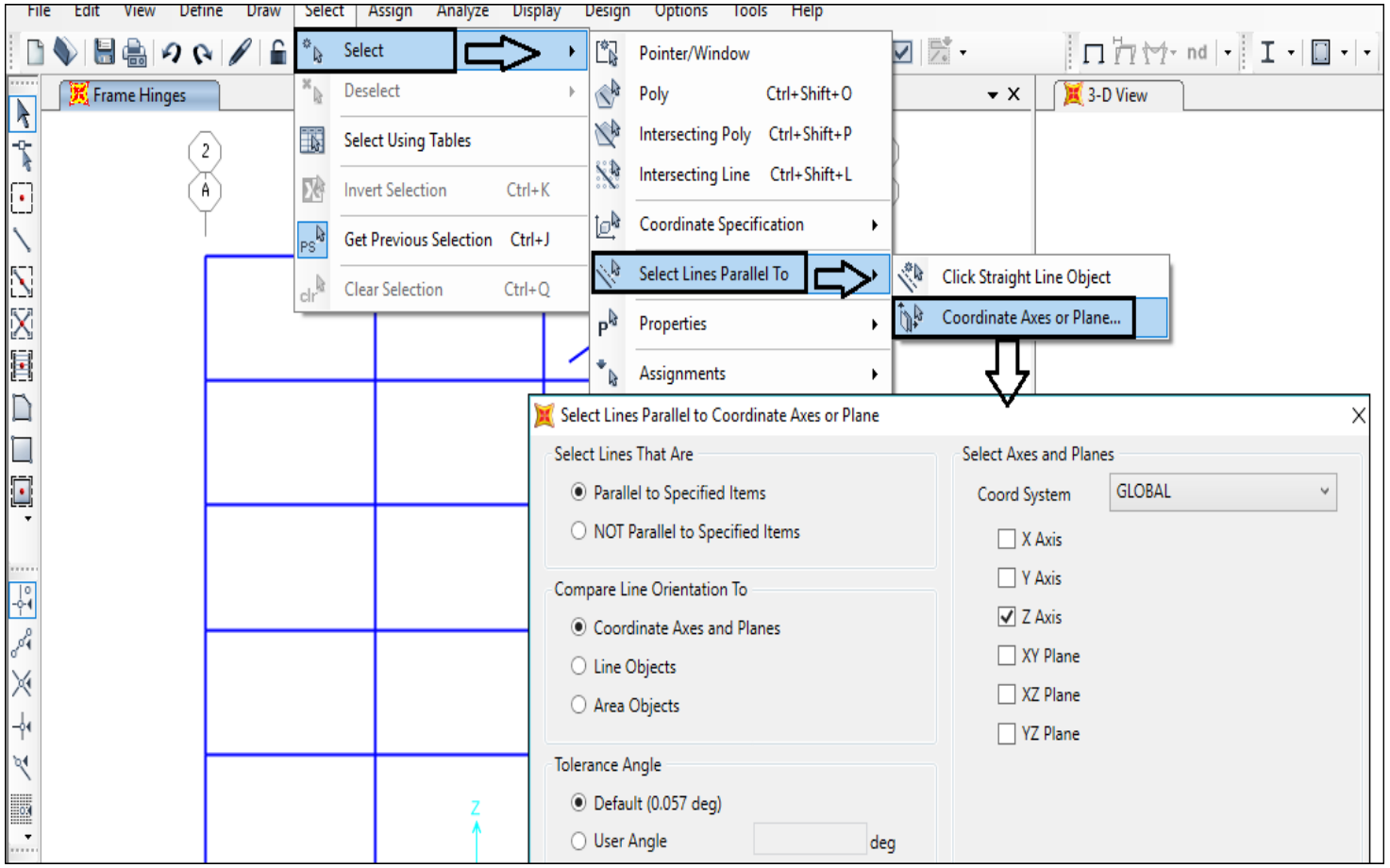
اختصاص مفاصل پلاستیک در سیستمهای قاب خمشی فولادی



اختصاص مفاصل تیرهای فولادی

M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک در سیستمهای قاب خمشی فولادی

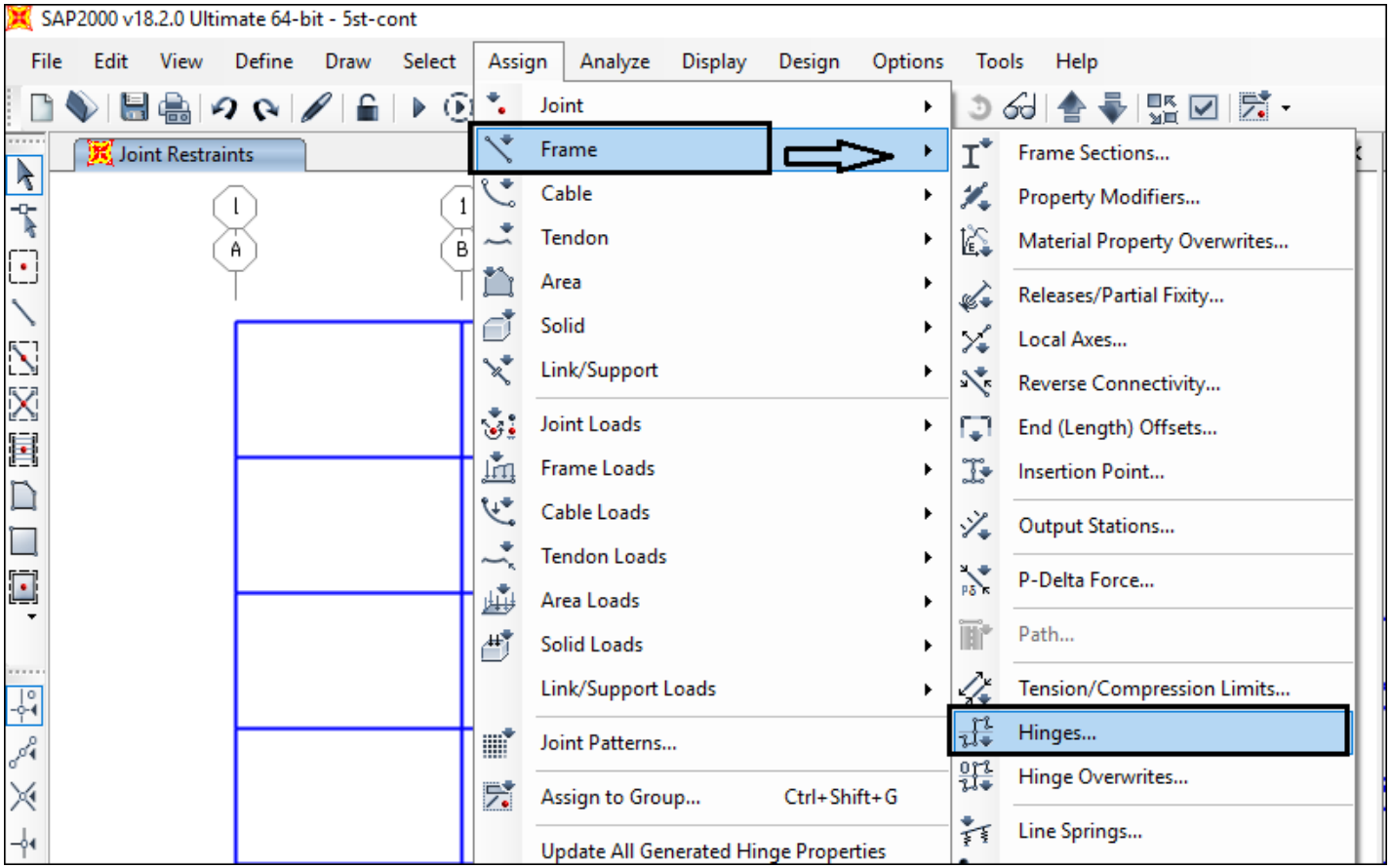


مسیر انتخاب ستونها

M: 09385767058

بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

اختصاص مفاصل پلاستیک در سیستمهای قاب خمشی فولادی

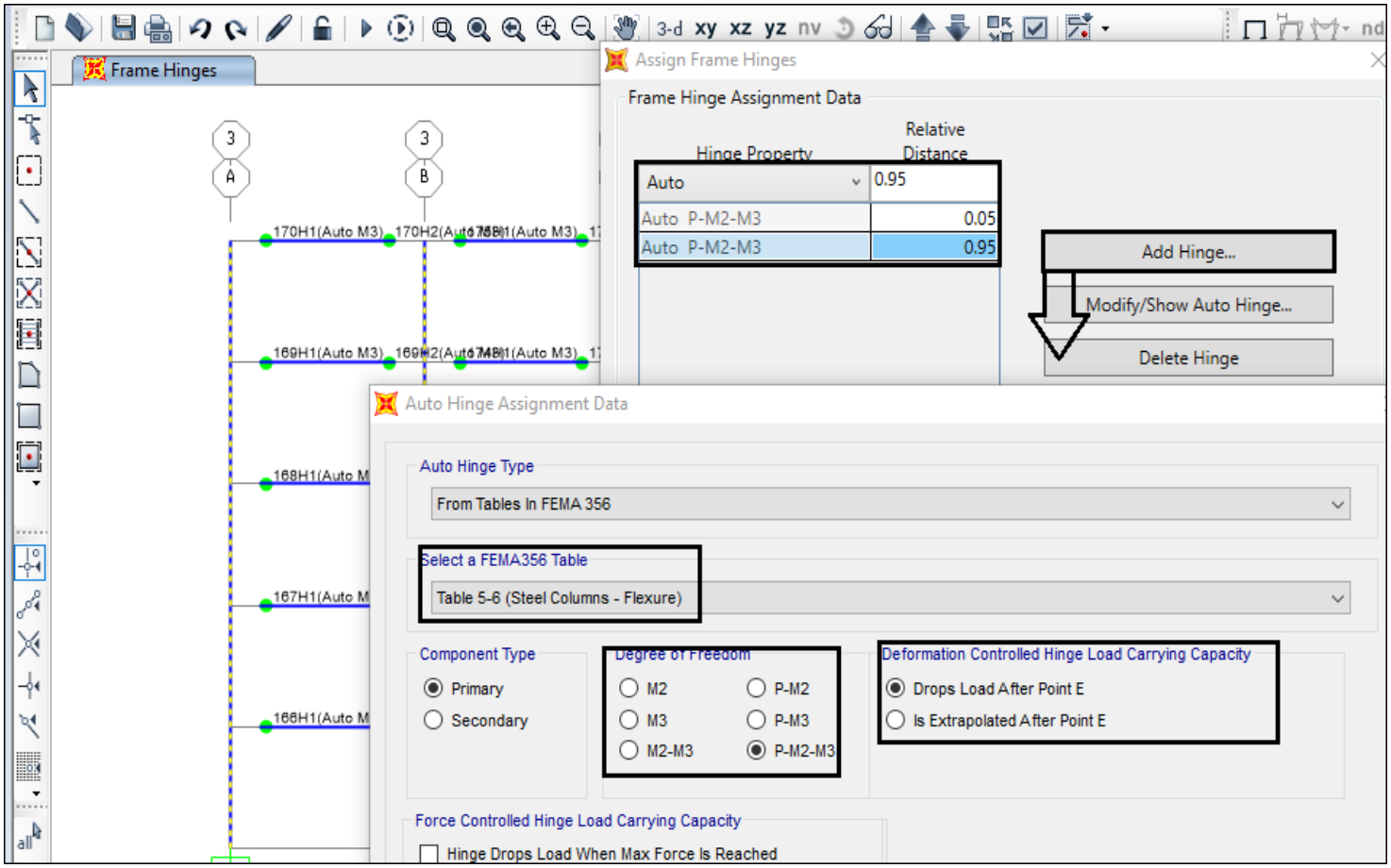


M: 09385767058

مسیر اختصاص مفاصل

بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

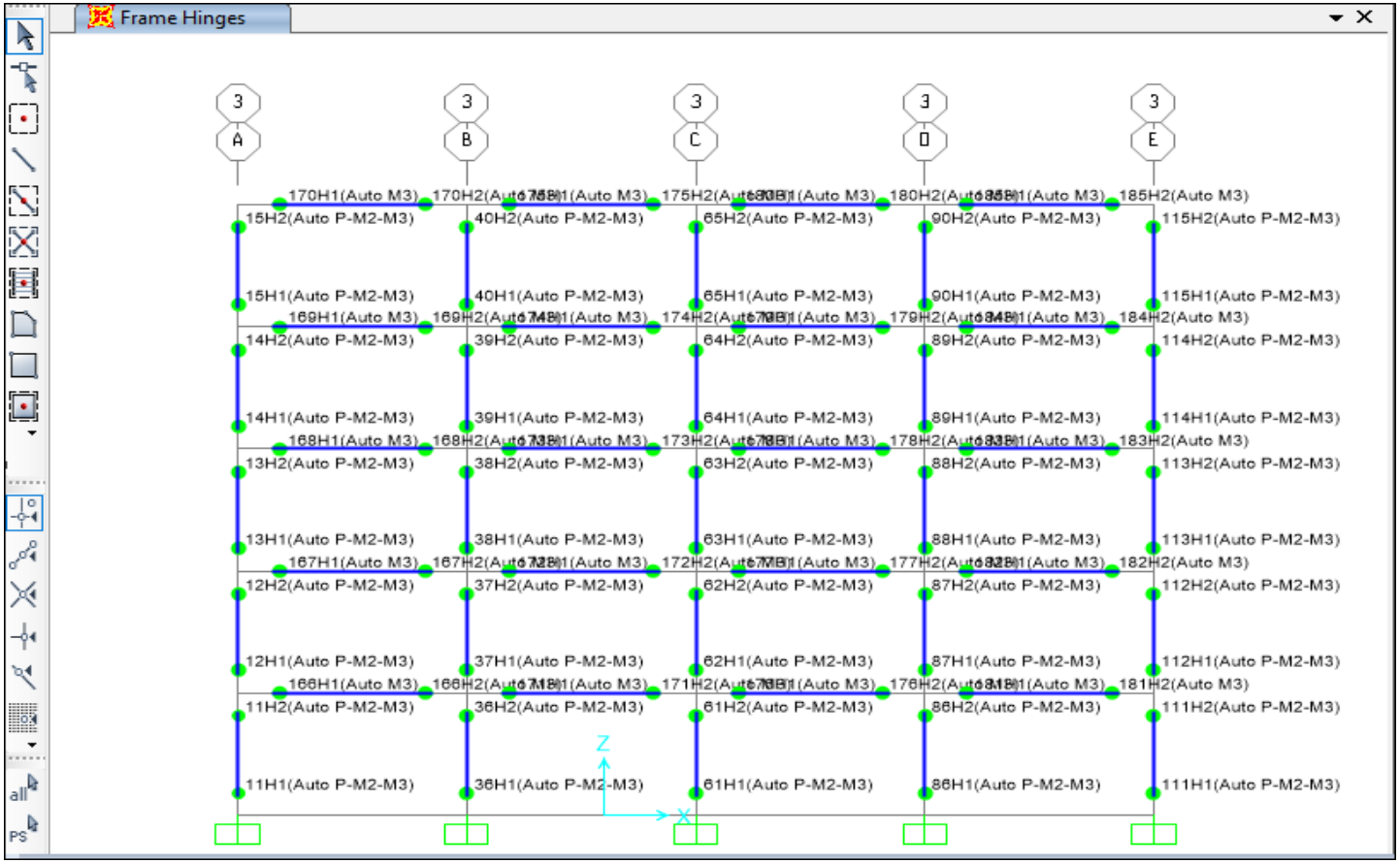
اختصاص مفاصل پلاستیک در سیستمهای قاب خمشی فولادی



اختصاص مفاصل ستونهای فولادی

M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک در سیستمهای قاب خمشی فولادی



مفاصل قاب خمشی فولادی

M: 09385767058

تحلیل استاتیکی غیرخطی(پوش آور)

جلسه چهارم

جلسه چهارم:
اختصاص مفاصل پلاستیک به انواع سیستمهای مقاوم جانبی

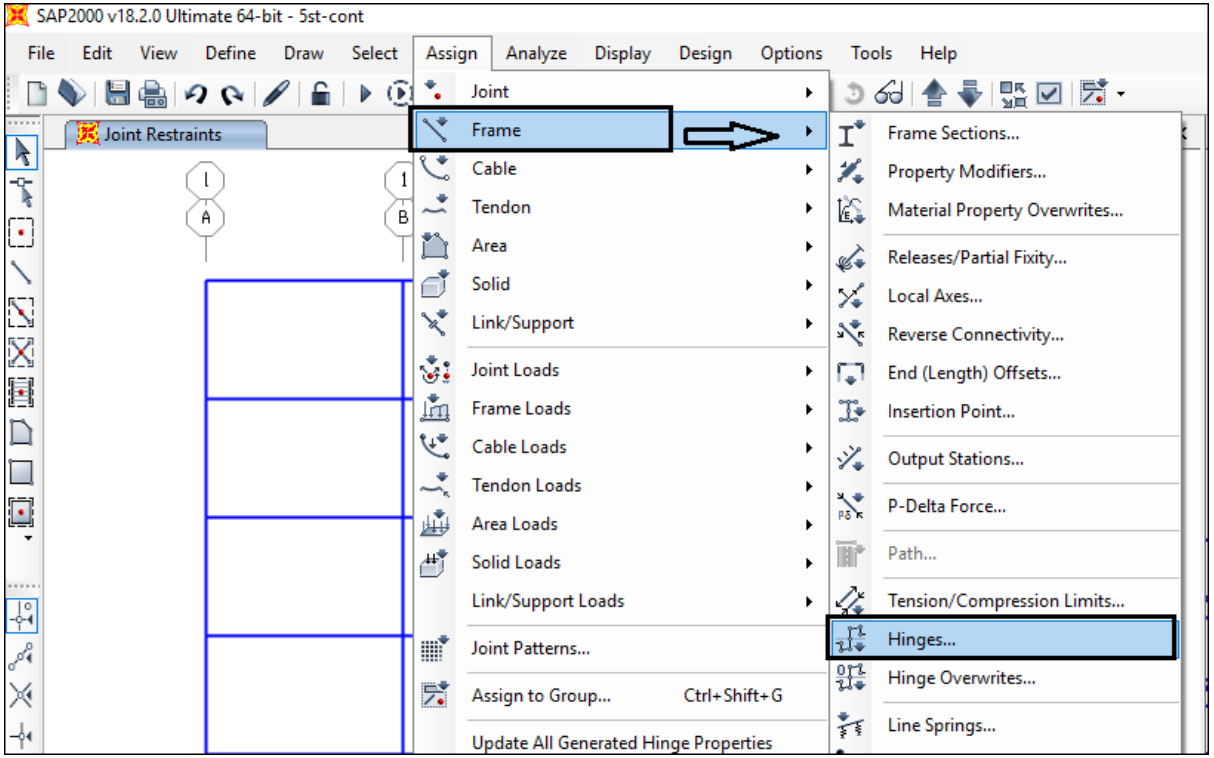
مدرس دوره:
بهرام محمدپور(دانشجوی دکتری سازه)

M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری

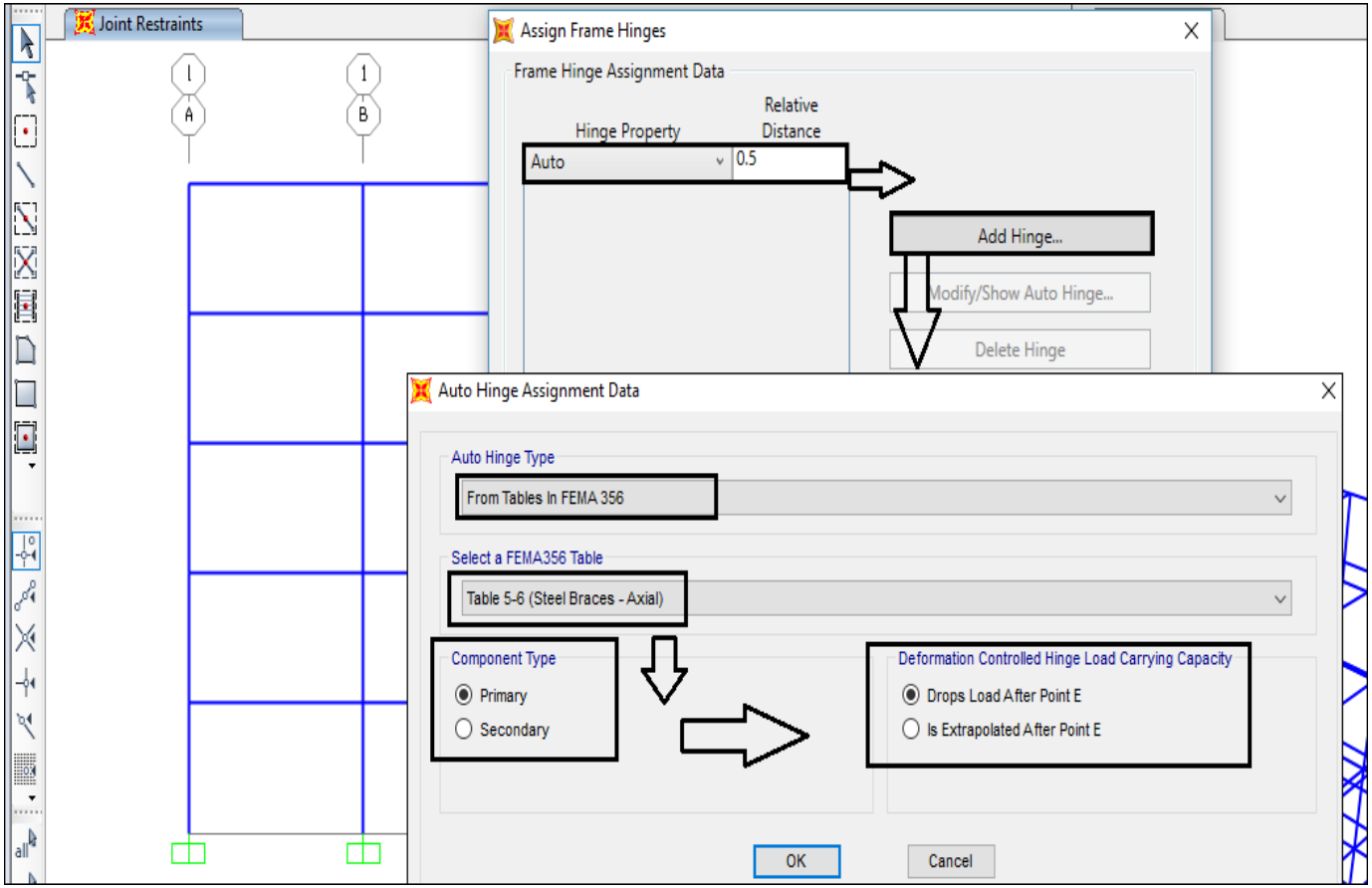
همچنان که قبلا گفته شده است، در سیستم مهاربندی مفاصل به مهاربندها و ستونهای کنار مهاربند از نوع P اختصاص خواهد یافت

مسیر اختصاص مفاصل پلاستیک



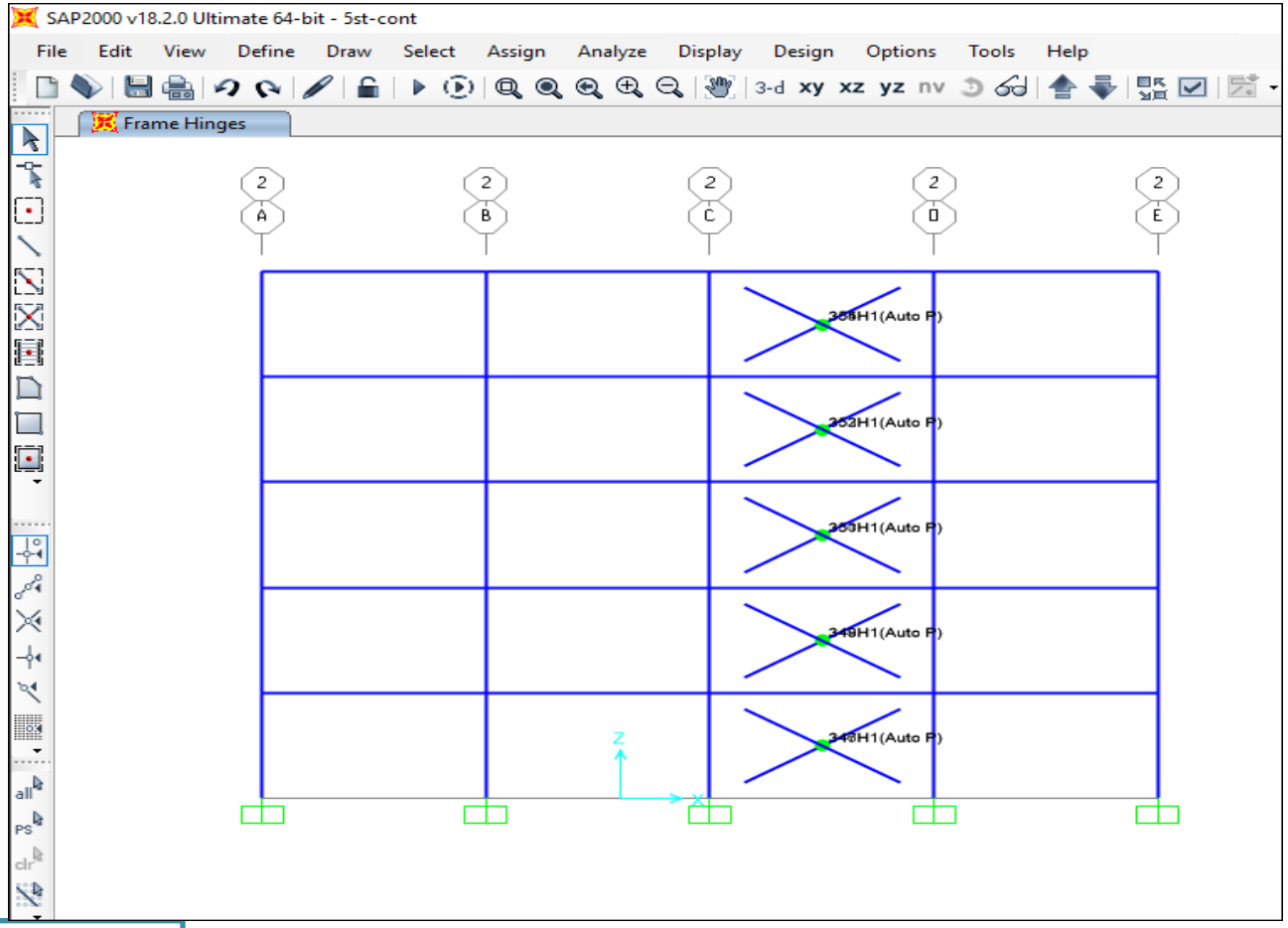
M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری



M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری



M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری

ستونهای سیستم مهاربندی نیرو کنترل هستند و نمی توان از مفاصل پلاستیک استفاده کرد

جزء	تغییرشکل کنترل	نیروکنترل
۱- قاب های خمشی		
تیر ها	لنگر خمشی (M)	برش[۱] (V)
ستون ها	----	نیروی محوری (P) و برش (V)
اتصالات	----	برش[۱] (V)
۲-دیوار های برشی	لنگر خمشی (M) و برش (V)	نیروی محوری (P)
۳-قاب های مهاربندی شده		
مهاربندها	نیروی محوری (P)	----
تیر ها	----	نیروی محوری (P)
ستون ها	----	نیروی محوری (P)
۴-اجزای اتصالات	لنگر خمشی (M) و برش (V) و نیروی محوری (P)[۲]	لنگر خمشی (M) و برش (V) و نیروی محوری (P)
۵-دیافراگم ها	لنگر خمشی (M) و برش (V)[۳]	لنگر خمشی (M) و برش (V) و نیروی محوری (P)

M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری

جدول (۵-۴): پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش در روش‌های غیرخطی- اجزای سازه‌ی فولادی

جزء/ تلاش	پارامترهای مدل‌سازی [۱ و ۲]			معیارهای پذیرش					
	تغییرشکل خمیری		نسبت تنش پس‌ماند	تغییرشکل خمیری					
				کلیه‌ی اعضا	اعضای اصلی [۶]		اعضای غیراصلی		
	a	b	c	IO	LS	CP	LS	CP
تیرها و ستون‌ها در کشش (به استثنای تیروستون‌های قاب با مهاربندی واگرا)	$۵\Delta_T$	$۷\Delta_T$	۱/۰	$۰/۲۵\Delta_T$	$۳\Delta_T$	$۵\Delta_T$	$۶\Delta_T$	$۷\Delta_T$

اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری

❖ معیار های پذیرش ناحیه کششی ستون

❖ Io=0.25 Ls= 3 Cp= 5

❖ معیارهای پذیرش ناحیه فشاری ستون

❖ Io= -0.25 Ls= -5 Cp= -7

M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری

$P_c = 1.7 \times F_a \times A$

$P_T = F_{ye} \times A$

ستون 2HEB 700

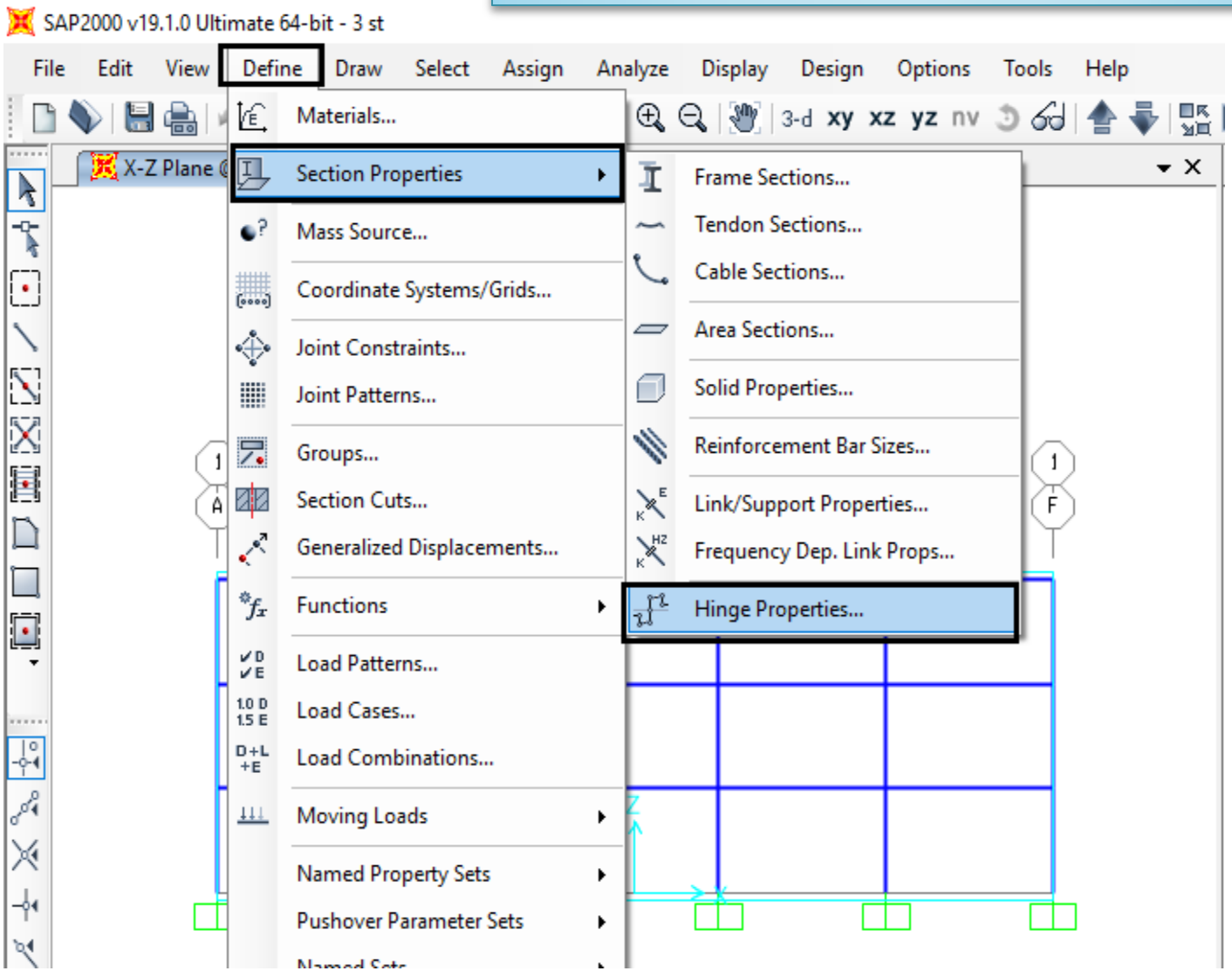
$P_c = 1.7 \times F_a \times A = 1429509\ kg$

$P_T = F_{ye} \times A = 1615680\ kg$

P_c: نیروی تسلیم فشاری، F_a: تنش مجاز فشاری،
P_T) نیرو تسلیم کششی، F_{ye} : تنش تسلیم مورد انتظار، A : سطح مقطع ،

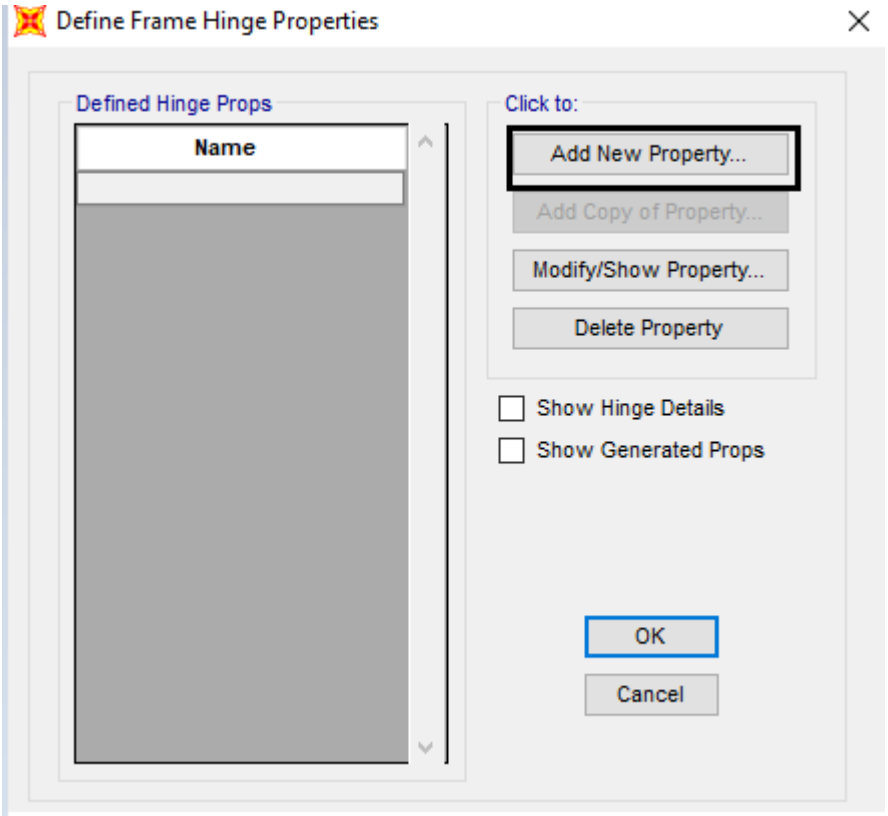
M: 09385767058

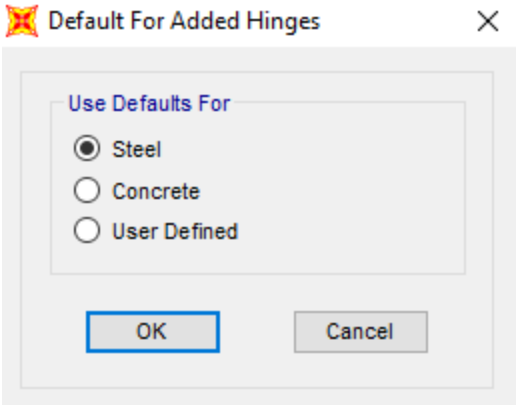
اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری

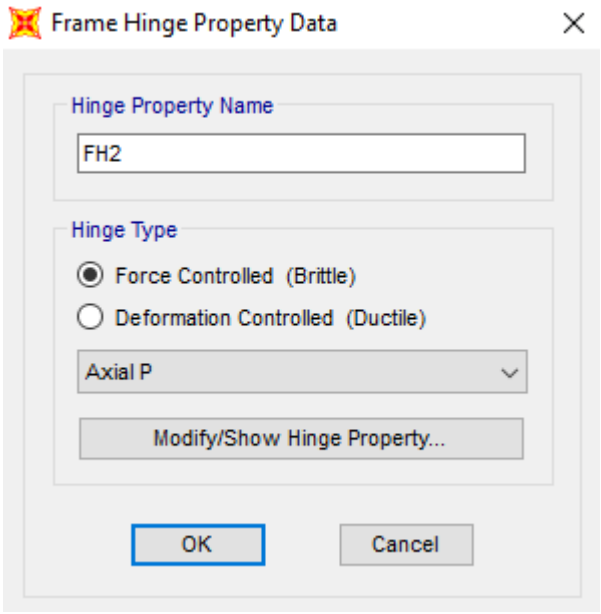


M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری

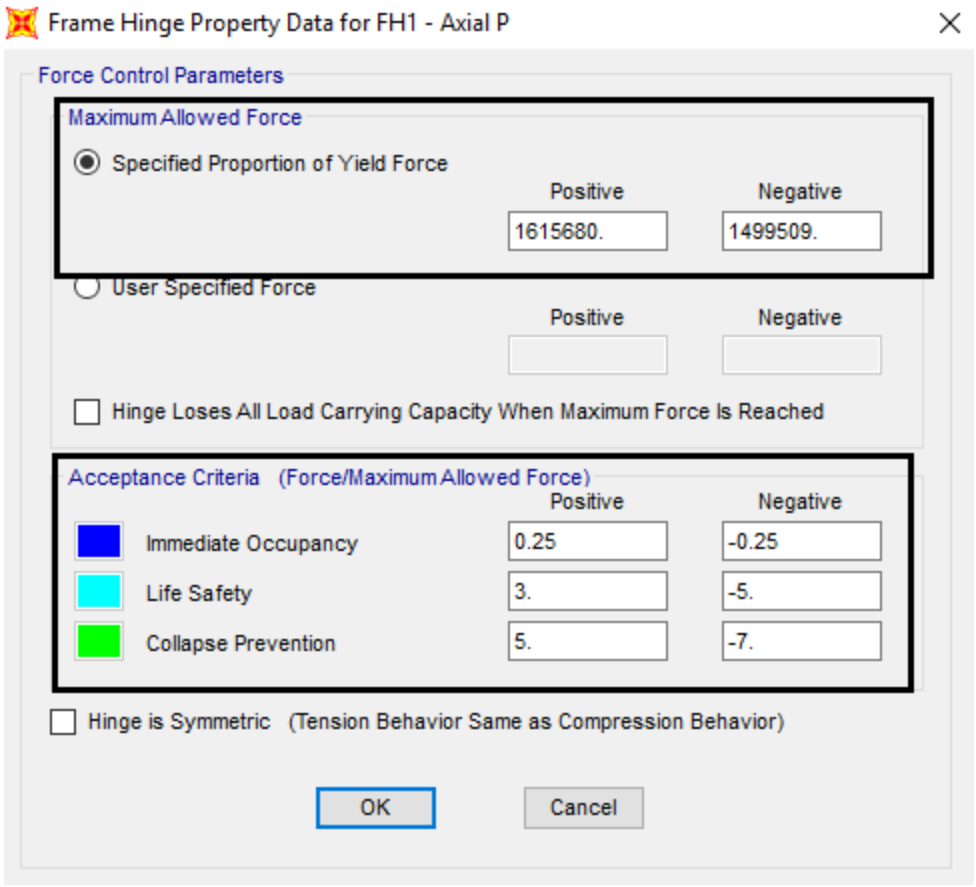






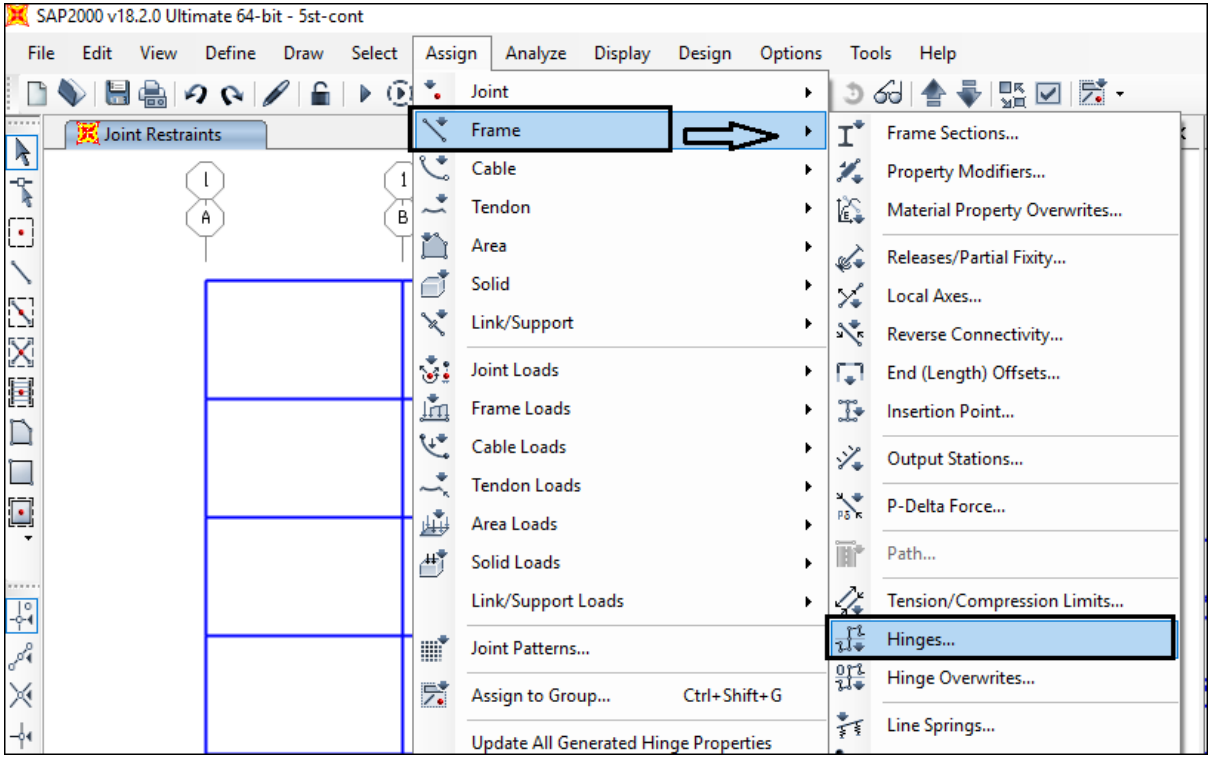
M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری



