



پیشرو در ارائه خدمات عمرانی
دنیای متفاوت از آموزش مجازی مهندسی عمران

طراحی سازه های فولادی به روش حالت حدی LRFD

مطابق مبحث دهم سال ۹۲ و AISC 360-10

طراحی حالت حدی سازه های فولادی در نرم افزار ۲۰۱۳ ETABS

مجتبی اصغری سرخی

www.Civil808.com

۱۳ تیر ۹۳

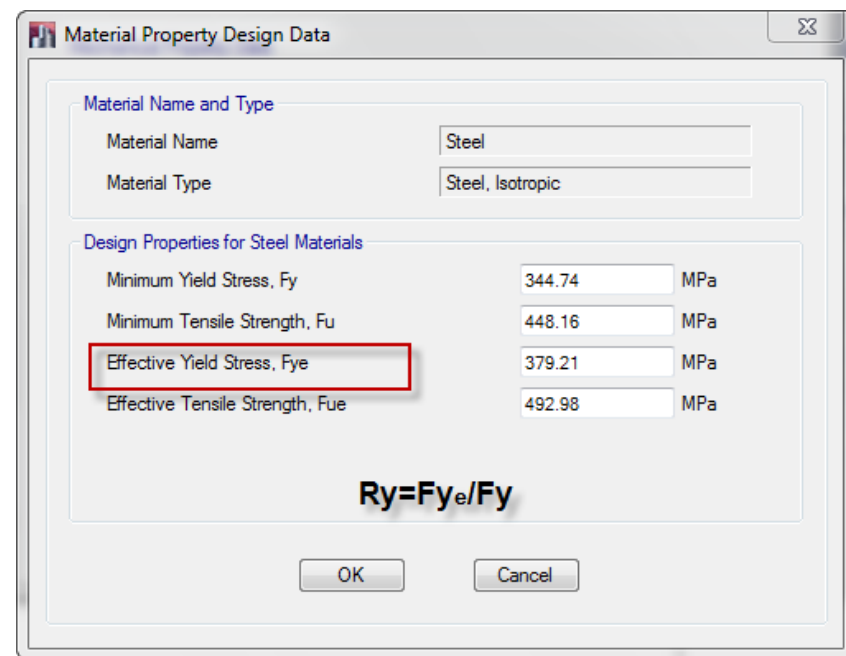
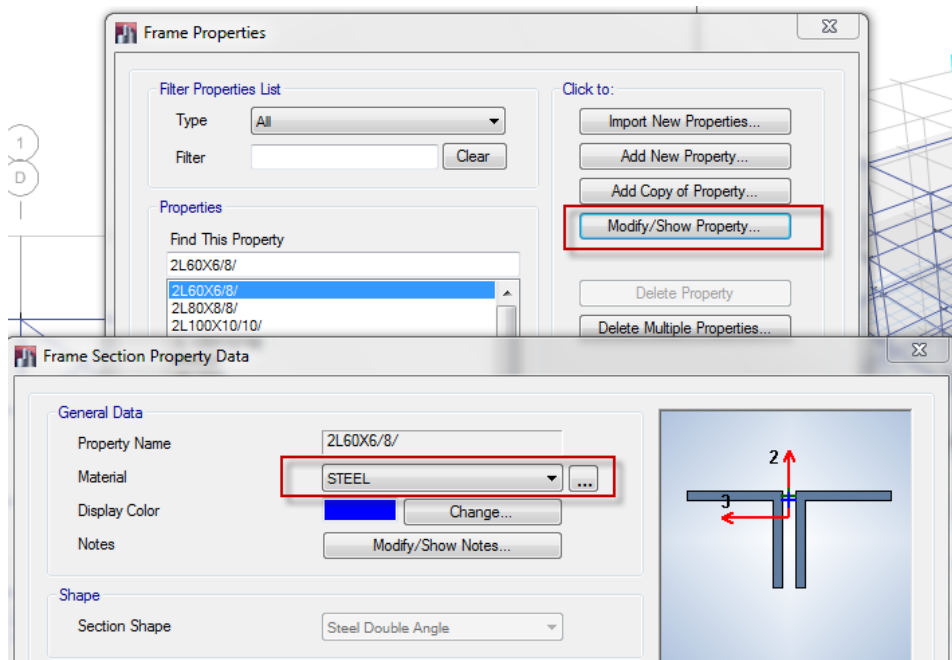
به طور کلی نکات طراحی حالت حدی در ETABS شامل مراحل زیر است:

۱. تعریف مصالح بر اساس R_y مجزا
۲. تعریف مقاطع به صورت فشرده و فشرده لرزه ای
۳. تعریف انواع بار و ترکیبات بار عادی و تشدید یافته طبق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و ویرایش ۴ استاندارد ۲۸۰۰ شامل بار های فرضی جانبی همراه با بار های ثقلی و زلزله
۴. انتخاب نوع آنالیز پایداری (مستقیم یا طول موثر):
حدس ضریب B_2 (از روی تعیین دریافت سازه شاخص پایداری و سپس ضریب B_2 تعیین میگردد و با ۱.۵ مقایسه میگردد چنانچه از ۱.۵ کوچکتر باشد میتوانیم از طول موثر استفاده کنیم. و اگر B_2 از ۱.۷ کوچکتر بود می توان بار های فرضی جانبی را فقط به بار های ثقلی داد.
۵. تعریف نحوه لحاظ اثرات مرتبه دوم: (P -Delta بزرگ و کوچک)
۶. تنظیمات طرح لرزه ای و طراحی سازه به روش حالت حدی طبق AISC 360-10

+ کنترل طرح لرزه ای سازه طبق الزامات مبحث دهم

۱. تعریف مصالح

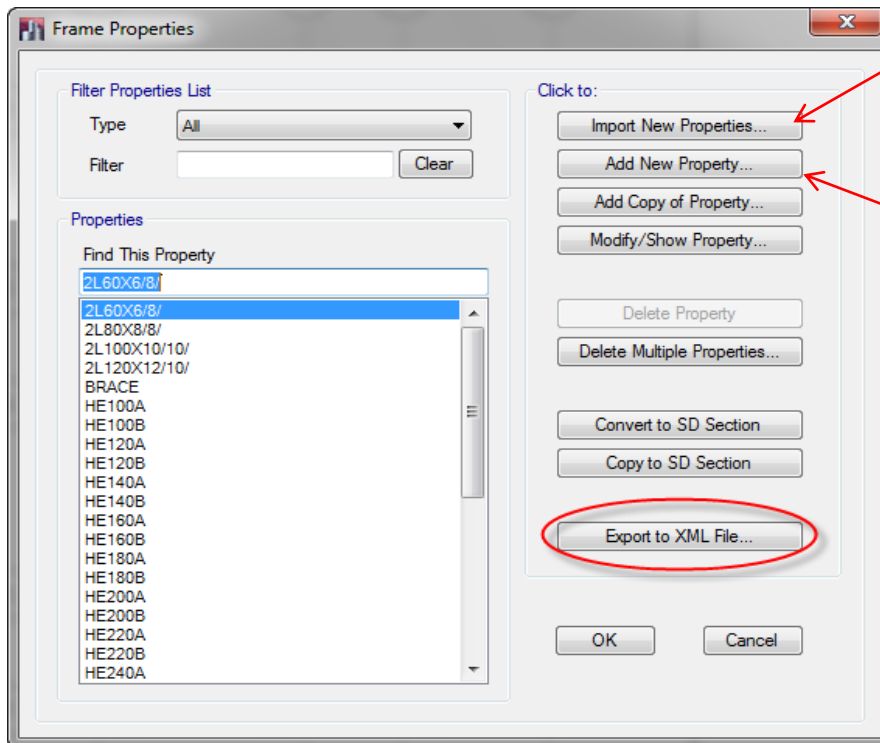
Ry	نوع مقطع
1.25	مقاطع لوله ای و قوطی شکل نورد شده
1.2	سایر مقاطع نورد شده شامل مقاطع ناودانی ، نبشی ، سپری و I-H
1.15	مقاطع ساخته شده از ورق و تسمه



۲- تعریف مقاطع فشرده لرنه ای

➤ روش اول: Import new property: ایمپورت کردن مقاطع از قبل ساخته شده با Proper

ابتدا باید فایل را با نسخه های پایین تر ایتبز باز کنید و مقاطع مورد نیاز را از فایل های pro ایمپورت کنید. سپس همان فایل را با نسخه ۲۰۱۳ باز کنید. مقاطع سر جای خودشان در مدل هستند بدون آنکه نیازی به تغییر فرمت مقاطع باشد. حال اگر بخواهید از مقاطع pro خود به طور دائمی برای فایل های آینده اتان خروجی xml داشته باشید باید از قابلیت export xml نسخه ۲۰۱۳ استفاده کنید تا برای شما یک فایل با پسوند xml بسازد و به این ترتیب میتوانید مقاطع pro را به xml تبدیل کنید که همیشه هم قابل استفاده باشند.



➤ روش دوم: Add New Property: ساختن مقطع جدید در

ایتبز از طریق به صورت General یا Section

Designer و ... سپس اکسپورت به فرمت xml :

برای معادل کردن مقاطع با فرمت xml میتوان تمامی فایل های

با فرمت xml را با notepad باز کرد و در آن به دلخواه

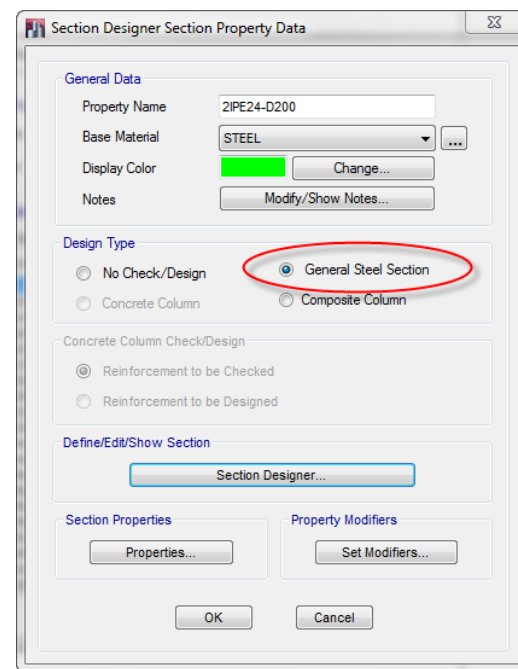
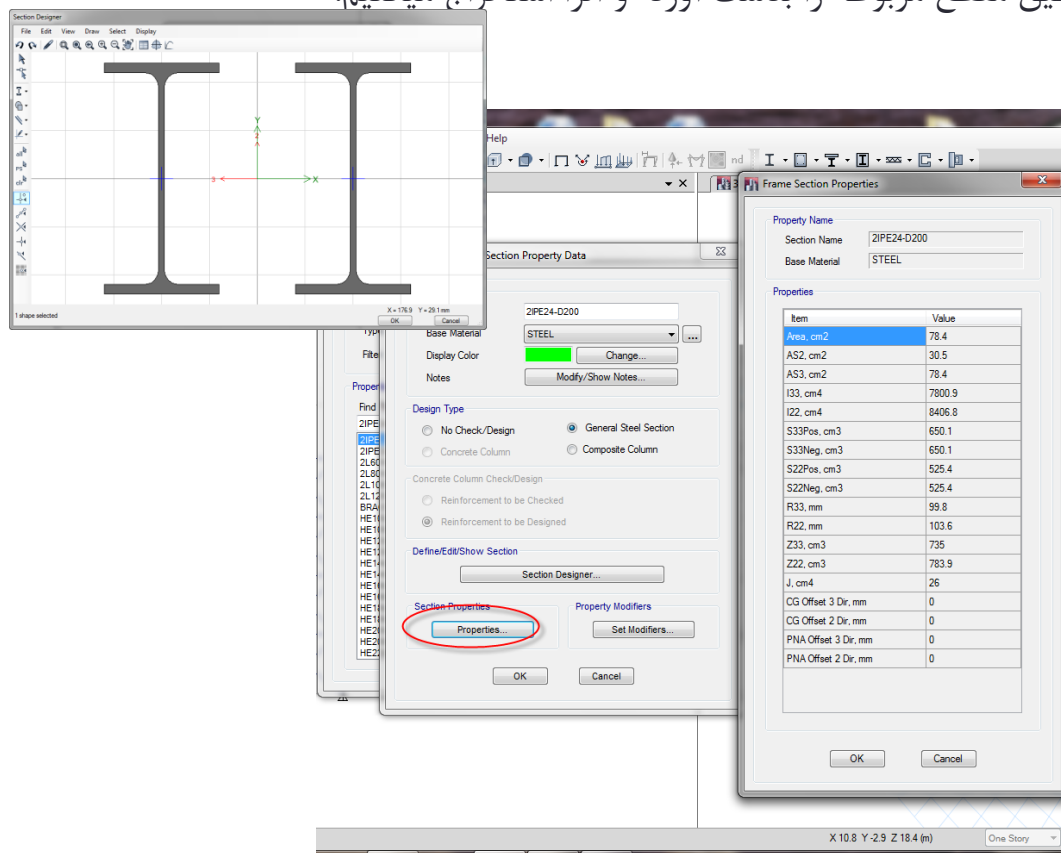
مشخصات مقطع را به مشخصات مقطع معادل تغییر داد.

(تغییر S اساس مقطع الاستیک به Z اساس مقطع پلاستیک)

یا تغییر مشخصات ظاهری مقطع

مثال: تعریف مقطع 2IPE 240 با فاصله ۲۰ سانتیمتری به نرم افزار ETABS 2013

➤ مرحله اول: چنانچه بخواهیم مقطع را به صورت فشرده به نرم افزار تعریف کنیم به نحویکه قابل تشخیص باشد لازم است آنرا با یکی از شکل های تعریف شده مثلا Steel I/Wide یا Section Designer و از نوع General به نرم افزار بشناسونیم تا نرم افزار بتواند مشخصات هندسی دقیق مقطع مربوطه را بدست آورد و آنرا استخراج میکنیم:

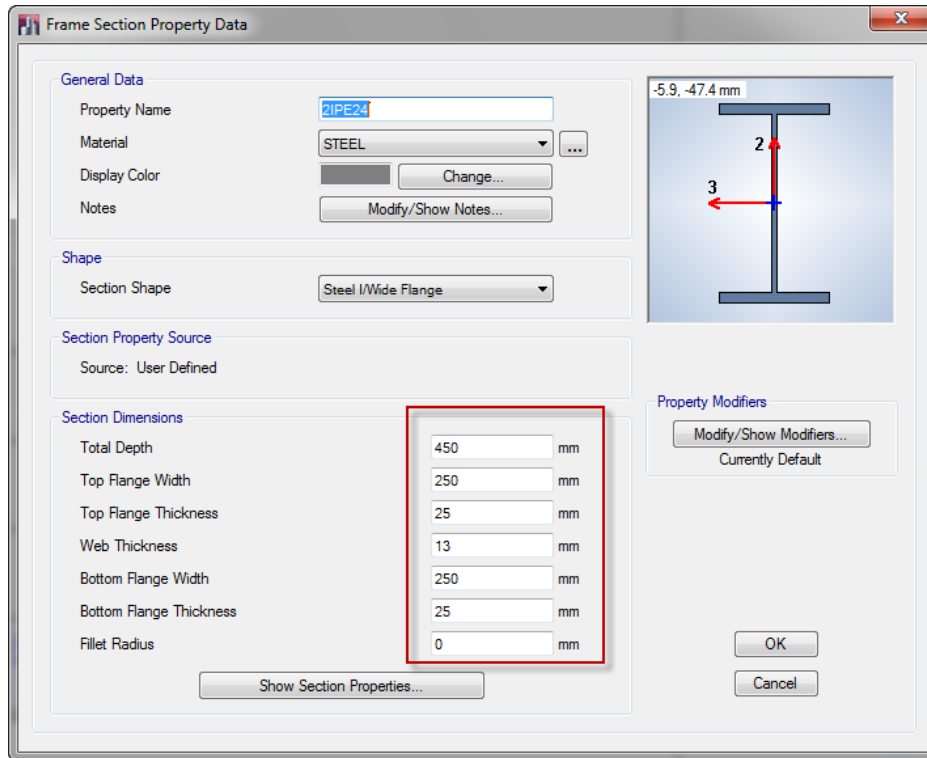


➤ توجه: مقاطعی که در Section Designer

ساخته میشوند قابل اکسپورت شدن به فرمت xml

نیستند

بررسی جزء به جزء هریک از گزینه های منوی طراحی در ETABS 2013

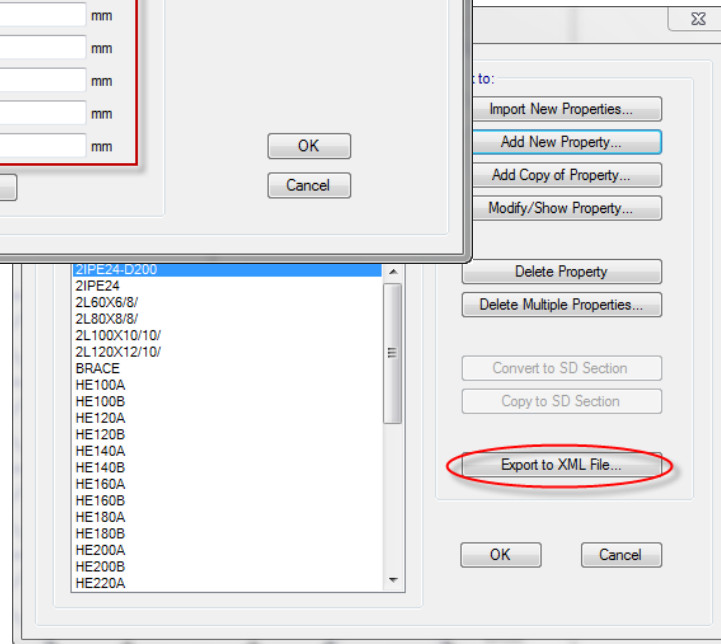


➤ مرحله دوم: ساخت مقطع جدید با مشخصات یک

مقطع فشرده از طریق گزینه Add New Property (از شکل مقطع مشابه)

