

راهنمای تحلیل غیرخطی سازه هادر ETABS ۲۰۱۳

بر اساس ویرایش ۴ استاندارد ۲۸۰۰



جزوه آموزش تحلیل غیرخطی بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم

نویسنده:

فرهاد داوری پور

سازه

زلزله

آب

خاک

راه

راهنمای انجام تحلیل غیر خطی با استفاده از نرم افزار ETABS 2013

نویسنده: فرهاد داوری پور

دانشجوی ارشد زلزله دانشگاه صنعتی شریف

ناظران فنی:

مهندس فرامرز وطن (مسئول دفتر فنی کانون مهندسين كرج)

مهندس یاسین طلوعی (کارشناس ارشد سازه)



گروه مقاوم سازی طلوعی، برگزار کننده دوره های جامع تحلیل غیر خطی و

طراحی بر اساس عملکرد ۰۲۶-۰۳۵۲۴۱۱۹

ایبوک شماره ۵۳ از انتشارات مجازی ۸۰۸

808

www.Civil808.com

توجه: این ایبوک (کتاب الکترونیکی) ویژه وبسایت ۸۰۸ ارسال شده است و از طریق وبسایت ۸۰۸

منتشر شده است و تمام حقوق مربوط به نشر این جزوه بر عهده مولف و ناشر این مجموعه میباشد

مقدمه مولف:

با توجه به اینکه این جزوه خالی از اشکال نیست از کلیه اساتید و همکاران خواهشمندم پیشنهادات و انتقادات خود را به بنده اعلام نموده تا در اسرع وقت جزوه را اصلاح نمایم.

نحوه ارتباط با نویسنده:

Email: eng_davary@yahoo.com

۰۹۳۵-۹۴۲۵۲۹۱

با توجه به اینکه هنوز ویرایش ۴ از استاندارد ۲۸۰۰ ابلاغ نشده است، کلیه ضوابط از پیش نویس نهایی آن استخراج گردیده است که جهت طراحی سازه قابل استناد نمی باشد.

هدف از این جزوه، آشنایی مهندسين بطور اجمالی با بحث تحلیل غیر خطی و طراحی بر اساس عملکرد و همچنین قابلیت های نرم افزار Etabs 2013 می باشد.

مقدمه ناشر:

گروه آموزشی ۸۰۸ برای اولین بار اقدام به انتشار کتاب های تخصصی در مارکتینگ مجازی نموده است به نحویکه کتاب های تخصصی که حتی در دنیای چاپ فیزیکی هم تابحال نمونه های آن به چاپ نرسیده و در عین حال مخاطبان زیادی هم دارد را در غالب ایبوک منتشر نموده است که استقبال زیادی از این جزوات مقدماتی و پیشرفته شده است. کتاب های الکترونیکی تماما در غالب حرفه ای همراه با ویراستاری و صفحه آرایی حرفه ای منتشر می شود و حق مولف و ناشر از انتشار این کتاب از تبلیغاتی که درون این ایبوک ها منتشر می شود تامین خواهد شد دسته ای از ایبوک ها رایگان عرضه میشود و دسته ای دیگر که صورت پولی در فضای مجازی منتشر می شوند و همچنین درون دی وی دی های محصولات آموزشی ۸۰۸ عرضه می شوند.

برخی از مزایای انتشارات مجازی:

- مزیت انتشار کتاب های الکترونیکی نسبت به انتشار حقیقی کتاب ها
- گسترش فرهنگ کتابخوانی الکترونیکی میان مهندسان
- سهولت دسترسی به انواع کتاب ها
- و رایگان بودن تعداد نسبتا زیادی از کتاب و مجله

در این شیوه آموزش مجازی راه تامین هزینه های ما و مولفان ما درج تبلیغات اسپانسر های طلایی سایت است، پس اگر به دنبال حمایت این شیوه نشر مجازی هستید می توانید ما در تماس باشید

گروه آموزشی ۸۰۸

انتشارات مجازی

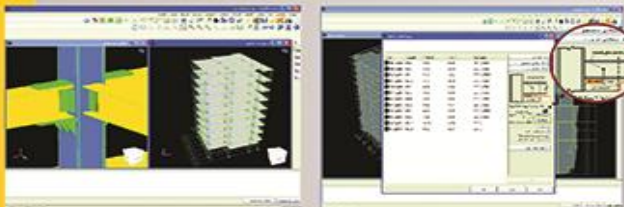
فهرست:

۱- مقدمه:	۶
۱-۱ طراحی بر اساس عملکرد:	۱۱
۲- انواع روش های تحلیل سازه:	۱۳
۱-۲ خلاصه ای از مراحل انجام تحلیل بار افزون در نرم افزار	۱۴
۳- روند انجام تحلیل غیر خطی:	۱۴
۱-۳ تعریف ترکیب بارهای ثقلی:	۱۴
۲-۳ تعریف الگوهای بار جانبی:	۱۹
۱-۲-۳ معرفی الگوی بار یکنواخت:	۱۹
۱-۱-۲-۳ محاسبه تغییر مکان هدف:	۲۱
۴- اختصاص مفاصل به تیر ها و ستونها:	۳۰
۵- بررسی خروجی های تحلیل:	۳۳
۶- اصلاح مشخصات مفاصل:	۳۹
۱-۶ اصلاح مفاصل ستونها:	۳۹
۲-۶ اصلاح مفاصل تیرها:	۴۳
۷- تحلیل مجدد سازه و کنترل خروجی ها:	۴۷
۱-۷ کنترل بند ۳-۱۲-۱ از پیوست ۲ استاندارد ۲۸۰۰:	۴۷
۲-۷ کنترل بند ۳-۱۲-۲ از پیوست ۲ استاندارد ۲۸۰۰:	۴۸
۸- منابع:	۵۰

رایان سازه، پیشرو در تولید نرم افزارهای تخصصی عمران

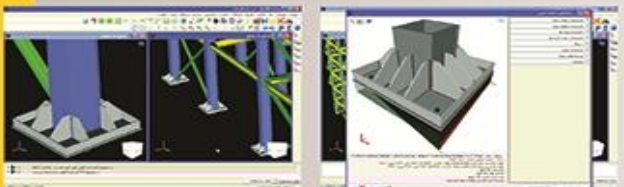
سازه گار

طراحی هوشمند اتصالات تیر به ستون :



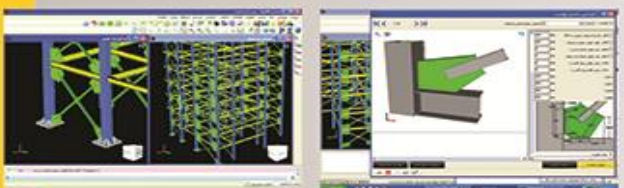
- محاسبه ماکزیمم واکنش تکیه گاهی بر اساس ضوابط لرزه ای آخرین ویرایش مبحث ده
- محاسبه ماکزیمم واکنش تکیه گاهی بر اساس نتایج تحلیل ETABS و SAP2000
- طراحی اتوماتیک انواع مختلف اتصال خمشی و مفصلی
- نمایش هوشمند جزئیات کامل اتصالات در محیط گرافیکی سازه سه بعدی
- ارائه دفترچه محاسبات با ذکر دقیق جزئیات محاسبات و فرمولها

طراحی پیشرفته اتصالات صفحه ستون :



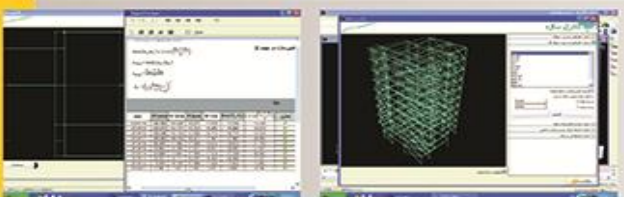
- محاسبه تنش زیر صفحه ستون از روش دقیق در خمش دو محوره و تک محوره
- امکان معرفی بولتها و سخت کننده ها در هر مختصات
- امکان طراحی صفحه ستون های کناری و گوشه
- نمایش جزئیات کامل صفحه ستون در محیط گرافیکی سازه سه بعدی
- ارائه دفترچه محاسبات با ذکر دقیق جزئیات محاسبات و فرمولها

طراحی هوشمند اتصالات مهاربند :



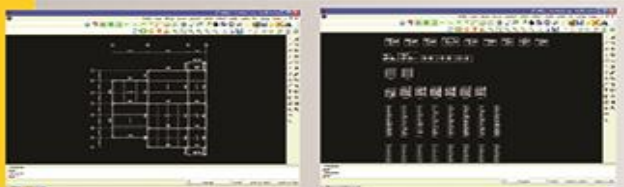
- طراحی اتصالات مهاربند بر اساس ضوابط لرزه ای آخرین ویرایش مبحث ده
- طراحی انواع مختلف اتصالات مهاربند اعم از همگرا یا واگرا ، با شکل پذیری معمولی یا ویژه
- طراحی اتصالات مهاربند بر اساس نتایج تحلیل یا ظرفیت مقطع یا نیروی کاربر
- نمایش هوشمند جزئیات کامل اتصالات مهاربند در محیط گرافیکی سازه سه بعدی
- ارائه دفترچه محاسبات با ذکر دقیق جزئیات محاسبات و فرمولها

کنترل سازه بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ :



- محاسبه شاخص پایداری
- کنترل بلند شدگی پای ستون (Uplift)
- کنترل تغییر مکان جانبی نسبی سازه
- کنترل نامنظمی در پلان سازه (Aj)
- ارائه فایل ورودی SAFE از نتایج تحلیل ETABS و SAP2000

ترسیم نقشه های سازه :



- ترسیم کل نقشه های سازه فلزی به همراه لیستوفر کامل پروژه
- ترسیم پلانهای تیرریزی ، نمای مهاربندها ، نمای ستونها و جزئیات کلیه اتصالات
- ترسیم نقشه شاپ کل قطعات اتصال تیر به ستون ، مهاربند و صفحه ستون
- ترسیم و ویرایش نقشه ها در محیط نرم افزار سازه نگار مستقل از AutoCAD با امکان ارسال خروجی با فرمت DWG

تهران- بزرگراه جلال آل احمد- غرب پل گیشا- شماره ۴۲- طبقه دوم - صندوق پستی: ۴۳۸ - ۱۴۴۵۵
 تلفن: ۸۸۲۸۵۳۸۶ و ۸۸۲۷۸۳۰۶ و ۸۸۲۵۹۷۷۳ فکس: ۸۸۲۵۶۵۲۰
www.rayansazeh.com support@rayansazeh.com

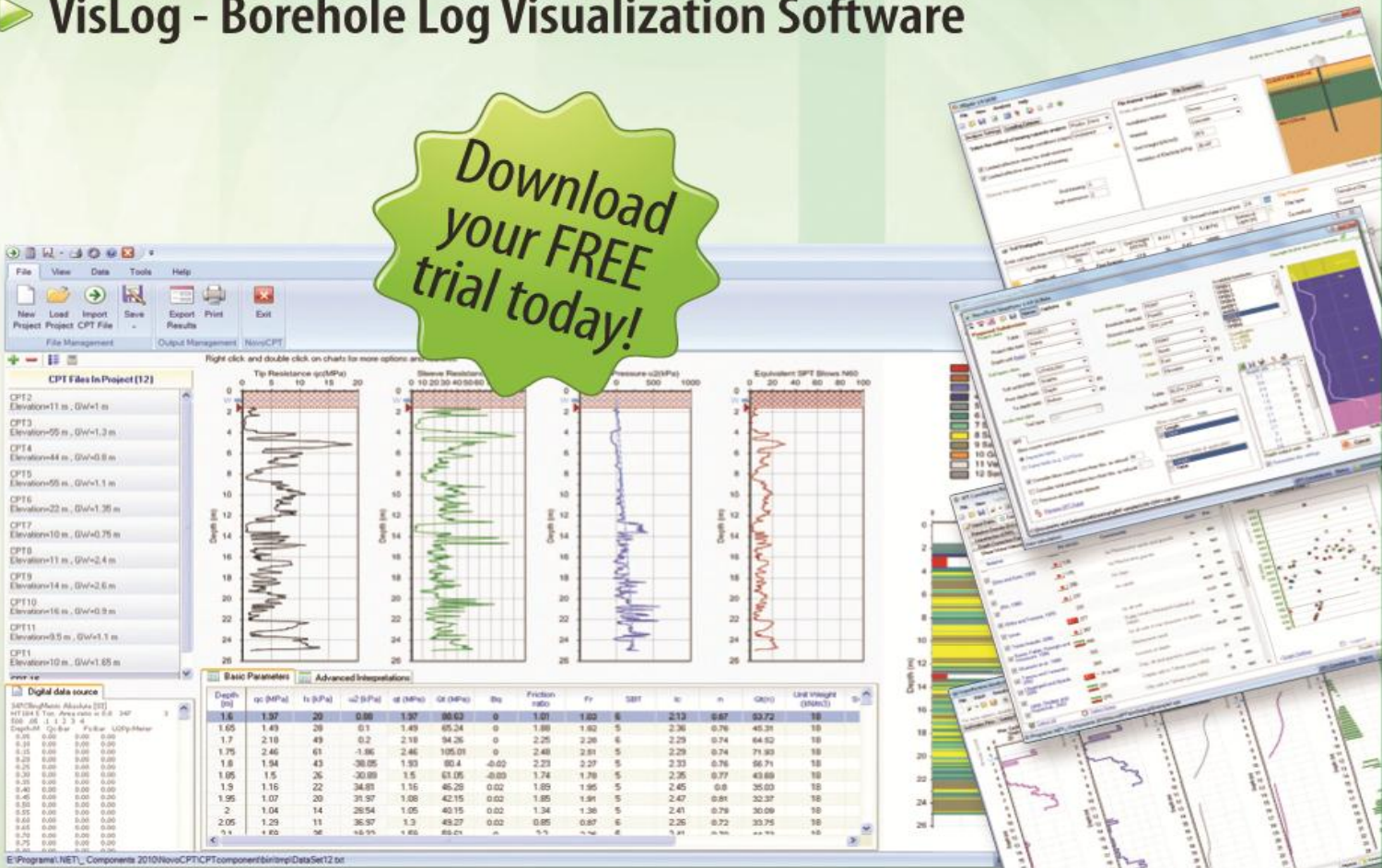


NOVO TECH SOFTWARE

Revitalizing the Experience of Geotechnical Software

- ▶ NovoSPT - SPT Correlation Software
- ▶ NovoCPT - Cone Penetration Test Interpretation Software
- ▶ NovoLiq - Liquefaction Analysis Program
- ▶ VisLog - Borehole Log Visualization Software

Download your FREE trial today!