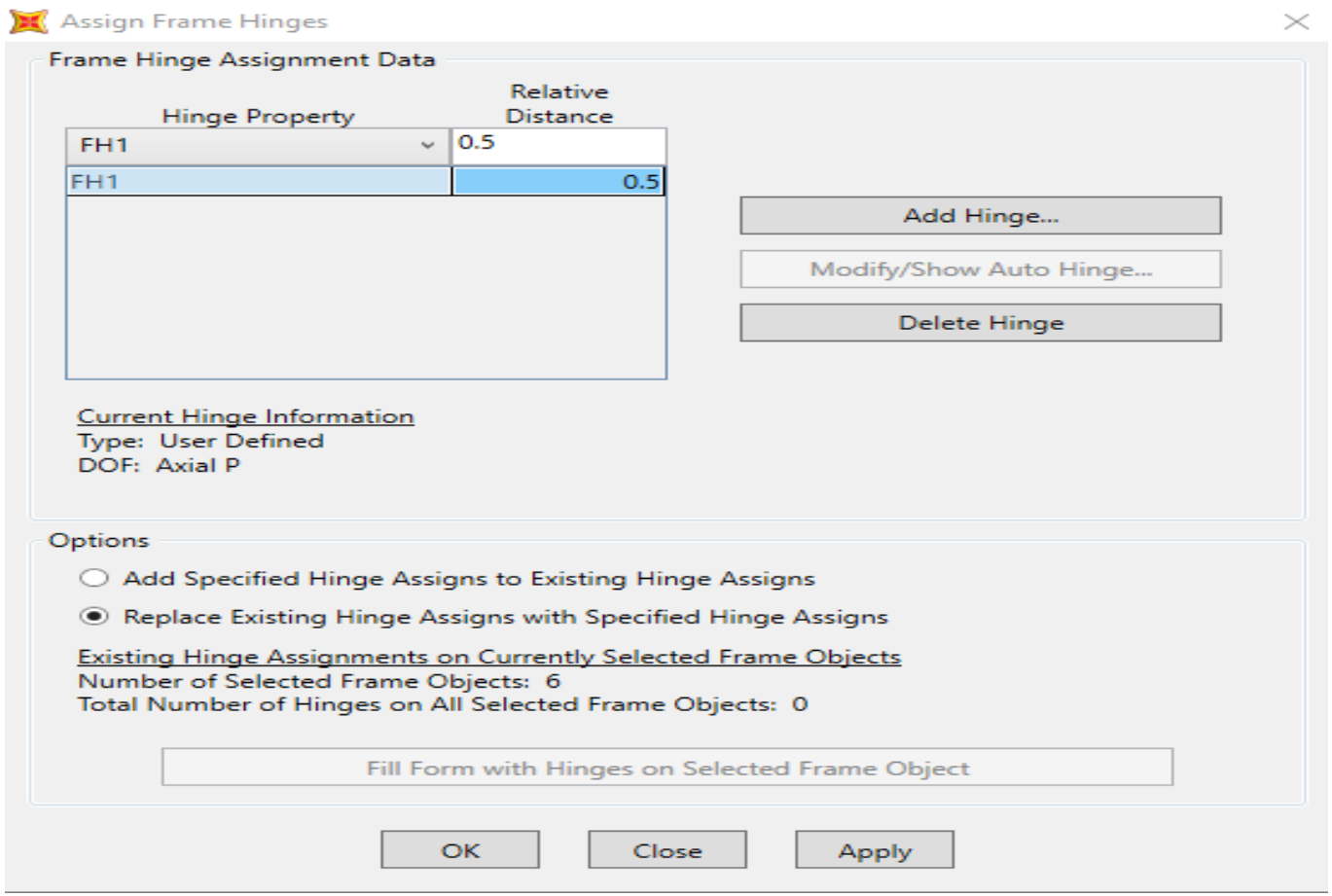
اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی شورون

اختصاص مفاصل پلاستیک به ستونها



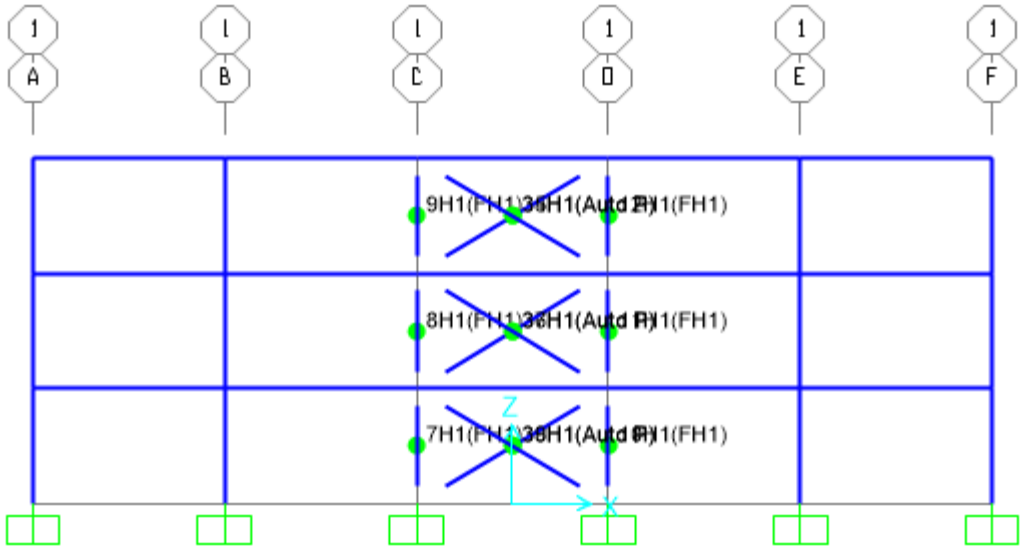
اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری

اختصاص مفاصل پلاستیک به ستونها

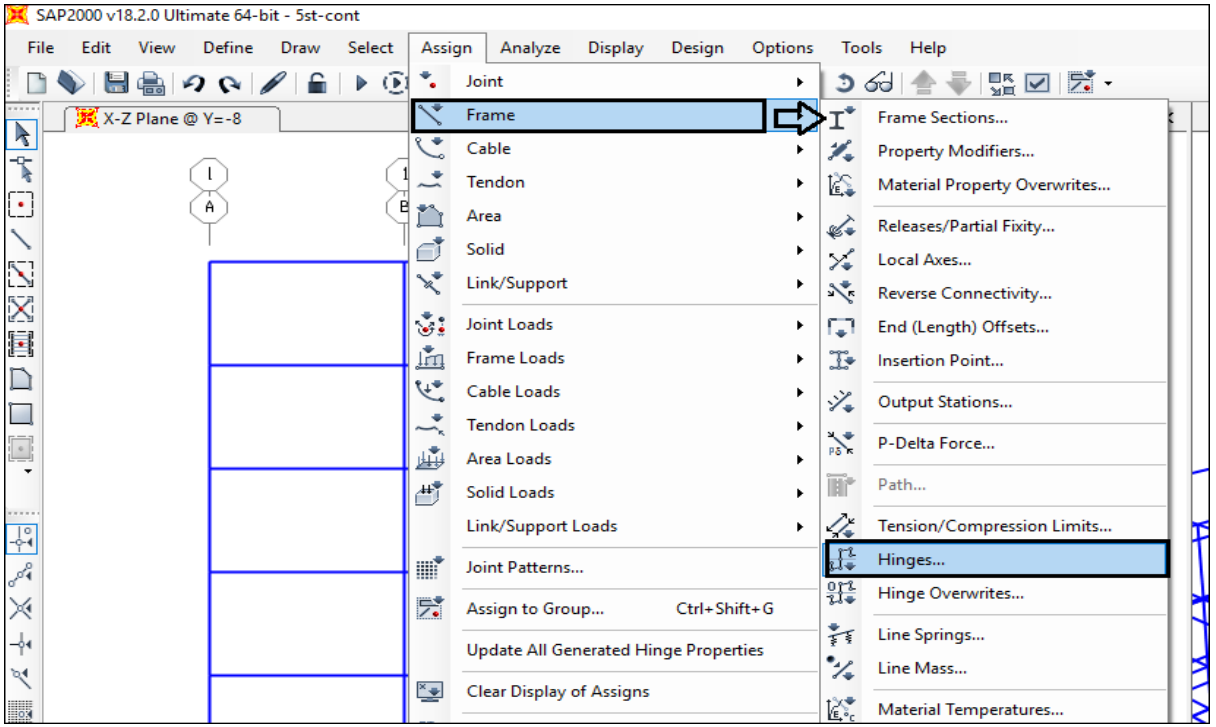


M: 09385767058

اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی ضربدری

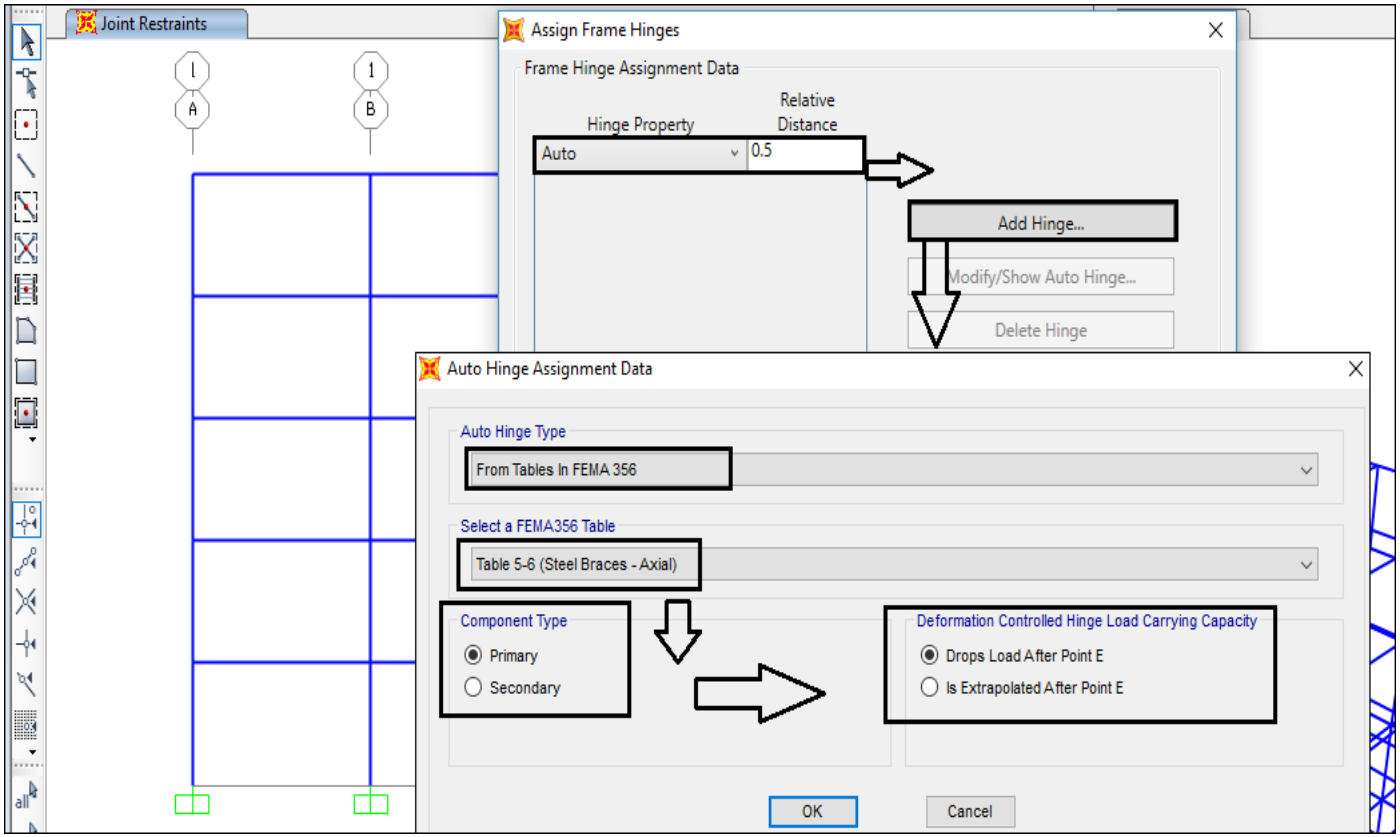


اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی شورون

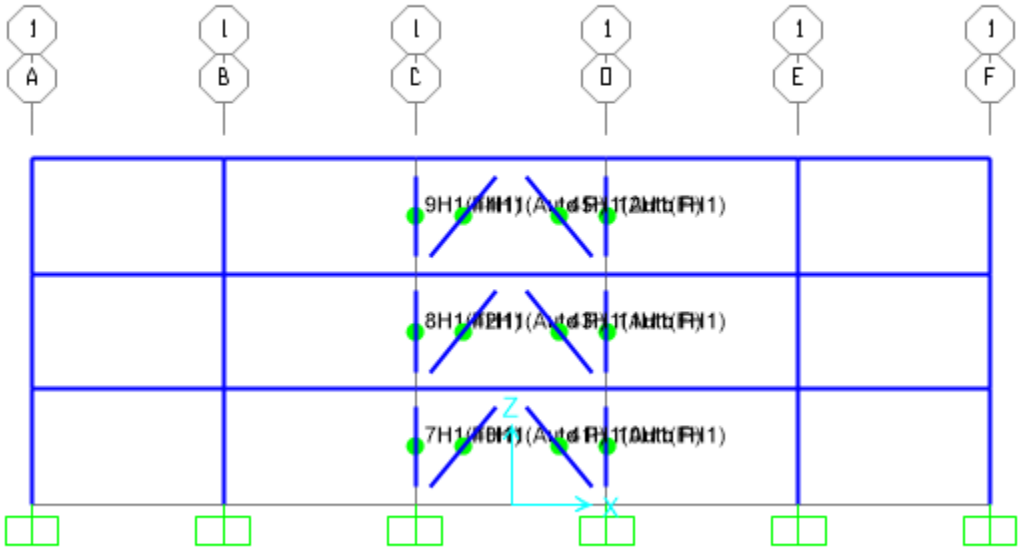


M: 09385767058

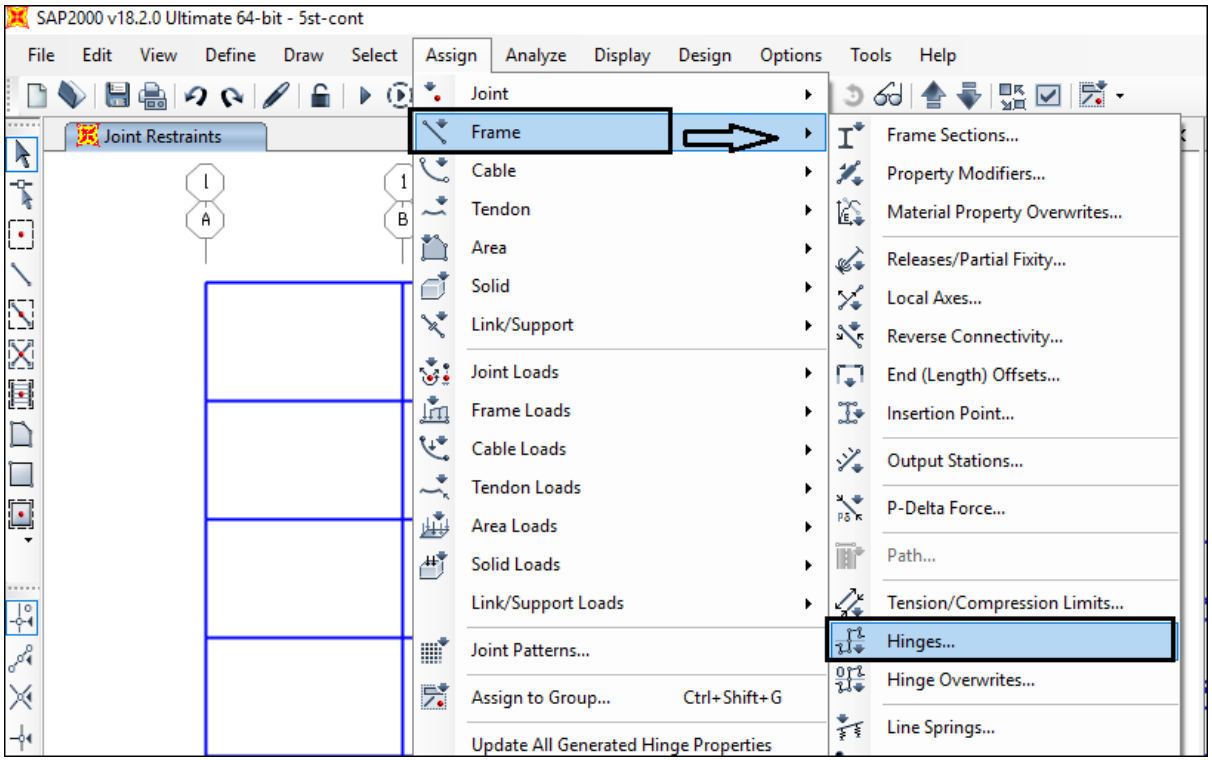
اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی شورون



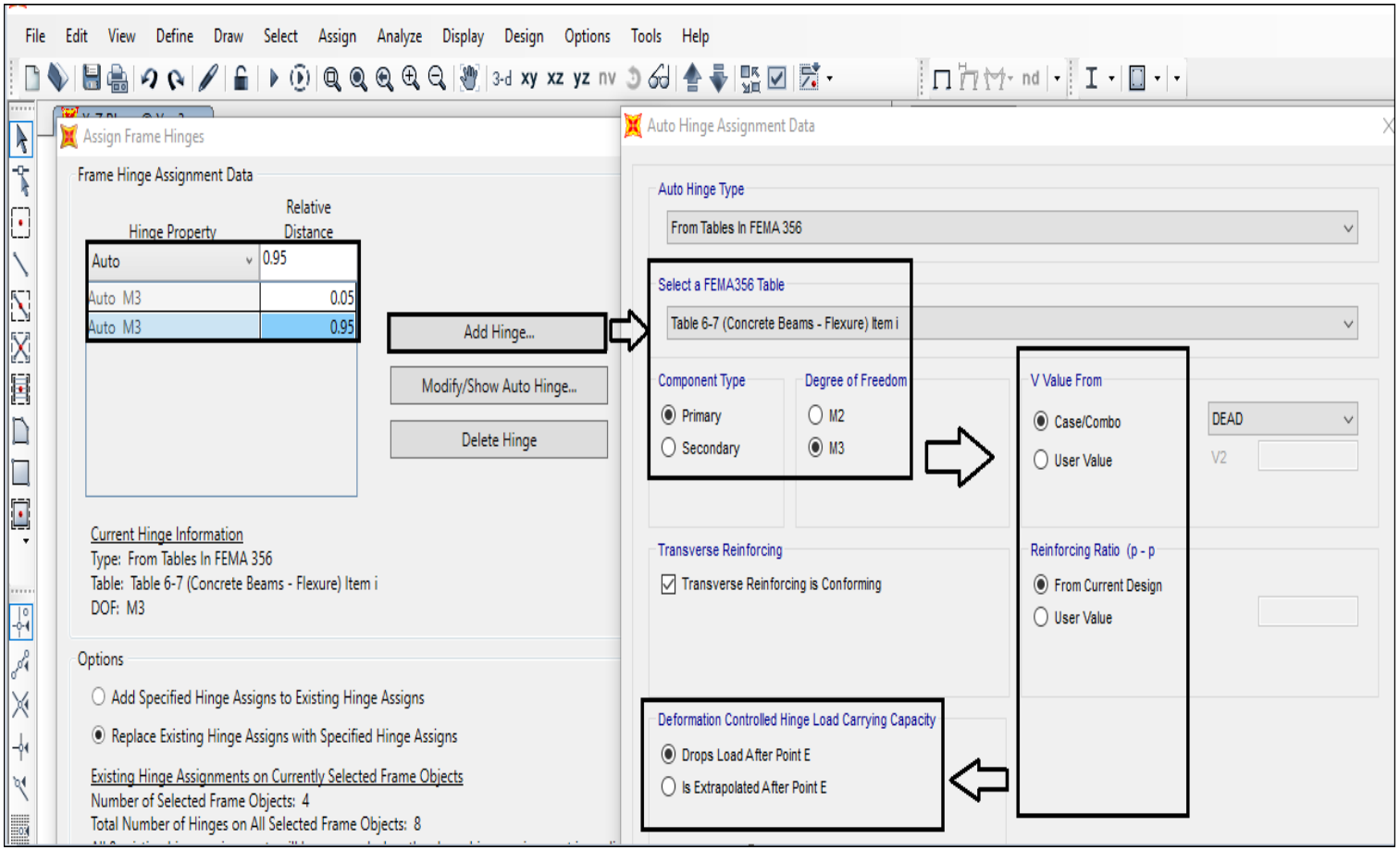
اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم مهاربندی شورون



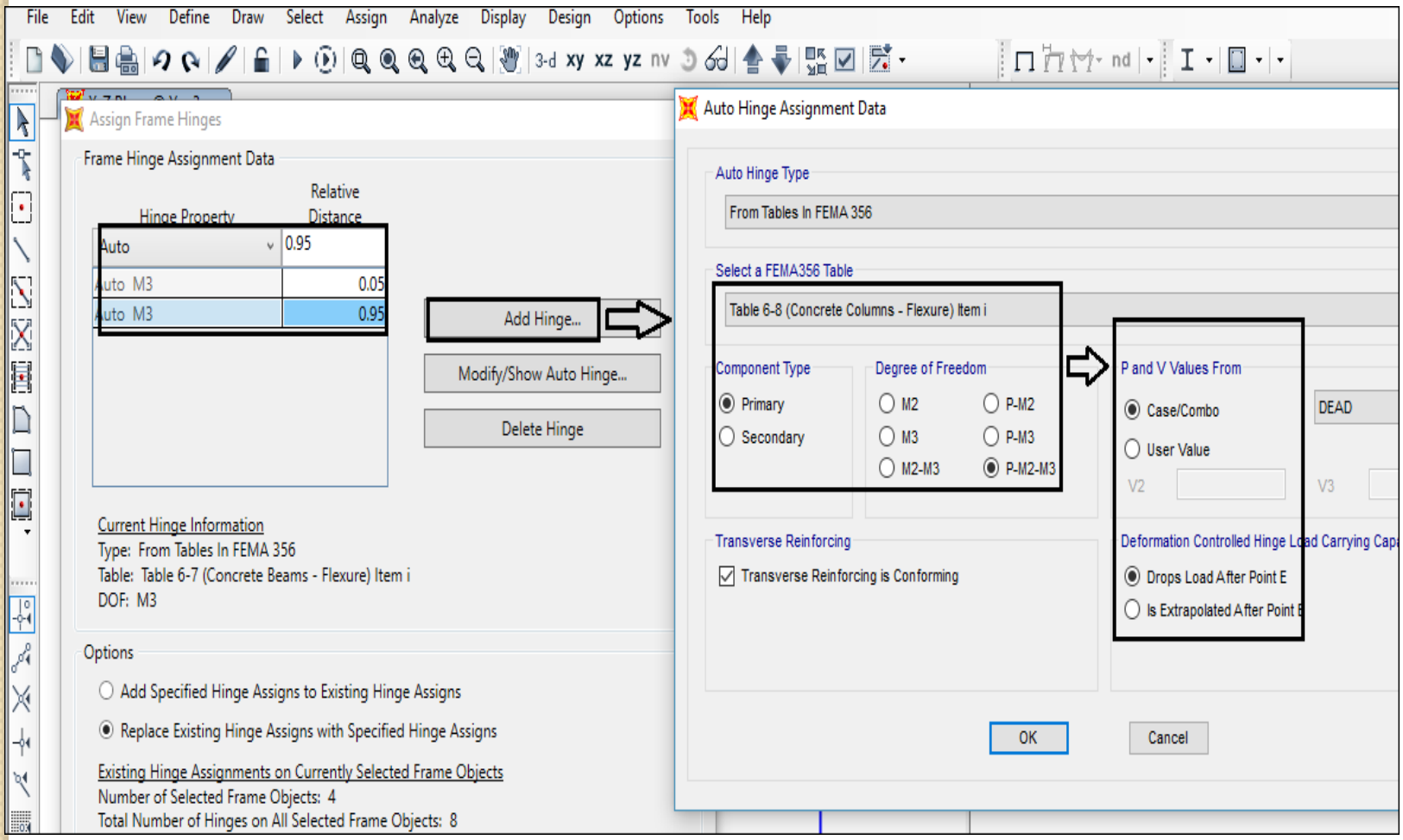
اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم قاب خمشی بتنی



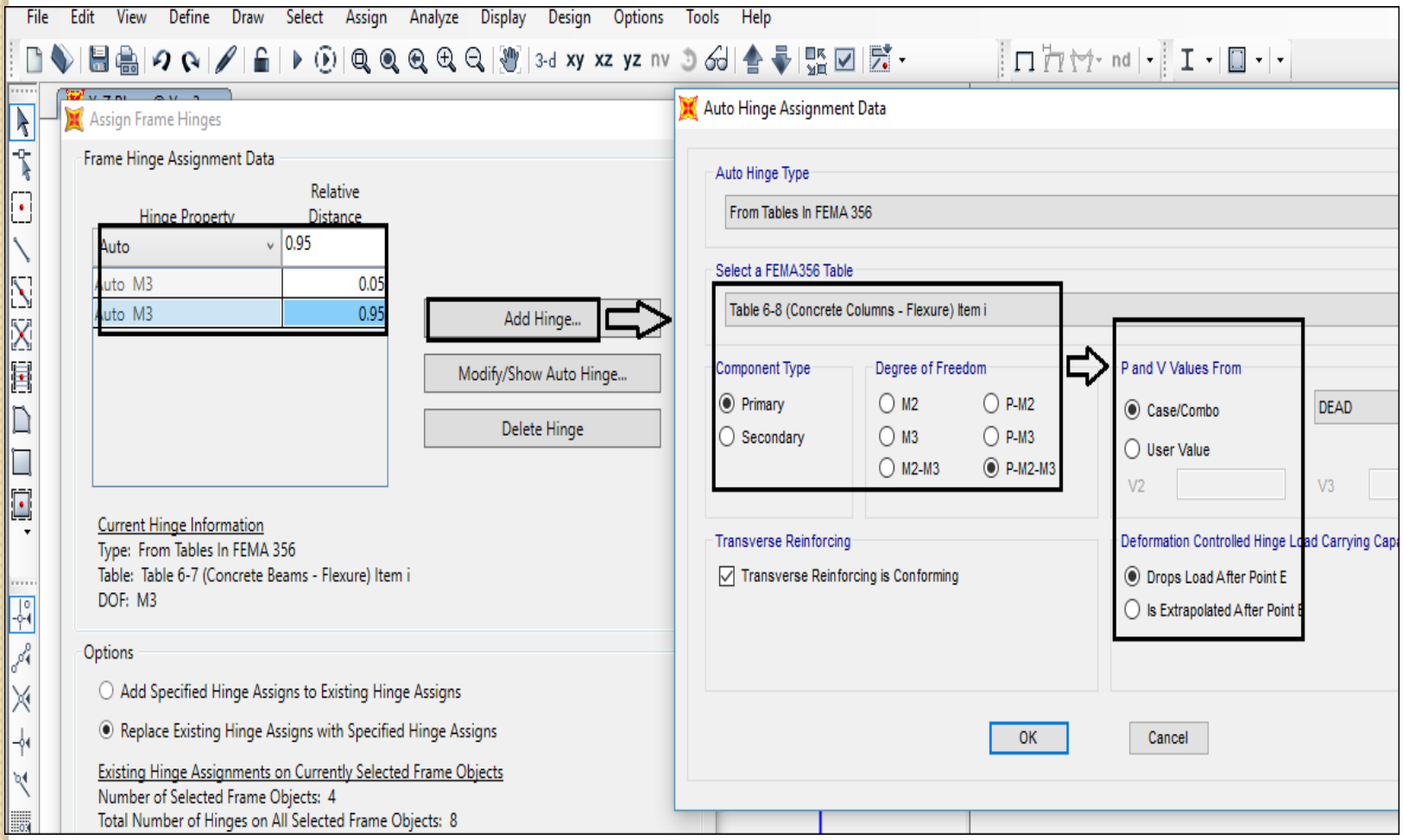
اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم قاب خمشی بتنی



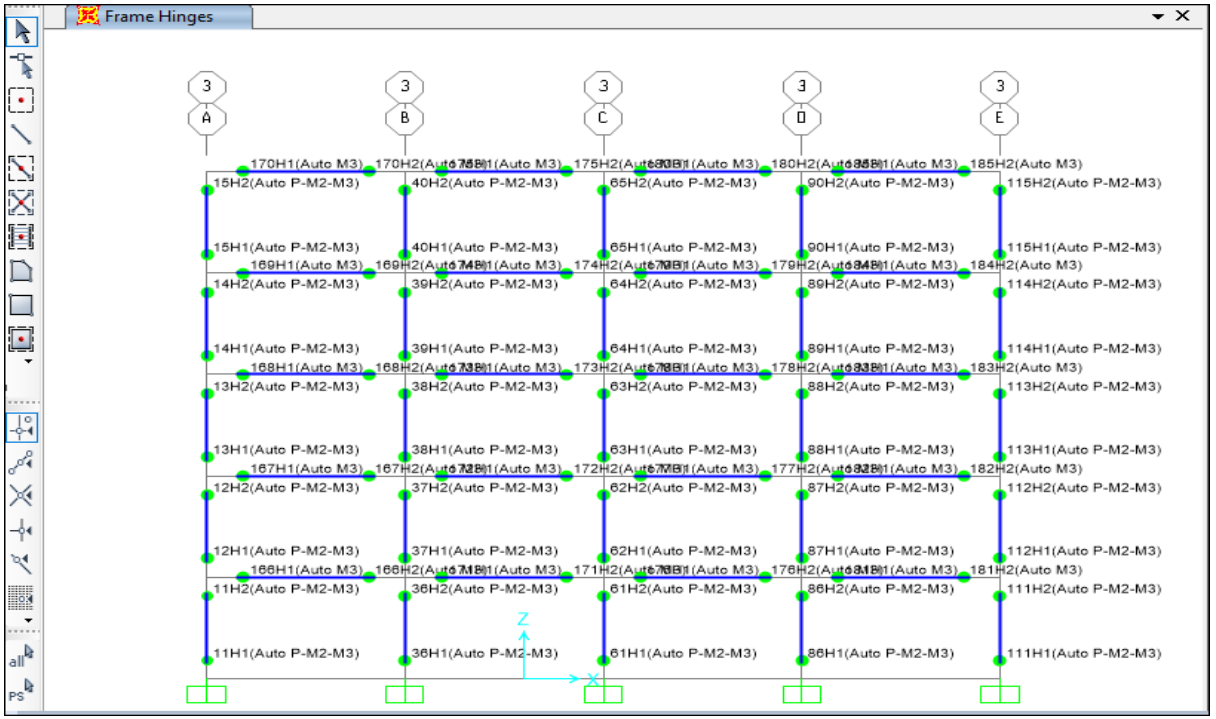
اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم قاب خمشی بتنی



اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم قاب خمشی بتنی



اختصاص مفاصل پلاستیک به سیستم قاب خمشی بتنی



پایان جلسه
چهارم

M: 09385767058

تحلیل استاتیکی غیرخطی(پوش آور)

جلسه پنجم

جلسه پنجم:
اختصاص مفاصل پلاستیک
بصورت دستی(قاب مهاربندی واگرا و قاب خمشی بتنی)سیستمهای مقاوم جانبی

مدرس دوره:
بهرام محمدپور(دانشجوی دکتری سازه)

M: 09385767058

قاب مهاربندی واگرا

تعریف کلی نشریه ۳۶۰ از مهاربندی واگرا

۵-۴-۳-۱- کلیات

قاب با مهاربندی واگرا سیستمی است که در آن حداقل یک انتهای عضو قطری مهاربند، به محلی از تیر در خارج از اتصال تیر و ستون متصل می‌شود، به‌طوری‌که به بخش‌هایی از تیر خمش و برش زیادی تحمیل می‌شود. فاصله‌ی بین نقاط تقاطع که به برون‌محوری، e، موسوم است، از عرض مقطع کوچک‌ترین عضو متصل‌شده در این نقاط تجاوز می‌نماید. قطعه عضوی که بین این نقاط قرار می‌گیرد به عضو یا تیر پیوند موسوم بوده و دهانه‌ی آن برابر با مقدار برون محوری می‌باشد.

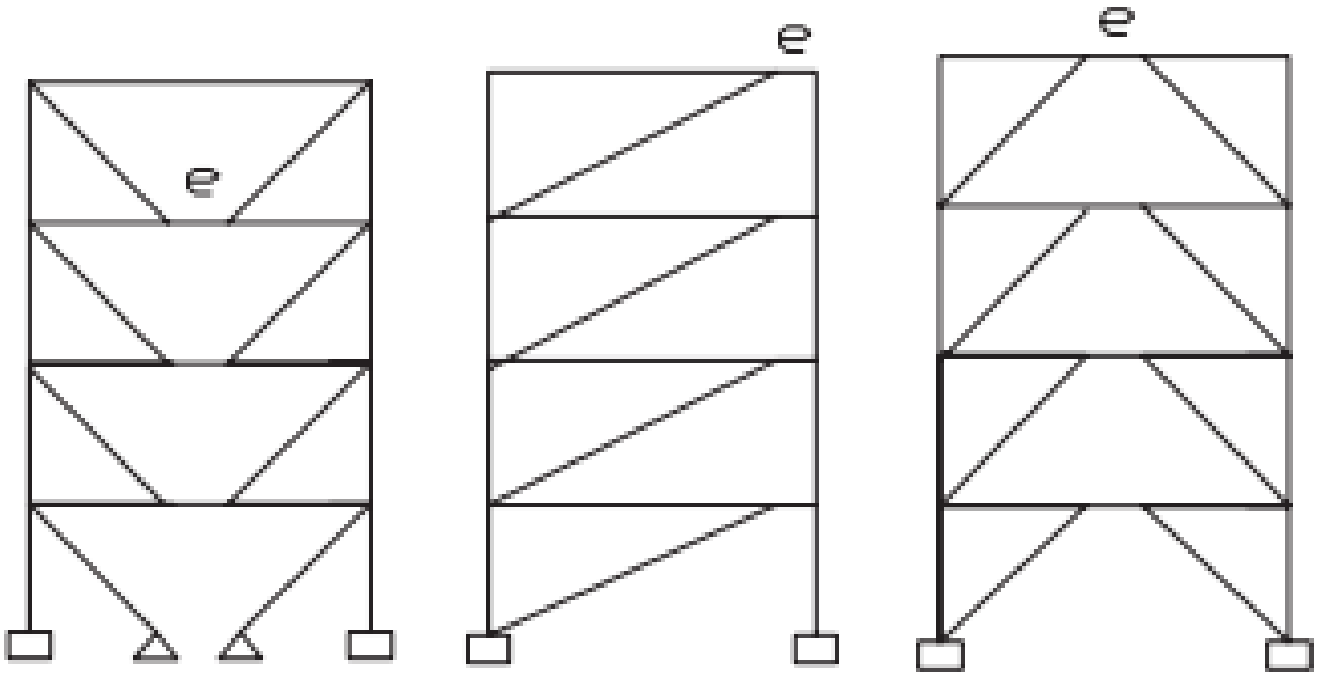
رفتار اعضای قاب مهاربندی واگرا گنترل شونده با نیرو هست یا کنترل شونده با تغییر شکل؟

۲- تیرها، ستون‌ها، مهاربندها و اتصالات در دهانه‌های دارای مهاربند واگرا:

کلیه اعضا و اجزا دراین دهانه ها، شامل تیرها، ستون ها، مهاربندها و اتصالات ، نیروکنترل می باشند.

M: 09385767058

انواع قاب مهاربندی واگرا



M: 09385767058

۵-۴-۳-۴- معیارهای پذیرش

۵-۴-۳-۴-۱- کلیات

معیارهای پذیرش اعضا براساس ضوابط کلی بند (۵-۲-۳) و ضوابط تصریح شده در این بند محاسبه می‌شوند.

۱- **تیر پیوند:** برش و خمش در تیر پیوند باید تغییرشکل‌کنترل درنظرگرفته شوند.

۲- **اتصالات مهاربندها:** تلاش‌های فشاری، کششی، برشی و خمشی در اتصالات مهاربندها که شامل ورق، پیچ، جوش و یا سایر اجزا می‌باشند باید نیروکنترل درنظرگرفته شوند.

۳- **سایر اجزا:** در مورد دیگر اعضای قاب در دهانه با مهاربندی واگرا، همه‌ی رفتارها باید نیروکنترل فرض شود. در خصوص سایر دهانه‌ها بسته به نوع سیستم سازه‌ای مطابق بند (۵-۴-۲-۴-۱) عمل شود.

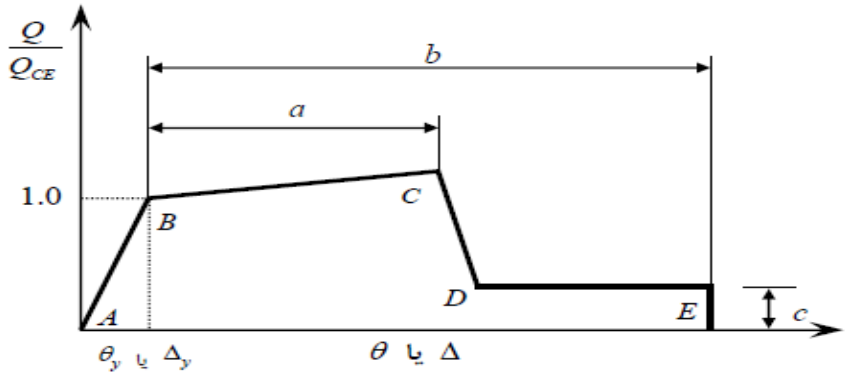
معیارهای پذیرش تیر پیوند

ادامه‌ی جدول (۵-۳): پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش در روش‌های غیرخطی-اجزای سازه فولادی

جزء/ تلاش	پارامترهای مدل‌سازی			معیارهای پذیرش					
	زاویه‌ی چرخش خمیری، رادیان		نسبت تنش پس‌ماند	زاویه‌ی چرخش خمیری، رادیان					
				کلیه‌ی اعضا	اعضای اصلی [۱۴]		اعضای غیراصلی	
	a	b	c	IO	LS	CP	LS	CP
ت: تسلیم کششی پیچ و پرچ در بال ستون	۰/۰۱۵	۰/۰۲۲	۰/۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	۰/۰۱۸
ث: تسلیم برشی اتصالات بال تیر	۰/۰۲۲	۰/۰۲۷	۰/۲	۰/۰۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۲۳
اتصال ردیف ۱۶ از جدول (۵-۱) [۹]								
الف: شکست در مقطع مؤثر ورق یا برش در پیچ یا پرچ [۱۰]	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۱	۰/۰۰۸	۰/۰۲۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲۰	۰/۰۲۵
ب: شکست جوش یا شکست ورق در مقطع کل	۰/۰۱۲	۰/۰۱۸	۰/۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۵
اتصال ردیف ۱۷ از جدول (۵-۱)								
الف: تسلیم ورق انتهایی	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۱	۰/۰۱۰	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵
ب: تسلیم پیچ‌ها	۰/۰۱۸	۰/۰۲۴	۰/۸	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰	۰/۰۱۵	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰
پ: تسلیم جوش	۰/۰۱۲	۰/۰۱۸	۰/۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵
اتصال ردیف ۱۸ از جدول (۵-۱) [۸و۲]	۰/۰۲۹- ۰/۰۰۰۸ d_{bg}	۰/۱۵- ۰/۰۰۱۴ d_{bg}	۰/۴	۰/۰۱۴- ۰/۰۰۰۴d	------	------	۰/۱۱۲۵- ۰/۰۰۱۱ d_{bg}	۰/۱۵- ۰/۰۰۱۴ d_{bg}
اتصال ردیف ۱۹ از جدول (۵-۱) [۸]	۰/۱۵- ۰/۰۰۰۱۴ d_{bg}	۰/۱۵- ۰/۰۰۱۴ d_{bg}	۱	۰/۰۷۵ - ۰/۰۰۰۷۱ d_{bg}	------	------	۰/۱۱۲۵- ۰/۰۰۱۱ d_{bg}	۰/۱۵- ۰/۰۰۱۴ d_{bg}
تیر پیوند EBF [۱۰و۱۱]								
الف: $e \le \frac{1.6M_{CE}}{V_{CE}}$	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۸	۰/۰۰۵	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۶
ب: $e \ge \frac{2.6M_{CE}}{V_{CE}}$	مشابه با مقادیر در تیرها							
پ: $\frac{1.6M_{CE}}{V_{CE}} < e < \frac{2.6M_{CE}}{V_{CE}}$	با استفاده از درون‌یابی خطی محاسبه می‌شود.							