➤ مرحله سوم: Export مقطع ساخته شده به فرمت

xml



بررسی جزء به جزء هریک از گزینه های منوی طراحی در ETABS 2013

➤ مرحله چهارم باز کردن مقطع ساخته شده با فرمت xml از طریق فایل

متنی notepad اعمال تغییرات مشخصات هندسی مقطع فرضی

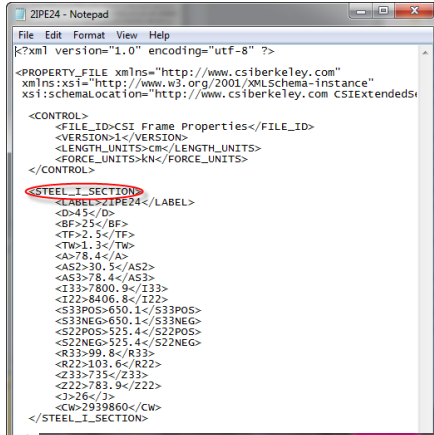
ساخته شده با مقطع 2IPE240-D200

➤ مرحله پنجم: Save کردن فایل ادیت شده و از دوباره import کردن

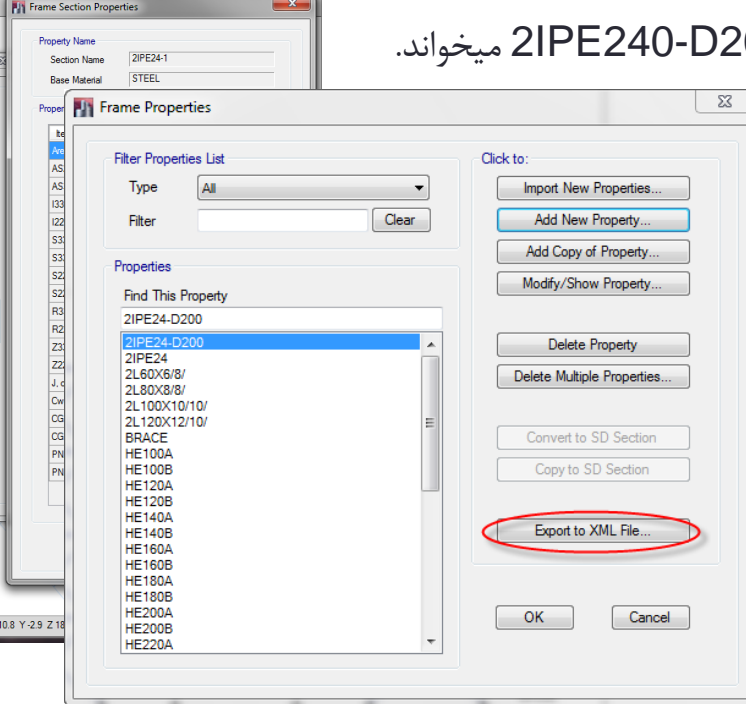
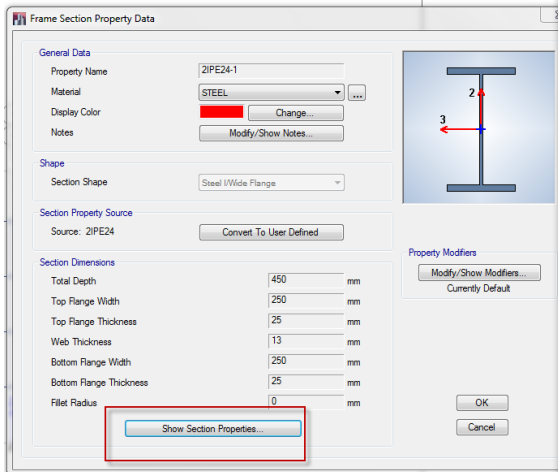
همان فایل xml

در این حالت نرم افزار مقطع نهایی را به شکل تک IPE می شناسد اما

مشخصات هندسی آنرا از مقطع 2IPE240-D200 میخواند.



```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<PROPERTY_FILE xmlns="http://www.csiberkeley.com"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.csiberkeley.com CSExtendeds
</CONTROL>
<FILE_ID>CSI Frame Properties</FILE_ID>
<VERSION>1</VERSION>
<LENGTH_UNITS>cm</LENGTH_UNITS>
<FORCE_UNITS>kn</FORCE_UNITS>
</CONTROL>
<STEEL_I_SECTION>
<LABEL>2IPE24</LABEL>
<D>45</D>
<BF>25</BF>
<TF>2.5</TF>
<TW>1.3</TW>
<A>78.4</A>
<AS2>30.5</AS2>
<AS3>78.4</AS3>
<I33>7800.9</I33>
<I22>8406.8</I22>
<S33POS>650.1</S33POS>
<S33NEG>650.1</S33NEG>
<S22POS>525.4</S22POS>
<S22NEG>525.4</S22NEG>
<R33>99.8</R33>
<R22>103.6</R22>
<R33>78.4</R33>
<Z22>783.9</Z22>
<Z33>26</Z33>
<CW>2939860</CW>
</STEEL_I_SECTION>
```



۳- تعریف انواع بار طبق مبحث ششم ویرایش سال ۹۲ و ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰

- ۱) $۱/۴D$
- ۲) $۱/۲D + ۱/۶L + ۰/۵(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
- ۳) $۱/۲D + ۱/۶(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } ۰/۵(۱/۴W)]$
- ۴) $۱/۲D + ۱/۱۰(۱/۴W) + L + ۰/۵(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
- ۵) $۱/۲D + ۱/۱۰E + L + ۰/۲S$
- ۶) $۰/۹D + ۱/۱۰(۱/۴W)$
- ۷) $۰/۹D + ۱/۱۰E$
- ۸) $۱/۲D + ۰/۵L + ۰/۵(L_r \text{ یا } S) + ۱/۲T$
- ۹) $۱/۲D + ۱/۶L + ۱/۶(L_r \text{ یا } S) + ۱/۱۰T$

موارد زیر در ترکیب بارهای این بند باید در نظر گرفته شود:

- ضرایب بار مربوط به L در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری‌هایی که بار L_0 آنها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع است، به استثناء کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی را می‌توان برابر با $۰/۵$ منظور نمود.

۳-۳-۹ نیروی قائم ناشی از زلزله

۳-۳-۹-۱ نیروی قائم ناشی از زلزله که اثر مولفه قائم شتاب زلزله در ساختمان است در موارد زیر باید در محاسبات منظور شود.

الف- کل سازه ساختمان‌هایی که در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده‌اند.

ب- تیرهایی که دهانه آنها بیشتر از پانزده متر می‌باشد، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آن‌ها.

ج- تیرهایی که بار قائم متمرکز قابل توجهی در مقایسه با سایر بارهای منتقل شده به تیر را تحمل می‌کنند، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها. در صورتی که بار متمرکز حداقل برابر با نصف مجموع بار وارده به تیر باشد، آن بار قابل توجه تلقی می‌شود.

د- بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌هایی که به صورت طره ساخته می‌شوند.

۳-۳-۹-۲ مقدار نیروی قائم برای عناصر بندهای ب و ج از رابطه (۳-۹) محاسبه می‌شود و برای عناصر بند د دو برابر مقدار این رابطه منظور می‌گردد، بعلاوه در مورد عناصر بند د، این نیرو باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین و بدون منظور نمودن اثر کاهنده بارهای ثقلی در نظر گرفته شود.

$$F_V = 0.6 A I W_p$$

(۳-۹)

در محاسبه مقدار نیروی قائم برای کل سازه ساختمان در حالت الف بند ۳-۹-۱، رابطه (۳-۹) مورد استفاده قرار گرفته و به جای W_p مقدار بار مرده اجزای ساختمان در نظر گرفته می‌شود. نیروی قائم مذکور باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین به طور جداگانه به سازه اعمال شود. در نظر گرفتن نیروی قائم در جهت رو به بالا در طراحی پی ساختمان ضروری نیست.

۳-۳-۹-۳ نیروهای قائم و افقی زلزله باید به طور همزمان با بارهای مرده و زنده ترکیب شده و در طراحی اعضای سازه به کار رود. در این ترکیب ضوابط بند ۳-۱-۴ باید رعایت شود.

نیروی قائم ناشی از زلزله (بند ۳-۳-۹ آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم)

۱- سازه در شهر تهران یعنی در منطقه با سطح خطر زلزله زیاد واقع شده است؛ پس در هر صورت اعمال بار قائم زلزله ضروری است.

۲- به دلیل وجود کنسول در سازه ، بدون توجه به محل قرارگیری سازه اثر بار قائم زلزله ضروری است

۳- بار قائم ناشی از بند ۱ درصدی از بار مرده سازه **Wp** است. این بار به تمام قسمتهای سازه اعمال میشود.

این بار رفت و برگشتی و بدون منظور اثر کاهنده بارهای ثقلی است و بار رو به بالای آن ضروری نیست که به پی نیز اعمال شود.

۴- بار **Ez1** برای اعمال بار قائم زلزله برای کل سازه است را می توان با ضریب **Sds** معادل کرد.

۵- بار **Ez2** در بالکن ها و کنسول ها ، می توان برابر مقدار **0.6AIW** و یکبار برای بالکن ها وارد کرد.

۶- بارهای قائم زلزله در ترکیب بارهای تشدید یافته و در ۱۰۰-۳۰ مشارکت ندارند. برای اینکه در نرم افزار

ترکیب بارهای تشدید یافته به صورت خودکار بر اساس تمام حالات بار تعریف شده به صورت **seismic**

ساخته میشود برای اینکه این بارها در آن مشارکت داده نشوند، برای این حالات بار از حالت بار **other**

استفاده خواهیم کرد.

نکاتی از بارگذاری زلزله: (ضریب اضافه مقاومت)

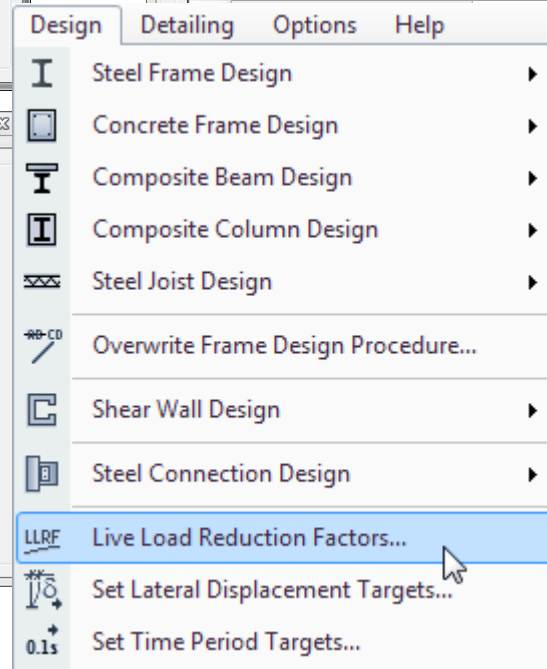
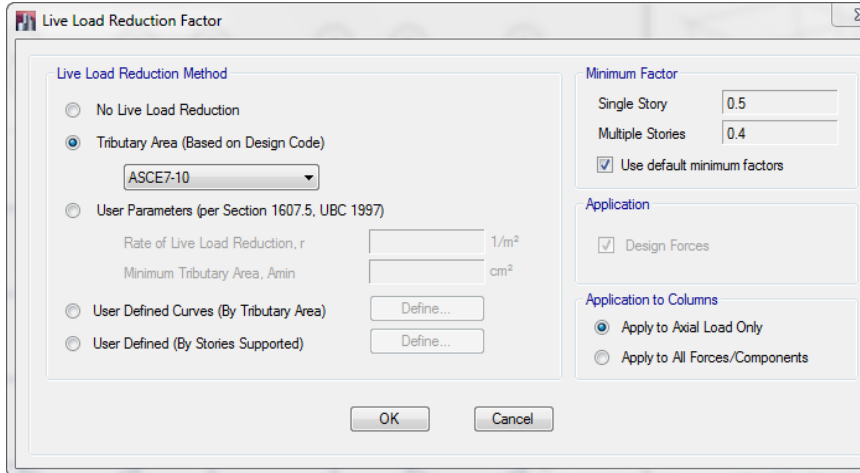
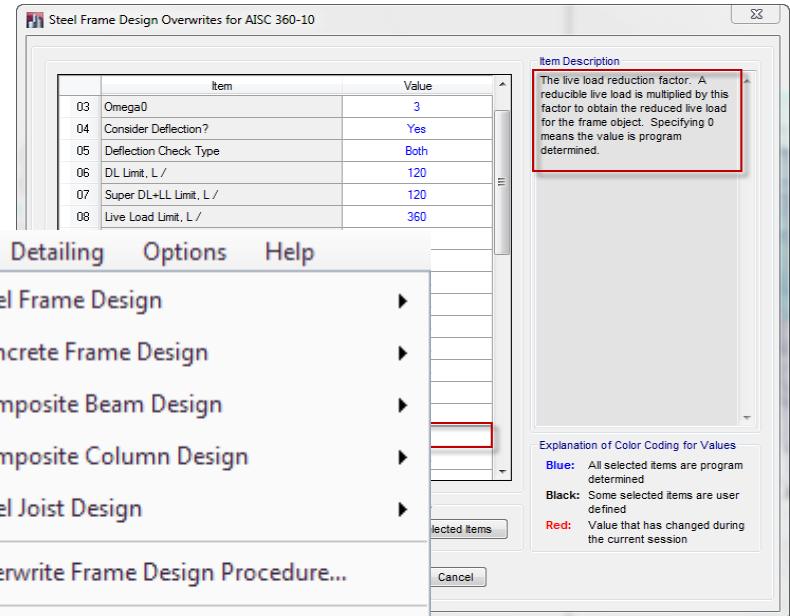
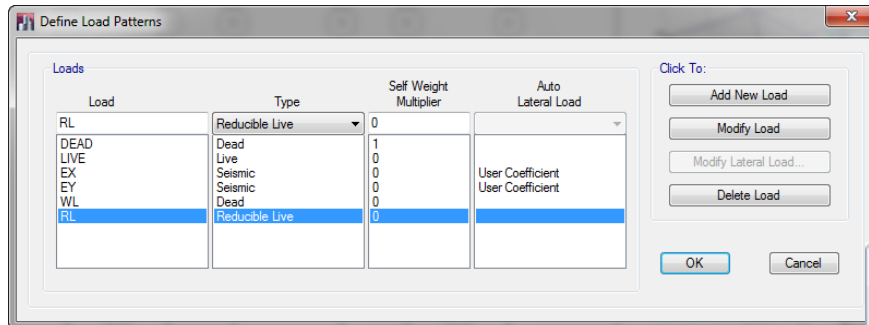
طبق بند ۶-۱۱-۱۱ در مواردی که بر اساس دیگر مباحث مقررات ملی ساختمان و آیین نامه های طراحی استفاده از نیروی تشدید یافته ناشی از زلزله ضروری است باید اثرات مولفه های افقی زلزله در ضریب اضافه مقاومت ضرب شده و سپس در ترکیب بارهای شامل اثر زلزله به کار رود.

در موارد استفاده از ضریب اضافه مقاومت می توان ضریب نامعینی سازه را برابر واحد در نظر گرفت.

در این مثال ضریب اضافه مقاومت که جهت ترکیب بارهای تشدید یافته استفاده میشود نیز برای دو جهت متفاوت است. این ضریب برای جهت قاب خمشی طبق مبحث دهم برابر ۳ برای جهت قاب ساده و مهاربند هم محور برابر ۲ میباشد.

نحوه کاهش سربار بار زنده

از مهمترین تغییرات ویرایش ۹۲ میحث دهم تغییر در نحوه اعمال کاهش سرباز بار زنده میباشد. کاهش سربار زنده ظاهراً بر اساس آیین نامه ASCE7.10 میباشد به همین جهت از این پس میتوانیم از این آیین نامه در نرم افزار ETABS 2013 جهت کاهش سربار زنده استفاده کرد.



۱- حالت بار **DEAD**

۲- حالت بار **SD** از نوع **SUPER DEAD** این حالت بار فقط وقتی تعریف میشود که سقف از نوع کامپوزیت باشد و طراحی تیرهای کامپوزیت در نرم افزار انجام شود.

۳- حالت بار **LIVE** از نوع **live** برای لحاظ کردن بار زنده طبقات در قسمتهایی که بار زنده برابر ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع است.

۴- حالت بار **RLIVE** از نوع **ROOF LIVE** برای لحاظ کردن بار زنده بام. در بام بین بارهای زنده، برف و باراین مقدار ماکسیمم را در این حالت بار وارد میکنیم.

۵- حالت بار **RL** از نوع **REDUCED LIVE** برای کاربریهایی که بار زنده آنها کمتر از ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع باشد جز در مورد پارکینگها میتوان این حالت بار را اعمال کرد

۶- حالت بار **S** از نوع **Snow** بار برف

۷- حالت بار **MASS** از نوع **OTHER** برای تعریف بار معادلسازی

۸- حالات بار زلزله از نوع **SEISMIC** به شرح زیر: (تمام حالات بار فوق از نوع **USER COEFFICIENT** تعریف میشود و ضریب زلزله در آن معرفی میشود.)

- **EX** برای زلزله جهت **X** بدون برون از مرکزیت اتفاقی

- **EY** برای زلزله جهت **Y** بدون برون از مرکزیت اتفاقی

- **EPX** برای زلزله جهت **X** با برون از مرکزیت اتفاقی به میزان ۵ درصد در جهت مثبت

- **EPY** برای زلزله جهت **Y** با برون از مرکزیت اتفاقی به میزان ۵ درصد در جهت مثبت

- **ENX** برای زلزله جهت **X** با برون از مرکزیت اتفاقی به میزان ۵ درصد در جهت منفی

- **ENY** برای زلزله جهت **Y** با برون از مرکزیت اتفاقی به میزان ۵ درصد در جهت منفی

- حالت بار **EZ1** برای اعمال بارهای قائم زلزله ناشی از طره ها

- حالت بار **EZ2** جهت اعمال بارهای قائم زلزله ناشی از قرارگیری سازه در منطبق با خطر زلزله بسیار شدید

۹- حالات بار **NOTIONAL** برای لحاظ کردن خطاهای ساخت به شرح زیر از نوع **NOTIONAL** به شرح زیر: (۱۲ حالت)

- **NDEADX** جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار مرده یک در جهت **X** به میزان ۰.۲ درصد

- **NDEADY** جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار مرده یک در جهت **Y** به میزان ۰.۲ درصد

- **NSDX** جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار مرده گروه ۲ در جهت **X** به میزان ۰.۲ درصد

- **NSDY** جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار مرده گروه ۲ در جهت **Y** به میزان ۰.۲ درصد

- **NRLX** جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار زنده طبقات با قابلیت کاهش سربار در جهت **X**

- **NRLY** جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار زنده طبقات با قابلیت کاهش سربار در جهت **Y**

- **NLIVEX** - جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار حالت **LIVE** در جهت **X** به میزان ۰.۲ درصد

- **NLIVEY** جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار حالت **LIVE** در جهت **Y** به میزان ۰.۲ درصد

- **NRLLIVEX** جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار حالت **RLIVE** در جهت **X** به میزان ۰.۲ درصد

- **NRLLIVEY** جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار حالت **RLIVE** در جهت **Y** به میزان ۰.۲ درصد

- **NSX** جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار حالت **S** در جهت **X** به میزان ۰.۲ درصد

- **NSY** جهت اعمال بار موهومی متناظر با بار حالت **S** در جهت **Y** به میزان ۰.۲ درصد

ترکیبات بارگذاری جهت طراحی سازه

۱- این ترکیبات به صورت کلی جهت طراحی سازه است و لزوماً همین ترکیبات بارگذاری به نرم افزار وارد نمیشود.