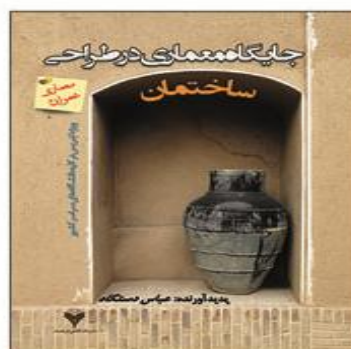
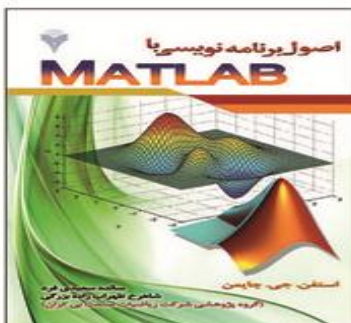
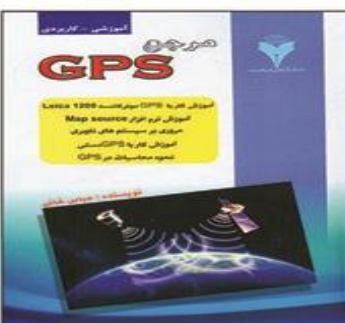
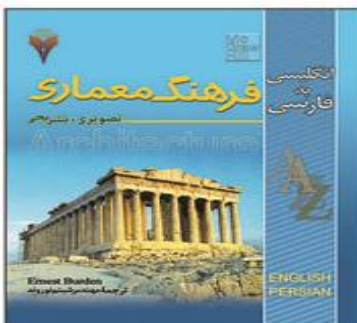
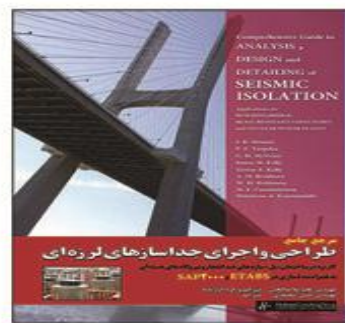
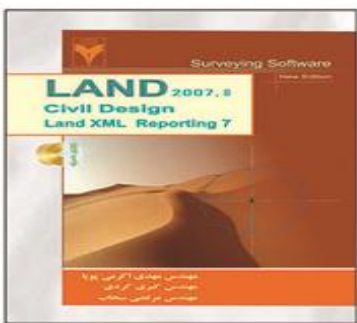
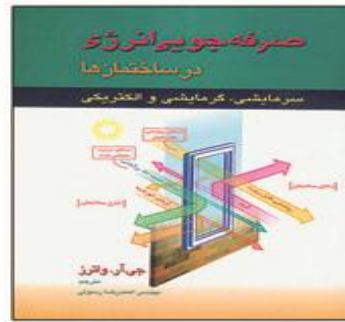
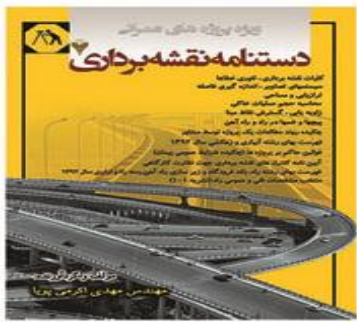
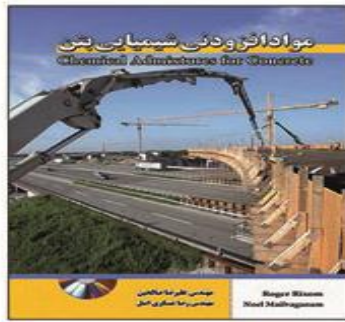
Novo Tech Software

The Most Intuitive Geotechnical Software Programs

www.NovoTechSoftware.com

www.NovoTechiran.com

انتشارات دانشگاهی فرهمند





www.tanbakoochi.com

گروه آموزشی تخصصی مهندسی زلزله تنباکوچی

۰۹۱۲ ۸۸۸ ۴۲۷۹

برگزار کننده دوره های آموزشی تخصصی مهندسی زلزله:

- تحلیل غیرخطی و بهسازی لرزه ای سازه ها در Sap2000 و Etabs
- طراحی و تحلیل غیرخطی میراگر و جداساز لرزه ای
- مدلسازی و تحلیل غیرخطی در نرم افزار Perform
- مدلسازی و تحلیل غیرخطی در نرم افزار Opensees
- مدلسازی و تحلیل غیرخطی در نرم افزار Abaqus
- مدلسازی و تحلیل غیرخطی در نرم افزار Idarc
- طراحی دالهای پس کشیده
- تحلیل خطر و ریسک لرزه ای
- و ...

تخصص ما

طرح پیچیده ترین مطالب علمی با بیانی بسیار ساده است

تنباکوچی ، نامی آشنا در مهندسی زلزله

www.tanbakoochi.com



محصولات آموزشی عمران



محصولات آموزشی
سازه ۸۰۸

www.Saze808.com

دومین محصولات سازه ۸۰۸

لیست محصولات سازه ۸۰۸

۱-۱	بروز های سوله با جرقبیل
۲-۱	سازه های بلند + خال های پی تنیده
۳-۱	اتصالات پیچی ستون های مسیبه
۴-۱	دکل
۵-۱	میراگر ها + BRB Braces
۶-۱	شمع + پارکینگ طبقاتی + نلوی بلبورد
۷-۱	مخازن + دودکش + مساجد (گنبد)
۸-۱	دیوار برشی فولادی وبتنی+ سازه کلبی+سازه چوبی
۹-۱	مدیریت پروژه
۱۰-۱	سازه فشارکار سقف خرابایی
۱۱-۱	برج خنک کننده مسیله
۱۲-۱	طراحی انواع پل
۱۳-۱	صنعتی سازی
۱۴-۱	نیروگاه ها + ایستگاه پمپ
۱۵-۱	نقشه های سازه و معماری
۲-۲	بروز های خاص سازه ها
۳-۲	فولادی، بتنی و بتنی
۴-۲	نقشه های اتوکد سازه
۱-۳	جزوات طراحی و محاسبات
۲-۳	انواع سقف و دیوار
۳-۳	آیین نامه های لاتین و فارسی
۴-۳	اطلاعات بارگذاری راه پله + استاتور...
۵-۳	خاک و فونداسیون

۱-۴	مقالات کنفره های ملی و بین المللی عمران
۲-۴	کنفرانس های مفوم سازی و بتن
۳-۴	کنفرانس های جهانی لاتین
۱-۵	دروس تخصصی سازه و زلزله
۲-۵	اجزای محدود
۴-۵	طراحی سازه فولادی
۵-۵	طراحی حالت حدی فیزی
۶-۵	Steel Ebook & Articles
۷-۵	Concrete Ebook & Articles
۸-۵	Seismic Ebook & Articles
۹-۵	زلزله و بهسازی لرزه ای
۱۰-۵	قیلیم مقاوم سازی
۱۱-۵	نرم افزار های زلزله و تحلیل غیر خطی
۱-۶	نرم افزارهای CSI + Perform 3D v.4
۲-۶	Autodesk نرم افزارهای
۳-۶	Tekla Structure نرم افزار
۴-۶	Bently-Ram نرم افزار
۱-۷	سد ها + کانال ها
۲-۷	Manhole + هیدرولیک

www.Saze808.com

فکس: ۰۲۱-۶۶۵۲۴۷۲۹

مدیر فروش: ۰۹۳۷-۱۵۵۷۳۴۲ جعفری

مرکز پیامک: ۳۰۰۰۹۹۰۰۶۶۶۸۰۸

صندوق پستی: ۱۴۵۷۶-۵۵۶۱۶

saze808@gmail.com



۱- مقدمه:

۱-۱ طراحی بر اساس عملکرد^۱:

بارهای موجود در ساختمان به دو دسته بارهای پایستار و غیر پایستار تقسیم می‌شوند. بارهای پایستار شامل آن دسته از بارها می‌باشند که بطور دائم وجود دارند (مثل بار مرده و زنده) و اجزای سازه ای باید توان تحمل آن‌ها را داشته باشند بدون اینکه دچار تغییر شکل شوند. بارها غیر پایستار شامل آن دسته از بارها می‌باشند که همواره وجود ندارند (بار باد یا زلزله) و تنها باید سازه بتواند در صورت وقوع آنها پایداری خود را حفظ کند و فرو نریزد.

ایده اصلی روش طراحی بر اساس عملکرد از اینجا ناشی می‌شود که باید اجزای سازه برای بارهای پایستار (مرده و زنده) مقاومت لازم را داشته باشند و تغییر شکل ندهند، ولی برای بارهای غیر پایستار می‌توانند تغییر شکل بدهند و این تغییر شکل نباید از حد مشخصی بیشتر شود (تغییر مکان، مهمترین شاخص رفتار سازه شناخته شده است و کنترل آن سطح تخریب سازه را بطور موثرتری کنترل می‌نماید). این حد بر اساس نوع سازه تعیین می‌گردد، بعنوان مثال برای بیمارستان که حتی بعد از زلزله هم باید سرویس دهی خود را حفظ کند، این حد خیلی پایین بوده ولی برای ساختمان‌های مسکونی این حد بصورتی تعیین می‌گردد که سازه بعد از عبور زلزله طرح فرو نریزد. در نتیجه با توجه به اینکه سازه در طول زلزله اجزایش دچار تغییر شکل ماندگار می‌شوند (وارد ناحیه غیرخطی می‌شود)، برای بررسی اینکه اجزای سازه بعد از تحمل زلزله چقدر تغییر شکل داده اند، نیاز است از تحلیل غیر خطی استفاده گردد و سپس این تغییر شکل‌ها با حدهای مورد نظر که توسط آیین نامه تعیین می‌شود، کنترل گردد (در ایران حدهای مورد نظر از نشریه ۳۶۰ سازمان مدیریت که ترجمه شده استاندارد FEMA 356 می‌باشد، گرفته شده است).

¹ Performance based design

با توجه به قابلیت های ورژن ۲۰۱۳ نرم افزار ETABS، توصیه می گردد، برای انجام تحلیل های غیر خطی از این ورژن استفاده گردد. از جمله ویژگی های بارز آن علاوه بر محیط گرافیکی بسیار بهتر نسبت به ورژن های قبلی، می توان به سرعت بالای انجام تحلیل غیر خطی اشاره نمود که با ورژن های قبلی قابل مقایسه نمی باشد.

با توجه به ارائه دستورالعمل تحلیل غیر خطی در ویرایش ۴ از استاندارد ۲۸۰۰ (پیوست ۲)، لزوم آشنایی روش انجام این تحلیل توسط نرم افزار بسیار مهم می باشد. لذا در این دستورالعمل، هدف اصلی ارائه راهکاری بسیار ساده و کاربردی برای انجام تحلیل غیر خطی با نرم افزار ETABS 2013 می باشد.

در ارائه دستورالعمل در این جزوه، کلیه ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ لحاظ گردیده است، لذا می توان از این جزوه به عنوان مرجع برای انجام تحلیل غیر خطی استفاده نمود.

نکته) با توجه به اینکه هنوز ویرایش ۴ از استاندارد ۲۸۰۰ ابلاغ نشده است، کلیه ضوابط از پیش نویس نهایی آن استخراج گردیده است در نتیجه در این دستورالعمل هر جا که اشاره به استاندارد ۲۸۰۰ می شود، منظور پیش نویس نهایی ویرایش ۴ آن می باشد.

نکته) در این دستورالعمل هر جا که اشاره به نرم افزار ETABS می شود، منظور ورژن ۲۰۱۳ آن می باشد.

نکته) تحلیل غیرخطی و طراحی بر اساس عملکرد، معمولاً یک روش برای کنترل طراحی می باشد، بعبارت دیگر با توجه به دقت روش های غیر خطی در تحلیل سازه، پس از انجام تحلیل و طراحی سازه با یکی از روش های خطی، از این روش برای کنترل عملکرد سازه طراحی شده استفاده می گردد. در استاندارد ۲۸۰۰ نیز اشاره گردیده است که در صورتی انجام تحلیل غیر خطی مجاز می باشد که نتایج آن، ضوابط مربوط به تحلیل دینامیکی طیفی را نیز ارضا کند، در نتیجه نیاز است در کنار تحلیل غیر خطی، تحلیل دینامیکی طیفی نیز انجام شود.

نکته) در این جزوه تنها کلیاتی از انجام تحلیل غیر خطی آموزش داده می شود و برای انجام این تحلیل، تسلط کامل بر روی این روش و همچنین استاندارد های مربوطه نظیر نشریه ۳۶۰ سازمان مدیریت، ضروری می باشد.

۲- انواع روش های تحلیل سازه:

روش های تحلیل شامل دو گروه تحلیل خطی و غیر خطی می شود که هر کدام شامل قسمت هایی می باشند که در شکل پایین آورده شده است:



در میان روش های بالا روش تحلیل غیر خطی استاتیکی (بار افزون یا پوش آور یا رانشی) موضوع بحث این دستور العمل می باشد. در این روش سازه تحت الگوی بار مشخصی رانده می شود، تا زمانی که سازه به یک جابجایی مشخصی برسد و سپس در این حالت تغییر شکل اجزای سازه ثبت می گردد و با ظرفیت سازه جهت ارزیابی عملکرد لرزه ای آن مقایسه می شود.

نکته) از روش تحلیل استاتیکی غیر خطی تنها زمانی می توان استفاده نمود که ضوابط مربوط به بند ۲-۳ از پیوست دوم آیین نامه ۲۸۰۰ ارضا گردد. عبارتی تنها زمانی از روش استاتیکی استفاده می شود که پاسخ سازه ناشی از ارتعاش مد اول آن باشد و این اتفاق زمانی می افتد که سازه کوتاه و منظم باشد. در صورتی که سازه بلند باشد می بایستی از تحلیل دینامیکی (طیفی/تاریخچه زمانی) استفاده گردد. برای کنترل این مورد

باید یک بار سازه را با تنها بر اساس مد اول تحلیل نمود و بار دیگر سازه را بر اساس تعداد مدهایی که جرم موثر آنها حداقل ۹۰٪ جرم کل سازه است، تحلیل کرد و سپس در صورتی که برش طبقه ای در تحلیل در حالت دوم بیشتر از ۳۰٪ نسبت به برش بدست آمده در تحلیل حالت اول بزرگتر باشد، یعنی اثر مدهای بالاتر تاثیر گذار بوده و نمی توان از تحلیل استاتیکی غیر خطی استفاده نمود.

۲-۱ خلاصه ای از مراحل انجام تحلیل بار افزون در نرم افزار

- الف) تعریف ترکیب بارهای ثقلی مطابق با آیین نامه
- ب) تعریف الگوهای بار جانبی مطابق با آیین نامه
- ج) اختصاص مفاصل پلاستیک به المان های مربوطه
- د) اعمال ترکیب بارهای ثقلی و الگوهای بار جانبی در ادامه ترکیب بارهای ثقلی به سازه به کمک تحلیل بار افزون و بررسی معیارهای پذیرش مفاصل تشکیل شده در المان های سازه

۳- روند انجام تحلیل غیر خطی:

۳-۱ تعریف ترکیب بارهای ثقلی:

بعد از طراحی سازه با استفاده از روش تحلیل خطی دینامیکی طیفی و بدست آمدن مقاطع، به شیوه زیر تحلیل استاتیکی غیر خطی انجام می پذیرد. ابتدا در منوی Define و در قسمت Load Cases ترکیب بارهای زیر را تعریف می کنیم (پیوست ۲، بند ۱-۲ استاندارد ۲۸۰۰):

نکته) با توجه به اینکه سازه در مرحله نخست با بارهای ثقلی درگیر می شود و حتی پیش از بهره برداری بطور مداوم وزن اسکلت خود را تحمل می کند، لذا ابتدا ترکیب بارهای ثقلی به سازه اعمال می شود و بعد از آن سازه تحت رانش ناشی از زلزله قرار می گیرد.

(۱) ترکیب بار ثقلی اول:

Gravity1: 1.2 Dead+1 Live

Load Case Data

General

Load Case Name: GRAVITY1 [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: []

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	DEAD	1.2
Load Pattern	LIVE	1

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Full Load [Modify/Show...]

Results Saved: Final State Only [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: Default [Modify/Show...]

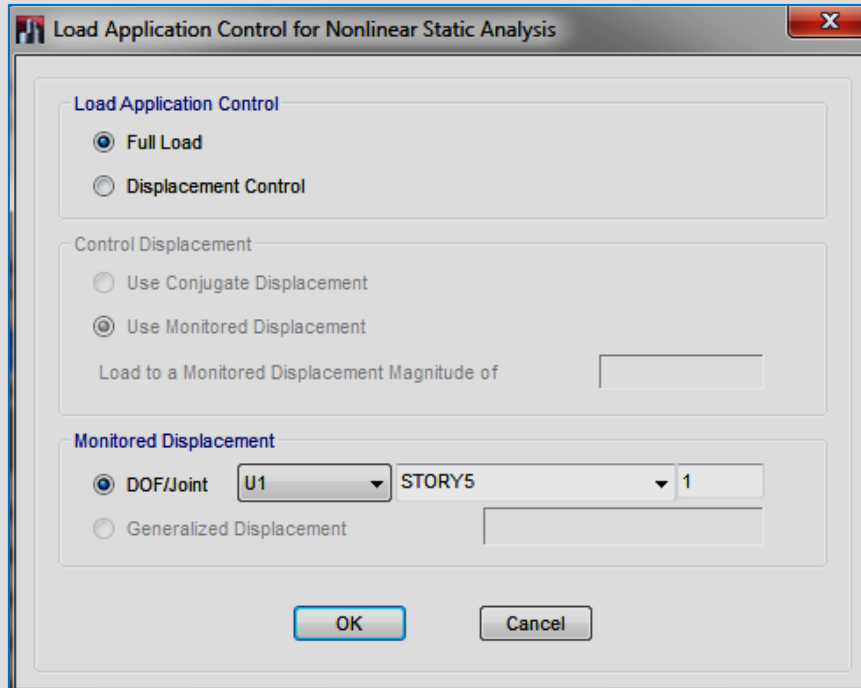
[OK] [Cancel]

Load Cases Data

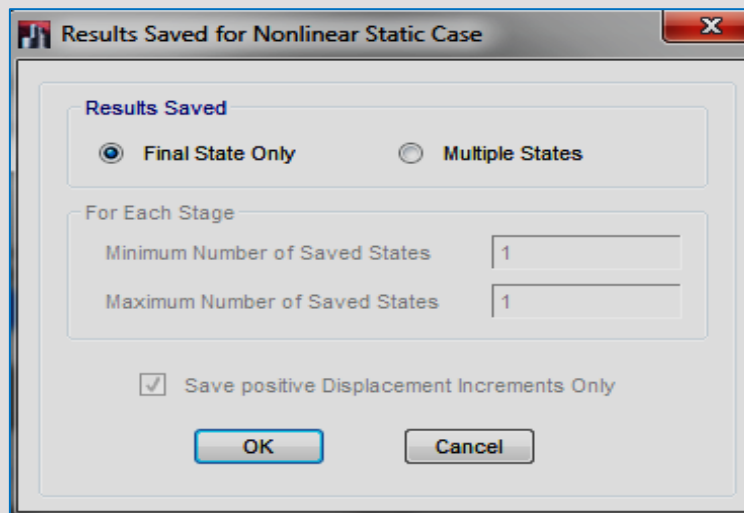
پنجره باز شده را مطابق با شکل بالا کامل کنید.

