

به نام خدا



مهندس مهدی پناهی آزاد

## نکات ویژه تحلیل و طراحی سازه ها با برنامه ETABS (Extended Three Dimensional Analysis Of Building Systems)

ارتباط با من

[mehdipanahiazad90@yahoo.com](mailto:mehdipanahiazad90@yahoo.com)

هرگونه کپی برداری و نشر مطالب با ذکر منبع و نام نویسنده بلامانع می باشد

سلام الاضلاع

## پیشگفتار :

یکی از بهترین برنامه های تحلیل و طراحی سازه ها به جهت امکانات موجود در آنها، برنامه ETABS می باشد. کتب زیادی در خصوص آموزش برنامه ETABS به رشته تحریر در آمده است اما هر کدام آنها گوشه ای از قابلیت های برنامه را در قالب مثال هایی عرضه کرده اند. با این وجود برخی از نکات ذکر شده در این کتاب ها نیز یا کامل نبوده و یا به درستی بیان نگردیده اند. بدین منظور برآن شدم تا با تهیه جزوه ای، نکات مهم آیین نامه ای و نحوه کنترل آنها و همچنین برخی از ایرادات مدل کردن سازه ها در این نرم افزار بیان شود. این جزوه برای افرادی مفید می باشد که آشنایی قبلی با نرم افزار ETABS داشته و سعی دارند تا آموخته های خود را ارتقاء دهند.

بدون شک هر اثری خالی از اشکال نبوده و شایسته است است خوانندگان محترم اشکالات فنی و نگارشی را مستقیماً از طریق آدرس اینترنتی [mehdipanahiazad90@yahoo.com](mailto:mehdipanahiazad90@yahoo.com) به اینجانب منعکس نمایند.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	آشنایی با برنامه ETABS
۲	ملاحظات مربوط به برنامه
۳	ملاحظات معماری و مهندسی در سازه ها
۶	نحوه ی مدل کردن بادبند های پرده ای (بادبندهای Y شکل)
۶	روش تعریف مقطع تیر لانه زنبوری
۸	نحوه مدل کردن دیوار برشی فولادی
۹	نکات مربوط به تعریف مقاطع تیر بتونی
۱۰	روش تعریف المان دیوار برشی بتونی و برخی نکات راجح آن
۱۱	تعریف بارهای استاتیکی
۱۵	نکاتی از تحلیل دینامیکی طیفی
۱۶	تنظیمات بار زنده کاهش پذیر
۱۷	ترکیبات بار طراحی در سازه ها
۲۶	تنظیم پارامترهای لرزه ای
۳۰	نکات مربوط به دیوار برشی
۳۱	تنظیم نوع اتصال تکیه گاه ستون ها
۳۲	آزادسازی لنگر و پیچش برای تیرهای دوسرمفصل و توضیحاتی راجح به آن
۳۲	اختصاص دیافراگم صلب به سقف سازه
۳۲	اختصاص نشست تکیه گاهی به تکیه گاه های سازه
۳۳	تنظیم طول ناحیه صلب و توضیحاتی راجح به آن
۳۳	ضریب کاهش وزن تیرهای بتونی در سازه های بتونی
۳۵	ضرایب ترک خوردگی دیوارها و تیرها و ستون های سازه های بتونی
۳۶	بارگذاری سازه و نکات مربوط به آن
۳۶	تنظیمات پارامترهای تحلیل سازه
۳۸	تنظیمات آیین نامه طراحی سازه
۴۳	تنظیمات پارامترهای طراحی اعضاء سازه
۴۷	کنترل دریفت سازه
۴۹	کنترل شاخص پایداری
۴۹	کنترل عکس العمل تکیه گاهی
۵۰	نکات مربوط به کنترل نیروی ۲۵ درصد زلزله در قاب های مختلط
۵۱	روند تحلیل و طراحی سازه های معمولی به صورت فهرست گونه و گام به گام
۵۵	منابع و مراجع

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۱

## آشنایی با برنامه Etabs:

این برنامه برای تحلیل و طراحی سیستم های ساختمانی تهیه شده است. قدرت برنامه ETABS هنگامی آشکارتر می شود که با وجود سادگی استفاده از این برنامه، قابلیت های تحلیل و طراحی وسیعی را دارا می باشد. در این برنامه علاوه بر تحلیل های استاتیکی امکان انجام تحلیل دینامیکی که شامل تاریخچه زمانی غیر خطی برای در نظر گرفتن اثر جداکننده های پی از سازه (Base isolato) و میراگرهای ویسکوز (Viscose Damper) و همچنین قابلیت های انجام تحلیل غیرخطی استاتیکی (Pushover Analysis) نیز وجود دارد. در این برنامه قابلیت امکان فراخوانی هندسه و خطوط شبکه از نرم افزار اتوکد و همچنین امکان فرستادن هندسه و مشخصات دیگر به نرم افزار اتوکد وجود دارد و همچنین می توان از قابلیت های قدرتمند برنامه در انتخاب و بهینه کردن اعضای قاب های قائم و با در نظر گیری کنترل جابه جایی (Drift) نسبی سازه در طی چرخه عملیات طراحی استفاده کرد. به طور کلی مهمترین قابلیت های طراحی برنامه شامل موارد زیر می باشند:

طراحی قاب های فولادی

طراحی قاب های بتنی

طراحی دیوارهای برشی

طراحی تیرهای مرکب

طراحی تیرچه های فلزی.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۲

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

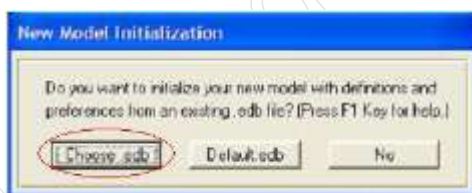
## ۱- ملاحظات مربوط به برنامه:

### ۱-۱- روش تست درست کار کردن برنامه ETABS:

در هر نرم افزار، یکسری مثال‌های تأیید نرم‌افزار (Verification Examples) وجود دارد که جواب‌های مثال‌های خاصی از مراجع مختلف گرفته شده و با جواب‌های مدل نظیر نرم‌افزار مقایسه شده است. در نرم افزار ETABS نیز فایلی به نام "Software Verification.pdf" در پوشه "Manual" (که این پوشه در مسیر نصب برنامه می باشد) موجود است که در آن تعدادی مثال با جواب وجود دارد و فقط کافی است که این مثالها را در برنامه ETABS مدل و آنالیز کنید و جواب بدست آمده را با جواب های CSI مقایسه کنید. در ضمن تمامی مثال های حل شده در فایل مورد اشاره در پوشه "Examples" توسط خود CSI مدل شده اند و فقط کافی است این فایل ها را آنالیز کرده و جواب ها را با جواب های CSI مقایسه کنید.

### ۱-۲- شروع به ساخت مدل جدید از ابتدا :

۱-۲-۱- قبل از شروع به ساختن مدل جدید، بهتر است تا واحد اصلی برنامه را انتخاب کنیم. این واحد انتخابی به عنوان واحد پیش فرض قرار می گیرد. در ضمن در شروع ساخت مدل با استفاده از پنجره New Model Initialization و انتخاب گزینه Choose.edb، می توان تمام تنظیمات فایل دلخواهی را شامل تعاریف و پیشفرض ها را به غیر از هندسه مدل، وارد مدل جدید کرد.



۱-۲-۲- در پنجره Story Data، قسمت های splice Point و Splice Height مربوط به محل وصله ستون می باشد که طبق نشریه ۲۶۴ مدیریت و برنامه ریزی کشور (آیین نامه اتصالات در سازه های فولادی) محل وصله ستون از تراز کف طبقه داده شده است. کاربرد اصلی این گزینه در تحلیل غیرخطی جهت مقاوم سازی سازه های فولادی می باشد که پیشنهاد می شود در جهت اطمینان در سازه های فولادی از این گزینه صرفنظر شود.



۱-۲-۳- برای مدل سازی قسمت هایی از پلان که به صورت قوسی می باشد باید برای ترسیم از یکسری خطوط شکسته استفاده کنیم، زیرا برنامه Etabs قابلیت ترسیم کمان را به صورت مستقیم ندارد.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۳

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

## ۲- ملاحظات معماری و مهندسی در سازه ها :

### ۲-۱- ملاحظات در نقشه های معماری :

۲-۱-۱- نقشه های معماری تهیه شده در فاز یک برای سازه های فولادی معمولاً بر اساس ابعاد ستون  $25 \times 25$  سانتی متر مربع و برای سازه های بتونی  $50 \times 50$  سانتی متر مربع و نیز ضخامت سقف  $30$  سانتی متر فرض می شود که پس از طراحی سازه، ارتفاع طبقات و طول دهانه ها مقداری تغییر خواهند کرد. در صورت نیاز به اجرای درز انقطاع این عامل نیز باید در طول دهانه ها مورد توجه قرار گیرد.

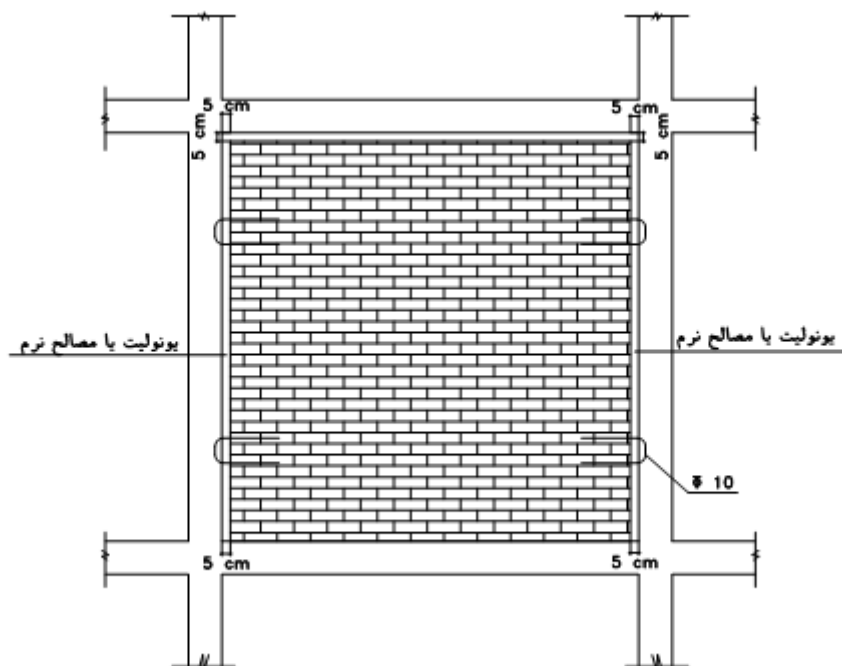
۲-۱-۲- در طبقات مسکونی اختلاف ارتفاع تیرها و سقف ها را می توان با پوکه پر نمود یا اینکه از سقف کاذب استفاده نمود. در پارکینگ می توان این اضافه ارتفاع را به شکل آویز و در طبقات مسکونی در بالای سقف به شکل گرده ماهی اجرا نمود.

۲-۱-۳- شیب رمپ پارکینگ معمولاً  $15\%$  می باشد و چنانچه رمپ در زیرزمین واقع شود، با خاکریزی اجرا شده و نیازی به طراحی سقف برای رامپ نیست.

۲-۱-۴- ملاحظات معماری بند ۱-۴- صفحه ۴ آیین نامه  $2800$  نیز باید رعایت گردد.

### ۲-۲- جداگرهای میانقاب :

در سازه های با سیستم قاب خمشی برای اینکه جداگرهای میانقاب مانعی برای حرکت قاب ها ایجاد نکند، باید جزئیات مناسب در نقشه ها ذکر شود. شکل زیر به عنوان راهنما می تواند مفید واقع شود.



اگر جزئیات مناسب برای جداگرهای میانقاب لحاظ نگردد باید این اثر در محاسبات مربوط به زلزله بالاخص محاسبات مربوط به پیروید تجربی سازه لحاظ شود.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۴

## ۲-۳- تعیین جهت تیرریزی:

### ۲-۳-۱- جهت تیرریزی و ستون گذاری در سازه های فولادی:

در سازه های فولادی با سیستم یک طرف قاب خمشی و طرف دیگر قاب مهاربندی، بدلیل سختی بیشتر قاب مهاربندی می بایست جهت توزیع بارهای ثقلی را به سمت قاب های مفصلی مهاربندی در نظر گرفت. این به این دلیل است که قاب خمشی باید هم بار ثقلی و هم بار جانبی خود را تحمل نماید و این در حالی است که در قاب مفصلی، مهاربندها وظیفه حمل و انتقال بارهای جانبی به زمین را دارند و با این احتساب تیرهای قاب مفصلی توانایی بیشتری برای حمل بار ثقلی خواهند داشت. در این سیستم باید ستون به نحوی در پلان قرار گیرد که جهت قوی آن در راستای قاب خمشی باشد. البته بیشتر طراحان به علت مسائل اجرایی ستون را در جهتی قرار می دهند که تیرهای حمال روی بال ستون قرار گیرد چراکه از ایجاد اتصال تیر حمال روی جان ستون جلوگیری می شود. در کل باید جهت ستون گذاری در پلان به نحوی باشد که هم مسئله اقتصادی مدنظر قرار گیرد و هم مسائل اجرایی. اگر در یک ستون اتصالات صلب و مفصلی وجود داشته باشد ارجح می باشد که اتصال صلب روی بال ستون اجرا شود.

در سازه های با سیستم دوطرف قاب خمشی و یا دوطرف مهاربندی جهت متعادل شدن تیرها ارجح است که امتداد تیرچه ها یک در میان عوض شوند (شطرنجی) و همچنین تیرچه ریزی شطرنجی طوری باشد که جهت تیرچه ها در جهت طول دهانه های کوچک قرار گیرد.

### ۲-۳-۲- جهت تیرریزی و ستون گذاری در سازه های بتنی:

در سازه های بتنی استفاده از سیستم شطرنجی تیرچه ریزی مناسب می باشد؛ زیرا باعث توزیع بار بین همه تیرهای سازه و در نتیجه یکسان شدن مقطع و میلگرد تیرها می شود. در سازه هایی که در یک طرف قاب خمشی و طرف دیگر قاب با دیوار برشی وجود دارد می بایست جهت توزیع بارهای ثقلی را به سمت قاب های با دیوار برشی در نظر گرفت و همچنین می توان از مقاطع مستطیلی برای ستون استفاده کرد و بعد کوچکتر را در راستای قاب با دیوار برشی قرار داد.

### ۲-۴- ترکیب سیستم ها در یک قاب در یک راستا و در ارتفاع:

در این مورد باید بند ۲-۳-۸-۹ صفحه ۲۳ آیین نامه ۲۸۰۰ را رعایت کرد. به طور کلی طبق توصیه بند ۱-۵-۸ صفحه ۵ آیین نامه ۲۸۰۰ به جهت متفاوت بودن رفتار شکل پذیری و درجه نامعینی و اضافه مقاومت موجود در سیستم های مختلف حتی المقدور از بکارگیری سیستم های مختلف سازه ای در امتدادهای مختلف خودداری شود.

### ۲-۵- تعیین قرارگیری مهاربندی ها و یا دیوار برشی در پلان:

۲-۵-۱- ترجیحا در محیط سازه و از مرکز پلان دور باشد. (به علت افزایش ممان پیچشی مقاوم و کاهش پیچش کل سازه)

۲-۵-۲- حتی المقدور در پلان متقارن باشد.

۲-۴-۳- محل قرارگیری به نحوی باشد که آپلیفت ایجاد شده در ستون های کنار بادبند و یا دیوار برشی، حداقل گردد.

۲-۵-۴- دیوار برشی یا مهاربندها طوری در پلان قرار گیرند تا مرکز سختی به مرکز جرم نزدیک گردد تا لنگر پیچشی در سازه حداقل گردد. این مورد در سازه های نامنظم در پلان، بیشتر تاثیرگذار می باشد. (با افزایش فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی پیچش ایجاد شده در سازه نیز افزایش می یابد که این باعث استفاده از مقاطع بزرگتر برای اعضای سازه و بالطبع افزایش هزینه می شود)



# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۵

## ۲-۶- دیوارهای حائل:

در سازه های دارای زیرزمین در صورتی که ارتفاع خاک پشت دیوار زیرزمین بیش از ۳ متر باشد باید از دیوار حائل بتنی استفاده گردد. برای ارتفاع کمتر از ۳ متر می توان از دیوار آجری ۳۵ سانتی متری استفاده کرد. به هر حال باید فشار جانبی خاک در مدل سازه و طراحی دیوارها باید در نظر گرفته شود.

## ۲-۷- تعیین ابعاد تقریبی مقاطع:

۲-۷-۱- ضخامت سقف: حداقل ضخامت سقف بر اساس کنترل تغییر شکل در نظر گرفته می شود. برای مثال این ضابطه برای سقف های تیرچه بلوک  $H \geq \frac{L}{12}$  می باشد که در آن  $H$  ضخامت سقف سازه ای و  $L$  طول دهانه محاسباتی می باشد. البته برای سقف تیرچه بلوک رابطه  $H \geq \frac{L}{16} (0.4 + \frac{F_y}{7000})$  نیز توسط برخی طراحان رعایت می شود که در آن  $F_y$  (بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع) مربوط به آرماتور طولی تیرچه هاست.

۲-۷-۲- ابعاد ستون های بتونی: در تعیین ابعاد ستون ها بایستی موارد زیر در نظر گرفته شود:

۲-۷-۲-۱- متناسب بودن ابعاد ستون با بار وارده: در این مورد باید محدودیت حداکثر ۶٪ آرماتورها رعایت شود اما با توجه به وجود وصله شدن میلگردها نصف این مقدار یعنی ۳٪ در نظر گرفته می شود. همچنین رابطه ی تقریبی زیر برای حدس اولیه ابعاد ستون به صورت زیر می باشد.  $B \geq 200 + 50N \times \sqrt[3]{\frac{A}{25}} \geq 35cm$  که در آن  $A$  سطح بارگیر ستون در یک طبقه برحسب مترمربع،  $N$  تعداد طبقات روی ستون مورد نظر،  $B$  بعد ستون که عدد بدست آمده باید به نزدیکترین و بزرگترین ضریب عدد ۵ گرد شود.

۲-۷-۲-۲- هماهنگی با معماری: ابعاد ستون ها می بایست شرایط معماری را نیز ارضاء کند. رعایت دهانه پارکینگ و هماهنگ کردن ابعاد ستون کنار دیوارهای اطراف از محدودیت های مهم می باشد. انتخاب ستون های دایره ای برای ستون های نمایان در نمای پلان می تواند گزینه خوبی باشد که البته با هماهنگی معمار می بایست صورت پذیرد.

۲-۷-۲-۳- کنترل تغییر شکل جانبی سازه: در صورتی که مقاطع قاب به خصوص ستون ها دارای اعضای لاغر باشد قطعا تغییر شکل پاسخگو نخواهد بود. کاهش ابعاد ستون در طبقات نیز مقادیر تغییر شکل ها را افزایش می دهد که در این مورد بایستی تغییرات زیادی در ابعاد ستون ایجاد نمود. در عوض می توان به ازای کاهش بار با حفظ مقطع، میزان آرماتور را کاهش داد.

۲-۷-۲-۴- تناسب با سیستم مقاوم جانبی: در سیستم هایی که در یک طرف دارای دیوار برشی می باشد، کمانش ستون ها در جهت عمود بر دیوار کنترل کننده است و لذا در این سیستم می توان مقاطع ستون ها را به صورت مستطیلی انتخاب نمود و بعد بزرگتر ستون را در جهت قاب خمشی قرار داد.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۶

**۲-۷-۳- ابعاد تیرها بتونی:** در تعیین ابعاد تیرها بایستی موارد زیر در نظر گرفته شود:

۱-۳-۷-۲- متناسب بودن ابعاد تیر با ستون و همچنین کنترل تغییر شکل و کنترل محدودیت های هندسی: در این موارد آیین نامه ها محدودیت هایی را ذکر کرده اند مثلاً آیین نامه آبا برای قاب های با شکل پذیری متوسط و زیاد برای برون محوری هر عضو خمشی (تیر) نسبت به ستونی که با آن قاب تشکیل می دهد محدودیت  $\frac{1}{4}$  عرض مقطع ستون را قائل شده است.

۲-۳-۷-۲- کنترل درصد آرماتور حداکثر و حداقل: ابعاد تیر باید بگونه ای انتخاب شود که حداکثر آرماتور طراحی شده به ۲.۵٪ مقطع محدود شود و همچنین تیر در مقابل برش نیز جوابگو باشد.

۳-۳-۷-۲- هماهنگی با معماری: ابعاد تیرها می بایست شرایط معماری را نیز ارضاء کند به گونه ای که در نماها مسئله آویز بودن تیر مطرح نشود.

به طور کلی در صورتی که قاب وظیفه تحمل نیروهای جانبی را نیز داشته باشند، ارتفاع  $\frac{1}{10}$  الی  $\frac{1}{12}$  طول دهانه قابل توصیه می باشد.

۴-۷-۲- در مدل هندسی سازه باید خرپشته نیز مدل شود. (بدلیل اثرگذاری روی پرپود تحلیلی و ...)

## ۳- نحوه ی مدل کردن بادبندهای پرده ای (بادبندهای Y شکل):

نکته: طبق مبحث دهم ویرایش ۱۳۸۷ استفاده از بادبندهای پرده ای در سازه، غیرمجاز می باشد.

برای مدلسازی بادبندهای پرده ای به علت ایجاد یک گره میانی در تراز خارج طبقه باید با مقداری اغماض اتصالات بادبندها در این گره را به صورت گیردار معرفی کرد و یا آنکه روش اعمال نیروهای زلزله را تغییر داده و نیروهای جانبی را پس از محاسبه دستی به سازه اعمال نمود.

## ۴- روش تعریف مقطع تیر لانه زنبوری:

نکته: طبق مبحث دهم ویرایش ۱۳۸۷ استفاده از تیرهای لانه زنبوری (به جزء مواردی که اطراف سوراخ ها تقویت شود) برای تیرهای دهانه های بادبندی و قاب های خمشی غیر مجاز می باشد.