۲- ترکیبات بارگذاری تشدید یافته همین ترکیبات خواهند بود که در آن ضریب بار زلزله های افقی در ضریب اضافه مقاومت ضرب میشود.

۳- ترکیبات فوق با فرض لزوم اعمال ترکیب ۱۰۰ درصد نیروی زلزله یک جهت با ۳۰ درصد جهات دیگر است. فرض بر این است که مشارکت بار قائم زلزله با بارهای افقی همیشگی با مشارکت ۱۰۰ درصد است. البته در صورتی که سازه شامل اثر ۱۰۰-۳۰ نباشد لزومی به لحاظ کردن اثر همزمان هر دو بار افقی زلزله نیست ولی در اینجا در جهت اطمینان حالت بحرانی انتخاب شده است.

۴- با توجه به اینکه بار زنده RL طراحی این سازه کمتر از ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع است ، ضریب بار زنده RL در ترکیب سری ۱.۲ ($D+1.6Lr+L$ بند ۶-۲-۳-۳ مبحث ششم) به جای ۱ به ضریب ۰.۵ تغییر میکند. همین وضعیت برای ترکیب بارهای مرده با زنده و زلزله هم صدق میکند.

۵- در ترکیب بارها برای اثر ۱۰۰-۳۰ ، حالت باری که شامل ۳۰ درصد است در بارهای جانبی زلزله فاقد برون از مرکزیت اتفاقی انتخاب شده اند.

۶- حالت بار قائم زلزله EZ1 که مربوط به کنسولهاست در حالتی که رو به بالا میباشد بدون وجود بارهای مرده و زنده میباشد.

ترکیب بارهای اصلاح شده توسط معرفی به نرم افزار جهت طراحی اسکلت فلزی در حالت طراحی با آیین نامه **AISC360-10** ترکیب بارها توسط نرم افزار به صورت خودکار تولید میشود. اما در این مورد دو نکته مهم وجود دارد :

۱- در ترکیب بارهای تشدید یافته در صورت لزوم باید اثر ۱۰۰-۳۰ را نیز لحاظ نمود (این مساله به صراحت در مبحث دهم جدید ذکر شده است). این در صورتی است که در ترکیب بارهای عادی نیز ملزم به اعمال این ترکیب می باشیم. در صورتی که اثر ۱۰۰-۳۰ لازم باشد، در ترکیب بار تشدید یافته نیز ضریب ۰.۳ باید اعمال شود. اما در ترکیب بارهای خودکار تشدید یافته نرم افزار این ضریب اعمال نمیگردد و به جای آن ضریب ۱ اعمال میشود که باعث دست بالا شدن این ترکیب بارها میشود.

۲- چون سیستم سازه ای استفاده شده در دو جهت با هم متفاوت است، ضریب اضافه مقاومت که جهت ترکیب بارهای تشدید یافته استفاده میشود نیز برای دو جهت متفاوت است. این ضریب برای جهت قاب خمشی طبق مبحث دهم برابر ۳ برای جهت قاب ساده و مهاربند هم محور برابر ۲ میباشد. اما در نرم افزار فقط یک ضریب وارد میشود. حال باید چه ضریبی را وارد کنیم؟

اما راه حلی که پیشنهادی به شرح زیر است :

$\frac{3}{2}$

۱- برای اینکه تنها یک ضریب اضافه مقاومت را بتوانیم به نرم افزار بدهیم ، با فرض اینکه مثلاً ضریب اضافه مقاومت را برابر ۲ لحاظ کنیم، میتوانیم برای جهت قاب خمشی (در اینجا جهت) (X ضریب زلزله را در ضریب ضرب کنیم. برای جبران این اضافه ضریب که ترکیب بارهای عادی را دست بالا میکند، در ترکیب بارهای عادی ضریب بار زلزله جهت قاب ساده مهاربندی را در ضریب $\frac{2}{3}$ ضرب میکنیم.

۳- در مورد حالات بار قائم زلزله با فرض اینکه این حالات بار در ترکیب بارهای تشدید یافته نیازی به وارد شدن ندارند و برای اینکه نرم افزار آنها را مشارکت ندهد این حالت‌های بار در نرم افزار به صورت **Other** معرفی میشوند.

جمع بندی:

۱- برای اینکه تنها یک ضریب اضافه مقاومت را عدد ۲ تعریف میکنیم

۲- ضریب زلزله را برای سمت قاب خمشی در $0.3 \times \frac{3}{2}$ ضرب میکنیم و برای قاب ساده مهاربندی تنها در ۰.۳ ضرب میکنیم

۳- ضرایب بار زلزله در ترکیبات بار عادی:

برای بارهای زلزله افقی شامل $E_x, E_y, E_{xp}, E_{xn}, E_{yp}, E_{yn}$ بار زلزله از نوع USER COEFFICIENT تعریف میشود در راستای خمشی ضرایب در $\frac{2}{3} = 0.67$ ضرب میشوند و در راستای قاب ساده مهاربندی همه ضرایب برابر ۱ میباشند.

در مورد حالات بار قائم زلزله EZ

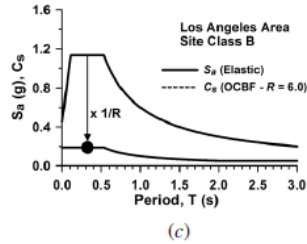
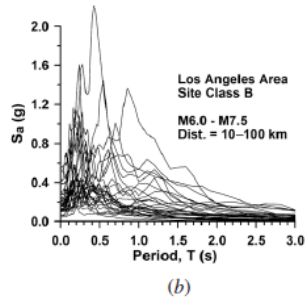
با فرض اینکه این حالات بار در ترکیب بارهای تشدید یافته نیازی به وارد شدن ندارند و برای اینکه نرم افزار آنها را مشارکت ندهد این حالت‌های بار در نرم افزار به صورت Other معرفی میشوند.

پرسش و پاسخ

عوامل موثر در آنالیز پایداری سازه های فولادی



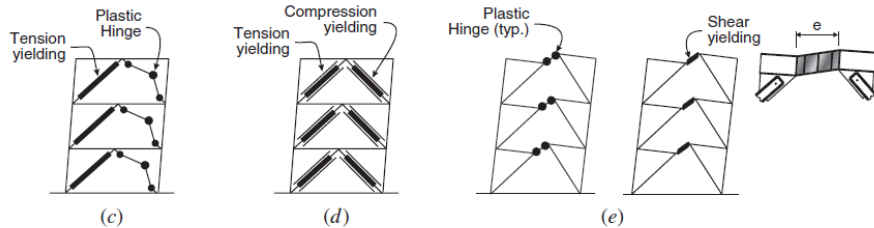
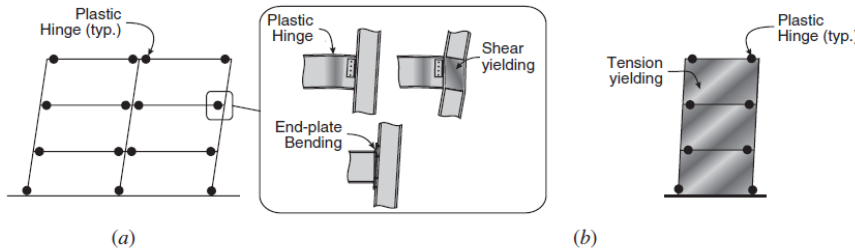
اثرات غیر الاستیک - فلسفه طرح لرزه ای سازه ها



$$V = CW, C_{inelastic} = ABI$$

$$C_{elastic} = \frac{1}{R} \times ABI$$

- به جهت سهولت در طرح و پرهیز از پیچیدگی های موجود در آنالیز غیر الاستیک از آنالیز الاستیک با لحاظ اثرات غیر الاستیک به صورت کاهش سختی استفاده می شود.



- کنترل پایداری لرزه ای غیر الاستیک با استفاده از شاخص پایداری $\theta_i = \frac{\Delta M_i}{M_i} = \left(\frac{P\Delta_w}{VL}\right)_i$

ناشاقولی

ناصافی

اثرات عیوب هندسی

Member out-of-straightness = $L / 1000$

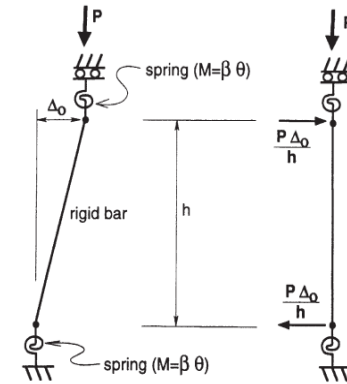


Member out-of-plumbness = $L / 500$

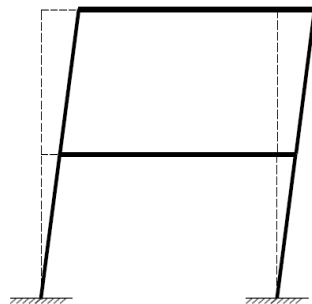


$$F_{n1} = \frac{\Delta_0}{h} \sum P_u$$

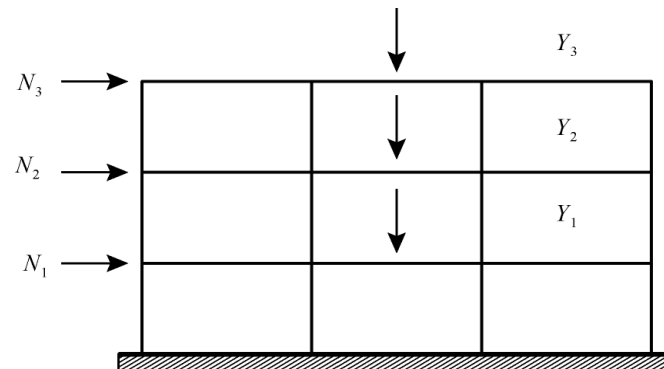
$$N_i = 0.002\alpha Y_i$$



(a) imperfect geometry (b) equivalent notional loads

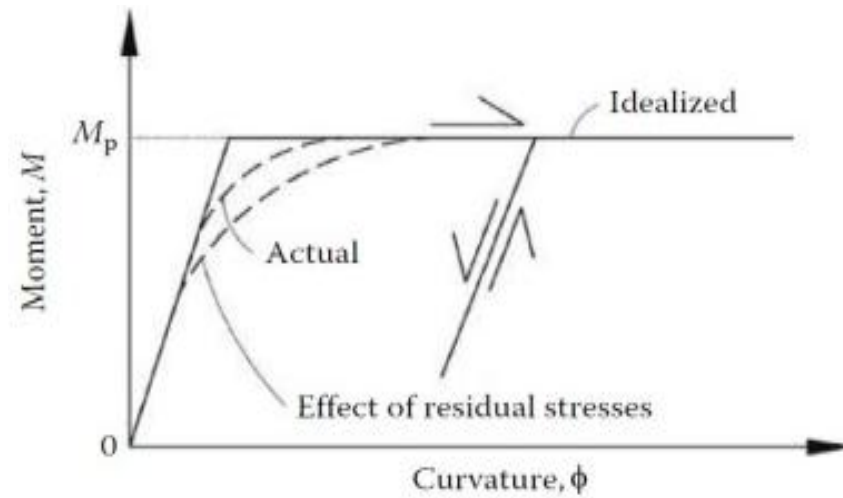
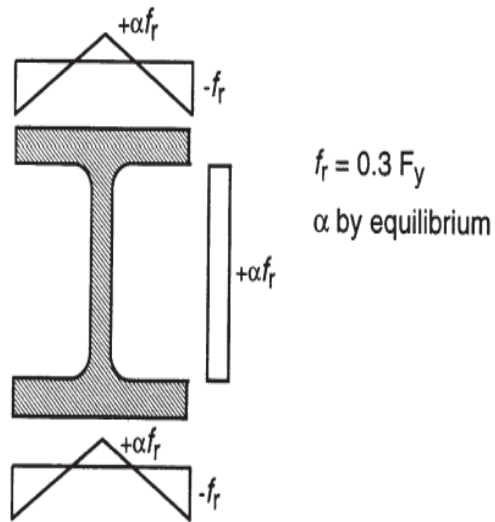


یا



$$N_i = 0.002Y_i$$

• اثر تنش های پسماند Residual Stresses

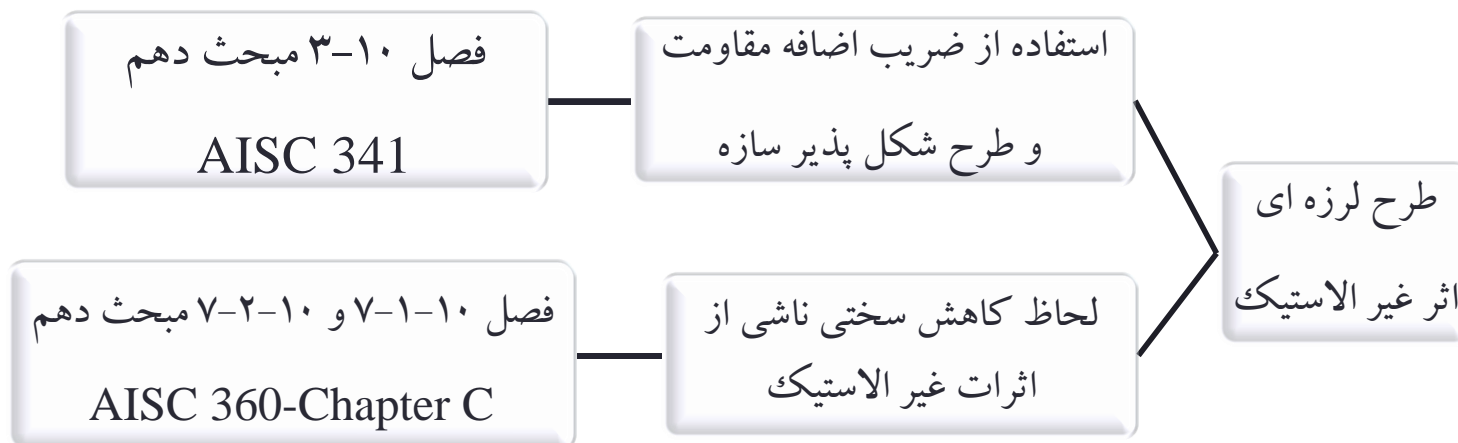


• اثر اتصالات و گره ها

• اثر پیچش در آنالیز پایداری قاب های سه بعدی

• پاسخ خمشی-پیچشی اعضا

فرآیند طرح لرزه ای سازه ها



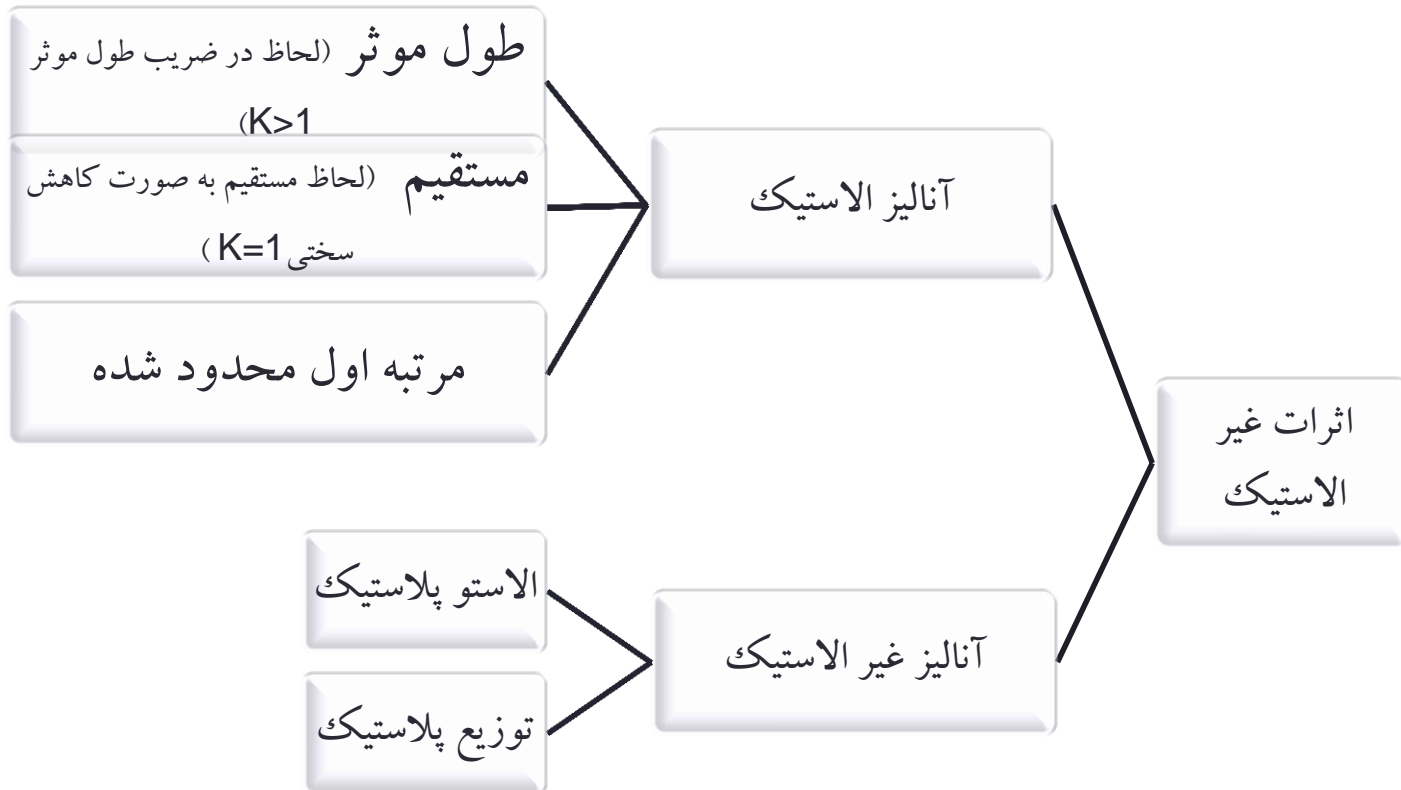
+ کنترل پایداری لرزه ای با شاخص پایداری

عوامل موثر در آنالیز پایداری سازه های فولادی



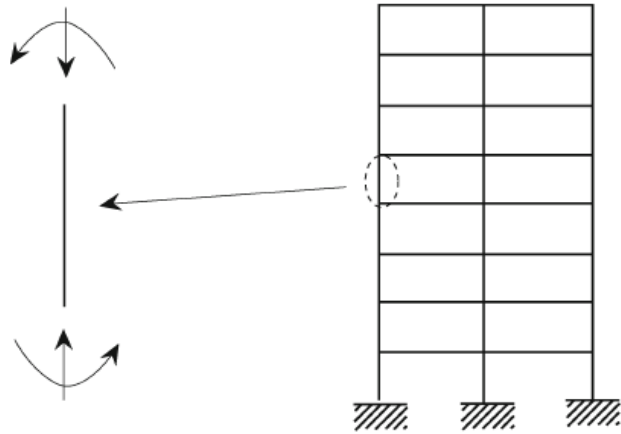
الف) انواع روش های لحاظ آثار غیر الاستیک

InElasticity Effects

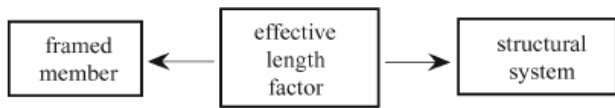




الف-1) روش طول موثر Effective Length Method



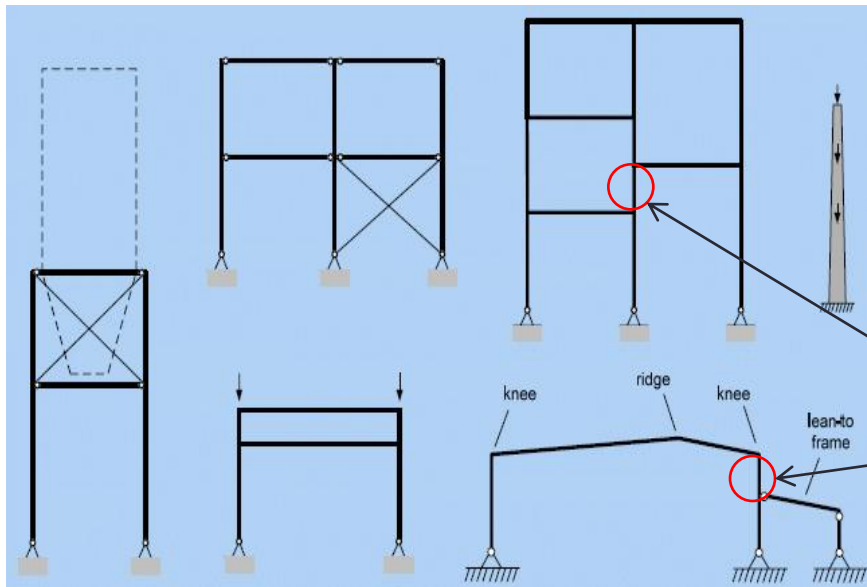
- در AISC-1961 برای اولین بار مفهوم طول موثر مطرح شد
- در این روش به جای طول حقیقی ستون L با شرایط انتهایی پیچیده، ستون معادلی به طول KL با دو انتهای مفصلی جایگزین می شود.