در قسمت مربوط به other parameters، ۳ قسمت وجود دارد که هر یک را مطابق با شکل های پایین

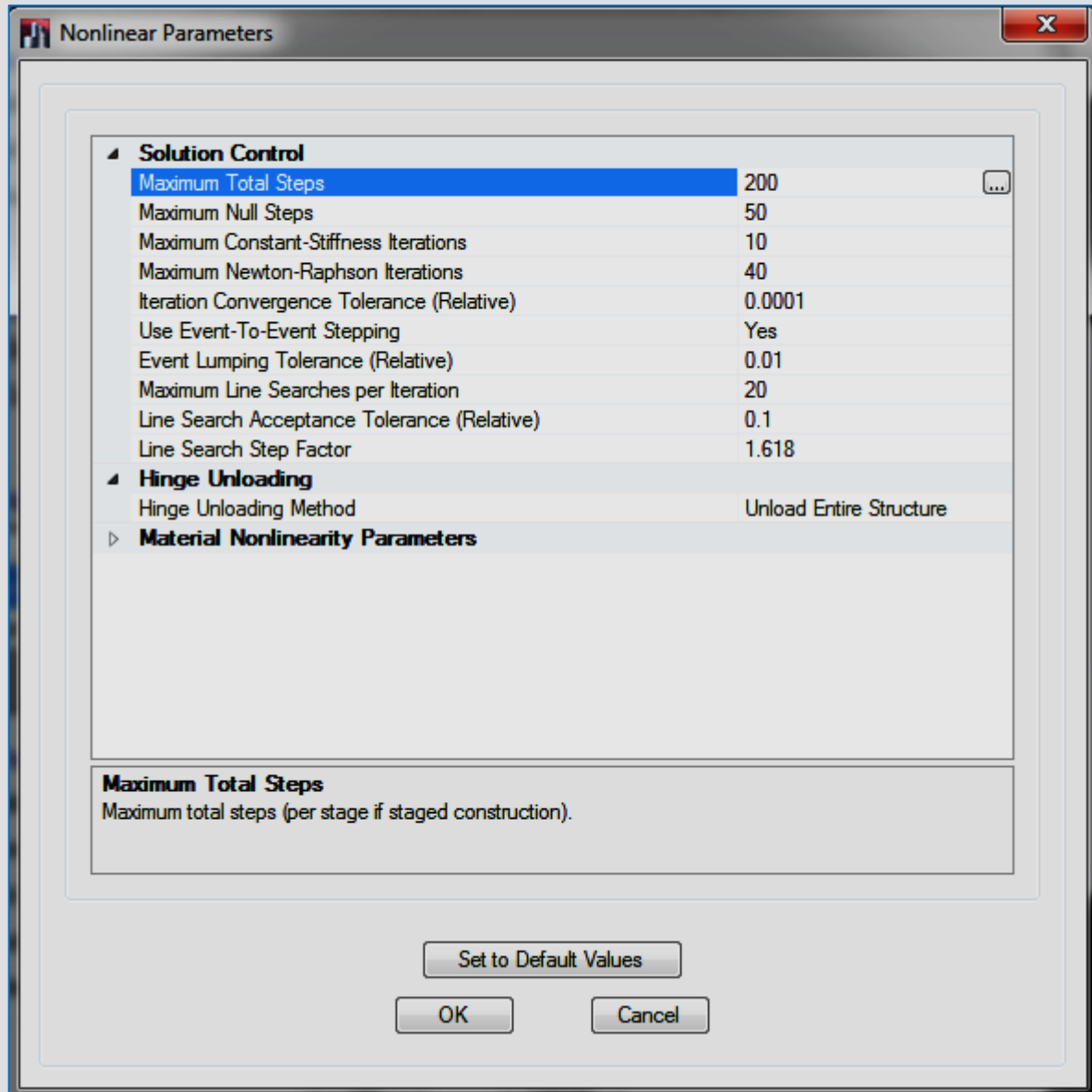
کامل کنید:



Load application



Result saved



Nonlinear parameters

(۲) ترکیب بار ثقلی دوم

Gravity2: 0.9 Dead

Load Case Data

General

Load Case Name: GRAVITY2 [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: []

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	DEAD	0.9

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Full Load [Modify/Show...]

Results Saved: Final State Only [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: Default [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Load Cases Data

بقیه قسمت های این پنجره (قسمت Other Parameters) همانند ترکیب بار اول کامل می گردد.

۲-۳ تعریف الگوهای بار جانبی:

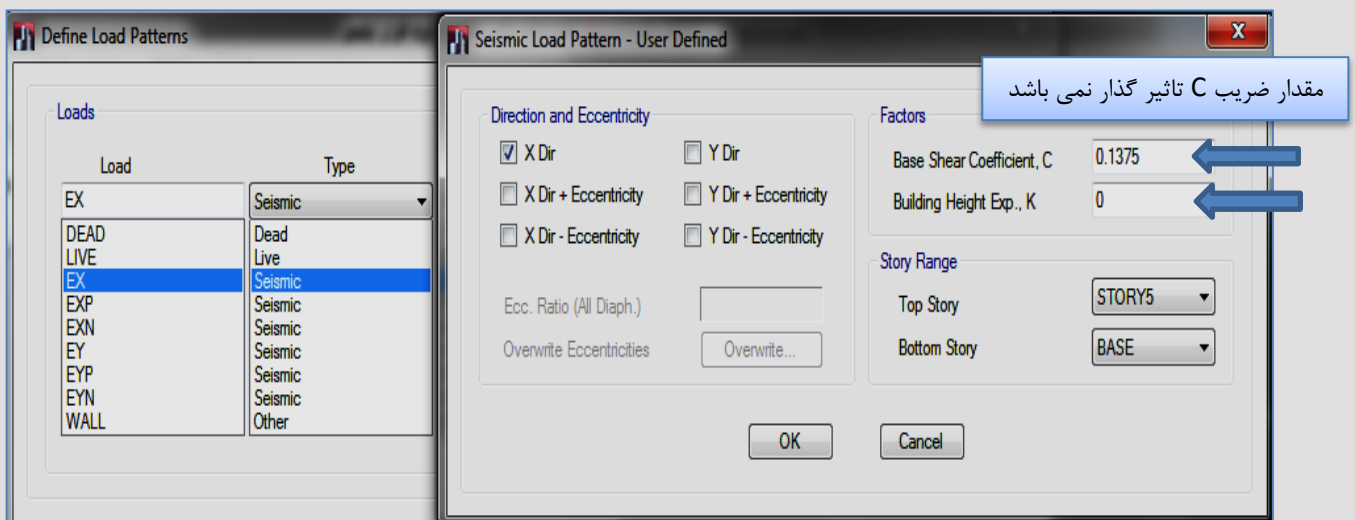
1) Push1-EX

(این الگوی بار جانبی بعد از ترکیب بار ثقلی Gravity1 بر سازه اعمال می شود).

نکته: بنا بر بند ۳-۶ از پیوست دوم استاندارد ۲۸۰۰، سازه باید برای حداقل ۲ الگوی بار، شامل الگوی بار یکنواخت و الگوی متناسب با نیروی جانبی حاصل از تحلیل دینامیکی خطی طیفی با لحاظ آن تعداد از مدهای ارتعاشی که حداقل ۹۰٪ از جرم سازه در تحلیل مشارکت کند، تحلیل گردد (الگوی بار بدین معناست که در هنگام رانش سازه، به هر طبقه به چه نسبت نیرو وارد می شود. بفرض مثال در الگوی بار یکنواخت نیرویی که در هنگام رانش به تمامی طبقات وارد می شود با هم یکسان می باشد).

۱-۲-۳ معرفی الگوی بار یکنواخت:

برای توزیع بار بصورت یکنواخت ابتدا از قسمت Define > Load Pattern، بار Ex را همانند شکل پایین تعریف می کنیم (دقت شود مقدار ضریب K می بایستی برابر با صفر در نظر گرفته شود).



در مرحله بعد به قسمت Define > Load Cases، حالت بار Push1-EX را تعریف می کنیم و همانند شکل های زیر، پنجره باز شده را کامل می کنیم.

Load Case Data

General

Load Case Name: PUSH1-EX [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: GRAVITY1

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	EX	1

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

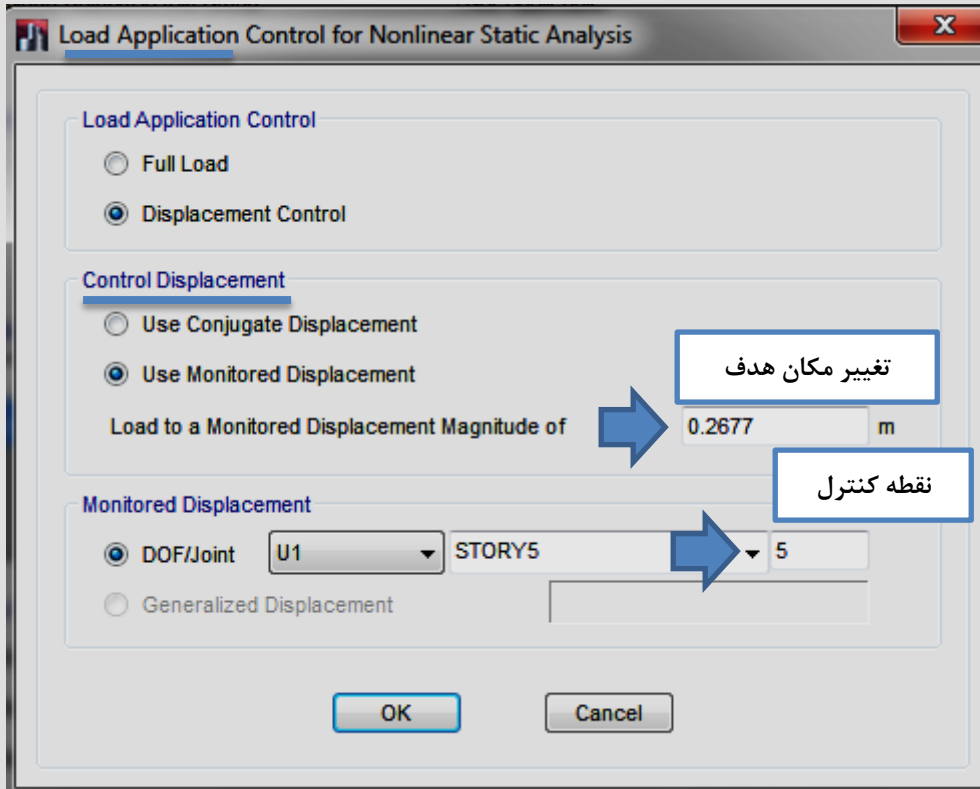
Nonlinear Parameters: User Defined [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

این الگوی بار جانبی بعد از این ترکیب بار ثقلی بر سازه اعمال می شود

Load Cases

در قسمت مربوط به other parameters، ۳ قسمت وجود دارد که هر یک را مطابق با شکل های پایین کامل کنید:



Load application

۳-۲-۱-۱ محاسبه تغییر مکان هدف:

در منوی Load Application و در قسمت Control Displacement مقدار تغییر مکان هدف را مطابق با رابطه پایین (ارائه شده در پیوست ۲ از استاندارد ۲۸۰۰) محاسبه کرده و وارد می کنیم.

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

δ_t : تغییر مکان هدف

C_0 : ضریب اصلاح برای ارتباط تغییر مکان طیفی سیستم یک درجه آزادی به تغییر مکان هدف سیستم چند درجه آزادی می باشد و در مرحله اول برابر با ۱.۳ در نظر گرفته می شود و پس از یک بار تحلیل با توجه به نتایج بدست آمده اصلاح می گردد.

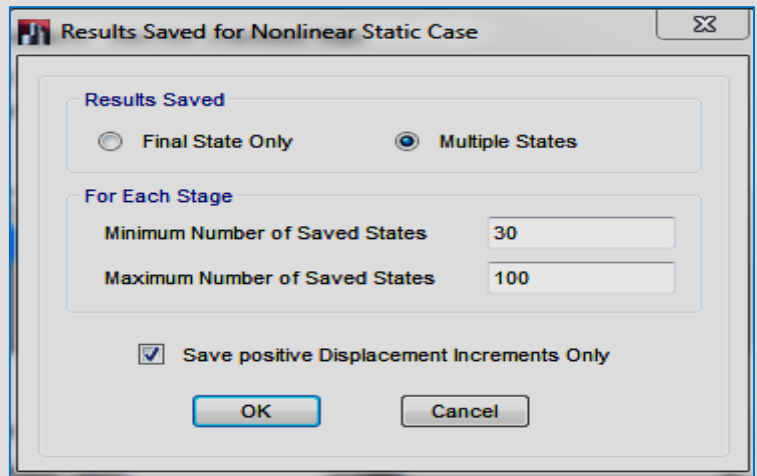
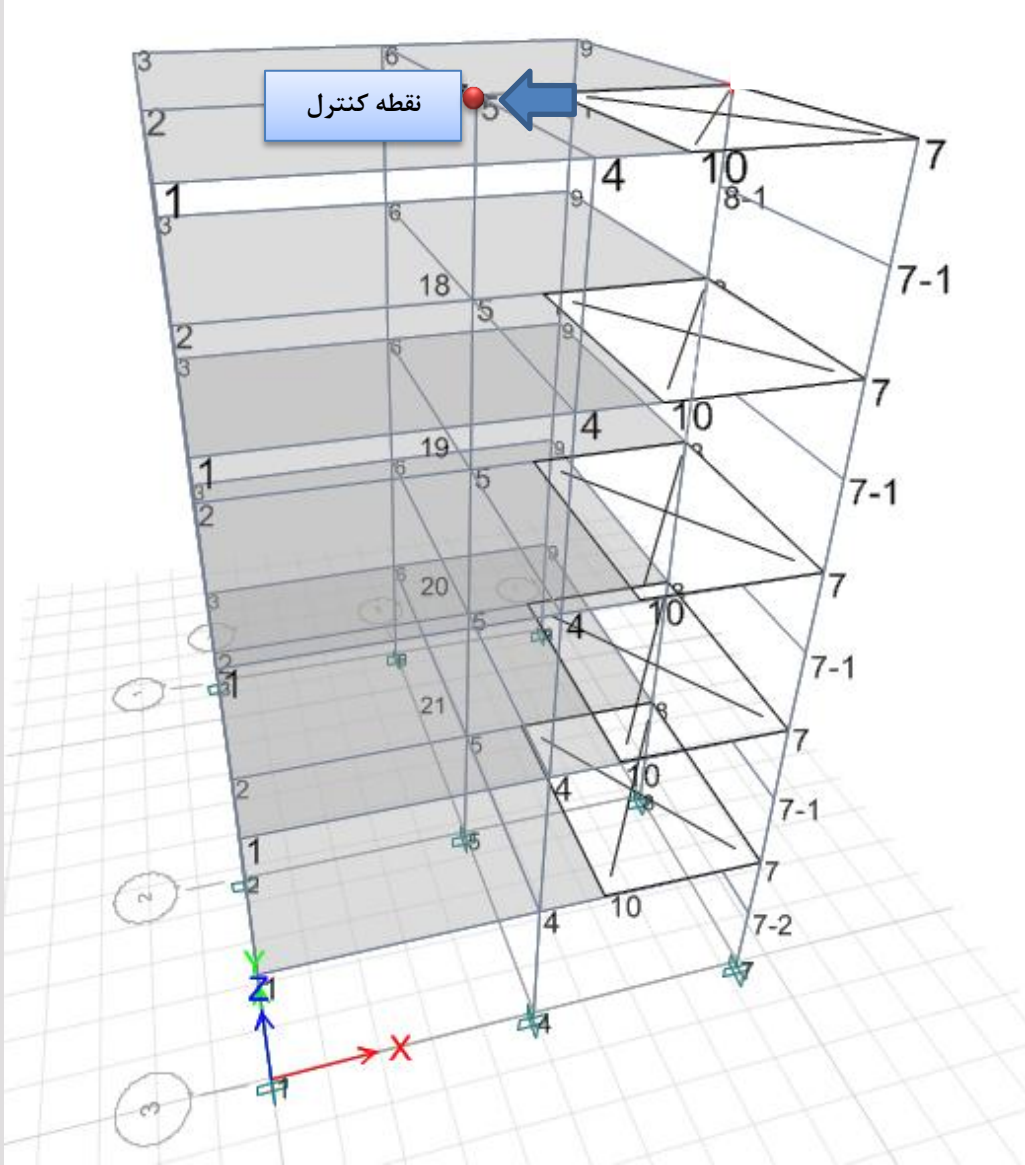
C_1 : ضریب تصحیح برای اعمال تغییر مکان های غیر ارتجاعی سیستم است و در مرحله اول برابر با ۱ در نظر گرفته می شود و پس از یک بار تحلیل با توجه به نتایج بدست آمده اصلاح می گردد.