برای تعریف تیر لانه زنبوری در برنامه Etabs چندین روش وجود دارد که در اینجا به ۲ روش اشاره می شود (روش دوم کمی دقیقتر می باشد):

۱-۴- با استفاده از تعریف مقطع به صورت General و وارد کردن مشخصات مقطع لانه زنبوری از جمله ممان اینرسی، مدول مقطع، سطح مقطع برشی و ... که در این حالت ما مشخصات مقطعی از طول تیر را که سوراخ وجود دارد، وارد می کنیم. در این صورت بدیهی است که تیر به کارگرفته شده دارای ظرفیت بیشتری از حد واقعی است مثلاً نیروی برشی قابل تحمل مقطع تعریف شده کمی پایین تر از حد واقعی است چراکه در طول تیر بخش هایی وجود دارند که بریده نشدند و آنها برش بیشتری تحمل می کنند. برای مثال برای تعریف تیر لانه زنبوری CIPE400 مشخصات آن را که مربوط به قسمت سوراخ دار تیر می باشد و در جدول زیر آورده شده است را در پنجره Property Data وارد می کنیم. سایر پارامترهای وارده تاثیر چندانی ندارد و مقدار پیشفرض را قبول می نماییم:

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۷

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

ry	rx	Sy	Sx	ly	lx	A	H	نام مقطع
3.95	25	146	1788	1320	53637	84.5	60	CPE400

۴-۲- با استفاده از تعریف مقطع به روش غیر منشوری (nonprismatic) :

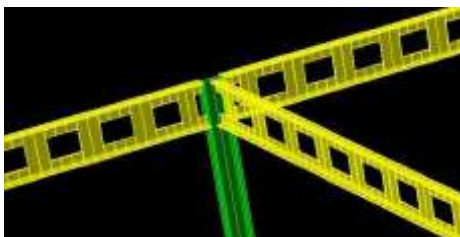
در این روش ابتدا حداقل دو مقطع یکی با احتساب سوراخ و دیگری بدون احتساب سوراخ در **sdsection** رسم می کنیم. (مقطع **a** و **c** در شکل الف)



شکل مقطع **c** رسم شده در **SDsection** به صورت زیر می باشد.



حال با داشتن این مقاطع و استفاده از **add nonprismatic**. یک مقطع **Nonprismatic** معرفی می نمائیم که در فواصل متناوب از دو مقطع توپر و توخالی تشکیل شده است. مقطع تعریف شده در این حالت، شکلی به صورت زیر را دارا می باشد.



در این روش برای دقت بیشتر می توان مقطع **b** شکل الف را نیز به صورت **Nonprismatic** تعریف کرد.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۸

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

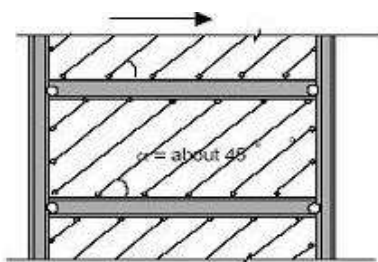
تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

## ۵- نحوه مدل کردن دیوار برشی فولادی:

برای مدل کردن دیوار برشی فولادی تاکنون ۲ نوع مدل رفتاری پیشنهاد شده است:

الف) مدل رفتاری براساس اندرکنش صفحه با قاب محیطی معروف به مدل اندرکنش که توسط صبوری و رابرتز ارائه شده است.

ب) مدل رفتاری براساس جایگزینی تعدادی نوار مورب به جای ورق پرکننده دیوار معروف به مدل نواری که توسط توربرن ارائه شده است.



روش دوم به عنوان ضمیمه آیین نامه فولاد کانادا (CSA S16-01) و همچنین در آیین نامه مشخصات لرزه ای سازه های فولاد آمریکا (AISC 2005) مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به این موضوع ما در اینجا نحوه مدل کردن دیوار برشی فولادی با استفاده از مدل نواری را توضیح می دهیم.

در این روش سطح ورق دیوار برشی با تعدادی نوار فولادی مورب معادل سازی و جایگزین می شود که ضخامت این نوارها همان ضخامت دیوار بوده ولی عرض آنها از روابطی که در زیر اشاره می شود، بدست می آید. لازم به ذکر می باشد که براساس مطالعاتی که انجام شده، تعداد نوارهای معادل جایگزین، ۱۰ عدد پیشنهاد شده است.

$$t = \frac{2 A_b \Omega_s \sin \theta}{L \sin \alpha} \quad \text{که در این رابطه :}$$

$t$  عرض نوار فولادی جایگزین  $\Omega_s$  ضریب اضافه مقاومت برابر عدد ۱.۱  $\theta$  زاویه بین بادبند و ستون

$L$  عرض دهانه دیوار برشی  $\alpha$  زاویه تشکیل میدان کشش قطری در صفحه نوار فولادی که از حل رابطه زیر بدست می آید:

$$\tan^4 \alpha = \frac{1 + \frac{t \cdot L}{2 A_c}}{1 + t \cdot h_s \left[ \frac{1}{A_b} + \frac{h_s^3}{360 I_c} \right]}$$

$A_c$  و  $I_c$  به ترتیب سطح مقطع و ممان اینرسی ستون کناری  $d$  ارتفاع طبقه  $A_b$  سطح مقطع تیر

$A_s$  سطح ورق معادل نواری که از رابطه زیر بدست می آید:

$$A_c = \frac{L \cdot \cos \alpha + H \cdot \sin \alpha}{n} \cdot t_w$$

که  $H$  و  $L$  به ترتیب ارتفاع و عرض دیوار می باشد و  $n$  تعداد نوارها که براساس مطالعات ۱۰ فرض می شود.

به منظور اطمینان از کفایت سختی ستون های کناری دیوار به منظور جلوگیری از کمانش آنها، باید ممان اینرسی ستون ها رابطه

$$I_c \geq \frac{0.0037 t \cdot h_s^4}{L}$$

زیر را برآورده نماید:

در این روش، آیین نامه کانادا ضوابطی را نیز برای ستون های کناری و ... الزام می دارد که آنها نیز باید کنترل گردد. (برای اطلاعات بیشتر به آیین نامه کانادا مراجعه شود)

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۹

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

## ۶- نکات مربوط به تعریف مقاطع تیر بتونی:

### ۶-۱- پوشش بتن آرماتورها:

مقدار پوشش بتن آرماتورها که در برنامه برای تیرها و ستون ها معرفی می شود، از مرکز آرماتور طولی تا سطح آزاد مقطع می باشد. مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان با توجه به شرایط محیطی، مقدار حداقل پوشش آرماتور که از روی آرماتور سطحی تا نزدیکترین سطح آزاد بتن را به صورت زیر پیشنهاد می کند.

حال مقدار پوشش بتن معرفی شده در برنامه به صورت زیر محاسبه و وارد می شود:

نصف قطر آرماتور طولی + قطر خاموت + مقدار پوشش پیشنهادی مبحث ۹ مقررات ملی = مقدار پوشش بتن آرماتورها در برنامه با توجه به اینکه در مراحل اولیه طراحی اقطار آرماتور طولی و عرضی محاسبه نشده است، با یک فرض منطقی، یک مقدار تقریبی را وارد کرده و پس از طراحی این مقدار را کنترل می کنیم.

### ۶-۲- مقدار آرماتور واقعی به کار رفته در مقطع تیرهای شکل پذیر:

طبق ضوابط آیین نامه ی سازه های بتونی برای قاب های با شکل پذیری زیاد، مقدار آرماتور عرضی (خاموت) از روی مقدار آرماتور طولی بدست می آید (چون لنگرهای انتهایی به مقدار آرماتور خمشی بستگی دارد). با توجه به اینکه مقدار آرماتوری که در مقطع بکار می رود از مقدار آرماتور محاسباتی برنامه بیشتر است (بدلیل آرماتورگذاری تیر و رعایت تیب بندی و ...)، لذا ممکن است مقدار آرماتور عرضی کمی دست پایین محاسبه شود. برای رفع این نقیصه و طراحی دقیق تر خاموت ها، می توان مقدار آرماتور طولی به کارگرفته شده در مقطع را به برنامه معرفی کرده تا برنامه از روی این مقادیر آرماتور عرضی را محاسبه کند. فرآیندی که برنامه به کار می گیرد به صورت زیر است:

۶-۲-۱- برنامه در محاسبه مقدار نیروی برشی تیر، مقدار آرماتور محاسبه شده و مقدار آرماتور وارد شده را مقایسه کرده و در محاسبه لنگرهای انتهایی از عدد بزرگتر استفاده می کند تا نیروی برشی انتهایی بزرگتری بدست آید.

۶-۲-۲- برنامه در محاسبه نیروی برشی ستون ها، از مقدار لنگر حداکثر انتقال یافته از تیرها به ستون ها استفاده می کند ولذا در اینجا نیز از مقدار ماکزیمم آرماتور تیرها استفاده می شود.

۶-۲-۳- برنامه در تحلیل غیرخطی برای محاسبه نیرو-تغییرمکان مفاصل پلاستیک نیز از مقدار حداکثر استفاده می کند.

مقادیر آرماتور مقطع را می توان در قسمت تعریف مقطع و در پنجره Reinforcement Data در قسمت نشان داده شده در شکل زیر وارد کرد :

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۱۰

## ۷- روش تعریف المان دیوار برشی بتونی و برخی نکات راجع آن:

### ۷-۱- تفاوت بین Shell و Membrane و Plate:

**Plate**: رفتار صرفاً خمشی، این حالت مثل رفتار پوسته ای است و در فقط راستای ضخامت لنگر منتقل می شود. به عبارت دیگر **Plate** پوششی است که نیروها بر آن عمود هستند مثل دال که نیروی ثقلی بر آن وارد می شود. اگر از این حالت در دال دوطرفه بالکن استفاده شود، باید سختی پیچشی آن اصلاح (کاهش یابد) شود. در این حالت نیاز به شبکه بندی سطح مورد نظر داریم.

**Membrane**: رفتار صرفاً غشائی، در این حالت سطح فقط دارای سختی برشی می باشد و نیروها درون صفحه قرار دارند و تنها قادر به انتقال نیروی برشی به تیرهای اطراف خود می باشد. مقطع دیوار برشی معمولاً از نوع صرفاً غشایی **Membrane** (با رفتار درون صفحه) معرفی می شود. دیوار برشی تنها بارهای درون صفحه خود را تحمل نموده و لنگر خارج از صفحه را تحمل نمی کند. به عبارت دیگر دیوار در راستای طول خود عملکرد دارد و در راستای ضخامت عملکردی ندارد. با فرض این رفتار، هیچ لنگری در امتداد خارج از صفحه ای دیوار ایجاد نمی شود، مشابه اینکه در راستای طولی دیوار مفصل شده باشد.

همچنین این سطح برای دال های دوطرفه مناسب می باشد زیرا بارهای سطحی خود را به صورت دوزنقه (دوطرفه) پخش می کند.

**Shell**: رفتار کامل صفحه، در این حالت تمام درجه های آزادی فعال می باشد. در واقع رفتار نوع المان **Shell** شامل سختی برشی و سختی خمشی می باشد و قادر به انتقال نیروهای برشی و لنگرهای خمشی به اطراف خود می باشد یعنی هم در راستای طولی و هم در راستای عرضی دارای عملکرد می باشد. این حالت برای دیواری مناسب می باشد که باید هم فشار جانبی خاک و هم بار قائم خود را تحمل کند. برای بالا بردن دقت محاسبات باید سطح را در دو جهت شبکه بندی نمائیم.

۷-۲- تیر درون دیوار: چون **Etabs** در صورت عدم وجود تیر، توزیع بار سقف را به درستی انجام نمی دهد، ضروریست تیرهای درون دیوار برشی برای انتقال بار سقف به دیوار برشی مدل شوند (البته در عمل چنین تیری اجرا نمی گردد و صرفاً در مدل آورده می شود) برای حذف اثر سختی تیر در تحلیل سازه ۲ روش پیشنهاد می شود: الف) ابعاد کوچکی برای تیرهای مدل شده در نظر گرفت ب) در صورت تعریف کردن تیر با ابعاد عادی، می توان سختی خمشی تیر را کاهش داد.

۷-۳- مقطع تحلیلی: اگر مقطع دیوار با **Section Designer** تعریف شده باشد، تحلیل سازه بر اساس مقاطع تعریف شده در مدل در نظر گرفته می شود و نه براساس مقطع تعریف شده در **Section Designer**. از مقطع تعریف شده در **Section Designer** تنها برای کنترل و طراحی خمشی استفاده می شود.



# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۱۱

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

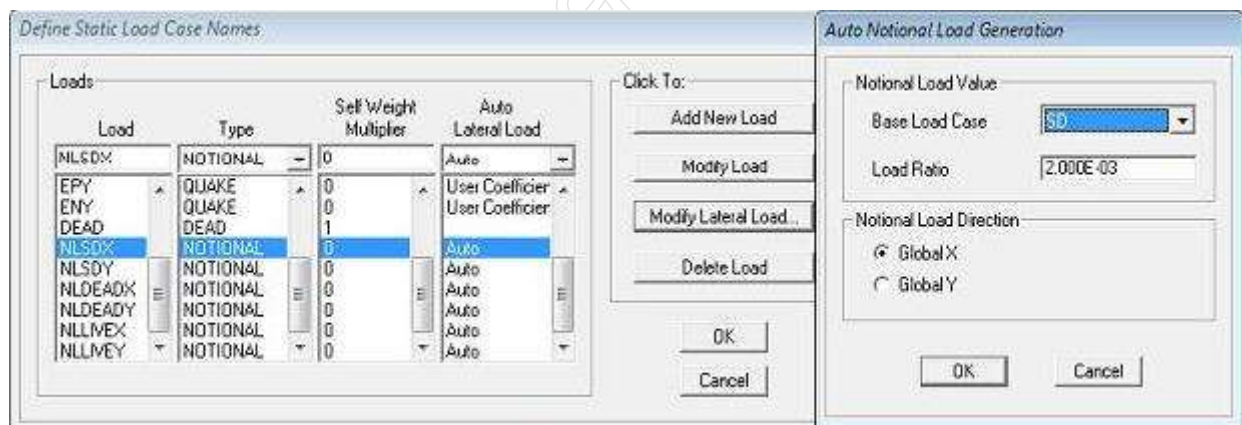
تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

## ۸- تعریف بارهای استاتیکی:

۸-۱- در هنگام تعریف بارهای استاتیکی، در پنجره Define static load case names ضریب Self Weight Multiplier که ضریب لحاظ کردن وزن اسکلت سازه می باشد تنها برای بار مرده عدد یک می باشد و برای دیگر حالات بار، صفر در نظر گرفته می شود.

۸-۲- برای معرفی حالت بار مربوط به مولفه قائم نیروی زلزله برای بالکن ها و طره ها، حالت بار را از نوع None تعریف می کنیم.

۸-۳- در طراحی سازه های فولادی به روش حالت حدی نهایی (طبق فصل ۲ مبحث دهم)، لازم می باشد که یک نوع جدیدی از بار جانبی برای ملحوظ کردن خطاهای اجرایی نیز تعریف شود (مقدار و چگونگی اعمال آن در صفحه ۲۵۰ مبحث دهم توضیح داده شده است). برای تعریف این بار باید در پنجره Define static Load Case Names باری از نوع NOTIONAL تعریف کرده و در قسمت Auto Lateral Load گزینه Auto را انتخاب نماییم و با کلیک بر دکمه Modify Lateral Load و در پنجره باز شده در قسمت Base Load Case بار ثقلی (مرده یا زنده) از قبل تعریف شده را انتخاب و در قسمت Load Ratio مقدار ۰.۰۰۲ را در قسمت خروج از مرکزیت وارد کرده و در قسمت Notional Load Direction جهت اعمال بار را مشخص می کنیم. لازم به توضیح است که برای لحاظ کردن بارها برای هر دو جهت سازه مثلا با وجود بار زنده و مرده، به ۲ بار از نوع زنده برای هر دو جهت و ۲ بار از نوع مرده برای هر دو جهت و جمعا ۴ بار نیاز داریم که تعریف شود (برای لحاظ کردن اثرات مثبت و منفی بارهای حین ساخت می توان با اضافه کردن ترکیب بارها این حالت را به وجود آورد). این حالت بارهای تعریف شده تنها در ترکیب بارهایی که بارهای ثقلی وجود دارد، حضور خواهند داشت (با ضریب مرتبط با بار ثقلی هم نوع آن).



۸-۴- نرم افزار Etabs برای محاسبه جرم دیوارهای طبقه در محاسبات زلزله، بار دیوارهای روی کف هر طبقه را به عنوان جرم آن طبقه محاسبه می کند که در این مورد با آیین نامه ۲۸۰۰ مغایرت دارد. براساس آیین نامه ۲۸۰۰، جرم دیوارهای هر طبقه برابر است با جرم نصف دیوار روی طبقه به علاوه ی جرم نصف دیوار زیر طبقه. براین اساس در طبقات با دیوار های مشابه اختلافی وجود ندارد و فقط این اختلاف در طبقاتی که از لحاظ بارگذاری و ارتفاع طبقه و نوع دیوارهای طبقه با طبقات دیگر متفاوت است بروز می نماید مثلا در بارگذاری دیوارهای طبقه بام و در برخی از سازه ها در طبقه همکف (به علت ارتفاع متفاوت با طبقات دیگر). برای رفع این اختلاف، می توان در برنامه یک بار مجازی اعمال کرد که این بار مجازی، بار نیست ولی جرم است و که در محاسبات جرم و بارگذاری زلزله نقش دارد. برای این منظور یک حالت بار از نوع Other تعریف می کنیم. حالت بار Other حالت باری است که در هیچ ترکیب بار طراحی شرکت نمی کند.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۱۲

۸-۵- برای هر جهت سازه نیاز به تعریف بار زلزله مربوطه داریم ( $E_x$  و  $E_y$ ). اگر احتیاج به در نظر گرفتن خروج از مرکزیت اتفاقی نیز باشد باید برای هر جهت ۳ بار زلزله تعریف شود ( $E_{px}$  و  $E_x$  و  $E_{ny}$  و  $E_y$  و  $E_{py}$  و  $E_{nx}$  و  $E_x$  و  $E_{px}$ ).

۸-۶- در بند ۲-۳-۶- آیین نامه ۲۸۰۰ اشاره شده است که اگر وزن خرپشته کمتر از ۲۵ درصد وزن بام بود، باید نیروی زلزله تا تراز بام اعمال شود. در این بند هیچ اشاره ای به این نکته نگردیده است که اگر وزن خرپشته از ۲۵ درصد بام کمتر بود، می توان از مدل سازی خرپشته صرف نظر کرد بلکه بسیاری از متخصصین به این نکته اشاره دارند که در هر صورت باید خرپشته مدل سازی شود. حال اگر در برنامه خرپشته مدل شود و نیروی زلزله به صورت **Usser Coffication** و یا آیین نامه **UBC** تعریف و تا تراز بام اعمال گردد، برنامه دچار مشکل شده و نیروی زلزله را با وجود اعمال به بام به تراز خرپشته اعمال می کند که نقص برنامه می باشد. برای رفع این مشکل یک راه حل این می باشد که بار زلزله به صورت **Usser Load** تعریف و اعمال شود.

## ۸-۷- لحاظ کردن نیروی شلاقی:

طبق آیین نامه ۲۸۰۰ اگر زمان تناوب سازه از ۰.۷ ثانیه بیشتر شود، باید اثر نیروی شلاقی را در نظر گرفت.

برای در نظر گیری اثر نیروی شلاقی، چهار روش وجود دارد که در زیر تشریح می شوند:

۸-۷-۱- استفاده از آئین نامه **UBC94**:

در آئین نامه **UBC94** کافی است ضریب بازتاب آن با ضریب بازتاب آیین نامه ۲۸۰۰ یکسان شود:

$$R_w = R, \quad C = B, \quad Z = A, \quad |I| = 1, \quad \frac{ZIC}{R_w} = \frac{ABI}{R}$$

در آیین نامه **UBC94**  $C = 1.25 \left( \frac{S}{T^3} \right) \leq 2.75$  می باشد.

حال کافی است ضریب **B** از آیین نامه ۲۸۰۰ محاسبه کرده و با حل رابطه  $B = 1.25 \left( \frac{S}{T^3} \right)$  مقدار آن را بدست آوریم. با توجه به اینکه در برنامه امکان وارد کردن اعداد اعشاری به جای **S** وجود ندارد، مقدار آن را با ضریب اهمیت **I** عوض می کنیم بدین ترتیب که ضریب **S** محاسبه شده را در ضریب اهمیت **I** ضرب کنیم و عدد بدست آمده را در برنامه در قسمت **Importance Factor, I** وارد کرده و مقدار **Site Coefficient, S** را برابر واحد قرار دهیم که با توجه به خطی بودن رابطه مشکلی ایجاد نمی شود. این معادل سازی به شرطی صحیح می باشد که ضریب **B** کمتر از ۲.۵ شود در غیراینصورت از روش های دیگر استفاده می کنیم یا ضریب بدست آمده را در نسبت ۲.۵ به ضریب زلزله محاسبه شده توسط آئین نامه **UBC**، ضرب کرده و از آن استفاده می کنیم.

برای مثال اگر برای سازه ای  $T=0.8$  و  $R=7$  و  $A=0.35$  و  $S=0.75$  و  $T_s=0.7$  و  $I=2$  باشد، مقدار **B** طبق روابط آیین نامه ۲۸۰۰ برابر  $2.5577 = 1.25 \left( \frac{S}{0.8^3} \right)$  محاسبه می شود که اگر رابطه  $1.25 \left( \frac{S}{0.8^3} \right) = 2.51577$  را حل نماییم مقدار  $S=0.73442$  بدست می آید که مقدار فوق را در ضریب اهمیت سازه یعنی ۰.۲ ضرب می کنیم که به مقدار ۲۰.۸۳ می رسیم. حال مقدار فوق را به جای **I** در برنامه معرفی می کنیم و مقدار **S** را برابر واحد قرار داده و سایر پارامترها را بدون تغییر وارد می کنیم. (مطابق شکل زیر)



# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۱۳

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

۸-۷-۲- اعمال تغییرات در ضریب زلزله و استفاده از گزینه **USER COEFFICIENT**:

برای این منظور اول باید ضریب زلزله توسط رابطه ای که بدست می آید اصلاح شود:

$$F_i = (V_b - F_t) \left( \frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i} \right)$$

$$V_b = C \times W_i$$

$$F_i = 0.07 \times T \times V_b$$

$$(V_b - F_t) = V_b \rightarrow V_b - 0.07 \times T \times V_b = V_b \rightarrow C \times W_s - 0.07 \times C \times W_s = C \times W_s \rightarrow$$

$$C - 0.07 \times C = C \rightarrow C_o = C(1 - 0.07T)$$

بطور مثال اگر ضریب زلزله سازه ما  $C=0.38$  و  $T=2$  باشد، ضریب زلزله جدید  $C=0.38(-0.07 \times 2)=0.26$  را تحت بار مثلا **EX** و **EY** به صورت **USER COEFFICIENT** به برنامه معرفی می شود و نیروی شلاقی بصورت دستی محاسبه شده و تحت بار جدیدی مثلا **FTX** و **FTY** و از نوع **USER LOADS** تعریف شده و فقط برای طبقه پشت بام در مرکز جرم اعمال می شود.