M: 09385767058

مختصات نقاط منحنی نیرو – تغییر مکان برای تیر پیوند



شکل (۵-۲): منحنی نیرو– تغییرشکل عمومی برای اعضا و اجزای فولادی

A= Δ=0 F=0

B= Δ=0 F=1

C= Δ=0.15 F=1+0.15(0.03)=1.0045

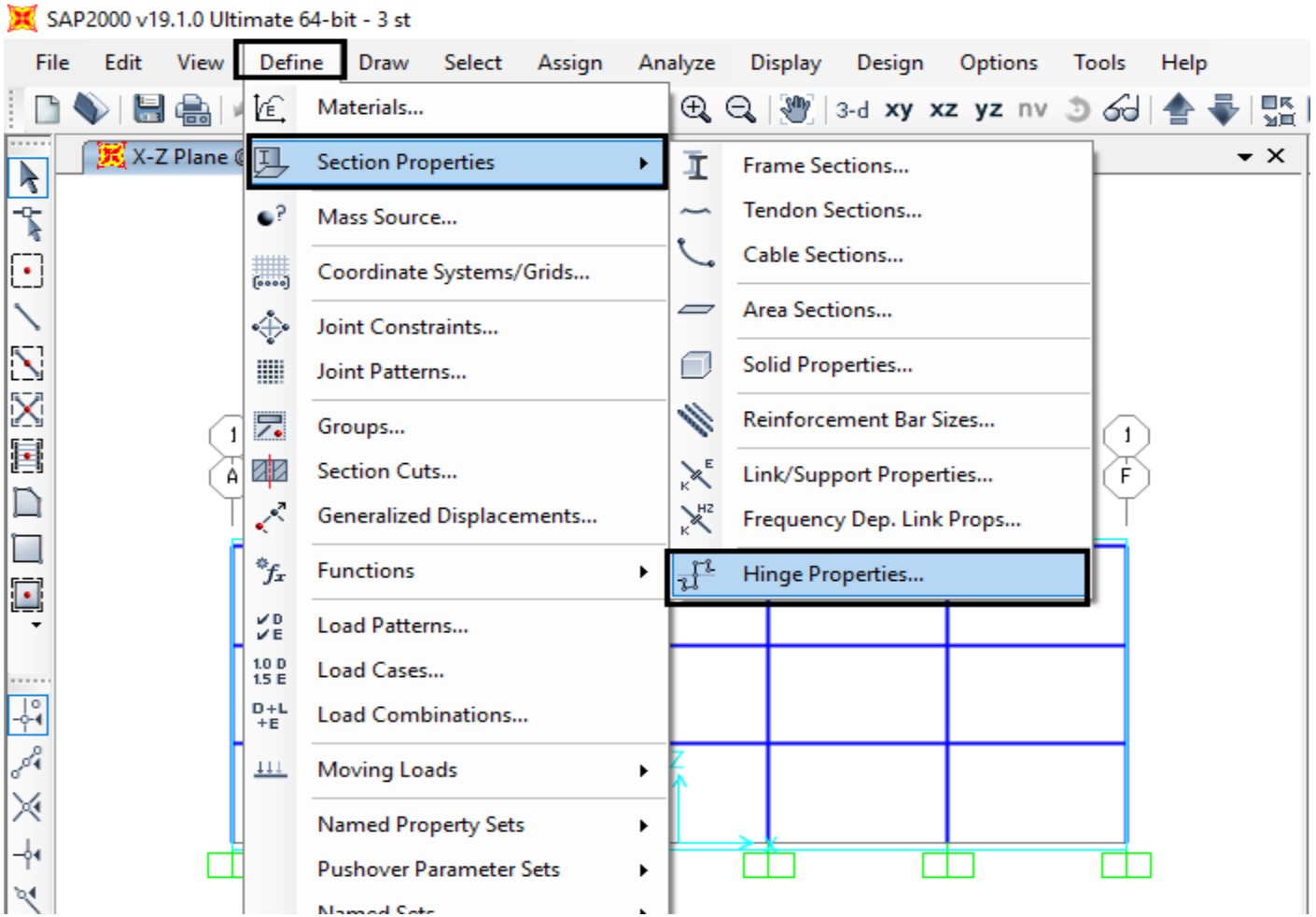
D= Δ=0.15 F=0.8

E= Δ=0.17 F=0.8

M: 09385767058

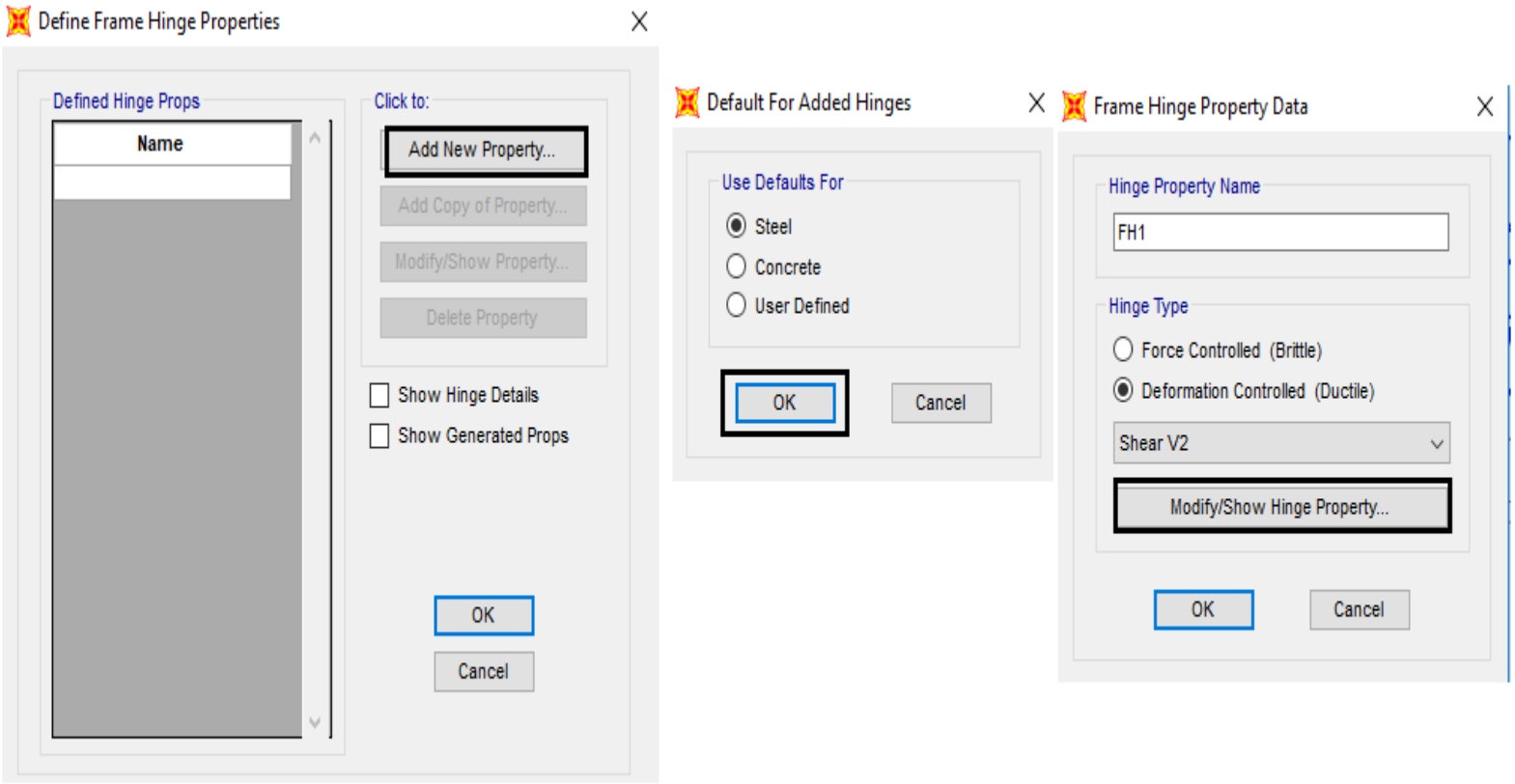
بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

تعریف مفصل پلاستیک تیر پیوند در sap



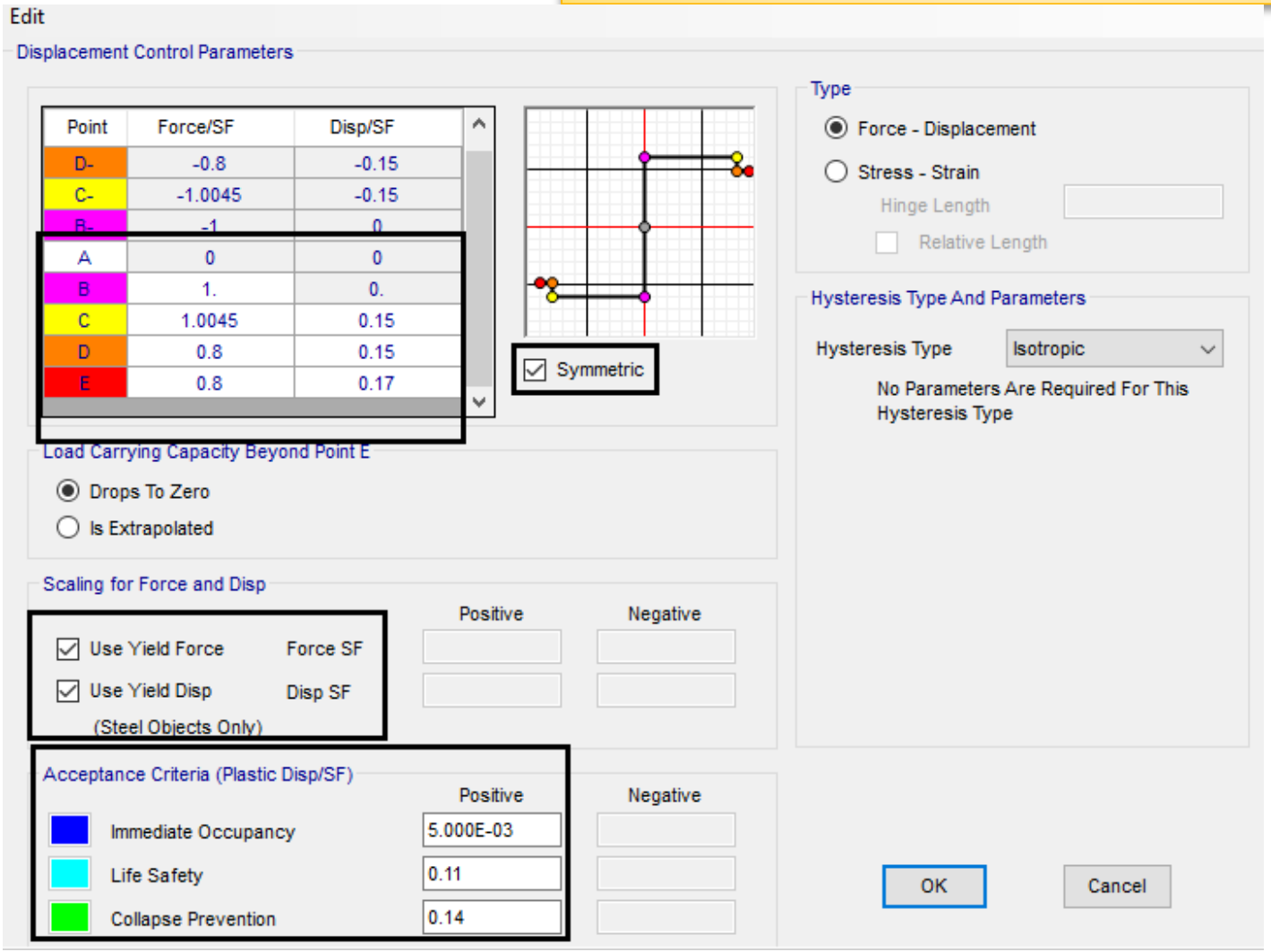
M: 09385767058

تعریف مفصل پلاستیک تیر پیوند در sap



M: 09385767058

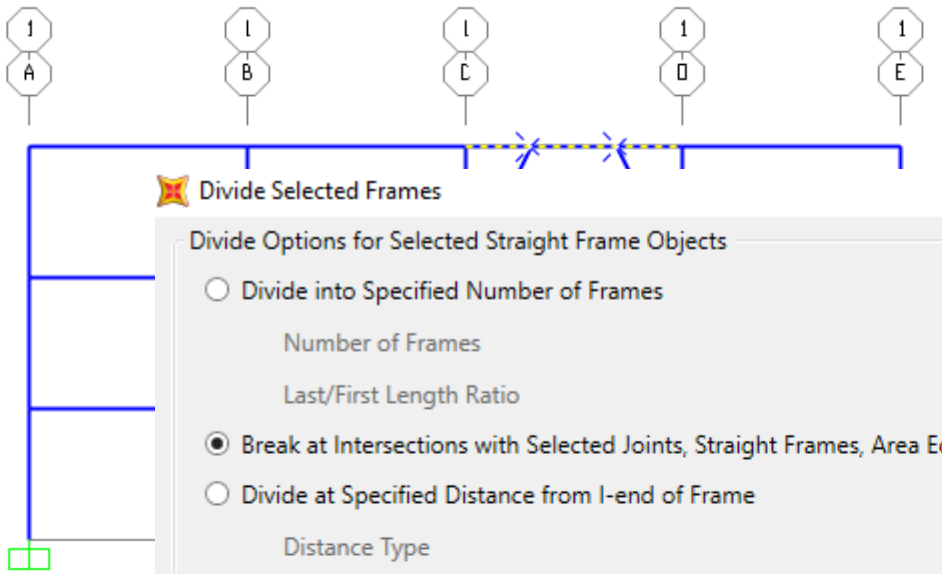
تعریف مفصل پلاستیک تیر پیوند در sap



M: 09385767058

بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

اختصاص مفصل پلاستیک در تیر پیوند



Divide Selected Frames

Divide Options for Selected Straight Frame Objects

- ○ Divide into Specified Number of Frames
  - Number of Frames
  - Last/First Length Ratio
- ◉ Break at Intersections with Selected Joints, Straight Frames, Area Edges and Solid Edges
- ○ Divide at Specified Distance from I-end of Frame
  - Distance Type
  - Distance
- ○ Divide at Intersection with a Coordinate Plane in the Current Coordinate System
  - Coordinate Plane
  - Intersection with Plane at
- ○ Divide at Intersection with Visible Grid Planes in the Current Coordinate System
  - Grid Plane

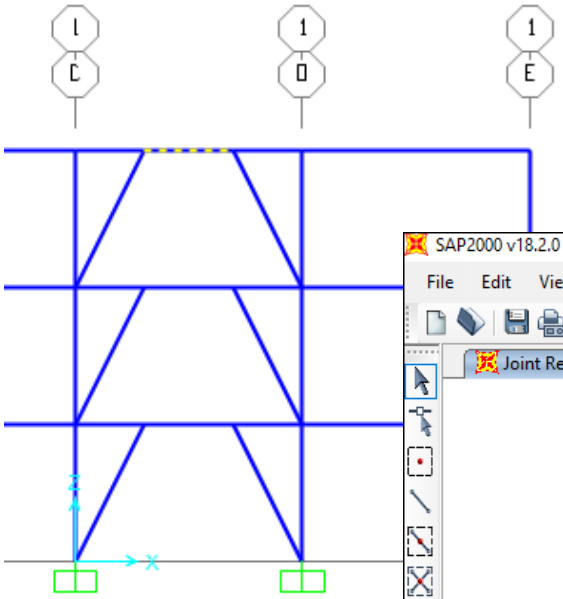
Reset Form to Default Values

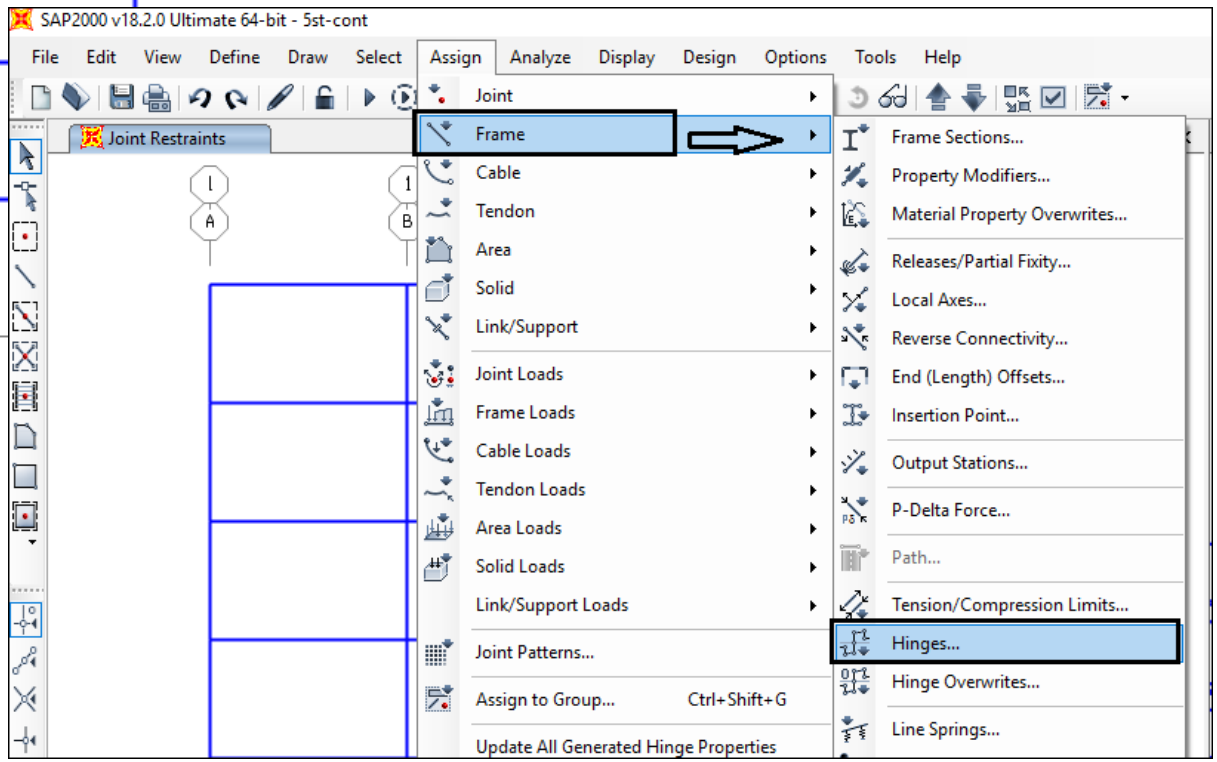
OK | Close | Apply

M: 09385767058

بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

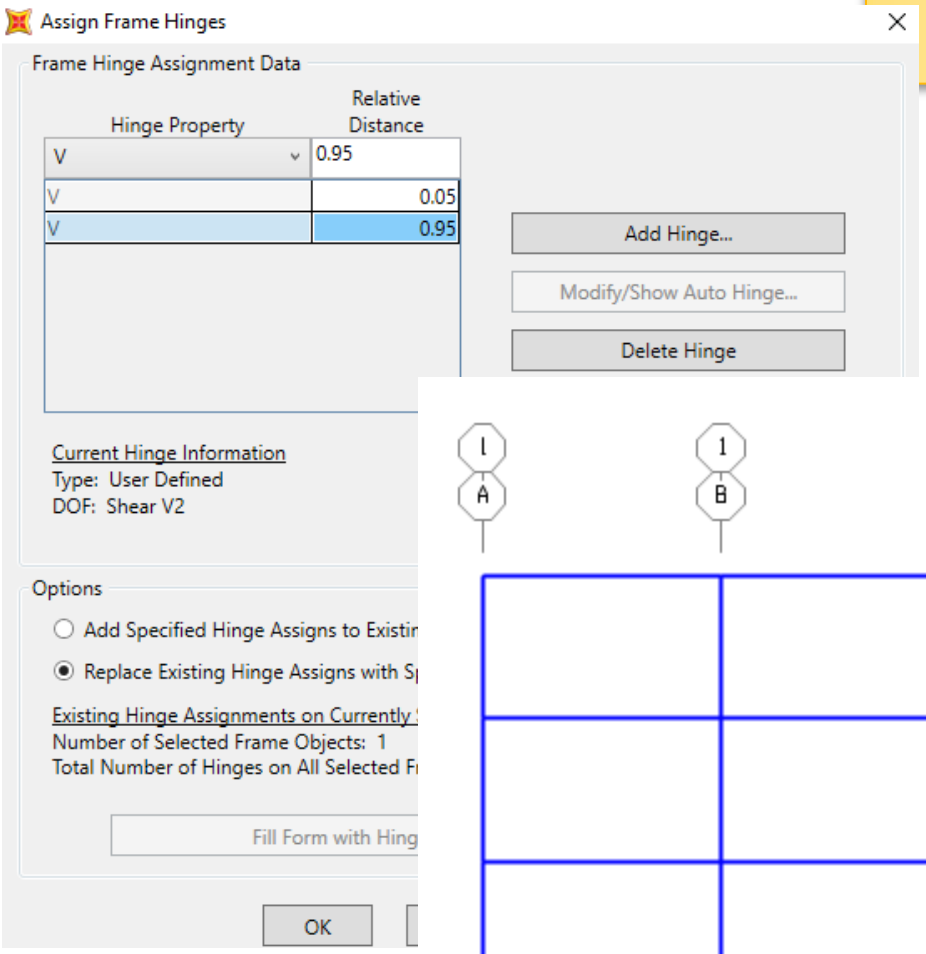
اختصاص مفصل پلاستیک در تیر پیوند

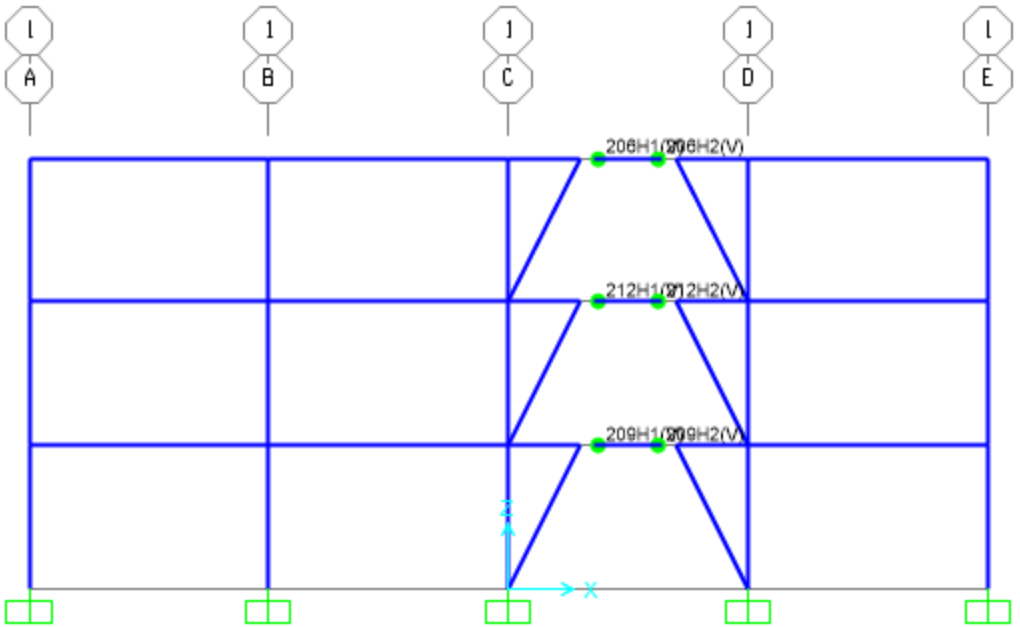




M: 09385767058

اختصاص مفصل پلاستیک در تیر پیوند

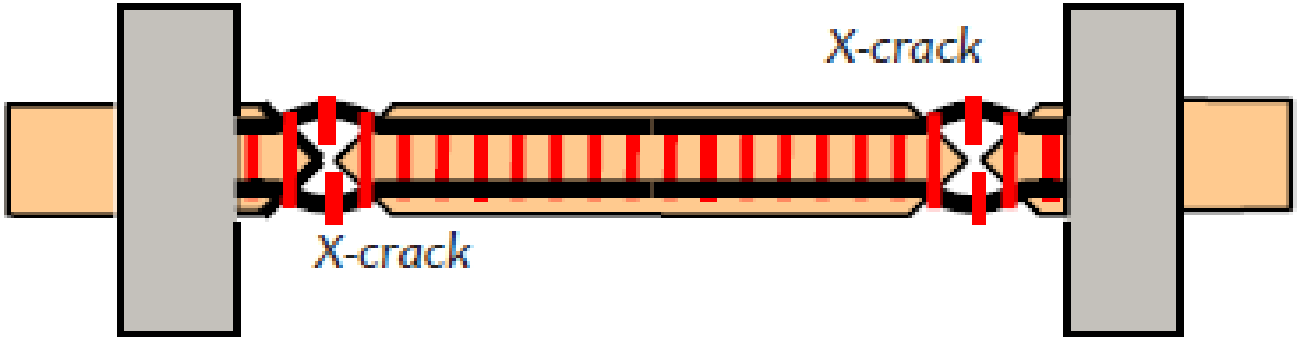




M: 09385767058

مفصل برشی در قاب خمشی بتنی

تلاش برشی تیرهای بتنی یک تلاش کنترل شونده با نیرو هست. لذا نرم افزار sap نمی تواند برای این تلاش مفصل اتوماتیک اختصاص دهد. بنابراین باید از مفصل دستی استفاده کنیم.



Shear Failure

M: 09385767058

معیارهای پذیرش مفصل برشی تیرها

جدول ۶-۸ نشریه ۳۶۰

ب- تیرهایی که با برش کنترل می‌شوند[۲و۵]								
اگر فاصله خاموت ها کوچکتر از $d/2$ باشد	۰/۰۳۰	۰/۰۲	۰/۲	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۳۰	۰/۰۱	۰/۰۲
اگر فاصله خاموت ها بزرگتر از $d/2$ باشد	۰/۰۰۳۰	۰/۰۱	۰/۲	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۵	۰/۰۱

۶-۷

مقاومت برشی تیر بتنی

مقاومت برشی بتن

$$V_c = \varphi_c (0.2\sqrt{f_c'} b_w d)$$

مقاومت برشی میلگردهای عرضی

$$V_s = \varphi_s A_{sv} f_{yv} \frac{d}{S_n}$$

مقاومت برشی نهایی تیر

$$V_r = V_c + V_s$$

M: 09385767058

برای تیر فرضی با مشخصات زیر مقاومت برشی نهایی محاسبه می گردد.

ابعاد مقطع: ۵۰ * ۴۵

مقاومت مشخصه اسمی بتن: ۲۱ مگاپاسکال

قطر خاموت: ۱۰ میلیمتر

فاصله خاموت: ۱۲ سانتی متر

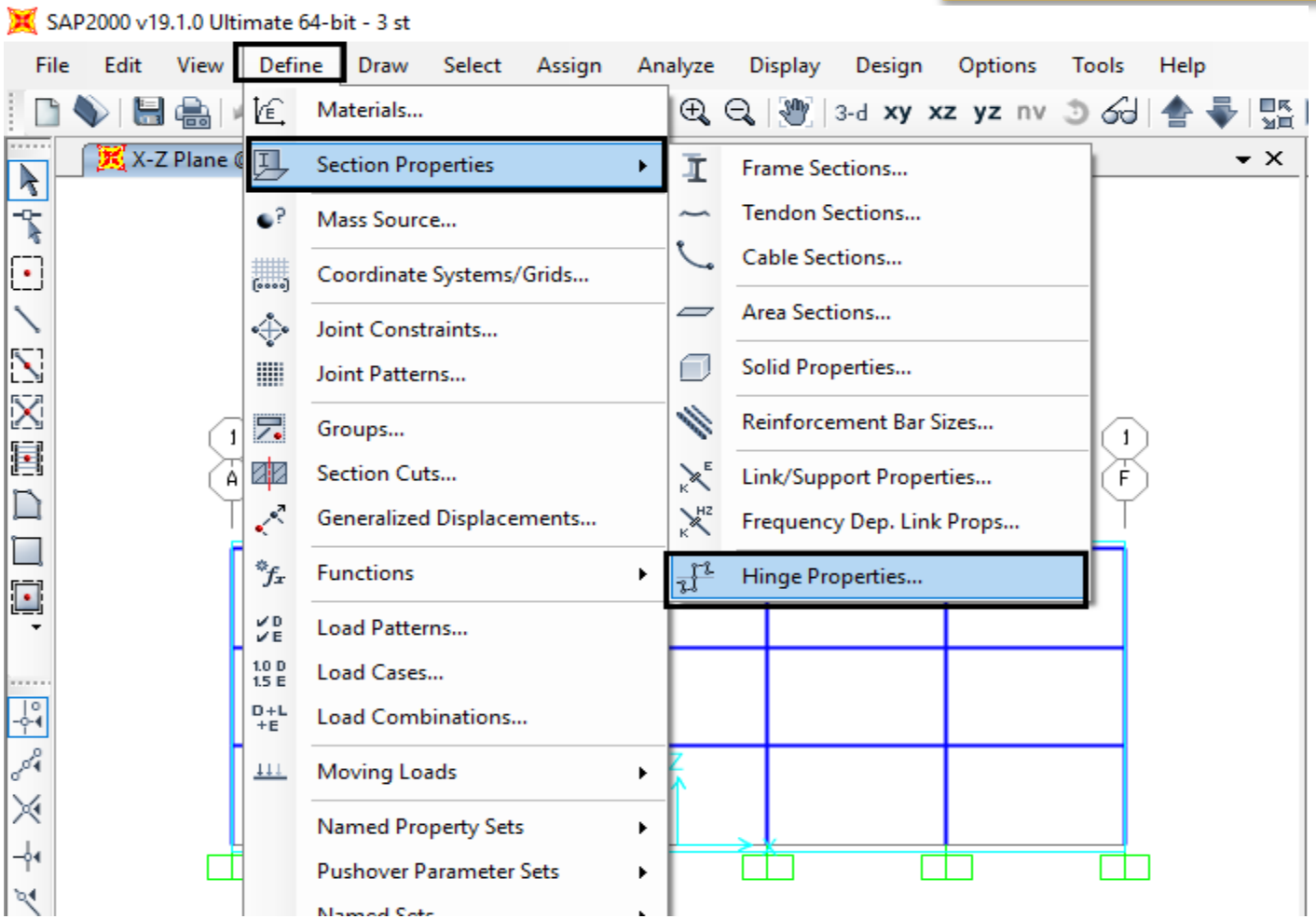
$$V_c = 0.65\left(0.2 \times \sqrt{21} \times 450 \times 450\right) = 120.636\ t$$

$$V_s = 0.85\left(157 * 400 * \frac{450}{120}\right) = 200.175\ t$$

$$V_r = V_c + V_s = 320.811\ \text{t}$$

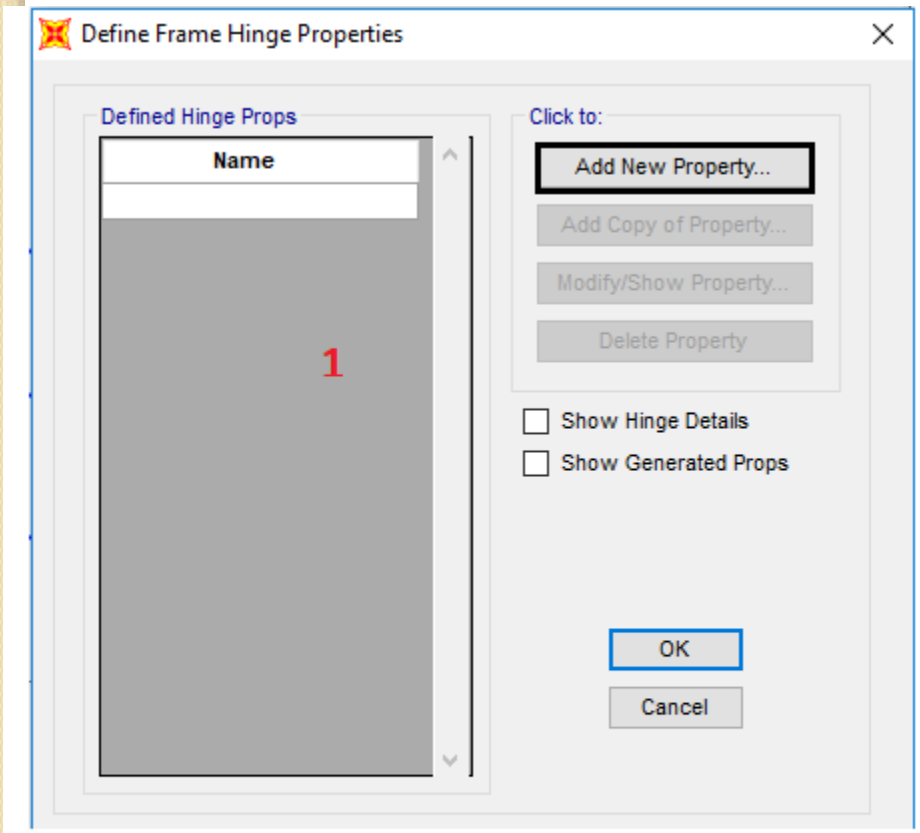
M: 09385767058

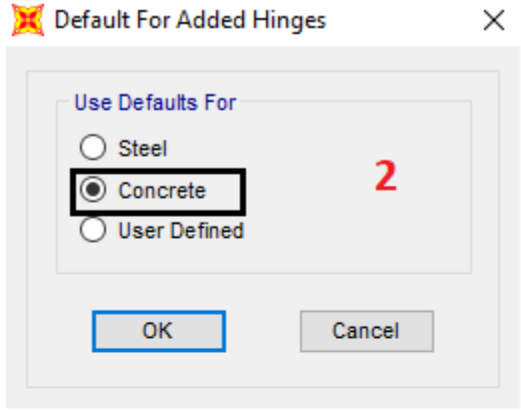
تعریف مفصل برشی به تیر بتنی

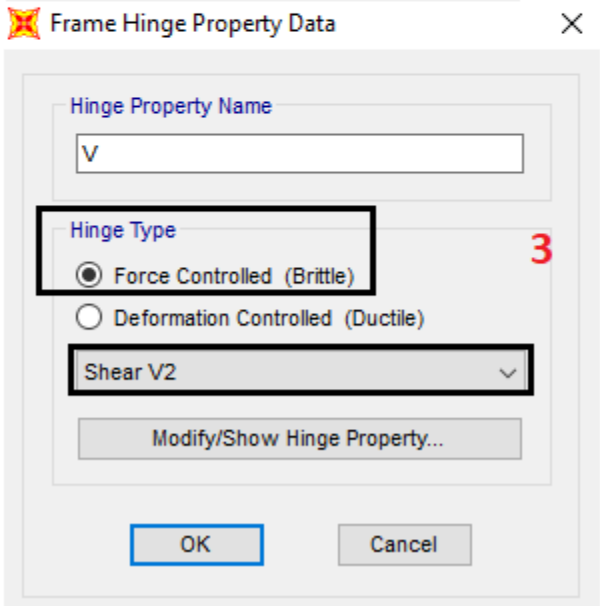


M: 09385767058

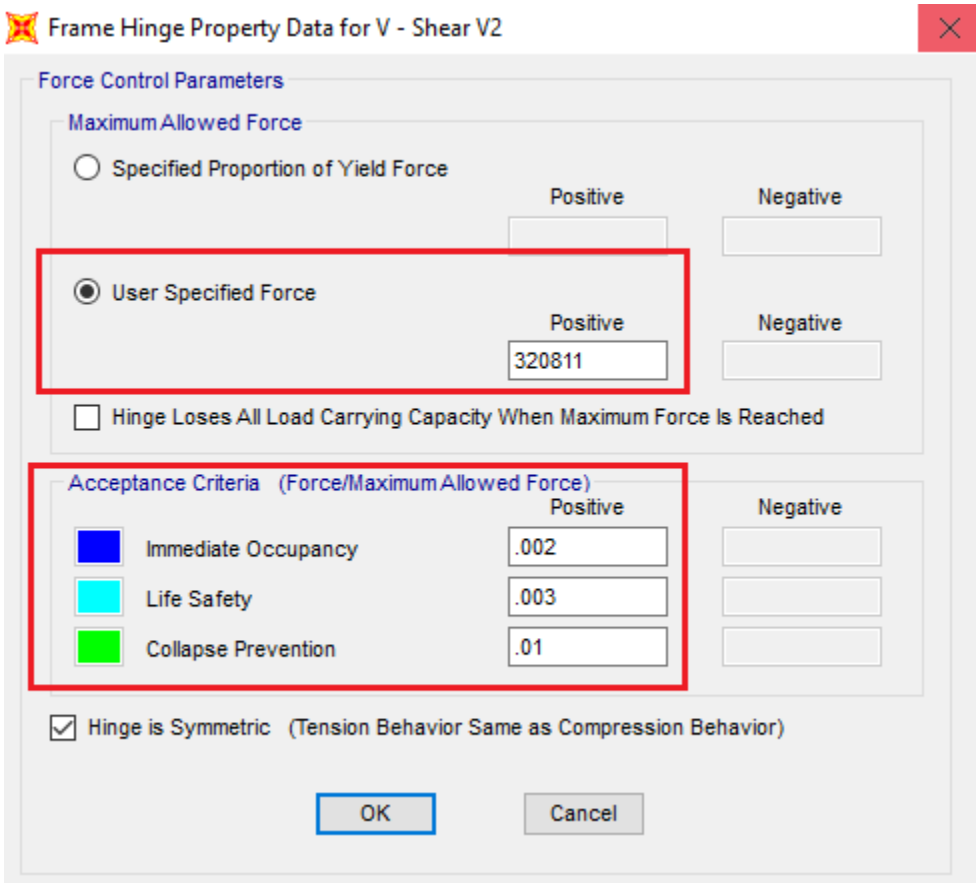
تعریف مفصل برشی به تیر بتنی





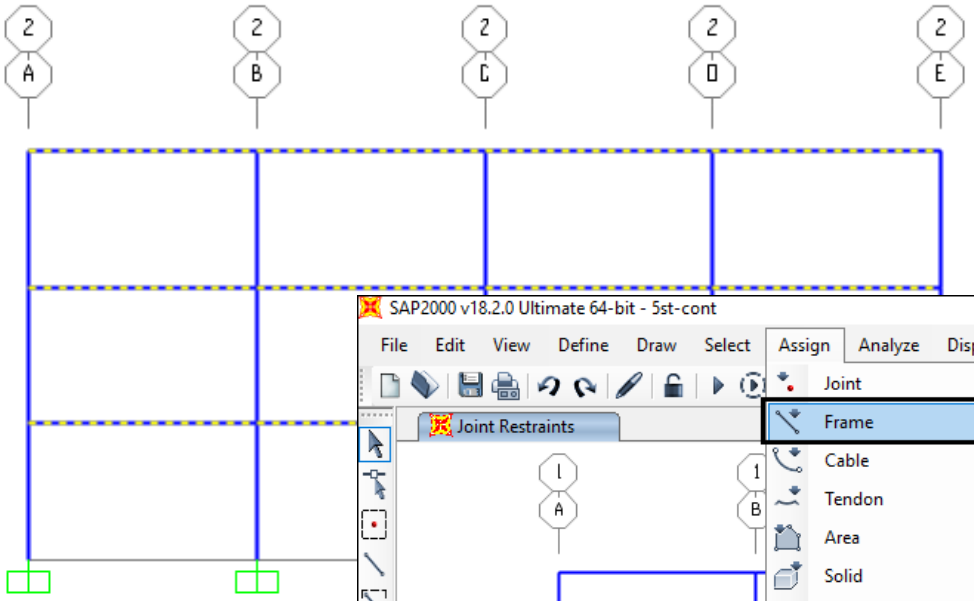


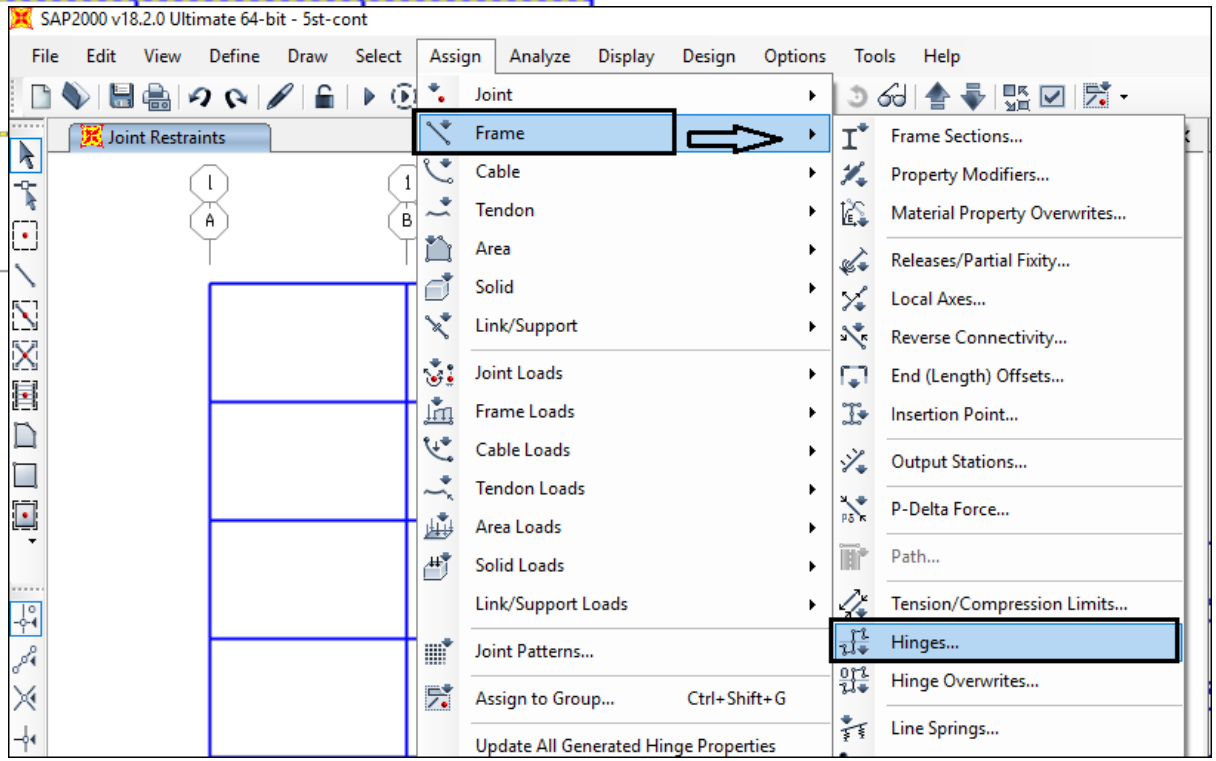
تعریف مفصل برشی به تیر بتنی



M: 09385767058

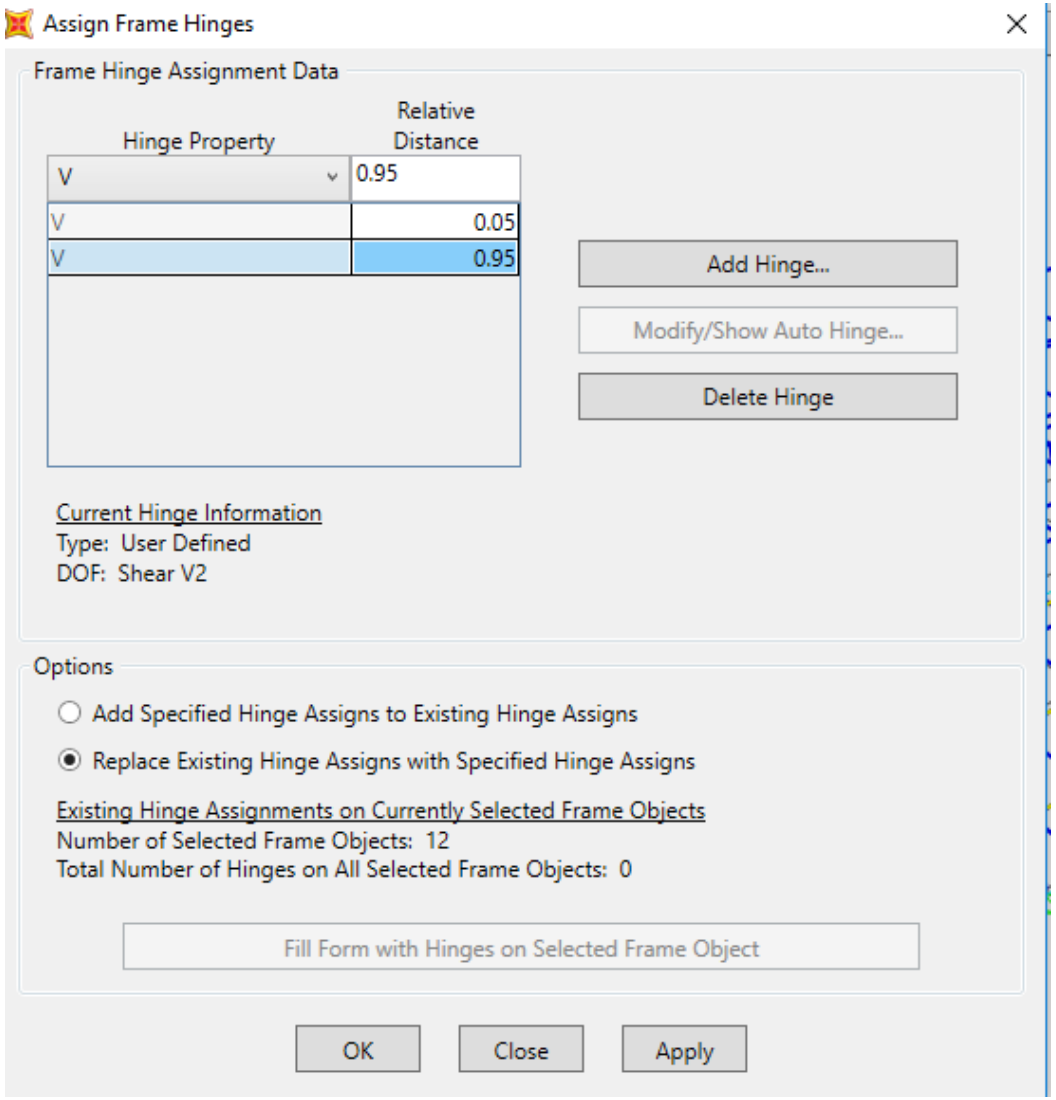
اختصاص مفصل برشی به تیر بتنی





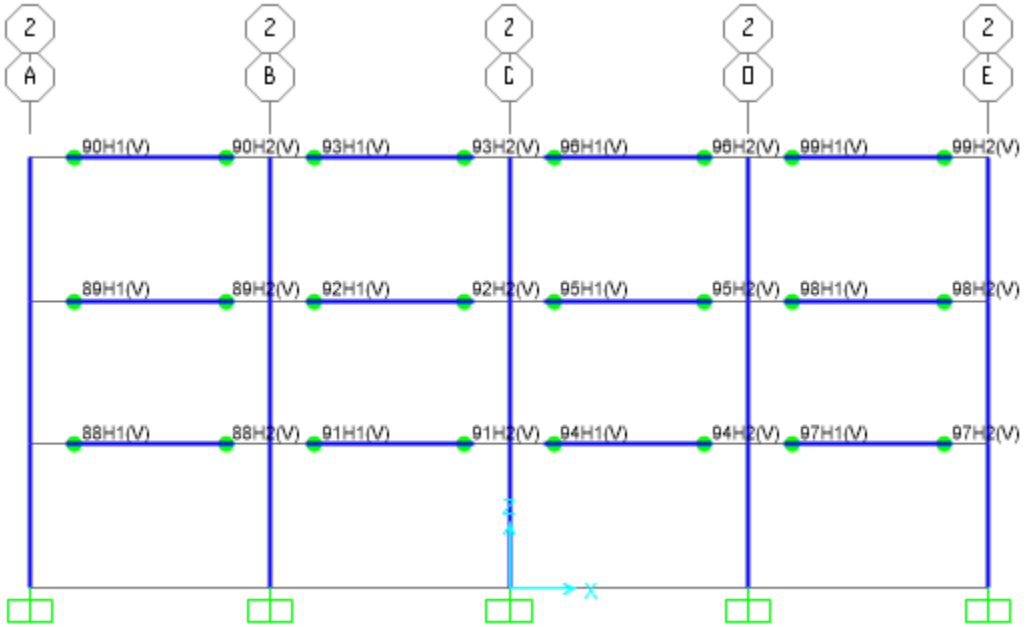
M: 09385767058

اختصاص مفصل برشی به تیر بتنی



M: 09385767058

اختصاص مفصل برشی به تیر بتنی



M: 09385767058

پایان جلسه
پنجم

M: 09385767058

تحلیل استاتیکی غیرخطی(پوش آور)

