



گروه صنعتی

سبزسازه

تحلیل مرتبه دوم سازه؛

بررسی تحلیل الاستیک مرتبه دوم و تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته

مقدمه

تحلیل مرتبه دوم چیست؟

اگر بخواهیم روش های تحلیل سازه را تقسیم بندی کنیم به صورت کلی می توانیم آن را به دو دسته تحلیل مرتبه اول و دوم تقسیم کنیم که تفاوت این دو نوع تحلیل در نظر گرفتن یا ننگرفتن اثرات پی دلنا می باشد. اما دلیل استفاده از عبارت مرتبه دوم چیست؟ و تحلیل مرتبه دوم در ایتیس چگونه انجام می پذیرد؟

ما در این مقاله جامع ابتدا به بررسی تحلیل مستقیم مرتبه دوم خواهیم پرداخت و سپس دو روش تحلیل الاستیک مرتبه دوم و تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته را بررسی خواهیم کرد و در نهایت تنظیمات این تحلیل را در etabs بررسی خواهیم کرد.

نام مقاله: تحلیل مرتبه دوم سازه؛ بررسی تحلیل الاستیک مرتبه دوم و تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته

نویسنده: مهندس بهنام حمزه تاش _ مهندس سیده زهرا حسینی کیا

ناظر علمی: مهندس امیر صفی زاده _ مهندس علیرضا ملکی

ناشر: سبزسازه

نسخه: آذر ماه ۱۴۰۱



نشانی دفتر مرکزی: تهران، خیابان مطهری، خیابان ملایری پور غربی،

پلاک ۱۰۲، طبقه ۵، واحد ۱۳

نشانی دفتر آموزش: بیرجند، پاسداران ۳۵، بلوک ۲، واحد ۸

تلفن: ۰۵۶۳۲۰۴۴۴۰

کد پستی: ۹۷۳۵۱۱۴۸۸۴

پرسش و پاسخ درباره این کتاب:

<https://sabzsaze.com/second-order-direct-analysis>

حق چاپ و نشر محفوظ و مخصوص ناشر می باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب بدون

ذکر نام سبزسازه ممنوع بوده، شرعا حرام است و پیگرد قانونی دارد.



فهرست مطالب

صفحه

۱	تحلیل مرتبه‌ی اول و دوم و تفاوت آن‌ها.....	۳
۲	روش‌های تحلیل سازه.....	۳
۱.۲	تحلیل الاستیک مرتبه‌ی دوم (General Second Order Method).....	۴
۲.۲	تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل الاستیک مرتبه‌ی اول تشدید یافته (Amplified 1st Order Method).....	۴
۳	روش تحلیل مستقیم مرتبه دوم.....	۴
۱.۳	در نظر گرفتن آثار نواقص هندسی در تحلیل مرتبه دوم.....	۵
۲.۳	تنظیمات کاهش سختی اعضا برای تعیین مقاومت اعضا در تحلیل مرتبه دوم.....	۵
۴	تنظیمات مربوط به روش تحلیل مستقیم در نرم‌افزار ایتبس.....	۷
۵	نتیجه گیری.....	۱۰



۱ تحلیل مرتبه‌ی اول و دوم و تفاوت آن‌ها

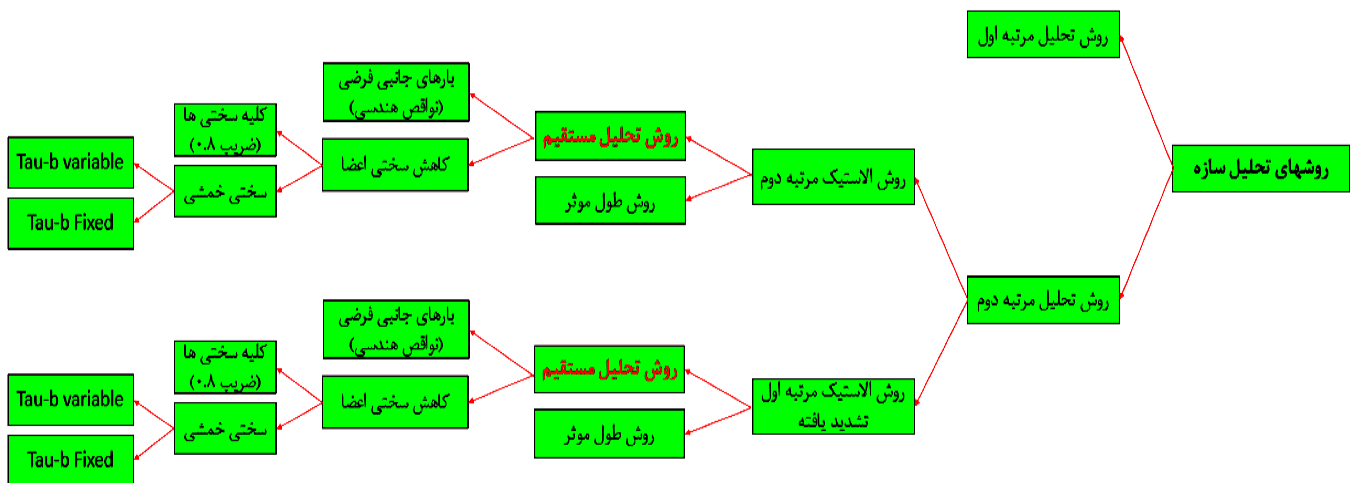
هدف از تحلیل و طراحی یک ساختمان، تأمین پایداری کلی سازه و تمامی اجزای آن می‌باشد. روش مناسب برای تحلیل و طراحی یک سازه، روشی است که تمامی موارد زیر را در نظر گیرد:

۱. تغییر شکل‌های محوری، خمشی و برشی اعضای سازه و تغییر شکل‌های سایر اجزا (نظیر اتصالات) که در جابه‌جایی سازه مؤثرند.
۲. آثار مرتبه‌ی دوم (شامل آثار پی-دلتا)
۳. نواقص هندسی (شامل کجی و ناشاقولی)
۴. کاهش سختی اعضا ناشی از رفتار غیر الاستیک که عمدتاً در اثر تنش‌های پسماند می‌باشند.
۵. عدم اطمینان در برآورد سختی و مقاومت



دلیل استفاده از عبارت مرتبه دوم این است که برای بررسی این اثرات، احتیاج به بررسی وضعیت تغییر شکل یافته‌ی اعضا می‌باشد.

نمودار درختی زیر به عنوان یک جمع‌بندی از روش‌های تحلیل سازه رسم شده است.



۲ روش‌های تحلیل سازه

با توجه به مبحث دهم مقررات ملی ایران ویرایش ۱۴۰۱، برای محاسبه‌ی مقاومت‌های مورد نیاز اعضا، عموماً باید از روش‌های تحلیل مرتبه‌ی دوم استفاده شود تا اثرات $P - \Delta$ و $P - \delta$ در محاسبات، در نظر گرفته شوند. به منظور افزایش دقت آنالیزها، امروزه معمولاً از روش‌های مرتبه دوم استفاده می‌شود.

توضیحات مربوط به اثرات $P - \Delta$ و $P - \delta$ در بند زیر از مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۴۰۱ آورده شده است:



۱۰-۲-۱ آثار مرتبه دوم $P-\delta$ و $P-\Delta$

مطابق بند ۱۰-۲-۱، در اعضای فولادی مقاومت‌های موردنیاز که از تحلیل سازه به دست می‌آیند، باید شامل آثار مرتبه دوم باشند. این آثار شامل موارد زیر است:

الف) آثار مرتبه دوم $P-\delta$: آثار $P-\delta$ به آثار اضافی ناشی از بارها گفته می‌شود که به علت وجود تغییرشکل در فاصله دو انتهای هر یک از اعضا به وجود می‌آید.

ب) آثار مرتبه دوم $P-\Delta$: آثار $P-\Delta$ به آثار اضافی بارها به علت تغییرمکان جانبی نسبی کل سیستم سازه‌ای مربوط می‌شود و سبب ایجاد نیروهای اضافی داخلی در اعضا می‌شوند که به علت برون‌محوری ناشی از تغییرمکان جانبی یک انتهای عضو نسبت به انتهای دیگر آن به وجود می‌آیند. تغییر مکان جانبی نسبی دو انتهای عضو ممکن است به علت بارهای قائم یا بارهای جانبی یا ترکیبی از آن‌ها باشد.

در مبحث دهم مقررات ملی ایران، دو روش تحلیل مرتبه‌ی دوم معرفی شده که می‌توان از آن‌ها استفاده نمود. این دو روش عبارت‌اند از:

۱.۲ تحلیل الاستیک مرتبه‌ی دوم (General Second Order Method)

تحلیل الاستیک مرتبه‌ی دوم به تحلیل‌هایی گفته می‌شود که در آن‌ها روش تحلیل سازه‌ها الاستیک بوده اما در حین تحلیل، آثار مرتبه‌ی دوم (شامل آثار $P-\delta$ و $P-\Delta$) در آن لحاظ می‌گردد. بدین معنا که ابتدا تحلیل سازه با توجه به نیروهای وارده و همچنین فرض رفتار الاستیک مصالح انجام می‌شود. در نتیجه نیروهای اعضا و همچنین جابه‌جایی‌های سازه محاسبه می‌شوند که به این حالت، تحلیل الاستیک مرتبه‌ی اول گفته می‌شود اما در صورتی که علاوه بر تأثیر نیروهای خارجی، تأثیر جابه‌جایی‌های حاصل از این نیروها هم در محاسبه‌ی نیروها و جابه‌جایی سازه دیده شوند (اثر $P-\Delta$ و $P-\delta$)، به این تحلیل، تحلیل مرتبه‌ی دوم گفته می‌شود. همان‌طور که گفته شد آثار مرتبه‌ی دوم در واقع ناشی از غیرخطی شدن هندسی سازه می‌باشند.

۲.۲ تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته (Amplified 1st Order Method)

در مبحث دهم استفاده از روش تحلیل الاستیک مرتبه‌ی اول تشدید یافته به عنوان یک روش تحلیل مرتبه دوم مجاز دانسته شده است. در این روش تأثیر لنگرهای ایجاد شده در اعضا به کمک ضرایب B_1 و B_2 در نظر گرفته می‌شود، این دو ضریب با توجه به توضیحات پیوست ۳ مبحث دهم قابل محاسبه خواهند بود. این ضرایب در لنگرها و نیروهای محوری اعضا، حاصل از آنالیز مرتبه اول، اعمال می‌شوند تا اثرات غیرخطی شدن هندسی سازه (اثرات $P-\delta$ و $P-\Delta$) شبیه‌سازی شود.