S_a : برابر با شتاب طیفی در زمان تناوب اصلی موثر می باشد و در مرحله اول برابر با $A \times B$ (شتاب مبنای طرح \times ضریب بازتاب) موضوع بند ۲-۲ و ۳-۲ از استاندارد ۲۸۰۰، می باشد (دقت شود در مرحله اول می بایستی از پیروید تجربی سازه استفاده گردد ولی بعد از یک بار تحلیل سازه، از پیروید موثر بدست آمده استفاده می شود و نتایج بر اساس آن اصلاح می گردد).

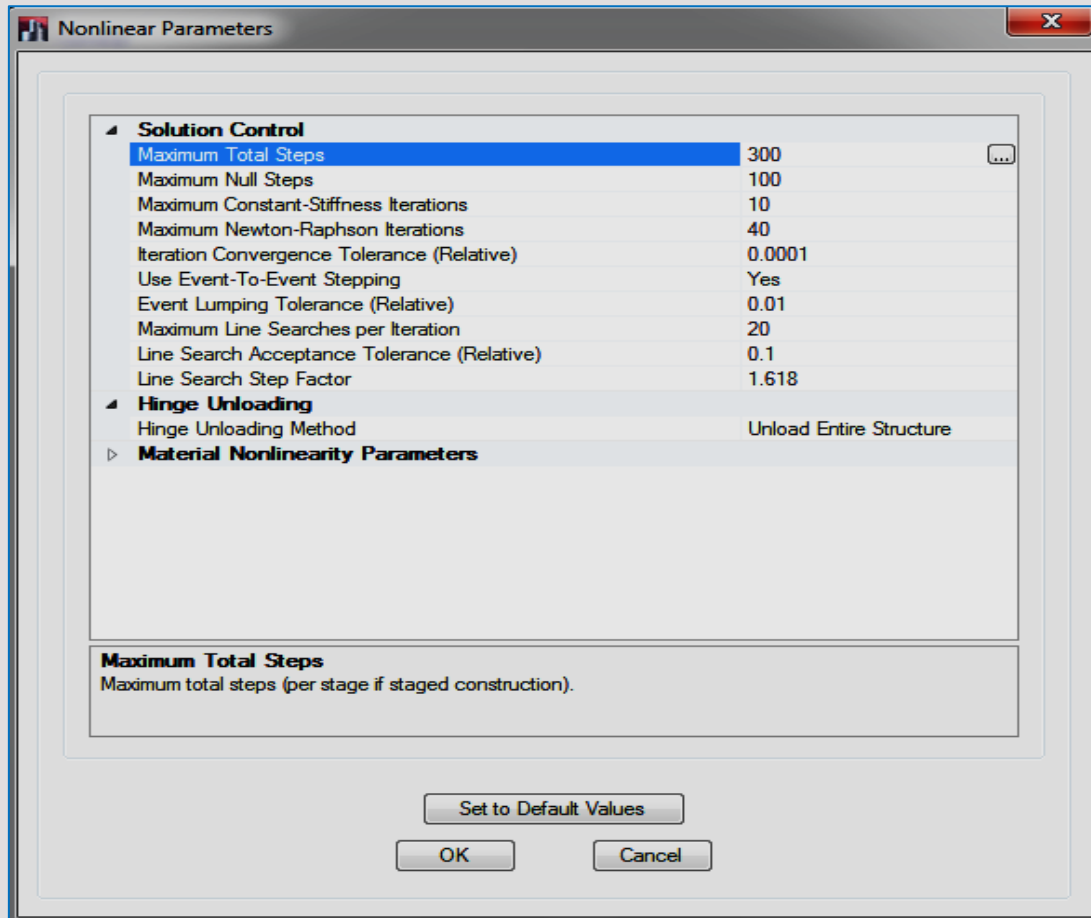
T_e : برابر با پیروید موثر سازه بوده که در مرحله اول همان پیروید تجربی ارائه شده در استاندارد ۲۸۰۰ در نظر گرفته می شود (مقدار پیروید تجربی برای سازه های بتنی برابر با $0.07H^{0.75}$ می باشد).

نکته) مطابق بند ۷-۳-۱ از پیوست ۲ استاندارد ۲۸۰۰، تغییر مکان بدست آمده از رابطه بالا می بایستی در ضریب ۱.۵ ضرب شود و سازه برای رسیدن به این تغییر مکان بر اساس الگوهای بار ذکر شده در بالا، رانده شود.

در قسمت **Monitored Displacement** نقطه کنترل که تغییر مکان هدف بر اساس آن کنترل می شود، تعیین می گردد. این نقطه بر روی تراز بام و نزدیک به مرکز جرم انتخاب می گردد.



Result saved



Nonlinear parameters

2) Push2-EX

(این الگوی بار جانبی بعد از ترکیب بار ثقلی Gravity 2 بر سازه اعمال می شود).

این حالت مشابه با حالت قبل می باشد ولی همانطور که در شکل پایین نشان داده شده است، رانش سازه بعد از ترکیب بار ثقلی Gravity2 انجام خواهد گردید.

Load Case Data

General

Load Case Name: PUSH2-EX [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: GRAVITY2

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	EX	1

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: User Defined [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Load Cases

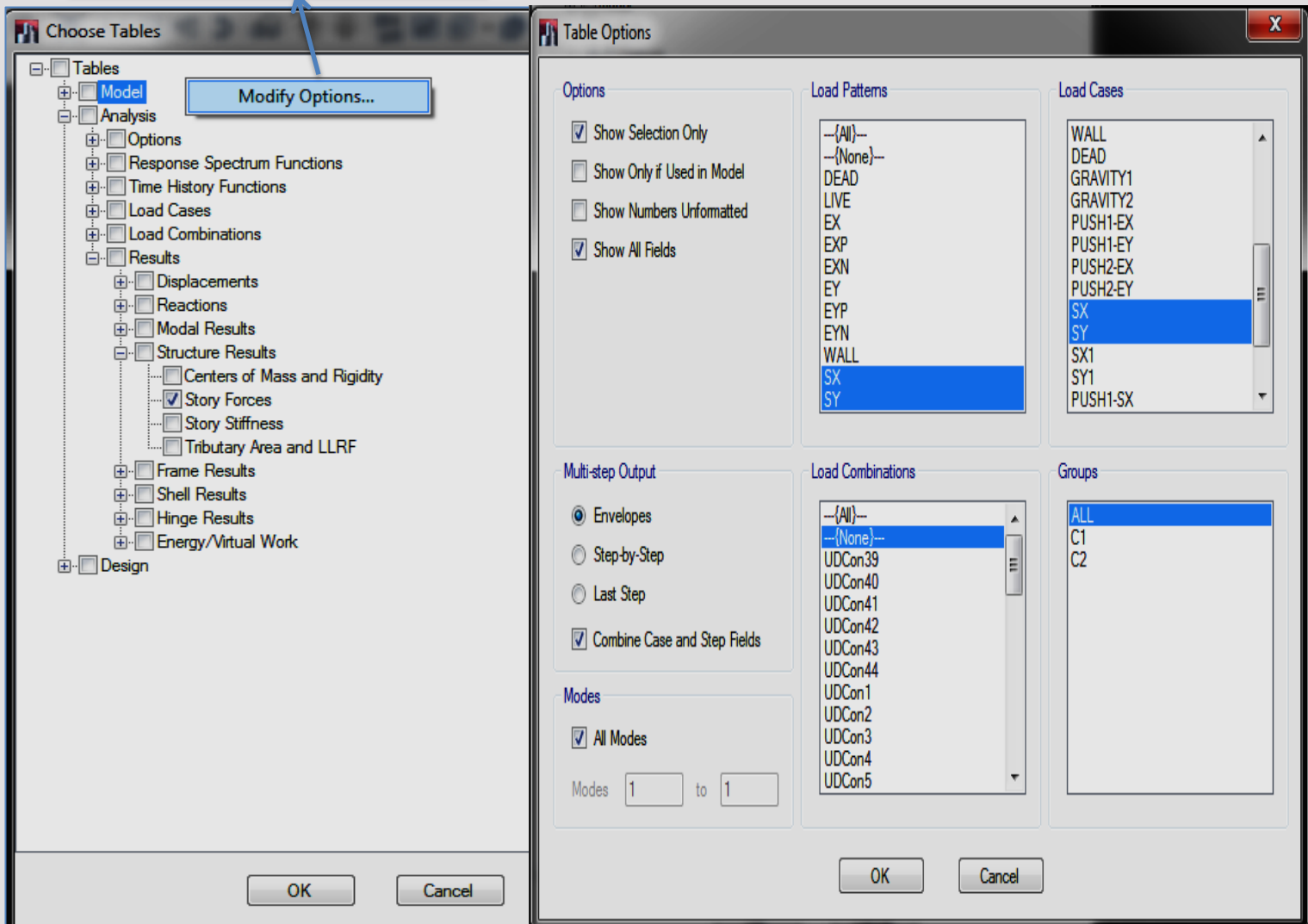
۳-۲-۲ معرفی الگوی بار جانبی بر اساس تحلیل طیفی

در معرفی این الگوی بار باید نیروی جانبی حاصل از تحلیل دینامیکی خطی طیفی با لحاظ آن تعداد از مدهای ارتعاشی که حداقل ۹۰٪ از جرم سازه در تحلیل مشارکت کند، در نظر گرفته شود. برای این منظور به شرح زیر عمل می گردد.

۱-۲-۲-۳ تحلیل دینامیکی سازه

ابتدا سازه را تحلیل دینامیکی خطی طیفی کرده و به تعداد ۳ برابر تعداد طبقات، مدهای ارتعاش سازه را فعال می کنیم تا ۹۰٪ جرم سازه در تحلیل مشارکت کند. در مرحله بعد به قسمت **Display > Show Table** رفته و همانند شکل زیر نیروی طبقات ناشی از ترکیب نیروی مدهای ارتعاشی مختلف را می خوانیم.

برای مشاهده این گزینه ابتدا روی صفحه کلیک راست کرده و سپس این گزینه را انتخاب کرده و پنجره سمت راست را مطابق با شکل پر می نمایم



پ

پنجره های باز شده را همانند شکل های بالا پر نموده و سپس روی گزینه ok کلیک می نمایم.

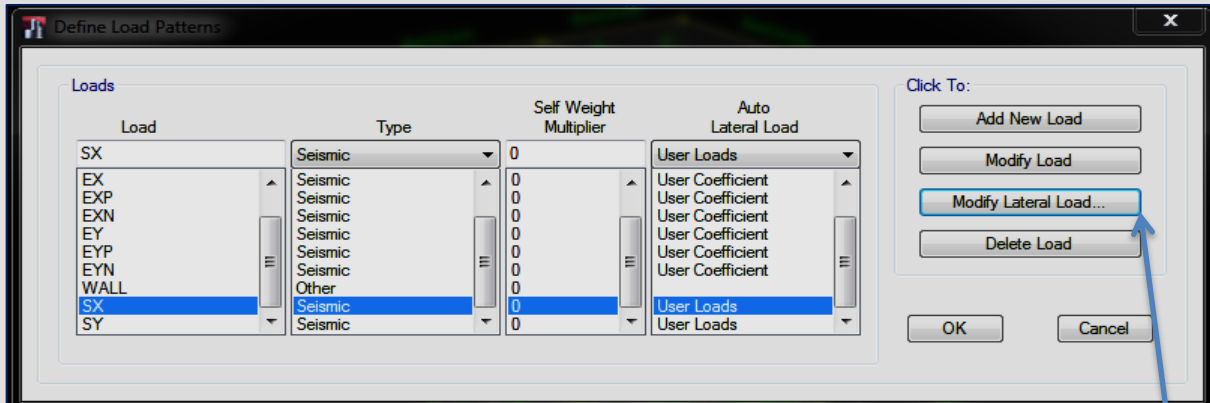
Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
STORY5	SX Max	Top	0	38.2728	2.0923	246.6045	0	0.0004
STORY5	SX Max	Bottom	0	38.2728	2.0923	246.6064	6.9349	126.6264
STORY4	SX Max	Top	0	65.1943	3.5771	426.0226	6.9349	126.6271
STORY4	SX Max	Bottom	0	65.1943	3.5771	426.0207	18.6801	339.7531
STORY3	SX Max	Top	0	85.703	4.7041	562.4458	18.6801	339.7528
STORY3	SX Max	Bottom	0	85.703	4.7041	562.4463	34.0032	617.1537
STORY2	SX Max	Top	0	100.2439	5.4749	659.2829	34.0032	617.1538
STORY2	SX Max	Bottom	0	100.2439	5.4749	659.2825	51.7741	940.2719
STORY1	SX Max	Top	0	106.7658	5.7616	703.751	51.7741	940.2722
STORY1	SX Max	Bottom	0	106.7658	5.7616	703.7512	68.2404	1243.3318
STORY5	SY Max	Top	0	2.3018	37.9665	223.5209	0	0.0011
STORY5	SY Max	Bottom	0	2.3018	37.9665	223.5243	125.4868	7.6119
STORY4	SY Max	Top	0	3.7613	64.9219	380.1877	125.4868	7.6119
STORY4	SY Max	Bottom	0	3.7613	64.9219	380.1845	337.1824	19.9387
STORY3	SY Max	Top	0	4.8629	85.8311	500.0294	337.1824	19.9387
STORY3	SY Max	Bottom	0	4.8629	85.8311	500.0301	615.6131	35.7307
STORY2	SY Max	Top	0	5.6253	100.091	581.273	615.6131	35.7307
STORY2	SY Max	Bottom	0	5.6253	100.091	581.2724	939.2301	53.9534
STORY1	SY Max	Top	0	5.9295	106.0671	613.6226	939.2301	53.9534
STORY1	SY Max	Bottom	0	5.9295	106.0671	613.623	1240.4786	70.9193

Show Table

در پنجره باز شده مقادیر برش طبقات تحت بارهای SX و SY نشان داده شده است، لذا مقادیر برش ها را

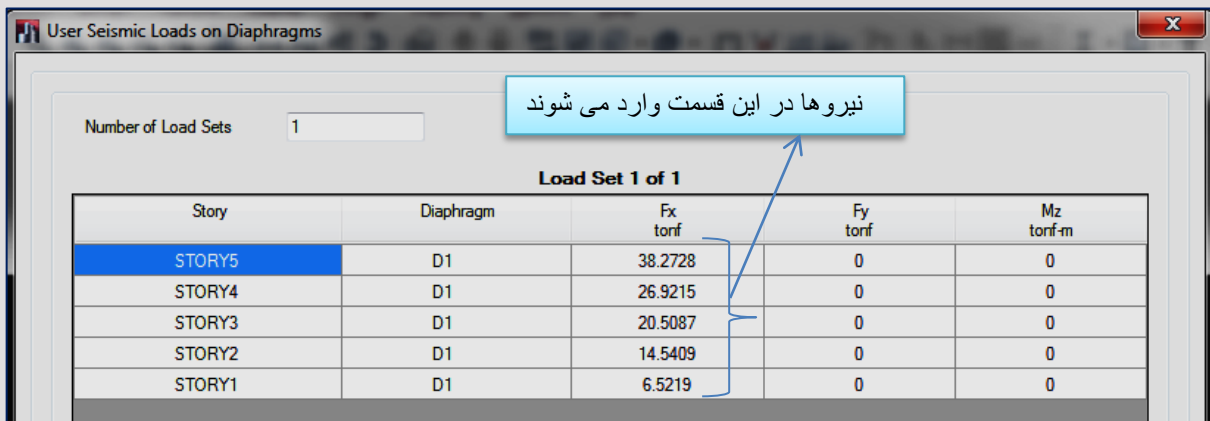
از هم کم کرده تا نیروی هر طبقه بدست آید و سپس نیروی محاسبه شده را در قسمت Define > Load

pattern مطابق با شکل های زیر وارد می کنیم.



Load Pattern

روی گزینه Modify Lateral Load کلیک کرده و نیروی ها را مطابق با شکل پایین وارد



سپس مجدداً به قسمت Define > Load Cases رفته، گزینه Add New Cases را زده و پنجره باز شده را مطابق با شکل پایین پر می نماییم. دقت شود کلیه مراحل همانند حالت الگوی بار یکنواخت می باشد، تنها با این تفاوت که در قسمت Load Pattern بجای بار EX با SX انتخاب می گردد.

تنظیمات پنجره های Other Parameters را همانند الگوی بار جانبی یکنواخت پر می نماییم.

General

Load Case Name: PUSH1-SX Design...