در ادامه در ترکیب بارهائی که نیروی های زلزله **EX** و **EY** دخالت دارند، دو نیروی جدید **FTX** و **FTY** را هم اضافه می کنیم، مثلا: **D+L+EX+FTX** و یا **D+L-EX-FTX** و یا **D+L+EY+FTY** و یا **D+L-EY-FTY**

۸-۷-۳- تلفیقی از **USER COEFFICIENT** و **USER LOADS**:

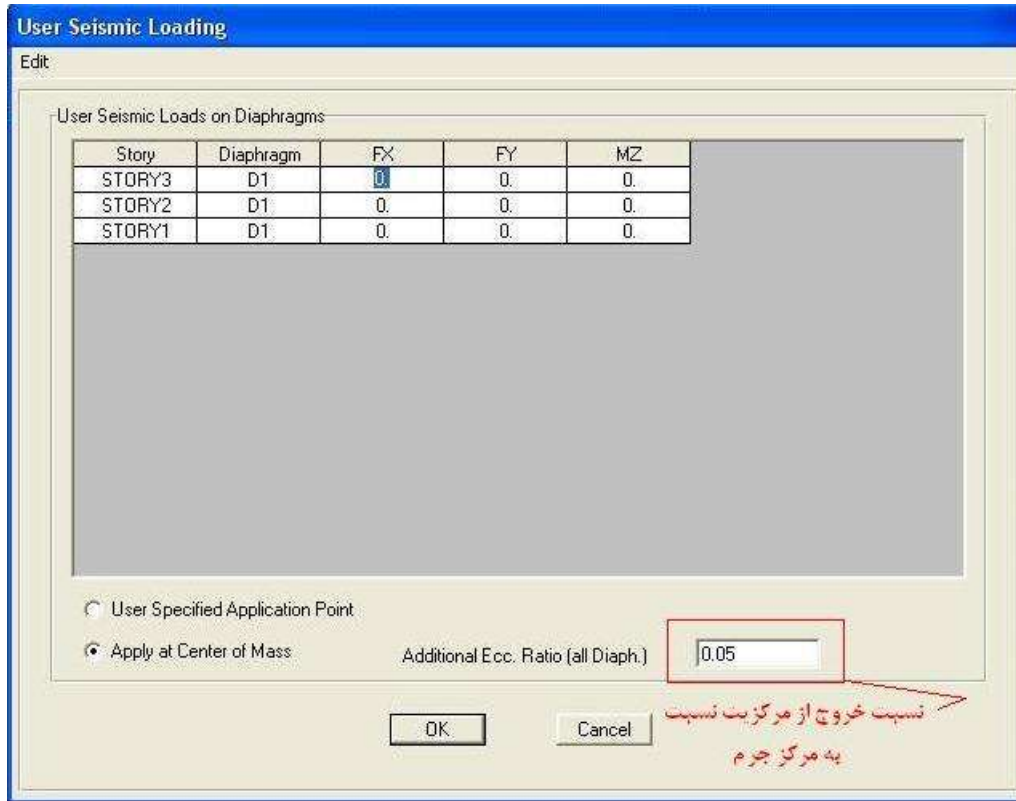
ابتدا یک آنالیز با استفاده از **USER COEFFICIENT** انجام داده که بعد از آنالیز، برنامه برش پایه و نیروهای تقسیم شده بین طبقات را محاسبه می کند. با استفاده از این نیروها می توان نیروی زلزله هر طبقه را با در نظر گرفتن اثر نیروی شلاقی را به صورت دستی محاسبه کرده و آنها را به صورت **USER LOADS** به برنامه معرفی کرد.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۱۴

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد



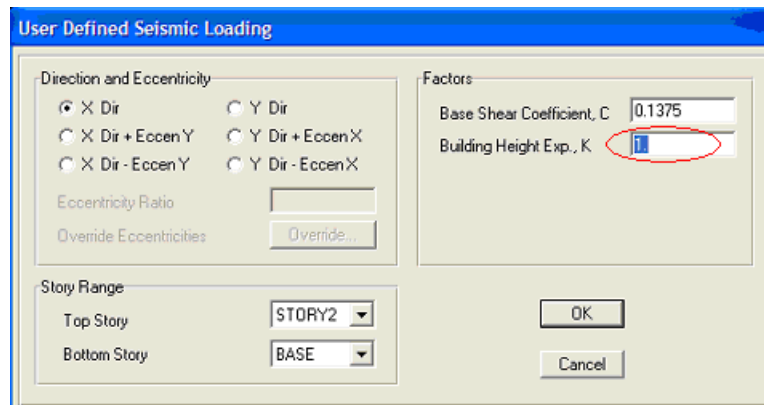
لازم به توزیع است ، هر عملی که باعث تغییر جرم و در نتیجه نیروی زلزله شود، ما را ملزم به اصلاح نیروهای وارد شده می کند.

۸-۷-۴- استفاده از User Coefficient اصلاح شده :

در برنامه ETABS هنگام استفاده از حالت User Coefficient برای تعریف نیروی زلزله، فرمول  $F$  به صورت زیر می باشد:

$$F_i = (V_b - F_t) \left( \frac{W_i H_i^k}{\sum W_i H_i^k} \right)$$

ملاحظه می شود که در رابطه فوق روی  $H$  توان  $k$  وجود دارد و مقدار آن هم در زمان استفاده از User Coefficient وارد می شود.



# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۱۵

حال اگر مقدار  $k$  را از رابطه  $k = 0.5T + 0.75$  محاسبه کرده و آن را به برنامه معرفی نماییم، ضریب زلزله اصلاح می شود. در ضمن یادآور می شود که این روش تقریبی است. البته شاید در آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش در حال تهیه از این روش استفاده گردد.

## ۹- نکاتی از تحلیل دینامیکی طیفی:

- میرایی سازه های معمولی را 0.05 فرض می کنیم.

- برای جمع آثار مدها از روش ترکیب مربعی کامل (CQC) استفاده می کنیم. روش CQC همانند روش جذر مجموع مربعات (SRSS) می باشد ولی در روش CQC اثر میرایی مدها نیز لحاظ خواهد شد. اگر میرایی مدی برای همه مدها صفر در نظر گرفته می شد، نتایج جمع آثار CQC و SRSS باهم برابر می شدند.

- جهت های  $U1$  و  $U2$  در حالت پیشفرض به ترتیب بر محورهای  $X$  و  $Y$  منطبق می باشند. با معرفی زاویه Excitation angle می توان زاویه بین محور محلی  $U$  و محور سراسری  $X$  را مشخص کرد. در ناحیه Directional Combination می توان طیف دو جهت متعامد را مشخص کرد. کاربرد این گزینه برای سازه های نامنظم در پلان می باشد که می توان زلزله هر جهت را با ۳۰٪ زلزله متعامد آن جمع کرد. این گزینه در صورت فعال کردن طیف دو جهت  $U1$  و  $U2$  کاربرد دارد. البته به طور کلی از این روش برای سازه های نامنظم استفاده نمی شود (این مورد در ترکیب بارها اعمال می شود).

- در روش طیفی نیازی به در نظر گرفتن پیچش تصادفی مثبت و منفی با هم نمی باشد، زیرا در تحلیل طیفی با توجه به مثبت بودن پاسخ ها، نیازی به در نظر گرفتن پیچش تصادفی منفی نیست.

- معمولاً در تحلیل دینامیکی طیفی، برش پایه دینامیکی از استاتیکی کمتر می شود. طبق آیین نامه ۲۸۰۰، استفاده از برش پایه دینامیکی کمتر از برش پایه استاتیکی غیر مجاز است و باید برش پایه دینامیکی به نسبت برش پایه استاتیکی، افزایش یابد. برای این منظور باید به ضوابط بند ۲-۴-۲-۴ صفحه ۳۲ و ۳۳ آیین نامه ۲۸۰۰ مراجعه کرد.

- بدلیل اینکه در تحلیل طیفی تمام نتایج مثبت هستند امکان استفاده از عکس العمل های تکیه گاهی برای طراحی پی وجود نداشته و باید از نتایج تحلیل استاتیکی معادل بهره گیریم.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه : ۱۶

## ۱۰- تنظیمات بار زنده کاهش پذیر :

مبحث ششم مقررات ملی، کاهش بار زنده را هم برای تیرها و هم برای ستون ها در نظر گرفته است. بار زنده کاهش پذیر برای تیرها تابعی از سطح بارگیر آنها و برای ستون ها هم براساس سطح بارگیر و هم براساس تعداد طبقات روی هر ستون، هر کدام که بیشتر بود در نظر گرفته می شود. در برنامه امکان در نظرگیری همزمان کاهش بار زنده براساس سطح بارگیر و شماره طبقه وجود ندارد. برخی از مهندسين پیشنهاد می کنند که از کاهش سربار زنده برای تیرها صرفنظر شود و برای ستون ها نیز از گزینه **User Defined By Stories Supported** استفاده شود. لازم به ذکر می باشد که کاهش بار زنده برای بامها و پارکینگ ها مجاز نمی باشد.

۱-۱۰- تنظیم پارامتر کاهش بار زنده بر اساس سطح بارگیر : برای این منظور باید منحنی کاهش بار زنده را برای هر نسبت  $\frac{DL}{LL}$  براساس رابطه ی  $R = 100 \left( 0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}} \right)$  به برنامه معرفی نماییم. برنامه برای نسبت هایی که روی منحنی قرار نمی گیرد از درونیایی خطی استفاده می کند. برای اکثر پروژه ها تعریف ۲ منحنی کاهش بار زنده برای نسبت های  $\frac{DL}{LL}$  برابر ۰.۱ و ۱.۰ از دقت کافی برخوردار است. در ضمن کاهش سربار بار زنده در برنامه باید به صورت ضریب کاهش سربار (1-R) معرفی شود و نه به صورت میزان کاهش (R). برای این منظور می توان از جدول زیر استفاده کرد و نقاط زیر را به برنامه معرفی کرد:

سطح بارگیر (Trib Area)	۱	۱۸	۳۰	۵۰	۷۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰
کاهش ضریب سربار زنده ( Reduction Factor)	۱	۱	۰.۸۵	۰.۷۲	۰.۶۶	۰.۶۰	۰.۵۷	۰.۵۴	۰.۵۱	۰.۵

این اعداد باید در قسمت **User Defined Curves (By Trib Area)** و کلیک بر روی **Define** از پنجره **Live Load Reduction** به برنامه معرفی شود.

۱-۲- تنظیم پارامتر کاهش بار زنده بر اساس طبقه : برای این منظور باید از گزینه **User Defined By Stories Supported** و کلیک بر دکمه **Define** از پنجره **Live Load Reduction** استفاده کرد و مقادیر کاهش سربار طبقات را به برنامه معرفی کرد.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۱۷

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

## ۱۱- ترکیبات بار طراحی در سازه ها :

۱-۱۱- ترکیب بارهای طراحی برای سازه های فولادی در طراحی به روش تنش مجاز :

- اگر بار زنده کاهش پذیر نداشتهیم، بار RL از تمامی ترکیبات بار زیر حذف می شود.
  - در طراحی سازه هایی که بار جانبی توسط قاب خمشی تحمل می شود و با توجه به ردیف ب بند ۲-۴ آیین نامه استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش سوم)، باید تمام ستون ها صد درصد نیروی زلزله در هر امتداد با ۳۰ درصد نیروی زلزله امتداد دیگر به جزء مورد ذکر شده در تبصره این بند، ترکیب شود.
  - ترکیبات بار زیر حالت کلی داشته و با توجه به برخی شرایط مثل عدم در نظر گرفتن خروج از مرکزیت نیروی زلزله ( $E_{xp}$  و  $E_{xn}$  و  $E_{yp}$  و  $E_{yn}$ )، می توان برخی از ترکیب بارهای زیر را حذف کرد.
  - ترکیب بارهایی که مربوط به بالکن می باشد، فقط باید در طراحی بالکن شرکت داد و در طراحی سازه باید آنها را از حالت انتخاب خارج کرد.
  - در برخی موارد که نیاز به ترکیب ۱۰۰ درصد نیروی زلزله با ۳۰ درصد نیروی زلزله جهت دیگر می باشد، می توان در ترکیبات بار از ضرب عدد ۰.۳ برای نیروی زلزله جهت دیگر خودداری نموده و در عوض هنگام تعریف بارهای استاتیکی، مقدار ضریب برش پایه را در عدد ۰.۳ ضرب کرد. در ترکیب بارهای زیر از این روش استفاده نشده است.
- ترکیبات بار با در نظر گرفتن موارد بالا به صورت زیر تعریف می شود :

COMB1: D

COMB2: D + L + RL

COMB3: D + L + RL + EXP + 0.3EY + 0.3EZ

COMB4: D + L + RL + EXP + 0.3EY - 0.3EZ

COMB5: D + L + RL + EXP - 0.3EY + 0.3EZ

COMB6: D + L + RL + EXP - 0.3EY - 0.3EZ

COMB7: D + L + RL - EXP + 0.3EY + 0.3EZ

COMB8: D + L + RL - EXP + 0.3EY - 0.3EZ

COMB9: D + L + RL - EXP - 0.3EY + 0.3EZ

COMB10: D + L + RL - EXP - 0.3EY - 0.3EZ

COMB11: D + L + RL + EXN + 0.3EY + 0.3EZ

COMB12: D + L + RL + EXN + 0.3EY - 0.3EZ

COMB13: D + L + RL + EXN - 0.3EY + 0.3EZ

COMB14: D + L + RL + EXN - 0.3EY - 0.3EZ

COMB15: D + L + RL - EXN + 0.3EY + 0.3EZ

COMB16: D + L + RL - EXN + 0.3EY - 0.3EZ

COMB17: D + L + RL - EXN - 0.3EY + 0.3EZ

COMB18: D + L + RL - EXN - 0.3EY - 0.3EZ

COMB19: D + L + RL + EYP + 0.3EX + 0.3EZ

COMB20: D + L + RL + EYP + 0.3EX - 0.3EZ

COMB21: D + L + RL + EYP - 0.3EX + 0.3EZ

COMB22: D + L + RL + EYP - 0.3EX - 0.3EZ

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۱۸

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

COMB23:  $D + L + RL - EYP + 0.3EX + 0.3EZ$

COMB24:  $D + L + RL - EYP + 0.3EX - 0.3EZ$

COMB25:  $D + L + RL - EYP - 0.3EX + 0.3EZ$

COMB26:  $D + L + RL - EYP - 0.3EX - 0.3EZ$

COMB27:  $D + L + RL + EYN + 0.3EX + 0.3EZ$

COMB28:  $D + L + RL + EYN + 0.3EX - 0.3EZ$

COMB29:  $D + L + RL + EYN - 0.3EX + 0.3EZ$

COMB30:  $D + L + RL + EYN - 0.3EX - 0.3EZ$

COMB31:  $D + L + RL - EYN + 0.3EX + 0.3EZ$

COMB32:  $D + L + RL - EYN + 0.3EX - 0.3EZ$

COMB33:  $D + L + RL - EYN - 0.3EX + 0.3EZ$

COMB34:  $D + L + RL - EYN - 0.3EX - 0.3EZ$

COMB35:  $D + L + RL + 0.3EXP + 0.3EY + EZ$

COMB36:  $D + L + RL + 0.3EXP + 0.3EY - EZ$

COMB37:  $D + L + RL + 0.3EXP - 0.3EY + EZ$

COMB38:  $D + L + RL + 0.3EXP - 0.3EY - EZ$

COMB39:  $D + L + RL - 0.3EXP + 0.3EY + EZ$

COMB40:  $D + L + RL - 0.3EXP + 0.3EY - EZ$

COMB41:  $D + L + RL - 0.3EXP - 0.3EY + EZ$

COMB42:  $D + L + RL - 0.3EXP - 0.3EY - EZ$

COMB43:  $D + L + RL + 0.3EXN + 0.3EY + EZ$

COMB44:  $D + L + RL + 0.3EXN + 0.3EY - EZ$

COMB45:  $D + L + RL + 0.3EXN - 0.3EY + EZ$

COMB46:  $D + L + RL + 0.3EXN - 0.3EY - EZ$

COMB47:  $D + L + RL - 0.3EXN + 0.3EY + EZ$

COMB48:  $D + L + RL - 0.3EXN + 0.3EY - EZ$

COMB49:  $D + L + RL - 0.3EXN - 0.3EY + EZ$

COMB50:  $D + L + RL - 0.3EXN - 0.3EY - EZ$

COMB51:  $D + L + RL + 0.3EYP + 0.3EX + EZ$

COMB52:  $D + L + RL + 0.3EYP + 0.3EX - EZ$

COMB53:  $D + L + RL + 0.3EYP - 0.3EX + EZ$

COMB54:  $D + L + RL + 0.3EYP - 0.3EX - EZ$

COMB55:  $D + L + RL - 0.3EYP + 0.3EX + EZ$

COMB56:  $D + L + RL - 0.3EYP + 0.3EX - EZ$

COMB57:  $D + L + RL - 0.3EYP - 0.3EX + EZ$

COMB58:  $D + L + RL - 0.3EYP - 0.3EX - EZ$

COMB59:  $D + L + RL + 0.3EYN + 0.3EX + EZ$

COMB60:  $D + L + RL + 0.3EYN + 0.3EX - EZ$

COMB61:  $D + L + RL + 0.3EYN - 0.3EX + EZ$

COMB62:  $D + L + RL + 0.3EYN - 0.3EX - EZ$

COMB63:  $D + L + RL - 0.3EYN + 0.3EX + EZ$

COMB64:  $D + L + RL - 0.3EYN + 0.3EX - EZ$

COMB65:  $D + L + RL - 0.3EYN - 0.3EX + EZ$

COMB66:  $D + L + RL - 0.3EYN - 0.3EX - EZ$

پ

COMB67:  $0.85D + EXP + 0.3EY + 0.3EZ$

COMB68:  $0.85D + EXP + 0.3EY - 0.3EZ$

COMB69:  $0.85D + EXP - 0.3EY + 0.3EZ$

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۱۹

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

COMB70:  $0.85D + EXP - 0.3EY - 0.3EZ$

COMB71:  $0.85D - EXP + 0.3EY + 0.3EZ$

COMB72:  $0.85D - EXP + 0.3EY - 0.3EZ$

COMB73:  $0.85D - EXP - 0.3EY + 0.3EZ$

COMB74:  $0.85D - EXP - 0.3EY - 0.3EZ$

COMB75:  $0.85D + EXN + 0.3EY + 0.3EZ$

COMB76:  $0.85D + EXN + 0.3EY - 0.3EZ$

COMB77:  $0.85D + EXN - 0.3EY + 0.3EZ$

COMB78:  $0.85D + EXN - 0.3EY - 0.3EZ$

COMB79:  $0.85D - EXN + 0.3EY + 0.3EZ$

COMB80:  $0.85D - EXN + 0.3EY - 0.3EZ$

COMB81:  $0.85D - EXN - 0.3EY + 0.3EZ$

COMB82:  $0.85D - EXN - 0.3EY - 0.3EZ$

COMB83:  $0.85D + EYP + 0.3EX + 0.3EZ$

COMB84:  $0.85D + EYP + 0.3EX - 0.3EZ$

COMB85:  $0.85D + EYP - 0.3EX + 0.3EZ$

COMB86:  $0.85D + EYP - 0.3EX - 0.3EZ$

COMB87:  $0.85D - EYP + 0.3EX + 0.3EZ$

COMB88:  $0.85D - EYP + 0.3EX - 0.3EZ$

COMB89:  $0.85D - EYP - 0.3EX + 0.3EZ$

COMB90:  $0.85D - EYP - 0.3EX - 0.3EZ$

COMB91:  $0.85D + EYN + 0.3EX + 0.3EZ$

COMB92:  $0.85D + EYN + 0.3EX - 0.3EZ$

COMB93:  $0.85D + EYN - 0.3EX + 0.3EZ$

COMB94:  $0.85D + EYN - 0.3EX - 0.3EZ$

COMB95:  $0.85D - EYN + 0.3EX + 0.3EZ$

COMB96:  $0.85D - EYN + 0.3EX - 0.3EZ$

COMB97:  $0.85D - EYN - 0.3EX + 0.3EZ$

COMB98:  $0.85D - EYN - 0.3EX - 0.3EZ$

COMB99:  $0.85D + 0.3EXP + 0.3EY + EZ$

COMB100:  $0.85D + 0.3EXP + 0.3EY - EZ$

COMB101:  $0.85D + 0.3EXP - 0.3EY + EZ$

COMB102:  $0.85D + 0.3EXP - 0.3EY - EZ$

COMB103:  $0.85D - 0.3EXP + 0.3EY + EZ$

COMB104:  $0.85D - 0.3EXP + 0.3EY - EZ$

COMB105:  $0.85D - 0.3EXP - 0.3EY + EZ$

COMB106:  $0.85D - 0.3EXP - 0.3EY - EZ$

COMB107:  $0.85D + 0.3EXN + 0.3EY + EZ$

COMB108:  $0.85D + 0.3EXN + 0.3EY - EZ$

COMB109:  $0.85D + 0.3EXN - 0.3EY + EZ$

COMB110:  $0.85D + 0.3EXN - 0.3EY - EZ$

COMB111:  $0.85D - 0.3EXN + 0.3EY + EZ$

COMB112:  $0.85D - 0.3EXN + 0.3EY - EZ$

COMB113:  $0.85D - 0.3EXN - 0.3EY + EZ$

COMB114:  $0.85D - 0.3EXN - 0.3EY - EZ$

COMB115:  $0.85D + 0.3EYP + 0.3EX + EZ$



# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه : ۲۰

$$\text{COMB116: } 0.85D + 0.3EYP + 0.3EX - EZ$$

$$\text{COMB117: } 0.85D + 0.3EYP - 0.3EX + EZ$$

$$\text{COMB118: } 0.85D + 0.3EYP - 0.3EX - EZ$$

$$\text{COMB119: } 0.85D - 0.3EYP + 0.3EX + EZ$$

$$\text{COMB120: } 0.85D - 0.3EYP + 0.3EX - EZ$$

$$\text{COMB121: } 0.85D - 0.3EYP - 0.3EX + EZ$$

$$\text{COMB122: } 0.85D - 0.3EYP - 0.3EX - EZ$$

$$\text{COMB123: } 0.85D + 0.3EYN + 0.3EX + EZ$$

$$\text{COMB124: } 0.85D + 0.3EYN + 0.3EX - EZ$$

$$\text{COMB125: } 0.85D + 0.3EYN - 0.3EX + EZ$$

$$\text{COMB126: } 0.85D + 0.3EYN - 0.3EX - EZ$$

$$\text{COMB127: } 0.85D - 0.3EYN + 0.3EX + EZ$$

$$\text{COMB128: } 0.85D - 0.3EYN + 0.3EX - EZ$$

$$\text{COMB129: } 0.85D - 0.3EYN - 0.3EX + EZ$$

$$\text{COMB130: } 0.85D - 0.3EYN - 0.3EX - EZ$$

۱۱-۲- ترکیب بارهای طراحی برای سازه های فولادی در طراحی به روش حالات حدی :