- انتقاد اصلی بر این روش این است که چون این روش

بر مبنای تحلیل کشسان حالات ایده آل استوار است نمی تواند برای

تخمین رفتار پایداری سیستم های واقعی مورد اعتماد باشد.



$$K = \left(\sqrt{\frac{1.6G_A G_B + 4(G_A + G_B) + 7.5}{G_A + G_B + 7.5}} \right) \geq 1$$

Find K ?

اثر غیر الاستیک در روش آنالیز مستقیم

- در این روش سختی کاهش یافته $EI = 0.8\tau_b EI$ باید در همه اعضایی که سختی خمشی آنها در پایداری جانبی سازه مشارکت دارند استفاده شود. (به طور محافظه کارانه می تواند برای همه اعضای سازه لحاظ شود):

$$\tau_b = \begin{cases} 1.0 & \alpha P_r / P_y \leq 0.5 \\ 4 \left(\alpha P_r / P_y \right) \left(1 - \alpha P_r / P_y \right) & \alpha P_r / P_y > 0.5 \end{cases}$$

$$\alpha = 1(LRFD), \quad \alpha = 1.6(ASD)$$

میشود از سختی کاهش یافته ثابت استفاده کرد با این شرط که بار فرضی جانبی $N_i = 0.001Y_i$ به همه ترکیبات بار اضافه شود

- سختی محوری کاهش یافته $EA^* = 0.8EA$ باید برای اعضایی که سختی محوری آنها در پایداری جانبی سازه مشارکت دارند بکار رود.

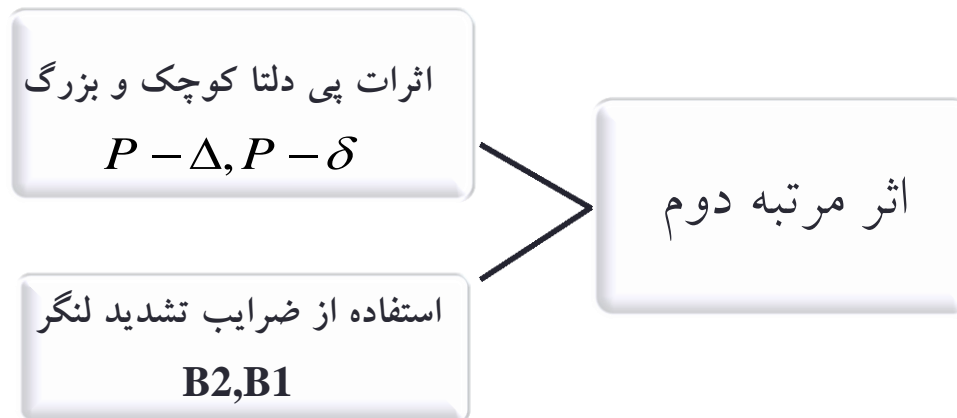
اهمیت ضریب B_2 در انتخاب نوع روش آنالیز پایداری:

ویژگی	روش طول موثر (ELM)	آنالیز مستقیم (DAM)
محدودیت	$B_2 \leq 1.5$	در همه حالات
بارهای خیالی جانبی Notional Load	تنها در ترکیب بارهای شامل بار ثقلی $\Delta = 0.002L$	اگر $B_2 > 1.7$ در همه ترکیبات بار
		اگر $B_2 \leq 1.7$ تنها در ترکیب بارهای حاوی بار ثقلی $\Delta = 0.002L$
سختی موثر	واقعی (لحاظ کاهش در منحنی مقاومت ستون)	$EI = 0.8\tau_p EI$ و $EA^* = 0.8EA$
مقاومت فشاری موثر	P_n بر اساس KL اگر $B_2 \leq 1.1 \leftarrow K=1$	P_n بر اساس $(K=1)L$

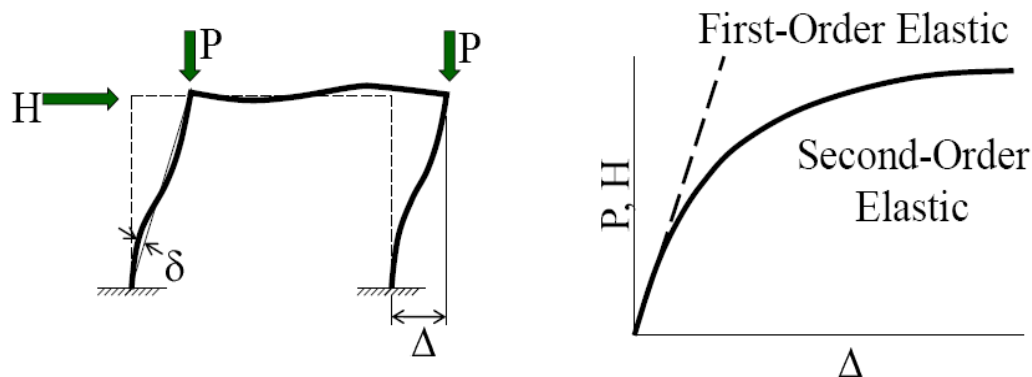
در ویرایش سال ۹۲ مبحث دهم محدودیت دیگری برای B_2 آمده است که اگر بزرگتر از ۱.۷ باشد بار فرضی جانبی بایست در همه ترکیبات بار ذکر گردید

(ب) انواع روش های لحاظ اثر مرتبه دوم

Second Order Effects



ب-۱) روش عمومی مرتبه دوم $P-\Delta, P-\delta$



برای سازه تحت بار جانبی قرار دارد تحت $P-\Delta$ مجموع لنگر در حالت رفتار ارتجاعی برابر است با:

$$M_i + \Delta M_i = M_i + P_i \Delta_{wi} = M_i(1 + \theta_i)$$

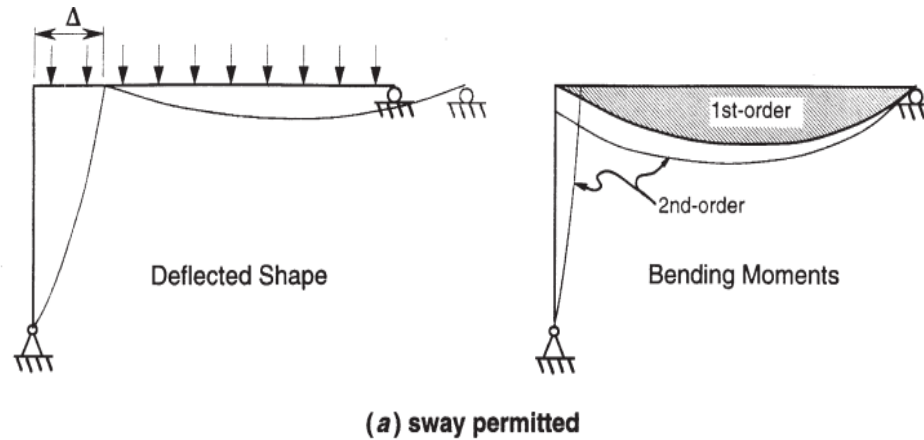
از طرف دیگر، لنگر اضافی ΔM_i ، خود ایجاد یک تغییر مکان اضافی در طبقه i می‌کند که این تغییر مکان نیز به نوبه خود اثرهای $P-\Delta$ و در نتیجه لنگر اضافی جزئی تری را ایجاد می‌کند. لنگر طبقه در نهایت برابر خواهد بود با:

$$M_{i\Delta} = M_i(1 + \theta_i + \theta_i^2 + \theta_i^3 \dots) = M_i \left(\frac{1}{1 - \theta_i} \right)$$

همینطور در محاسبه برش معادل طبقه با منظور کردن اثرات $P-\Delta$ داریم:

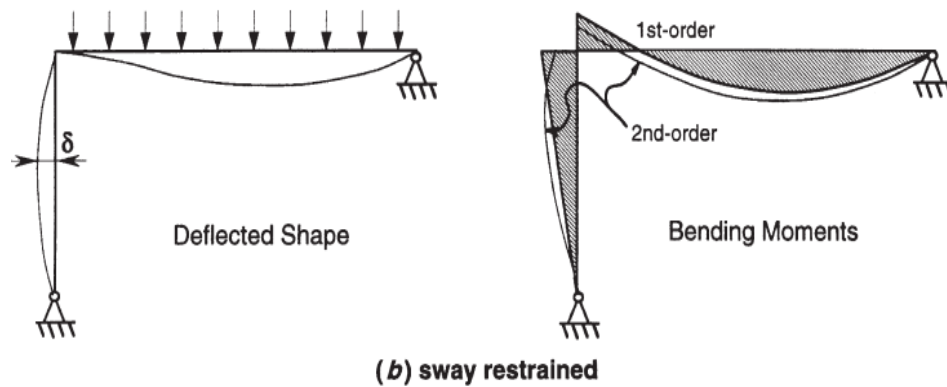
$$V_{i\Delta} = V_i \left(\frac{1}{1 - \theta_i} \right)$$

تحت اثر $P - \Delta$ سختی سازه کاهش می یابد و نیروهای داخلی اعضای در ضریب $1/(1-\theta)$ تشدید می شود.



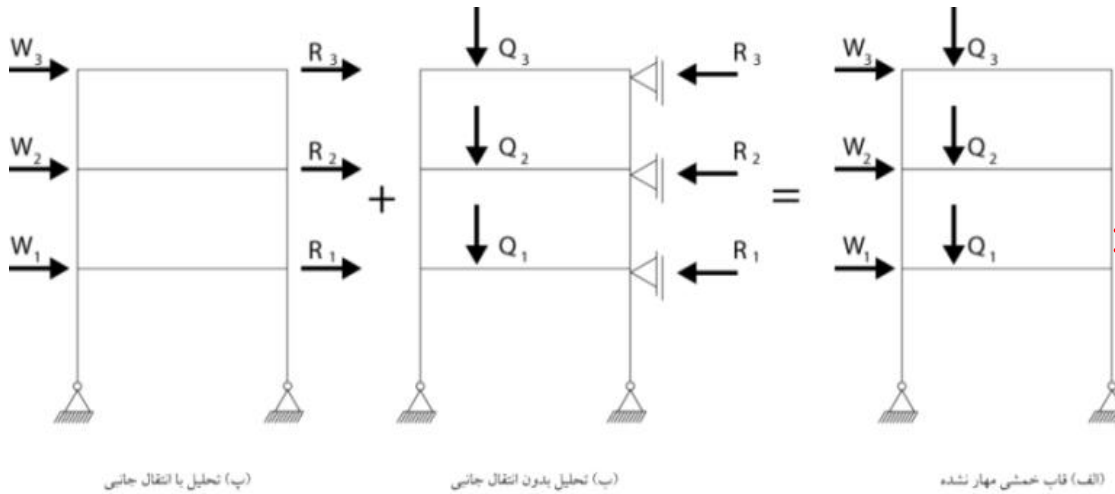
$$: P - \Delta$$

نیاز به تعریف حداقل یک
یا چند گره میانی



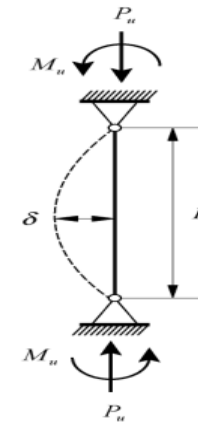
$$: P - \delta$$

ب-۲) روش مرتبه اول تشدید یافته



الف) قاب بدون حرکت جانبی

$P - \delta$:



$$M_{\max} = M_0 + P(y_0 + y_1) = A_m M_0 \rightarrow A_m = \frac{C_m}{1 - P/P_e}$$

در AISC-ASD89: به صورت ضریب تشدید در روابط کنترل ترکیب تنش ها ناشی از خمش:

$$\text{برای مثال اگر } (f_a/F_a) > 0.15 \rightarrow \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} \delta_x + \frac{f_{by}}{F_{by}} \delta_y \leq 1 \quad \delta = \frac{C_m}{1 - f_a/F'_e}$$

در AISC-360-05 تشدید نیروها با استفاده از ضرایب **B1**:

$$B_1 = \frac{C_m}{\left[1 - \frac{\alpha P}{P_{e1}}\right]} \geq 1$$

$$M_r = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$

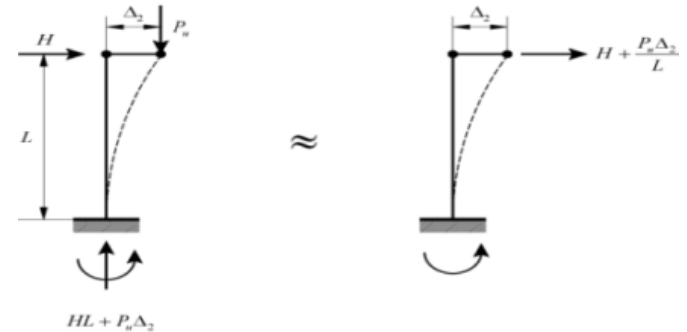
$$P_r = P_{nt} + B_2 P_{lt}$$

(ب) قاب با حرکت جانبی $P - \Delta$:

$$M = HL, \quad \Delta_1 = \frac{HL^3}{3EI}$$

$$\Delta_2 = \frac{(H + \frac{P_u \Delta_2}{L})L^3}{3EI} = \frac{HL^3}{3EI} \left(1 + \frac{P_u \Delta_2}{HL}\right) \rightarrow \Delta_2 = \Delta_1 + \frac{P_u \Delta_1 \Delta_2}{HL}$$

$$\Delta_1 = \left(1 - \frac{P_u \Delta_2}{EL}\right) \Delta_2 \rightarrow \Delta_2 = \frac{\Delta_1}{\left(1 - \frac{P_u \Delta_1}{HL}\right)} = (AF) \Delta_1$$



برای حالتی که قاب دارای انتقال جانبی است ضریب تشدید کننده برابر خواهد بود:

$$AF = \frac{1}{\left(1 - \frac{P_u \Delta_1}{HL}\right)} = \frac{1}{1 - \theta_i}$$

در AISC-ASD89 به صورت لحاظ اثر $P - \Delta$:

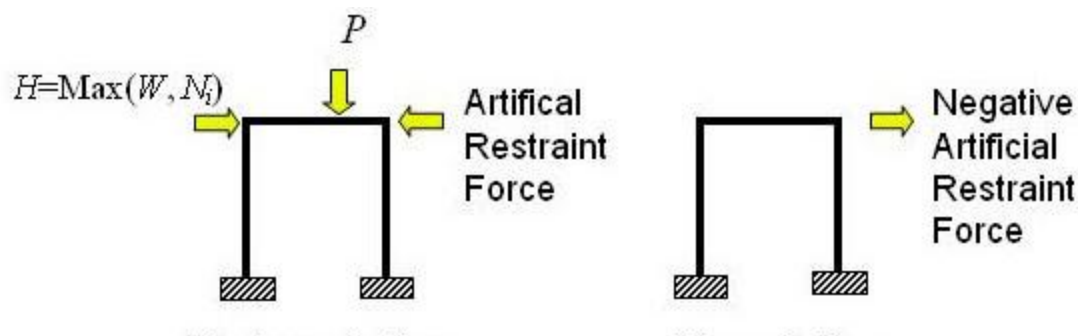
در AISC-360-05 تشدید نیروها با استفاده از ضرایب B_2 :

$$B_2 = \frac{1}{\left[1 - \frac{\alpha \sum P_{nt}}{\sum P_{e2}}\right]} \geq 1 \quad \sum P_{e2} = R_M (\sum H) L / \Delta_H$$

$$M_r = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$

$$P_r = P_{nt} + B_2 P_{lt}$$

مفهوم قاب مهارشده و نشده در مبحث دهم و AISC

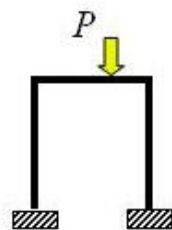


Approximate Second-Order Analysis

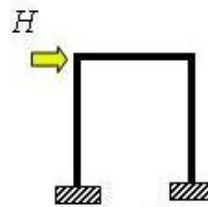
- Common design office approximation

M_{rt} = gravity load moments

M_{lt} = lateral load moments



No translation ?



Lateral translation

به علاوه در مبحث دهم مطرح شده چنانچه شاخص پایداری طبقه زیر ۰.۰۵ باشد مهارشده جانبی تلقی می شود.