Load Case Type: Nonlinear Static Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: GRAVITY1

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	SX	1

Add Delete

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Displacement Control Modify/Show...

Results Saved: Multiple States Modify/Show...

Nonlinear Parameters: User Defined Modify/Show...

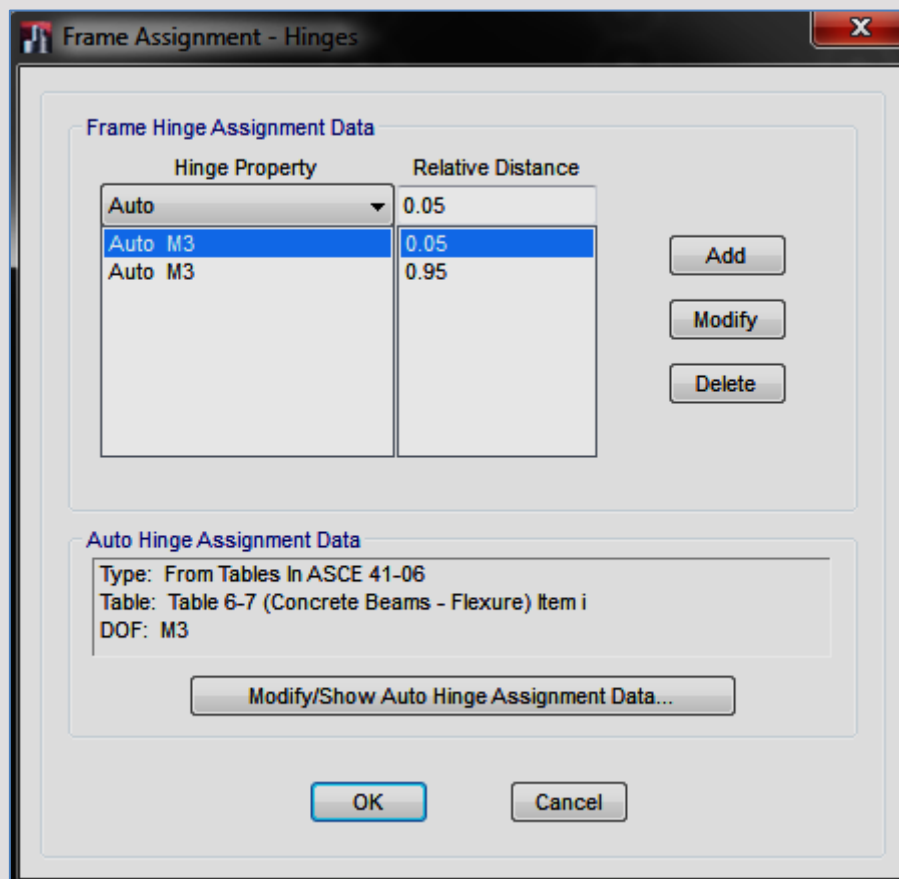
OK
Cancel

Load Cases

۴- اختصاص مفاصل به تیرها و ستونها:

در این مرحله کلیه تیرها را انتخاب کرده و سپس از طریق منوی Assign > Frame > Hinges همانطور که در شکل های پایین نشان داده شده است، مفصل ها را به ابتدا و انتهای تیرها اختصاص می دهیم.

نکته) تیرهای میان طبقه و تیرهای با اتصالات دو سر مفصل تنها بار ثقلی تحمل می کنند و نقشی در تحمل بار جانبی ندارند، لذا به آنها مفصل اختصاص داده نمی شود.

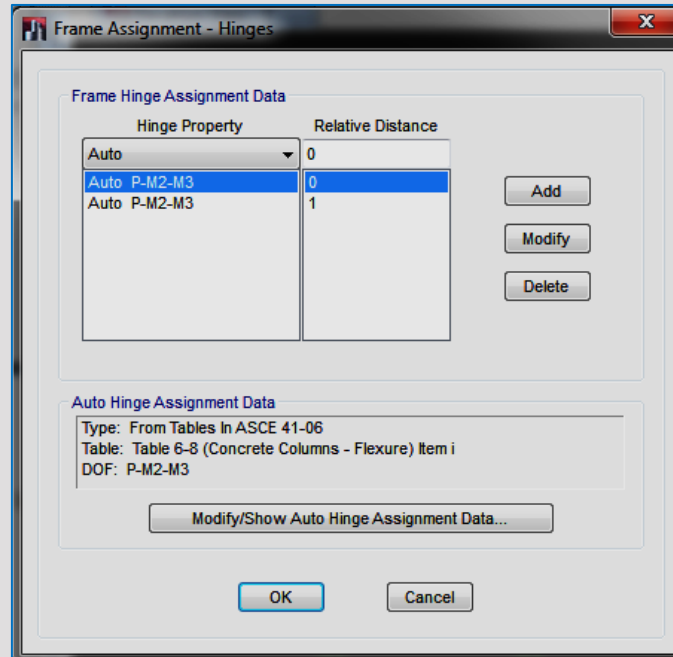


Frame Assignment Hinge

در منوی مربوط به Modify/Show Auto Hinge Assignment Data موارد را همانند شکل زیر کامل می کنیم:

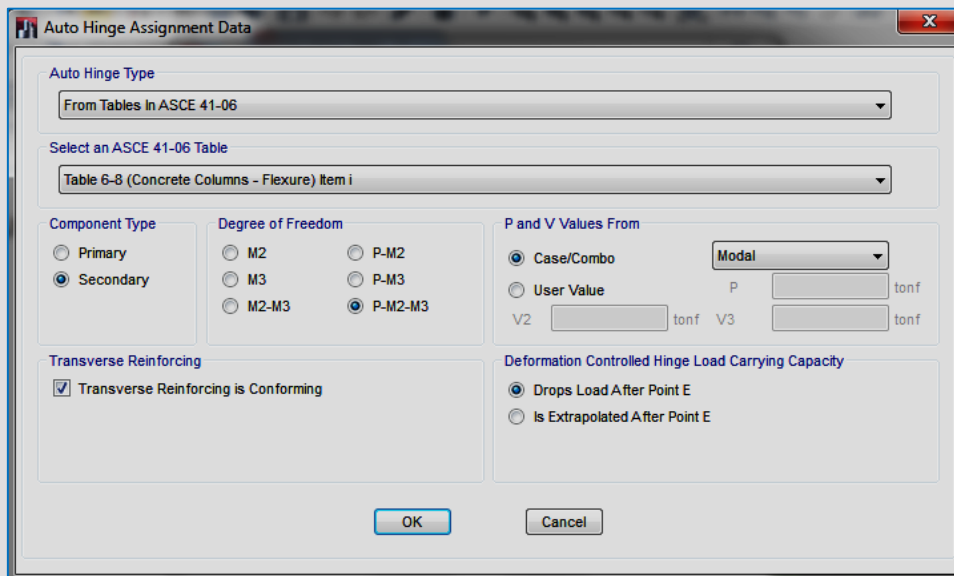
Auto Hinge Assignment Data

سپس کلیه ستون ها را انتخاب کرده و همانند تیر ها از طریق منوی Assign > Frame > Hinges مشخصات مربوط به مفاصل ستونها را وارد می کنیم:



Frame Assignment Hinge

در منوی مربوط به **Modify/Show Auto Hinge Assignment Data** موارد را همانند شکل زیر کامل می کنیم:



Auto Hinge Assignment Data

در این قسمت کلیه مشخصات برای انجام تحلیل بار افزون به سازه اعمال شده است و باید سازه تحلیل گردد و بر اساس نتایج حاصل از تحلیل، مشخصات سازه اصلاح گردد.

۵- بررسی خروجی های تحلیل:

در این مرحله سازه را تحلیل می کنیم.

File Name: H:\projects\tarahan tolooe alborz\other\Nonlinear\alimohamadi\alimohamadi.EDB

Start Time: 1/5/2014 12:26:21 PM Elapsed Time: 00:00:15

Finish Time: Not Applicable Run Status Analyzing

TIME FOR SAVING RESULTS = 1.33

TOTAL TIME FOR THIS ANALYSIS = 8.07

NONLINEAR STATIC ANALYSIS 12:26:31

CASE: PUSH1-EY
CONTINUING FROM THE END OF CASE: GRAVITY1

LOAD CONTROL TYPE = DISPLACEMENT

NUMBER OF STAGES = 0

STAGES ARE CONTINUOUS OR INDEPENDENT = CONTINUOUS

TYPE OF GEOMETRIC NONLINEARITY = P-DELTA

INCLUDE ELASTIC MATERIAL NONLINEARITY = YES

INCLUDE INELASTIC MATERIAL NONLINEARITY = YES

METHOD TO USE WHEN HINGES DROP LOAD = UNLOAD ENTIRE STRUCTURE

SAVE POSITIVE INCREMENTS ONLY = YES

RELATIVE FORCE CONVERGENCE TOLERANCE = 0.000100

RELATIVE EVENT TOLERANCE = 0.010000

Saved Steps	Null Steps	Total Steps	Iteration this Step	Relative Unbalance	Curr Step Size	Curr Sum of Steps	Max Sum of Steps
(100	100	300	10/40	1.000000	0.033333	1.000000	1.000000
23	1	53	1	1.180367	0.033333	0.882549	0.882549

بعد از انجام مراحل تحلیل، در قسمت Display > Deformed shape و مطابق شکل زیر آن را پر

میکنیم.

Deformed Shape

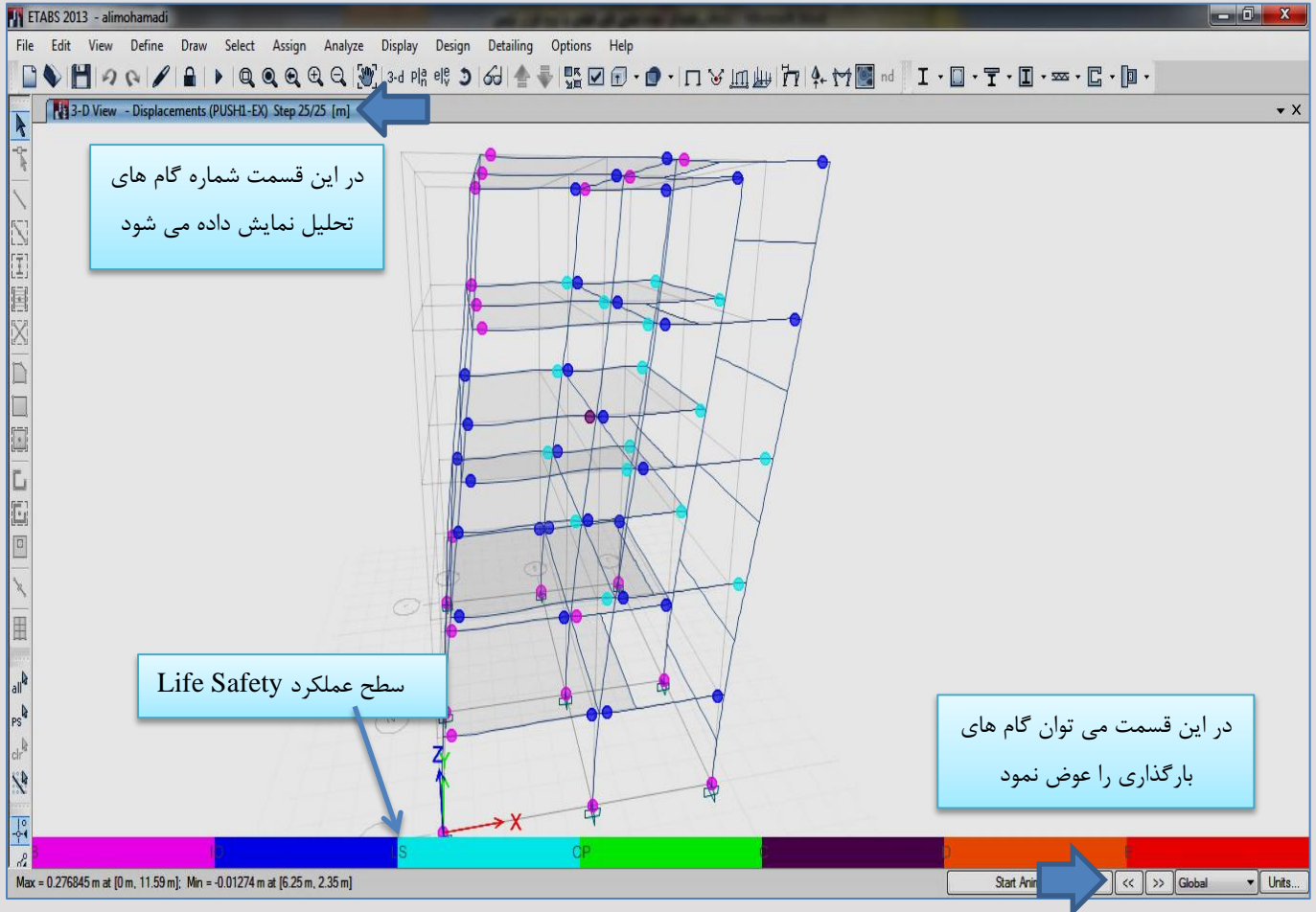
Load Case/Load Combination/Modal Case/Performance Check