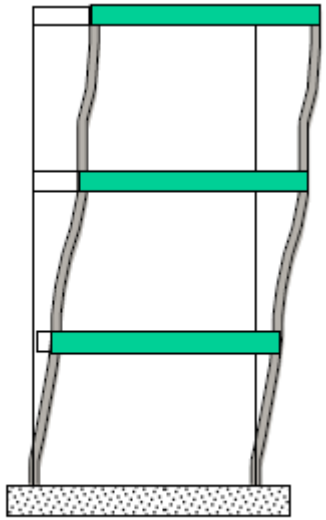
جلسه ششم

جلسه ششم:
تعیین تغییر مکان هدف

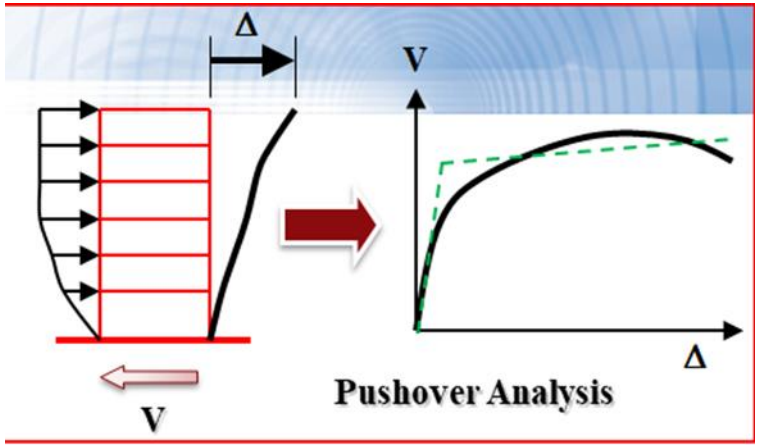
مدرس دوره:
بهرام محمدپور(دانشجوی دکتری سازه)

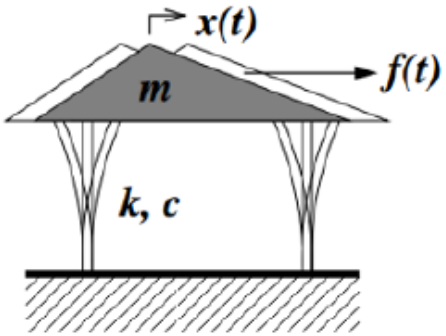
M: 09385767058

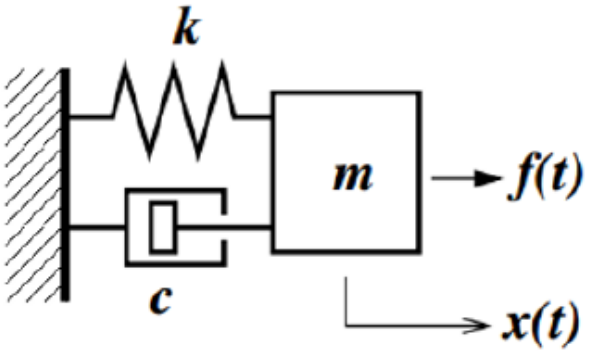
فلسفه تغییر مکان هدف



Mode 1







M: 09385767058

رابطه تغییر مکان هدف بر اساس استاندارد ۲۸۰۰

$$\delta_i = C_0 C_1 S_a \frac{T_e^{\,2}}{4\pi^2} g$$

بر اساس دینامیک سازه داریم

$F = K.\Delta$

$F = m.a$

$K.\Delta = m.a$

$\Delta = \frac{m}{k}.a$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$\frac{m}{k} = \frac{T^2}{4\pi^2}$

$\Delta = \frac{m}{k}.a$

$\Delta = \frac{T^2}{4\pi^2} S_a$

M: 09385767058

رابطه تغییر مکان هدف بر اساس استاندارد ۲۸۰۰

در رابطه فوق T_e زمان تناوب اصلی موثر ساختمان برای امتداد مورد نظر، g شتاب ثقل و موثر اصلی تناوب زمان .است موثر اصلی تناوب زمان در طیفی شتاب S_a ساختمان بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ بصورت زیر تعریف شده است:

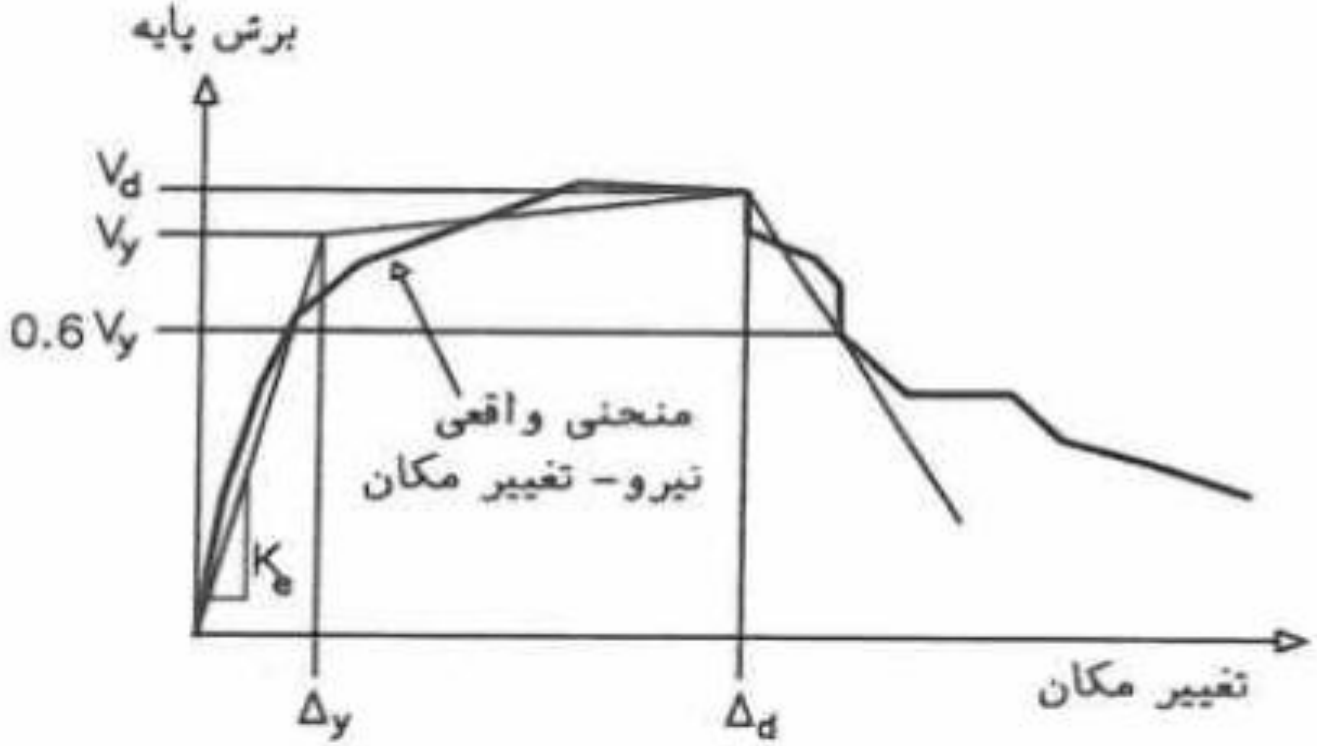
$$T_e = T_i \sqrt{\frac{K_i}{K_e}}$$

در رابطه فوق Ti (بر حسب ثانیه زمان) تناوب اصلی ارتجاعی است، که با تحلیل مدل سازه با فرض رفتار خطی بدست می‌آید

Ki سختی جانبی ارتجاعی سازه(شیب خط مماس بر منحنی ظرفیت سازه در مبدأ) در جهت مورد نظر

Ke سختی جانبی موثر سازه در جهت مورد نظر می‌باشد

رابطه تغییر مکان هدف بر اساس استاندارد ۲۸۰۰



M: 09385767058

رابطه تغییر مکان هدف بر اساس استاندارد ۲۸۰۰

برای بدست آوردن Co می توان از جدول نشریه ۳۶۰ که برای انواع سازه‌ها بصورت تقریبی آورده شده است، استفاده نمود

سایر ساختمان ها	ساختمانهای برشی		تعداد طبقات ساختمان
هر نوع توزیع بار	توزیع نوع دوم	توزیع نوع اول	
۱	۱	۱	۱
۲/۱	۱۵/۱	۲/۱	۲
۳/۱	۲/۱	۲/۱	۳
۴/۱	۲/۱	۳/۱	۵
۵/۱	۲/۱	۳/۱	۱۰ و بیشتر

M: 09385767058

رابطه تغییر مکان هدف بر اساس استاندارد ۲۸۰۰

$$T_e > T_s \rightarrow C_1 = 1.0$$

ضریب C1 از روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$T_e < T_s \rightarrow C_1 = \frac{1.0 + [R_d - 1]\frac{T_s}{T_e}}{R_d}$$

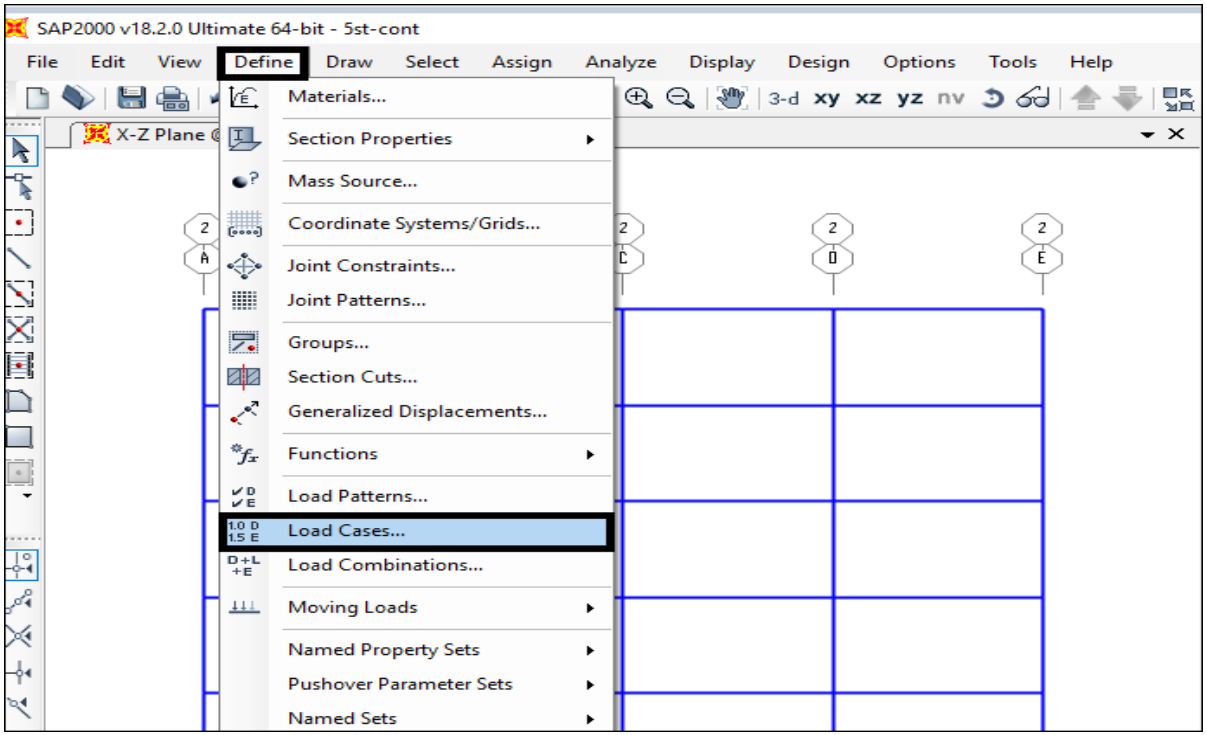
در این رابطه T_s پارامتر نوع زمین است که از جدول (۲-۳) استاندارد ۲۸۰۰ به‌دست می‌آید و R_d نسبت مقاومت است که از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$R_d = \frac{S_a}{V_y/W}$$

در این رابطه شتاب طیفی به ازای زمان تناوب اصلی موثر T_e و W وزن موثر لرزه‌ای است. مقدار شتاب طیفی برای زلزله طرح برابر ABI بر طبق فصل دوم استاندارد ۲۸۰۰ است. همچنین V_y برش پایه جاری شدن موثر سازه است.

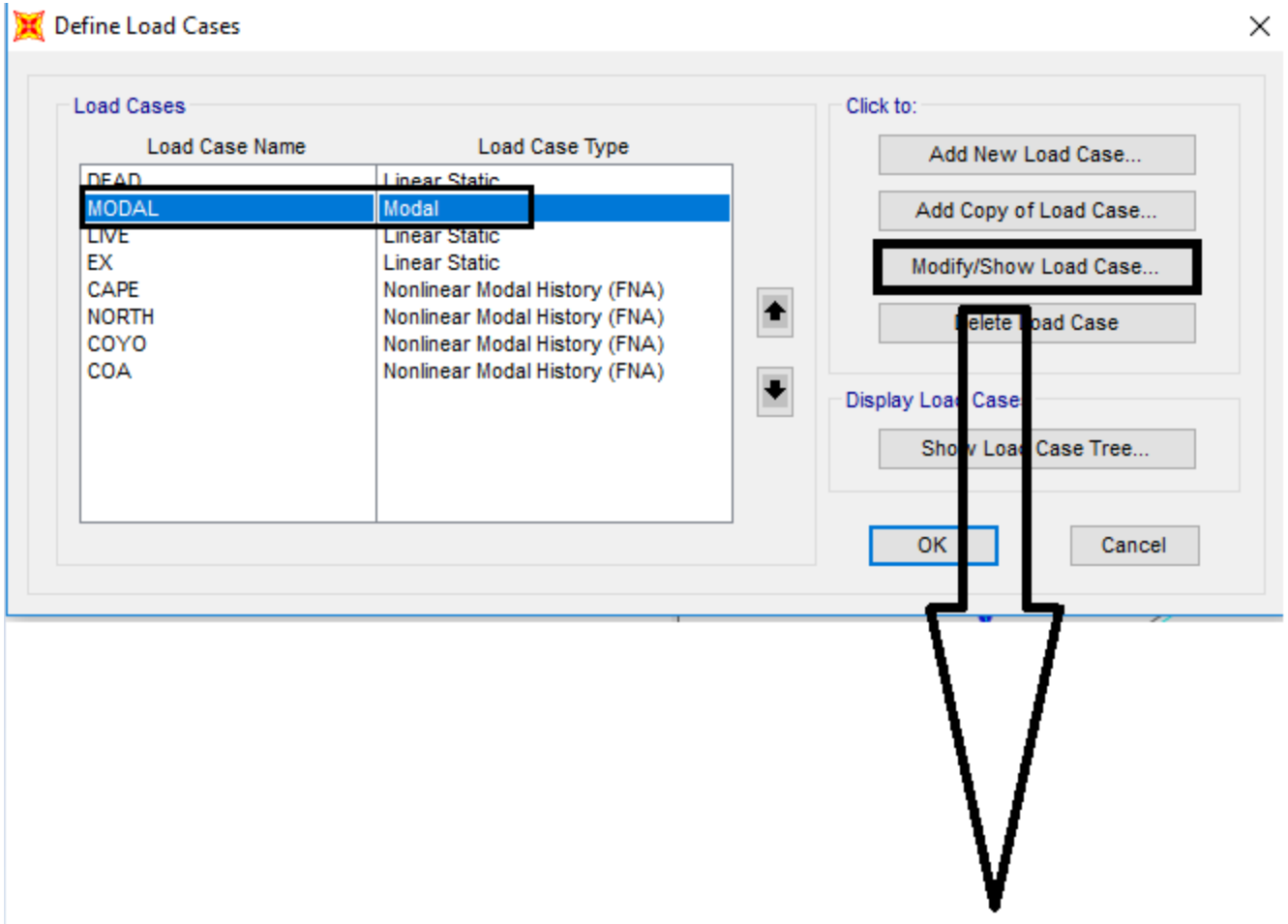
تعیین زمان تناوب تحلیلی سازه (Ti)

برای این منظور ابتدا تعداد مودهای سازه را بر اساس تعداد طبقات انتخاب می-کنیم که در این مثال تعداد مودها سه برابر تعداد طبقات انتخاب می‌گردد.



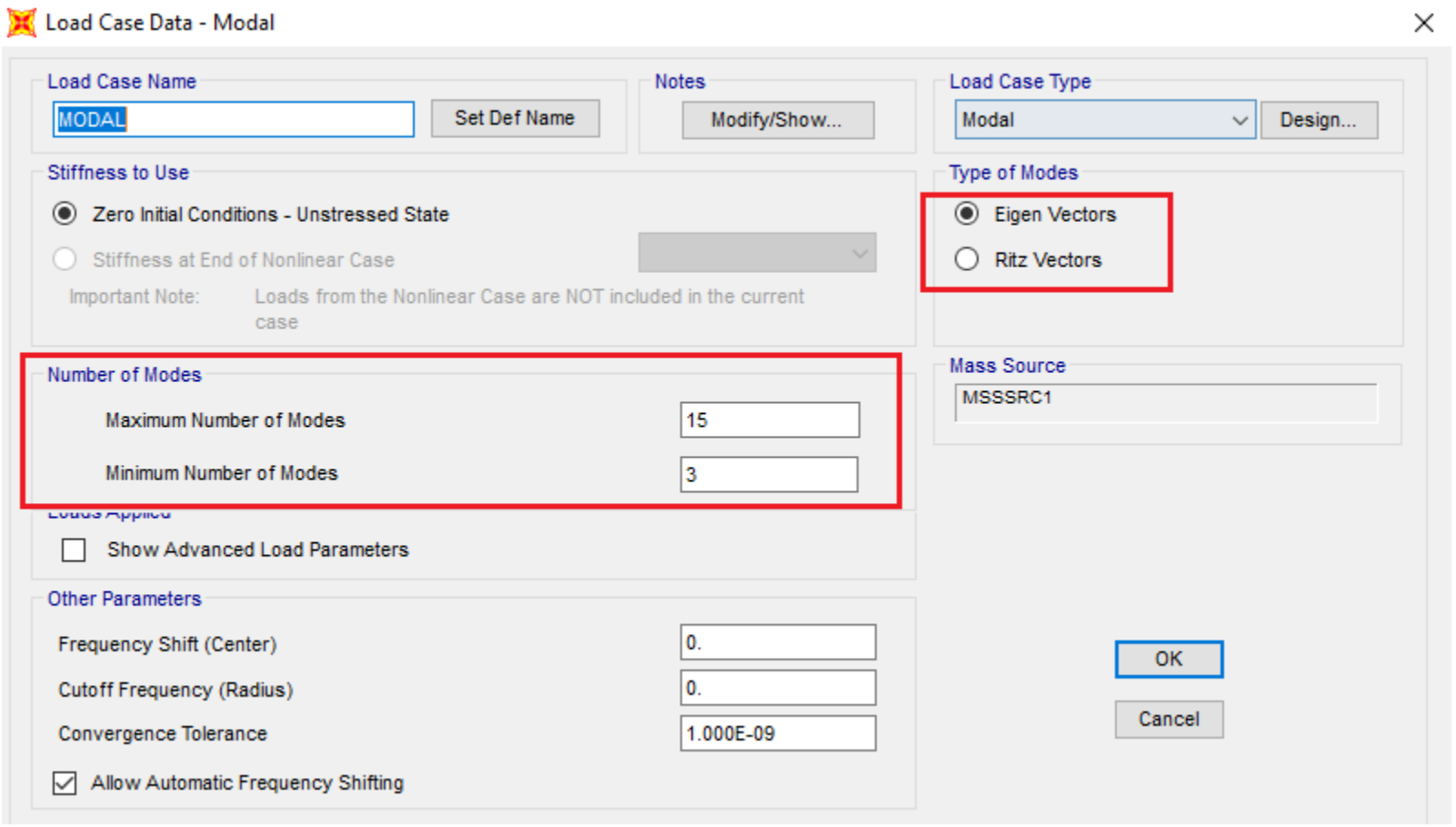
M: 09385767058

تعیین زمان تناوب تحلیلی سازه (Ti)



M: 09385767058

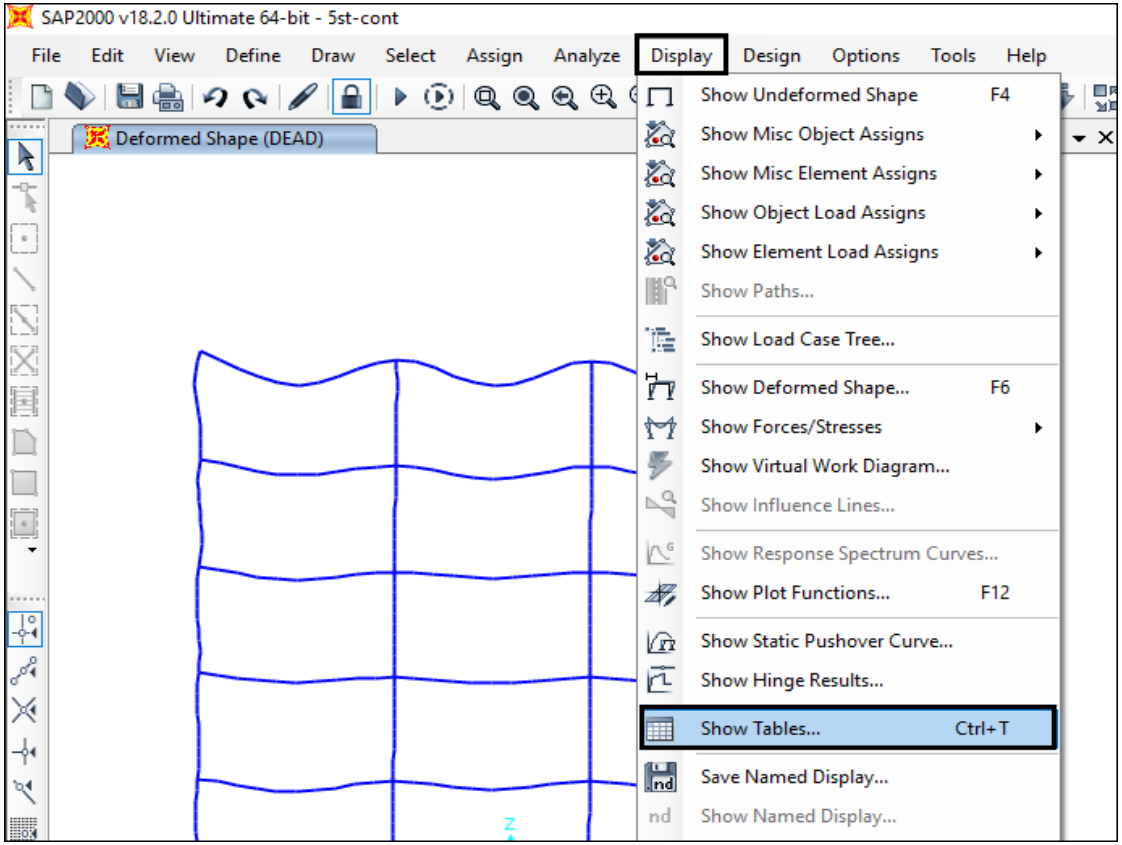
تعیین زمان تناوب تحلیلی سازه (Ti)



M: 09385767058

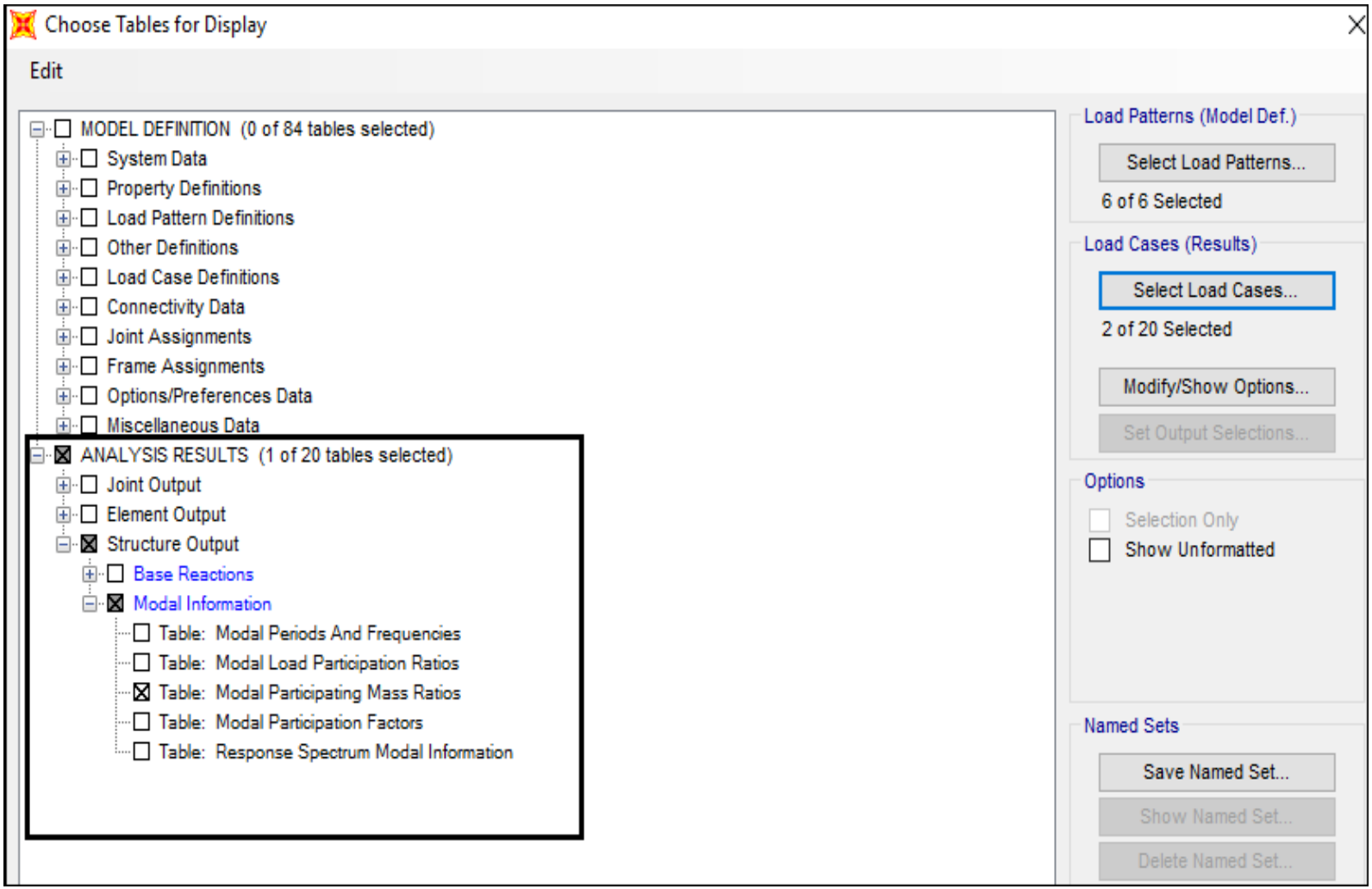
تعیین زمان تناوب تحلیلی سازه (Ti)

بعد از انتخاب تعداد مودها، سازه تحلیل می‌شود. لازم است که توضیح داده شود که، تحلیل **Modal** فقط برای تعیین مشخصات فرکانسی مودها مورد استفاده قرار می‌گیرد.



M: 09385767058

تعیین زمان تناوب تحلیلی سازه (Ti)



M: 09385767058

تعیین زمان تناوب تحلیلی سازه (Ti)

Modal Participating Mass Ratios

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Modal Participating Mass Ratios

Filter:

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless	RX Unitless
MODAL	Mode	1	1.487932	0.45	0.000168	3.04E-10	0.45	0.000168	3.04E-10	1.972E-05
MODAL	Mode	2	1.4742	8.136E-05	0.743	5.501E-09	0.45	0.743	5.805E-09	0.086
MODAL	Mode	3	0.76418	0.329	3.944E-06	1.805E-06	0.779	0.743	1.811E-06	2.064E-06
MODAL	Mode	4	0.566361	0.0002168	0.138	8.717E-11	0.779	0.88	1.811E-06	0.123
MODAL	Mode	5	0.560014	0.08	0.0003941	5.675E-12	0.859	0.881	1.811E-06	0.0003594
MODAL	Mode	6	0.436322	0.0001554	0.001552	4.899E-10	0.859	0.882	1.811E-06	0.001887
MODAL	Mode	7	0.334988	4.613E-05	0.043	6.979E-11	0.859	0.925	1.811E-06	0.036
MODAL	Mode	8	0.322756	0.02	0.0005325	6.765E-09	0.88	0.926	1.818E-06	0.000456
MODAL	Mode	9	0.310789	3.458E-06	0.002164	2.914E-09	0.88	0.928	1.821E-06	0.00232
MODAL	Mode	10	0.306169	0.0003899	0.005624	1.578E-11	0.88	0.934	1.821E-06	0.004865
MODAL	Mode	11	0.273865	0.06	2.859E-05	2.618E-06	0.94	0.934	4.439E-06	4.656E-05
MODAL	Mode	12	0.259194	8.11E-05	0.0009817	5.759E-09	0.94	0.935	4.444E-06	0.001053
MODAL	Mode	13	0.255543	0.0003735	0.0009113	2.74E-08	0.941	0.936	4.472E-06	0.0007644
MODAL	Mode	14	0.223495	0.011	0.007658	3.515E-10	0.952	0.943	4.472E-06	0.008325
MODAL	Mode	15	0.222354	0.003592	0.024	1.757E-09	0.955	0.967	4.474E-06	0.026

Record: << < 1 > >> of 15 Add Tables... Done

M: 09385767058

تعیین شتاب طیفی Sa

$S_a = ABI$

شهر تبریز ← منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد ← A = 0.35

مشخصات خاک:

T0=0.15 ; Ts=0.7 ; S=1. 75 ; S0=1.1

محاسبه ضریب بازتاب در راستای X:

$T=1.48 > Ts \Rightarrow B1 = (S + 1) \times (Ts / T) = 1.30$

$Ts < T < 4 \Rightarrow N = \frac{0.7}{4-T_s}(T - T_s) + 1 \Rightarrow N = 1.16$

$B = N \times B1 = 1.30 \times 1.16 = 1.508$

M: 09385767058

تعیین شتاب طیفی Sa

با توجه به اینکه کاربری سازه مسکونی فرض شده است لذا مقدار ضریب اهمیت I برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

$$S_a = 0.35 \times 1.508 \times 1 = 0.5278$$

M: 09385767058

بدست آوردن تغییر مکان هدف

$$\delta_i = C_0 C_1 S_a \frac{{T_e}^2}{4\pi^2} g = 1.4 \times 1 \times 0.5278 \times \frac{1.48^2}{4 \times 3.14^2} \times 9.81 = 0.402 \text{ m}$$

M: 09385767058

پایان جلسه

ششم

M: 09385767058

تحلیل استاتیکی غیرخطی(پوش آور)

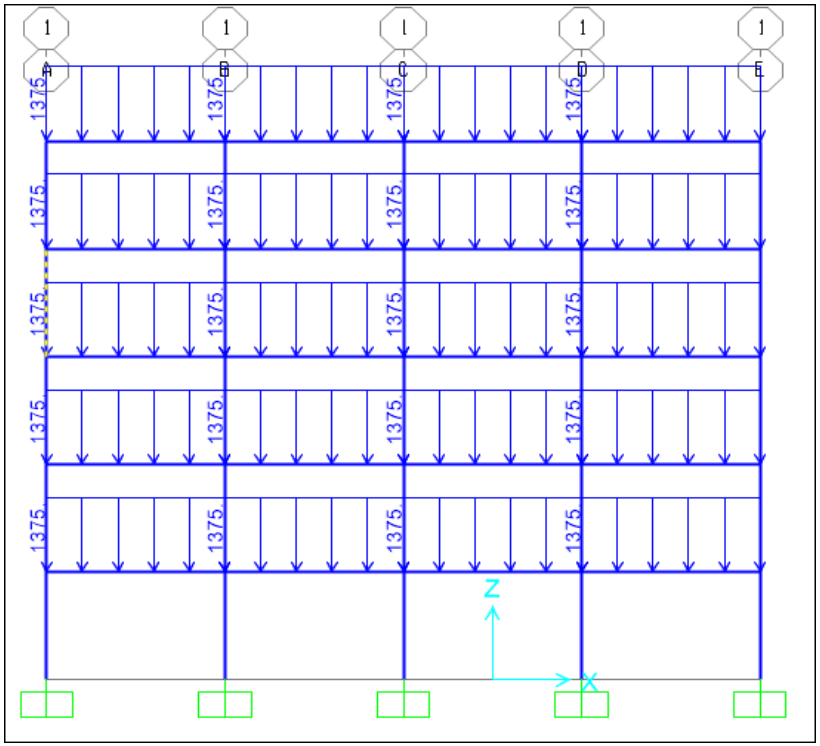
جلسه هفتم

الگوهای بارگذاری ثقلی و جانبی

مدرس دوره:
بهرام محمدپور(دانشجوی دکتری سازه)

M: 09385767058

بارگذاری ثقلی سازه



بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ قبل از انجام تحلیل غیرخطی می‌باید بار ثقلی مطابق با ضرایب ترکیب بار مربوطه به مدل سازه اعمال گردد.

M: 09385767058

بارگذاری ثقلی سازه

ترکیب بارهای ثقلی در استاندارد ۲۸۰۰ عبارت است از:

$$Q_{G1} = 1.2\,Q_D + Q_L$$

$$Q_{G2} = 0.9 Q_D$$

که در آن QDبار مرده و QLبار زنده است

بار زنده بر طبق ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان محاسبه می‌شود

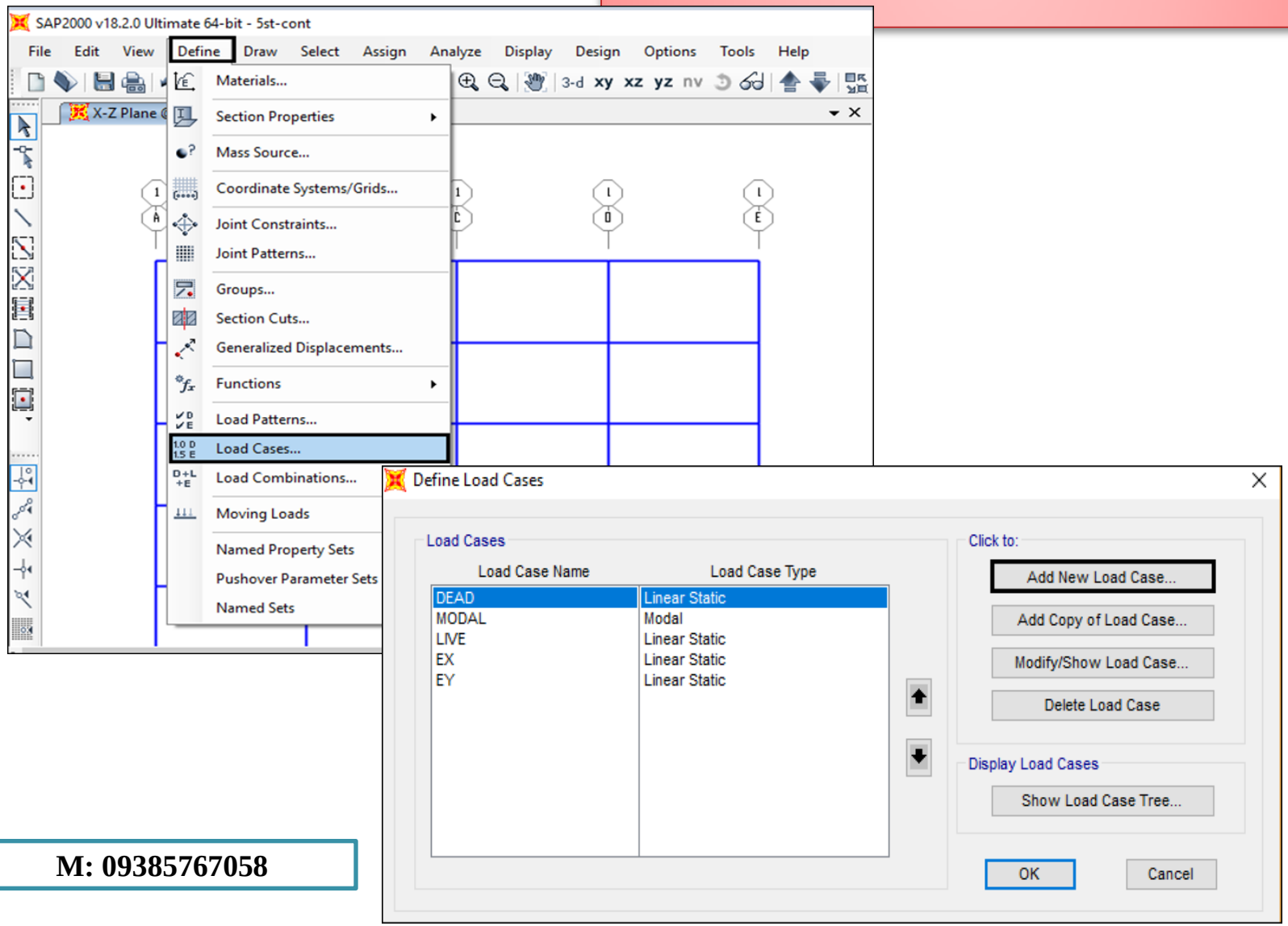
ضمنا در مواردی که بار زنده گسترده کمتر از ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مربع است، کاهش بار زنده تا ۵۰٪ مجاز است.

بر اساس موارد ذکر شده از استاندارد ۲۸۰۰ باید در تحلیل غیرخطی بارهای ثقلی بار ضرایب داده شده بعنوان شرایط اولیه در تحلیل غیرخطی برای الگوهای بار جانبی در نظر گرفته شوند.

M: 09385767058

بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

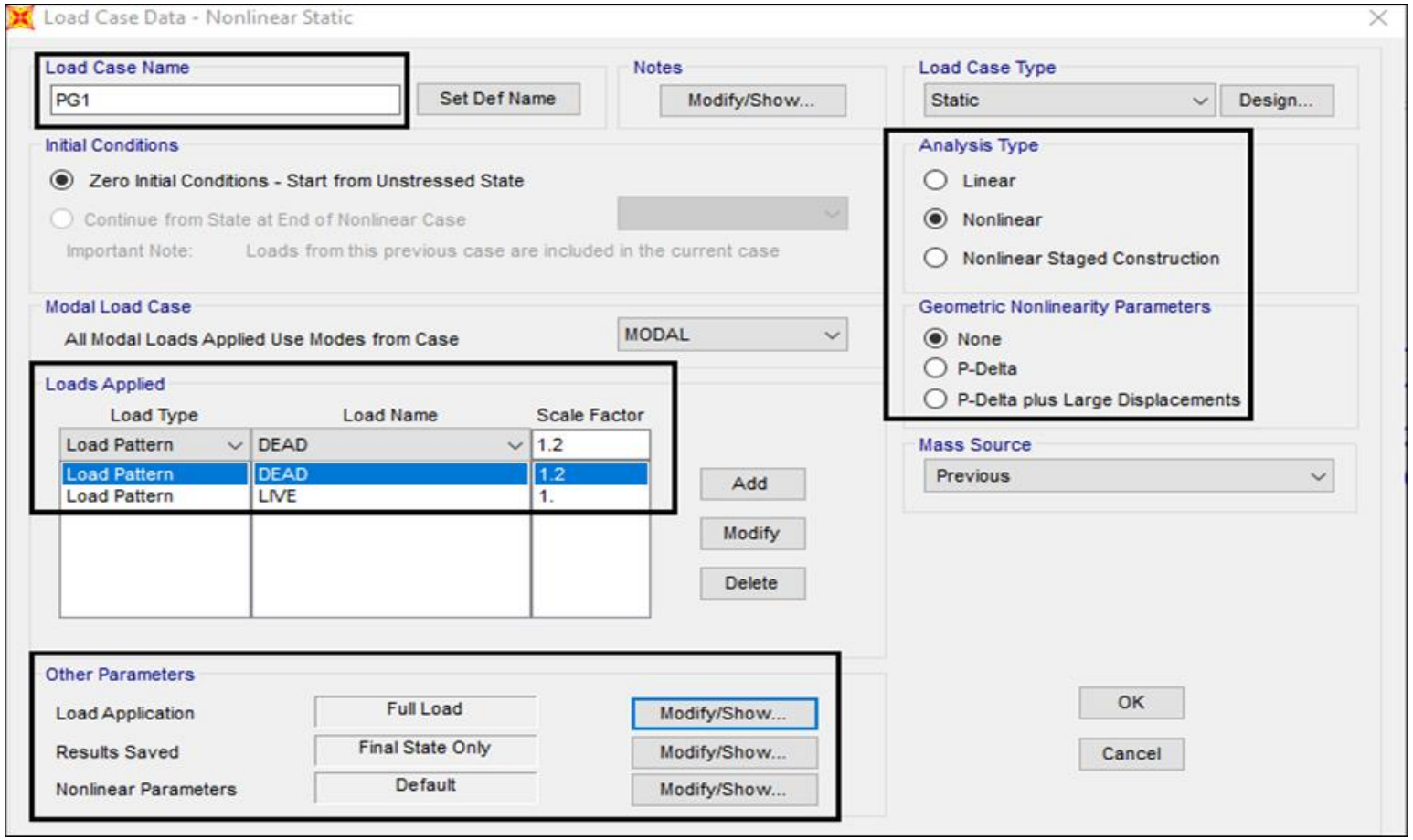
اعمال الگوی بارگذاری مربوط به بارهای ثقلی



M: 09385767058

بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

اعمال الگوی بارگذاری مربوط به بارهای ثقلی

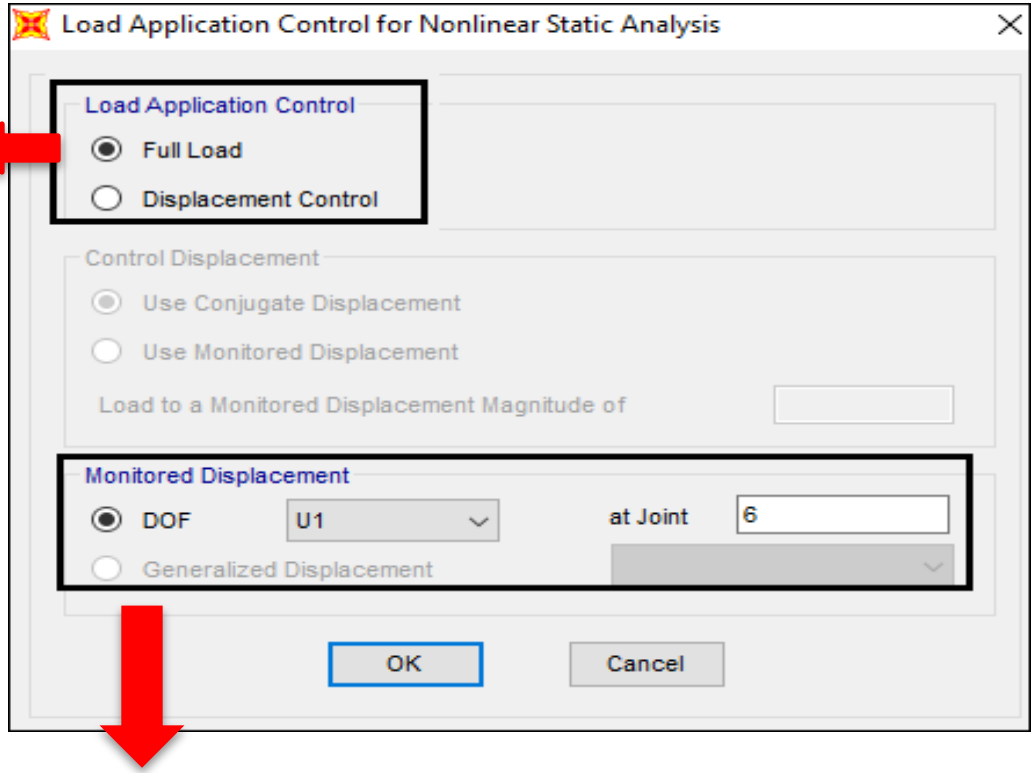


M: 09385767058

اعمال الگوی بارگذاری مربوط به بارهای ثقلی

تنظیمات Load Applications

در قسمت **Load Application Control** چون سازه باید ابتدا تحت بارهای ثقلی تحلیل و در پایان تحلیل ثقلی، سازه تحت بار جانبی تحلیل شود؛ و از آن جایی که در بارگذاری ثقلی همه بار را اعمال می‌کنیم و کنترل بر روی تغییرمکان نداریم گزینه **Full Load** انتخاب می‌کنیم.