نحوه تعیین ضریب B₂:

• در روش عمومی تحلیل P-Δ

$$AF = \frac{1}{\left(1 - \frac{P_u \Delta_1}{HL}\right)} \rightarrow M_{ip\Delta} = M_i (1 + \theta_i + \theta_i^2 + \theta_i^3 \dots) = M_i \left(\frac{1}{1 - \theta_i} \right)$$

• و در روش تشدید لنگر با لحاظ تنها اثر P-Δ

$$B_2 = \frac{1}{\left[1 - \frac{\alpha \sum P_{nt}}{\sum P_{e2}} \right]}$$

$$M_r \approx B_2 M_{lt} = M_{lt} \left(\frac{1}{1 - \alpha \theta_i} \right) \quad LRFD : \quad \alpha = 1$$

در مبحث دهم ویرایش سال ۸۷:

$$B_2 = \frac{1}{1 - \frac{1}{R_m} \theta_{\max}} \xrightarrow{\theta_{\max} = 0.25} \left\{ \begin{array}{l} \text{Braced - Frame} \xrightarrow{R_m = 1} B_2 = 1.33 \\ \text{Moment \& Dual - Frame} \xrightarrow{R_m = 0.85} B_2 = 1.42 \end{array} \right\}$$

$$P_e = \left(1 - 0.15 \frac{P_{mf}}{P} \right) \frac{HL}{\Delta_H} \quad \text{در مبحث دهم ویرایش سال ۹۲:}$$

معضل حال حاضر نرم افزار های SAP,ETABS در کار با آیین نامه AISC 360-05

با توجه به اینکه در حال حاضر و در آخرین نسخه از نرم افزار طراحی سازه ای ETABS امکان محاسبه B_2 توسط نرم افزار نیست بنابراین برای آنالیز پایداری با کمک این آیین نامه با استفاده از ضرایب تشدید لنگر میبایست به صورت دستی مقدار B_2 اعضای مربوط به هر طبقه را محاسبه و به اعضای طبقه

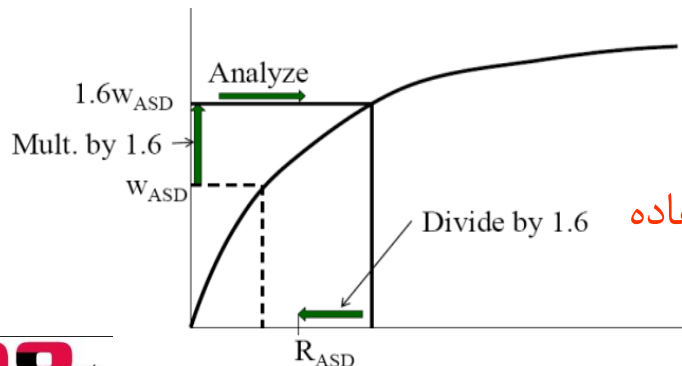
Chapter 3 - Design using ANSI/AISC 360-05

اختصاص داد.

If the program assumptions are not satisfactory for a particular structural model or member, the user has the choice to explicitly specify the values of B_1 for any member.

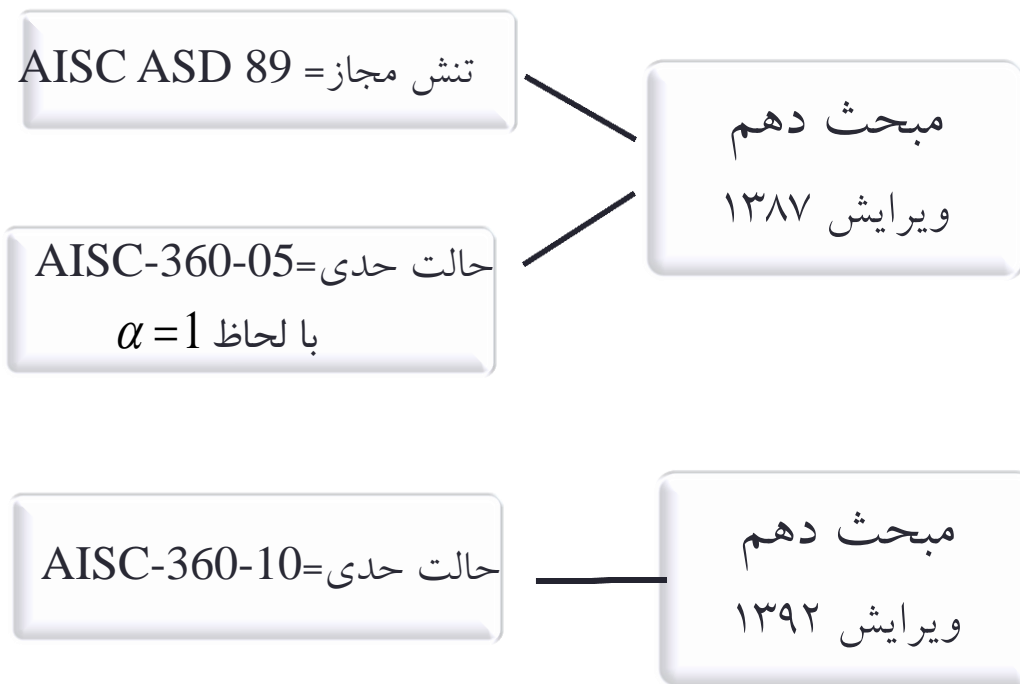
Currently, the program does not calculate the B_2 factor. The user is required to overwrite the values of B_2 for the members.

در روش تحلیل مرتبه اول تشدید شده، اثر ضریب 1.6 به صورت مستقیم در ضرایب B_1 و B_2 لحاظ گردیده و در نتیجه احتیاج به فاکتور فزاینده دیگری نیست. در روش $P-\Delta$ از آنجا که $B_2 = 1$ باید در انتها نتایج تحلیل پایداری در روش تنش مجاز را بر 1.6 تقسیم شود.

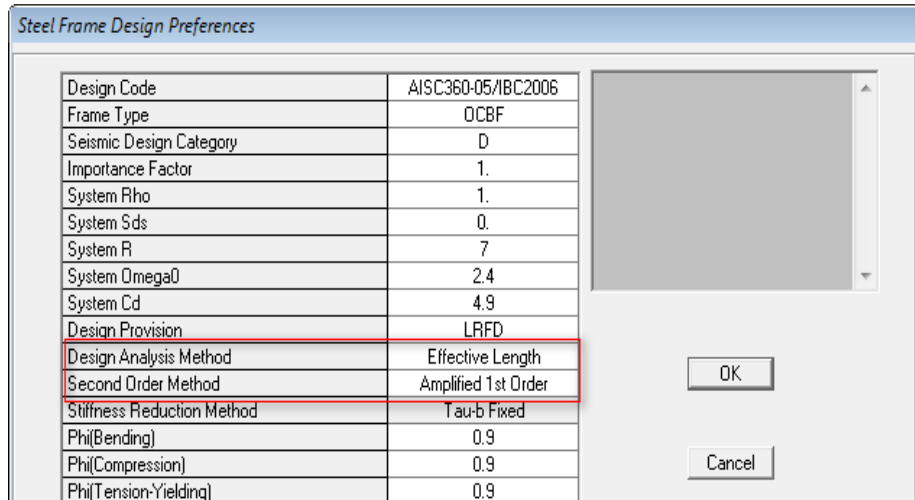


در AISC 2010 با اختیاری شدن روش B_1, B_2 لزوم استفاده از این روش در نرم افزار از بین رفته است.

آنالیز پایداری در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان



آنالیز پایداری در نرم افزار ETABS , SAP مطابق AISC 360-10 و مبحث دهم ویرایش ۹۲



(ب) حالت حدی LRFD

روش اعمال اثر ثانویه در دو گزینه
 Design Analysis Method و Second
 Order Method قابل تعیین است :

نحوه اعمال اثر مرتبه دوم
 حالت حدی در ETABS

Design Analysis
 Method

آنالیز مستقیم Direct Analysis

طول موثر Effective Length

مرتبه اول Limited 1st Order

Second Order
 Method

General 2nd Order

آنالیز عمومی مرتبه دوم

$P - \Delta$

Amplified 1st Order

مرتبه اول تشدید یافته

Design Analysis Method :

❖ روش آنالیز مستقیم Direct Analysis

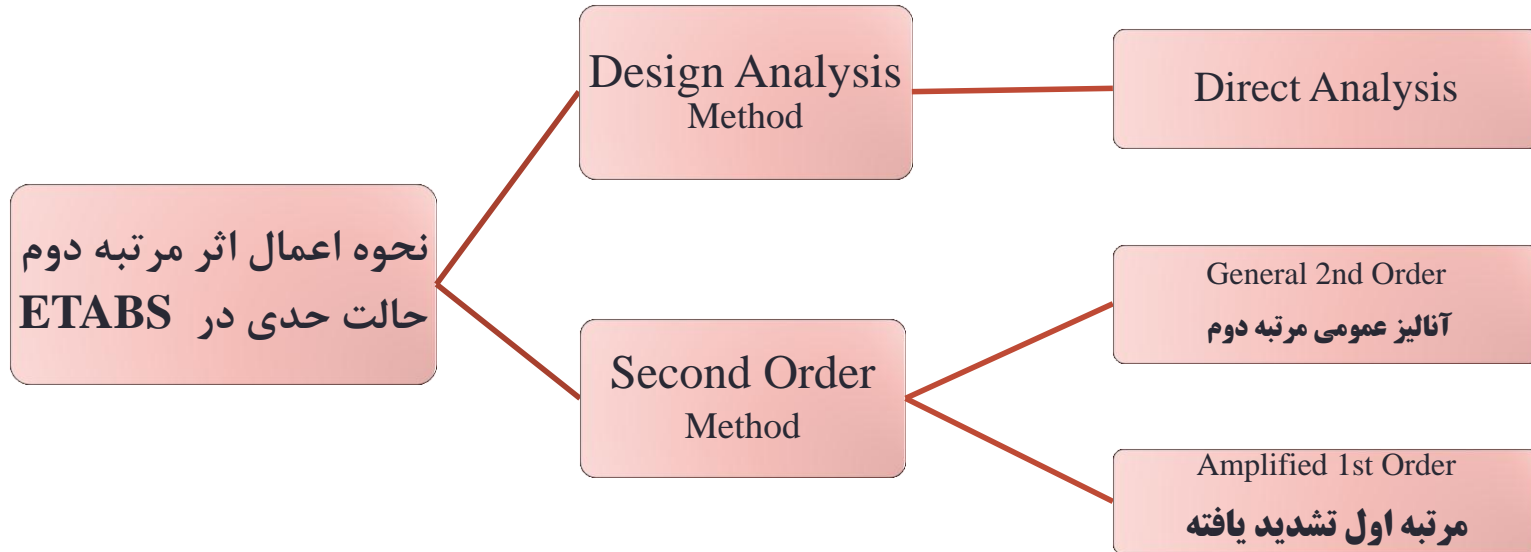
روش جدید آیین نامه AISC است و تحلیل اثرات ثانویه به صورت مستقیم با تحلیل $P - \Delta$ یا غیر مستقیم با ضرایب تشدید لنگر روی اعضا اعمال می شود. اثر کاهش سختی محوری و خمشی ناشی از تنش های پسماند به صورت مستقیم اعمال می شود.

✓ روش طول موثر Effective Length

روش سنتی آیین نامه AISC و روش اصلی معرفی شده در مبحث دهم میباشد و در آن از ضریب طول موثر K استفاده می شود و اثرات ثانویه با اعمال تحلیل یا محاسبه ضریب تشدید لنگر در نظر گرفته می شوند.

❖ روش طراحی اعضا بدون لحاظ کردن آثار مرتبه دوم Limited 1st Order

استفاده از این روش علاوه بر تامین شروط مربوطه بند ۱۰-۲-۷-۱-۶ مبحث دهم ، دارای تقریب قابل توجهی هم خواهد بود که به جهت محدودیت های موجود، استفاده از این روش به طور کلی توصیه نمی شود.



روش آنالیز مستقیم به دو روش کاهش سختی متغیر و کاهش

سختی ثابت انجام میگیرد. مقدار ضریب τ_b را در همه حالات می

توان ۱ فرض کرد به شرطیکه یک بار جانبی اضافی برابر

$Y \cdot 0.001$ به کلیه طبقات اعمال شود با این تفاوت که بر خلاف

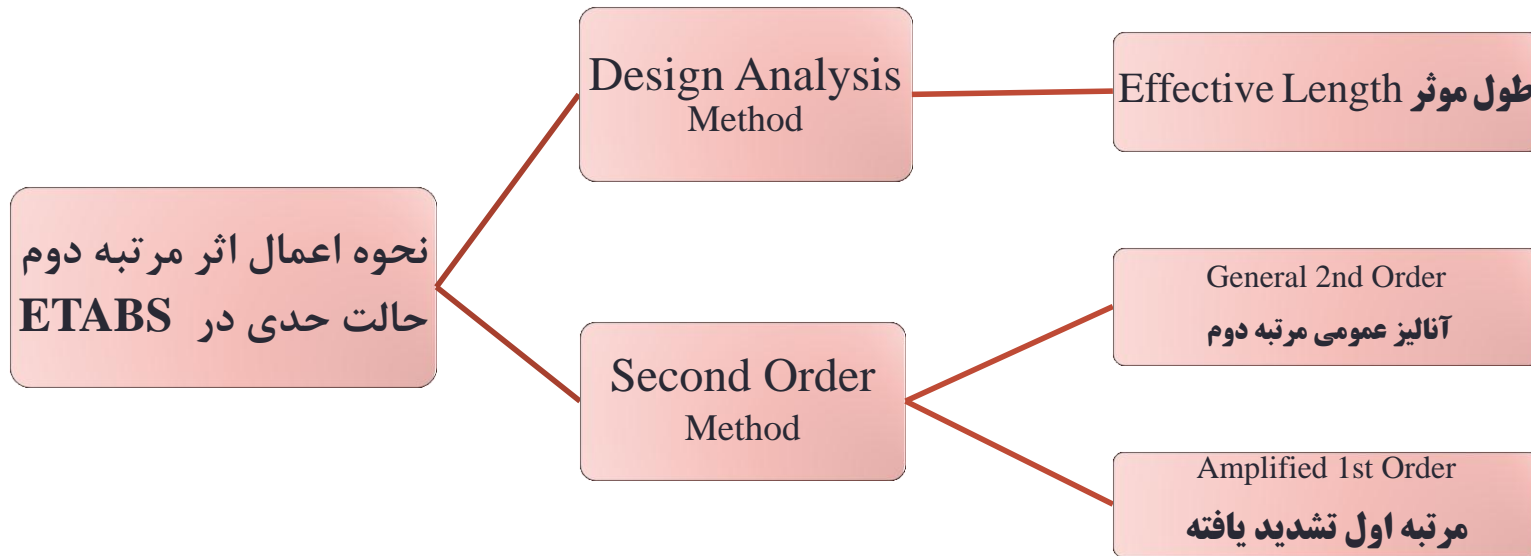
حالت قبلی که اگر $B_2 \leq 1.7$ بود میشد صرفاً به بارهای ثقلی وارد

کرد.

$$\tau_b = \begin{cases} 1.0 & \alpha P_r / P_y \leq 0.5 \\ 4 \left(\frac{\alpha P_r}{P_y} \right) \left(1 - \frac{\alpha P_r}{P_y} \right) & \alpha P_r / P_y > 0.5 \end{cases}$$

$\alpha = 1(LRFD), \quad \alpha = 1.6(ASD)$

✓ روش طول موثر Effective Length



$$B_2 \leq 1.5$$

$$\eta_k = \sqrt{1 + \frac{\sum P_{Leaning}}{\sum P_{Stability}}}$$

محدودیت استفاده از روش طول موثر:

در قاب های خمشی که در آن برخی از قاب ها فقط دارای عملکرد ثقلی هستند تاثیر انتقال آثار ناشی $P - \Delta$ از بار های وارده بر ستون های قاب های ثقلی به قاب های خمشی قابل توجه بوده و باید در طراحی اعضاء فشاری قاب های خمشی لحاظ شود و برای این حالت لازمست ضریب طول موثر اعضاء فشاری قاب های خمشی

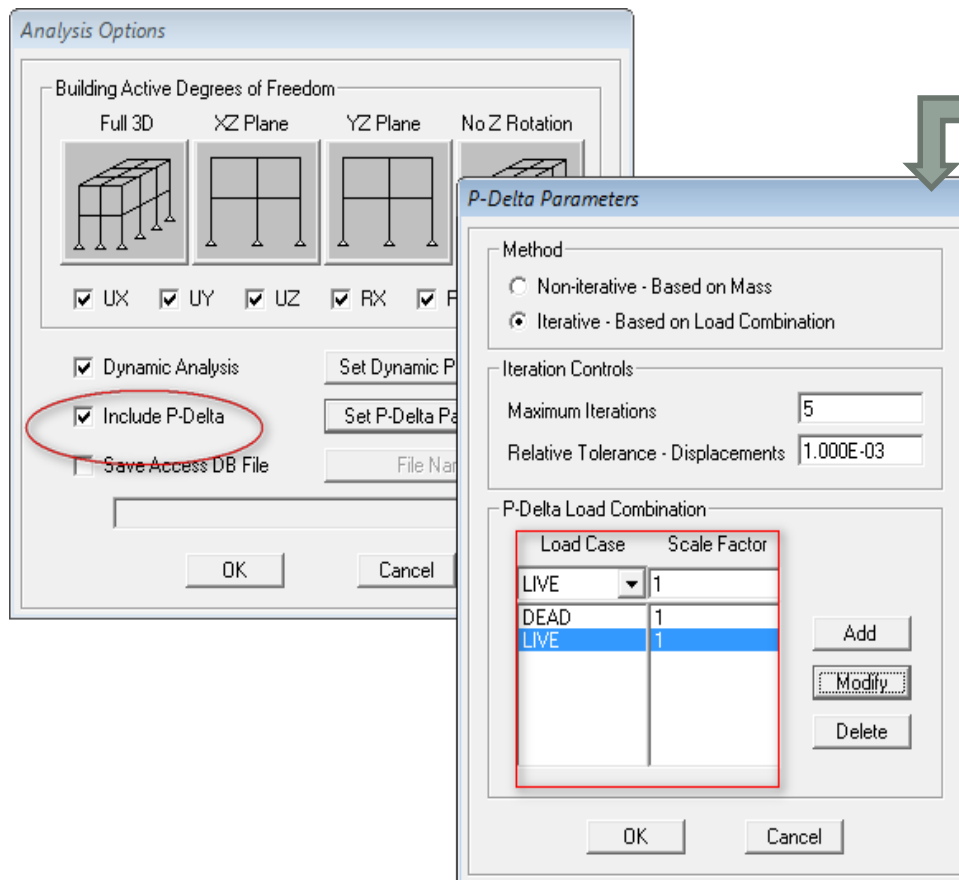
به شرح زیر تشدید شود

لحاظ اثرات غیر خطی هندسی ($P - \Delta, \delta$) در ETABS

لحاظ کردن اثرهای ثانویه تحلیل غیر خطی هندسی نیازمند انجام دو نوع تحلیل سازه است :