- اگر بار زنده کاهش پذیر نداشتیم، بار RL از تمامی ترکیبات بار زیر حذف می شود.
- در طراحی سازه هایی که بار جانبی توسط قاب خمشی تحمل می شود و با توجه به ردیف ب بند ۲-۴ آیین نامه استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش سوم)، باید تمام ستون ها صددرصد نیروی زلزله در هر امتداد با ۳۰ درصد نیروی زلزله امتداد دیگر به جز مورد ذکر شده در تبصره این بند، ترکیب شود.
- ترکیبات بار زیر حالت کلی داشته و با توجه به برخی شرایط مثل عدم در نظر گرفتن خروج از مرکزیت نیروی زلزله ( $E_{xp}$  و  $E_{xn}$  و  $E_{yp}$  و  $E_{yn}$ )، می توان برخی از ترکیب بارهای زیر را حذف کرد.
- ترکیب بارهایی که مربوط به بالکن می باشد، فقط باید در طراحی بالکن شرکت داد و در طراحی سازه باید آنها را از حالت انتخاب خارج کنیم.
- در برخی موارد که نیاز به ترکیب ۱۰۰ درصد نیروی زلزله با ۳۰ درصد نیروی زلزله جهت دیگر می باشد، می توان در ترکیبات بار از ضرب عدد ۰.۳ برای نیروی زلزله جهت دیگر خودداری نموده و در عوض هنگام تعریف بارهای استاتیکی، مقدار ضریب برش پایه را در عدد ۰.۳ ضرب کرد. در ترکیب بارهای زیر از این روش استفاده نشده است.
- در این حالت طراحی علاوه بر متفاوت بودن ضرایب بارهای ثقلی و جانبی با طراحی به روش تنش مجاز، حالت باری از نوع Notional یا بار حین ساخت را نیز داریم که باید برای ملحوظ کردن آنها، این بارها را با رعایت علامت جبری به ترکیب بارها اضافه کرد. لازم به یادآوری می باشد که این بارها فقط و فقط در ترکیب بارهایی اضافه می شود که بارهای ثقلی حضور دارند یعنی ترکیب بارهای زیر :

$$1.4D+1.4NDx \quad , \quad 1.4D-1.4NDx$$

$$1.4D+1.4NDy \quad , \quad 1.4D-1.4NDy$$

$$1.25D + 1.5L + 1.25NDx + 1.5NLx$$

$$1.25D + 1.5L - 1.25NDx - 1.5NLx$$

$$1.25D + 1.5L + 1.25NDy + 1.5NLy$$

$$1.25D + 1.5L - 1.25NDy - 1.5NLy$$



# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه : ۲۱

که در این ترکیب بارها مثلا علامت NDX مربوط به بار حین ساخت مربوط به بار مرده جهت X می باشد.

در ضمن ترکیب بارهای مثلا  $1.25D + 1.5L + 1.25NDX - 1.5NLX$  و یا  $1.25D + 1.5L - 1.25NDX + 1.5NLX$  ترکیب بار بحرانی ای نمی توانند باشند ولذا از این ترکیب بارها صرفنظر می شود.

ترکیبات بار با درنظر گرفتن موارد بالا به صورت زیر تعریف می شود که اکثر ترکیب بارها شبیه ترکیب بارهای آبا می باشد :

MDA1:	1.4D + 1.4NDX
MDA2:	1.4D - 1.4NDX
MDA3:	1.4D + 1.4NDY
MDA4:	1.4D - 1.4NDY
MDA5:	1.25D + 1.5L + 1.5 RL + 1.25NDX + 1.25 NLX
MDA6:	1.25D + 1.5L + 1.5 RL - 1.25NDX - 1.25 NLX
MDA7:	1.25D + 1.5L + 1.5 RL + 1.25NDY + 1.25 NLY
MDA8:	1.25D + 1.5L + 1.5 RL - 1.25NDY - 1.25 NLY
MDA9:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXP + 0.36EY + 0.36EZ
MDA10:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXP + 0.36EY - 0.36EZ
MDA11:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXP - 0.36EY + 0.36EZ
MDA12:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXP - 0.36EY - 0.36EZ
MDA13:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXP + 0.36EY + 0.36EZ
MDA14:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXP + 0.36EY - 0.36EZ
MDA15:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXP - 0.36EY + 0.36EZ
MDA16:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXP - 0.36EY - 0.36EZ
MDA17:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXN + 0.36EY + 0.36EZ
MDA18:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXN + 0.36EY - 0.36EZ
MDA19:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXN - 0.36EY + 0.36EZ
MDA20:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXN - 0.36EY - 0.36EZ
MDA21:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXN + 0.36EY + 0.36EZ
MDA22:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXN + 0.36EY - 0.36EZ
MDA23:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXN - 0.36EY + 0.36EZ
MDA24:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXN - 0.36EY - 0.36EZ
MDA25:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYP + 0.36EX + 0.36EZ
MDA26:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYP + 0.36EX - 0.36EZ
MDA27:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYP - 0.36EX + 0.36EZ
MDA28:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYP - 0.36EX - 0.36EZ
MDA29:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYP + 0.36EX + 0.36EZ
MDA30:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYP + 0.36EX - 0.36EZ
MDA31:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYP - 0.36EX + 0.36EZ
MDA32:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYP - 0.36EX - 0.36EZ
MDA33:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYN + 0.36EX + 0.36EZ
MDA34:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYN + 0.36EX - 0.36EZ
MDA35:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYN - 0.36EX + 0.36EZ
MDA36:	D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYN - 0.36EX - 0.36EZ
MDA37:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYN + 0.36EX + 0.36EZ
MDA38:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYN + 0.36EX - 0.36EZ
MDA39:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYN - 0.36EX + 0.36EZ
MDA40:	D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYN - 0.36EX - 0.36EZ
MDA41:	D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXP + 0.36EY + 1.2EZ
MDA42:	D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXP + 0.36EY - 1.2EZ
MDA43:	D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXP - 0.36EY + 1.2EZ
MDA44:	D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXP - 0.36EY - 1.2EZ
MDA45:	D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXP + 0.36EY + 1.2EZ
MDA46:	D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXP + 0.36EY - 1.2EZ
MDA47:	D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXP - 0.36EY + 1.2EZ

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۲۲

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

MDA48:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXP - 0.36EY - 1.2EZ$
MDA49:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXN + 0.36EY + 1.2EZ$
MDA50:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXN + 0.36EY - 1.2EZ$
MDA51:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXN - 0.36EY + 1.2EZ$
MDA52:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXN - 0.36EY - 1.2EZ$
MDA53:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXN + 0.36EY + 1.2EZ$
MDA54:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXN + 0.36EY - 1.2EZ$
MDA55:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXN - 0.36EY + 1.2EZ$
MDA56:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXN - 0.36EY - 1.2EZ$
MDA57:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYP + 0.36EX + 1.2EZ$
MDA58:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYP + 0.36EX - 1.2EZ$
MDA59:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYP - 0.36EX + 1.2EZ$
MDA60:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYP - 0.36EX - 1.2EZ$
MDA61:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYP + 0.36EX + 1.2EZ$
MDA62:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYP + 0.36EX - 1.2EZ$
MDA63:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYP - 0.36EX + 1.2EZ$
MDA64:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYP - 0.36EX - 1.2EZ$
MDA65:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYN + 0.36EX + 1.2EZ$
MDA66:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYN + 0.36EX - 1.2EZ$
MDA67:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYN - 0.36EX + 1.2EZ$
MDA68:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYN - 0.36EX - 1.2EZ$
MDA69:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYN + 0.36EX + 1.2EZ$
MDA70:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYN + 0.36EX - 1.2EZ$
MDA71:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYN - 0.36EX + 1.2EZ$
MDA72:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYN - 0.36EX - 1.2EZ$
MDA73:	$0.85D + 1.2EXP + 0.36EY + 0.36EZ$
MDA74:	$0.85D + 1.2EXP + 0.36EY - 0.36EZ$
MDA75:	$0.85D + 1.2EXP - 0.36EY + 0.36EZ$
MDA76:	$0.85D + 1.2EXP - 0.36EY - 0.36EZ$
MDA77:	$0.85D - 1.2EXP + 0.36EY + 0.36EZ$
MDA78:	$0.85D - 1.2EXP + 0.36EY - 0.36EZ$
MDA79:	$0.85D - 1.2EXP - 0.36EY + 0.36EZ$
MDA80:	$0.85D - 1.2EXP - 0.36EY - 0.36EZ$
MDA81:	$0.85D + 1.2EXN + 0.36EY + 0.36EZ$
MDA82:	$0.85D + 1.2EXN + 0.36EY - 0.36EZ$
MDA83:	$0.85D + 1.2EXN - 0.36EY + 0.36EZ$
MDA84:	$0.85D + 1.2EXN - 0.36EY - 0.36EZ$
MDA85:	$0.85D - 1.2EXN + 0.36EY + 0.36EZ$
MDA86:	$0.85D - 1.2EXN + 0.36EY - 0.36EZ$
MDA87:	$0.85D - 1.2EXN - 0.36EY + 0.36EZ$
MDA88:	$0.85D - 1.2EXN - 0.36EY - 0.36EZ$
MDA89:	$0.85D + 1.2EYP + 0.36EX + 0.36EZ$
MDA90:	$0.85D + 1.2EYP + 0.36EX - 0.36EZ$
MDA91:	$0.85D + 1.2EYP - 0.36EX + 0.36EZ$
MDA92:	$0.85D + 1.2EYP - 0.36EX - 0.36EZ$
MDA93:	$0.85D - 1.2EYP + 0.36EX + 0.36EZ$
MDA94:	$0.85D - 1.2EYP + 0.36EX - 0.36EZ$
MDA95:	$0.85D - 1.2EYP - 0.36EX + 0.36EZ$
MDA96:	$0.85D - 1.2EYP - 0.36EX - 0.36EZ$
MDA97:	$0.85D + 1.2EYN + 0.36EX + 0.36EZ$
MDA98:	$0.85D + 1.2EYN + 0.36EX - 0.36EZ$
MDA99:	$0.85D + 1.2EYN - 0.36EX + 0.36EZ$
MDA100:	$0.85D + 1.2EYN - 0.36EX - 0.36EZ$

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۲۳

MDA101:	$0.85D - 1.2EYN + 0.36EX + 0.36EZ$
MDA102:	$0.85D - 1.2EYN + 0.36EX - 0.36EZ$
MDA103:	$0.85D - 1.2EYN - 0.36EX + 0.36EZ$
MDA104:	$0.85D - 1.2EYN - 0.36EX - 0.36EZ$
MDA105:	$0.85D + 0.36EXP + 0.36EY + 1.2EZ$
MDA106:	$0.85D + 0.36EXP + 0.36EY - 1.2EZ$
MDA107:	$0.85D + 0.36EXP - 0.36EY + 1.2EZ$
MDA108:	$0.85D + 0.36EXP - 0.36EY - 1.2EZ$
MDA109:	$0.85D - 0.36EXP + 0.36EY + 1.2EZ$
MDA110:	$0.85D - 0.36EXP + 0.36EY - 1.2EZ$
MDA111:	$0.85D - 0.36EXP - 0.36EY + 1.2EZ$
MDA112:	$0.85D - 0.36EXP - 0.36EY - 1.2EZ$
MDA113:	$0.85D + 0.36EXN + 0.36EY + 1.2EZ$
MDA114:	$0.85D + 0.36EXN + 0.36EY - 1.2EZ$
MDA115:	$0.85D + 0.36EXN - 0.36EY + 1.2EZ$
MDA116:	$0.85D + 0.36EXN - 0.36EY - 1.2EZ$
MDA117:	$0.85D - 0.36EXN + 0.36EY + 1.2EZ$
MDA118:	$0.85D - 0.36EXN + 0.36EY - 1.2EZ$
MDA119:	$0.85D - 0.36EXN - 0.36EY + 1.2EZ$
MDA120:	$0.85D - 0.36EXN - 0.36EY - 1.2EZ$
MDA121:	$0.85D + 0.36EYP + 0.36EX + 1.2EZ$
MDA122:	$0.85D + 0.36EYP + 0.36EX - 1.2EZ$
MDA123:	$0.85D + 0.36EYP - 0.36EX + 1.2EZ$
MDA124:	$0.85D + 0.36EYP - 0.36EX - 1.2EZ$
MDA125:	$0.85D - 0.36EYP + 0.36EX + 1.2EZ$
MDA126:	$0.85D - 0.36EYP + 0.36EX - 1.2EZ$
MDA127:	$0.85D - 0.36EYP - 0.36EX + 1.2EZ$
MDA128:	$0.85D - 0.36EYP - 0.36EX - 1.2EZ$
MDA129:	$0.85D + 0.36EYN + 0.36EX + 1.2EZ$
MDA130:	$0.85D + 0.36EYN + 0.36EX - 1.2EZ$
MDA131:	$0.85D + 0.36EYN - 0.36EX + 1.2EZ$
MDA132:	$0.85D + 0.36EYN - 0.36EX - 1.2EZ$
MDA133:	$0.85D - 0.36EYN + 0.36EX + 1.2EZ$
MDA134:	$0.85D - 0.36EYN + 0.36EX - 1.2EZ$
MDA135:	$0.85D - 0.36EYN - 0.36EX + 1.2EZ$
MDA136:	$0.85D - 0.36EYN - 0.36EX - 1.2EZ$

۱۱-۳- ترکیب بارهای طراحی برای سازه های بتونی طبق آبا:

- اگر بار زنده کاهش پذیر نداشتهیم، بار RL از تمامی ترکیبات بار زیر حذف می شود.
- در طراحی سازه هایی که بار جانبی توسط قاب خمشی تحمل می شود و با توجه به ردیف ب بند ۲-۴- آیین نامه استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش سوم)، باید تمام ستون ها صد درصد نیروی زلزله در هر امتداد با ۳۰ درصد نیروی زلزله امتداد دیگر به جز مورد ذکر شده در تبصره این بند، ترکیب شود.
- ترکیبات بار زیر حالت کلی داشته و با توجه به برخی شرایط مثل عدم در نظر گرفتن خروج از مرکزیت نیروی زلزله ( $E_{xp}$  و  $E_{xn}$  و  $E_{yp}$  و  $E_{yn}$ )، می توان برخی از ترکیب بارهای زیر را حذف کرد.
- ترکیبات بار با در نظر گرفتن موارد بالا به صورت زیر تعریف می شود:

ABA1:	1.25D
ABA2:	$1.25D + 1.5L + 1.5 RL$
ABA3:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXP + 0.36EY + 0.36EZ$
ABA4:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXP + 0.36EY - 0.36EZ$

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۲۴

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

ABA5:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXP - 0.36EY + 0.36EZ$
ABA6:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXP - 0.36EY - 0.36EZ$
ABA7:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXP + 0.36EY + 0.36EZ$
ABA8:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXP + 0.36EY - 0.36EZ$
ABA9:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXP - 0.36EY + 0.36EZ$
ABA10:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXP - 0.36EY - 0.36EZ$
ABA11:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXN + 0.36EY + 0.36EZ$
ABA12:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXN + 0.36EY - 0.36EZ$
ABA13:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXN - 0.36EY + 0.36EZ$
ABA14:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EXN - 0.36EY - 0.36EZ$
ABA15:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXN + 0.36EY + 0.36EZ$
ABA16:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXN + 0.36EY - 0.36EZ$
ABA17:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXN - 0.36EY + 0.36EZ$
ABA18:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EXN - 0.36EY - 0.36EZ$
ABA19:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYP + 0.36EX + 0.36EZ$
ABA20:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYP + 0.36EX - 0.36EZ$
ABA21:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYP - 0.36EX + 0.36EZ$
ABA22:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYP - 0.36EX - 0.36EZ$
ABA23:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYP + 0.36EX + 0.36EZ$
ABA24:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYP + 0.36EX - 0.36EZ$
ABA25:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYP - 0.36EX + 0.36EZ$
ABA26:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYP - 0.36EX - 0.36EZ$
ABA27:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYN + 0.36EX + 0.36EZ$
ABA28:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYN + 0.36EX - 0.36EZ$
ABA29:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYN - 0.36EX + 0.36EZ$
ABA30:	$D + 1.2L + 1.2RL + 1.2EYN - 0.36EX - 0.36EZ$
ABA31:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYN + 0.36EX + 0.36EZ$
ABA32:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYN + 0.36EX - 0.36EZ$
ABA33:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYN - 0.36EX + 0.36EZ$
ABA34:	$D + 1.2L + 1.2RL - 1.2EYN - 0.36EX - 0.36EZ$
ABA35:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXP + 0.36EY + 1.2EZ$
ABA36:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXP + 0.36EY - 1.2EZ$
ABA37:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXP - 0.36EY + 1.2EZ$
ABA38:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXP - 0.36EY - 1.2EZ$
ABA39:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXP + 0.36EY + 1.2EZ$
ABA40:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXP + 0.36EY - 1.2EZ$
ABA41:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXP - 0.36EY + 1.2EZ$
ABA42:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXP - 0.36EY - 1.2EZ$
ABA43:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXN + 0.36EY + 1.2EZ$
ABA44:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXN + 0.36EY - 1.2EZ$
ABA45:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXN - 0.36EY + 1.2EZ$
ABA46:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EXN - 0.36EY - 1.2EZ$
ABA47:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXN + 0.36EY + 1.2EZ$
ABA48:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXN + 0.36EY - 1.2EZ$
ABA49:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXN - 0.36EY + 1.2EZ$
ABA50:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EXN - 0.36EY - 1.2EZ$
ABA51:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYP + 0.36EX + 1.2EZ$
ABA52:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYP + 0.36EX - 1.2EZ$
ABA53:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYP - 0.36EX + 1.2EZ$
ABA54:	$D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYP - 0.36EX - 1.2EZ$
ABA55:	$D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYP + 0.36EX + 1.2EZ$

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۲۵

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

ABA56:  $D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYP + 0.36EX - 1.2EZ$   
ABA57:  $D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYP - 0.36EX + 1.2EZ$   
ABA58:  $D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYP - 0.36EX - 1.2EZ$

ABA59:  $D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYN + 0.36EX + 1.2EZ$   
ABA60:  $D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYN + 0.36EX - 1.2EZ$   
ABA61:  $D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYN - 0.36EX + 1.2EZ$   
ABA62:  $D + 1.2L + 1.2RL + 0.36EYN - 0.36EX - 1.2EZ$

ABA63:  $D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYN + 0.36EX + 1.2EZ$   
ABA64:  $D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYN + 0.36EX - 1.2EZ$   
ABA65:  $D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYN - 0.36EX + 1.2EZ$   
ABA66:  $D + 1.2L + 1.2RL - 0.36EYN - 0.36EX - 1.2EZ$

ABA67:  $0.85D + 1.2EXP + 0.36EY + 0.36EZ$   
ABA68:  $0.85D + 1.2EXP + 0.36EY - 0.36EZ$   
ABA69:  $0.85D + 1.2EXP - 0.36EY + 0.36EZ$   
ABA70:  $0.85D + 1.2EXP - 0.36EY - 0.36EZ$

ABA71:  $0.85D - 1.2EXP + 0.36EY + 0.36EZ$   
ABA72:  $0.85D - 1.2EXP + 0.36EY - 0.36EZ$   
ABA73:  $0.85D - 1.2EXP - 0.36EY + 0.36EZ$   
ABA74:  $0.85D - 1.2EXP - 0.36EY - 0.36EZ$

ABA75:  $0.85D + 1.2EXN + 0.36EY + 0.36EZ$   
ABA76:  $0.85D + 1.2EXN + 0.36EY - 0.36EZ$   
ABA77:  $0.85D + 1.2EXN - 0.36EY + 0.36EZ$   
ABA78:  $0.85D + 1.2EXN - 0.36EY - 0.36EZ$

ABA79:  $0.85D - 1.2EXN + 0.36EY + 0.36EZ$   
ABA80:  $0.85D - 1.2EXN + 0.36EY - 0.36EZ$   
ABA81:  $0.85D - 1.2EXN - 0.36EY + 0.36EZ$   
ABA82:  $0.85D - 1.2EXN - 0.36EY - 0.36EZ$

ABA83:  $0.85D + 1.2EYP + 0.36EX + 0.36EZ$   
ABA84:  $0.85D + 1.2EYP + 0.36EX - 0.36EZ$   
ABA85:  $0.85D + 1.2EYP - 0.36EX + 0.36EZ$   
ABA86:  $0.85D + 1.2EYP - 0.36EX - 0.36EZ$

ABA87:  $0.85D - 1.2EYP + 0.36EX + 0.36EZ$   
ABA88:  $0.85D - 1.2EYP + 0.36EX - 0.36EZ$   
ABA89:  $0.85D - 1.2EYP - 0.36EX + 0.36EZ$   
ABA90:  $0.85D - 1.2EYP - 0.36EX - 0.36EZ$

ABA91:  $0.85D + 1.2EYN + 0.36EX + 0.36EZ$   
ABA92:  $0.85D + 1.2EYN + 0.36EX - 0.36EZ$   
ABA93:  $0.85D + 1.2EYN - 0.36EX + 0.36EZ$   
ABA94:  $0.85D + 1.2EYN - 0.36EX - 0.36EZ$