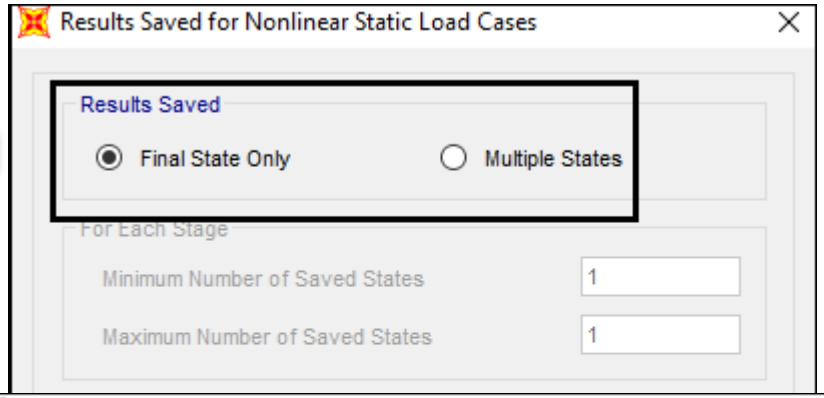
در قسمت **monitored displacement** در این قسمت باید جهت و شماره گره مربوط به مرکز جرم بام را وارد نمود. اما چون حالت بار ثقلی است، تنظیم این قسمت مفهومی ندارد. چون این قسمت مربوط به رصد تغییرمکان ناشی از بارهای جانبی برای ترسیم نمودار ظرفیت سازه است که در الگوی بار ثقلی لازم نیست.

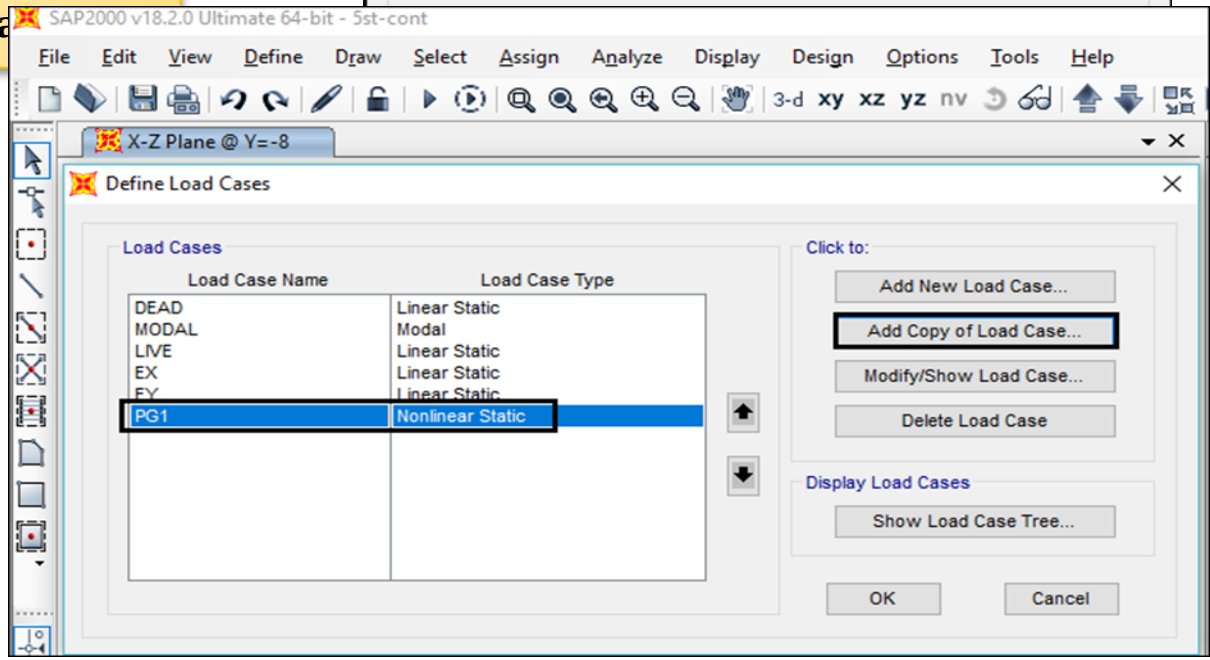
M: 09385767058

اعمال الگوی بارگذاری مربوط به بارهای ثقلی

Results saved تنظیمات

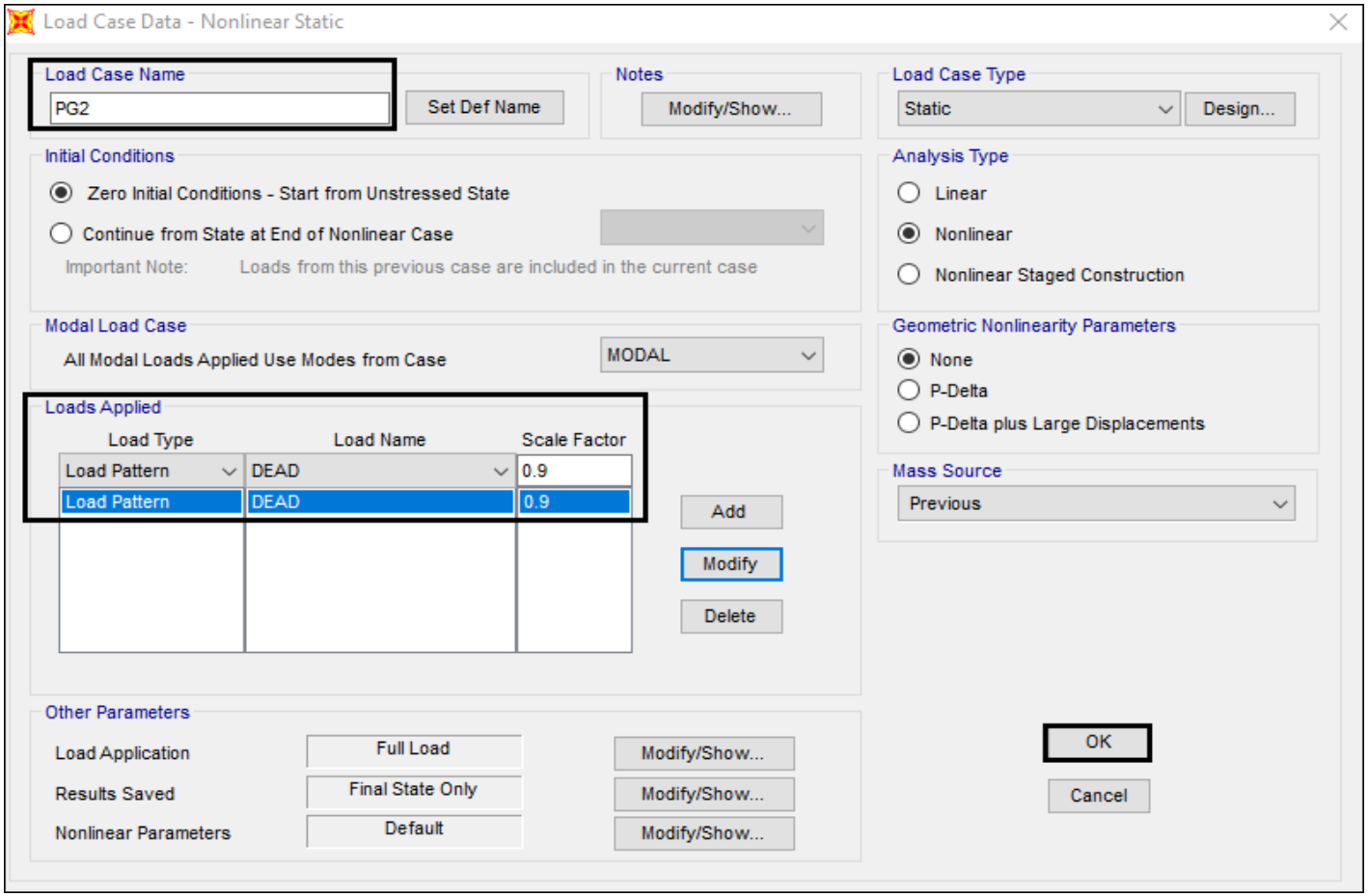
این بخش از تنظیمات مربوط به ذخیره نتایج هست و چون، نتایج نهایی بارگذاری ثقلی برای تحلیل سازه تحت بارگذاری جانبی نیاز است و نیاز به داشتن نتایج در هر گام (Step) از بارگذاری نیست، پس گزینه Final را انتخاب می‌کنیم.





M: 09385767058

اعمال الگوی بارگذاری مربوط به بارهای ثقلی



M: 09385767058

الگوهای بارگذاری جانبی

در استاندارد ۲۸۰۰ دو الگوی بار جانبی بصورت زیر تعریف شده است:

الف - توزیع متناسب با نیروهای جانبی حاصل از تحلیل دینامیکی خطی طیفی با لحاظ نمودن آن تعداد مودهای ارتعاشی که حداقل ۹۰٪ جرم سازه در تحلیل مشارکت کند.

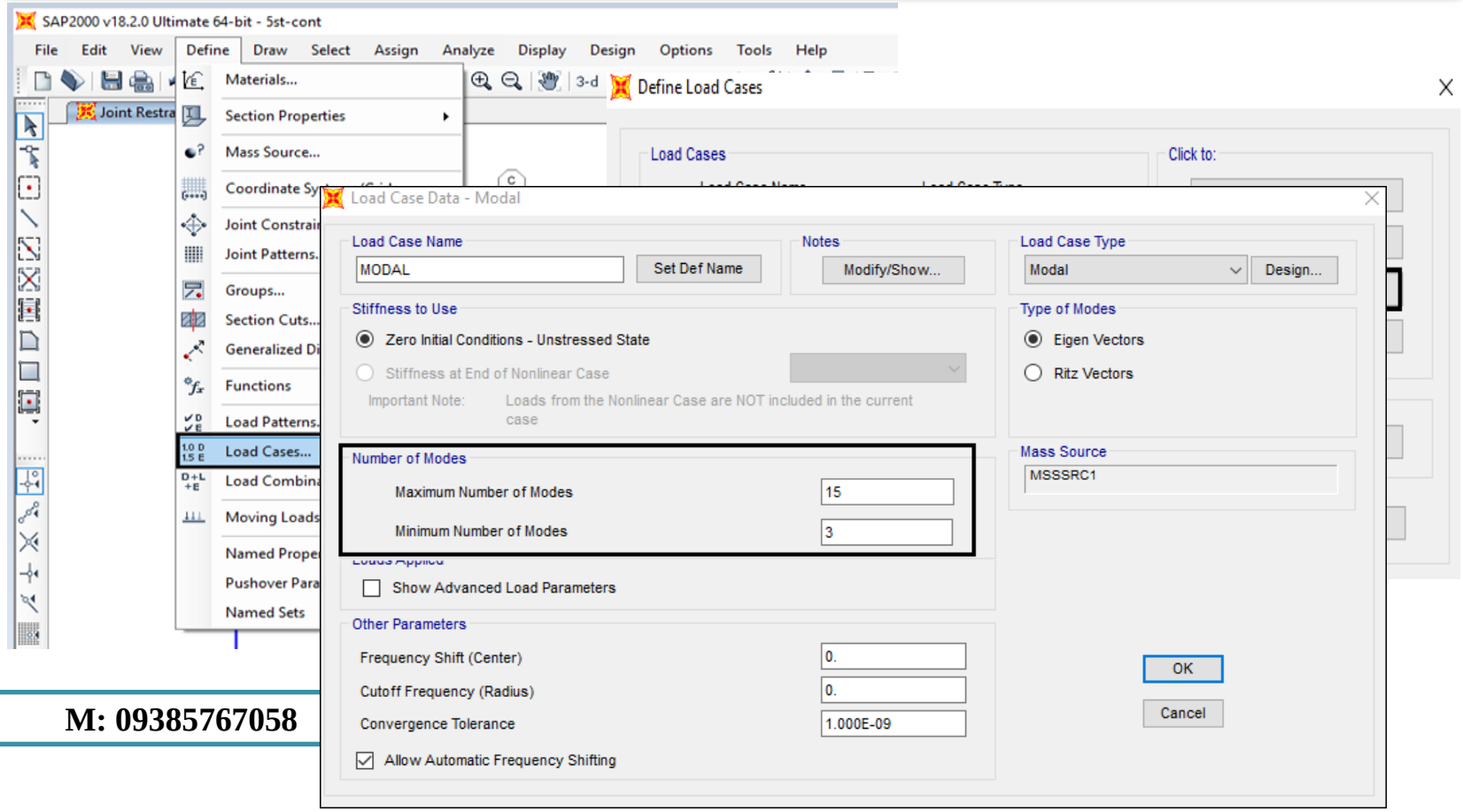
ب- توزیع بار یکنواخت که عبارت است توزیعی متناسب با جرم بدون توجه به ارتفاع هر طبقه

لازم به توضیح است که بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ در صورت نیاز باید برون مرکزی اتفاقی نیز اعمال گردد که توضیحات لازم در این زمینه داده خواهد شد.

M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

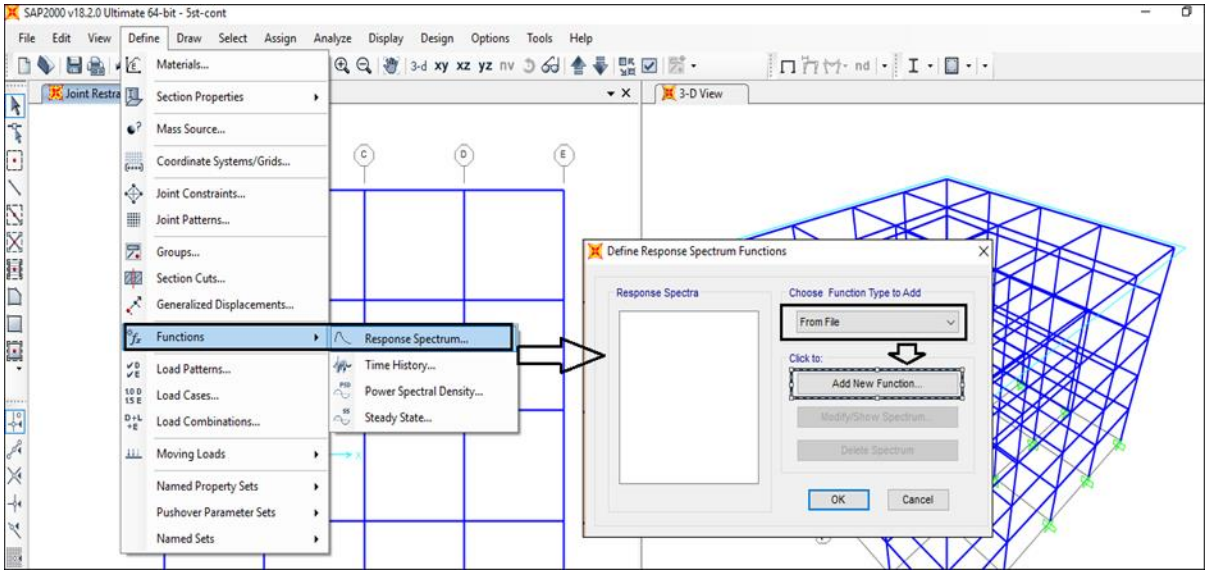
گام اول: ابتدا تعداد مودهای سازه را تنظیم می‌نماییم. برای اینکه تعداد مودهای لازم در سازه بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ تامین گردد، تعداد مودها سه برابر تعداد طبقات انتخاب می‌گردد.



M: 09385767058

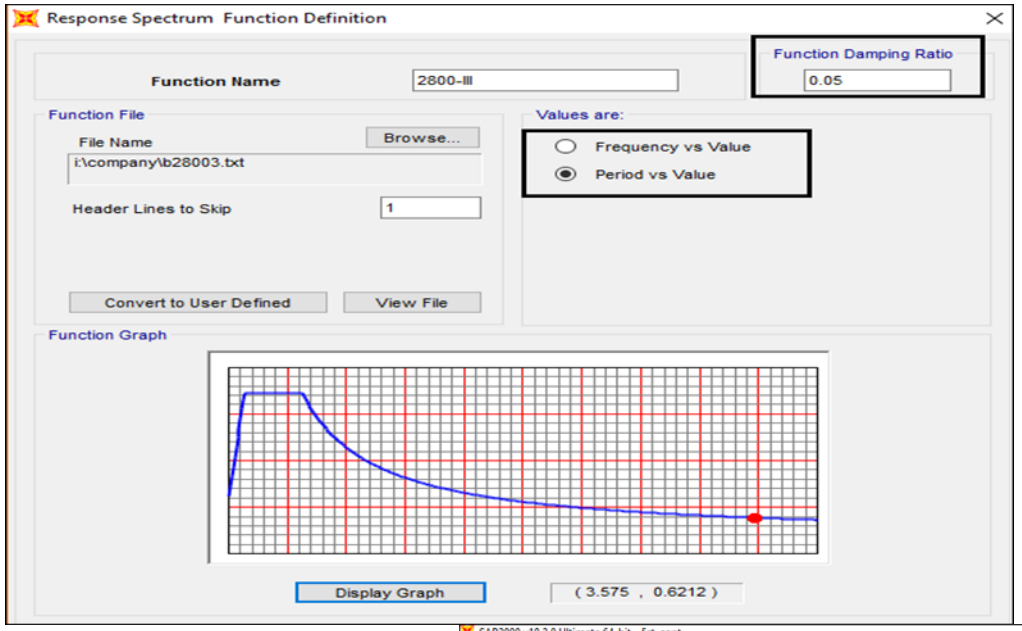
الگوی بار جانبی طیفی

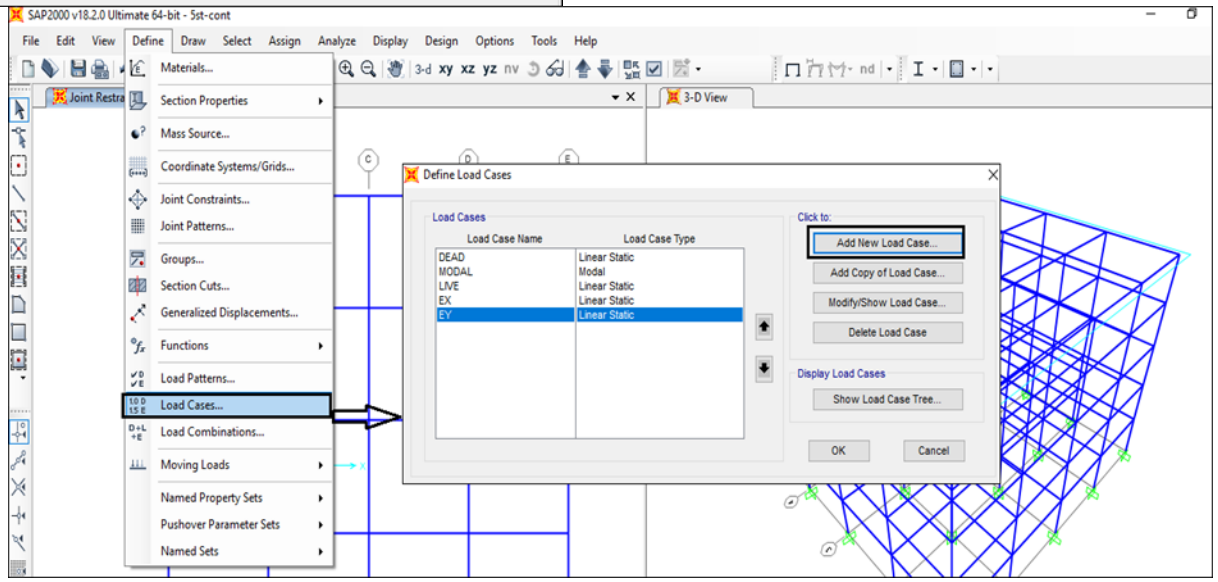
گام دوم: طیف استاندارد طراحی بر اساس خطر نسبی و نوع خاک ساختگاه در نرم‌افزار فراخوانی شده و الگوی طیفی تعریف شده و سازه تحلیل طیفی می‌گردد. این کار قبلا در این جزوه آموزش داده شده است.



M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

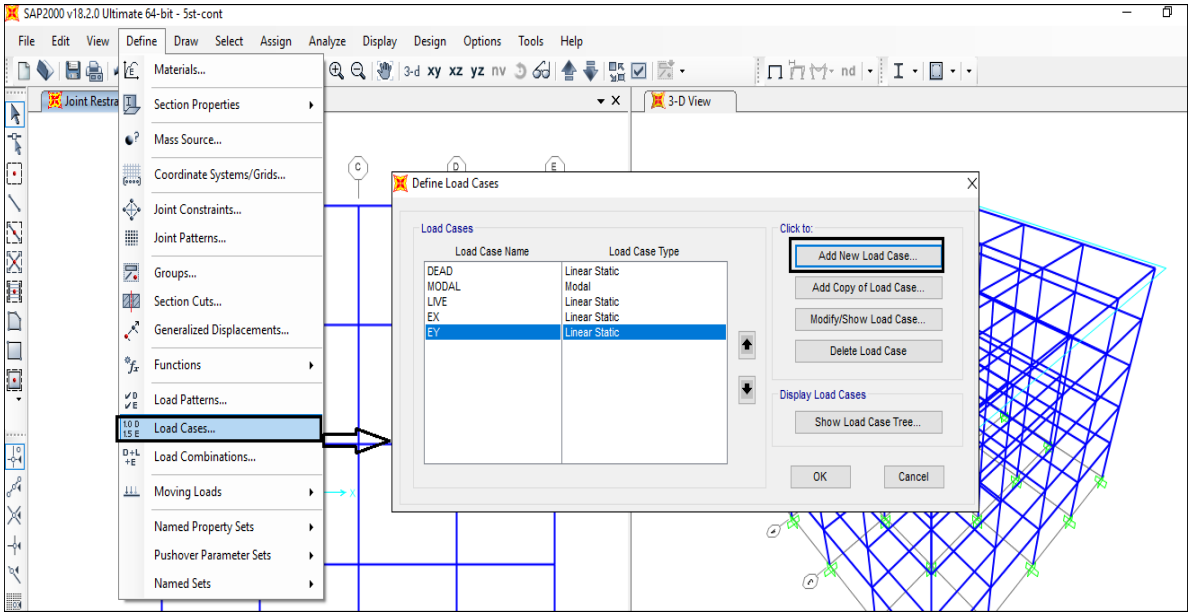


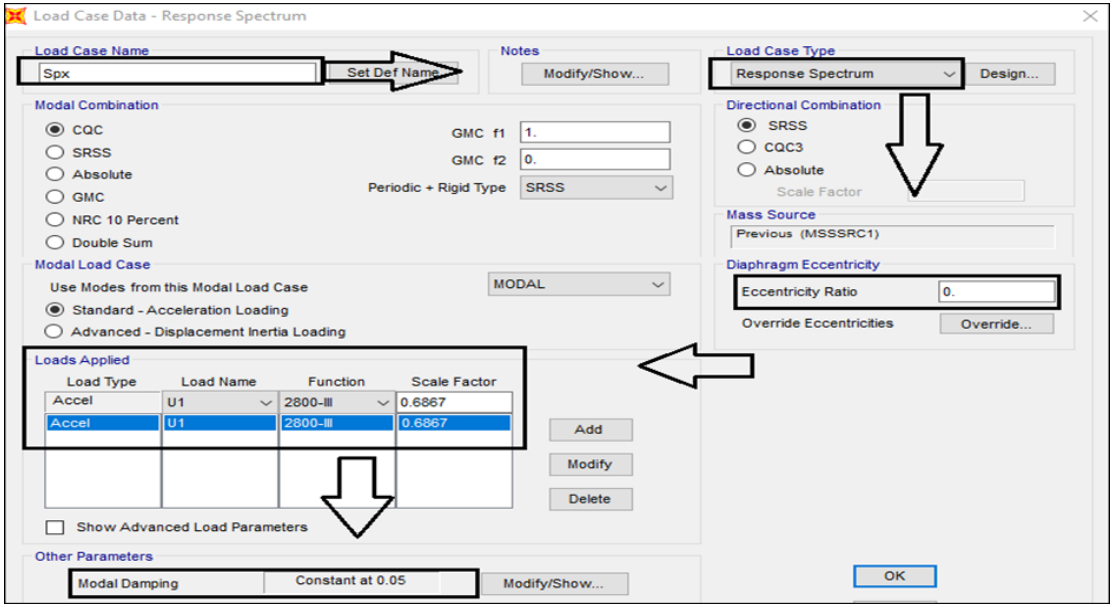


M: 09385767058

بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

الگوی بار جانبی طیفی





M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

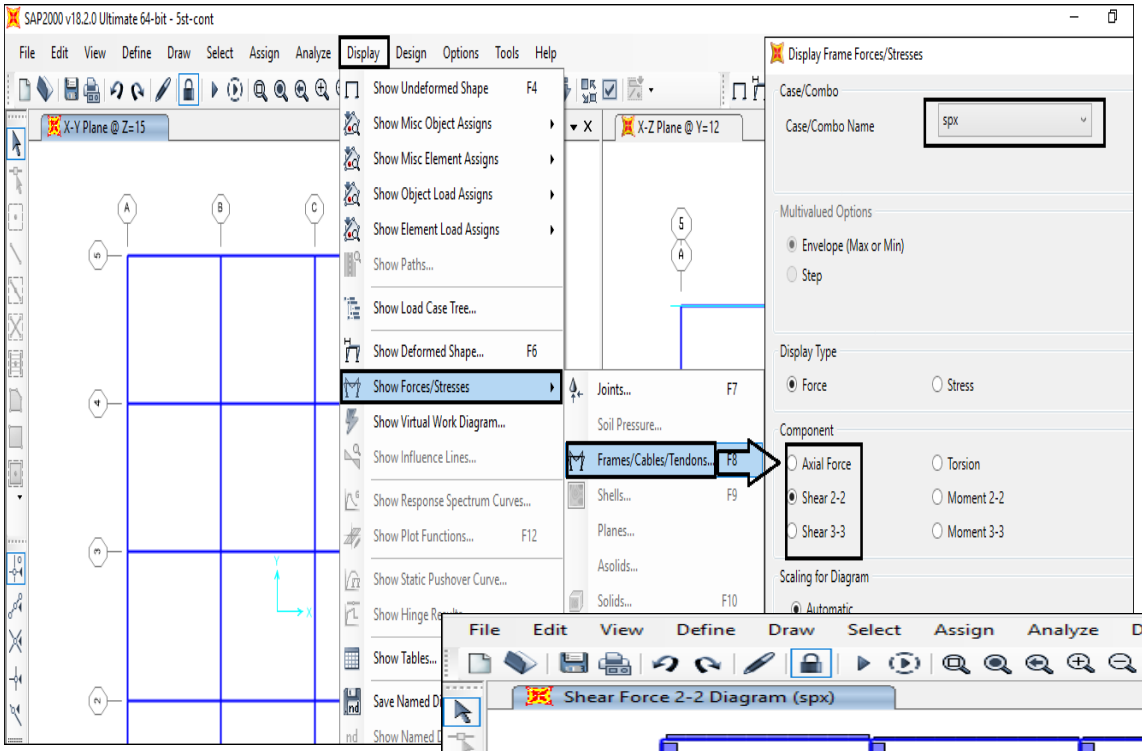
گام سوم: استخراج نیروی جانبی طبقات بر اساس تحلیل حاصل از طیف در هر دو راستای x و راستای y.

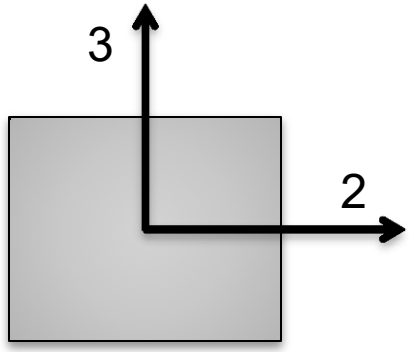
در نرم‌افزار sap بر خلاف etabs نیروی جانبی طبقات قابل نمایش نیست.

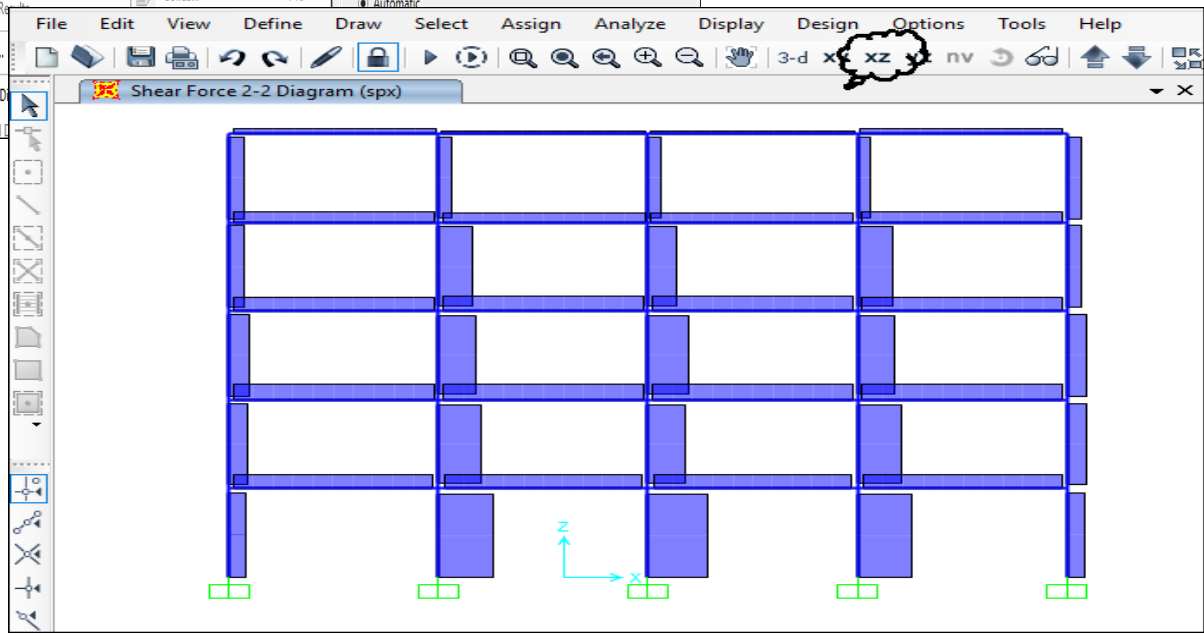
. برای انجام این‌کار باید از روش Section Cut استفاده نمود. در این روش ابتدا باید از مسیر زیر دیاگرام نیروی برشی المانها نمایش داده شود.

M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی



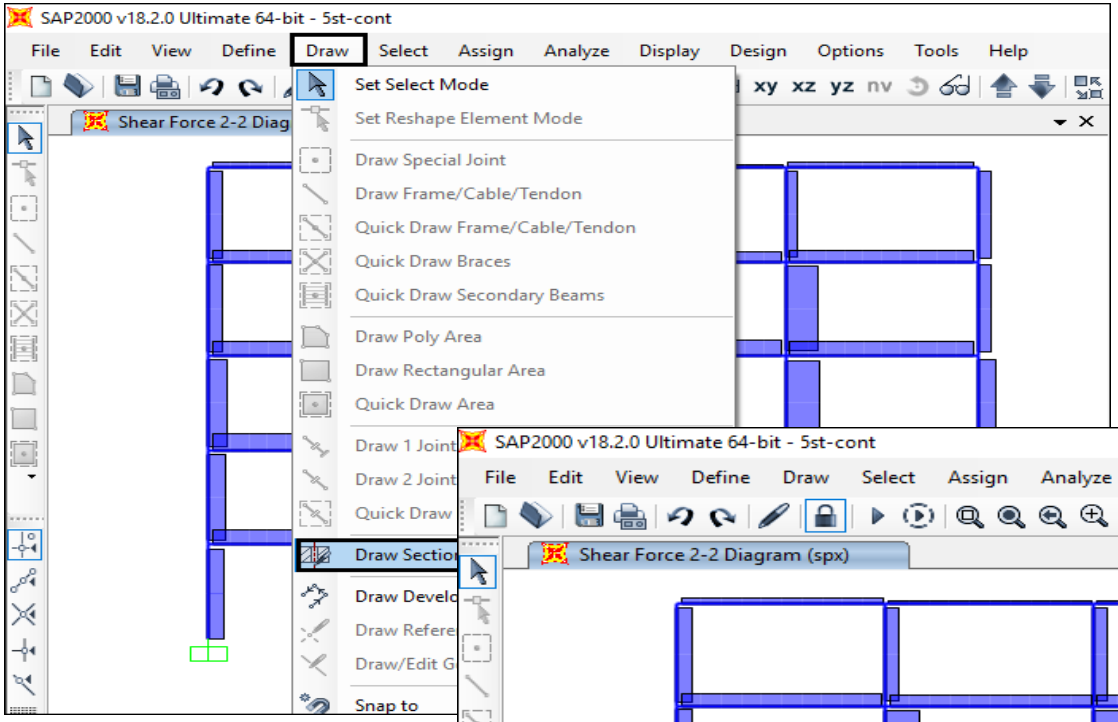


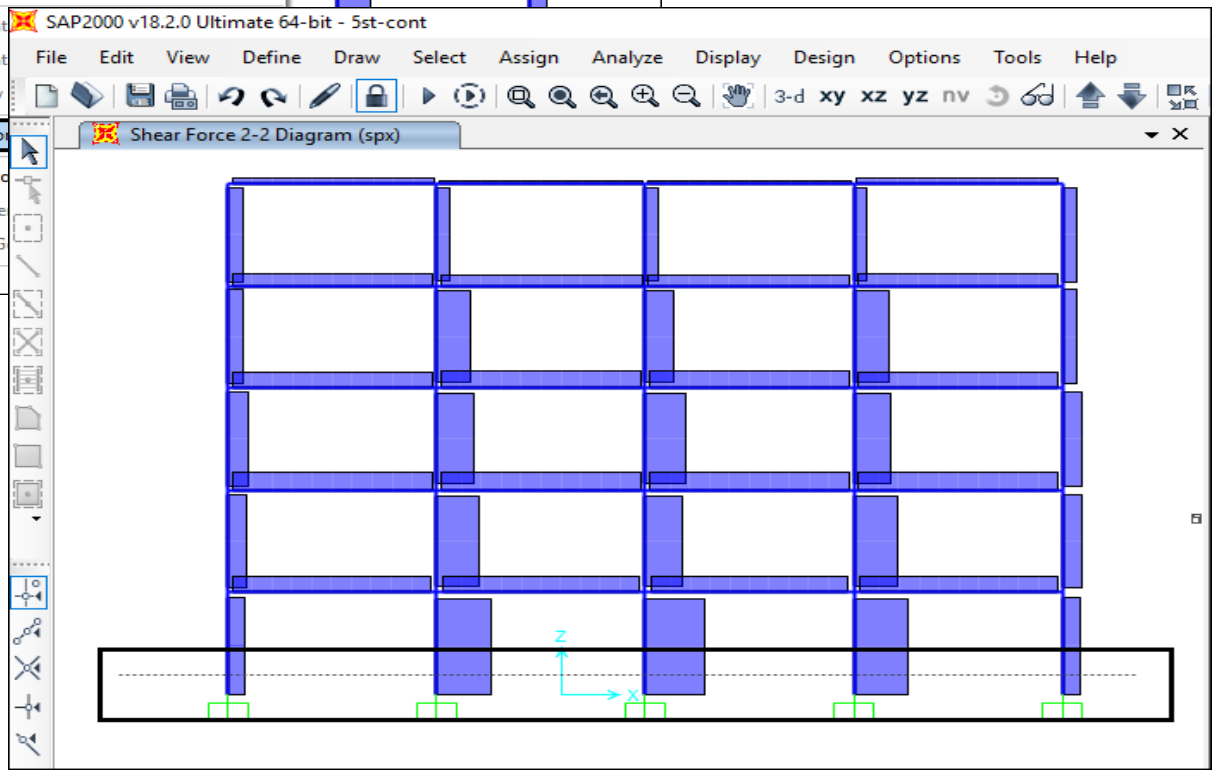


M: 09385767058

بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

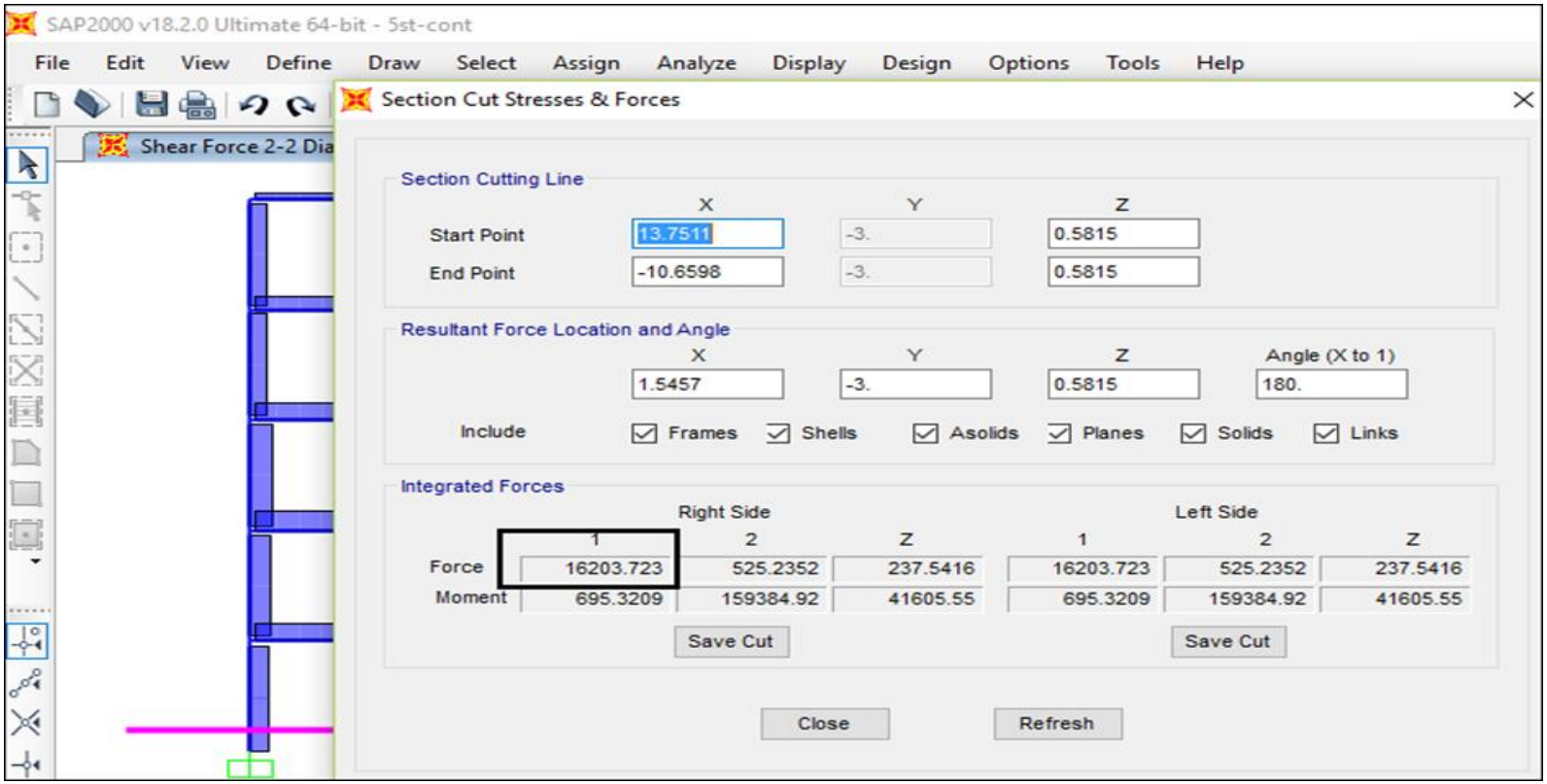
الگوی بار جانبی طیفی





M: 09385767058

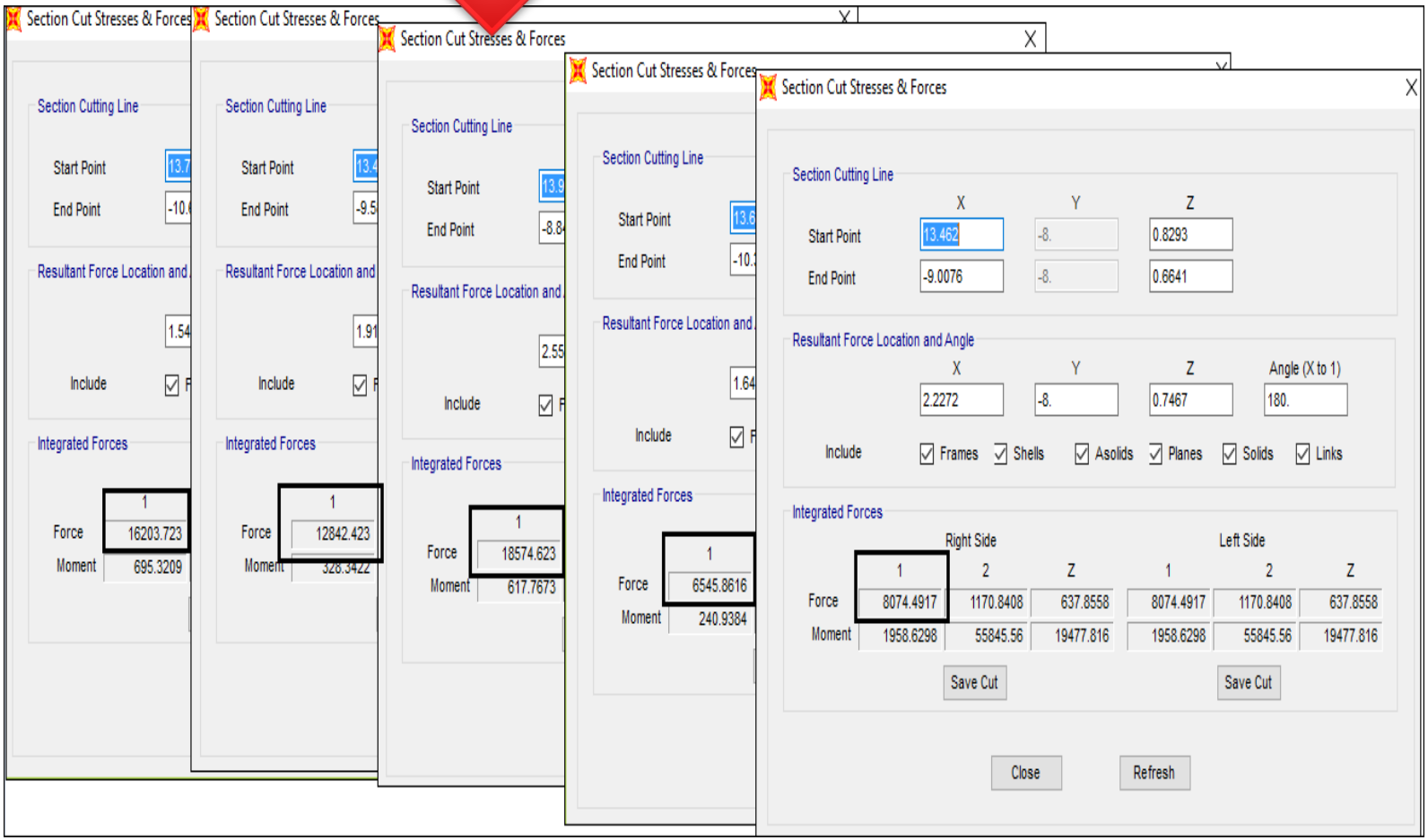
الگوی بار جانبی طیفی



M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

نیروهای مقطع برش در طبقه اول تمام قابها



M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

رابطه پیدا نمودن نیروی جانبی هر طبقه

$$F_i = V_i - V_{i+1}$$

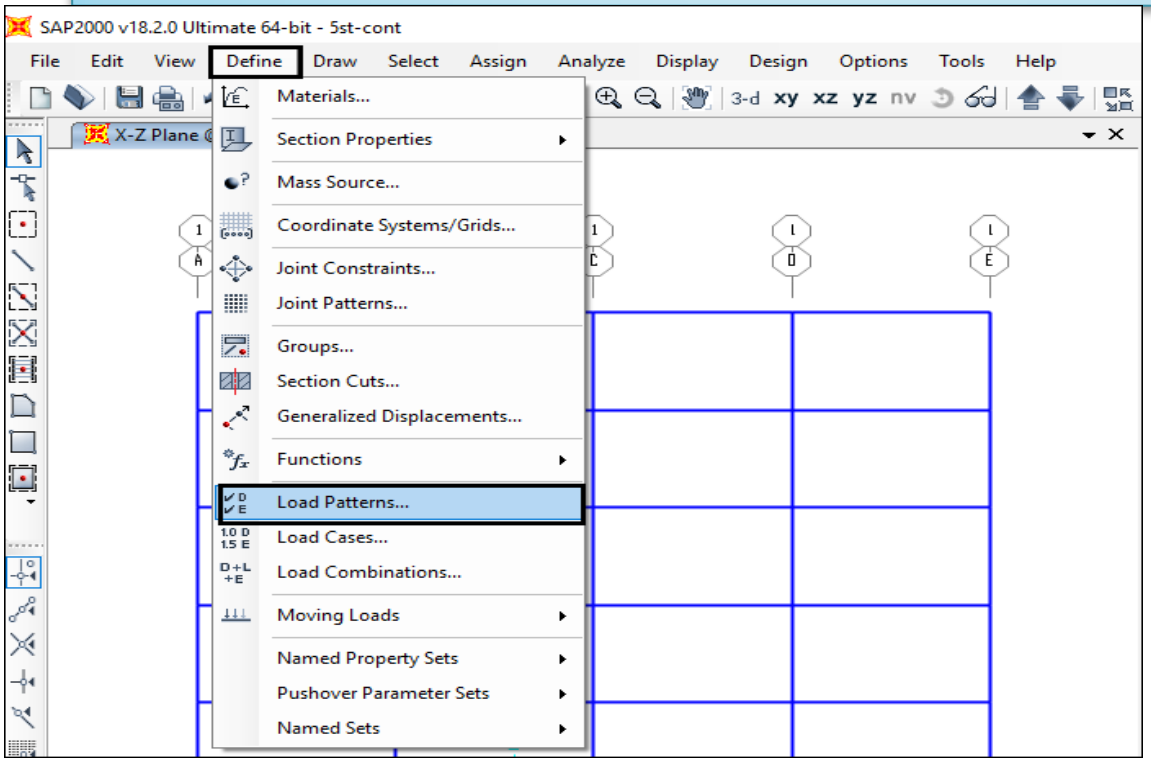
F_i: نیروی جانبی طبقه
V_i: برش طبقه
V_{i+1}: برش طبقه بالاتر