• اثر ثانویه برای بارهای جانبی $P - \Delta$

• اثر ثانویه برای بارهای ثقیلی $P - \delta$



تحلیل $P - \Delta$ در ETABS

تحلیل $P - \delta$ در ETABS

اثرات ثانویه تشدید لنگر مربوط به بار

های ثقیلی در اکثر موارد نسبت

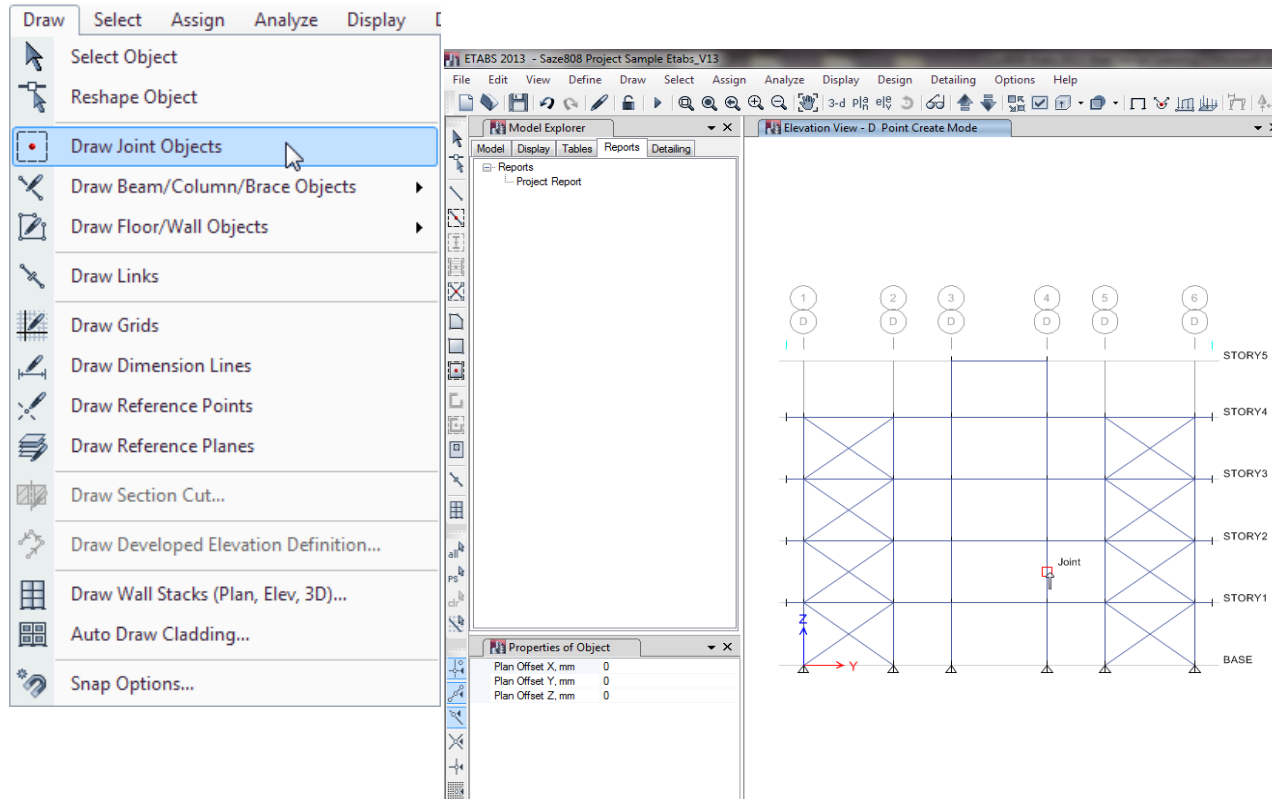
به $P - \Delta$ ناچیز می باشند و تنها

برای ستون های با طول بلند و مقطع

کوچک بحرانی خواهد شد.

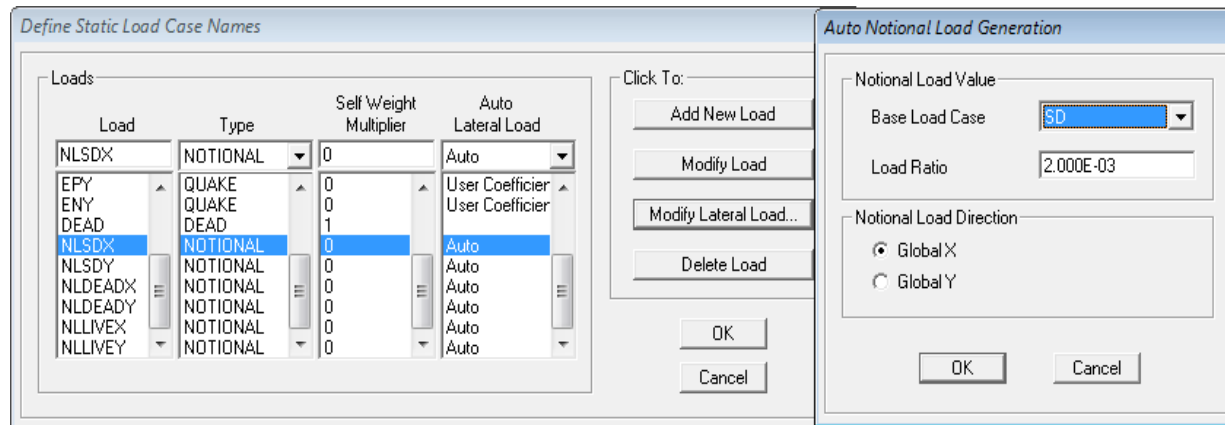
برای این تحلیل لازم است ستون ها

در طول خود تقسیم بندی شوند



لحاظ اثر ناشاقولی در ترکیبات بار در طراحی حالت حدی

به تعداد دو برابر حالت‌های بار ثقلی، حالت بار از نوع مجازی تعریف می‌گردد. برای اعمال بار مجازی به سازه گزینه Auto در ستون Auto Lateral Load انتخاب شده و سپس بر روی دکمه Modify Lateral Load کلیک کرده تا صفحه جدیدی مطابق شکل زیر ظاهر شود و در آن تنظیمات لازم انجام گردد:



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

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

$$1.2D + 1.6L + 1.2ND_x + 1.6NL_x$$

$$1.2D + 1.6L - 1.2ND_x - 1.6NL_x$$

$$1.2D + 1.6L + 1.2ND_y + 1.6NL_y$$

$$1.2D + 1.6L - 1.2ND_y - 1.6NL_y$$

میبایست حداقل ۴ حالت بار مجازی تعریف شود:

$$ND_x \quad , \quad ND_y \quad , \quad NL_x \quad , \quad NL_y$$

که با فرض $B_2 \leq 1.7$ این بارهای فرضی جانبی تنها در

ترکیب بارهای بارهای ثقلی شرکت داده می‌شوند

پرسش و پاسخ

مراحل آنالیز

➤ مرحله اول:

حدس B2 انتخاب روش آنالیز پایداری و آنالیز سازه تعیین مقاطع و در نهایت طرح لرزه ای (فرض B2 کوچکتر از ۱.۷ == آنالیز مستقیم و تعریف بار های فرضی جانبی به طور خودکار صرفا به ترکیب بار های صرفا ثقلی)

➤ مرحله دوم:

آنالیز مجدد سازه با لحاظ ضرایب کاهش سختی برابر ۱ و بدون حضور بار های فرضی جانبی ، جهت کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طبقه ، کنترل خیز تیرها ، کنترل ارتعاش اعضا و کف ها و محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان (تبصره بند ۱۰-۲-۱-۵-۱ و ۱۰-۲-۱-۵-۲)

➤ مرحله سوم :

تعیین ضریب B2 از روی تغییر مکان جانبی حداکثر طبقه حاصله از مرحله دوم و کنترل با حدس اولیه به کار گرفته شده در مرحله اول (بند پ-۲-۲)

۴- انتخاب روش آنالیز پایداری

حدس ضریب B_2 (از روی تعیین دریفت سازه شاخص پایداری و سپس ضریب B_2 تعیین می‌گردد و با ۱.۵ مقایسه می‌گردد):

- چنانچه از ۱.۵ کوچکتر باشد میتوانیم از طول موثر استفاده کنیم.

- اگر B_2 از ۱.۷ کوچکتر بود می توان بار های فرضی جانبی را فقط به بار های ثقیلی داد.

$$B_2 = \frac{1}{1 - \frac{1}{R_m} \theta_{\max}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Braced - Frame} \longrightarrow R_m = 1 \\ \text{Moment \& Dual - Frame} \longrightarrow R_m = 0.85 \end{array} \right\}$$

$$\theta_{\max} = \frac{Drift_{\max}}{C}$$

Item	Value
Design Code	AISC 360-10
Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
Framing Type	SMF
Seismic Design Category	D
Importance Factor	1
Design System Rho	1
Design System Sds	0.5
Design System R	8
Design System Omega0	3
Design System Cd	5.5
Design Provision	LRFD
Analysis Method	Direct Analysis
Second Order Method	General 2nd Order
Stiffness Reduction Method	Tau-b Variable
Add Notional load cases into seismic combos?	No

حداکثر جابجایی نسبی میبایست بر پایه تحلیل مرتبه اول و با

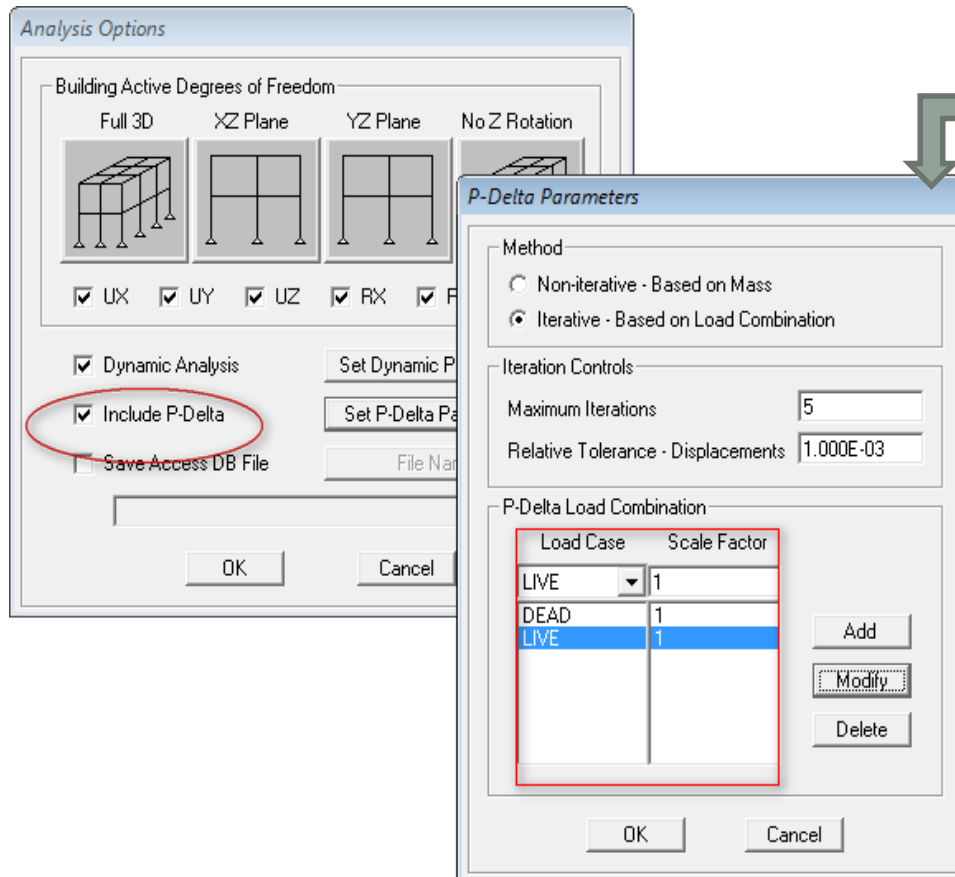
سختی کاهش یافته تعیین گردد

۵- نحوه لحاظ اثرات غیر خطی هندسی ($P - \Delta, \delta$) در ETABS

لحاظ کردن اثرهای ثانویه تحلیل غیر خطی هندسی نیازمند انجام دو نوع تحلیل سازه است :

• اثر ثانویه برای بارهای جانبی $P - \Delta$

• اثر ثانویه برای بارهای ثقیلی $P - \delta$



تحلیل $P - \Delta$ در ETABS

تحلیل $P - \delta$ در ETABS

اثرات ثانویه تشدید لنگر مربوط به بار

های ثقیلی در اکثر موارد نسبت

به $P - \Delta$ ناچیز می باشند و تنها

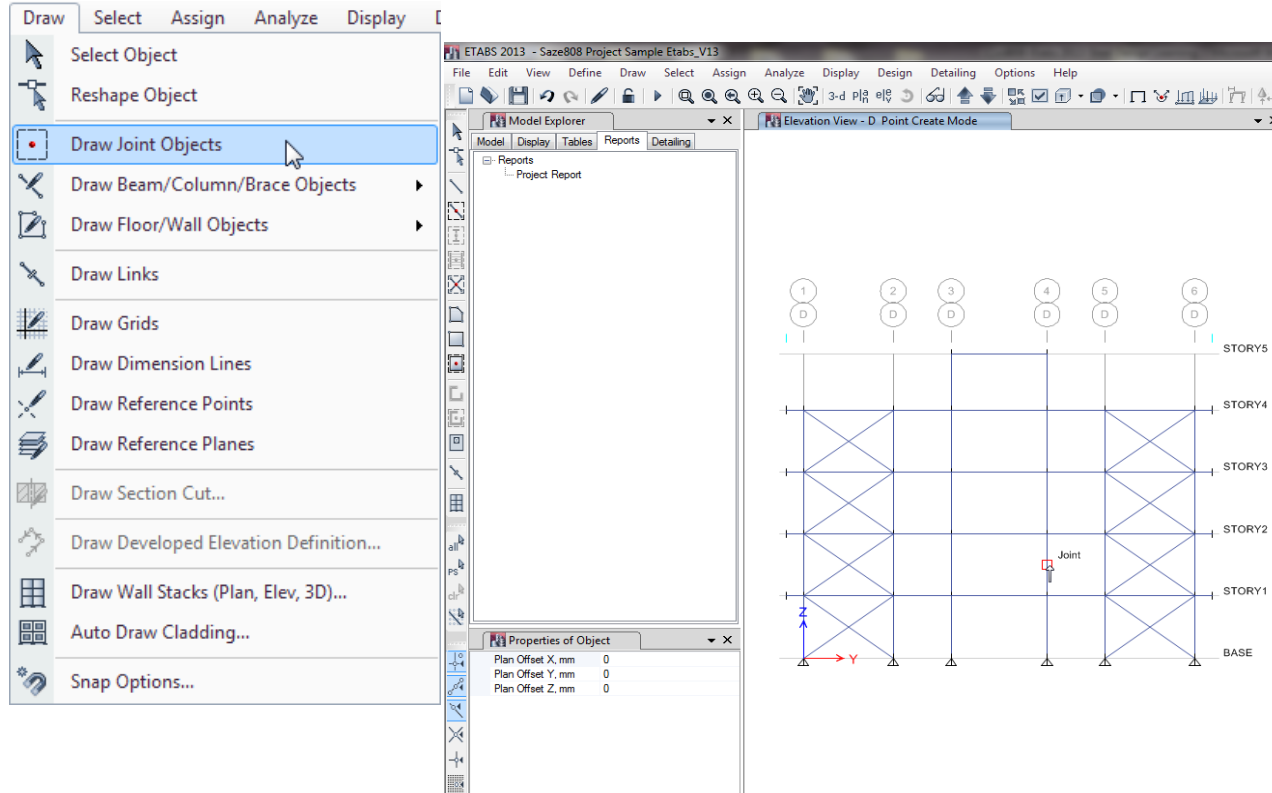
برای ستون های با طول بلند و مقطع

کوچک بحرانی خواهد شد.

برای این تحلیل لازم است ستون ها

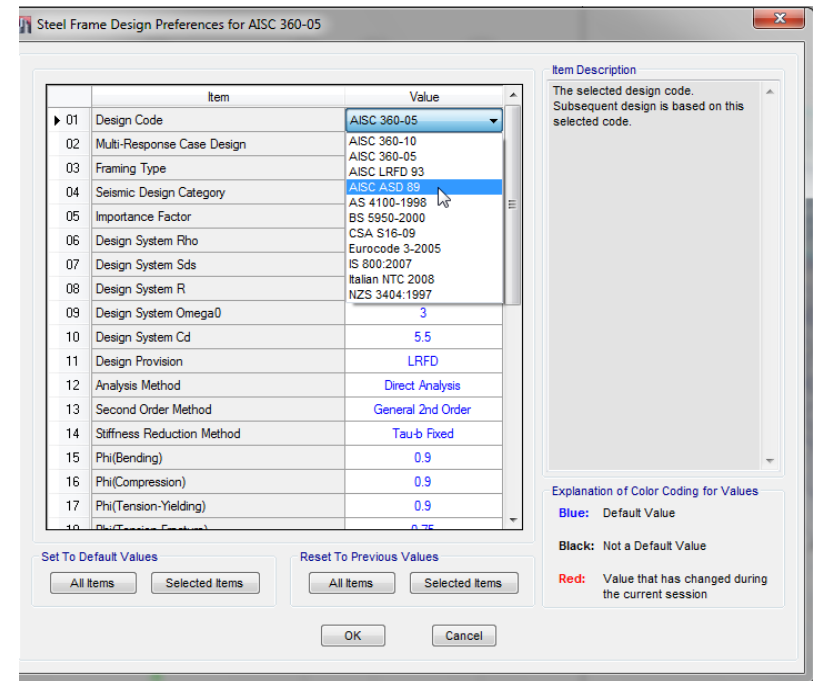
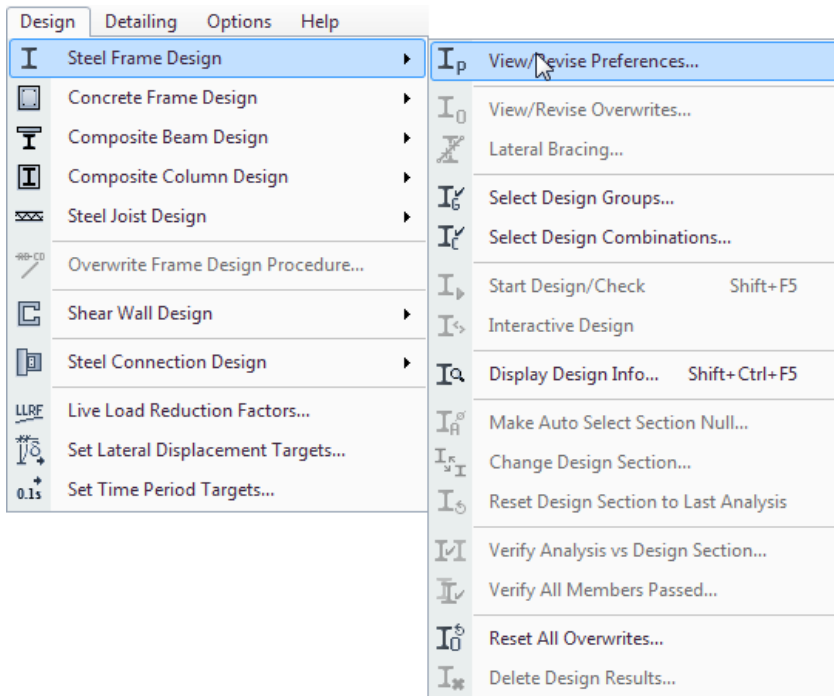
در طول خود تقسیم بندی شوند