ABA95:  $0.85D - 1.2EYN + 0.36EX + 0.36EZ$   
ABA96:  $0.85D - 1.2EYN + 0.36EX - 0.36EZ$   
ABA97:  $0.85D - 1.2EYN - 0.36EX + 0.36EZ$   
ABA98:  $0.85D - 1.2EYN - 0.36EX - 0.36EZ$

ABA99:  $0.85D + 0.36EXP + 0.36EY + 1.2EZ$   
ABA100:  $0.85D + 0.36EXP + 0.36EY - 1.2EZ$   
ABA101:  $0.85D + 0.36EXP - 0.36EY + 1.2EZ$   
ABA102:  $0.85D + 0.36EXP - 0.36EY - 1.2EZ$

ABA103:  $0.85D - 0.36EXP + 0.36EY + 1.2EZ$   
ABA104:  $0.85D - 0.36EXP + 0.36EY - 1.2EZ$   
ABA105:  $0.85D - 0.36EXP - 0.36EY + 1.2EZ$   
ABA106:  $0.85D - 0.36EXP - 0.36EY - 1.2EZ$

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۲۶

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

ABA107:	$0.85D + 0.36EXN + 0.36EY + 1.2EZ$
ABA108:	$0.85D + 0.36EXN + 0.36EY - 1.2EZ$
ABA109:	$0.85D + 0.36EXN - 0.36EY + 1.2EZ$
ABA110:	$0.85D + 0.36EXN - 0.36EY - 1.2EZ$
ABA111:	$0.85D - 0.36EXN + 0.36EY + 1.2EZ$
ABA112:	$0.85D - 0.36EXN + 0.36EY - 1.2EZ$
ABA113:	$0.85D - 0.36EXN - 0.36EY + 1.2EZ$
ABA114:	$0.85D - 0.36EXN - 0.36EY - 1.2EZ$
ABA115:	$0.85D + 0.36EYP + 0.36EX + 1.2EZ$
ABA116:	$0.85D + 0.36EYP + 0.36EX - 1.2EZ$
ABA117:	$0.85D + 0.36EYP - 0.36EX + 1.2EZ$
ABA118:	$0.85D + 0.36EYP - 0.36EX - 1.2EZ$
ABA119:	$0.85D - 0.36EYP + 0.36EX + 1.2EZ$
ABA120:	$0.85D - 0.36EYP + 0.36EX - 1.2EZ$
ABA121:	$0.85D - 0.36EYP - 0.36EX + 1.2EZ$
ABA122:	$0.85D - 0.36EYP - 0.36EX - 1.2EZ$
ABA123:	$0.85D + 0.36EYN + 0.36EX + 1.2EZ$
ABA124:	$0.85D + 0.36EYN + 0.36EX - 1.2EZ$
ABA125:	$0.85D + 0.36EYN - 0.36EX + 1.2EZ$
ABA126:	$0.85D + 0.36EYN - 0.36EX - 1.2EZ$
ABA127:	$0.85D - 0.36EYN + 0.36EX + 1.2EZ$
ABA128:	$0.85D - 0.36EYN + 0.36EX - 1.2EZ$
ABA129:	$0.85D - 0.36EYN - 0.36EX + 1.2EZ$
ABA130:	$0.85D - 0.36EYN - 0.36EX - 1.2EZ$

## ۱۲- تنظیم پارامترهای لرزه ای :

۱۲-۱- تنظیمات پارامترهای لرزه ای در سازه های بتونی :

برای طراحی سازه های بتونی با تمامی آیین نامه های طراحی، نیازی به لحاظ کردن پارامترهای طراحی لرزه ای نمی باشد. پس در طراحی سازه های بتونی این تنظیمات غیر فعال می گردد (Do Not Include SpecialSiesmic Design Data).

۱۲-۲- تنظیمات پارامترهای لرزه ای در طراحی سازه های فولادی به روش تنش مجاز :

۱۲-۲-۱- با استفاده از آیین نامه AISC-ASD89 :

اگر طراحی سازه با استفاده از آیین نامه AISC-ASD صورت می گیرد، با توجه به اینکه این آیین نامه فاقد کنترل های لرزه ای می باشد، اگر هم تنظیماتی صورت گیرد، آن ضوابط کنترل نمی گردد و باید این ضوابط به صورت دستی کنترل گردد. در انتهای همین بخش روش کنترل دستی توضیح داده می شود.

۱۲-۲-۲- با استفاده از آیین نامه UBC-ASD89 :

اگر طراحی سازه با استفاده از این آیین نامه صورت گیرد، ضوابط لرزه ای این آیین نامه اعمال می گردد. بنابه برخی از تفاوت های موجود در ضوابط لرزه ای میان آیین نامه ۲۸۰۰ و مبحث دهم با آیین نامه UBC پیشنهاد می شود که پارامترهای لرزه ای در طراحی با این آیین نامه غیر فعال شود (Do Not Include SpecialSiesmic Design Data) و این ضوابط به صورت دستی که در زیر شرح خواهیم داد (بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ و مبحث دهم مقررات ملی) کنترل شود. لازم به توضیح می باشد که اگر ضوابط لرزه ای را توسط آیین نامه UBC برای سازه های فولادی کنترل کنیم، در برخی از پارامترها برنامه



# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۲۷

دچار اشتباه می شود مثلا اگر ترکیب باری به صورت  $(D+L+EPX+.3EY)$  داشته باشیم، برنامه در کنترل ترکیب بار ویژه از  $(D+L+EPX+EY)$  استفاده می کند که دست بالاست. البته می توان با تمهیداتی این مورد را نیز برطرف نمود. مثلا با معرفی بار زلزله جدیدی که ضریب بار زلزله آن در عدد  $0.3$  ضرب شده است. پس همواره پیشنهاد می گردد که این ضوابط به صورت دستی کنترل گردد.

لازم به توضیح است که اگر در طراحی سازه از آیین نامه UBC-ASD89 استفاده کنیم و ناحیه لرزه خیزی را Zone3 یا Zone4 قرار دهیم با وجود غیر فعال کردن ضوابط لرزه ای، این ضوابط به طور خودکار با تنظیمات پیشفرض آیین نامه کنترل می گردد و لذا اگر می خواهیم با وجود غیر فعال کردن ضوابط لرزه ای این پارامتر توسط برنامه کنترل نگردد، باید از Zone0 استفاده کنیم.

۱۲-۲-۳- کنترل دستی ضوابط لرزه ای (بار ویژه ستون ها) در برنامه :

- با توجه به اینکه در کنترل ترکیب بار ویژه ستون ها فقط اثر نیروی محوری در نظر گرفته شود، لذا برای کنترل این حالت، ترکیب بارهایی که در ادامه ذکر می شود را لحاظ کرده و برای خنثی کردن تاثیر لنگر خمشی، مقدار تنش مجاز خمشی حول هر دو محور ( $F_{b2}$  و  $F_{b3}$ ) را عدد بزرگی مثلا  $1 \times 10^8 \frac{kg}{cm^2}$  وارد می کنیم. دقت شود عدد وارده نباید خیلی بزرگ باشد (مثلا  $1 \times 10^{28}$ ) زیرا در این صورت برنامه هنگام تحلیل دچار ناپایداری عددی گشته و پیغام Warning را می دهد.

- اگر در بارگذاری سازه، ترکیب نیروی زلزله در دو جهت لازم باشد باید این مسئله در ترکیب بارها لحاظ شوند (طبق بندهای آیین نامه ۲۸۰۰). همچنین در صورت انجام تحلیل دینامیکی طیفی، ترکیبات بار ذیل برای حالت طیفی لحاظ شوند.

- برای مشاهده راحت تر نتایج کنترل ترکیب بارهای ویژه می توان در مدل سازه همه المان ها به غیر ستون ها را غیر فعال کرد (View → Set Building View Options...).

۱۲-۳-۲-۱- اگر از آیین نامه AISC-ASD98 برای طراحی سازه استفاده شده است، به جهت اینکه در برنامه افزایش ضریب  $1.33$  برای تنش مجاز در نظر گرفته می شود باید ضرایب بار در عدد افزایشده  $1.33$  ضرب شود تا اثر این افزایش تنش، خنثی گردد.

این ترکیبات بار طبق آیین نامه ۲۸۰۰ به شرح زیر می باشد:

$$\frac{1.33(D+0.7L+RL \pm \Omega_0 E)}{1.7} \leq F_a A \rightarrow 0.7843D + 0.5491L + 0.5491RL \pm 0.7843\Omega_0 E \leq F_a A$$
 برای فشار محوری :

$$\frac{0.85D \pm \Omega_0 E}{0.6} \leq F_y A \rightarrow 1.13D \pm 1.33\Omega_0 E \leq F_y A$$
 برای کشش محوری :

این ترکیبات بار طبق مبحث دهم مقررات ملی به شرح زیر می باشد:

$$1.33(.75D + 0.75L + 0.75RL \pm 0.75\Omega_0 E) \leq F_a A \rightarrow D + L + RL \pm \Omega_0 E \leq F_a A$$
 برای فشار محوری :

$$\frac{0.133(0.75D \pm 0.75\Omega_0 E)}{0.6} \leq F_y A \rightarrow 1.67D \pm 1.67\Omega_0 E \leq F_y A$$
 برای کشش محوری :

در آیین نامه ۲۸۰۰ مقدار  $\Omega_0$  برای تمام سازه ها برابر  $2.8$  و در مبحث دهم مقدار  $\Omega_0$  برای قاب های خمشی  $2.8$  و برای سازه های مختلط  $2.4$  و برای قابهای ساده مهاربندی شده  $2$  می باشد..

از مقایسه ترکیب بارهای ویژه طبق آیین نامه ۲۸۰۰ و مبحث دهم و با توجه به مقدار  $\Omega_0$  می توان ترکیب بارهای بحرانی را تشخیص داد و آنها را کنترل کرد و اگر این کار مقدور نبود باید همه ترکیب بارها کنترل گردد.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۲۸

مثال: ترکیب بارهای ویژه را طبق آیین نامه ۲۸۰۰ برای سازه ای که در پلان نامنظم می باشد و فاقد بار زنده کاهش پذیر می باشد را برای فشار محوری ایجاد نمایید. از خروج از مرکزیت مربوط به ۵٪ صرفنظر کنید. (چون پلان نامنظم می باشد لذا بارهای  $E_{nx}$  و  $E_{py}$  و  $E_{px}$  و  $E_{ny}$  را داریم).

$$\text{SCOMB1. } 0.7843D + 0.5491L + 2.2(E_x + 0.3E_y) = 0.7843D + 0.5491L + 2.2E_x + 0.66E_y$$

$$\text{SCOMB2. } 0.7841D + 0.5491L + 2.2E_x - 0.66E_y$$

$$\text{SCOMB3. } 0.7843D + 0.5491L - 2.2E_x + 0.66E_y$$

$$\text{SCOMB4. } 0.7841D + 0.5491L - 2.2E_x - 0.66E_y$$

$$\text{SCOMB5. } 0.7843D + 0.5491L + 2.2E_y + 0.66E_x$$

$$\text{SCOMB6. } 0.7841D + 0.5491L + 2.2E_y - 0.66E_x$$

$$\text{SCOMB7. } 0.7843D + 0.5491L - 2.2E_y + 0.66E_x$$

$$\text{SCOMB8. } 0.7841D + 0.5491L - 2.2E_y - 0.66E_x$$

۱۲-۲-۳-۲- اگر از آیین نامه UBC-ASD برای طراحی سازه استفاده شده است، لازم نیست که ترکیب بارها در عدد ۱.۳۳ ضرب شود.

۱۲-۳- تنظیمات پارامترهای لرزه ای در طراحی سازه های فولادی به روش حالات حدی:

اگر طراحی سازه های فولادی با استفاده از آیین نامه AISC-360-05 انجام پذیرد، این آیین نامه ضوابط لرزه ای را در نظر می گیرد. تنها اشکالی که در این حالت پیش می آید تفاوت موجود در ظرایب بین مبحث دهم و آیین نامه فوق می باشد. ترکیب بارهای ویژه این ۲ آیین نامه به صورت زیر می باشد:

ETABS موجود در AISC360-05	مبحث دهم
$(0.9 - 0.2S_{DS})DL \pm \Omega_0 Q_E$	$0.85D + 1.2\Omega_0 E$
$(1.2 + 0.2S_{DS})DL \pm \Omega_0 Q_E + 1.0LL$	$D + 1.2L + 1.2\Omega_0 E$

در رابطه های مربوط به آیین نامه آمریکا،  $S_{DS}$  شتاب طیفی طراحی برای لحاظ کردن مولفه قائم زلزله می باشد که چون در آیین نامه ۲۸۰۰ چنین چیزی وجود ندارد مقدار آن صفر منظور می شود و همچنین اگر ضریب  $\Omega_0$  مبحث دهم را در عدد ۱.۲ ضرب نماییم، نتیجه به صورت زیر می شود:

ETABS موجود در AISC360-05

ترکیب بارهای تشدید یافته مبحث دهم

$$0.9 DL \pm \Omega_0 Q_E$$

$$1.2 DL + 1.0LL \pm \Omega_0 Q_E$$



$$0.85D + \Omega_0 E$$

$$D + 1.2L + \Omega_0 E$$



# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۲۹

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

ملاحظه می شود که بارهای ویژه بدست آمده از آیین نامه آمریکا با مبحث دهم تفاوت بسیار کمی دارد. بنابراین پیشنهاد می شود که برای کنترل ترکیب بارهای ویژه از قابلیت خود برنامه با اصلاحاتی که روی شکل زیر مشخص است استفاده نمود :

## لحاظ الزامات طرح لرزه ای با استفاده از AISC 360-05

Special Seismic Data for Design Using American Codes

Use for Design:  
 Include Special Seismic Design Data  Do Not Include Special Seismic Design Data

Rho Factor (Reliability Factor based on Redundancy):  
 Program Calculated  User Defined (1)

DL Multiplier:  
 Program Default (0.2)  User Defined (1.0)

IBC2000 Seismic Design Category:  
 A, B or C  D, E or F

Lateral Force Resisting System Type:  
 Dual System  Other

Omega Factor (System Overstrength Factor):  
 Program Default (3.0)  User Defined (1.2)

Notes:  
1. The program calculated Rho Factor is determined based on the method described in Section 1617.2 of the 2000 International Building Code.  
2. The program calculated Rho Factor is reported as a part of the Building Output data.  
3. The Rho factor and the DL Multiplier are automatically applied to all program default design load combinations for the American codes (ACI, AISC, UBC). These factors must be applied manually by the user for other combinations.

1.2 ×  $\Omega_o$

OK Cancel

در تنظیم قسمت های IBC2000 Seismic Category و Lateral Load Resisting System Type تفاوتی نمی کند که کدام گزینه انتخاب شود.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۳۰

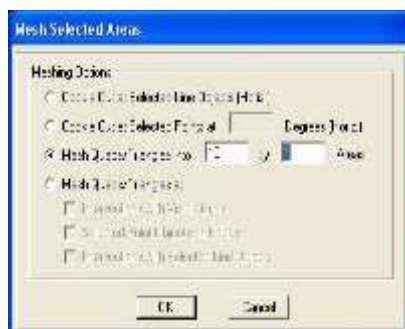
تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

## ۱۳- نکات مربوط به دیوار برشی :

### ۱۳-۱- تقسیم بندی دیوار

. اگر از نوع **Membrane** جهت دیوار برشی استفاده گردد، باید برای ارتباط بیشتر دیوار با پی، باید دیوار در راستای طولی تقسیم بندی شود. برای این منظور از منوی **Edit>Mesh Areas** تعداد تقسیم بندی را به نحوی در راستای طولی باید انجام دهیم تا طول تقسیمات طولی انجام شده حداکثر ۰.۵ متر گردد. هرچه شبکه بندی ریزتر باشد دقت محاسبات بالاتر خواهد رفت.



- اگر دیوار برشی از نوع **Shell** بود، باید تقسیم بندی در هر دو راستای طولی و عرضی انجام گیرد.

### ۱۳-۲- نامگذاری دیوار برشی و المان لبه ای :

ستون های المان مرزی دیوار برشی (ستون های کناری دیوار برشی) جزء دیوار هستند و طراحی آنها بر مبنای ضوابط ستون های بتنی لازم نیست. همچنین ضرایب ترک خوردگی ستون برای جهتی که دیوار برشی وجود دارد مثل دیوار برشی وارد می شود.

برای اینکه **Etabs** دیوارها و ستون های لبه ای دیوار را بصورت مجموعه ای واحد در نظر بگیرد و تحلیل بر اساس دیوار و ستون با هم باشد، می بایست به هر دو یک نام اختصاص داده شود.

نامگذاری ستون های کناری **Assign>Frame>Pier Label**

نامگذاری پوسته **Assign>Shell Area>Pier Label**

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۳۱

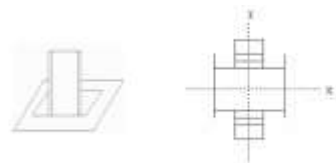
## ۱۴- تنظیم نوع اتصال تکیه گاه ستون ها :

### ۱۴-۱- نکاتی در مورد انتخاب نوع اتصال (گیردار و یا مفصلی) در سازه های فلزی:

انتخاب شرایط تکیه گاهی بستگی به نظر مهندس محاسب دارد. اما به طور کلی به جهت اینکه ایجاد گیرداری کامل اتصال ستون به کف ستون در عمل مشکل بوده و طراحی اینگونه کف ستونها نیاز به تمهیدات خاص دارد، از شرایط تکیه گاهی مفصلی استفاده می گردد. همچنین باید به این نکته توجه داشت که سخت کننده هایی که در اتصال استفاده می شوند صرفاً وظیفه افزایش ممان اینرسی و در نتیجه کاهش ضخامت کف ستون را به عهده دارند و برای گیردار سازی کف ستون نیاز به تمهیدات خاصی می باشد. در ضمن باید توجه داشت که برخی آیین نامه ها مثل آیین نامه AISC اتصالاتی را به صورت گیردار فرض می کند که حداقل ۹۰ درصد درجه صلبیت (به نسبت لنگر انتهایی حقیقی به لنگر گیرداری انتهایی در حالت کاملاً گیردار درجه صلبیت می گویند) داشته باشد. به عبارت دیگر در صورتی اتصالی به صورت کاملاً گیردار می باشد که در صورت رسیدن سازه به مقاومت نهایی مفاصل پلاستیک در محلی خارج از محل اتصال تشکیل گردند. پس می توان گفت در صورتی اتصال ستون به کف ستون به صورت گیردار می باشد که این اتصال برای برای بیشینه لنگر تحملی ستون طرح گردد. لذا با توجه به پروسه ای که اغلب مهندسی محاسب برای طراحی کف ستونها استفاده می کنند، قابل باور نیست که کف ستونها قابلیت تحمل لنگر فوق الذکر را داشته باشند. همچنین بایستی توجه داشت که تعیین دقیق درجه گیرداری اتصال ستون به کف ستون و پی به سادگی میسر نبوده و زمانی می توان این مجموعه را به صورت کاملاً گیردار فرض کرد که امکان انتقال ممان گیرداری موجود به فونداسیون میسر باشد. آیین نامه DIN آلمان دیتایل های ویژه ای را جهت این مورد اخیر ارائه می کند که نمونه هایی از آن را می توانید در کتاب "صفحات پای ستون" ترجمه "پرویز پارسی راد" مشاهده نمایید که این خود می تواند دلیلی بر صعوبت ایجاد گیرداری واقعی باشد. کافی است نحوه عملکرد اتصال ستونهای بتنی به فونداسیون را با ستونهای فولادی مقایسه گردد تا به درجه پایین سختی دورانی اتصال اخیر پی ببریم. لذا با توجه به توضیحات فوق بهتر است که اتصال پای ستون ها را به صورت مفصلی در نظر بگیریم.

حول محور X استیفر و حول محور Y لیسی می باشد.

حول محور X گیردار و حول محور Y مفصل قرار می دهید.



مثال گیرداری

### ۱۴-۲- تکیه گاه ستون ها در سازه های بتونی:

در سازه های بتونی، تکیه گاه ها از نوع گیردار در نظر گرفته می شود.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

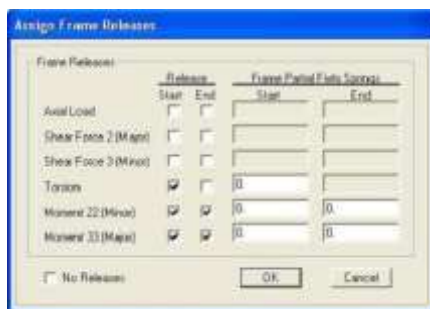
صفحه : ۳۲

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

## ۱۵- آزادسازی لنگر و پیچش برای تیرهای دوسرمفصل و توضیحاتی راجع به آن :

در اتصال تیر به تیر، می توان برای جلوگیری از از پیچش در اتصال تیر فرعی با تیرهای متقاطع، پیچش و لنگرهای دو انتهای آنها را آزاد کرد. در این رابطه فقط موضوعی که وجود دارد این است که آزادسازی پیچش (Torsion) دو انتهای تیر سبب ناپایداری می شود ولذا باید پیچش یک انتهای تیر را آزاد کرد.



## ۱۶- اختصاص دیافراگم صلب به سقف سازه :

در تحلیل سازه ها به جهت کاهش حجم محاسبات و افزایش سرعت تحلیل، سازه با فرض دیافراگم صلب تحلیل می شود. در اکثر سازه های معمولی، فرض دیافراگم صلب فرض صحیحی می باشد. ولی در سازه های دارای دیوار برشی به علت سختی جانبی زیاد به سختی درون صفحه ای دال کف، فرض دیافراگم صلب ممکن است صحیح نباشد (به خصوص در سازه های طویل و یا دارای درصد بازشو زیاد در پلان) برای همین همواره پیشنهاد می شود که این فرض (فرض صلب بودن کف) طبق آیین نامه ۲۸۰۰ کنترل شود. لازم به توضیح می باشد که اگر سقفی را صلب در نظر بگیریم، با توجه به اینکه تغییرمکان نقاط مختلف کف به هم وابسته و یکسان می شوند، لذا در این حالت نیروی محوری تیرهای داخل سقف صلب همگی صفر خواهند شد. اگر سقفی را انعطاف پذیر در نظر بگیریم، بسته به انعطاف پذیری سقف نیروی محوری تیرها نیز صفر نبوده و با افزایش انعطاف پذیری این نیروی محوری نیز افزایش می یابد.