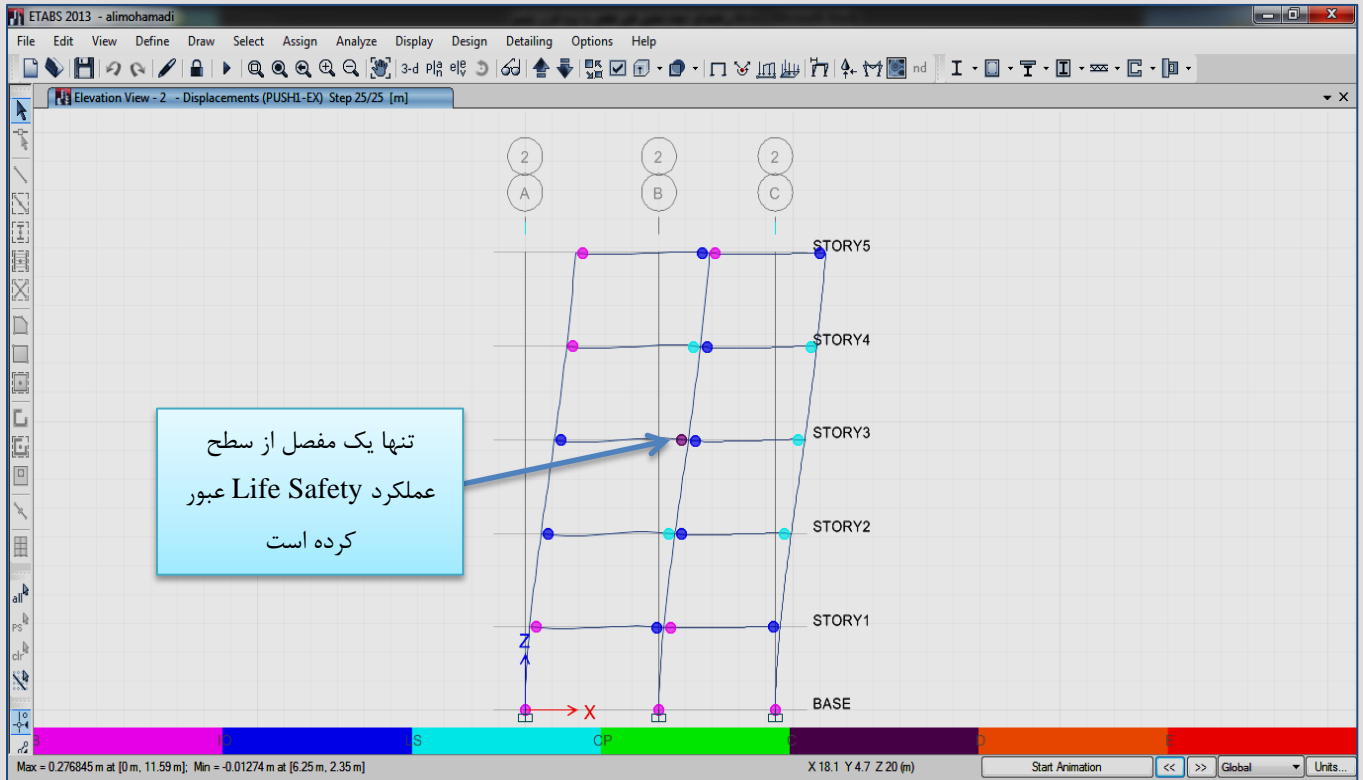
Case Combo Mode Performance Check

PUSH1-EX Step Number 0

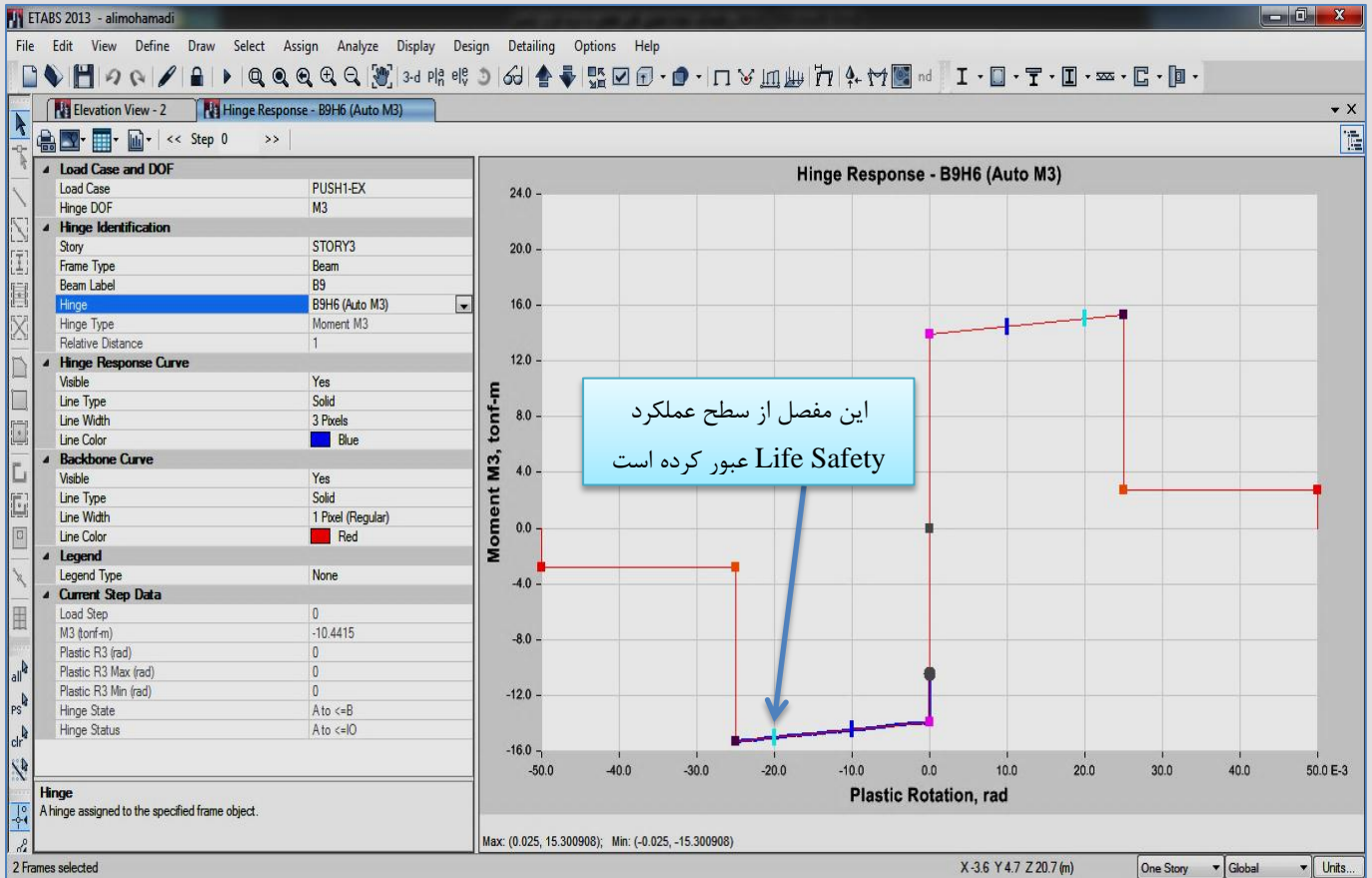
Deformed Shape

برای بقیه قسمت ها، حالت پیش فرض برنامه مناسب می باشد. در قسمت OK کلیک کرده و سپس در صفحه اصلی نرم افزار، گام های مختلف تحلیل غیر خطی را چک می کنیم و بررسی می کنیم کدام یک از مفصل ها از سطح عملکرد مورد نظر ما که Life Safety می باشد، عبور کرده اند.

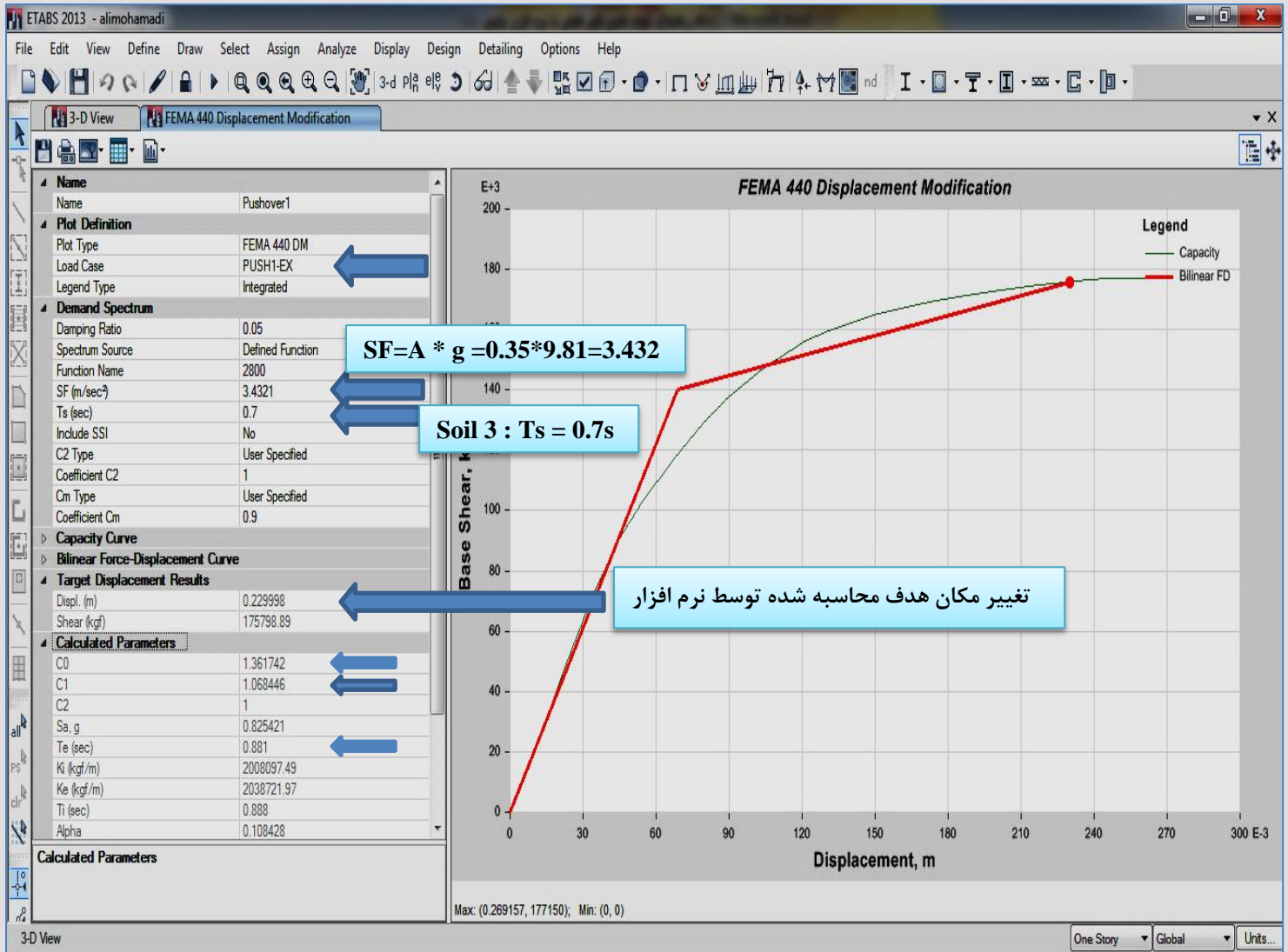




در مرحله بعد ابتدا بر روی تیر مربوطه که از سطح عملکرد Life Safety عبور کرده است کلیک راست کرده و شماره آن را یادداشت می کنیم و سپس وارد قسمت `Display > Hinge Results` شده و مفصل مورد نظر را بررسی می کنیم.



در مرحله بعد وارد قسمت **Display > Static Pushover Curve** شده، بر اساس نتایج حاصل از تحلیل، تغییر مکان هدف را اصلاح می کنیم.



$$C_0 = 1.361, C_1 = 1.068$$

$$T_e = 0.881s \rightarrow \begin{cases} A = 0.35 \\ \text{if soil III then } T_e > T_s \rightarrow B = (S + 1) \left(\frac{T_s}{T_e} \right) = 2.185 \end{cases}$$

$$S_a = AB = 0.35 * 2.185 = 0.764$$

$$\delta_t = C_0 C_1 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g = 1.361 * 1.068 * 0.764 * \frac{0.881^2}{4\pi^2} * 9.81 * 100 = 21.41m$$

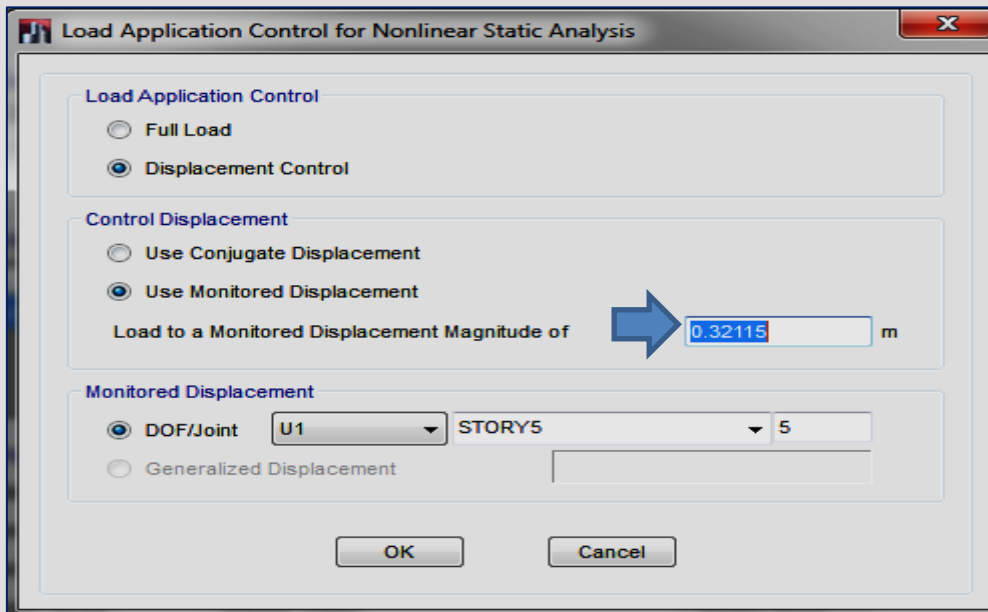
همانطور که در شکل بالا قابل مشاهده می باشد، تغییر مکان هدف محاسبه شده توسط نرم افزار برابر با

۲۲.۹۹ سانتی متر می باشد که بسیار به مقدار محاسبه شده از رابطه ارائه شده توسط آیین نامه ۲۸۰۰،

نزدیک می باشد.

مطابق با بند ۷-۳-۱ از پیوست ۲ استاندارد ۲۸۰۰ تغییر مکان بدست آمده باید در ضریب ۱.۵ ضرب گردد، لذا داریم:

$$\delta_t = 21.41 * 1.5 = 32.115 \text{ cm}$$



Load Application

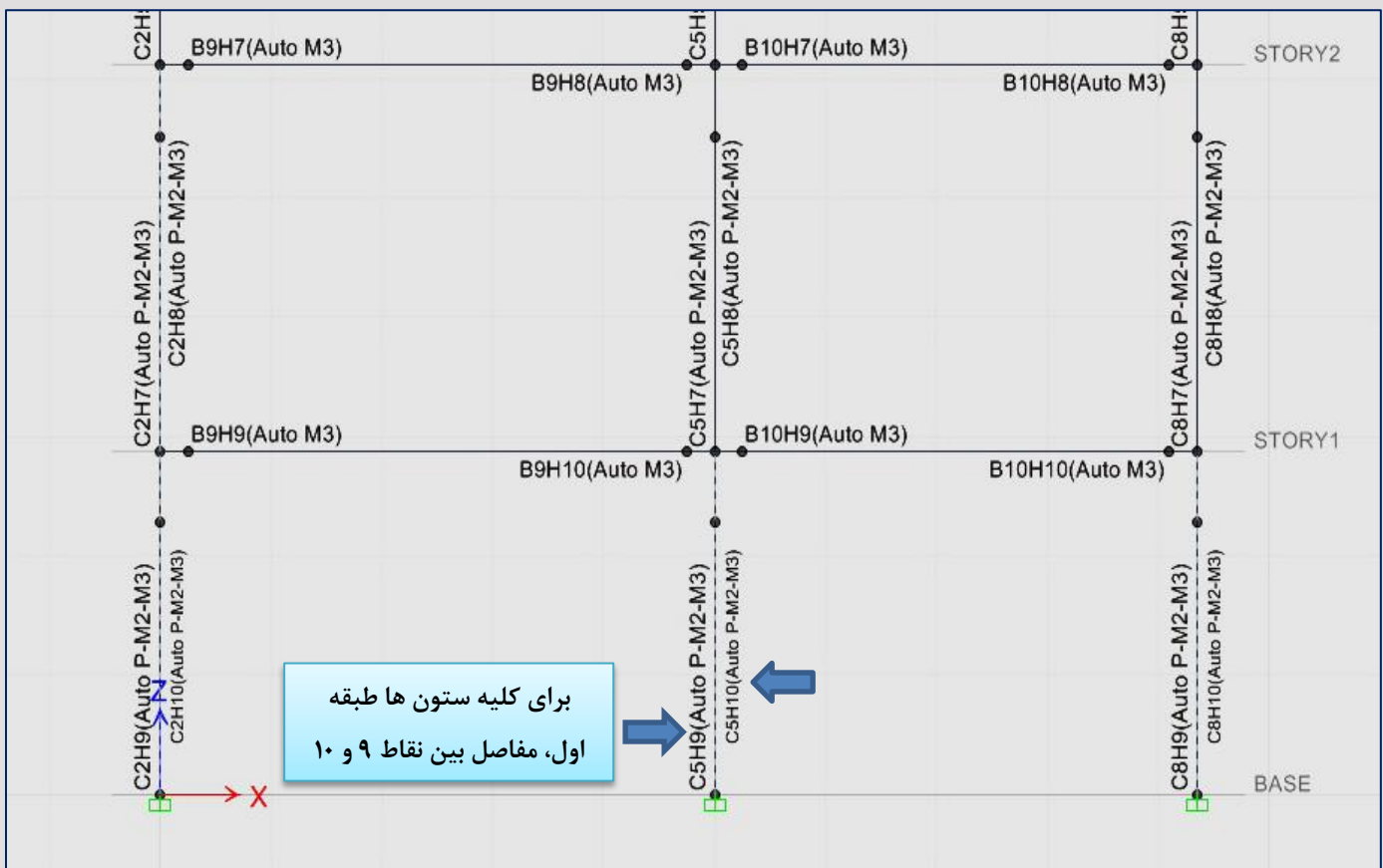
۶- اصلاح مشخصات مفاصل:

۶-۱ اصلاح مفاصل ستونها:

قبل از تحلیل مجدد سازه، در این مرحله به اصلاح مشخصات مفاصل می پردازیم:

ابتدا از قسمت مربوطه به View > Set Display Option گزینه مربوط به Nonlinear Hinge را از

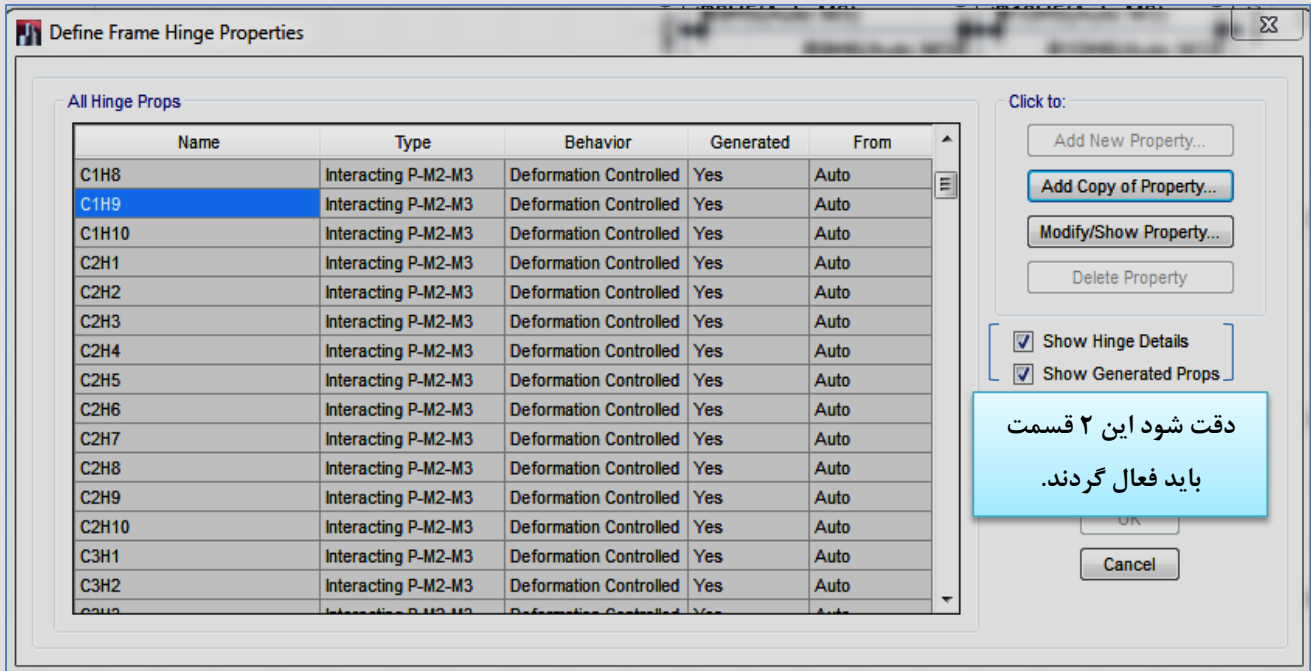
قسمت Object Assignment فعال می کنیم و سپس به بررسی مشخصات مفاصل می پردازیم.