لحاظ اثرات غیر خطی هندسی ($P-\delta$) در ETABS



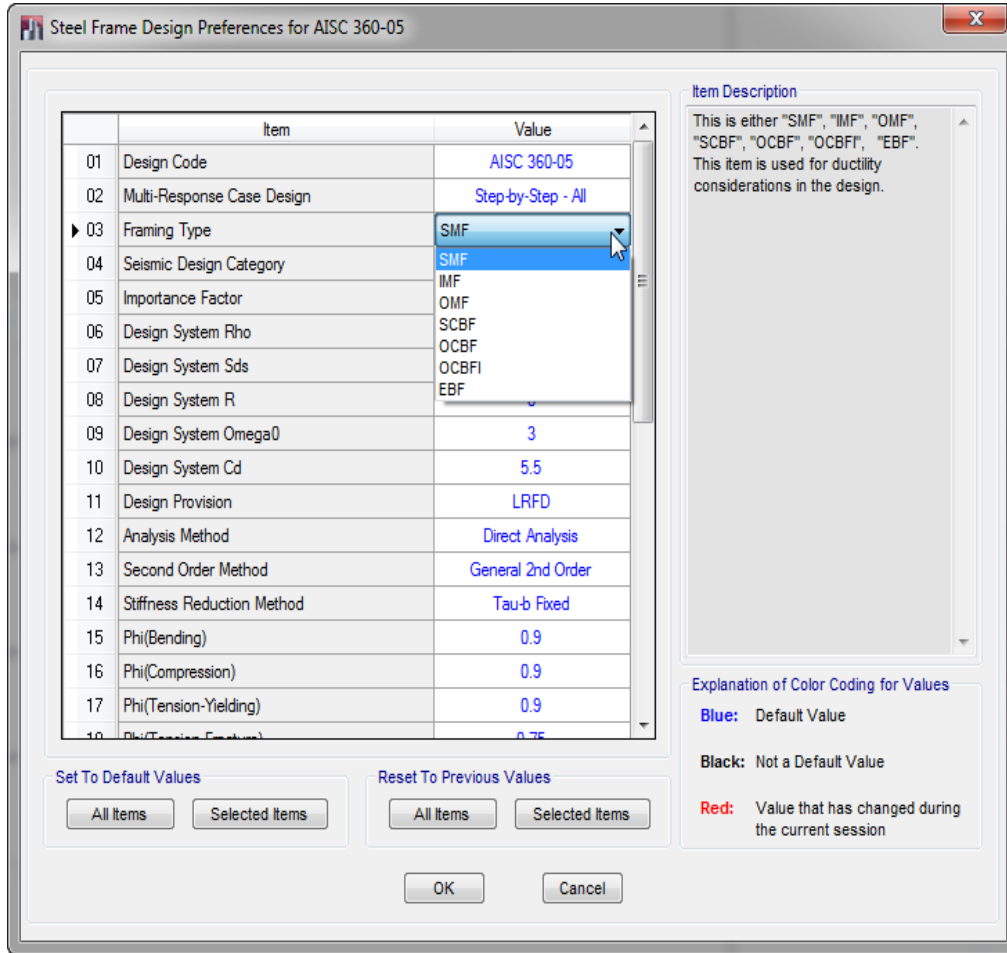
۶- اعمال طرح لرزه ای در ETABS 2013

برای اعمال طرح لرزه ای در نسخه های قبلی ایتبز این تغییرات علاوه بر اینکه در قسمت تنظیمات آیین نامه برای طراحی وجود داشت در قسمت مجزایی در منوی Define نیز به چشم میخورد که در ایتبز ۲۰۱۳ با حذف این گزینه از منوی Define تمامی تغییرات مربوط به لحاظ یا عدم لحاظ طرح لرزه ای تماما توسط منوی مربوط به طراحی سازه در Design اعمال میگردد:



انتخاب AISC 360-10 منطبق با مبحث دهم ویرایش سال ۹۲

بررسی جزء به جزء هریک از گزینه های منوی طراحی در ETABS 2013



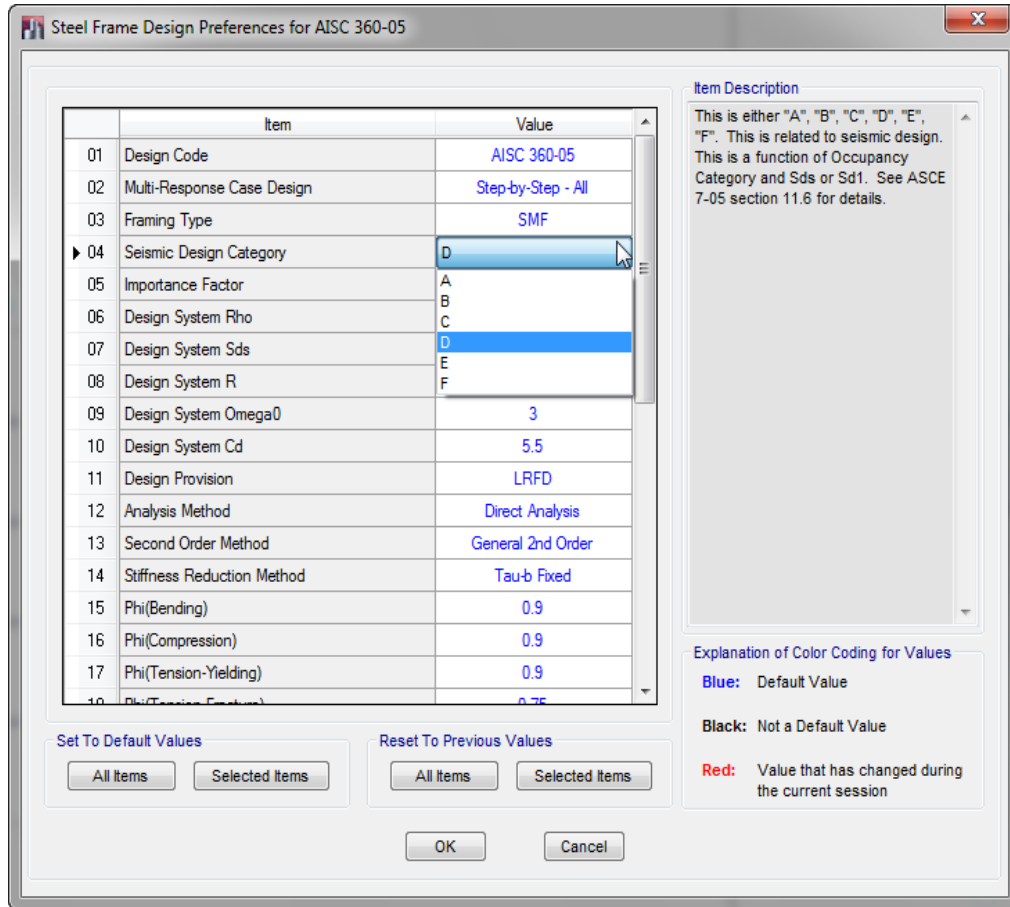
➤ Framing Type بر اساس نوع قاب و

طرح لرزه ای مربوطه انتخاب میکنیم تا از

چه نوع قابی استفاده کنیم:

- قاب خمشی ویژه SMF
- قاب خمشی متوسط IMF
- قاب خمشی معمولی OMF
- قاب مهاربندی همگرای ویژه SCBF
- قاب مهاربندی همگرای معمولی OCBF
- قاب همگرای مهاربندی با استفاده از جداساز لرزه ای OCBFI
- قاب مهاربندی واگرا EBF

بررسی جزء به جزء هریک از گزینه های منوی طراحی در ETABS 2013



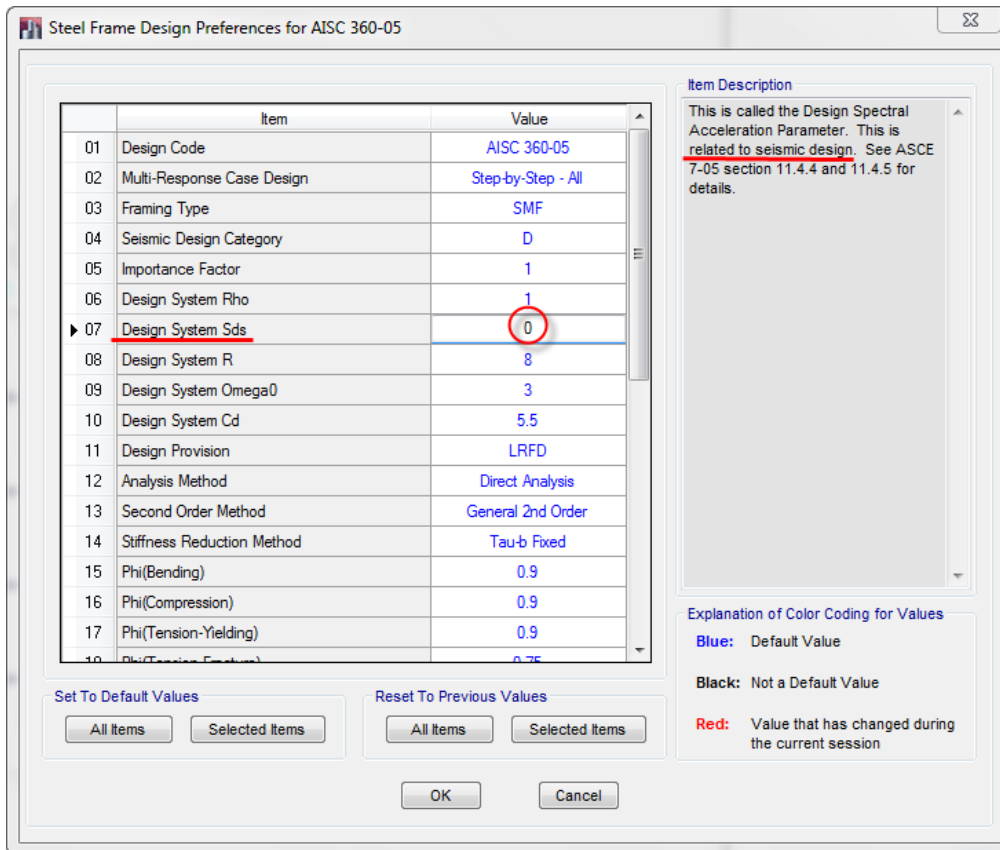
Seismic Design Category ➤

- برای ساختمان‌هایی که ضریب رفتار نهایی آنها 3 یا کمتر است، می‌توان A یا B یا C را انتخاب کرد.
- برای حالتی که ضریب رفتار بیشتر از 3 باشد می‌توان D یا E یا F را برگزید تا برنامه به صورت خودکار ضوابط خاص لرزه ای را برای سازه اعمال کند.

System Rho ➤

طبق بند ۱۱-۶-۱۱ در موارد استفاده از ضریب اضافه مقاومت می‌توان ضریب نامعینی سازه را برابر واحد در نظر گرفت.

بررسی جزء به جزء هریک از گزینه های منوی طراحی در ETABS 2013



ضریب S_{DS} ➤

شتاب طیفی طراحی برای پیوند های کوتاه است که مربوط به طرح لرزه ایست .

Design System Sds به نوعی اثر بار قائم زلزله ناشی از قرارگیری سازه در منطقه خطر زلزله خیلی زیاد را در ترکیب بارهای تشدید یافته که به صورت خود کار در نرم افزار ایجاد میشود را پوشش میدهد.

Effectively, the seismic load combinations for the LRFD provision become

$$(1.2 + 0.2S_{DS}) DL \pm \rho Q_E \quad (\text{ASCE 2.3.2-5, 12.4.2.3})$$

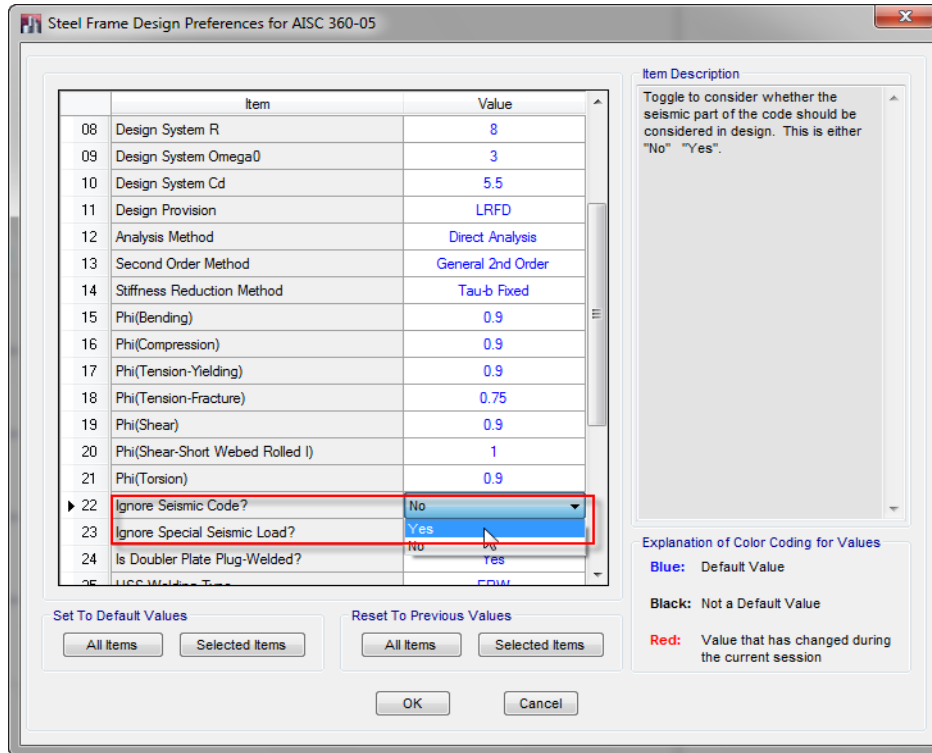
$$(1.2 + 0.2S_{DS}) DL \pm \rho Q_E + 1.0 LL \quad (\text{ASCE 2.3.2-5, 12.4.2.3})$$

$$(0.9 - 0.2S_{DS}) DL \pm \rho Q_E \quad (\text{ASCE 2.3.2-7, 12.4.2.3})$$

$$0.6AI = 0.2S_{ds}$$

بنابراین کفایت مقدار بار قائم محاسبه و با این ضریب در ترکیبات لحاظ شود.

بررسی جزء به جزء هریک از گزینه های منوی طراحی در ETABS 2013



ضریب System Cd افزایش تغییر شکل است که تغییر شکل الاستیک را به تغییر شکل نهایی تبدیل می کند و مطابق آیین نامه 2800 این ضریب در طراحی به روش تنش مجاز برابر 0.7 ضریب رفتار تنش مجاز و در طراحی در حالت حدی نهایی برابر 0.7 ضریب رفتار حالت حدی است

در نسخه های پیشین ایتبز اعمال طرح لرزه ای در منوی Define صورت می گرفت و در آنجا با اعمال include یا don't include Special Seismic Load در نسخه جدید ایتبز این مشکل برطرف شد و همه این اعمال تغییرات مربوط به لحاظ یا عدم لحاظ ضوابط طرح لرزه ای یکجا در منوی Design آورده شده است.

پارامترهای طراحی اعضا در حالت حدی : (تیر – ستون – بادبند)

Steel Frame Design Overwrites for (AISC360-05/IBC2006)

<input type="checkbox"/>	Current Design Section	
<input type="checkbox"/>	Frame Type	
<input type="checkbox"/>	Deflection Check Type	
<input type="checkbox"/>	DL Limit, L /	
<input type="checkbox"/>	Super DL+LL Limit, L /	
<input type="checkbox"/>	Live Load Limit, L /	
<input type="checkbox"/>	Total Limit, L/	
<input type="checkbox"/>	Total-Camber Limit, L/	
<input type="checkbox"/>	DL Limit, abs	
<input type="checkbox"/>	Super DL+LL Limit, abs	
<input type="checkbox"/>	Live Load Limit, abs	
<input type="checkbox"/>	Total Limit, abs	
<input type="checkbox"/>	Total-Camber Limit, abs	
<input type="checkbox"/>	Specified Camber	
<input type="checkbox"/>	Live Load Reduction Factor	
<input type="checkbox"/>	Net Area to Total Area Ratio	
<input type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio(Major)	
<input type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio (Minor)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Unbraced Length Ratio (LTB)	0.01
<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 type="checkbox"/>	Effective Length Factor (K LTB)	
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Major)	
<input type="checkbox"/>	Moment Coefficient (Cm Minor)	
<input type="checkbox"/>	Bending Coefficient (Cb)	
<input type="checkbox"/>	NonSway Moment Factor (B1 Major)	
<input type="checkbox"/>	NonSway Moment Factor (B1 Minor)	
<input type="checkbox"/>	Sway Moment Factor (B2 Major)	
<input type="checkbox"/>	Sway Moment Factor (B2 Minor)	

پس از انتخاب تیرها جهت تغییر مشخصات اعضا از منوی Design > SFD > View/Revise Overwrites چنانچه موردی نیاز به تغییر مقدار پیش فرض داشته باشد تنظیمات مربوطه را وارد می‌نماییم:

➤ از آنجا که در سازه تیرها درون سقف قرار گرفته و به طور کامل مهار جانبی دارند می‌بایست فاصله‌ی تکیه‌گاه‌های جانبی را برای تیرها در ETABS تصحیح نمود. برای این منظور در جلوی عبارت Unbraced Length ratio (LTB) طول آزاد برای کمانش جانبی - پیچشی یا همان فاصله‌ی تکیه‌گاه‌های جانبی تیرها را برابر مقدار کوچک برای مثال 0.01 وارد کنیم.

چنانچه از مقطع تک به جای دابل جهت معادلسازی استفاده کنیم برای صرفنظر کردن از لحاظ کمانش جانبی پیچشی مقدار ضریب (LTB) Unbraced Length ratio کوچک لحاظ شود.