طبقه	برش طبقه(kg)	نیروی جانبی(kg)
1	63238	8499
2	54739	11482
3	43257	12681
4	30576	14452
5	16124	16124

M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

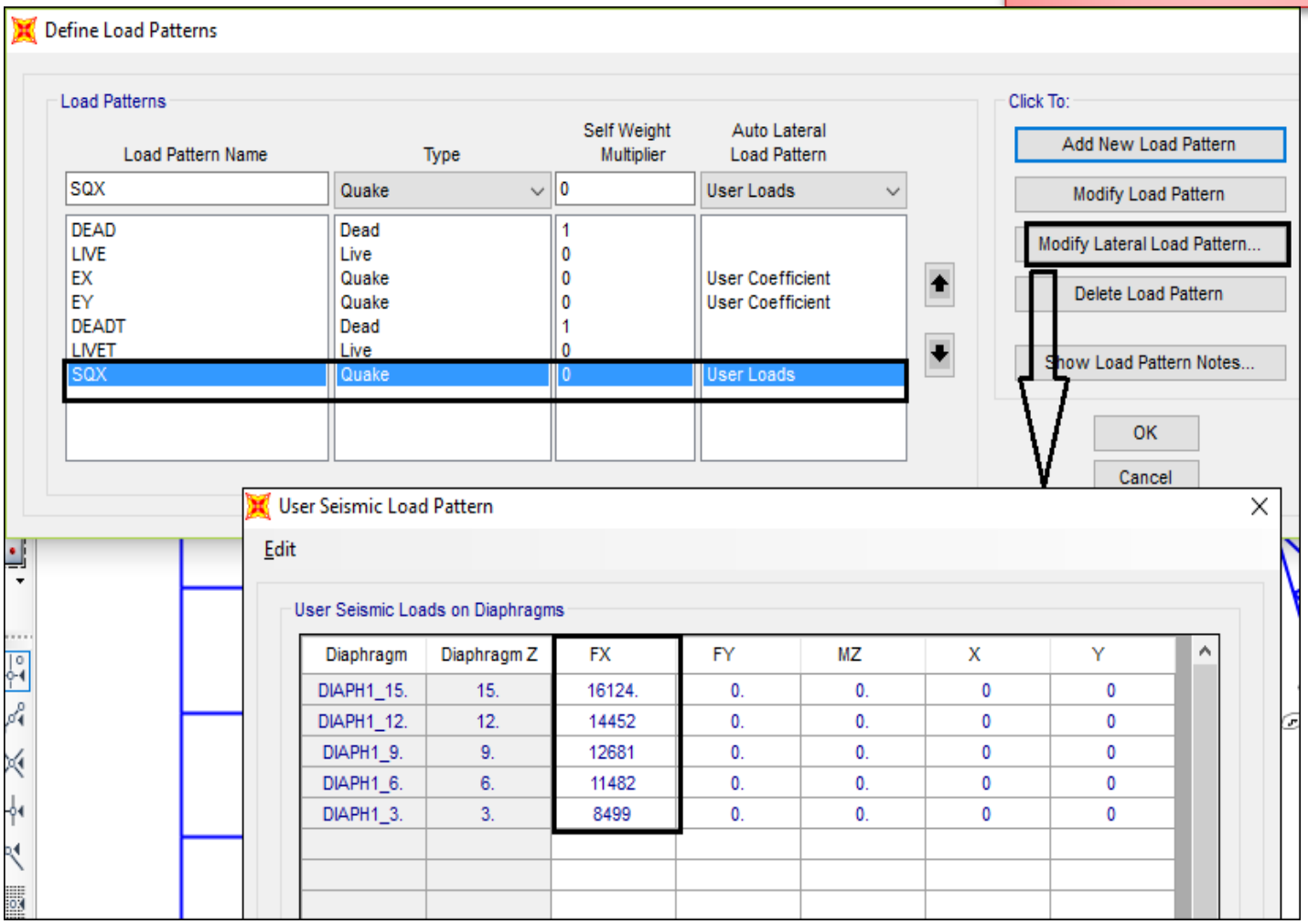
گام چهارم: بعد از آنکه مقدار نیروهای جانبی طبقات تعیین شد، نیروهای جانبی در قسمت **Load Patterns** تعریف می‌گردد تا نحوه پخش بار جانبی طیفی مشخص گردد.



M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

پخش بار جانبی طیفی در ارتفاع

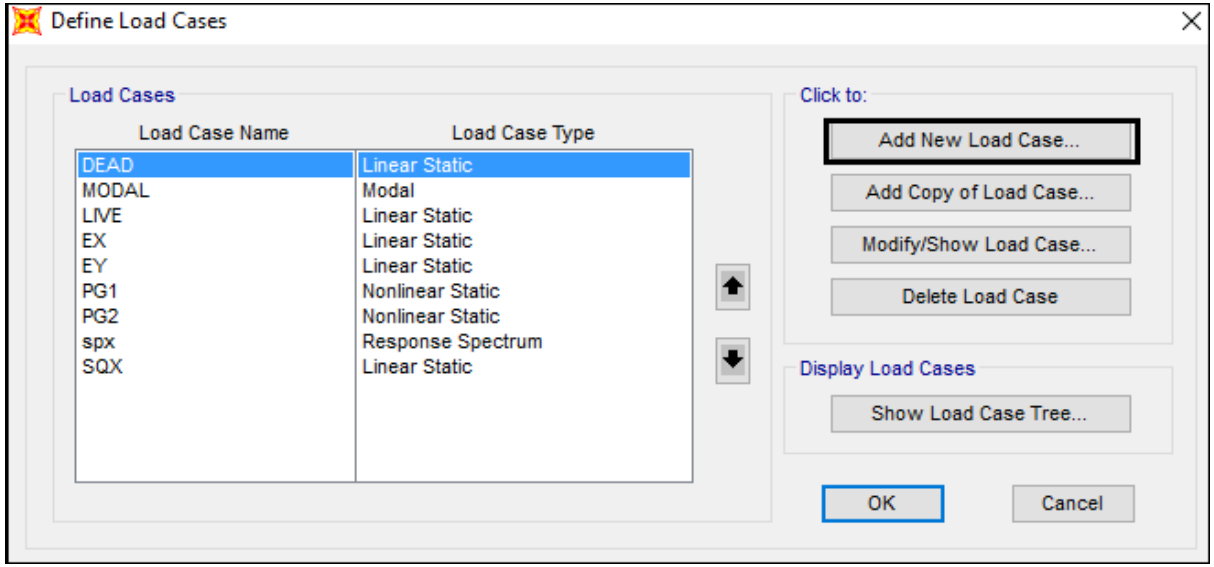


M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

گام پنجم: در این مرحله نوبت تعریف الگوی بار جانبی طیفی است

تعریف الگوی طیفی

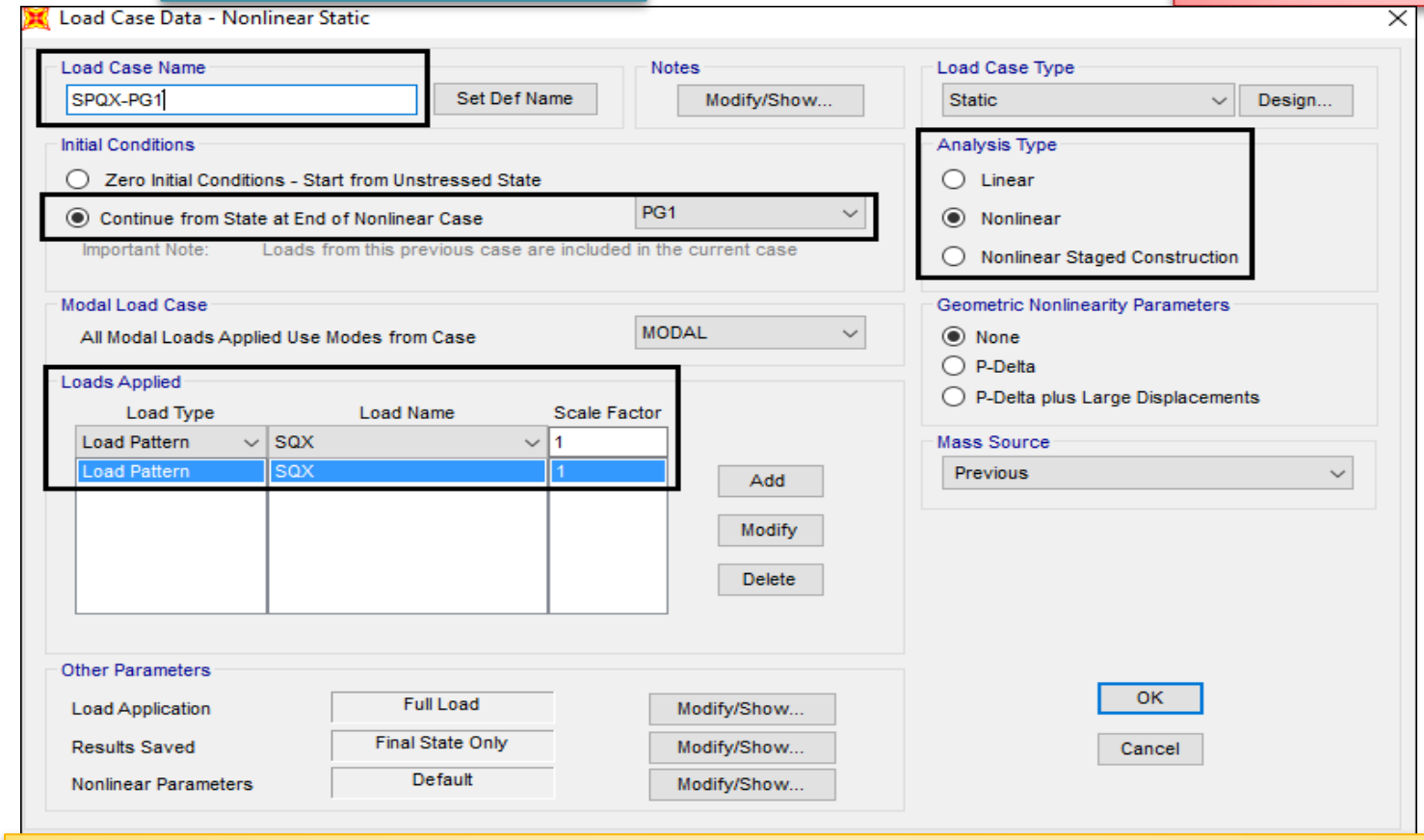


الگوی طیفی باید بر اساس شرایط اولیه‌ای که برای بارهای ثقلی(P_{G1} و P_{G2}) در نظر گرفته شده است، تعریف شود. لذا باید دو الگوی بار طیفی ساخته شود. الگوی بار طیفی اول با عنوان SPQX-P_{G1}و الگوی بار طیفی دوم با عنوان SPQX-P_{G2} خواهد بود.

M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

الگوی بار جانبی طیفی- اول

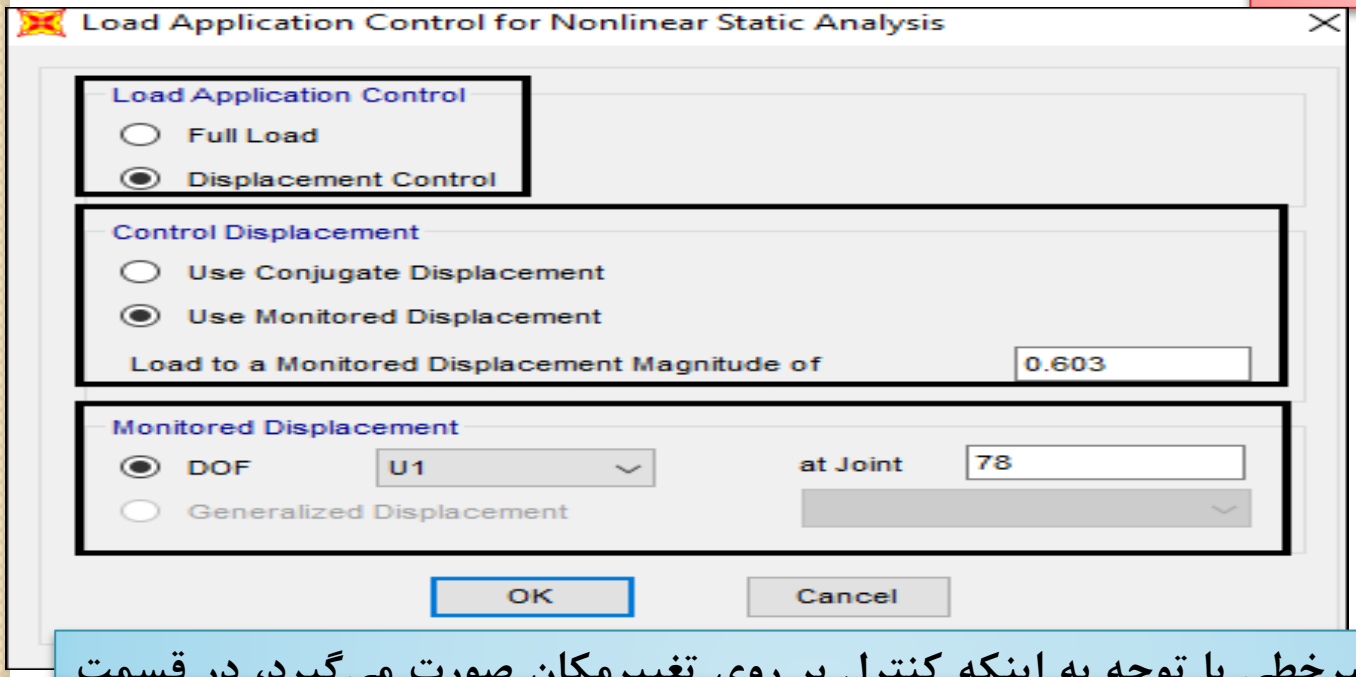


علت اینکه در قسمت **continue from state at End of Nonlinear Case** گزینه P_{G1} انتخاب می‌گردد این است که، در تحلیل غیرخطی با توجه به اینکه رفتار مصالح غیرخطی بوده(قانون هوک برقرار نیست) و مقدار تغییر شکلهای نیز بزرگتر هستند، قانون جمع آثار قوا سازگار نیست. لذا با این روش تاثیرات بارهای ثقلی و بارهای جانبی توماً در نتایج پاسخهای لرزه‌ای سازه اعمال می‌گردند.

M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

تنظیمات Load Applicatio



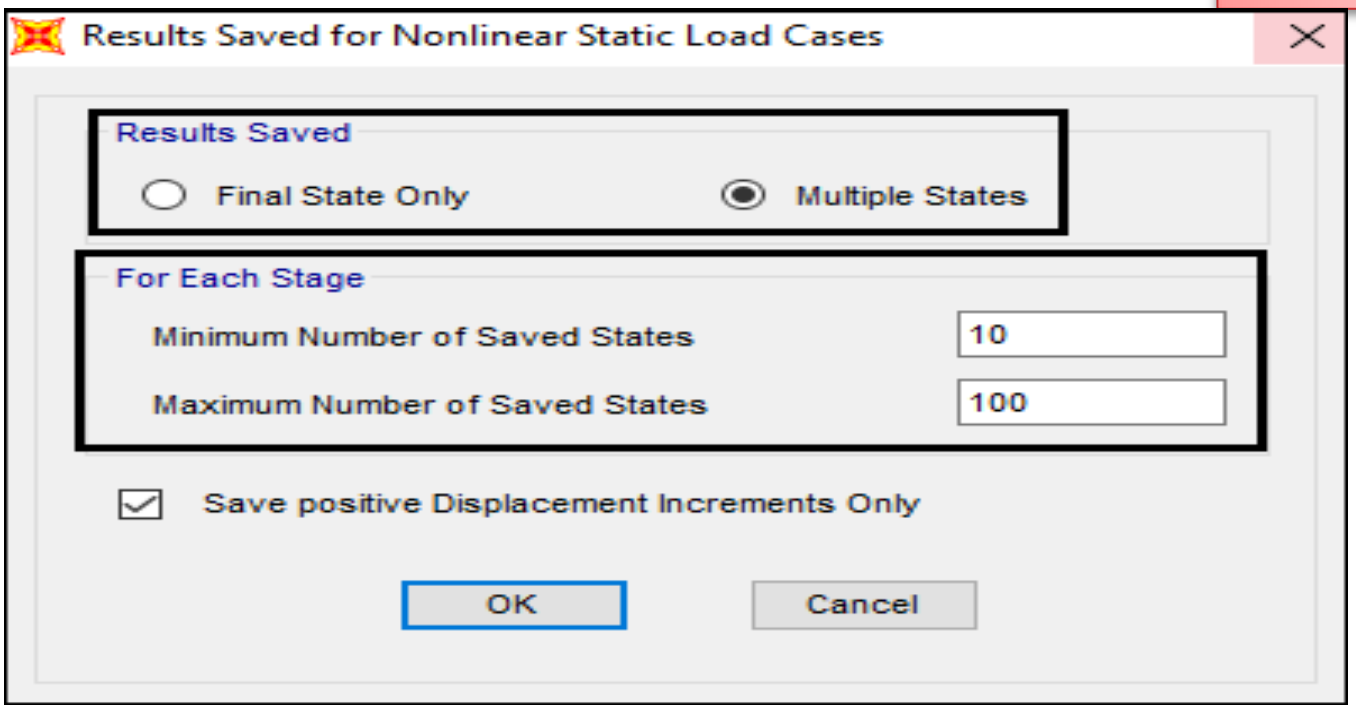
در تحلیل غیرخطی با توجه به اینکه کنترل بر روی تغییرمکان صورت می گیرد، در قسمت Control Displacement، دو گزینه وجود دارد. گزینه Use Conjugate

در قسمت Load to Monitored Displacement Magnitude of مقدار تغییر مکان هدف محاسبه شده وارد خواهد شد. در مثال مورد نظر جزوه، مقدار تغییر مکان هدف ۴۰۲/۰ متر بدست آمده است. اما بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ مقدار تغییر مکان نقطه کنترل باید ۵/۱ برابر تغییر مکان هدف در برنامه وارد شود که سازه تا ۵/۱ برابر تغییر مکان هدف پوش داده شود. لذا مقدار تغییر مکان نقطه کنترل برابر ۶۰۳/۰ متر وارد می‌گردد

M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

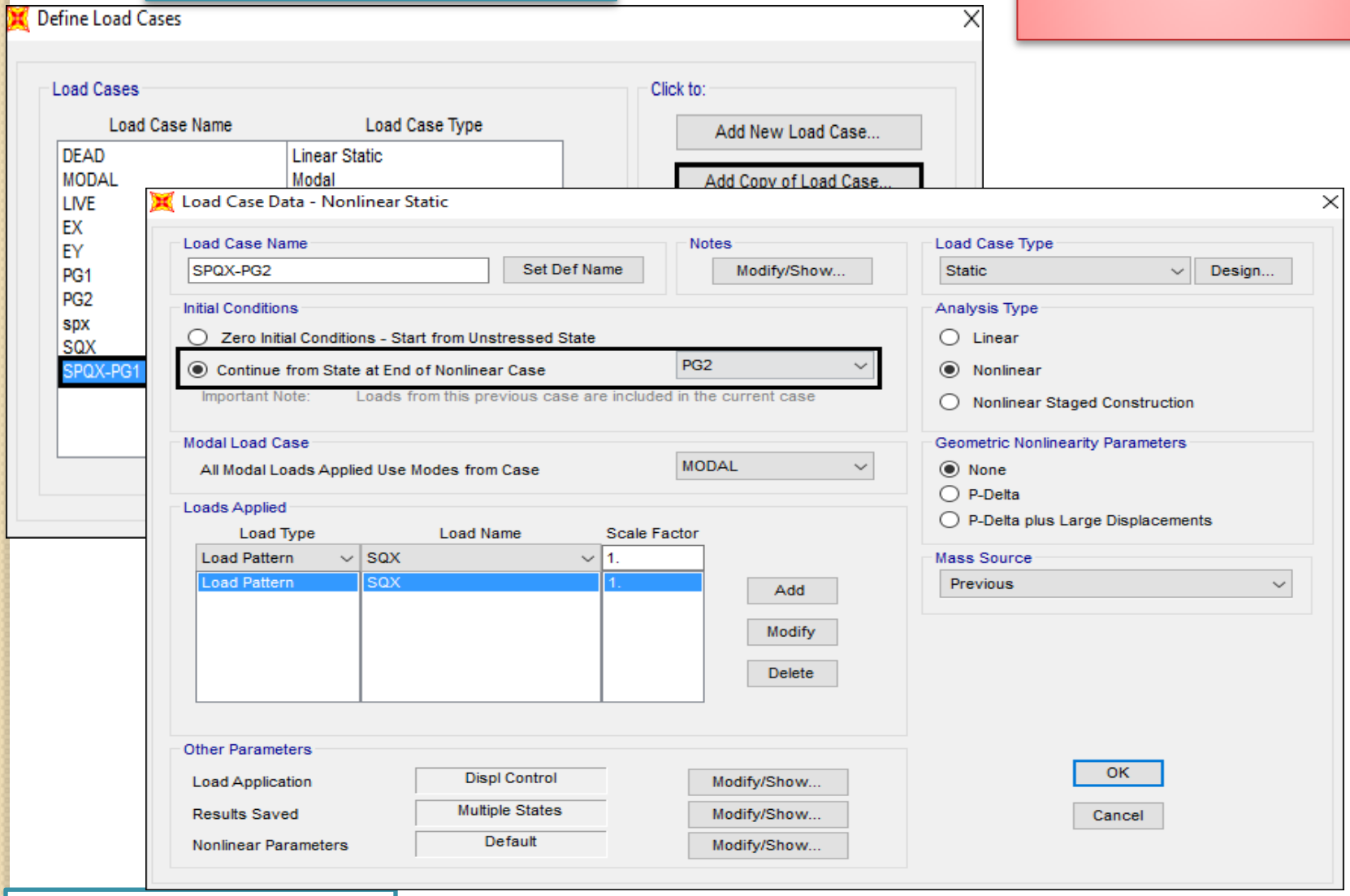
تنظیمات قسمت Result saved



M: 09385767058

الگوی بار جانبی طیفی

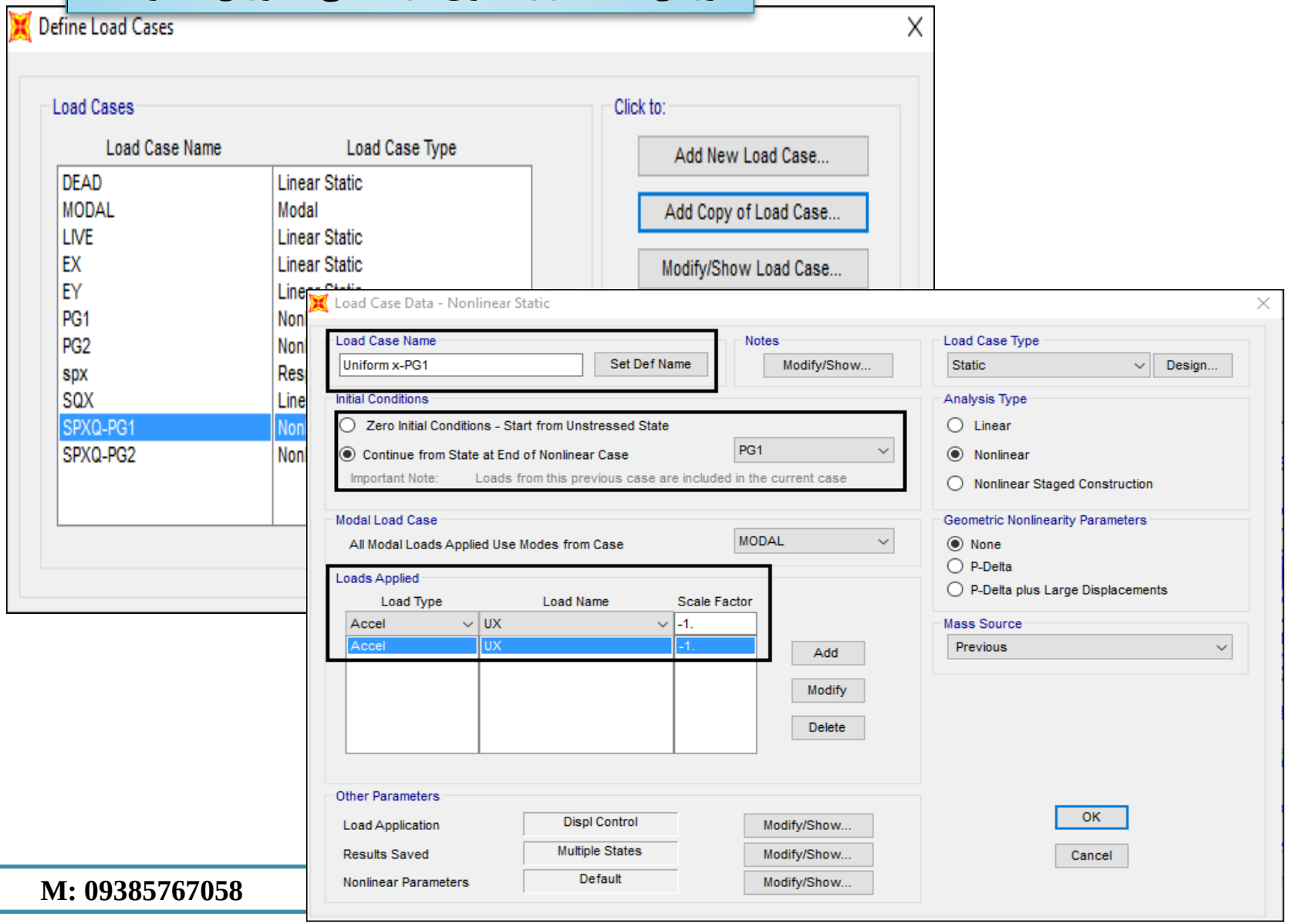
اضافه نمودن الگوی بار طیفی دوم



M: 09385767058

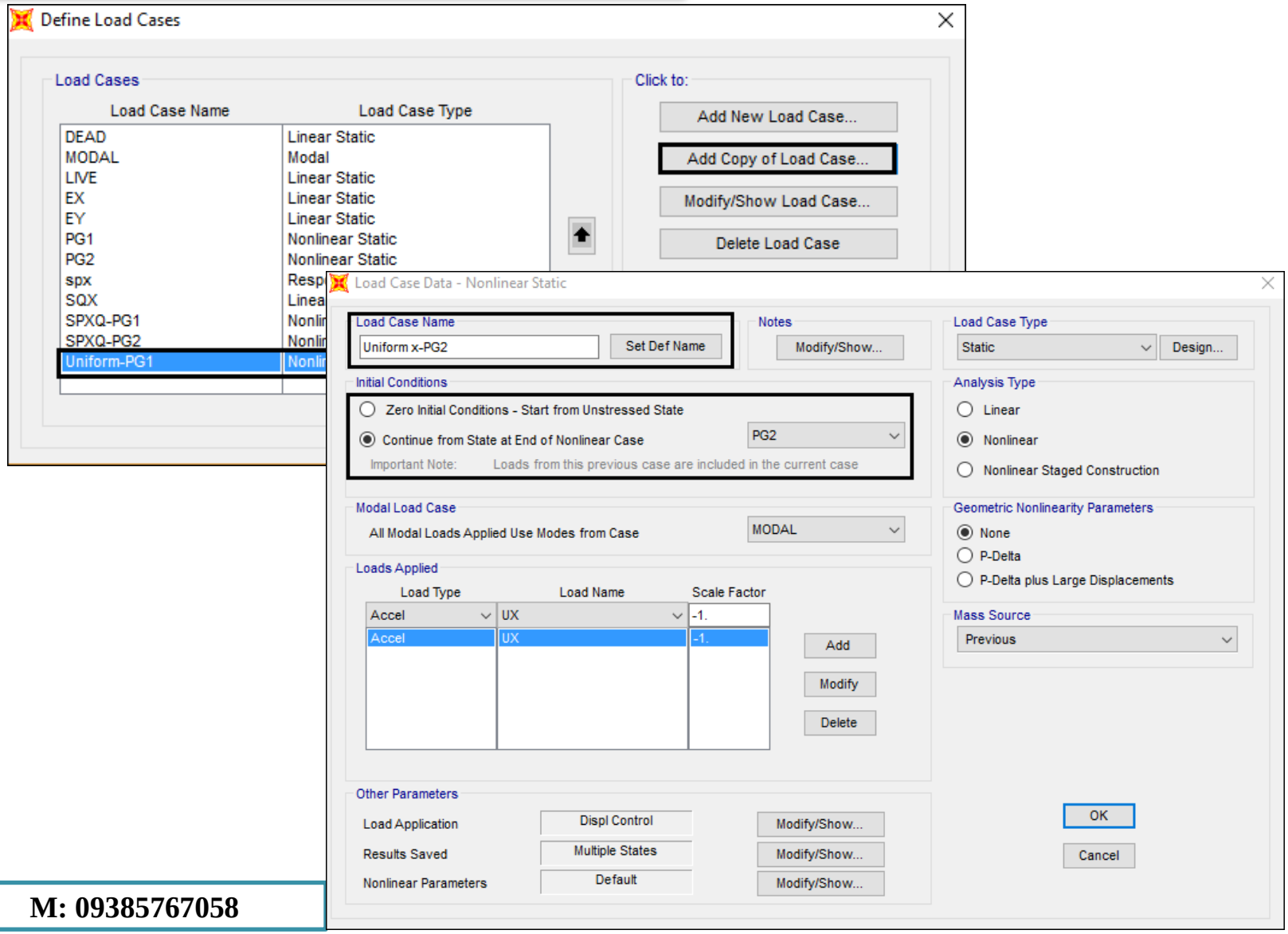
الگوی بار توزیع یکنواخت

افزودن حالت اول الگوی بار جانبی با توزیع یکنواخت



الگوی بار توزیع یکنواخت

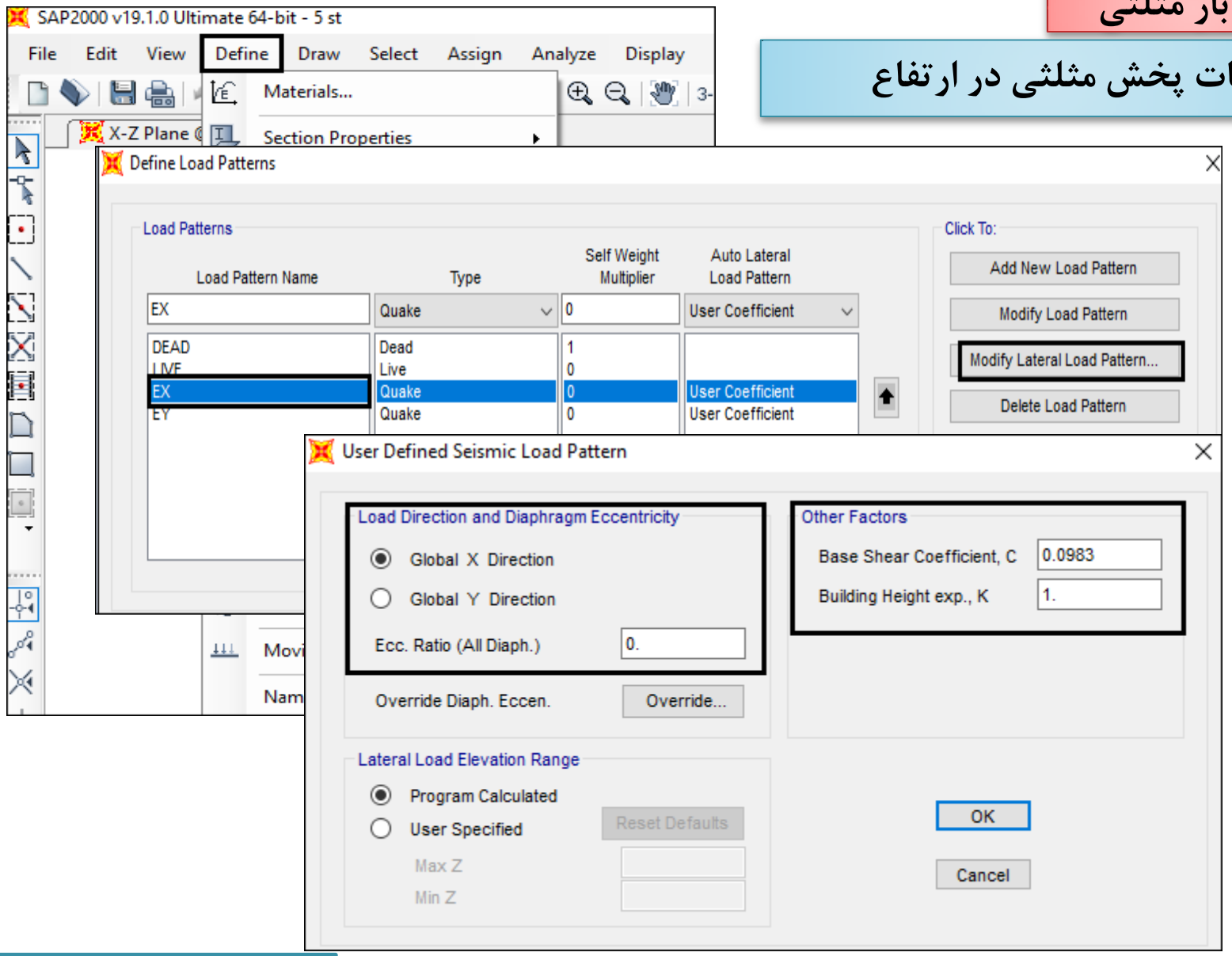
افزودن حالت دوم الگوی بار جانبی با توزیع یکنواخت