آیین‌نامه‌های ساختمانی معتبر مانند مبحث دهم و آیین‌نامه‌ی آمریکا، به کار بردن هر روش تحلیل و طراحی علمی و منطقی که اهداف گفته شده در ابتدای این فصل را ارضا نمایند، مجاز می‌دانند. روش‌های تحلیلی که در بند ۱۰-۲-۵ از مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۴۰۱ برای تحلیل و طراحی سازه‌ها پیشنهاد شده‌اند، عبارت‌اند از:

۱- روش تحلیل مستقیم (Direct Analysis)

۲- روش طول مؤثر (Effective Length)

در ادامه‌ی این بحث به توضیح روش تحلیل مستقیم پرداخته خواهد شد.

۳ روش تحلیل مستقیم مرتبه دوم

الزامات مختلف این روش در بند ۱۰-۲-۵-۱ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۴۰۱ آورده شده است. برای استفاده از این روش هیچ محدودیتی وجود نداشته و در تمامی سازه‌ها می‌توان از آن استفاده نمود.



الزامات این روش عبارتند از:

- ۱- تحلیل سازه باید از نوع تحلیل مرتبه‌ی دوم باشد. انواع تحلیل‌های مرتبه دوم در بخش قبل معرفی شدند که شامل روش مرتبه دوم عمومی و یا روش مرتبه‌ی اول تشدید یافته می‌باشند.
 - ۲- آثار نواقص هندسی اولیه (شامل کجی و ناشاقولی) در تحلیل مرتبه‌ی دوم باید منظور گردند.
 - ۳- تحلیل مرتبه‌ی دوم بر اساس سختی کاهش یافته‌ی اعضا صورت می‌گیرد. این کاهش به دلیل رفتارهای غیرخطی اعضا در نظر گرفته می‌شود.
 - ۴- مقاومت موجود کلیه‌ی اعضای دارای بار محوری فشاری، با ضریب طول موثر یک ($K=1$) تعیین می‌شود. در نظر گرفتن $K=1$ برای اعضای محوری فشاری در این روش مهم‌ترین تفاوت روش تحلیل مستقیم با روش طول موثر می‌باشد که تقریباً تا سال ۲۰۰۵ به عنوان تنها روش تحلیل مرتبه‌ی دوم شناخته می‌شد و در آن برای تمامی المان‌ها ضریب K باید جداگانه محاسبه شود.
- در ادامه به بررسی هر کدام از این الزامات در روش تحلیل مستقیم پرداخته خواهد شد.

۱.۳ در نظر گرفتن آثار نواقص هندسی در تحلیل مرتبه دوم

در روش تحلیل مستقیم، آثار نواقص هندسی اولیه اعضا مانند ناشاقولی و یا کجی باید در نظر گرفته شوند تا اثرات آن‌ها در تحلیل مرتبه‌ی دوم دیده شود. یکی از روش‌ها برای در نظر گرفتن اثرات ناشاقولی سازه، مدل‌سازی واقعی این انحرافات می‌باشد که این کار معمولاً به دلیل دشواری امکان پذیر نخواهد بود؛ اما روش جایگزین که برای در نظر گرفتن ناشاقولی‌ها در سازه استفاده می‌شود، اعمال بارهای جانبی فرضی (خیالی) در طبقات ساختمان می‌باشد. مقدار این بار برابر است با:

$$N_i = 0.002Y_i$$

(۱-۱-۲-۱۰)

که در آن:

N_i = بار جانبی فرضی در طبقه i ام

Y_i = بار ثقلی در طبقه i ام متناسب با ضرایب بار به کاررفته در ترکیبات مختلف بارگذاری

این بار جانبی فرضی در تراز هر طبقه به سازه وارد می‌شود. در صورتی که نسبت تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر تحلیل مرتبه‌ی دوم به تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر تحلیل مرتبه‌ی اول تحت اثر ترکیبات بارگذاری LRFD یا ۱.۶ برابر ترکیبات بارگذاری ASD (یا به طور تقریبی مقدار ضریب تشدید B_2 در تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته)، با احتساب سختی کاهش یافته اعضا در کلیه‌ی طبقات، کوچک‌تر یا مساوی ۱.۷ باشد بارهای جانبی فرضی، تنها در ترکیب بارگذاری‌های ثقلی اعمال شده و نیازی به در نظر گرفتن آن‌ها در ترکیب بارهای جانبی نخواهد بود.

$$\frac{\Delta_{\text{Second Order Method}}}{\Delta_{\text{First Order Method}}} \leq 1.7 \rightarrow \text{اعمال } N_i \text{ در ترکیب بارهای ثقلی}$$

$$\frac{\Delta_{\text{Second Order Method}}}{\Delta_{\text{First Order Method}}} > 1.7 \rightarrow \text{اعمال } N_i \text{ در تمام ترکیب بارها}$$

با توجه به بند ۱۰-۲-۱-۵-۱-۱۴۰۱، در نظر گرفتن نواقص هندسی اولیه فقط برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز اعضا بوده و برای سایر مقاصد نباید آن‌ها را در نظر گرفت؛ به عنوان مثال، احتیاجی به اعمال بارهای جانبی فرضی در هنگام کنترل دررفت سازه (همچنین در هنگام کنترل خیر تیرها، کنترل ارتعاش اعضا و محاسبه‌ی زمان تناوب سازه (نمی‌باشد).