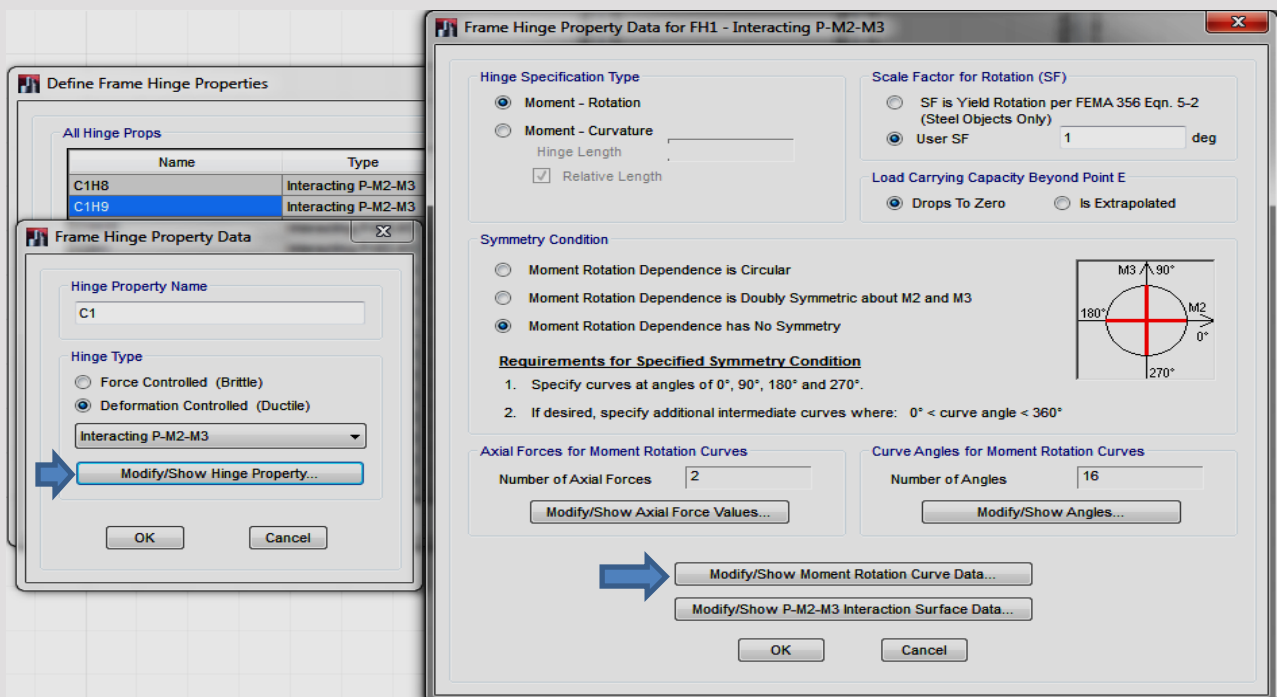
همانطور که در شکل بالا قابل مشاهده می باشد، مفاصل در طبقه اول برای کلیه ستون ها مابین نقاط ۹ و ۱۰

می باشد، این نکته را یادداشت کرده و به قسمت Define > Section Properties > Frame

Nonlinear Hinges می رویم.



یکی از مفصل هایی که دارای شماره ۹ یا ۱۰ می باشد، را انتخاب کرده و سپس به گزینه Add Copy Of Property را انتخاب می کنیم.



در پنجره باز شده، در قسمت Hinge Property Name نام C1 را وارد کرده و سپس روی قسمت Modify/Show Hinge Property کلیک کرده و در پنجره باز شده گزینه Modify/Show Moment Rotation Curve Data را همانطور که در شکل بالا نشان داده شده است، انتخاب می کنیم.

Moment Rotation Data for Selected Curve

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1.1	0.02
D	0.2	0.02
E	0.2	0.03

Note: Yield moment is defined by interaction surface

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 0.005
- Life Safety: 0.015
- Collapse Prevention: 0.02

3D View

Plan: 315 deg, Axial Force: -252 tonf

Elevation: 35 deg

Aperture: 0 deg

Buttons: 3D, RR, MR3, MR2

Moment Rotation Information

Symmetry Condition: None

Number of Axial Force Values: 2

Number of Angles: 16

Total Number of Curves: 32

Angle Is Moment About

- 0 degrees = About Positive M2 Axis
- 90 degrees = About Positive M3 Axis
- 180 degrees = About Negative M2 Axis
- 270 degrees = About Negative M3 Axis

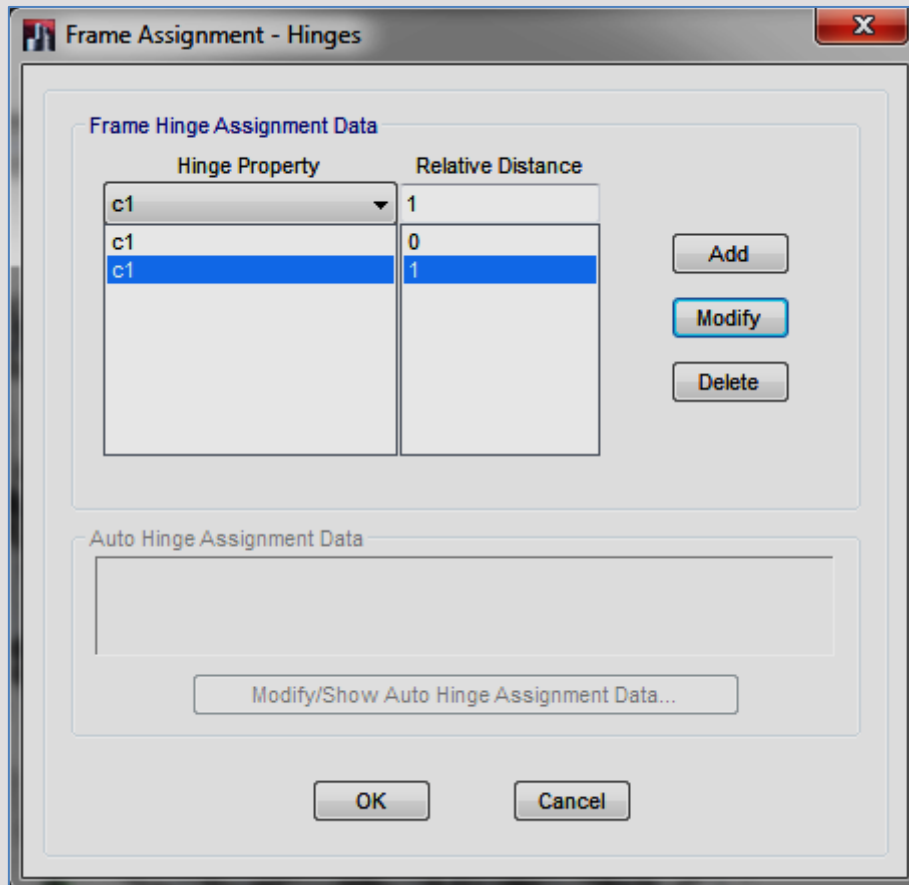
Buttons: OK, Cancel

در پنجره باز شده در بالا کلیه قسمت ها را همانطور که در جدول (۶-۸) از نشریه ۳۶۰ آورده شده است کامل می کنیم (این جدول در ادامه نشان داده شده است)، سپس بر روی Copy Curve Data کلیک کرده و سپس در قسمت Angle، زاویه های دیگر را انتخاب کرده و گزینه Past Curve Data را انتخاب می کنیم. دقت شود اینکار را باید ۳۲ بار انجام دهیم.

جدول (۶-۸): پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش برای روش های غیرخطی - ستون های بتن مسلح

معیارهای پذیرش ^۱				پارامترهای مدل سازی ^۱				شرایط		
زاویه ی دوران خمیری، رادیان				نسبت مقاومت باقیمانده	زاویه ی دوران خمیری، رادیان					
سطح عملکرد					IO	c	b		a	
نوع عضو										
غیر اصلی		اصلی								
CP	LS	CP	LS							
الف - ستون هایی که با خمش کنترل می شوند ^۲										
								$\frac{V}{b_w d \sqrt{f_c}} = \frac{2V}{V_c}$	آرماتور عرضی ^۳	$\frac{P}{A_g f_c}$
۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۰/۲	۰/۰۳	۰/۰۲	≤ ۳	C	≤ ۰/۱
۰/۰۲۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۲	۰	در این پروژه از موارد موجود در سطر اول استفاده می گردد.			≥ ۶	C	≤ ۰/۱
۰/۰۲۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰				≤ ۳	C	≥ ۰/۴
۰/۰۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱	۰				≥ ۶	C	≥ ۰/۴
۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۵۰۰	۰/۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۶	≤ ۳	NC	≤ ۰/۱
۰/۰۱۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۵	≥ ۶	NC	≤ ۰/۱
۰/۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۲	۰/۰۱	۰/۰۰۳	≤ ۳	NC	≥ ۰/۴
۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	≥ ۶	NC	≥ ۰/۴

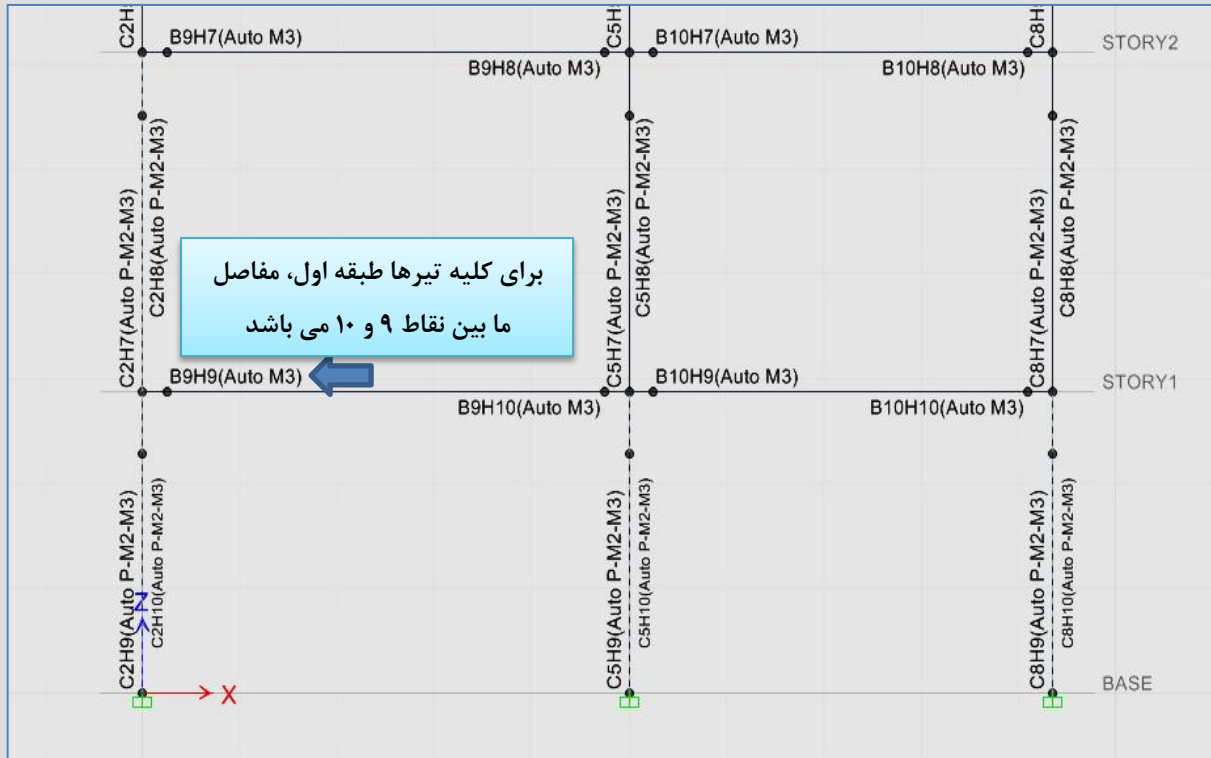
در مرحله بعدی کلیه ستونهای طبقه اول را انتخاب کرده، و مفصل مذکور را از قسمت Assign > Frame hinges > ، همانند شکل زیر اختصاص می دهیم.



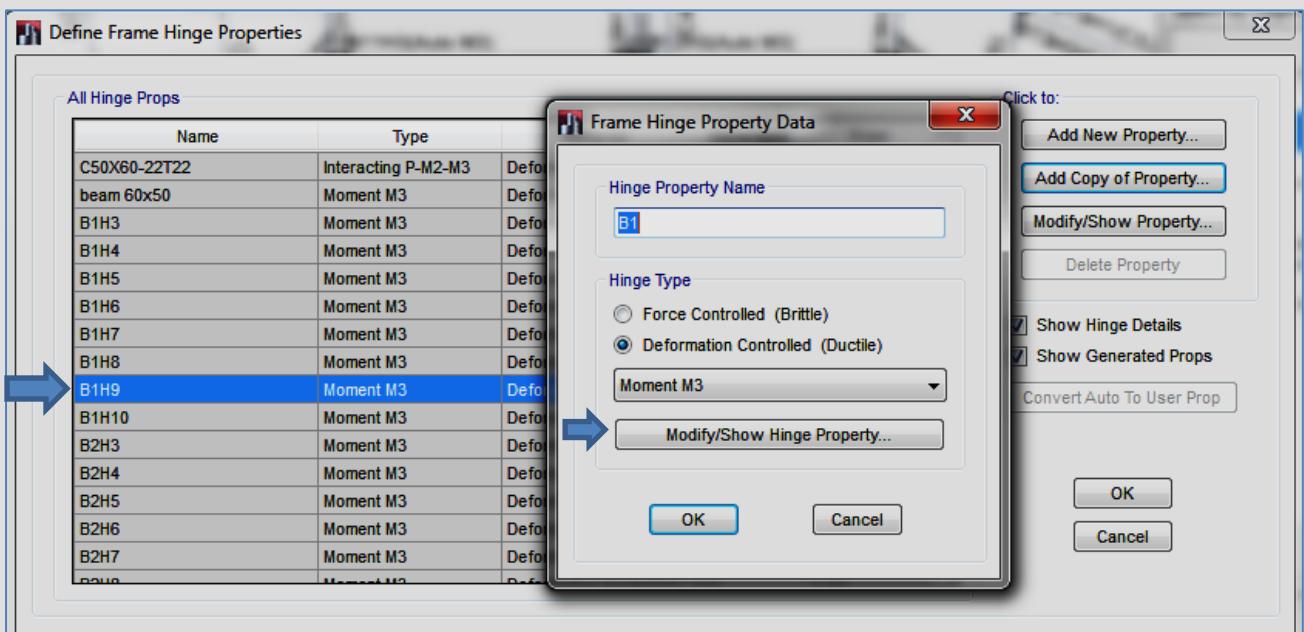
همین کار را برای ستونها طبقات بالاتر نیز انجام می دهیم.

۲-۶ اصلاح مفاصل تیرها:

مجدا بر اساس مشخصات مفاصل تیرهای موجود در طبقه اول، همانطور که در شکل پایین نشان داده شده است به قسمت `Define > Section Properties > Frame Nonlinear Hinges` رفته، و مفاصل را مطابق با روش زیر اصلاح می کنیم.