M: 09385767058

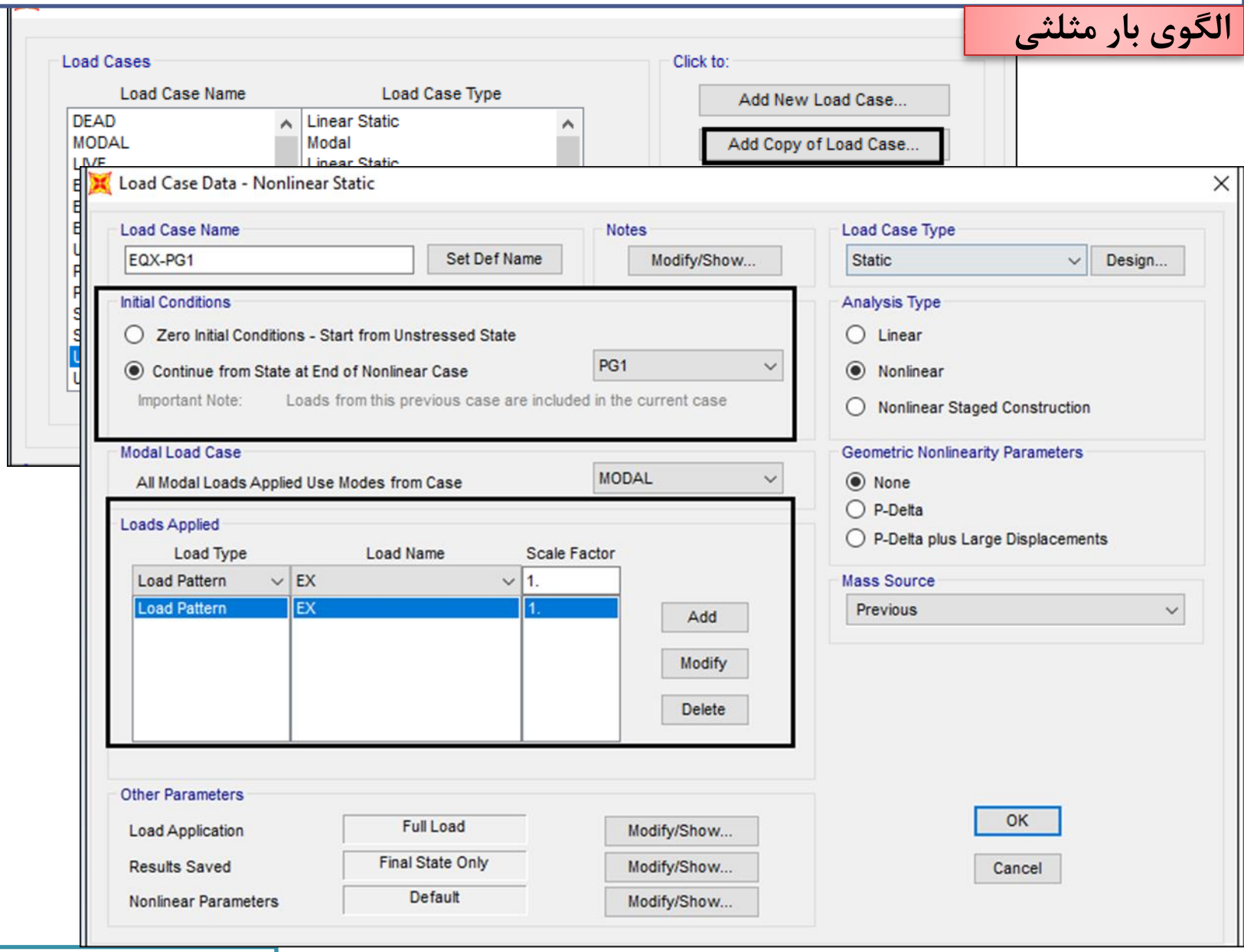
الگوی بار مثلثی

تنظیمات پخش مثلثی در ارتفاع

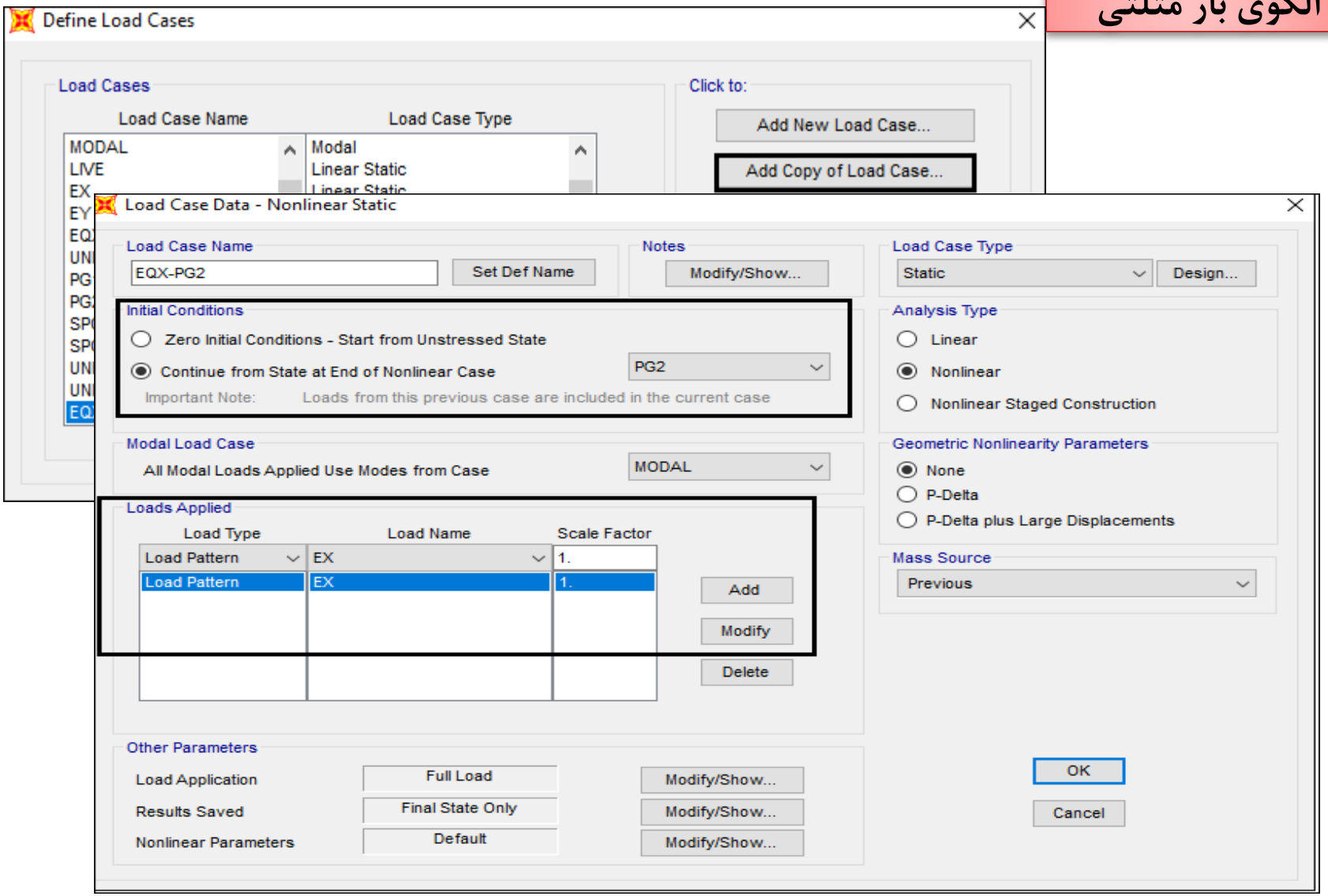


M: 09385767058

الگوی بار مثلثی

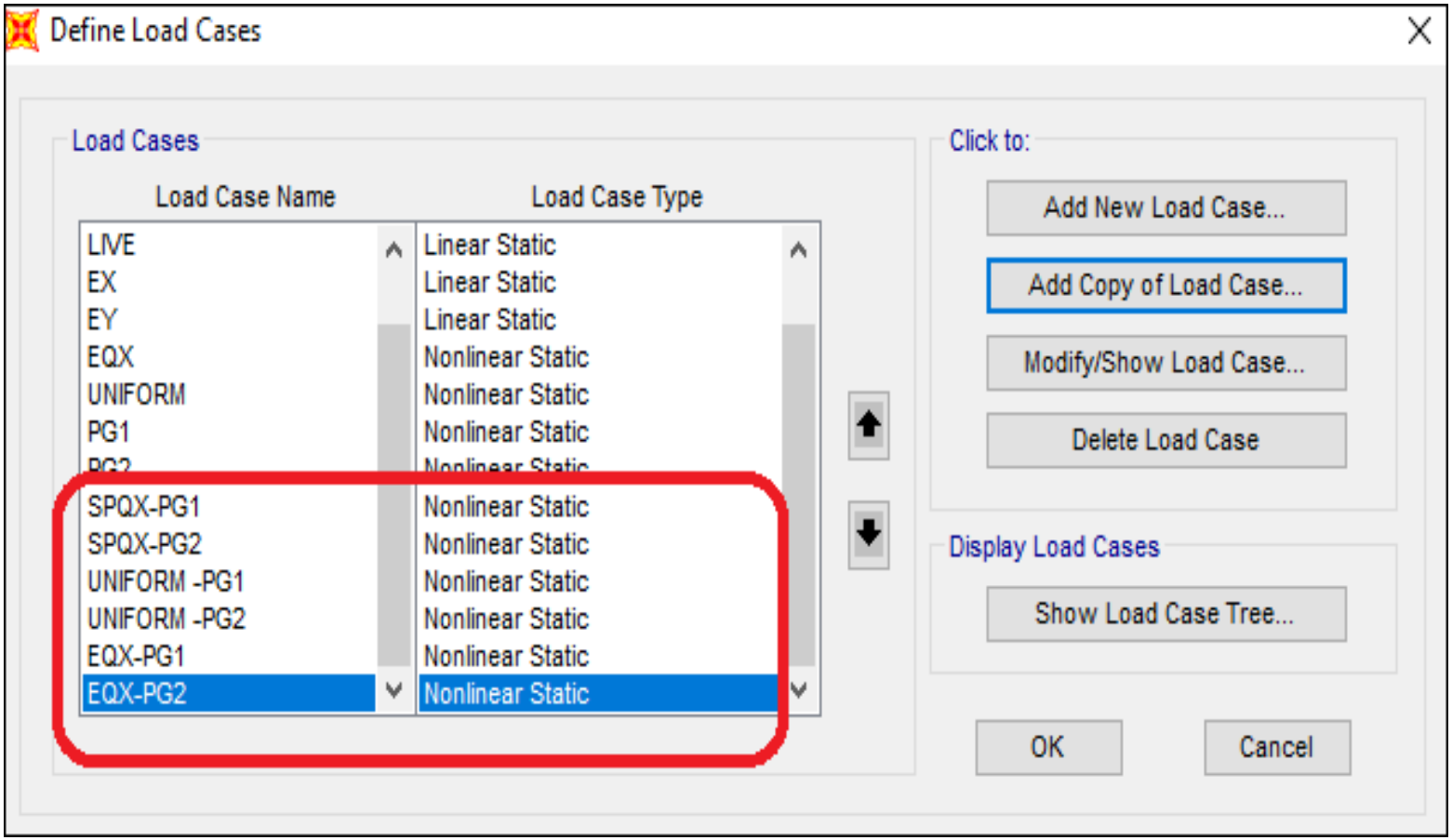


الگوی بار مثلثی



M: 09385767058

الگوی های بار راستای X



پایان جلسه هفتم

M: 09385767058

تحلیل استاتیکی غیرخطی(پوش آور)

جلسه هشتم

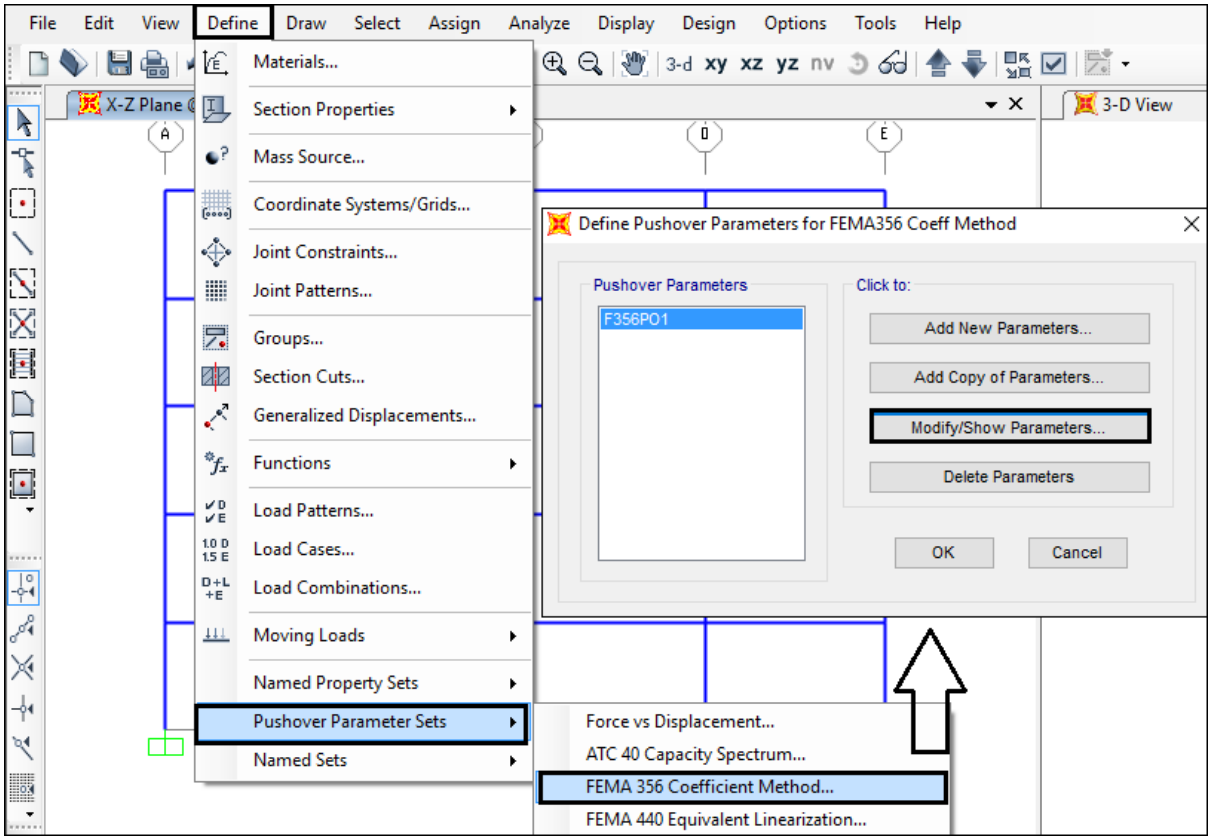
الگوهای بارگذاری ثقلی و جانبی

مدرس دوره:
بهرام محمدپور(دانشجوی دکتری سازه)

M: 09385767058

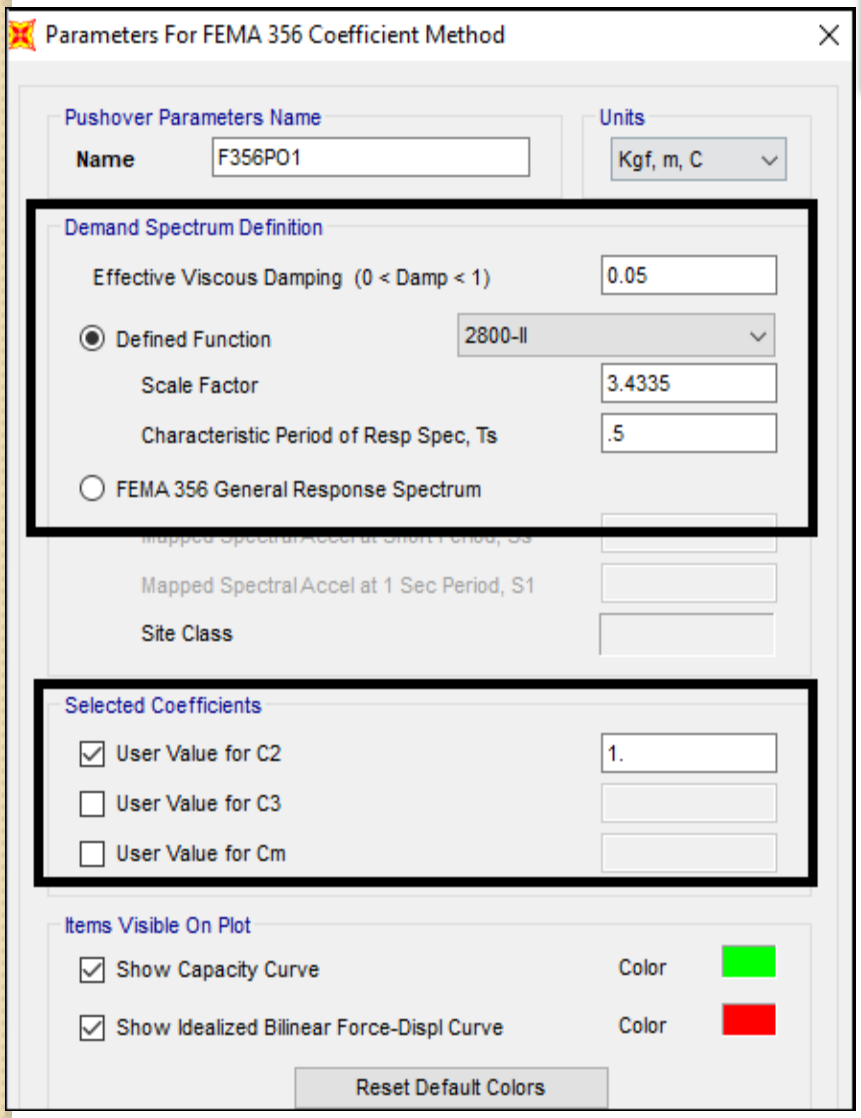
تنظیمات آیین نامه FEMA

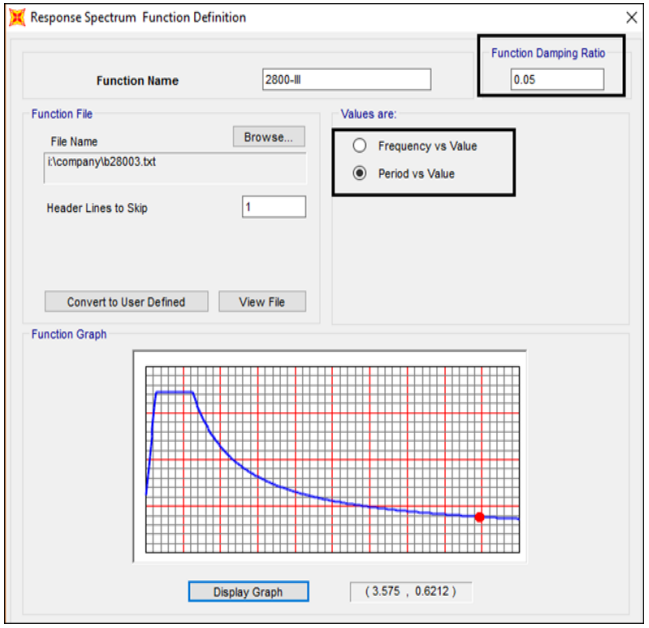
قبل از انجام تحلیل اولیه سازه ابتدا مشخصات مربوط به Fema 356تنظیم می‌گردد.



M: 09385767058

تنظیمات آیین نامه FEMA



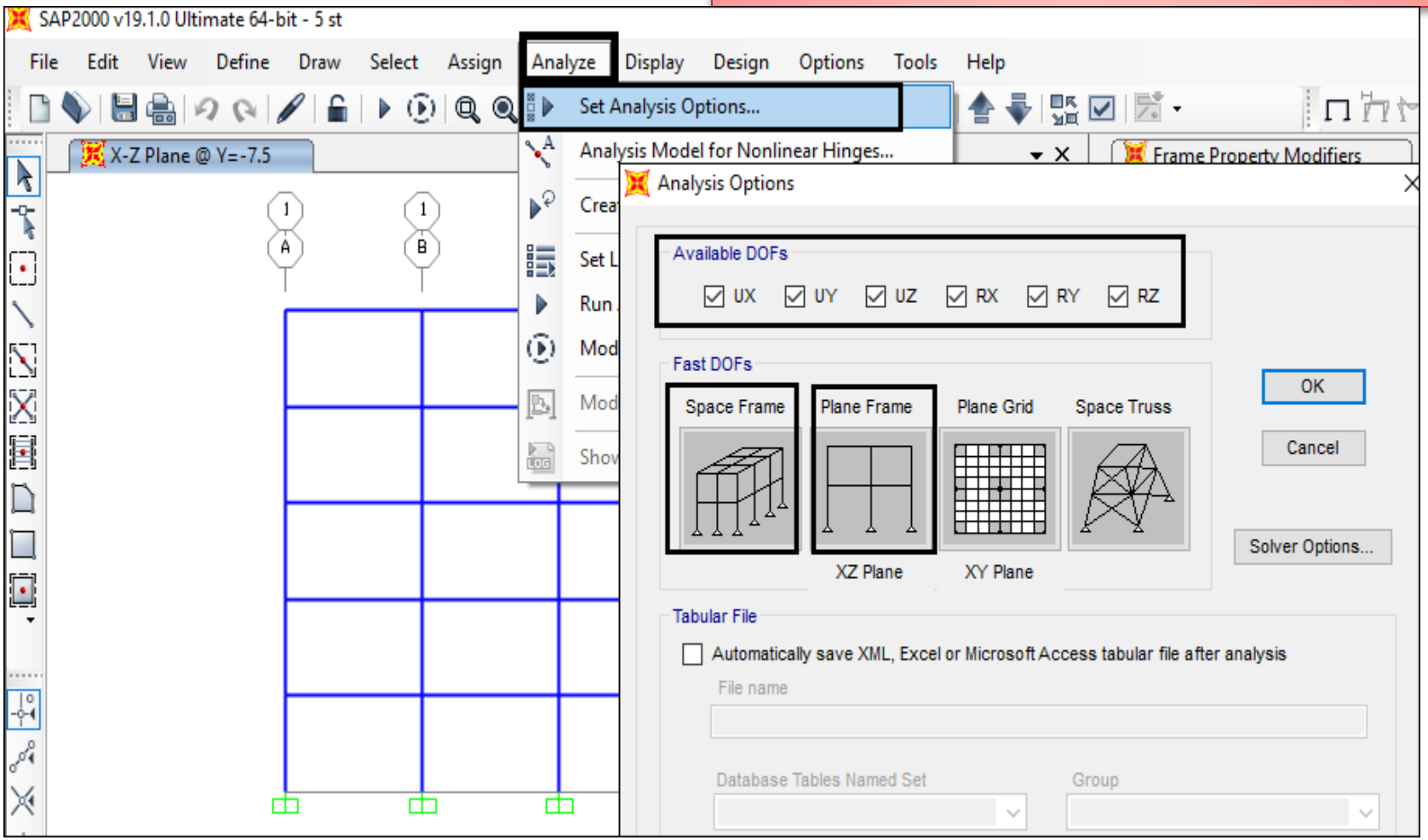


$$\text{Scale Factor} = A \times g = 0.35 \times 9.81 = 3.4335$$

M: 09385767058

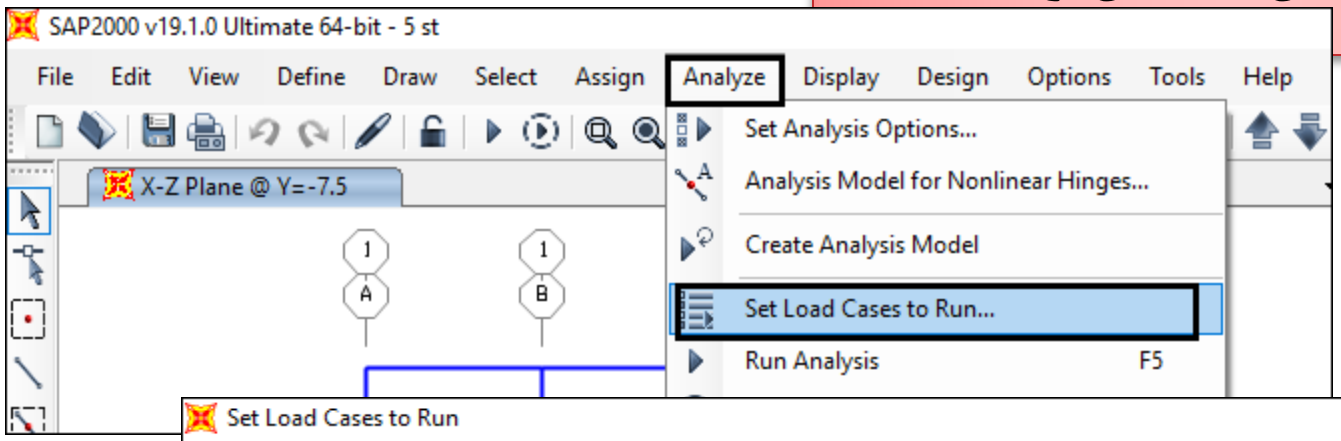
بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

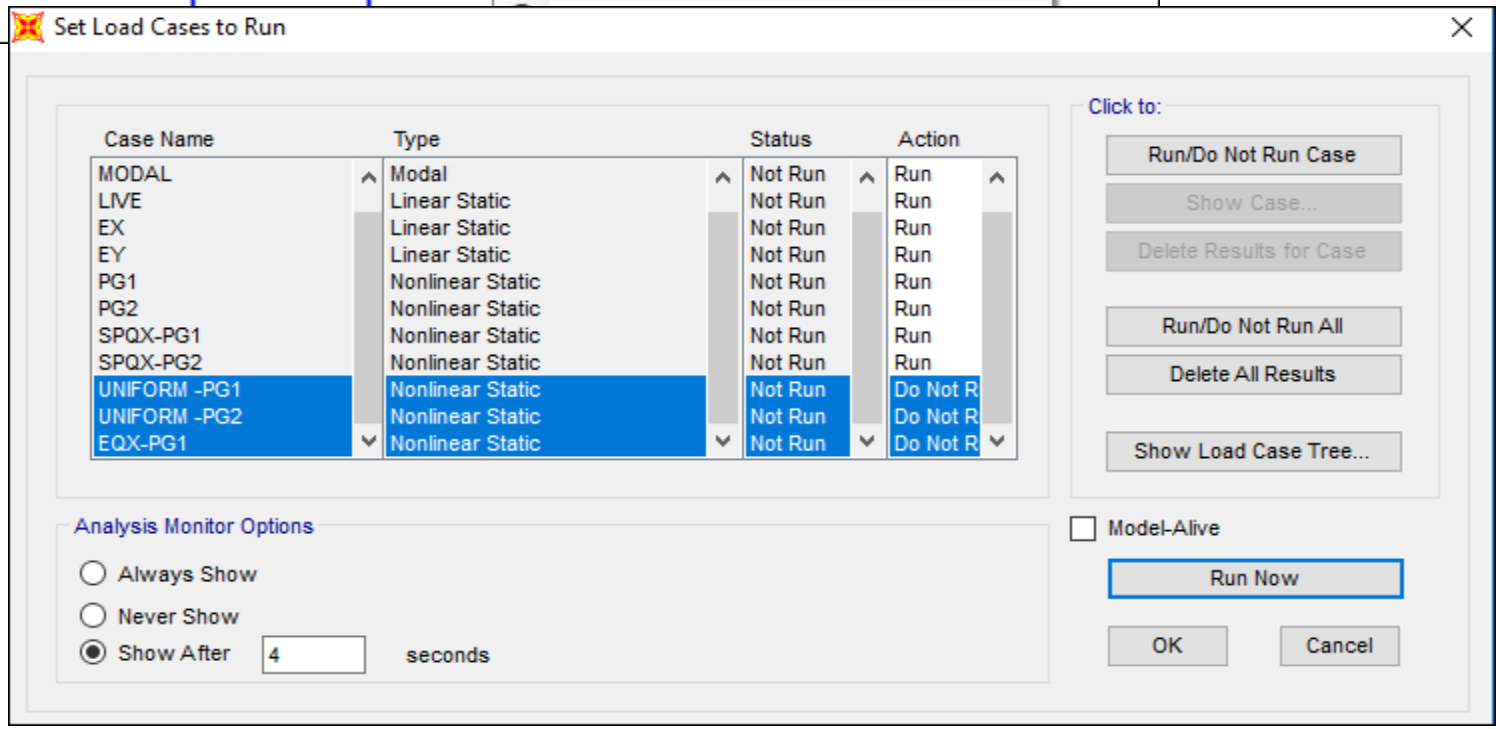
تنظیمات قبل از تحلیل برنامه



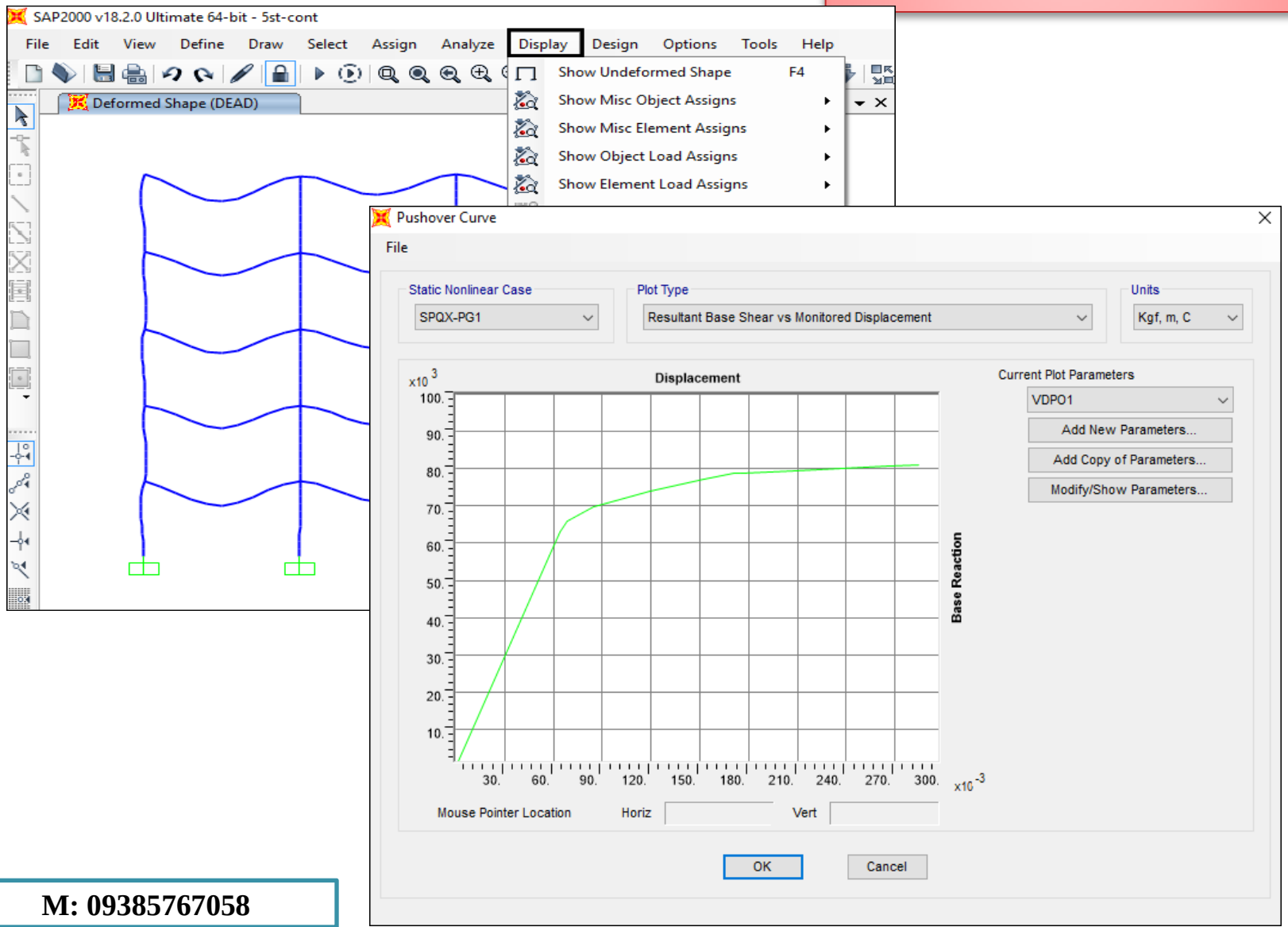
M: 09385767058

تنظیمات قبل از تحلیل برنامه

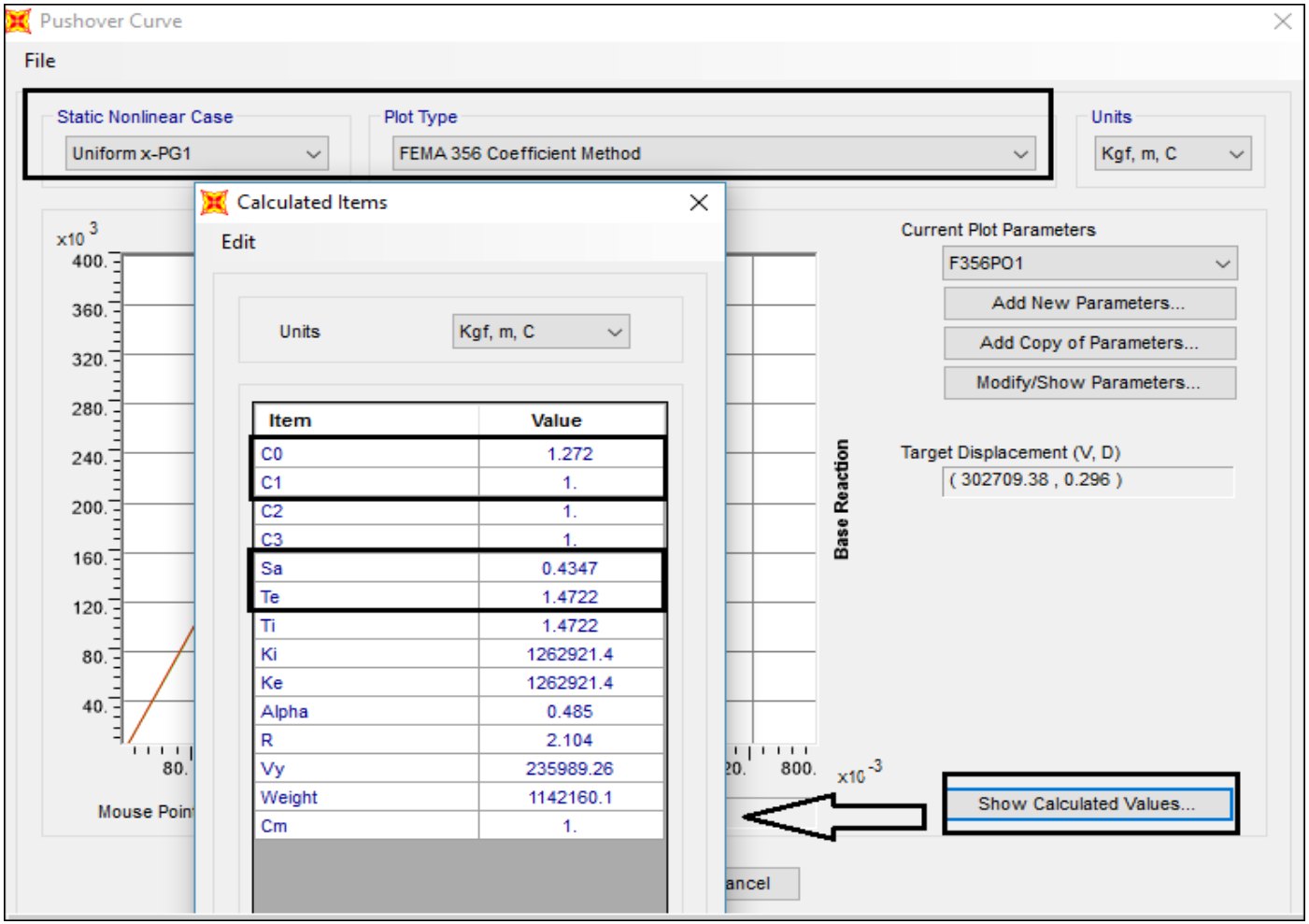




اصلاح تغییر مکان هدف

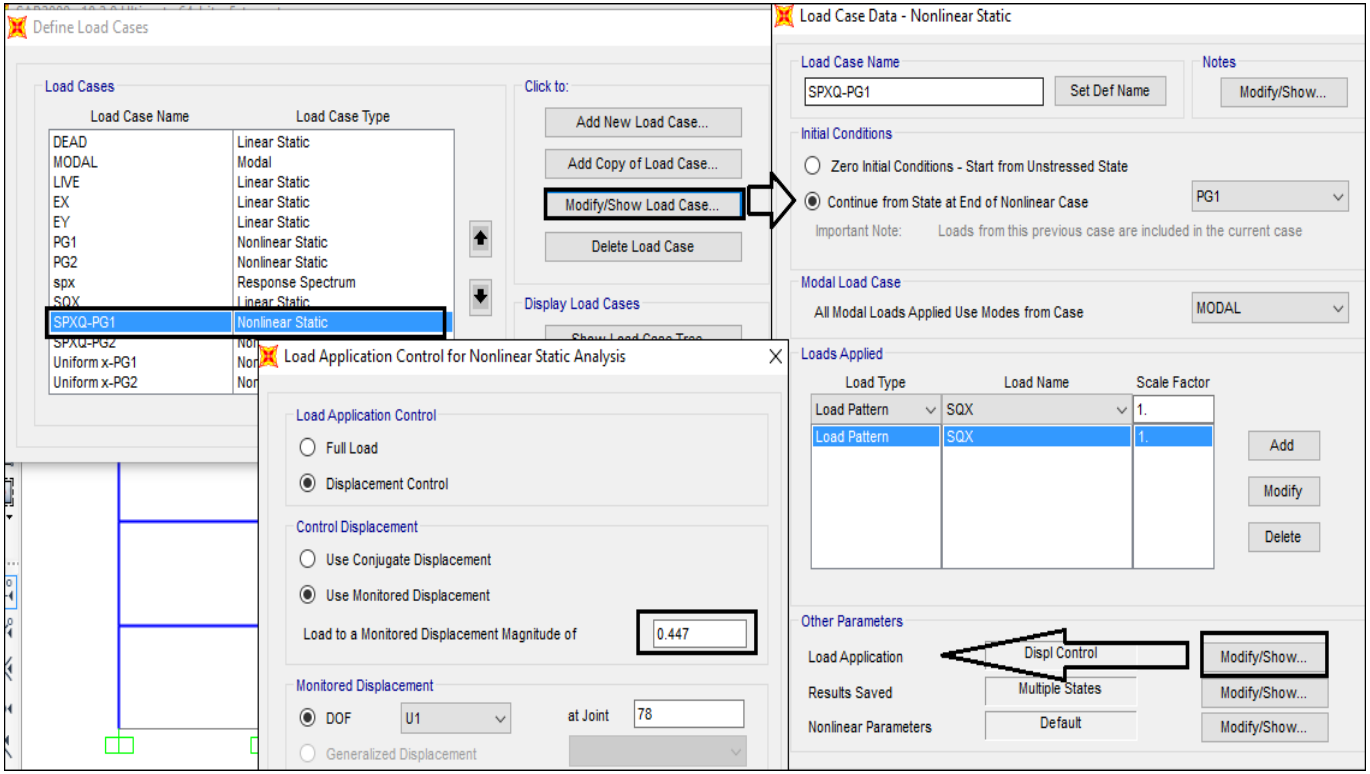


اصلاح تغییر مکان هدف



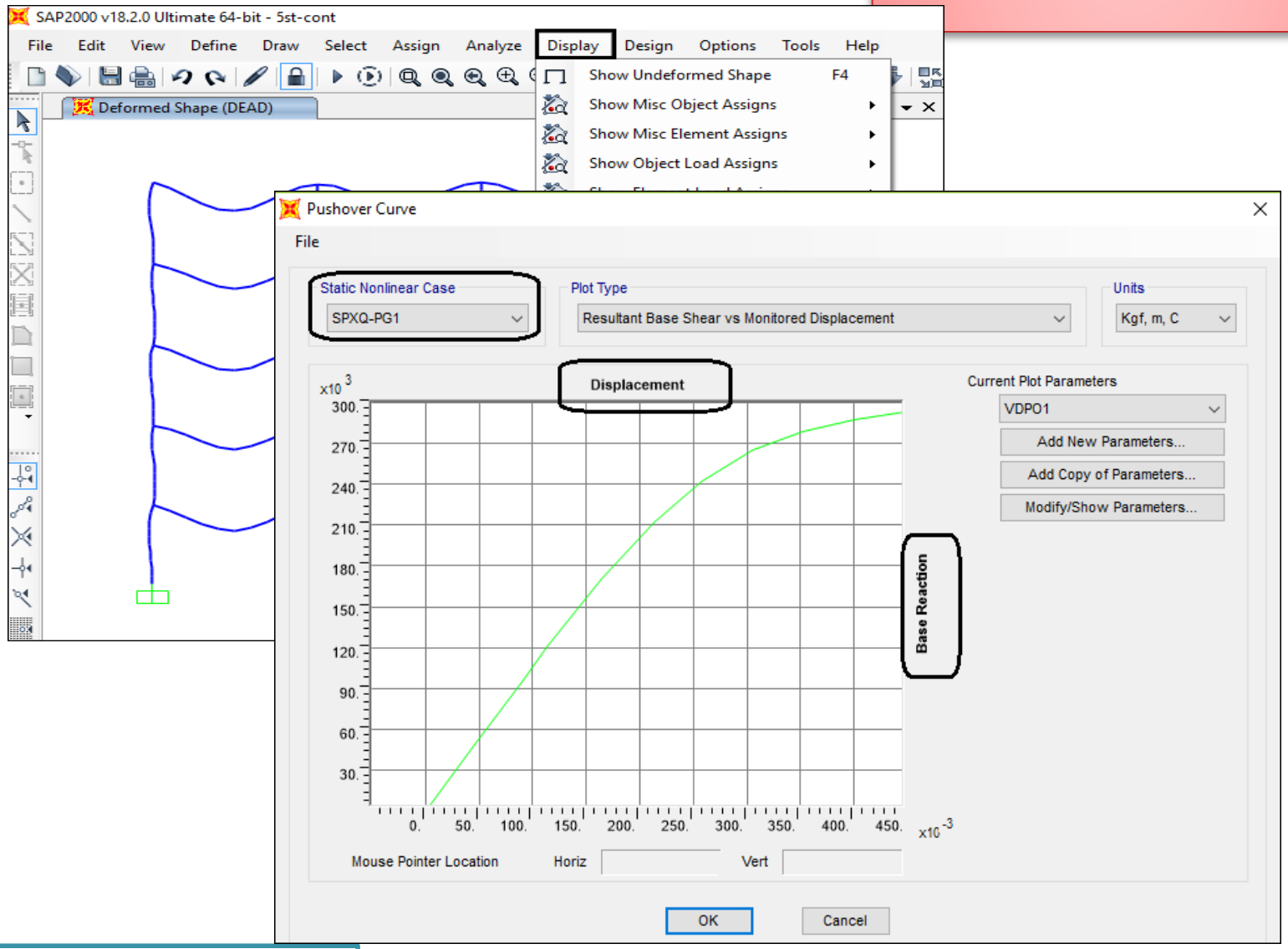
اصلاح تغییر مکان هدف

$$\Delta_i = C_0 C_1 S_a \frac{T_e^{\,2}}{4\pi^2} g = 1.272 \times 1 \times 0.4347 \times \frac{1.4722^2}{4 \times 3.14^2} \times 9.81 = 0.298\ \text{m}$$

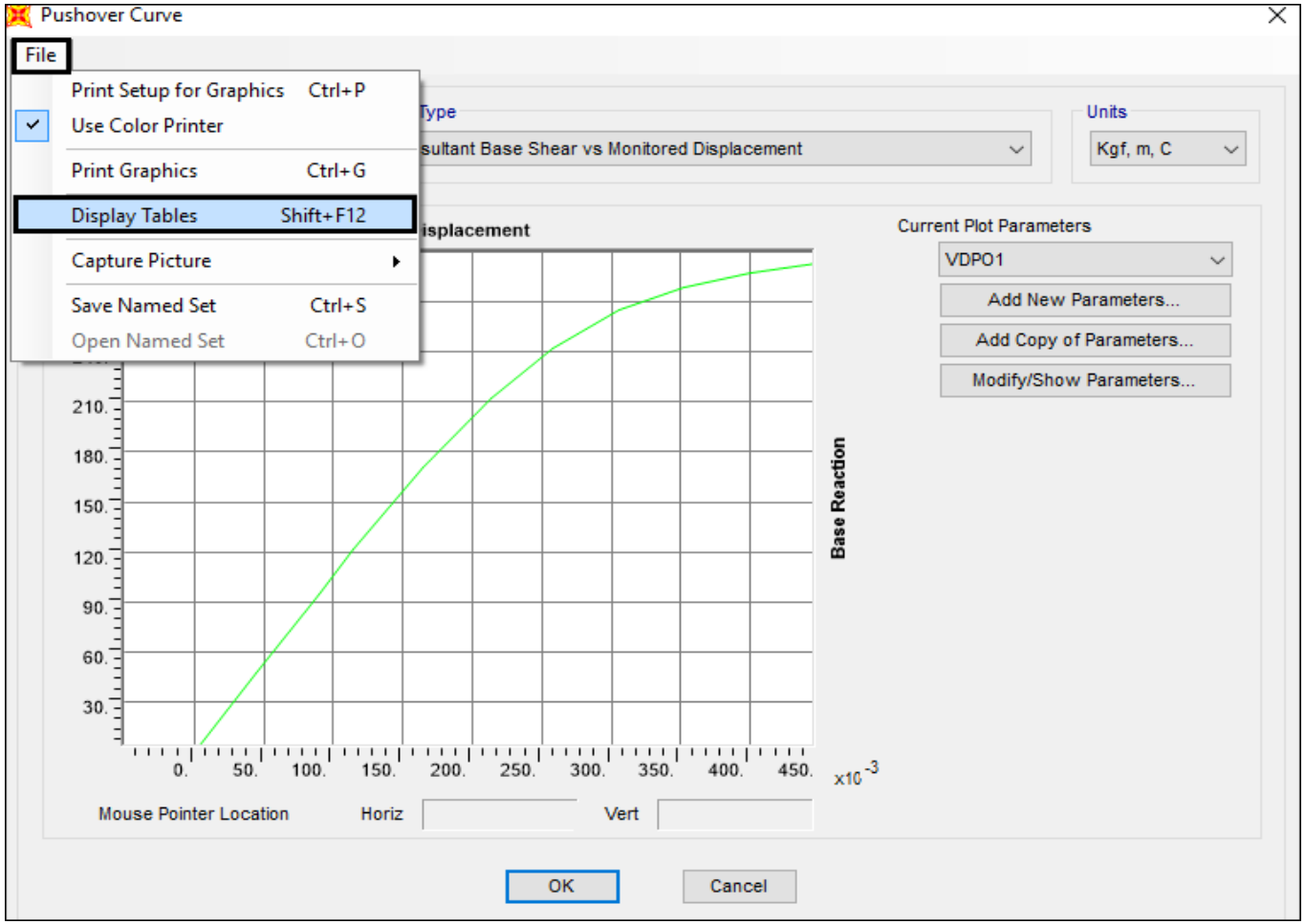


M: 09385767058

بررسی نمودار نیرو–تغییرمکان



بررسی نمودار نیرو–تغییرمکان



بررسی نمودار نیرو–تغییرمکان

Pushover Capacity Curve

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Pushover Capacity Curve

	LoadCase Text	Step Unitless	Displacement	BaseForce Kgf	AtoB Unitless	BtoIO Unitless	IOtoLS Unitless	LStoCP Unitless	CPtoC Unitless	CtoD Unitless	DtoE Unitless	BeyondE Unitless	Total Unitless
▶	SPXQ-PG1	0	-2.2E-05	0	650	0	0	0	0	0	0	0	650
	SPXQ-PG1	1	0.044678	47473.67	650	0	0	0	0	0	0	0	650
	SPXQ-PG1	2	0.089378	94947.35	650	0	0	0	0	0	0	0	650
	SPXQ-PG1	3	0.114398	121520.26	649	1	0	0	0	0	0	0	650
	SPXQ-PG1	4	0.16388	170641.24	625	25	0	0	0	0	0	0	650
	SPXQ-PG1	5	0.213142	212002.15	607	34	9	0	0	0	0	0	650
	SPXQ-PG1	6	0.258001	242604.45	583	36	29	2	0	0	0	0	650
	SPXQ-PG1	7	0.305094	265384.24	534	53	53	5	2	3	0	0	650
	SPXQ-PG1	8	0.351986	279250.42	494	57	72	8	5	14	0	0	650
	SPXQ-PG1	9	0.399332	287446.76	464	51	90	13	3	29	0	0	650
	SPXQ-PG1	10	0.446978	293027.67	444	47	110	6	3	40	0	0	650