بارهای جانبی فرضی باید در راستایی به سازه اعمال شود که بیشترین اثر ناپایداری را داشته باشد. در ترکیبات بارگذاری ثقلی، بارهای جانبی فرضی باید به طور مجزا در دو راستای متعامد و به صورت رفت و برگشتی در نظر گرفته شود.



۲.۳ تنظیمات کاهش سختی اعضا برای تعیین مقاومت اعضا در تحلیل مرتبه دوم

طبق مبحث دهم مقررات ملی ویرایش ۱۴۰۱ در تحلیل و طراحی به روش تحلیل مستقیم برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز در تحلیل مرتبه دوم، سختی اعضا باید به صورت زیر کاهش یابد:

- ۱- تمام سختی‌هایی که در پایداری سازه مؤثرند باید با ضریب ۰.۸ کاهش یابند. از آنجایی که گاهی اعمال ضریب کاهش سختی تنها به المان‌هایی که در پایداری مؤثرند، ممکن است سبب ایجاد مشکلاتی مانند اعوجاج (Distortion) شود، اعمال ضریب ۰.۸ در سختی تمامی اعضای مؤثر و غیرمؤثر در پایداری سازه، مجاز می‌باشد.
- ۲- سختی خمشی اعضایی که در پایداری سازه مؤثرند به کمک رابطه‌ی زیر کاهش می‌یابد:

$$(EI)^* = 0.8\tau_b EI \quad (2-1-2-10)$$

که در آن:

$$(EI)^* = \text{صلبیت خمشی کاهش یافته عضو}$$

$$E = \text{مدول الاستیسیته فولاد}$$

$$I = \text{ممان اینرسی مقطع عضو حول محور خمشی}$$

$$\tau_b = \text{ضریب کاهش اضافی سختی خمشی طبق رابطه ۳-۱-۲-۱۰}$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود، سختی خمشی علاوه بر ضرب شدن در عدد ۰.۸، به کمک ضریب دیگری به نام τ_b نیز کاهش می‌یابد. τ_b و اثرات ناشی از آن را می‌توان به دو صورت محاسبه نمود:

الف- ضریب τ_b متغیر: در این حالت این ضریب به صورت زیر تعیین می‌گردد:

$$\tau_b = \begin{cases} 1.0 & \alpha \frac{P_r}{P_y} \leq 0.5 \\ 4\alpha \frac{P_r}{P_y} \left(1 - \frac{\alpha P_r}{P_y}\right) & \alpha \frac{P_r}{P_y} > 0.5 \end{cases} \quad (3-1-2-10)$$

$$\alpha = 1.0 \text{ (LRFD)} \quad \text{و} \quad \alpha = 1.6 \text{ (ASD)}$$

در رابطه ۳-۱-۲-۱۰، P_r مقاومت محوری فشاری موردنیاز و P_y مقاومت تسلیم محوری عضو ($P_y = A_g F_y$) است. در صورتی که عضو فشاری لاغر باشد، در تعیین مقاومت تسلیم محوری باید از مساحت مؤثر مقطع (A_e) استفاده شود.

استثناء: در اعضای با مقطع مختلط پرشده با بتن یا محاط در بتن، مقدار τ_b باید برابر ۰.۸ در نظر گرفته شود.

ضریب τ_b جهت کاهش سختی در نرم‌افزار ایتبس هم عیناً به کمک فرمول فوق محاسبه شده و به سختی اعضا اعمال می‌شود. کاهش سختی به این روش در نرم‌افزار به نام Tau-b Variable شناخته می‌شود که در بخش بعدی نحوه‌ی اعمال آن در نرم‌افزار بررسی خواهد شد.



ب- ضریب τ_b ثابت: جهت تعیین τ_b برای کاهش سختی اعضا، می‌توان از روش دیگری استفاده نمود که در آن ضریب τ_b ثابت و برابر یک فرض می‌شود، مشروط بر آن که یک بار جانبی اضافی برابر $0.001Y_i$ به کلیه طبقات وارد شود که Y_i بار ثقیل ضریب‌دار هر طبقه می‌باشد (ضریب بارهای ثقیل در هر یک از ترکیب‌بارها). لازم به ذکر است که این بار ارتباطی با بار جانبی فرضی (Notional) نداشته و ممکن است هر دوی این بارهای جانبی، به سازه وارد شوند. بار جانبی اضافی باید در تمام ترکیب‌بارهای ثقیل و لرزه‌ای همراه با سایر بارها در نظر گرفته شود. این روش هم در نرم‌افزار به نام Tau-b Fixed موجود می‌باشد.