## ۱۷- اختصاص نشست تکیه گاهی به تکیه گاه های سازه :

برای این منظور می توان از گزینه *Assign > Joint / Point Loads > Ground* استفاده کرده و نشست های تکیه گاهی را در پنجره باز شده اختصاص داد. لازم به توضیح است که با توجه به اینکه پی سازه ها معمولا طوری طرح می شوند که نشست های تکیه گاهی از حد مجاز بیشتر نشود، لذا نیاز به اعمال کردن نشست های تکیه گاهی در تحلیل سازه نمی باشد. (باتوجه به کوچکی مقادیر نشست تکیه گاهی)

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۳۳

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

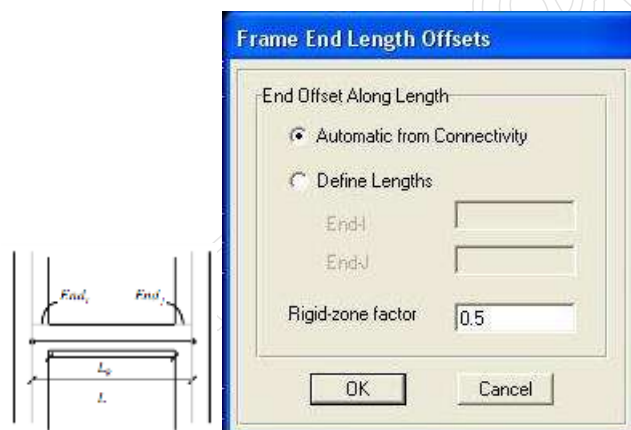
تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

## ۱۸- تنظیم طول ناحیه صلب و توضیحاتی راجح به آن :

اعضای سازه به صورت المان های خطی که در گره ها به هم متصل شده اند، مدل می شوند. وقتی که دو المان مثل تیر و ستون در یک گره به هم متصل می شوند، با توجه به اینکه این المان ها دارای بعد می باشند، در اتصال آنها مقداری هم پوشانی ایجاد می شوند. پس می توان گفت یک طول کلی (L) از گره ابتدایی تا گره انتهایی عضو داریم و یک طول انعطاف پذیر (LR) که با توجه به بعد واقعی المان ها ممکن است کوچکتر از طول کلی باشد. حال تحلیلی که Etabs بر پایه هندسه ترسیمی اعضای سازه و طول کلی آنها انجام می دهد، ممکن است که نتایج تغییر مکان سازه و نیروهای داخلی اعضاء را بیش از حد واقعی برآورد نماید که این امر به علت ابعاد بزرگتر اعضای سازه های بتونی، بیشتر است. راه حلی که در برنامه برای این امر وجود دارد، اختصاص ضریب ناحیه صلب انتهایی (Rigid-Zone Factor) می باشد. طول انعطاف پذیر LR به صورت زیر محاسبه می شود:

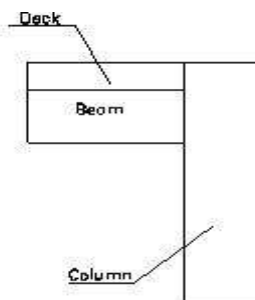
$$L_R = L - [(1 - \text{Rigid Zone Factor}) \times (\text{EndI} + \text{EndJ})]$$

در اختصاص نواحی صلب انتهایی در جعبه **Frame End Length Offsets** توصیه می شود به جای کل ناحیه صلب تنها نصف آن از طول انعطاف پذیر کسر شود یعنی ضریب ناحیه صلب انتهایی را برابر ۰.۵ در نظر بگیریم.



## ۱۹- ضریب کاهش وزن تیرهای بتونی در سازه های بتونی :

برنامه Etabs برای تقسیم بار سقف، فاصله مرکز تا مرکز تیرها را مبنا قرار می دهد اما بار واقعی از بر تیر تا بر تیر می باشد که باید وزن قسمتی از سقف که به مرکز تیرها می رسد را کاهش دهیم.



برای این منظور طبق روش زیر عمل می کنیم :

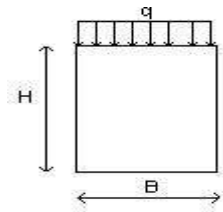
# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۳۴

وزن دال به طور کامل محاسبه می شود و در عوض وزن تیر را به نسبت ناحیه مشترک آن با دال کاهش می دهیم. در مورد ناحیه باقی مانده که بین تیر و ستون مشترک است، از تاثیر ناچیز آن چشم پوشی می کنیم. برای این منظور از یک ضریب کاهش وزن استفاده می کنیم. لازم به ذکر است که برای تیرهای داخلی و خارجی با توجه به نحوه اتصال به سقف، ضریب کاهش وزن متفاوت خواهد بود. برای تیرهای کناری که از یک طرف به سقف متصل هستند، میزان کاهش وزن کمتر خواهد بود که در عمل از این اختلاف چشم پوشی کرده و ضریب کاهش وزن یکسانی را به تمام تیرهای با ارتفاع یکسان در نظر می گیرند.



ضریب کاهش وزن تیرها با توجه به شکل فوق به صورت زیر بدست می آید:

وزن واحد طول تیر .....  $BH\gamma_c$

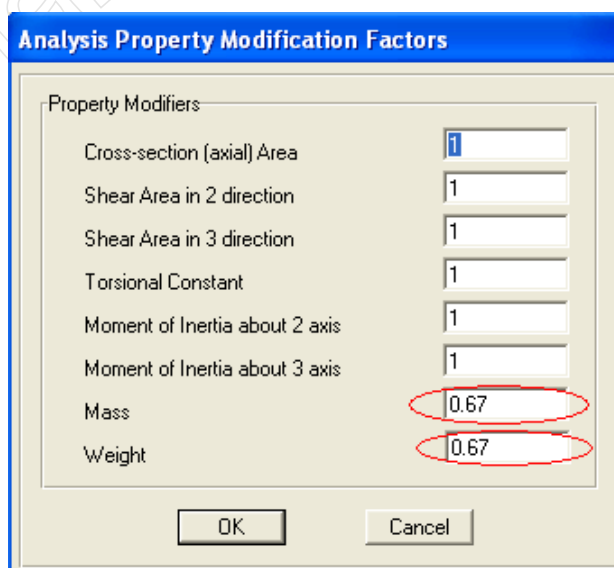
وزن واحد طول سقف .....  $qB$

ضریب کاهش .....  $\frac{BH\gamma_c - qB}{BH\gamma_c} = 1 - \frac{q}{H\gamma_c}$

که در این رابطه:  $q$  وزن واحد سقف (فقط تیرچه و دال) و  $H$  ارتفاع تیر و  $\gamma_c$  وزن واحد حجم بتون می باشد.

این رابطه برای تیرهای کناری که از یک طرف به سقف متصل هستند، به صورت  $1 - \frac{1}{2BH\gamma_c}$  می باشد.

بعزاز محاسبه ضریب کاهش آن را به جرم و وزن تیر اعمال می کنیم. (مطابق شکل زیر)



ناگفته نماند که به عقیده برخی از مهندسیین محاسب، به علت اجرای ضعیف سازه ها در کشورمان و در نظر گرفتن اثرات بارهای مرده پیش بینی نشده، بهتر است در جهت اطمینان از اصلاح وزن تیرها صرف نظر نمود.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۳۵

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

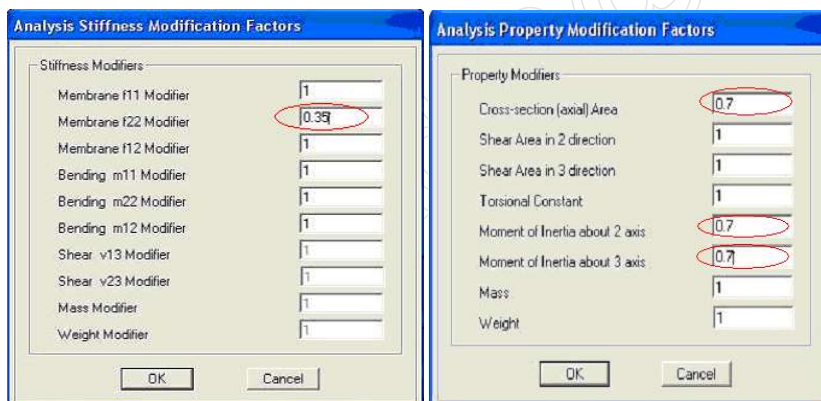
تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

## ۲۰- ضرایب ترک خوردگی دیوارها و تیرها و ستون های سازه های بتونی :

### ۲۰-۱- ضرایب ترک خوردگی دیوار برشی و ستون لبه ای دیوار برشی:

- در آیین نامه ۲۸۰۰ برای طراحی سازه، ترک خوردگی لنگر لختی برای دیوار ترک خورده همانند تیر ها ۰.۳۵ و برای دیوار ترک نخورده همانند ستون ها ۰.۷ منظور می گردد ولی مطابق بند ۹-۸-۰-۳ مبحث ۹ مقررات ملی چاپ ۸۵ سختی موثر دیوارها در همه حالات ۰.۳۵ می باشد. معیار ترک خوردگی دیوار رسیدن به تنش کششی  $0.2 f_c$  می باشد.

- ترک خوردگی دیوار باید به ستون های اطراف آن و المان های پوسته ای اعمال شود زیرا لنگر لختی دیوار حاصل جمع لنگر لختی ستون های انتهایی و المان های پوسته ای است. از آنجا که سختی دیوار در راستای طولی  $f_{22}$  می باشد و این سختی در راستای دیوار تامین کننده سختی خمشی آن (مساحت و لنگر لختی دیوار) است، بنابراین در دیوار ها ضریب ترک خوردگی باید به سختی غشایی  $f_{22}$  و در ستون های کناری به مساحت (Cross Section Area) و لنگر لختی Moment of inertia 2 , 3 axis اعمال نمود. لازم به یادآوری می باشد که نباید ضرایب ترک خوردگی اعضا را در منوی Assign و منوی Define با هم اعمال کرد چون اگر این کار صورت گیرد ضرایب در هم ضرب می شوند.



### ۲۰-۲- ضرایب ترک خوردگی ستون ها:

طبق آیین نامه آبا، باید اثر ترک خوردگی را باید به صورت سختی خمشی و پیچشی برای تیرها و سختی خمشی برای دو جهت در ستون ها اعمال نمود.



# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۳۶

## ۲۱- بارگذاری سازه و نکات مربوط به آن:

در تعریف مقطع سقف، در هنگام تعریف مصالح، ماده ی بتونی ای با وزن و جرم صفر تعریف کرده و آن را به را به سقف اختصاص دهیم و بار ناشی از وزن بتون سازه ای سقف را به صورت دستی در هنگام بارگذاری سازه اعمال نماییم.

بار زنده کف بالکن های طره ای ساختمان، باید برابر با بار کف اتاق هایی که به آن متصل می باشند در نظر گرفته شود ولی بهرحال مقدار آن نباید کمتر از  $300\text{kg/m}^2$  در نظر گرفته شود. چنانچه بالکن ها به عموان محل تجمع مورد استفاده قرار می گیرند، این بار باید حداقل برابر با  $500\text{kg/m}^2$  باید منظور گردد.

برای سطوحی از سقف که دارای بازشو هستند، می توان از حالت opening استفاده کرد. حالت opening سختی ندارد اما می تواند بار سطحی را تحمل نماید.

سعی شود با مقداری اغماض از مدلسازی تیرهای پله صرفنظر شود و پله به صورت دستی محاسبه شود.

جهت توزیع مناسب نیروهای ثقلی بین پلها، سقف را به صورت MEMBRANE معرفی کنید و در هنگام معرفی این المانها گزینه USE SPECIAL ONE-WAY LOAD DISTRIBUTION را (برای سقفهای تیرچه ای و کامپوزیت) را فعال کنید.

- اگر در سازه شما کاربریهای مختلف با درصد مشارکت مختلف در محاسبه وزن سازه وجود دارد، چند نوع بار زنده معرفی کنید و برای هر یک از این بارها درصد مشارکت را جداگانه وارد کنید.

## ۲۲- تنظیمات پارامترهای تحلیل سازه:

۲۲-۱- تنظیمات پارامترهای آنالیز دینامیکی: (با زدن دکمه Set Dynamic Parameters... و در جعبه Dynamic Analysis Parameters)

تعیین مدهای نوسان سازه: در تعیین تعداد مدهای نوسان، باید بند ۲-۴-۲-۲ آیین نامه ۲۸۰۰ را رعایت کرد. طبق آیین نامه ۲۸۰۰ می بایست ۳ برابر تعداد طبقات سازه به عنوان حداقل تعداد مود های بکار گرفته شده برای محاسبات آنالیز دینامیکی در نظر گرفت. آخرین مد می بایست دارای پریود دینامیکی کمتر از ۰.۴ ثانیه باشد و همچنین ضریب جذب جرم (مجموع ضرایب مشارکت جرمی مدها) می بایست از ۹۰٪ بیشتر شود. اگر ضریب تجمعی جرم در مد انتهایی از ۹۰٪ کمتر بود باید تعداد مدها را افزایش دهیم و مجدداً تحلیل سازه را انجام دهیم. مدی که دارای بیشترین ضریب مشارکت جرمی است باید دارای زمان تناوب بزرگتر از زمان تناوب بکاربرده شده برای نیروهای جانبی زلزله باشد (همان ۲۵. زمان تناوب تجربی). اگر این اتفاق نیفتاد باید محاسبات نیروی زلزله در جهت مربوطه با پریود تجربی بدست آمده از رابطه پیشنهادی آیین نامه تکرار شود و طیف موجود را که بر حسب B قبلی بود را اصلاح کرد.

۲۲-۲- تنظیمات پارامترهای  $P - \Delta$ : (با زدن دکمه Set P-Delta Parameters... در جعبه P-Delta Parameters)



# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۳۷

۲۲-۲-۱- برای اعمال اثر P-Delta از روش Iterative Based On Load Combination استفاده می کنیم. در این روش برنامه برای اعمال P-Delta از ترکیب بارهای حالات استاتیکی تعیین شده، استفاده می کند. این روش برای همه سازه ها به غیر از سازه هایی که در آنها بار ثقلی لحاظ نشده است، مناسب می باشد.

۲۲-۲-۲- در جعبه Maximum Iterations حداکثر تکرارهای سعی و خطا که برنامه می تواند با آن تعداد تکرار در تحلیل به همگرایی برسد، عدد ۵ مقدار مناسبی می باشد.

۲۰-۲-۲- مقدار پیشفرض  $1.000E-03$  برای تolerانس هم گرایی تغییر مکان برای قطع عملیات سعی و خطا در جعبه Relative Displacements-Tolerance مناسب می باشد.

۲۲-۲-۳- ترکیب بار  $P - \Delta$ : در این میان نظریات بسیاری در ارتباط با تعریف ترکیب بار اثر  $P - \Delta$  در طراحی سازه های بتونی آمده است. برای مثال ترکیب بار  $0.2D+0.5L$  در راهنمای برنامه Etabs اشاره شده است و یا ترکیبات بار  $0.2 D + L$  و  $0.75(0.4D + 0.7L)$  توسط برخی مهندسين به کارگیری می شود و یا در برخی از دفاتر مهندسی به اشتباه از ترکیب بار  $D(0.4R)$  و  $L(0.7R)$  استفاده می شود که این ترکیب بار صحیح نبوده و اصولاً نمی تواند نتایج درستی در تحلیل سازه داشته باشد زیرا مقادیر تغییر مکان جانبی به دست آمده از تحلیل استاتیکی معادل باید در ضریب  $0.4R$  ضرب شوند و نه ترکیب بار  $P - \Delta$ .

ولی آنچه در آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم برای ترکیب بار اثر  $P - \Delta$  در طراحی سازه های بتونی ذکر شده است، همان ترکیب بار حالت بهره برداری یعنی  $D+L$  می باشد. هر چند شاید برخی از اساتید و مهندسين اعتقاد داشته باشند که آیین نامه ۲۸۰۰ مطابق تنش مجاز می باشد، اما لازم به تذکر می باشد که اثر  $P - \Delta$  اثر ثانویه بارهای ثقلی است و ضریب دادن به اثر  $P - \Delta$  به مثابه این می باشد که زلزله قبلاً تشدید یافته را دوباره تشدید کنیم. لازم به توضیح می باشد که با توجه به استعلامی که از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به عمل آمده، به صراحت اعلام شده است که برای منظور کردن اثر  $P - \Delta$  باید از ترکیب بار  $D+L$  (مجموع بار مرده و زنده) برای  $P$  استفاده کرد.

در سازه های فولادی که با روش تنش مجاز تحلیل و طراحی می گردند نیازی به در نظر گرفتن اثر  $P - \Delta$  در طراحی سازه نمی باشد و فقط لازم است در محاسبه کنترل جابجایی اثر  $P - \Delta$  را لحاظ کنیم که البته نتایج آن در این حالت چندان اختلافی با قبل ندارد. ترکیب بار اثر  $P - \Delta$  برای کنترل جابجایی ها در سازه فولادی نیز همان ترکیب بار بهره برداری یعنی  $D+L$  خواهد بود. همچنین برای طراحی سازه های فولادی به روش حدی نهایی مثل سازه های بتونی، ترکیب بار  $P - \Delta$  همان ترکیب بار بهره برداری یعنی  $D+L$  می باشد.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۳۸

## ۲۳- تنظیمات آیین نامه طراحی سازه:

۲۳-۱- طراحی سازه های فولادی به روش تنش مجاز:

- آیین نامه **AISC-ASD-89** و **UBC-ASD-89** تشابه بسیار خوبی با مبحث دهم مقررات ملی در طراحی سازه های فولادی به روش تنش مجاز دارند و می توان از آنها در طراحی سازه های فولادی استفاده کرد ولی در برخی از سازمان های نظام مهندسی استان ها بنا به دلایلی استفاده از آیین نامه **UBC-ASD-89** را مجاز نمی دانند. در صورت استفاده از آیین نامه **AISC-ASD89** در طراحی، ضوابط طرح لرزه ای (فصل ۱۰-۳- مبحث دهم و پیوست دوم آیین نامه ۲۸۰۰) در طراحی کنترل نمی گردد و می توان برخی از آنها را با تغییراتی در نرم افزار کنترل و برخی دیگر را به صورت دستی کنترل کرد (ترکیب بار ویژه ستون ها و ضریب کاهش تنش مجاز بادبندها).

در زیر برخی از پارامترهای آیین نامه ای توضیح داده شده اند:

- در قسمت **Zone** نیز می توان ناحیه واقع شدن سازه را مشخص کرد که این پارامتر در بررسی یا عدم بررسی برخی از پارامترهای لرزه ای تاثیرگذار می باشد.

- قسمت **Importance Factor** مربوط به ضریب اهمیت سازه می باشد که باید برخی از نواحی ضوابط لرزه ای خاصی صورت گیرد. اما در مبحث دهم برای تمامی نواحی لرزه خیزی یک نوع کنترل وجود دارد که بهتر است مقدار آن برابر یک وارد شود.

- قسمت **System R** مربوط به ضریب رفتار سازه می باشد که با توجه به نوع سازه مشخص می شود.

- قسمت **System OmegaO** ضریب اضافه مقاومت می باشد که با توجه به نوع سازه از جدول ۱۰-۳-۲ صفحه ۳۵۹ مبحث دهم ویرایش ۱۳۸۷ بدست می آید.

- در قسمت **Consider Deflection** گزینه **Yes** را انتخاب نماییید تا برنامه خیز تیرها را نیز محاسبه کند.

- در قسمت **Deflection Check Type** نوع کنترل خیز را بر روی **Ratio** قرار دهید تا برنامه طبق مبحث دهم خیز را براساس نسبت طول دهانه کنترل کند.

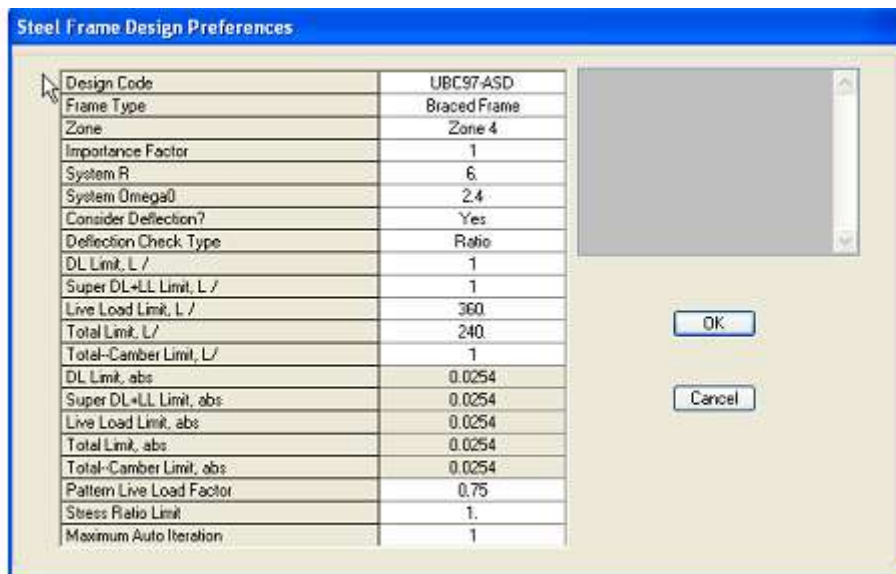
- در قسمت **Pattern Live Load Factor** عدد صفر را وارد کنید. این گزینه فقط برای ساختمان هایی که بار زنده کف آنها از ۵۰۰ کیلوگرم بر مترمربع بیشتر بوده و یا بار زنده از ۱.۵ برابر بار مرده بیشتر باشد نیاز به وارد کردن عددی غیر صفر می باشد که این مورد فقط در قاب های خمشی می تواند تاثیر داشته باشد و در قاب های با اتصالات مفصلی تاثیری ندارد. الگوی بار زنده بدین معنی می باشد که برنامه برای دهانه هایی که به صورت طره می باشد، یکبار کل بار زنده را در نظر گرفته و تحلیل را انجام می دهد و یکبار هم بار زنده را در ضریب معرفی شده در این قسمت ضرب کرده و تحلیل را انجام می دهد و بین این دو حالت، حالت بحرانی را در طراحی در نظر می گیرد که این مطلب همانطور که ذکر شد در قاب های خمشی می تواند موثر واقع شود.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه : ۳۹



به طور کلی هنگام استفاده از آیین نامه UBC-ASD89 باید مواد زیر را در نظر گرفت :

- در حالت استفاده از سیستم مقاوم جانبی مهاربندی شده، برنامه رابطه ی  $C_M = 0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_2}$  را محاسبه می کند ولی شرط  $C_M \geq 0.4$  را در نظر نمی گیرد و لذا لازم است ضریب  $C_M$  در ستون هایی که کمتر از ۰.۴ می باشند، باید اصلاح شوند.