Record: << < 1 > >> of 11 Done

پایان جلسه هشتم

M: 09385767058

تحلیل استاتیکی غیرخطی(پوش آور)

جلسه نهم

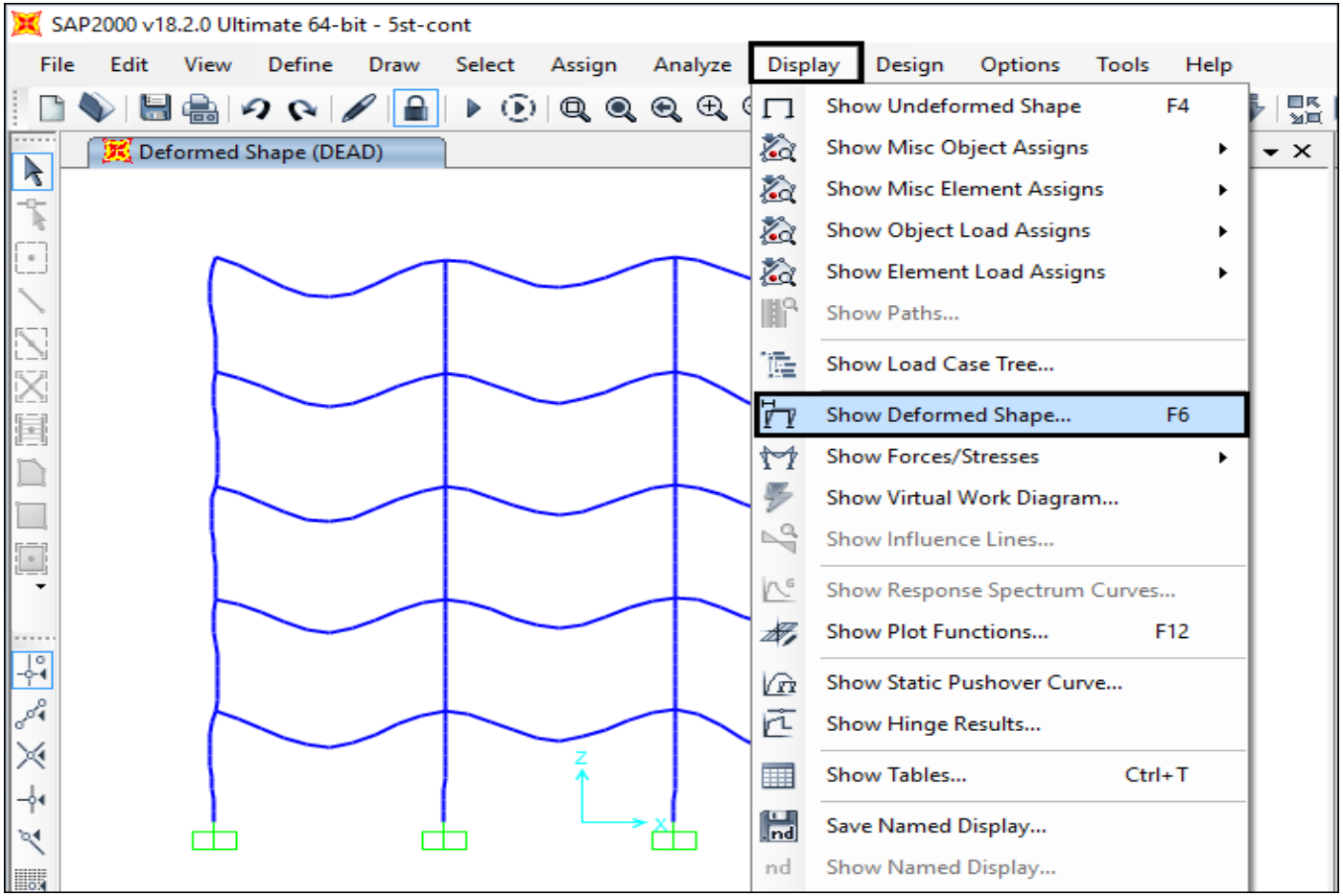
بررسی خروجی تحلیل استاتیکی غیرخطی

مدرس دوره:
بهرام محمدپور(دانشجوی دکتری سازه)

M: 09385767058

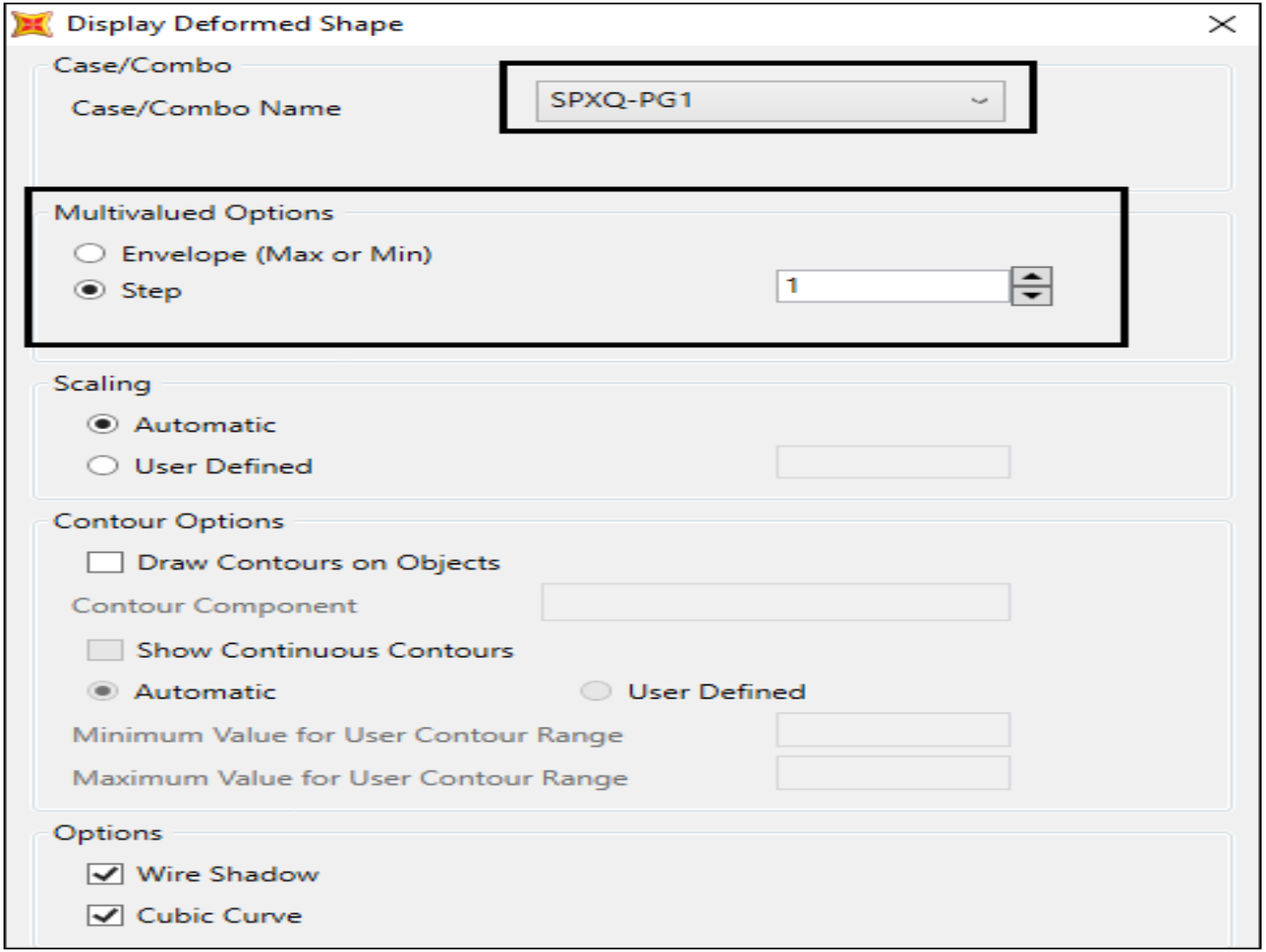
بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

بررسی ترتیب تشکیل مفاصل پلاستیک

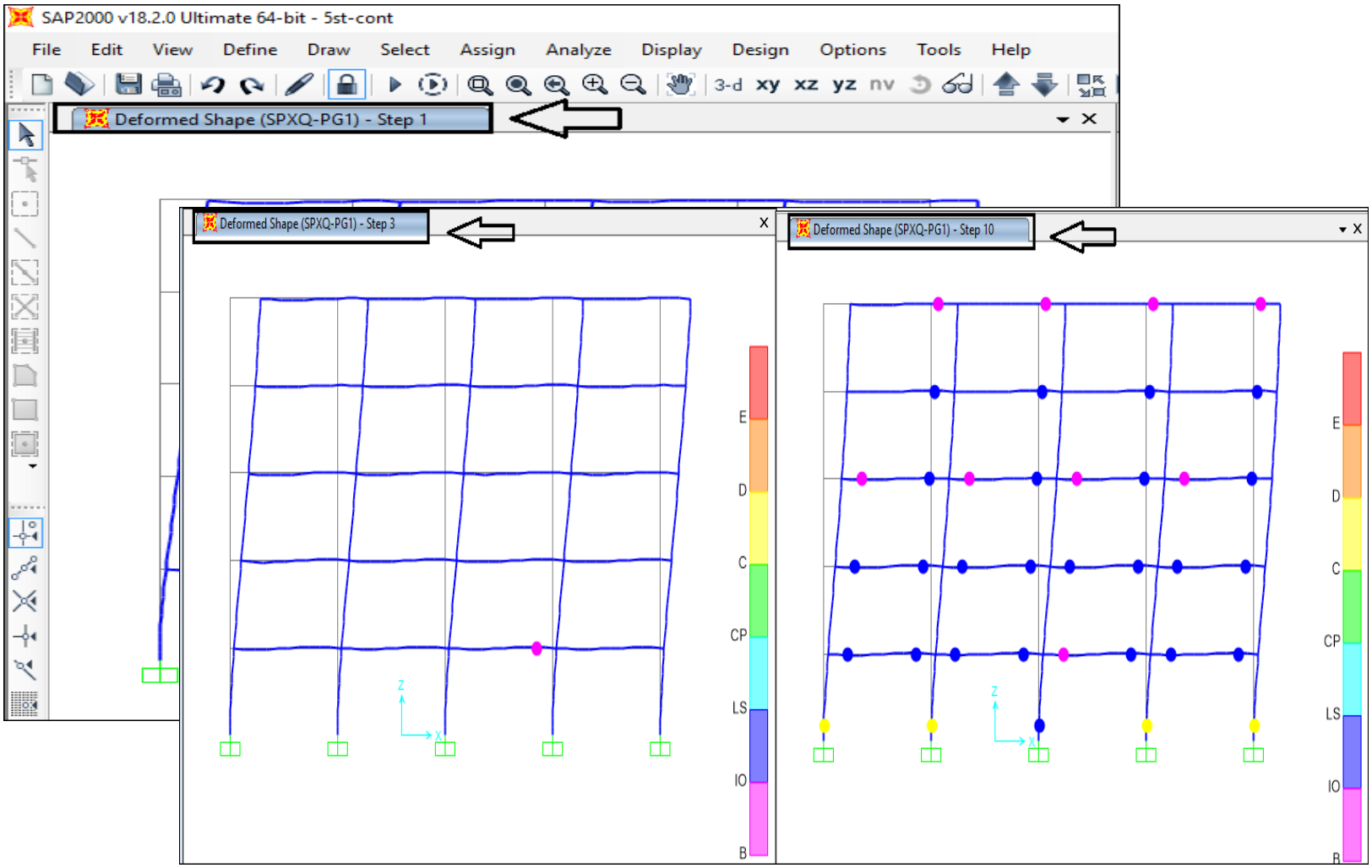


M: 09385767058

بررسی ترتیب تشکیل مفاصل پلاستیک

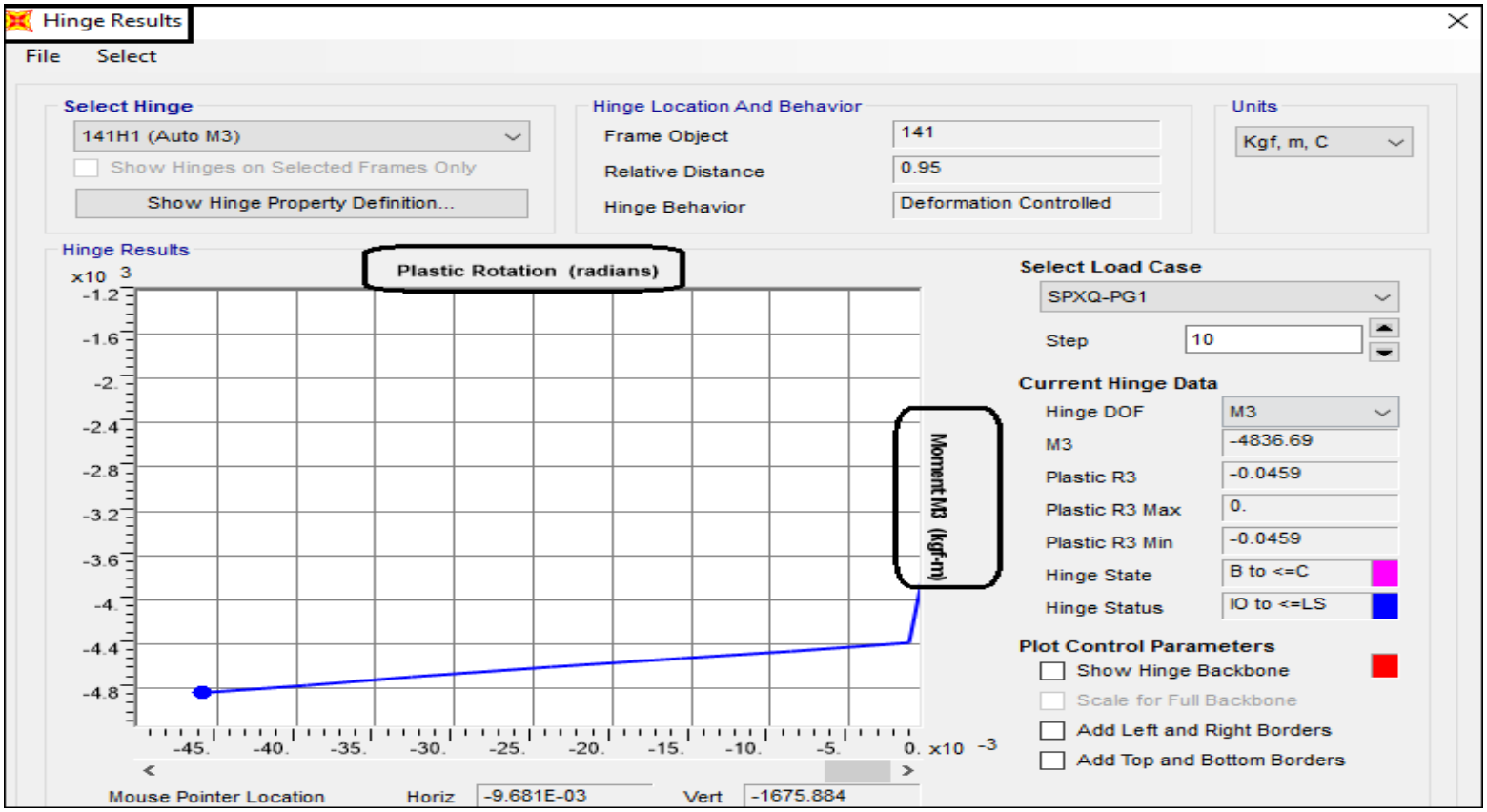


بررسی ترتیب تشکیل مفاصل پلاستیک



M: 09385767058

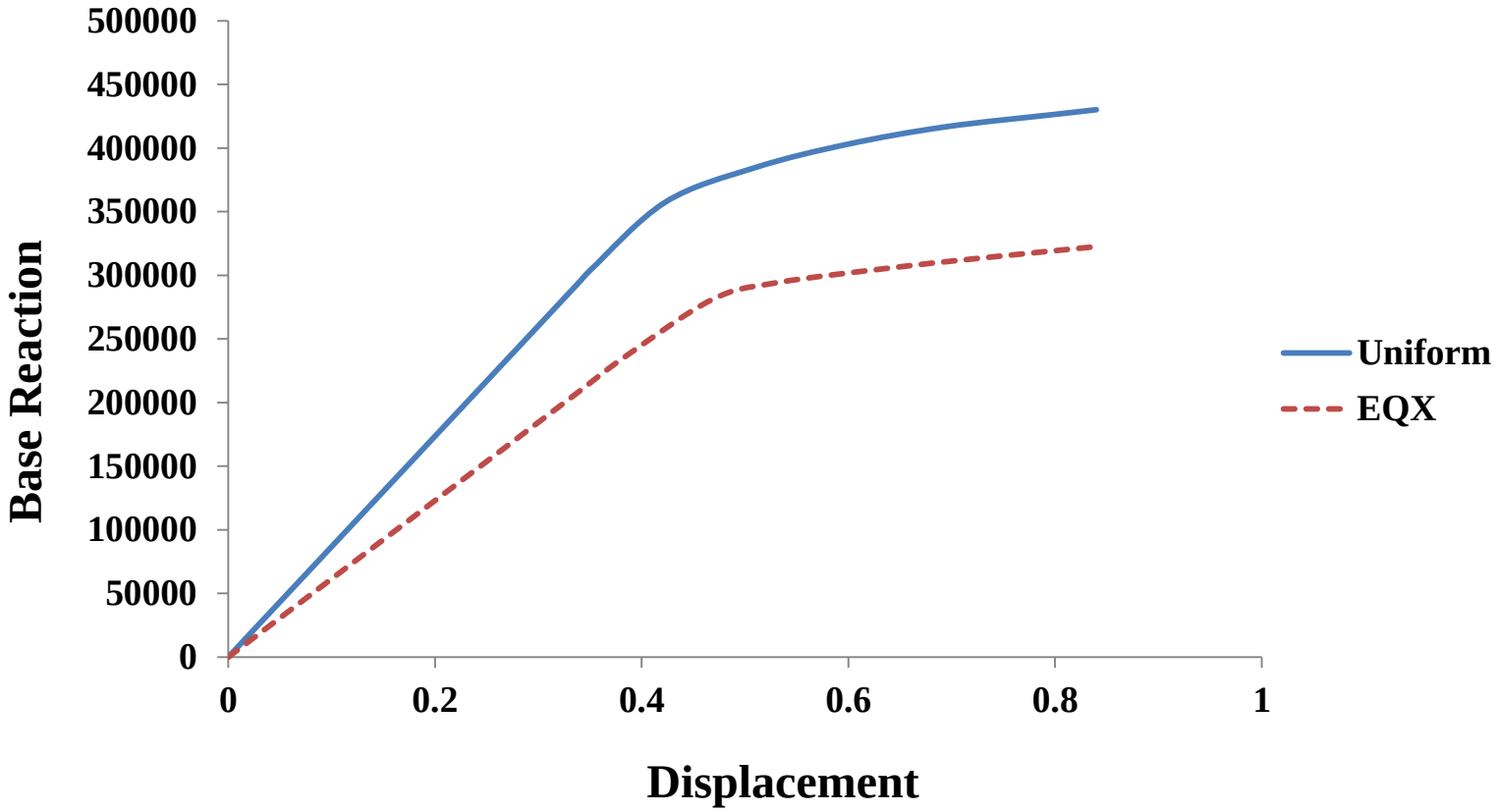
کنترل میزان دوران مفاصل پلاستیک



همچنان که در شکل فوق مشاهده می‌گردد، مقدار دوران مفصل در تغییرمکان هدف برابر ۴۵ رادیان است که در حدود لنگر ۸/۴ تن- متر را تحمل نموده است.

M: 09385767058

تفاوت الگوهای بار جانبی در نمودار پوش

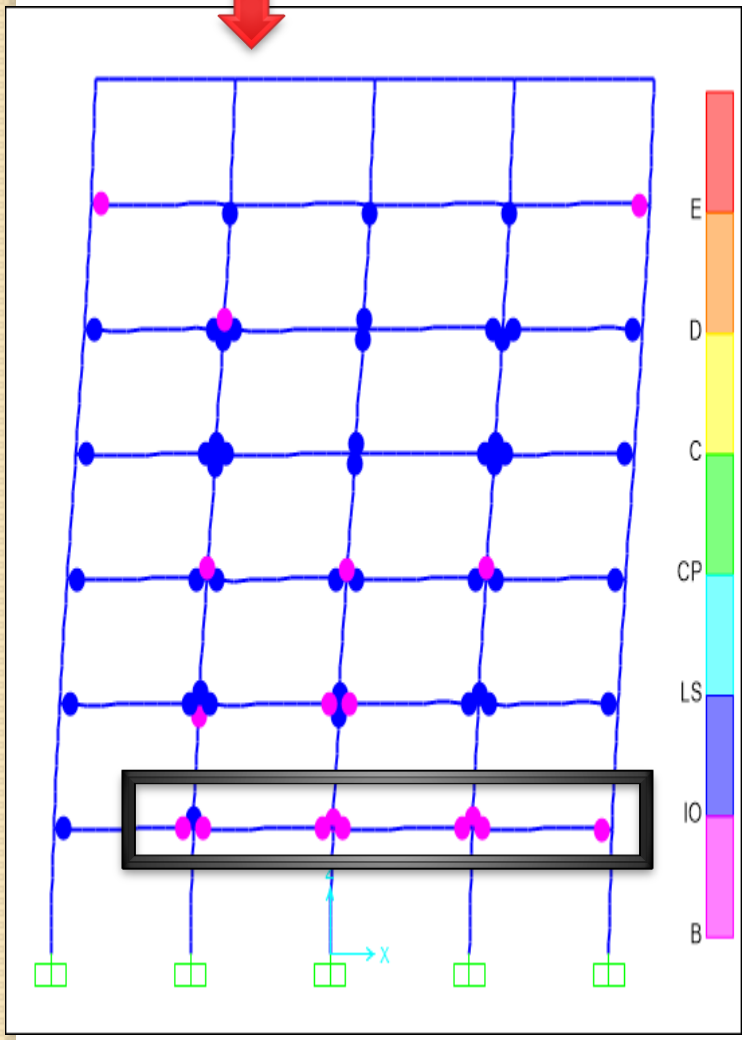


M: 09385767058

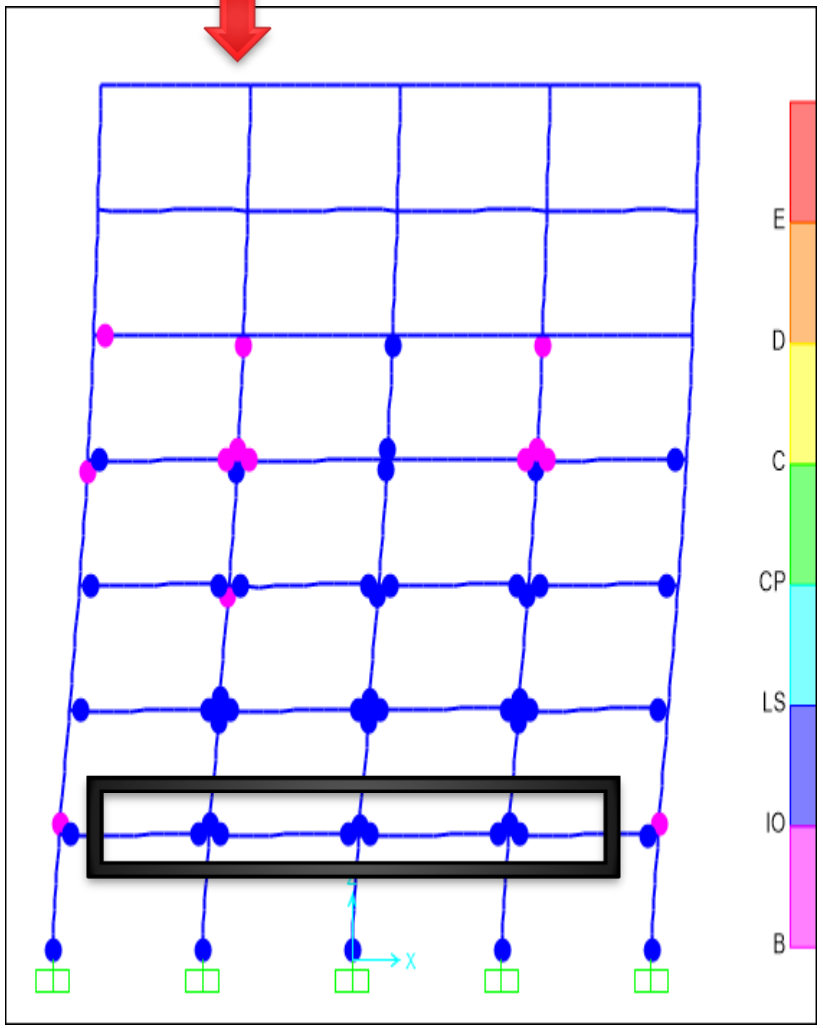
بهرام محمدپور-دانشجوی دکتری سازه
@mohammadpoubahram

تفاوت الگوهای بار جانبی در مفاصل پلاستیک

EQX



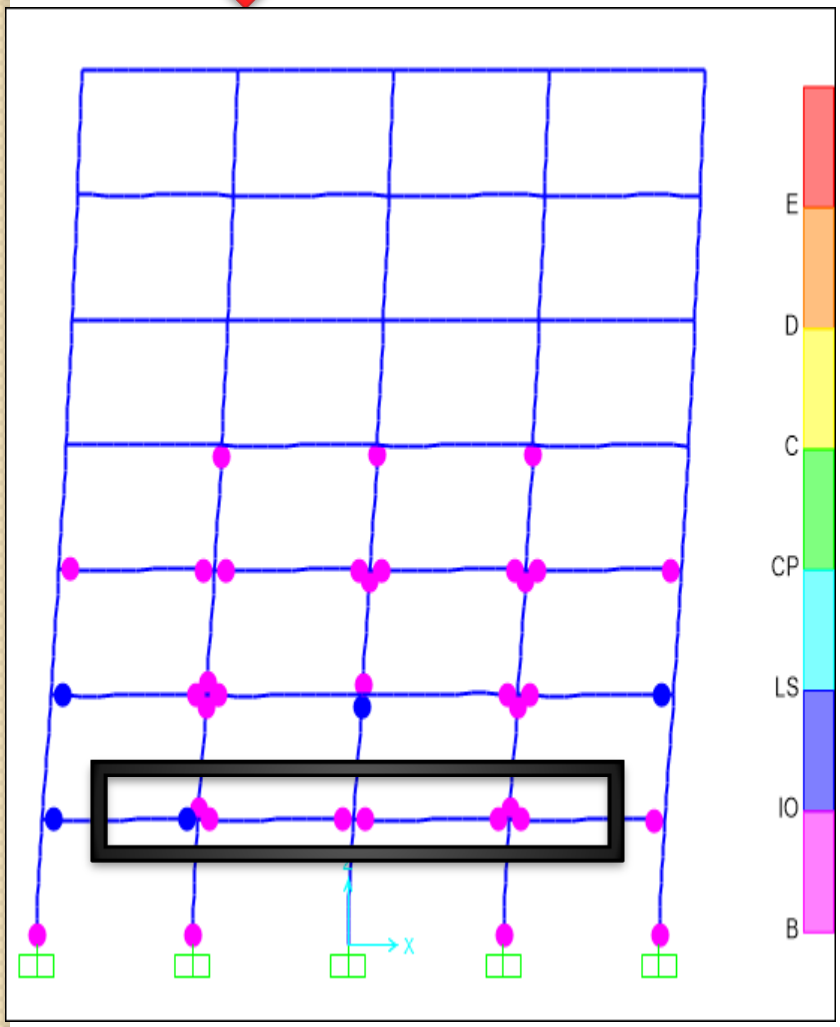
Uniform



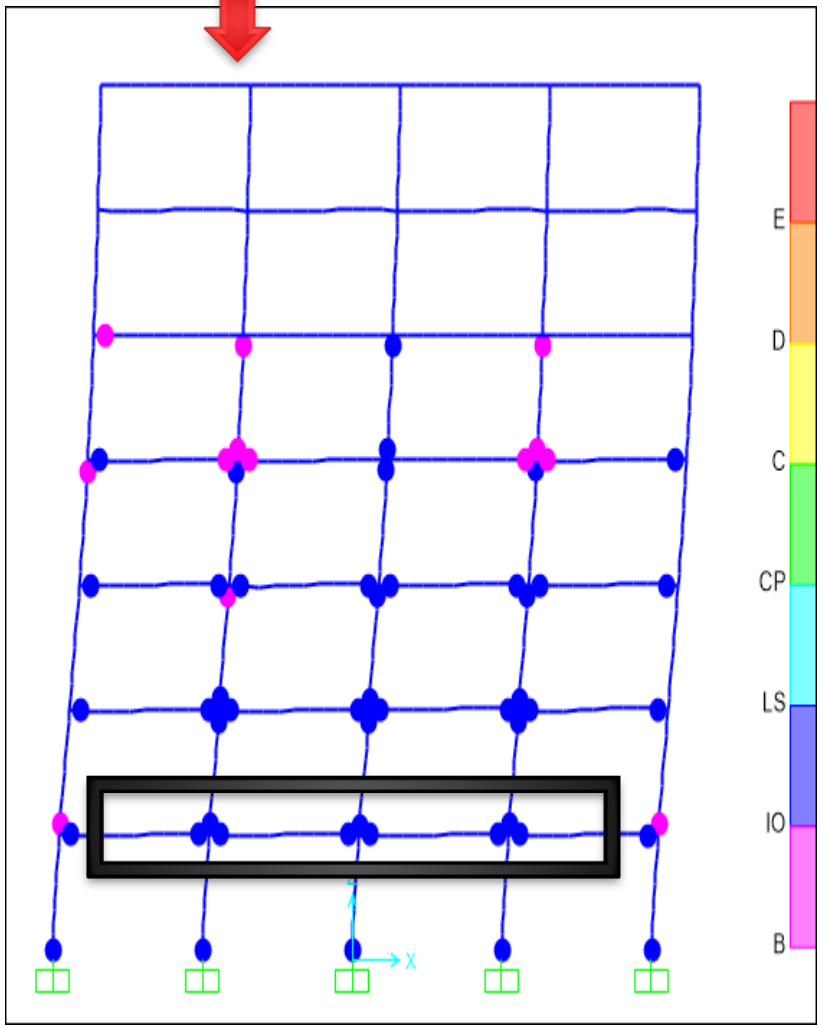
M: 09385767058

نکته آیین نامه

Target

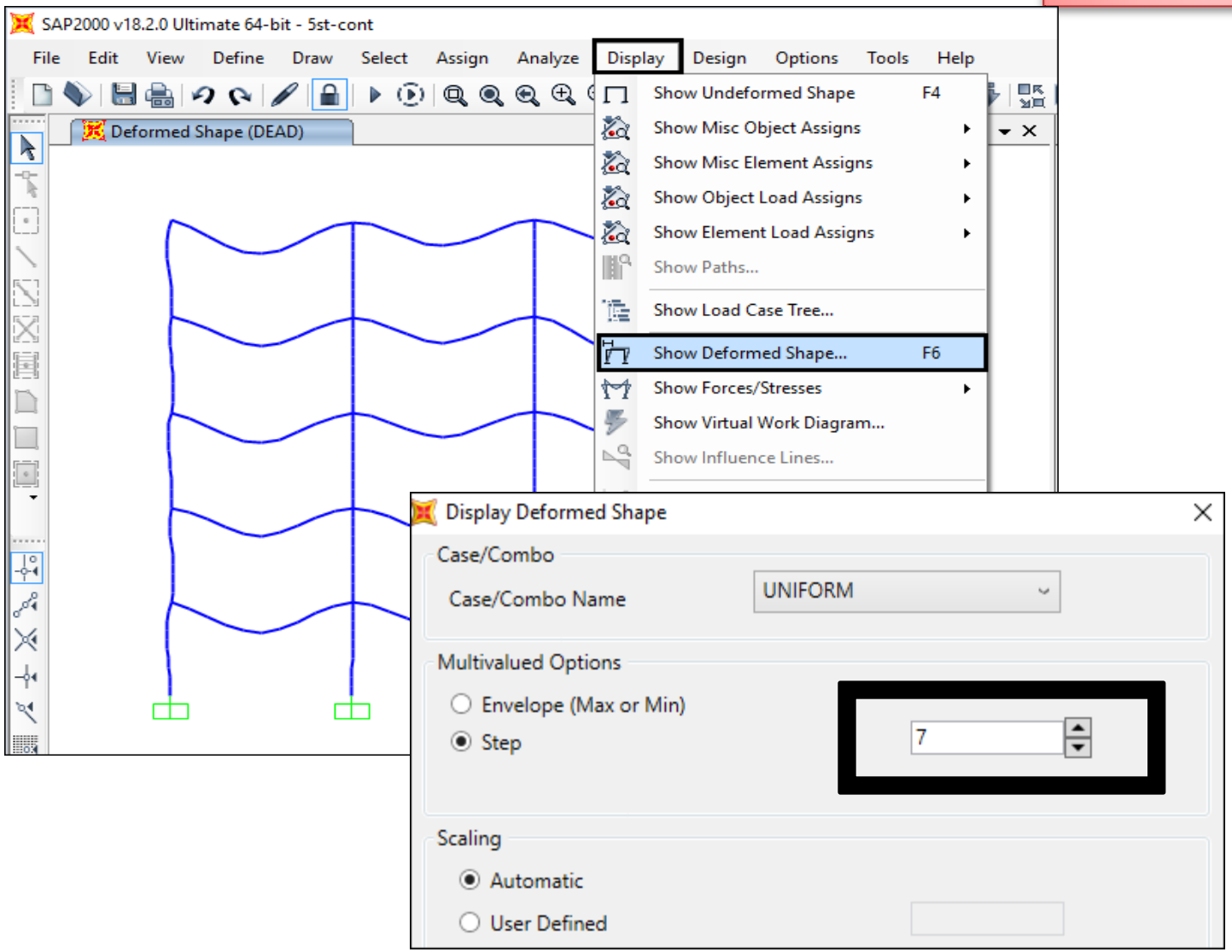


1.5 Target



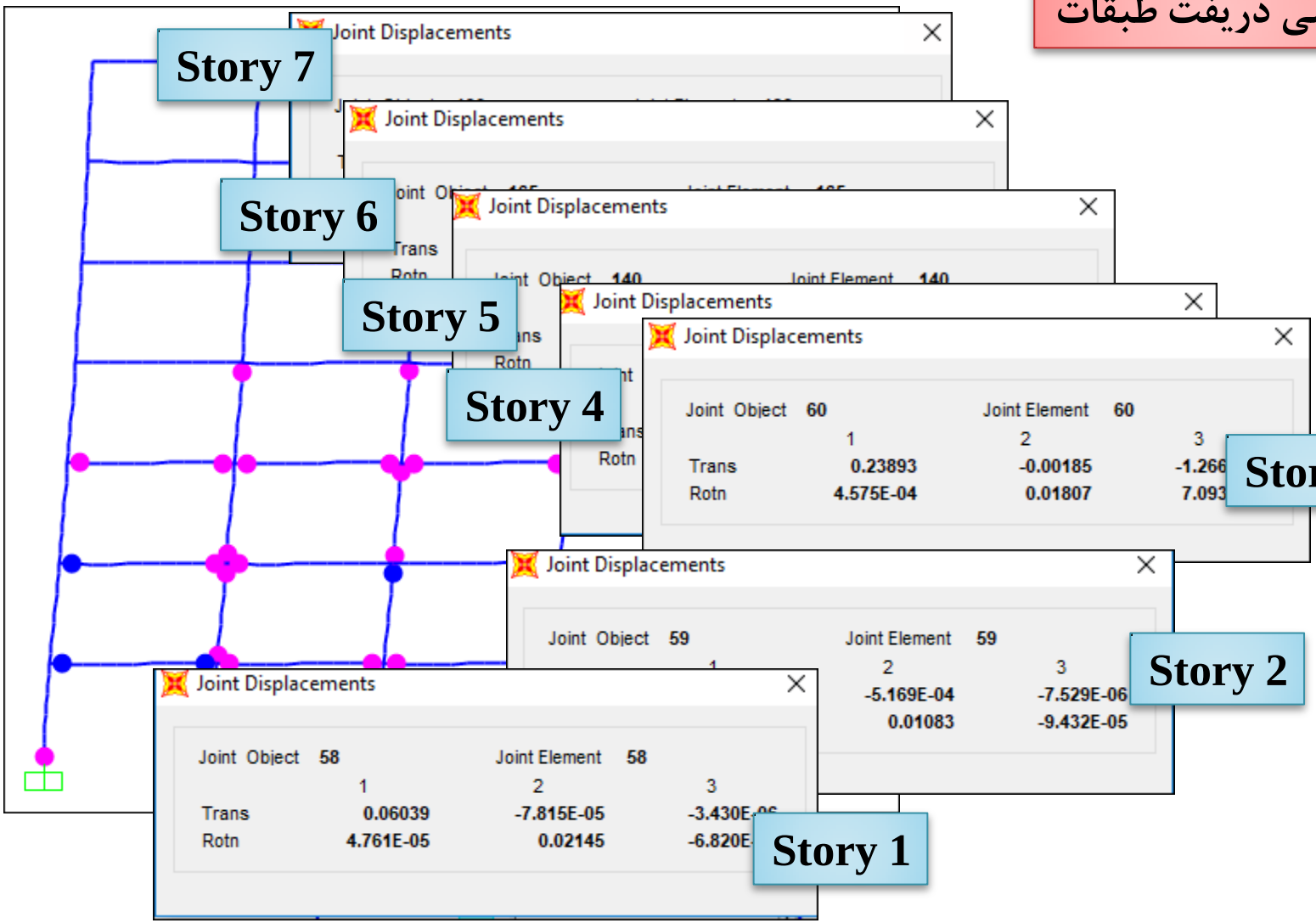
M: 09385767058

بررسی دریفت طبقات



M: 09385767058

بررسی دریفت طبقات

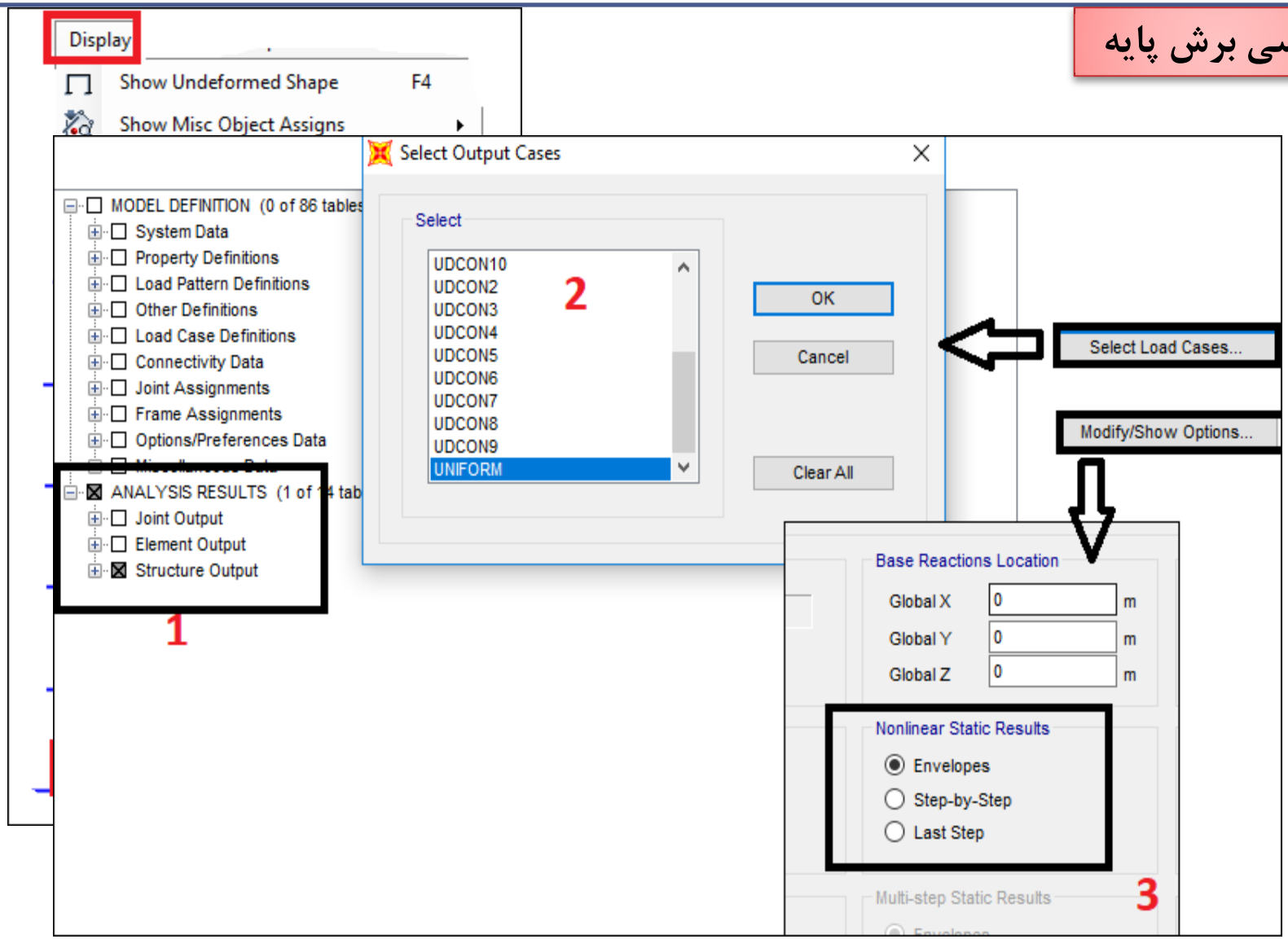


M: 09385767058

بررسی دریفت طبقات

Story	Lateral Dis(cm)	Drift(cm)	Drift Ratio(%)
7	48	5	1.67
6	43	5	1.67
5	38	7	2.33
4	31	8	2.67
3	23	8	2.67
2	15	9	3.00
1	6	6	2.00

بررسی برش پایه



M: 09385767058

بررسی برش پایه

Base Reactions

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Base Reactions

Filter:

	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf	GlobalMX Kgf-m	GlobalMY Kgf-m
▶	UNIFORM	NonStatic	Max	0	2.728E-12	2.037E-10	5.937E-09	0
	UNIFORM	NonStatic	Min	-428086.92	-5.811E-11	-2.91E-11	-1.164E-10	-5081564.58

پایان جلسه نهم

پایان دوره تحلیل استاتیکی غیرخطی (پوش آور)

M: 09385767058