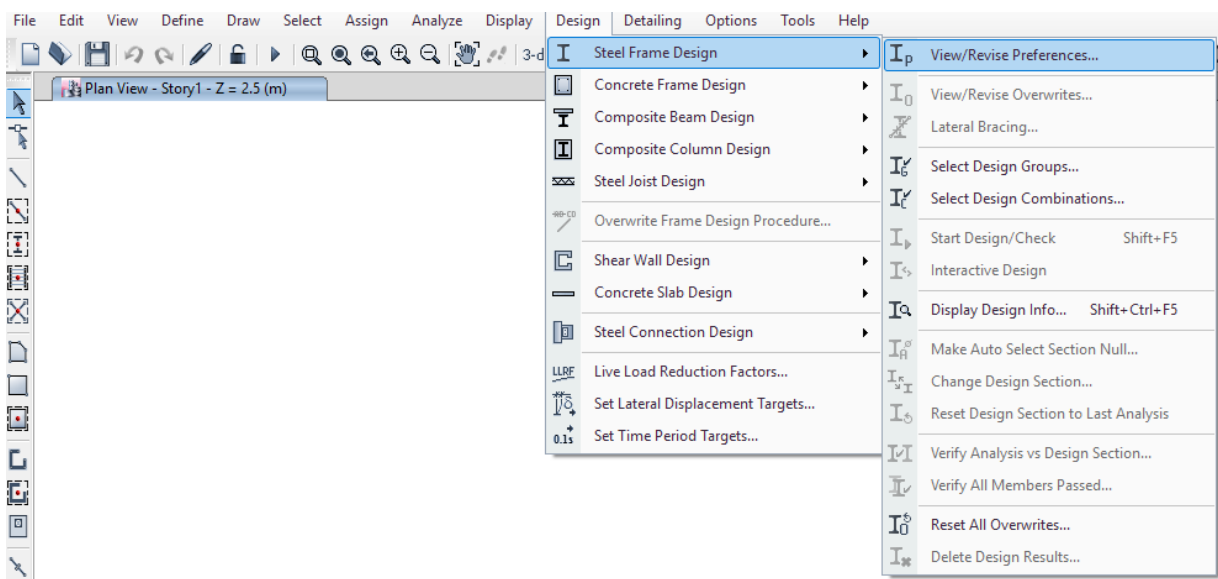
در بند زیر از مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۴۰۱ سایر الزامات برای این بخش بیان شده است:

(۴) چنانچه در یک سیستم سازه‌ای برای تأمین پایداری آن از اعضای با مصالح دیگری به جزء فولاد استفاده شده باشد و مقررات سازه‌ای مربوط به نوع مصالح ضریب کاهش سختی کوچک‌تری (کاهش سختی بیشتری) را الزام کرده باشد، برای آن نوع اعضا باید ضریب کاهش سختی کوچک‌تر مورد استفاده قرار گیرد.

تبصره: در روش تحلیل مستقیم کاربرد سختی کاهش‌یافته فقط در تحلیل مرتبه دوم و برای تعیین مقاومت‌های موردنیاز اعضا محدود می‌گردد و برای سایر مقاصد طراحی (نظیر کنترل تغییرمکان جانبی نسبی طبقات، کنترل خیز تیرها، کنترل ارتعاش اعضا و کفها و محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان) نباید از ضرایب کاهش سختی استفاده شود.

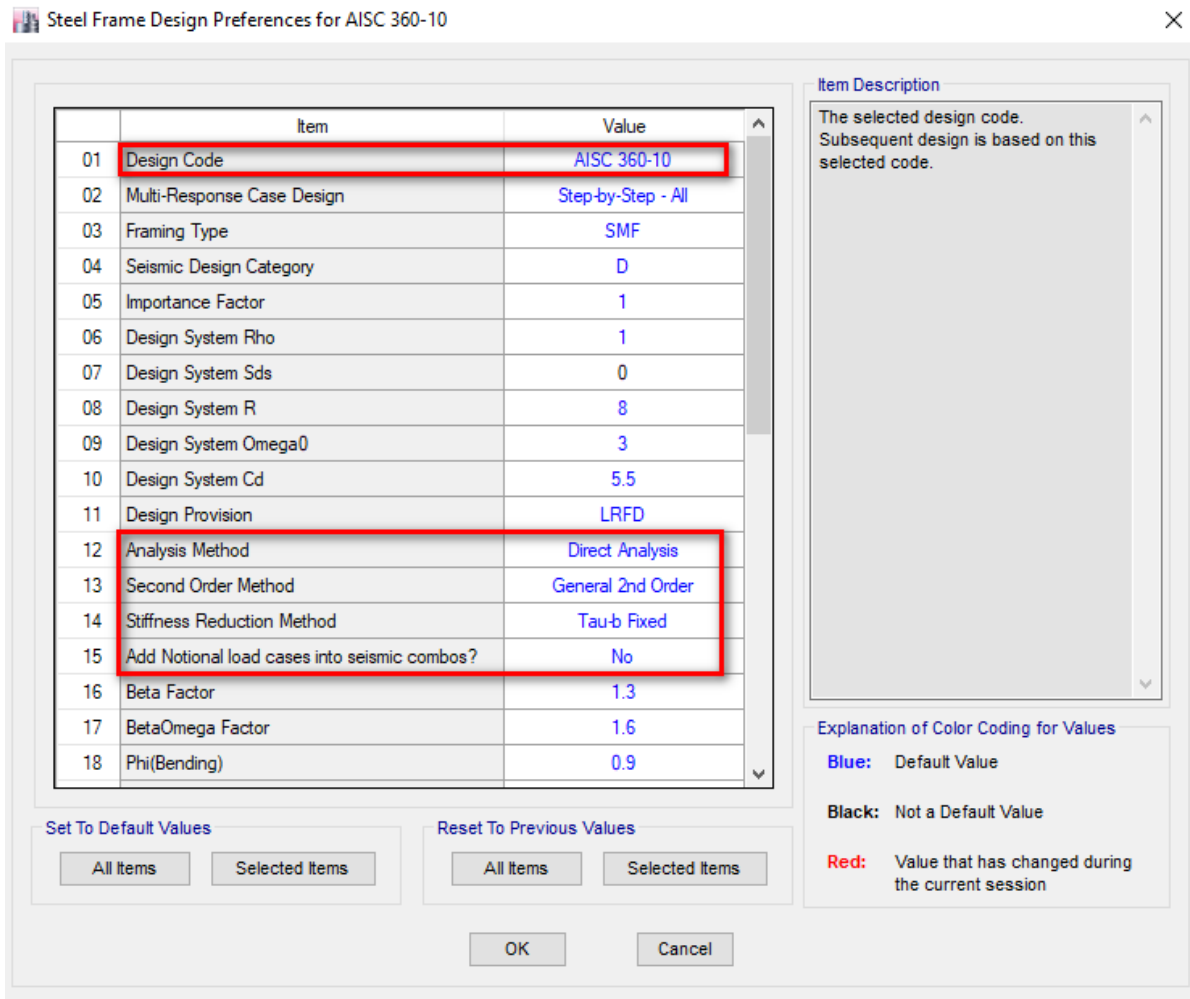
۴ تنظیمات مربوط به روش تحلیل مستقیم در نرم‌افزار ایتبس