- برنامه ضریب  $C_D \leq 2.3$  در تیرها را دقیقاً محاسبه و شرط آن را نیز کنترل می کند.

- رابطه ی کنترل چشمه اتصال آیین نامه UBC دقیقاً مثل رابطه ۳ صفحه ۹۲ آیین نامه ۲۸۰۰ می باشد.

- در آیین نامه ایران بر خلاف آیین نامه UBC اجباری به فشردن مقطع بادبندها ذکر نشده است. به همین جهت پیغامهای خطایی که بدین سبب در طراحی بادبندها داده می شود، را می توان نادیده گرفت.

علائم به کاررفته در برگه طراحی تیرهای فولادی:

- معیار پایداری حاکم بر طراحی می باشد.

H-1

- معیار مقاومت حاکم بر طراحی می باشد.

H-2

H2- و H-3

$$\frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$$

۲۳-۲- طراحی سازه های فولادی به روش حالت حدی:

برای طراحی سازه های فولادی به روش حالت حدی نهایی از آیین نامه AISC-360-05 که تفاوت بسیار کمی در برخی از جزئیات با فصل دوم مبحث دهم دارد استفاده می کنیم. در صورت استفاده از این آیین نامه، ضوابط لرزه ای به صورت خودکار توسط برنامه اعمال می گردد. لازم به ذکر است که ترکیب بارهای پیشفرض این آیین نامه با مبحث دهم نیز تفاوت دارد که باید ترکیب بارهای طراحی به صورت دستی در برنامه تعریف شود.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

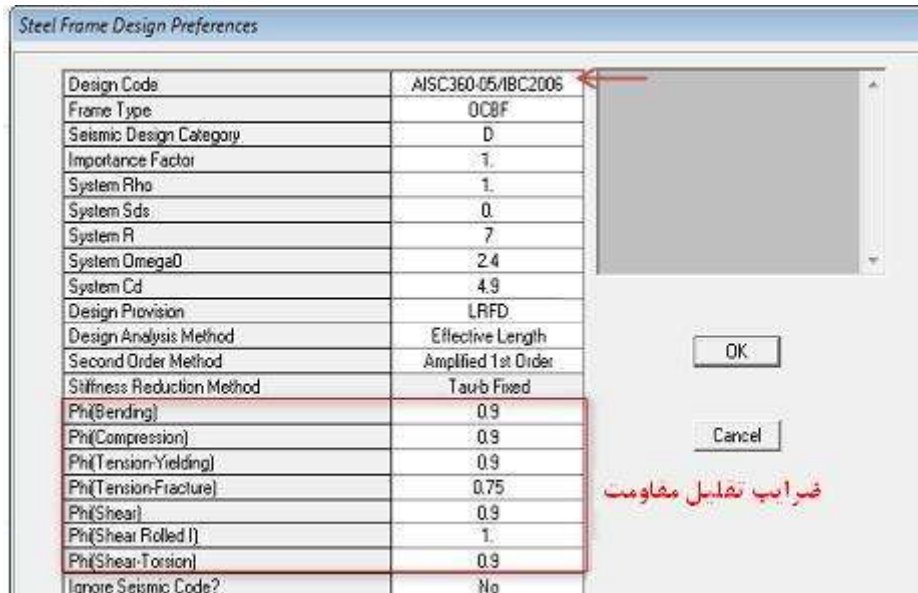
صفحه : ۴۰

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

۲۳-۲-۱- معرفی آیتم های آیین نامه طراحی به برنامه :

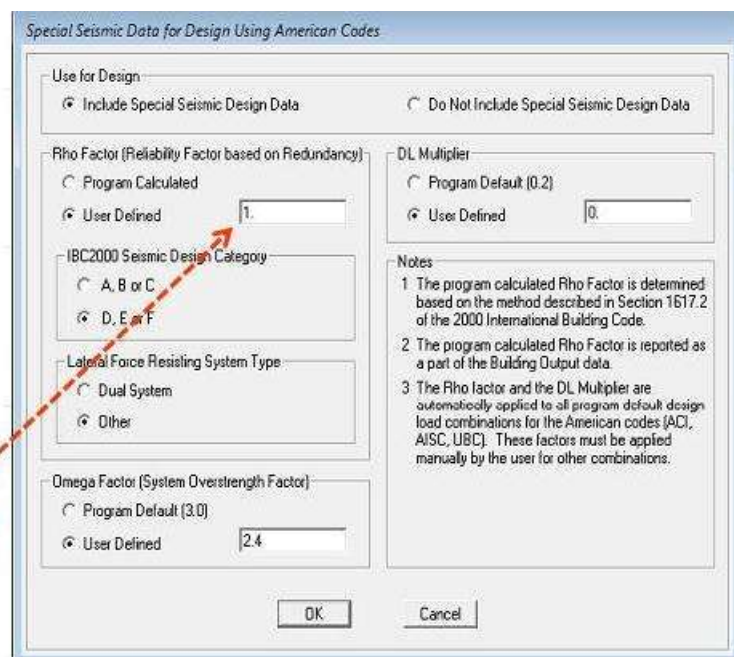
- ضرایب تقلیل مقاومت پیشفرض برنامه در آیین نامه AISC-360-05 انطباق کاملی با مبحث دهم دارد.



ضرایب تقلیل مقاومت

- در قسمت Siesmic Design Category می توان ناحیه لرزه خیزی را مشخص کرد که برای سازه های با ضریب رفتار (R) کمتر از ۳ می توان از گزینه های A و B و C و برای سازه های با ضریب رفتار بزرگتر از ۳ می توان از D و E و F استفاده کرد تا برنامه ضوابط لرزه ای را به صورت خودکار به سازه اعمال کند.

- قسمت System Pho که ضریب وارده برای بار زلزله در ترکیب عادی آیین نامه IBC می باشد. از آنجا که چنین ضریبی در آیین نامه ۲۸۰۰ وجود ندارد، مقدار پیشفرض ۱ عدد مناسبی می باشد. این ضریب را نیز می توان در جعبه تنظیم ضوابط لرزه ای مطابق شکل زیر تنظیم نمود.



از آنجا که در 2800 ضریبی مشابه Rho

وجود ندارد مقدار پیش فرض برابر 1 برای این

ضریب عدد مناسبی می باشد

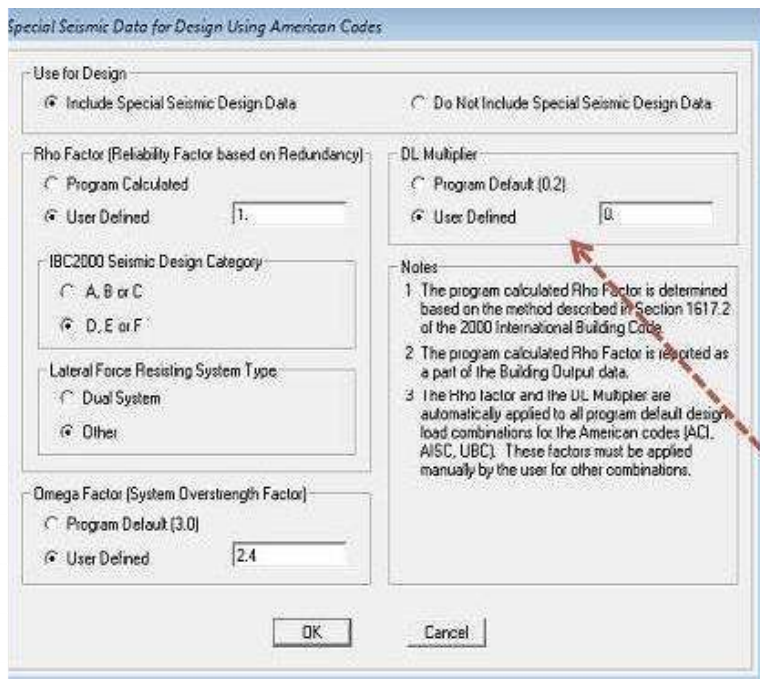
# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۴۱

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

- قسمت **System Sds** که مربوط به اثر شتاب طیفی طراحی برای پیوندهای کوتاه برای منظور کردن اثر مولفه قائم زلزله می باشد و می تواند در ضریب بار مرده در ترکیبات طراحی موثر واقع شود. از آنجا که چنین اثری در آیین نامه ۲۸۰۰ وجود ندارد، می بایست مقدار آن برابر صفر اختیار شود. این ضریب را نیز می توان در جعبه تنظیم ضوابط لرزه ای مطابق شکل زیر تنظیم نمود.



مقدار این ضریب از طریق گزینه (DL Multiplier) قابل تغییر است.

- قسمت **System R** مربوط به ضریب رفتار سازه می باشد که با توجه به نوع سازه مشخص می شود.

- قسمت **System OmegaO** ضریب اضافه مقاومت می باشد که با توجه به نوع سازه از جدول ۱۰-۳-۲ صفحه ۳۵۹ مبحث دهم ویرایش ۱۳۸۷ بدست می آید. با توجه به اینکه در ترکیب بارهای تشدید یافته میحث دهم به روش حالات حدی نهایی، بار زلزله دارای یک ضریب ۱.۲ است که برای این منظور باید ضریب  $\Omega_0$  در عدد ۱.۲ ضرب شده و در قسمت مربوطه وارد گردد.

- قسمت **System Cd** که ضریب افزایش تغییر شکل است که تغییرشکل الاستیک را به تغییرشکل نهایی تبدیل می کند. مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ مقدار این ضریب برابر  $0.7R$  می باشد.

- قسمت **Design Provision** که مشخص کننده روش طراحی اعضای فولادی است را می توان از گزینه **LRFD** استفاده کرد.

- قسمت **Design Analysis Method** مربوط به روش اعمال اثر مرتبه دوم حالت حدی نهایی می باشد که باید گزینه **Effective Length** انتخاب شود.

- قسمت **Second Order Method** می توان از گزینه های **General 2nd Order** و **Amplified 1st Order** استفاده کرد ولی به جهت عدم محاسبه برخی از پارامترهای گزینه **Amplified 1st Order** بهتر می باشد از گزینه **General 2nd Order** (که معروف به تحلیل غیرخطی هندسی می باشد) استفاده کرد. لازم به ذکر است که ترکیب بار پی-دلتا در حالت اخیر همان ترکیب بار حالت بهره برداری (بار مرده + بار زنده) می باشد..





# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۴۳

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

## ۲۴- تنظیمات پارامترهای طراحی اعضاء سازه :

برای اختصاص پارامترهای طراحی، ابتدا باید عضو و یا اعضاء مورد نظر انتخاب شده باشند.

۲۴-۱- اختصاص نوع پروسه طراحی : بهتر می باشد همیشه که در ابتدای طراحی نوع طراحی سازه را به برنامه معرفی نماییم. برای مثال برنامه تیرهای فولادی را برنامه برای طراحی از نوع تیر مرکب قرار می دهد. برای این منظور بعد از انتخاب تمام اعضاء از گزینه **Design→Overwrite Frame Design Procedure...** استفاده در پنجره باز شده نوع مناسب طراحی (فولادی، بتونی، دیوار برشی، تیرچه فلزی) را انتخاب نماییم.

۲۴-۲- معرفی نوع سیستم مقاوم جانبی : اگر نیاز بود که نوع طراحی را برای برخی از المانها عوض نماییم، می توان بعد از انتخاب آن اعضاء و سپس انتخاب گزینه **View/Revise Overwrites ...** انتخاب نوع طراحی **Design →** و در پنجره باز شده از **Frame Type** گزینه مورد نظر را انتخاب می کنیم.

۲۴-۳- اصلاح ضرایب کاهش سربار زنده ستون ها در صورت نیاز : همانگونه که در بحث تنظیمات کاهش بار زنده اشاره شد، در برنامه هم می توان از ضریب کاهش بار زنده براساس مساحت بارگیر تیرها و ستون ها استفاده کرد و هم از روش شماره طبقه برای ستون ها که این دو روش را نمی توان به طور همزمان استفاده کرد. با توجه به این نکته، باید در برنامه این ضرایب برای برخی اعضاء به صورت دستی اصلاح شود.

۲۴-۴- اصلاح برخی از پارامترهای طراحی در حالت طراحی حدی نهایی برای سازه های فولادی :

۲۴-۴-۱- تیرها : پس از انتخاب تیرها و انتخاب گزینه **Design → SFD → View/Revis Overwrites** در پنجره باز شده تنظیمات زیر را انجام می دهیم :

۲۴-۴-۱-۱- اگر تیرها درون سقف قرار گرفته بودند، آنها به طور کامل مهار جانبی دارند و باید فاصله تکیه گاه جانبی آنها اصلاح شود. برای این منظور مقابل عبارت **Unbraced Length Ratio (LTB)** طول آزاد برای کمانش جانبی-پیششی یا همان فاصله تکیه گاه های جانبی تیرها را برابر مقدار کوچکی مثلا ۰.۰۱ در نظر می گیریم. (عدد صفر در نرم افزار به معنای قبول شرایط پیشفرض می باشد)

۲۴-۴-۱-۲- چنانچه بخواهیم ضوابط مربوط به طرح لرزه ای را در نظر بگیریم، باید ضریب اضافه مقاومت را برابر ۱.۱۵ در نظر بگیریم. برای این منظور مقابل عبارت **Overstrenght Factor, Ry** عدد ۱.۱۵ را وارد می کنیم.

موارد ذکر شده در بالا در شکل زیر نمایش داده شده اند.

<input type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio (Minor)	1.
<input checked="" type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio (LTB)	1.000E-03
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Major)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Minor)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Major Braced)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Minor Braced)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K LTB)	1.
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Major)	0.85
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Minor)	0.85
<input type="checkbox"/>	Bending Coefficient (Cb)	1.
<input type="checkbox"/>	NonSway Moment Factor (B1 Major)	1.
<input type="checkbox"/>	NonSway Moment Factor (B1 Minor)	1.
<input type="checkbox"/>	Sway Moment Factor (B2 Major)	1.
<input type="checkbox"/>	Sway Moment Factor (B2 Minor)	1.
<input type="checkbox"/>	Yield stress, Fy	0.
<input type="checkbox"/>	HSS Welding Type	ERW
<input type="checkbox"/>	Reduce HSS Thickness?	No
<input checked="" type="checkbox"/>	Overstrenght factor, Ry	1.15
<input type="checkbox"/>	Nominal Compressive Capacity, Pnc	0.



## نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه : ۴۴

۲۴-۴-۲- ستون ها : پس از انتخاب ستون ها و انتخاب گزینه *Design → SFD → View/Revis Overwrites* پنجره باز شده تنظیمات زیر را انجام می دهیم :

۲۴-۴-۱-۱- با توجه به اینکه برای لحاظ اثرات مرتبه دوم از روش عمومی یا **General 2nd Order** استفاده می کنیم (در قسمت تنظیمات آیین نامه ای ذکر شد)، باید ضرایب **B1** و **B2** هر دو جهت را برابر یک قرار دهیم .

۲۴-۴-۱-۲- چنانچه بخواهیم ضوابط مربوط به طرح لرزه ای را در نظر بگیریم، باید ضریب اضافه مقاومت را برابر ۱.۱۵ در نظر بگیریم. برای این منظور مقابل عبارت *Overstrenght Factor, Ry* عدد ۱.۱۵ را وارد می کنیم.

۲۴-۴-۱-۳- چنانچه مقاطع جفت **IPE** را با مقطع **I** شکل معادل سازی کرده باشیم، در تعیین ظرفیت فشاری آنها معیار کمانش پیچشی/خمشی حاکم گردد. برای خنثی کردن این مورد می بایست ضریب طول موثر (**K LTB**) را عدد کوچکی مثلا ۰.۰۰۱ وارد نماییم.

موارد ذکر شده در بالا در شکل زیر نمایش داده شده اند.

<input type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio (LTB)	
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Major)	
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Minor)	
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Major Braced)	
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Minor Braced)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K LTB)	0.001
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Major)	
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Minor)	
<input type="checkbox"/>	Bending Coefficient (Cb)	
<input checked="" type="checkbox"/>	NonSway Moment Factor (B1 Major)	1.
<input checked="" type="checkbox"/>	NonSway Moment Factor (B1 Minor)	1.
<input checked="" type="checkbox"/>	Sway Moment Factor (B2 Major)	1.
<input checked="" type="checkbox"/>	Sway Moment Factor (B2 Minor)	1.
<input type="checkbox"/>	Yield stress, Fy	
<input type="checkbox"/>	HSS Welding Type	ERW
<input type="checkbox"/>	Reduce HSS Thickness?	No
<input checked="" type="checkbox"/>	Overstrenght factor, Ry	1.15
<input type="checkbox"/>	Nominal Compressive Capacity, Pnc	
<input type="checkbox"/>	Nominal Tensile Capacity, Pnt	
<input type="checkbox"/>	Nominal Major Bending Capacity, Mb2	

۲۴-۴-۳- بادبندها : پس از انتخاب بادبندها و انتخاب گزینه *Design → SFD → View/Revis Overwrites* پنجره باز شده تنظیمات زیر را انجام می دهیم :

۲۴-۴-۳-۱- چنانچه بادبندهای سازه از نوع مهاربندی ضربدری باشد، با توجه به آنکه ضریب طول این بادبندها در صفحه اصلی و عمود بر صفحه اصلی بادبند به ترتیب ۰.۵ و ۰.۷ است بهتر است اعداد ۰.۵ و ۰.۷ را به طول بادبند (**Unbraced Length Ratio**) اختصاص داده شود و نه به ضریب طول موثر (**Effective Length Factor**).

۲۴-۴-۳-۲- چنانچه بخواهیم ضوابط مربوط به طرح لرزه ای را در نظر بگیریم، باید ضریب اضافه مقاومت را برابر ۱.۱۵ در نظر بگیریم. برای این منظور مقابل عبارت *Overstrenght Factor, Ry* عدد ۱.۱۵ را وارد می کنیم.

۲۴-۴-۳-۳- چنانچه مقاطع جفت ناودانی و یا جفت نبشی را با مقطع تک ناودانی و یا تک نبشی معادل سازی کرده باشیم، در تعیین ظرفیت فشاری آنها معیار کمانش پیچشی/خمشی حاکم گردد. برای خنثی کردن این مورد می بایست ضریب طول موثر (**K LTB**) را عدد کوچکی مثلا ۰.۰۰۱ وارد نماییم.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه : ۴۵

موارد ذکر شده در بالا در شکل زیر نمایش داده شده اند.

<input type="checkbox"/>	Specified Camber	0.
<input type="checkbox"/>	Live Load Reduction Factor	1.
<input type="checkbox"/>	Net Area to Total Area Ratio	1.
<input checked="" type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio(Major)	0.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio (Minor)	0.7
<input type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio (LTB)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Major)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Minor)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Major Braced)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Minor Braced)	1.
<input checked="" type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K LTB)	.001
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Major)	0.85
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Minor)	0.85
<input type="checkbox"/>	Bending Coefficient (Cb)	1.
<input type="checkbox"/>	NonSway Moment Factor (B1 Major)	1.
<input type="checkbox"/>	NonSway Moment Factor (B1 Minor)	1.
<input type="checkbox"/>	Sway Moment Factor (B2 Major)	1.
<input type="checkbox"/>	Sway Moment Factor (B2 Minor)	1.
<input type="checkbox"/>	Yield stress, Fy	0.
<input type="checkbox"/>	HSS Welding Type	ERW
<input type="checkbox"/>	Reduce HSS Thickness?	No
<input checked="" type="checkbox"/>	Overstrength factor, Ry	1.15
<input type="checkbox"/>	Nominal Compressive Capacitv. Pnc	0.

۲۴-۵- اصلاح برخی از پارامترهای طراحی در حالت طراحی به روش تنش مجاز برای سازه های فولادی :

۲۴-۵-۱- تیرها : پس از انتخاب تیرها و انتخاب گزینه *Design → SFD → View/Revis Overwrites* در پنجره باز شده تنظیمات زیر را انجام می دهیم :

۲۴-۵-۱-۱- اگر تیرها درون سقف قرار گرفته بودند، آنها به طور کامل مهار جانبی دارند و باید فاصله تکیه گاه جانبی آنها اصلاح شود. برای این منظور مقابل عبارت *Unbraced Length Ratio (LTB)* طول آزاد برای کمانش جانبی-پیچشی یا همان فاصله تکیه گاه های جانبی تیرها را برابر مقدار کوچکی مثلا ۰.۰۱ در نظر می گیریم. (عدد صفر در نرم افزار به معنای قبول شرایط پیشفرض می باشد)

۲۴-۵-۱-۲- در تیرهای با مقطع فشرده باید تنش مجاز تیرها افزایش یابد. به طور پیشفرض برنامه تنش مجاز تیرها را برابر  $0.6F_y$  در نظر می گیرید که باید به مقدار  $0.66F_y$  افزایش یابد. این موضوع را می توان توسط گزینه *Major Bending Stress, Fb3* و دادن مقدار مناسب اصلاح کرد.

<input type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio(Major)	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio(Minor, LTB)	0.001	مقدار طول مهارتی
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Major)	1	
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Minor)	1	
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Major)	0.85	
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Minor)	0.85	
<input type="checkbox"/>	Bending Coefficient (Cb)	1.	
<input type="checkbox"/>	Yield stress, Fy	0.	
<input type="checkbox"/>	Compressive Stress, Fc	0.	
<input type="checkbox"/>	Tensile Stress, Ft	0.	تنش مجاز برابر
<input checked="" type="checkbox"/>	Major Bending Stress, Fb3	1584.	$0.66F_y$
<input type="checkbox"/>	Minor Bending Stress, Fb2	0.	
<input type="checkbox"/>	Major Shear Stress, Fv2	0.	

## نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۴۶

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

۲۴-۵-۲ : ستون ها : پس از انتخاب ستون مورد نظر و انتخاب گزینه *Design → SFD → View/Revis Overwrites* در پنجره باز شده تنظیمات زیر را انجام می دهیم :

- همانطور که در راهنمای برنامه اشاره شده است، برنامه در محاسبه ضریب طول موثر ستون ها در طبقه متصل به تکیه گاه دچار اشتباه می شود. برای این منظور باید ضریب طول موثر ستون ها برای قاب های با حرکت جانبی آزاد (قاب خمشی فولادی) برای طبقه متصل به تکیه گاه به صورت دستی محاسبه شده و در برنامه اعمال شود. همچنین این ضریب باید در سازه های مهاربندی شده به مقدار عدد یک تغییر کند.