لاغری اعضای قطری

دو ضریب $K1$ و $K2$ هر دو ضریب طول موثر هستند که برای محاسبه مقاومت فشاری عضو مورد استفاده اند و اندیس های ۱ و ۲ بیانگر حالت مهار شده و مهار نشده است.

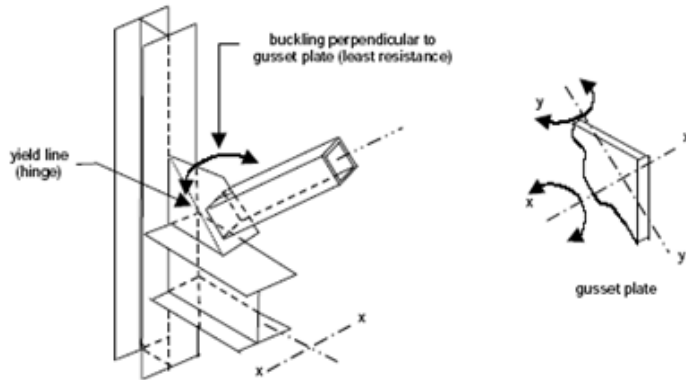
این ضرایب تنها زمانی مورد استفاده اند که روش طراحی روش طول موثر باشد. روش تحلیل مستقیم برای آن ارائه شده است که از پیچیدگی های محاسبه ضریب طول موثر صرف نظر کند لذا لزومی به محاسبه ضرایب $K1$ و $K2$ نیست. بنابراین در روش تحلیل مستقیم هر دو آنها برابر ۱ در نظر گرفته می شوند.

$$K1=K2=1.0$$

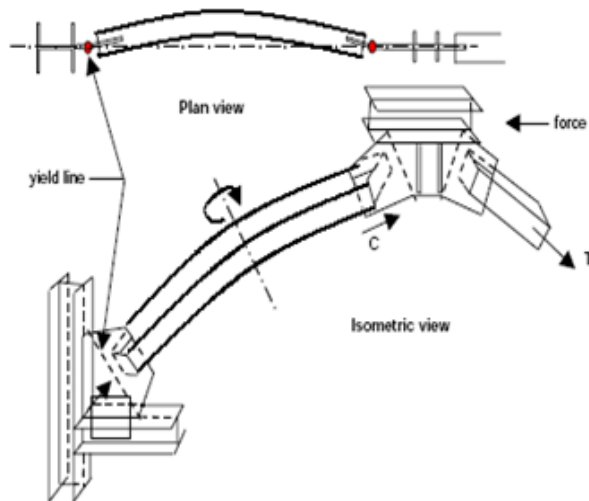
توجه:

در ETABS هم، اگر روش طراحی، تحلیل مستقیم باشد با دستکاری ضرایب $K1$ و $K2$ تغییر در نتایج ایجاد نمی کند به این دلیل که ایتبز همواره ضرایب طول موثر را برابر ۱ در نظر می گیرد.

برای اعمال دو ضریب ۰.۵ و ۰.۷ باید از قسمت **unbraced length ratio** استفاده کرد.



الف



ب

الف- کمانش در صفحه و ب- کمانش عمود بر صفحه مهاربند های همگرا

پرسش و پاسخ

طراحی بر طبق مبحث دهم در ETABS

ویرایش سال ۹۲

حالات حدی
LRFD

AISC-360-10

طرح لرزه ای

AISC 341-
Seismic 2010
Provision

AISC 358-10
Pre Qualified
Connections

✓ اتصالات قاب های خمشی به کار گرفته شده در سازه میبایست از طریق آزمایشات توصیه شده توسط

مراجع معتبر تأیید شوند. در صورت عدم دسترسی به آزمایشات فوق استفاده از اتصالات از پیش تأیید

شده ارائه شده در بخش ۱۰-۳-۱۳ بلامانع میباشد

❖ نحوه اعمال الزامات طرح لرزه ای مبحث دهم در دفترچه محاسبات و ETABS

□ هدف از طرح لرزه ای صرفاً تأمین مقاومت اجزا نبوده و باید شکل‌پذیری لازم برای مقابله با نیروی زلزله در اعضای سازه و اتصالات آن وجود داشته باشد. به خاطر عدم قطعیت در تعیین بارهای ناشی از زلزله، تأمین شکل‌پذیری اهمیت ویژه‌ای دارد.

□ نگرش فعلی علم مهندسی زلزله مبتنی بر تأمین شکل‌پذیری بالا برای ساختمان‌ها است به طوری که این عامل در کنار دو معیار سختی و مقاومت قرار گرفته است.

□ ضوابط بخش ۱۰-۳ مبحث دهم انطباق قابل قبولی با ضوابط طرح لرزه‌ای آیین‌نامه AISC-360-10 دارد.

□ در انطباق بین مبحث دهم ویرایش ۹۲ و نسخه ۲۰۱۳ نرم افزار ETABS مشکل اصلی انطباق کنترل فشردگی لرزه ای مقاطع میباشد. چنانچه ایتبز بتواند مقطع را فشرده لرزه ای تشخیص دهد سایر الزامات طرح لرزه ای را می تواند مطابق آیین نامه AISC-360-10 در نرم افزار پیاده کند

آیا الزامات طرح لرزه ای سازه های فولادی الزامیست؟

۱۰-۳-۱-۲ - انواع سیستم های باربر جانبی لرزه ای:

- قاب های خمشی در سه رده: (ویژه - متوسط - معمولی)
- قاب های ساده + مهاربند همگرا در دو رده: (همگرای ویژه - همگرای معمولی)
- قاب های ساده + مهاربند واگرا در دو رده: (واگرای ویژه - واگرای معمولی)
- سیستم دوگانه یا ترکیبی متشکل از قاب های خمشی ویژه یا متوسط با مهاربند های همگرای ویژه
- سیستم دوگانه یا ترکیبی متشکل از قاب های خمشی ویژه یا متوسط با مهاربند های واگرای ویژه

تغییرات:

الزامات تکمیلی مرتبط با طراحی لرزه ای قاب های مهاربندی شده واگرا برای هر دو حالت ویژه و معمولی با هم ذکر شده است

سیستم دوگانه یا ترکیبی متشکل از قاب های خمشی معمولی یا با مهاربند های همگرا واگرای معمولی ذکر نشده است

بهترین مرجع که در این زمینه میتواند نظر قطعی بدهد دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی است:

بسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی


شماره: ۹۴۵۱-۵۰-۹۲ تاریخ: ۱۳۹۲/۱۲/۱۸ بیوسته: ندارد

اسیری

①

روسای محترم سازمان نظام مهندسی ساختمان استان ها و مراکز تخصصی

پنجمین کارگزاران ملی مرکز راه



باسلام و احترام

بااستناد ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی در نظر دارد، مجموعه مباحث مقررات ملی ساختمان را بازنگری نماید. لذا بمنظور اطلاع و بهره مندی از نظرات و پیشنهادات اساتید و صاحب نظران و کلیه دست اندر کاران امر ساخت و ساز ساختمان در کشور، خواهشمند است دستور فرمایید ضمن اطلاع رسانی موضوع به نحو مناسب و مطلوب، جمع بندی نظرات و پیشنهادات و انتقادات فنی و اجرایی در خصوص مباحث مذکور را در اسرع وقت به این دفتر ارسال نمایید.

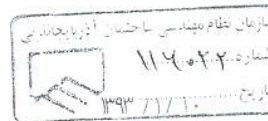
محمد تقی احمدی

رئیس دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان



② در نظر گرفته شد ۱۱ مهر ۱۳۹۳
دفعه اولیای سازمان

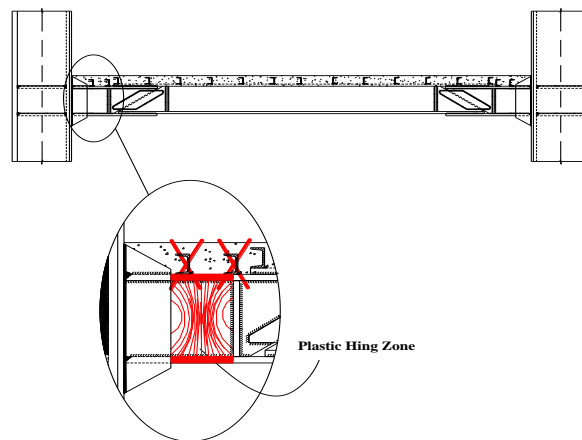
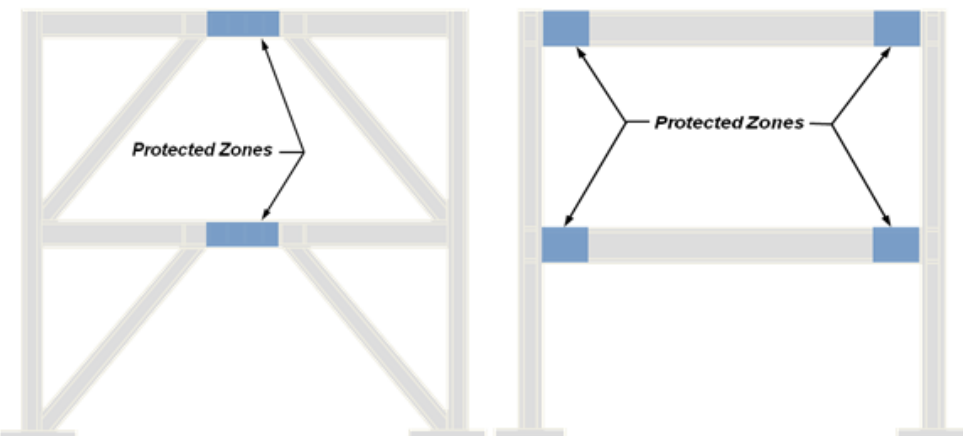
② نامه روابط عمومی
مهر ۱۳۹۳
پایان



۱۰-۳-۲-۲- نواحی حفاظت شده اعضا

ناحیه ای از عضو که انتظار می رود در آن مفصل پلاستیک تشکیل شود

در دو انتهای تیر: فاصله بین بر ستون تا نصف عمق تیر از محل تشکیل مفصل پلاستیک به سمت داخل دهانه



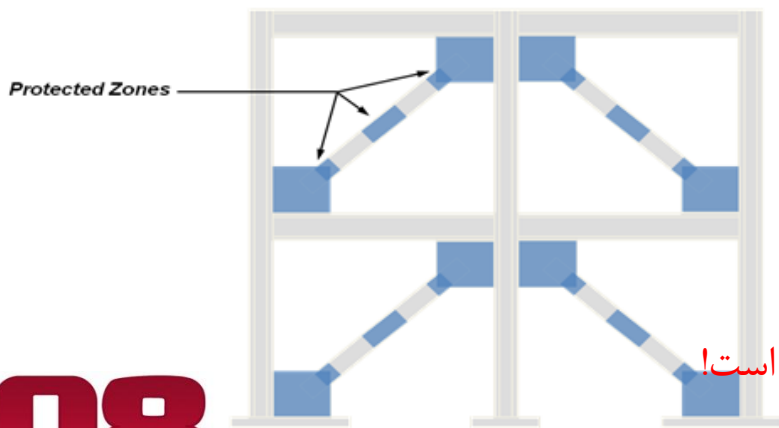
- برای مهاربند های ویژه در تمام طول عضو

- برای تیر های پیوند تمام طول آن

- برای مهاربند همگرای ویژه ضربدری فاصله بین

انتهای اتصال در محل ضربدری و انتهای عضو مهاربندی

ناحیه حفاظت شده مهاربند های همگرای معمولی ذکر نشده است!



۱۰-۳-۲-۳-۱۰ ضریب Ry تولیدات فولاد

عبارت است از نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شده که به منظور در نظر گرفتن افزایش مقاومت مورد نیاز باید در محاسبات مدنظر قرار گیرد و مقدار آن برای انواع تولیدات فولاد متفاوت بوده و به عوامل متعددی نظیر شکل مقطع بستگی دارد:

Ry	نوع مقطع
1.25	مقاطع لوله ای و قوطی شکل نورد شده
1.2	سایر مقاطع نورد شده شامل مقاطع ناودانی ، نبشی ، سپری و I , H
1.15	مقاطع ساخته شده از ورق و تسمه

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: Steel

Material Type: Steel, Isotropic

Design Properties for Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 344.74 MPa

Minimum Tensile Strength, Fu: 448.16 MPa

Effective Yield Stress, Fye: 379.21 MPa

Effective Tensile Strength, Fue: 492.98 MPa

$Ry = F_{ye} / F_y$

OK Cancel

ترکیب بارهای تشدید یافته

جایگزینی نیروهای زلزله طرح E با زلزله تشدید یافته ΩE در ترکیبات متعارف بارها

ترکیب بارهای تشدید یافته روش حالت حدی (۳-۳-۲-۶)

$$1.2D + L + \Omega E$$

$$0.9D + \Omega E$$

ضریب اضافه مقاومت است که مقدار آن از جدول ۱۰-۳-۲-۲ برای سیستم‌های مختلف :

Ω	نوع سیستم باربر جانبی لرزه ای
3	کلیه قاب های خمشی فولادی
2	کلیه قاب های ساختمانی ساده توام با مهاربندی هم محور و برون محر فولادی
2.5	کلیه سیستم های دوگانه یا ترکیبی

آیا این بدین معناست که در ویرایش ۹۲ مبحث دهم استفاده از نیروهای حاصل از

ترکیبات بار تشدید یافته حتی برای طراحی مهاربند ها نیز الزامیست!؟

➤ مهاربند های همگرای معمولی و ویژه:

در مهاربند های همگرای معمولی بند ۱۰-۳-۱۰-۱-ب گفته مجازیم مهاربند های قطری و ضربردی در قاب های مهاربندی شده همگرای معمولی را به صورت کششی تنها هم طراحی کنیم و در بند ۱۰-۳-۱۱-۱ برای طراحی مهاربندی های همگرای ویژه بایست مهاربندی ها برای حداکثر نیروی ایجاد شده در آنها تحت ترکیبات بار متعارف طراح شوند.

➤ مهاربند های واگرا:

برای قاب های مهاربندی واگرا طبق بند ۱۰-۳-۱۲-۶ گفته مقاومت طراحی مهاربندی ها کف ستون ها ، تیرهای خارج از ناحیه پیوند و اتصالات آنها نباید از نیروهای ناشی از تحلیلی که شامل بارهای ثقلی ضریبدار (ضرایبی که در حضور نیروی زلزله مورد استفاده قرار میگیرند) و اثرات لرزه ای ... کوچکتر در نظر گرفته شود.

در مهاربند های واگرا بر خلاف مهاربند های همگرای معمولی و ویژه ، از نیروهای حاصله از ترکیبات بار تشدید یافته در طرح مهاربند ها و اجزای آن استفاده میشود

مقاطع فشرده لرزه ای

در مورد تعیین فشردگی لرزه ای مقطع ، لازم است کنترل فشردگی و فشردگی لرزه ای بر اساس ضوابط مبحث دهم (عادی یا لرزه ای بر حسب نیاز) به صورت دستی انجام میشود و در صورت لزوم مقطع معادل شود و سپس به نرم افزار معرفی میشود.

Chapter 4 Special Seismic Provisions

Table 4-1 Limiting Width-Thickness Ratios of Compression Elements for Classification Sections

Section Type	Description of Element	Graphical Example	Given Case No.	Width-Thickness Ratio, (λ)	Limiting Width-Thickness Ratios for Compression Elements	
					Highly Ductile Members (λ_{hd})	Moderately Ductile Members (λ_{md})
Double Channel	Flexural or Uniform compression in flanges		1	b_f/t_f	$0.30\sqrt{E/F_y}$	$0.38\sqrt{E/F_y}$
	Flexure compression in beam web		5	h/t_w	$1.49\sqrt{E/F_y}$	$1.49\sqrt{E/F_y}$
	Webs in flexural compression or combined flexural and axial compression		6	h/t_w	If $C_a \leq 0.125$ $2.45\sqrt{\frac{E}{F_y}}(1-0.93C_a)$ If $C_a > 0.125$ $0.77\sqrt{\frac{E}{F_y}}(2.93-C_a) \geq 1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	If $C_a \leq 0.125$ $3.76\sqrt{\frac{E}{F_y}}(1-2.75C_a)$ If $C_a > 0.125$ $1.12\sqrt{\frac{E}{F_y}}(2.33-C_a) \geq 1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

برای مثال:

مقاطع جفت ناودانی روبروی هم را یا به صورت باکس و یا به صورت دابل ناودان پشت به پشت (و البته اصلاح برخی مشخصات در فایل های xml) میتوان معادلسازی کرد.

کنترل های نرم افزار در بحث ضوابط لرزه ای در مورد فشردگی لرزه ای مقاطع بر اساس آیین نامه -AISC360

10 عموماً درست نیست. این ایرادی است که به نظر میرسد که در ورژن ۲۰۱۳ تا این لحظه وجود دارد و احتمالاً

در ویرایش های بعدی آن اصلاح میشود.

فهرست الزامات طرح لرزه‌ای

- ۱۰-۳-۵ الزامات لرزه ای ستون ها ، وصله ستون ها ، کف ستون ها و وصله تیر ها
- ۱۰-۳-۶ الزامات لرزه ای مهار جانبی تیرها در قاب های خمشی متوسط و ویژه
- ۱۰-۳-۷ الزامات تکمیلی طراحی لرزه ای قاب های خمشی معمولی
- ۱۰-۳-۸ الزامات تکمیلی طراحی لرزه ای قاب های خمشی متوسط
- ۱۰-۳-۹ الزامات تکمیلی طراحی لرزه ای قاب های خمشی ویژه
- ۱۰-۳-۱۰ الزامات تکمیلی طراحی لرزه ای قاب های مهاربندی شده همگرای معمولی
- ۱۰-۳-۱۱ الزامات تکمیلی طراحی لرزه ای قاب های مهاربندی شده همگرای ویژه
- ۱۰-۳-۱۲ الزامات تکمیلی طراحی لرزه ای قاب های مهاربندی شده واگرا
- ۱۰-۳-۱۳ اتصالات گیردار از پیش تائید شده

مراجع :

-مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۲

-مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۸۷

- AISC-360-2005 , AISC-360-2010
- AISC-341 Seismic Provision 2005
- ETABS AISC360-05/IBC2006 Manuals



ANSI/AISC 360-05
An American National Standard

Specification for Structural Steel Buildings

March 9, 2005

جهت دریافت اطلاعات بیشتر:

وبسایت آموزشی سازه ۸۰۸:

www.Civil808.com

مجموعه تالیفات نویسنده:

- کتاب راهنمای طراحی سازه‌های فولادی به روش حالت حدی LRFD و تنش مجاز ASD ، با در نظر گرفتن الزامات: مبحث دهم ویرایش سال ۱۳۸۷ و آیین‌نامه AISC 2005
انتشارات علم عمران
- ایبوک طراحی حالت حدی در ایتبز ۲۰۱۳
- ایبوک انواع روش‌های آنالیز پایداری