روش مستقیم در نرم‌افزار ایتبس جهت طراحی و آنالیز مقاطع قابل استفاده می‌باشد. جهت انتخاب این روش و سایر پارامترهای تأثیرگذار در آن باید از منوی زیر استفاده نمود.



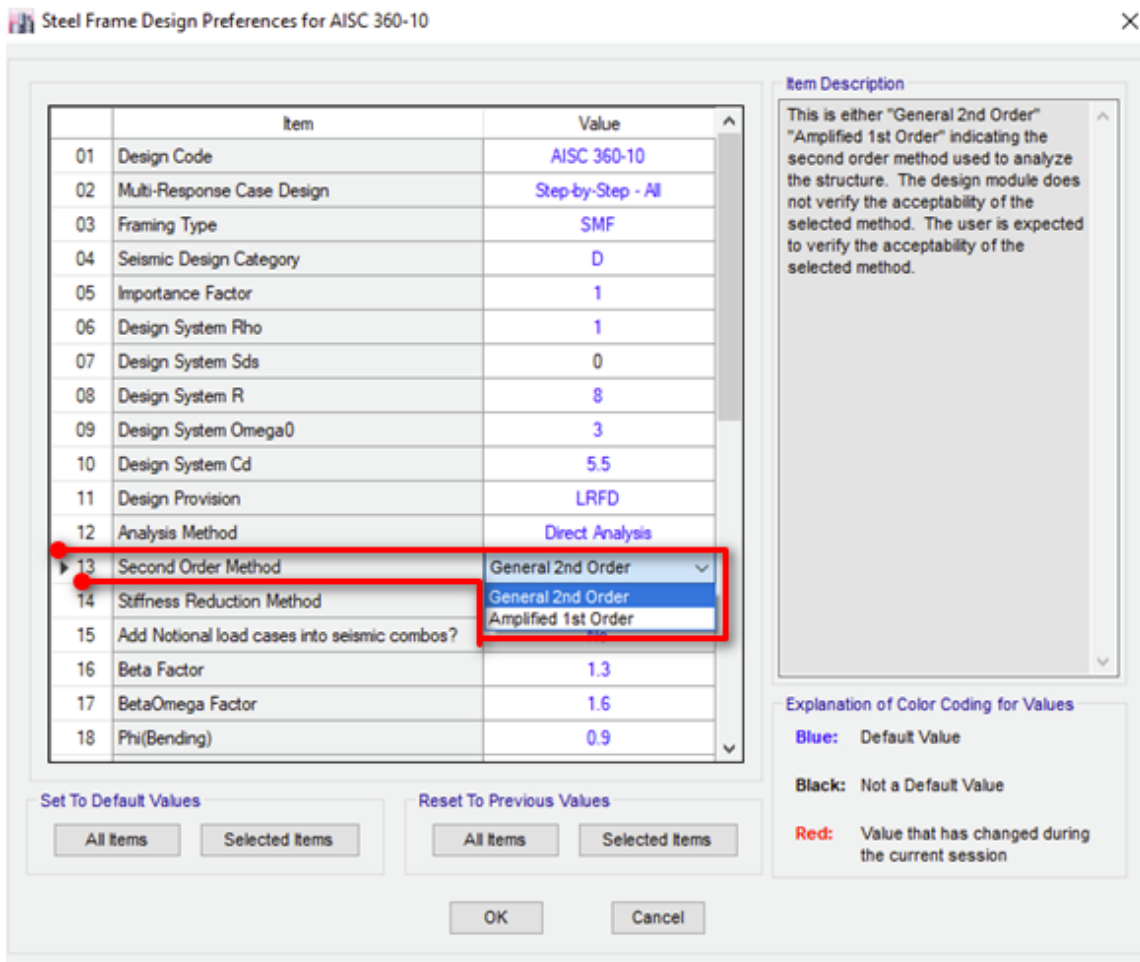


پس از باز شدن پنجره‌ی View/Revise Preferences...، چند گزینه در این پنجره جهت تنظیمات روش تحلیل مستقیم باید اصلاح شوند که در شکل زیر مشاهده می‌شوند.