ابتدا از پنجره زیر یکی از مفاصلی را که دارای نقطه ۹ یا ۱۰ می باشد را انتخاب کرده و گزینه Add Copy Of Property را می زنیم. سپس نام B1&2 را در قسمت Hinge Property Name نوشته (زیرا در این پروژه تیرهای انتخابی در طبقات اول و دوم یکسان می باشند) و روی قسمت Modify/Show Hinge Property کلیک می کنیم.



در این مرحله پنجره باز شده را مطابق با جدول ۶-۷ از نشریه ۳۶۰، مطابق با شکل زیر پر کرده و روی دکمه OK کلیک می نماییم.

جدول (۶-۷): پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش برای روش های غیرخطی - تیرهای بتن مسلح

معیارهای پذیرش ^۱				پارامترهای مدل سازی ^۱				شرایط		
زاویه دوران خمیری، رادیان				نسبت مقاومت باقیمانده	زاویه دوران خمیری، رادیان					
سطح عملکرد					IO	c	b		a	
نوع عضو										
غیر اصلی		اصلی								
CP	LS	CP	LS	IO	c	b	a			
الف - تیرهایی که با خمش کنترل می شوند ^۲										
								$\frac{V}{b_w d \sqrt{f_c}} = \frac{2V}{V_c}$	آرماتور عرضی ^۳	$\frac{P}{A_g f_c}$
۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲	۰/۰۱۰	۰/۲	۰/۰۵	۰/۰۲۵	≤ ۳	C	≤ ۰/۰
۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰				≥ ۶	C	≤ ۰/۰
۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰				≤ ۳	C	≥ ۰/۵
۰/۰۲	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۰/۰				≥ ۶	C	≥ ۰/۵
۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۲	۰/۰۳	۰/۰۲	≤ ۳	NC	≤ ۰/۰
۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱۵	۰/۲	۰/۰۱۵	۰/۰۱	≥ ۶	NC	≤ ۰/۰
۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۲	۰/۰۱۵	۰/۰۱	≤ ۳	NC	≥ ۰/۵

در این پروژه از موارد موجود در سطر اول استفاده می گردد.

Frame Hinge Property Data for FH1 - Moment M3

Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-0.05
D-	-0.2	-0.025
C-	-1.1	-0.025
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1.1	0.025
D	0.2	0.025
E	0.2	0.05

Symmetric

Type

Moment - Rotation

Moment - Curvature

Hinge Length

Relative Length

Hysteresis Type and Parameters

Hysteresis

No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

Load Carrying Capacity Beyond Point E

Drops To Zero

Is Extrapolated

Scaling for Moment and Rotation

Use Yield Moment Moment SF Positive: 2157457.86 Negative: 2157457.86 kgf-cm

Use Yield Rotation Rotation SF Positive: 1 Negative: 1

(Steel Objects Only)

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

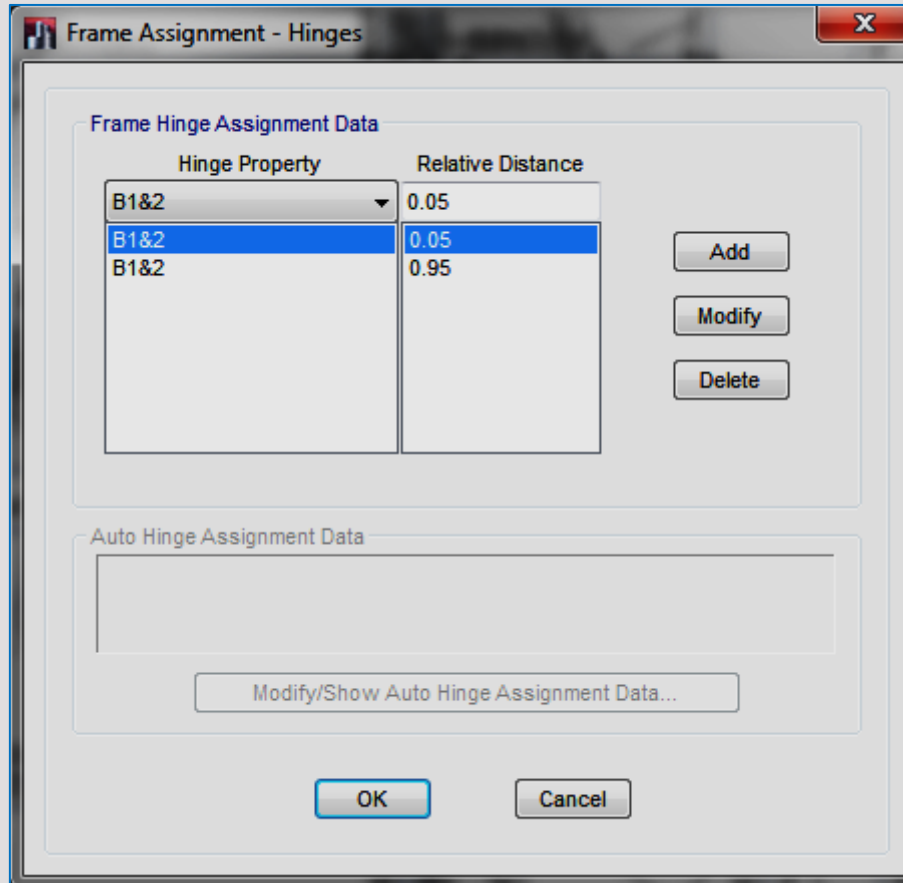
	Positive	Negative
<input checked="" type="checkbox"/> Immediate Occupancy	0.01	-0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Life Safety	0.02	-0.02
<input checked="" type="checkbox"/> Collapse Prevention	0.025	-0.025

Show Acceptance Criteria on Plot

OK Cancel

در این مرحله تیرهای طبقه اول را انتخاب کرده و مفصل تعریف شده را همانند شکل زیر به آنها اختصاص

می دهیم.



Frame Hinges

همین کار را برای تیرهای سایر طبقات نیز انجام می دهیم.

۷- تحلیل مجدد سازه و کنترل خروجی ها:

در این مرحله سازه را مجدداً تحلیل کرده خروجی ها را کنترل می نماییم.

۱-۷ کنترل بند ۳-۱۲-۱ از پیوست ۲ استاندارد ۲۸۰۰:

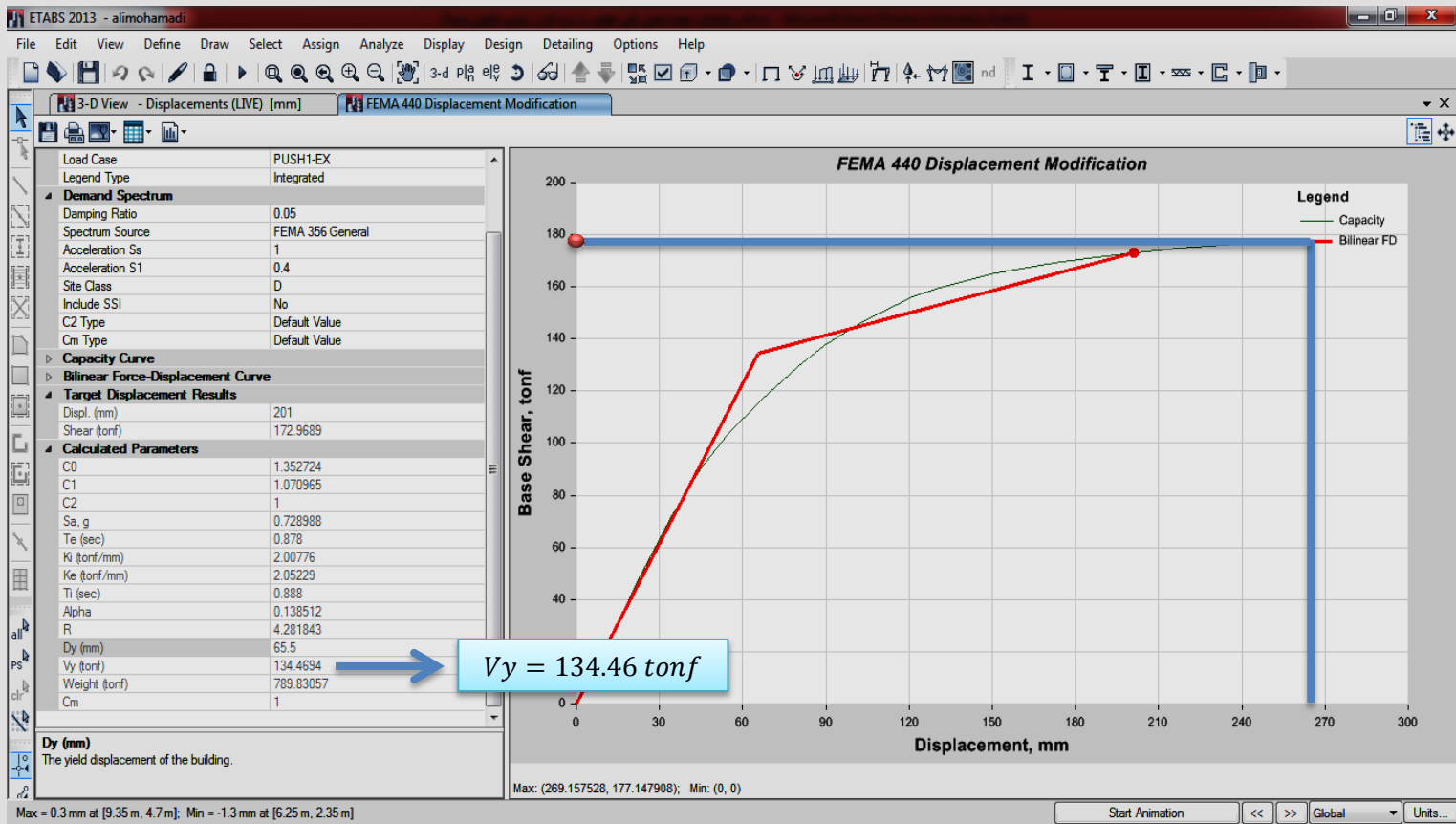
بر اساس این بند طراحی سازه باید به نحوی انجام شده باشد که مقاومت سازه در نقطه رسیدن به تغییر

مکانی معادل ۱۲۵ درصد تغییر مکان هدف، کمتر از برش پایه جاری شدن موثر سازه (V_y) نباشد.

ابتدا تغییر مکان هدف محاسبه شده در بخش ۵ را در ضریب ۱.۲۵ ضرب می نماییم.

$$\delta_t = 21.41 * 1.25 = 26.76 \text{ cm}$$

سیس از قسمت **Display > Static Pushover Curve** مقدار V_y را بدست می آوریم:



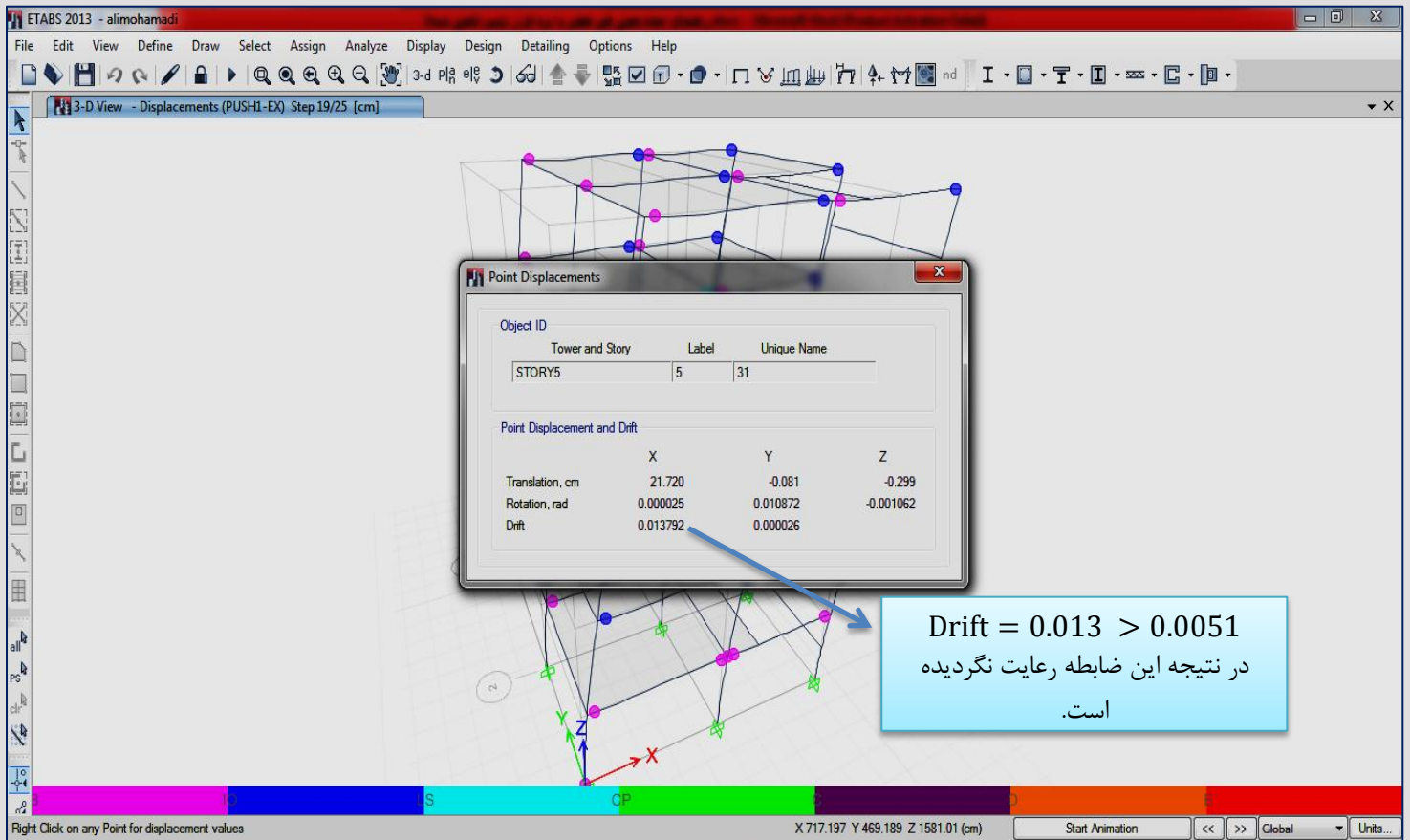
از روی شکل بالا می توان مشاهده کرد که تحت تغییر مکان ۲۶.۷۶ سانتی متر برش پایه سازه $178 tonf$ خواهد شد که این مقدار بیشتر از $V_y = 134.46 tonf$ می باشد در نتیجه ضابطه این بند آیین نامه رعایت نگردیده است.

۲-۷ کنترل بند ۳-۱۲-۲ از پیوست ۲ استاندارد ۲۸۰۰:

بر اساس این بند ۳-۱۲-۲ از پیوست ۲ استاندارد ۲۸۰۰، حداکثر تغییر مکان نسبی سازه در تغییر مکان هدف نباید بیشتر از ۱۲۰٪ مقادیر مجاز معرفی شده در بند ۲-۵-۳ استاندارد ۲۸۰۰ باشد.

ابتدا با بررسی گام های تحلیل مشخص می کنیم تحت کدام گام تغییر مکان نقطه هدف به اندازه مقدار تغییر مکان محاسبه شده در مرحله قبل برابر با ۲۱.۴۱ سانتی متر می باشد. در این پروژه سازه در گام ۱۹ام

به تغییر مکان ۲۱.۷ سانتی متر رسیده است که نزدیک به تغییر مکان هدف می باشد. سپس دریافت طبقات را در این گام با مقدار مجاز آیین نامه کنترل می نماییم (برای سازه بتنی با شکل پذیری متوسط و زمان تناوب کمتر از ۰.۷ ثانیه مقدار مجاز آیین نامه برای دریافت طبقات برابر با ۰.۰۰۵۱ می باشد).



موارد زیر نیز می بایستی در نظر گرفته شود که بدلیل اختصار، از توضیح آنها در این دستورالعمل صرف نظر گردیده است.

- ۱) کلید مراحل بالا می بایستی همانند جهت x ، برای جهت y نیز انجام گردد.
- ۲) کلید کنترل های بالا می بایستی برای کلیه الگوهای بار جانبی انجام گیرد.

۸- منابع:

- ۱- استاندارد ۲۸۰۰، ویرایش چهارم
 - ۲- دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود، (نشریه شماره ۳۶۰ سازمان مدیریت)
 - ۳- تحلیل های مورد نیاز در بهسازی لرزه ای سازه ها، احسان پاکنیت، شایان پاکنیت
 - ۴- مهندسی زلزله، پروفیسور حسن مقدم
 - ۵- آشنایی با مفاهیم تحلیل های غیر خطی (استاتیکی و دینامیکی)، مجتبی اصغری سرخی
- در اینجا بر خود لازم می دانم از زحمات مهندس مهسا دمیرچی جهت یاری در تهیه این متن نهایت تشکر را داشته باشم.