<input type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio(Minor, LTB)	1.
<input checked="" type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Major)	3.6519
<input checked="" type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Minor)	1.
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Major)	0.85
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Minor)	0.85

۲۴-۵-۳- بادبندها : پس از انتخاب بادبندها و انتخاب گزینه *Design → SFD → View/Revis Overwrites* در پنجره باز شده تنظیمات زیر را انجام می دهیم :

۲۴-۵-۳-۱- اعمال ضریب K بادبندها : در سازه با مهاربندی ضربدری، با توجه به آنکه ضریب طول این بادبندها در صفحه اصلی و عمود بر صفحه اصلی بادبند به ترتیب ۰.۵ و ۰.۷ است و با توجه به آنکه در آیین نامه UBC مقدار نسبت L/R با عدد ۱۲۳ مقایسه می شود و در آیین نامه ۲۸۰۰ نسبت KL/R با این عدد مقایسه می شود و این دو عدد با هم متفاوت هستند، باید اعداد ۰.۵ و ۰.۷ را به طول بادبند (Unbraced Length Ratio) اختصاص داده شود و نه به ضریب طول موثر (Effective Length Factor).

<input type="checkbox"/>	Specified Camber	0.
<input type="checkbox"/>	Live Load Reduction Factor	1.
<input type="checkbox"/>	Net Area to Total Area Ratio	1.
<input checked="" type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio(Major)	0.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio (Minor)	0.7
<input type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio (LTB)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Major)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Minor)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Major Braced)	1.
<input type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K Minor Braced)	1.

۲۴-۶- اصلاح برخی از پارامترهای طراحی در سازه های بتونی :

۲۴-۶-۱- ضریب طول موثر برای سازه های بتونی : با توجه به اینکه در برنامه Etabs برای لحاظ کردن اثر مرتبه دوم از روش تحلیل پی-دلتا استفاده می شود و از روش تشدید لنگر نمی توان استفاده کرد ولذا ضریب طول موثر تمامی ستون های سازه های بتونی برابر یک قرار داده می شود (در حالت پیشفرض ضرایب برابر یک می باشد)

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۴۷

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

## ۲۵- کنترل دریافت سازه :

منظور از تغییر مکان جانبی نسبی طبقات در زلزله های طرح و بهره برداری، تغییر مکان مراکز جرم طبقات نسبت به هم می باشد. در برخی از موارد ملاحظه می شود که برخی از مهندسين برای کنترل تغییر مکان نسبی طبقات از حداکثر تغییر مکان ایجاد شده در سازه استفاده می کنند که از آنچه در آیین نامه ۲۸۰۰ ذکر شده است، محافظه کارانه تر می باشد. برای ملاحظه تغییر مکان کلی طبقات می توان از منوی **Display→Show Tables** استفاده کرده و در پنجره باز شده گزینه **Table:Diaphragm CM Displacements** را از گزینه **Displacements** انتخاب کرده و در پنجره جدید باز شده، می توان مقادیر تغییر مکان جهات مختلف (**Ux** و **Uy**) را مشاهده نمود.

The screenshot shows the 'Choose Tables for Display' dialog box. Under 'ANALYSIS RESULTS', 'Displacements' is checked, and 'Table: Diaphragm CM Displacements' is selected. A secondary 'Select Output' dialog box is open, showing a list of load cases including 'ENX Static Load', 'EPX Static Load', 'LVE Static Load', and 'NDY Static Load'. Red arrows in the original image point to the 'Select Cases/Combos...' button and the 'Table: Diaphragm CM Displacements' option.

**Diaphragm CM Displacements**

مقادیر تغییر مکان

Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
STORY8	D1	ENX	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY8	D1	EPX	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY7	D1	ENX	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY7	D1	EPX	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY6	D1	ENX	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY6	D1	EPX	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000

اگر مقادیر **Ux** و **Uy** طبقات مختلف را از هم کم کنیم، مقادیر تغییر مکان نسبی طبقات سازه بدست می آید که می توان این مقادیر را با مقادیر مجاز که در زیر آمده است، مقایسه کرد. برای این منظور نیز می توان از برنامه **Excel** نیز بهره جست.

۲۵-۱- مقادیر تغییر مکان مجاز نسبی واقعی طرح : برای این منظور بدین طریق عمل می نماییم:

$$\overline{\Delta_M} = 0.7R\Delta_W < 0.025H \Rightarrow \Delta_W < \frac{0.025H}{0.7R} \text{ ثانیه}$$

برای سازه های با زمان تناوب کمتر از ۰.۷ ثانیه

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۴۸

$$\overline{\Delta}_M = 0.7R\Delta_W \leq 0.02H \Rightarrow \Delta_W \leq \frac{0.02H}{0.7R} \text{ ثانیه } 0.7 \text{ ثانیه}$$

حال با توجه به ارتفاع طبقات سازه و مقدار R و همچنین پیرو سازه، می توان مقدار مجاز  $\Delta_W$  را برای طبقات مختلف در دو جهت X و Y محاسبه کرد.

**۲-۲۵- زلزله سطح بهره برداری:** مقدار تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه در زلزله سطح بهره برداری برابر  $0.005$  ارتفاع آن طبقه می باشد که می توان آن را محاسبه کرده و با مقادیر تغییر مکان سازه مقایسه کرد. برای کنترل مقدار مجاز می توان ضوابط بند ۲-۵-۵ و ۲-۵-۶-۲ آیین نامه ۲۸۰۰ را رعایت کرد.

## ۲-۲۵- نکات مربوط به کنترل تغییر مکان در سازه های فولادی:

برای محاسبه تغییر مکان در سازه های فولادی باید اثر  $P - \Delta$  را در نظر گرفت. همانطور که در بحث مربوط به ترکیب بارهای  $P - \Delta$  ذکر شد، ترکیب بار  $P - \Delta$  همان ترکیب بار  $D + L$  می باشد.

## ۲-۴- نکات مربوط به کنترل تغییر مکان در سازه های بتونی:

برای کنترل دررفت در سازه های بتونی می توان از پیرو تحلیلی بدون منظور کردن محدودیت مربوط به  $1.25$  برابر زمان تناوب تجربی استفاده کرد، مشروط به اینکه در صورت استفاده از روش تحلیلی برای محاسبه پیرو سازه، دیوارها و تیغه های جداگر با توجه به خصوصیات هندسی و مکانیکی آنها و نیز با توجه به نوع اتصال آنها به قاب پیرامونی، در مدل تحلیلی لحاظ شوند. همچنین به این نکته توجه شود که در استفاده از بندهای ۲-۳-۶ و ۲-۵-۴ استاندارد ۲۸۰۰ باید به نحو هماهنگ صورت گیرد یعنی در صورت کاربرد روابط تجربی برای محاسبه پیرو نوسان در بند ۲-۳-۶، در بند ۲-۵-۴ نیز از روابط تجربی پیروی شود. به همین نحو در صورت استفاده از روش تحلیلی بند ۲-۳-۶، در بند ۲-۵-۴ نیز از نتایج روش تحلیلی استفاده می شود. حال با توجه به این مورد ابتدا باید پیرو تحلیلی سازه در فایل جداگانه ای در برنامه با اعمال ضرایب ترک خوردگی خمشی  $0.5$  برای تیرها و  $1$  برای ستون ها بدست آورد و از این پیرو در کنترل تغییر مکان استفاده کرد.

- باید برای کنترل تغییر مکان مجاز نسبی واقعی طرح، ضرایب ترک خوردگی سختی خمشی ستون ها در دو جهت  $0.7$  و برای تیرها سختی خمشی برابر  $0.35$  و سختی پیچشی برابر  $0.15$  در نظر گرفت.

- باید برای کنترل تغییر مکان مجاز نسبی بهره برداری، ضرایب ترک خوردگی سختی خمشی ستون ها در دو جهت  $1$  و برای تیرها سختی خمشی برابر  $0.5$  در نظر گرفت.

## ۲-۵- تشخیص اعضای موثر در کنترل دررفت سازه:

اگر هنگام کنترل دررفت، مقادیر دررفت از حد مجاز تجاوز کرده بود باید مقاطع بزرگتری برای برخی از اعضای سازه در نظر گرفته شود تا تغییر مکان سازه کاهش یابد. برای تشخیص اینکه کدام اعضاء تاثیر بیشتری در کنترل دررفت دارند (تشخیص اعضاء موثرتر در کنترل تغییر مکان سازه) می توان از نمودارهای انرژی/کار در برنامه استفاده کرد. برای این منظور در برنامه از منوی Display و از گزینه Show Energy/Virtual Work Diagram... استفاده کرده و المان هایی که دارای انرژی بیشتری هستند، اعضای موثر بر تغییر مکان سازه بوده به نحوی که با تقویت آن اعضاء، اقتصاد سازه نیز به نحو مطلوب تری حفظ می شود.

## نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه : ۴۹

### ۲۶- کنترل شاخص پایداری :

برای محاسبات مربوط به شاخص پایداری همانطور که در بند ۲-۶- آیین نامه ذکر شده است باید از مجموع بار زنده و مرده در روابط فوق اشاره استفاده کرد. برای این منظور از فایل اصلی طراحی شده در برنامه یک **Save As** گرفته و در قسمت **Mass Source** باید بارهای ثقلی را با ضریب یک به برنامه معرفی کرد. لازم به توضیح می باشد که برای محاسبه تغییر مکان می توان از روش محاسبه دریافت استفاده کرد و فقط باید در هنگام تحلیل سازه، باید اثر پی دلتا غیر فعال شده باشد.

### ۲۷- کنترل عکس العمل تکیه گاهی :

باید تمام عکس العمل های تکیه گاهی را کنترل نمود تا ستون هایی که کششی اند، مشخص و در جهت اصلاح آنها گام برداشت شود.

برای برطرف کردن مشکل uplift در ستونهای کناری بابدندها توصیه های زیر می شود :

۱- دهانه بادبندی را بزرگتر کرد

۲- تعداد بادبندها رو بیشتر کرد

۳- تیرریزی سقف طوری تغییر داد که دهانه های بادبندی بار بیشتری از سقف ببرند

۴- دست آخر اگر راهکارهایی که در بالا اشاره شد نتوانست راهگشا باشد، می توان در زیر ستونهایی که تحت کشش زیاد واقع شده اند یک شمع ساده بتن مسلح در زیر پی قرار داده و یا می توان ارتفاع فونداسیون را در آن قسمت ها افزایش داد. نقش این شمع ها تنها افزایش وزن زیر ستون های تحت کشش می باشد.

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم: مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه: فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه: ۵۰

## ۲۸- نکات مربوط به کنترل نیروی ۲۵ درصد زلزله در قاب های مختلط:

۲۶-۱- در سازه های مختلط قاب خمشی فولادی با مهاربندی:

۲۶-۱-۱- برای کنترل قاب های خمشی به تنهایی بدون وجود بادبند می بایست در کنترل طراحی، ضرایب طول مؤثر محاسباتی ستون ها را همان ضریب طول مؤثر محاسباتی در نظر گرفت و از بکارگیری ضریب طول مؤثر مساوی یک، خودداری کرد.

۲۶-۱-۲- در فایل کنترل نیروی ۲۵٪ در برنامه می توان بدون هیچ گونه مشکلی بادبندها را حذف کرده و ضریب زلزله را در عدد ۰.۲۵ ضرب کرد.

۲۶-۱-۳- بایستی تغییر مکان نسبی طبقات (دریفت) برای قاب خمشی به تنهایی نیز کنترل گردد.

۲۶-۱-۴- نیروی زلزله اعمالی به سازه قاب خمشی تنها باید براساس سازه قاب خمشی تنها محاسبه و اعمال گردد که در این حالت برخی پارامترها مثلا ضریب رفتار سازه و ... ممکن است عوض می شود.

۲۶-۱- در سازه های مختلط قاب خمشی بتونی با دیوار برشی:

۲۶-۱-۱- برای این منظور روش ارائه شده در کتاب "محاسبات پروژه های ساختمانی با استفاده از Etabs" نوشته مهندس باجی استفاده کرد.

نکته: بایستی تغییر مکان نسبی طبقات برای قاب خمشی به تنهایی نیز کنترل گردد.

۲۶-۱-۲- نیروی زلزله اعمالی به سازه قاب خمشی تنها باید براساس سازه قاب خمشی تنها محاسبه و اعمال گردد که در این حالت برخی پارامترها مثلا ضریب رفتار سازه و ... ممکن است عوض می شود.



# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه : ۵۱

## ۲۹- روند تحلیل و طراحی سازه های معمولی به صورت فهرست گونه و گام به گام :

۱- ترسیم هندسه مدل :

۲- معرفی مشخصات مصالح به کار رفته در سازه :

Define→Material Properties...

۳- معرفی مقاطع تیر و ستون و بادبند در صورت وجود : (جهت تعریف تیر لانه زنبوری و تیر بتونی به صفحه ۶ مراجعه شود)

Define→Frame Sections...

۴- معرفی مقطع سقف و دیوار برشی در صورت وجود : (برای تعیین نوع دیوار برشی به صفحه ۷ مراجعه شود)

Define→Wall/Slab/Deck Sections...

۵- معرفی حالات بار استاتیکی : (برای معرفی حالات بار استاتیکی زلزله و بار معادل سازی به صفحه ۱۰ مراجعه شود)

الف) بار مرده ب) بار زنده ج) بار زنده کاهش پذیر در صورت لزوم د) بار معادل سازی ه) بار برای سقف تیرمرکب

Define→Static Load Cases...

۶- معرفی تابع طیف پاسخ (در صورت انجام تحلیل دینامیکی طیفی) :

Define→Response Spectrum Functions...

۷- معرفی حالات بار دینامیکی طیفی (در صورت انجام تحلیل دینامیکی طیفی) : این گزینه وقتی فعال می شود که تابع طیف پاسخی را تعریف کرده باشیم. (به صفحه ۱۲ مراجعه شود)

Define→Response Spectrum Cases...

۸- تنظیمات بار زنده کاهش پذیر : (به صفحه ۱۵ مراجعه شود)

Options→Preferences→Live Load Reduction...

۹- معرفی ترکیب بارهای طراحی و کنترل دررفت و ترکیب بارهای ویژه : (مراجعه شود به صفحه ۱۵)

Define→Load Combinations...

۱۰- تنظیمات ضوابط مربوط به طراحی لرزه ای : (مراجعه شود به صفحه ۲۲)

Define→Special Seismic Load Effects...

۱۱- معرفی نحوه محاسبه جرم سازه :

Define→Mass Source...

۱۲- اختصاص مقاطع تعریف شده به المان ها :

Assign→Frame/Line→Frame Section...

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

صفحه : ۵۲

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

۱۳- تقسیم بندی دیوار برشی در صورت وجود : (مراجعه شود به صفحه ۲۵)

Edit→Mesh Areas

۱۴- نامگذاری دیوارهای برشی و المان لبه ای در صورت وجود : (مراجعه شود به صفحه ۲۵)

Assign→Shell/Area→Pier Label

۱۵- نسبت دادن گیرداری تکیه گاه ها : (مراجعه شود به صفحه ۲۶)

Assign→Joint/Point→Restraints (Supports) ...

۱۶- آزادسازی لنگر و پیچش انتهایی تیرهای فرعی : (مراجعه شود به صفحه ۲۷)

Assign→Frame/Line→Frame Releases/Partial Fixity000

۱۷- اختصاص دیافراگم صلب به سقف : (مراجعه شود به صفحه ۲۸)

Assign→Shell/Area→Diaphragms... or Assign→ Joint/Point → Diaphragms...

۱۸- اختصاص نواحی صلب به اعضاء : (مراجعه شود به صفحه ۲۸)

Assign→Frame/Line→End (Lenght) Offsets...

۱۹- اختصاص ضرایب کاهش وزن تیرهای بتونی در سازه های بتونی : (مراجعه شود به صفحه ۲۹)

Assign→Frame/Line→Frame Property Modifiers...

۲۰- اختصاص ضرایب ترک خوردگی تیرها و ستون ها و دیوار برشی در سازه های بتونی برای طراحی سازه : (مراجعه شود به صفحه ۳۱)

Assign→Frame/Line→ Frame Property Modifiers... or Assign→Shell/Area→Shell Stiffness Modifiers...

۲۱- بارگذاری سازه : (مراجعه شود به صفحه ۳۲)

الف) بار مرده و زنده سطحی سقف ب) بار خطی دیوارهای طبقات و جان پناه پ) بارگذاری مرده و زنده راه پله  
ت) بارگذاری خرپشته ث) اعمال بار معادل سازی ج) اعمال بار زنده بالکن ها چ) اعمال بار قائم زلزله به کنسول ها در صورت وجود مطابق بند ۲-۱۳-۱۲ آیین نامه ۲۸۰۰

۲۲- برچسب گذاری مجدد شماره المان ها :

Edit→Auto Relabel All

۲۳- کنترل مدل سازی هندسه مدل :

Analyze→Check Model...

۲۴- تنظیم پارامترهای تحلیل سازه : (مراجعه شود به صفحه ۳۲)

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه : ۵۳

Analyze→Set Analysis Option...

۱-۲۴- تعیین درجات آزادی سازه مدل شده :

Analyze→ Set Analysis Option...

۲-۲۴- تنظیم پارامترهای تحلیل دینامیکی:

۱-۲-۲۴- تعداد مدهای نوسان سازه جهت محاسبه پریود ارتعاشی

۲-۲-۲۴- تعیین نوع آنالیز مدهای سازه

۳-۲-۲۴- تعیین نسبت رواداری همگرایی

۳-۲۴- تنظیم پارامترهای تحلیل  $P - \Delta$

۱-۳-۲۴- تعیین روش اعمال بار  $P - \Delta$

۲-۳-۲۴- تعیین حداکثر سعی و خطا در همگرایی

۳-۳-۲۴- تعیین رواداری همگرایی تحلیل  $P - \Delta$

۴-۳-۲۴- تعیین ترکیبات بار پی دلتا (مراجعه شود به صفحه)

۲۵- انجام تحلیل سازه :

Analyze→Run Analysis

۲۶- کنترل اولیه پاسخ های سازه :

۱-۲۶- کنترل پیغام های تحلیل سازه

۲-۲۶- کنترل بارگذاری سازه

۳-۲۶- کنترل ضریب ترک خوردگی دیوارهای برشی در صورت وجود

۴-۲۶- کنترل صحت ۱.۲۵ برابر بودن پریود تحلیلی نسبت به پریود تجربی بدست آمده از رابطه

۵-۲۶- کنترل ضریب بزرگنمایی  $A_j$  طبق بند ۲-۳-۱۰-۳ آیین نامه ۲۸۰۰

۶-۲۶- یکسان سازی برش پایه استاتیکی به دینامیکی در صورت انجام تحلیل دینامیکی طیفی (طبق بند ۲-۴-۴ آیین نامه

۲۸۰۰)

۲۷- تنظیم آیین نامه طراحی سازه : (مراجعه شود به صفحه ۳۴)

۲۸- تنظیم پارامترهای طراحی سازه : (مراجعه شود به صفحه ۳۹)

۱-۲۸- معرفی پروسه طراحی

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه : ۵۴

۲۸-۲- معرفی نوع سیستم مقاوم جانبی

۲۸-۳- اصلاح ضرایب کاهش سربار زنده ستون ها در صورت نیاز

۲۸-۴- اصلاح ضریب طول موثر ستون ها (K) در صورت نیاز

۲۸-۵- اصلاح ضریب طول موثر بادبند ها (K) در سازه های فلزی بادبند دار

۲۸-۶- اصلاح فاصله تکیه گاه جانبی تیرها (مراجعه شود به صفحه)

۲۸-۷- اصلاح تنش مجاز تیرهای فولادی با مقطع فشرده

۲۸-۸- کنترل ترکیب بارهای طراحی و کنترل خیز

۲۹- طراحی المان های سازه شامل تیرها و ستون ها و بادبندها در صورت وجود

۳۰- کنترل یکسان بودن مقطع طراحی و مقطع تحلیلی اعضا

۳۱- کنترل اینکه تمام مقاطع جوابگوی تنش وارده می باشند

۳۲- طراحی دیوار برشی در صورت وجود

۳۳- طراحی سقف مرکب در صورت وجود

۳۴- کنترل سازه :

۳۴-۱- کنترل واژگونی سازه

۳۴-۲- کنترل دریفت سازه (مراجعه شود به صفحه ۴۴)

۳۴-۳- کنترل شاخص پایداری (مراجعه شود به صفحه ۴۶)

۳۴-۴- کنترل عکس العمل های تکیه گاهی (مراجعه شود به صفحه ۴۶)

۳۴-۵- کنترل ضرایب کاهش تنش بادبندها طبق مبحث دهم و طبق پیوست دوم آیین نامه ۲۸۰۰ در طراحی به روش

تنش مجاز

۳۴-۶- کنترل ترکیبات بار ویژه طبق مبحث دهم و آیین نامه ۲۸۰۰ در سازه های فولادی (مراجعه شود به صفحه ۱۵)

۳۴-۷- کنترل قاب های مختلط برای ۲۵٪ نیروی زلزله (مراجعه شود به صفحه ۴۷)

۳۵- گرفتن خروجی برای طراحی ها و کنترل های دستی

۳۶- گرفتن خروجی برای طراحی پی سازه با استفاده از نرم افزار Safe

# نکات مربوط به تحلیل و طراحی سازه با برنامه Etabs

تهیه و تنظیم : مهندس مهدی پناهی آزاد

تاریخ تهیه : فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

صفحه : ۵۵

## منابع و مراجع :

- ۱- مبحث ششم مقررات ملی ساختمان چاپ ۱۳۸۵
- ۲- آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله استاندارد ۸۴-۲۸۰۰ (ویرایش سوم)
- ۳- مبحث دهم مقررات ملی ساختمان چاپ ۱۳۸۷
- ۴- آئین نامه بتن ایران ( آبا)
- ۳- کتاب محاسبات پروژه های ساختمانی با استفاده از SAFE و ETABS (ویرایش سوم) تألیف مهندس حسن باجی
- ۴- کتاب برنامه تحلیل و طراحی سه بعدی سیستمهای ساختمانی ETABS تدوین مهندس افشین ترابی و مهندس رضا پاشایی
- ۴- راهنمای برنامه ETAB
- ۵- سایت های مختلف اینترنتی