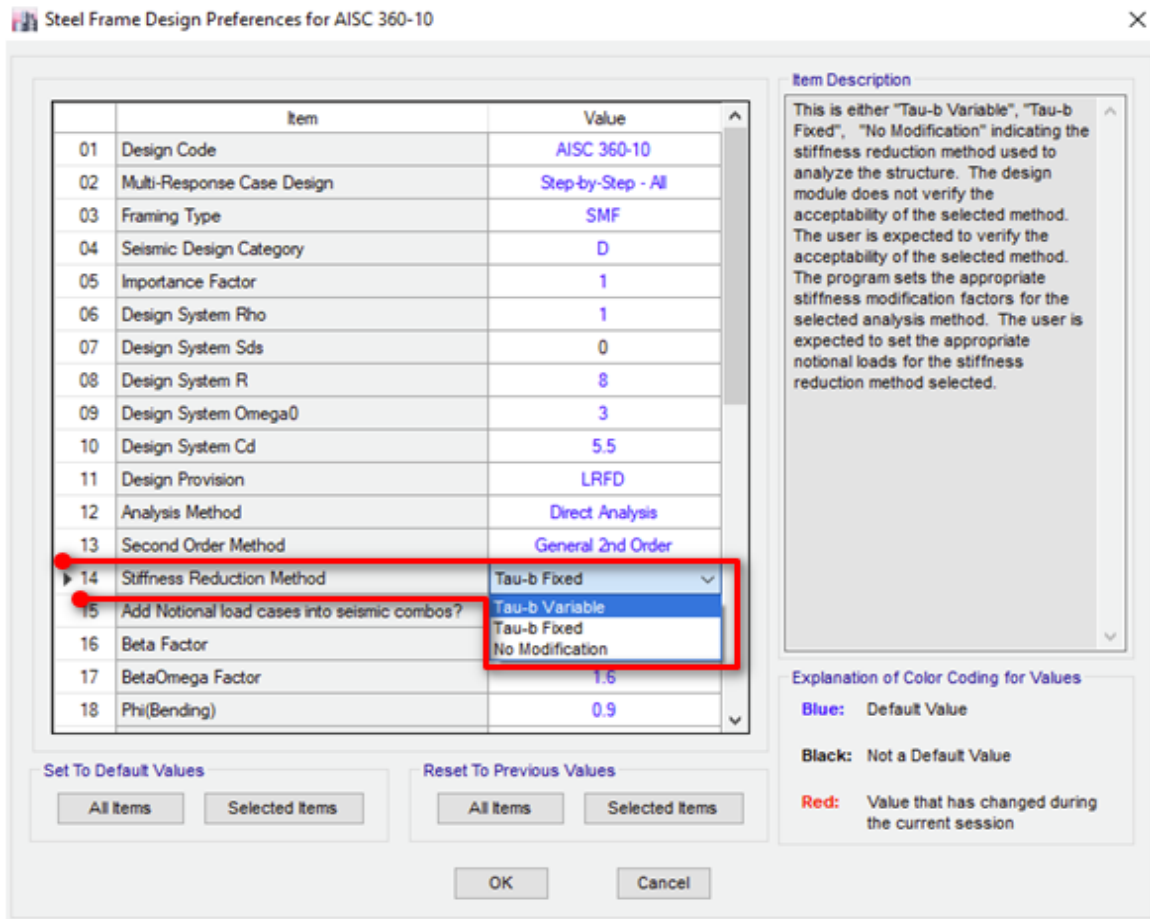
در این پنجره با انتخاب آیین‌نامه‌ی طراحی AISC360-10 تمامی پیش‌فرض‌ها مشابه با مبحث دهم مقررات ملی ایران خواهند بود. همچنین موارد شماره‌ی ۱۲ تا ۱۵ هم پارامترهایی هستند که توضیحات مربوط به آن‌ها در بخش‌های گذشته ارائه شده است و در ادامه بررسی می‌شوند:

- گزینه‌ی ۱۲ (Analysis Method): تعیین‌کننده‌ی روش طراحی می‌باشد که برای انتخاب روش طراحی مستقیم گزینه‌ی Direct Analysis انتخاب می‌شود.
- گزینه‌ی ۱۳ (Second Order Method): همان‌طور که گفته شد برای در نظر گرفتن اثرات مرتبه‌ی دوم، دو روش اصلی پیشنهاد شده که در شکل زیر مشاهده می‌شوند. گزینه‌ی اول، روش تحلیل الاستیک مرتبه‌ی دوم و گزینه‌ی دوم هم روش تحلیل مرتبه‌ی اول تشدید یافته می‌باشد.



در صورتی که در حین انجام هر یک از مراحل در ایتبس به خطا یا اروری برخورد کردید می توانید با مراجعه به مقاله "[ارورهای پر تکرار طراحی در ایتبس](#)" خطای به وجود آمده را بر طرف کنید.

- گزینه ی ۱۴ (Stiffness Reduction Method); همان طور که در بخش گذشته ذکر شد سختی اعضای سازه، برای در نظر گرفتن اثرات رفتار غیرخطی آنها باید کاهش یابد، این گزینه نحوه ی محاسبه ی ضریب τ_b را مشخص می نماید. همان طور که در بخش گذشته هم ذکر شد، این ضریب را می توان به کمک رابطه ی ۱۰-۲-۱-۶ مبحث دهم برای هر عضو محاسبه نمود که گزینه ی مربوط به آن Tau-b Variable است. بنابراین بهتر است از این گزینه در طراحی سازه استفاده نمود.
- همچنین می توان از Tau-b Fixed استفاده نمود که در این روش $\tau_b = 1$ فرض شده به شرط آنکه بارهای جانبی اضافی در ترکیب بارها اعمال شوند. با انتخاب این حالت، نرم افزار به صورت خودکار بارهای جانبی اضافی را در نظر گرفته و نیازی به اعمال تنظیمات دیگری از جانب کاربر وجود ندارد. همچنین با انتخاب گزینه ی No Modification سختی های اعضا اصلاح نخواهند شد.



- گزینه‌ی ۱۵ (Add Notional Load Cases into seismic combos): این گزینه از ما سؤال می‌کند که آیا بارهای جانبی فرضی در ترکیب بارهای لرزه‌ای اعمال شوند یا خیر. همان‌طور که در بخش‌های گذشته ذکر شد، با توجه به بند ۱۰-۲-۱-۵-۱-۱ نیازی به در نظر گرفتن بارهای جانبی فرضی در ترکیب بارهای لرزه‌ای نیست، مگر آنکه نسبت زیر برقرار باشد:

$$\frac{\Delta_{Second\ Order\ Method}}{\Delta_{First\ Order\ Method}} > 1.7 \rightarrow \text{اعمال } N_i \text{ در تمام ترکیب بارها}$$

برای محاسبه‌ی این نسبت، ابتدا سازه به روش مرتبه‌ی اول و سپس روش مرتبه‌ی دوم آنالیز شده و نسبت تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر هر کدام به دست می‌آید تا در رابطه‌ی فوق مورد استفاده قرار گیرند.

۵ نتیجه گیری

با توجه به مطالب ذکر شده، به منظور افزایش دقت آنالیزها، امروزه معمولاً از روش‌های مرتبه دوم استفاده می‌شود. که طبق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، دو روش تحلیل مرتبه‌ی دوم معرفی شده که شامل تحلیل الاستیک مرتبه‌ی دوم و تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته می‌باشد.



منابع

۱. [مبحث دهم مقررات ملی ایران ویرایش سال ۱۴۰۱](#)
۲. [آیین نامه طراحی سازه های فولادی آمریکا. AISC360-10](#)
۳. [AISC Design Examples1, Version 15](#)

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر برای شرکت مهندسی سبز سازه محفوظ می باشد و هرگونه کپی برداری، تقلید یا بازنشر غیرقانونی بوده و تحت پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



دوره تخصصی طراحی سازه سبzsازه (ویژه بازار کار)

تور طراحی سازه شبیه سازی یک دوره ۳ ساله هست که در مدت ۱۲ ماه به شیوه نوین پروژه آزمونی، جزئی ترین نکات تخصصی طراحی سازه را یاد می گیرید. در این دوره شما تنها با فیلم، آموزش نمی بینید. چون فیلم همه جا یافت می شود!

- ✓ بیش از ۱۲۰ ساعت فیلم آموزش مفهومی طراحی سازه های مسکونی، اداری و صنعتی به همراه مثال های کاربردی و واقعی بازار کار
- ✓ انجام سه پروژه تمرینی برای سنجش تسلط به طراحی انواع سازه متداول
- ✓ آزمون، پروژه نهایی و دفاع از پروژه در مقابل کنترلر نظام مهندسی
- ✓ مشاوره تخصصی و پشتیبانی علمی در گروه تلگرامی به مدت ۱۲ ماه
- ✓ اعطای گواهینامه سبzsازه پس از قبولی در آزمون نهایی با امضای کنترلر نظام مهندسی
- ✓ ۸ ساعت آموزش ارزش آفرینی برای رسیدن به ارزش درآمدی مدنظرتان
- ✓ آموزش های پیشرفته طراحی سازه (طراحی شمع و ریزشمع، دیوار حائل، رمپ سازه ای، بیمارستان، وال پست و ...)

سه فاکتور مهم تبدیل شدن به یک طراح خبره

داشتن درک درستی از اجرا

توانایی ارائه طراحی بهینه

تسلط همه جانبه و دید مهندسی

ما شما را برای کسب این سه مهارت آماده خواهیم کرد.

برای اطلاعات بیشتر روی لینک زیر کلیک کنید:

sbz.one/atts