بسمه تعالی

روش ایجاد فایل محاسباتی

ETABS

به روش حدی

LRFD

غلامحسینی

1393

روش ایجاد فایل محاسباتی ETABS به روش حدی LRFD

1- شروع مدل سازی

- ایجاد هندسه مدل Building Plan Grid System and Story Data Definition

2- مشخصات ساختمان

- مشخصات مصالح Define Materials Properties .....
- تعریف مقاطع المانهای تیر - ستون - بادبند Define Frame Sections ...
- تعریف سقف Define Wall/Slab/Deck Sections ...

نکته : بدلیل استفاده از آیین نامه AISC 360-05/IBC2006 در روش LRFD برای تعریف مقاطع نباید از روشهای SD Section ویا General استفاده کرد چون مقاطع باید فشرده باشند حتی برخی اعضا باید مقاطع فشردگی لرزه ای را برآورد کنند ولی برنامه قادر به تشخیص فشردگی نمی باشد و آنرا غیرفشرده فرض می کند ودر نتیجه اعضا را با رنگ قرمز نمایش می دهد که نشان دهنده اینست که مقاطع مورد نظر جوابگو نمی باشد (غیر اقتصادی) بنابراین بهتر است که مقاطع از دستور های Add I/Wide Flange و Add Box / Tube استفاده کرد حتی برای معرفی دوبل ناودانی از مقاطع باکس معادل استفاده نمایید .

برای ساختمانهای معمولی باید شروط فشردگی ذیل برقرار باشد .

مقاطع I شکل

فشردگی معمولی $\frac{b_f}{2t_f} = 0.38\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ $\frac{h}{t_w} = 3.76\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

فشردگی لرزه ای $\frac{b_f}{2t_f} = 0.30\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ $\frac{h}{t_w} = 2.45\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

مقاطع BOX شکل

فشردگی معمولی $\frac{b}{t} = 1.12\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ $\frac{h}{t} = 2.42\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

فشردگی لرزه ای $\frac{b}{t} = 0.65\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ $\frac{h}{t} = 1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

3- معرفی نام بارهای وارد برساختمان و ترکیب بارها

Define / Static Load Cases ….

بارهایی که باید به سازه وارد میشود و می بایست به برنامه تعریف شوند در جدول زیر آورده شده است :

نام بار		نام بار	
بار مرده گروه اول	Dead	بار اصلاح جرم طبقات	MASS
بار مرده گروه دوم	SD	بار زلزله در جهت X	ELX
بار زنده	Live	بار زلزله در جهت Y	ELY
بار مرده خیالی در جهت X	NXD	بار زلزله در جهت X با برون از مرکزیت اتفاقی مثبت	ELXP
بار مرده خیالی در جهت Y	NYD	بار زلزله در جهت X با برون از مرکزیت اتفاقی منفی	ELXN
بارSD خیالی در جهت X	NXSD	بار زلزله در جهت Y با برون از مرکزیت اتفاقی مثبت	ELYP
بارSD خیالی در جهت Y	NYSD	بار زلزله در جهتY با برون از مرکزیت اتفاقی منفی	ELYN
بار زنده خیالی در جهت X	NXL		
بار زنده خیالی در جهت Y	NYL		

ELX , ELY بار زلزله با ضریب 0.30 میباشد به جهت اعمال قاعده 30- 100 اگر لازم باشد.

SD: برای طراحی سقف کامپوزیت لازم میباشد

در روش طراحی حدی (10-2-1-5-1-1) بایستی یکسری بار خیالی یا فرضی Notional نیز به بارها اضافه گردد ، بارهای خیالی دوبرابر حالتهای بارثقلی می باشد یعنی به ازای هر حالت بار ثقلی باید دو حالت بار Notional تعریف گردد.

NXD-NYD NXSD- NYSD NXL – NYL NXRL- NYRL

Define / Load Combinations ….

ترکیبات بارگذاری با رعایت قاعده 30- 100 اگر لازم باشد

1.4(DEAD+SD+NXSD+NXD)
1.4(DEAD+SD-NXSD-NXD)

1.4(DEAD+SD+NYSD+NYD)
1.4(DEAD+SD-NYSD-NYD)

1.2(DEAD+SD+NXSD+NXD)+1.6(LIVE+NXL+NXRL)
1.2(DEAD+SD-NXSD-NXD)+1.6(LIVE-NXL-NXRL)

1.2(DEAD+SD+NYSD+NYD)+1.6(LIVE+NYL+NYRL)
1.2(DEAD+SD-NYSD-NYD)+1.6(LIVE-NYL-NYRL)

0.9(DEAD+SD)+ (ENX+EY)
0.9(DEAD+SD)+ (ENX-EY)

0.9(DEAD+SD)+ (-ENX+EY)
0.9(DEAD+SD)+ (-ENX-EY)

0.9(DEAD+SD)+ (EPX+EY)
0.9(DEAD+SD)+ (EPX-EY)

0.9(DEAD+SD)+ (-EPX+EY)
0.9(DEAD+SD)+ (-EPX-EY)

0.9(DEAD+SD)+ (ENY+EX)
0.9(DEAD+SD)+ (ENY-EX)

0.9(DEAD+SD)+ (-ENY+EX)
0.9(DEAD+SD)+ (-ENY-EX)

0.9(DEAD+SD)+ (EPY+EX)
0.9(DEAD+SD)+ (EPY-EX)

0.9(DEAD+SD)+ (-EPY+EX)
0.9(DEAD+SD)+ (-EPY-EX)

1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (ENX+EY)
1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (ENX-EY)

1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (-ENX+EY)
1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (-ENX-EY)

1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (EPX+EY)
1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (EPX-EY)

1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (-EPX+EY)
1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (-EPX-EY)

1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (ENY+EX)
1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (ENY-EX)

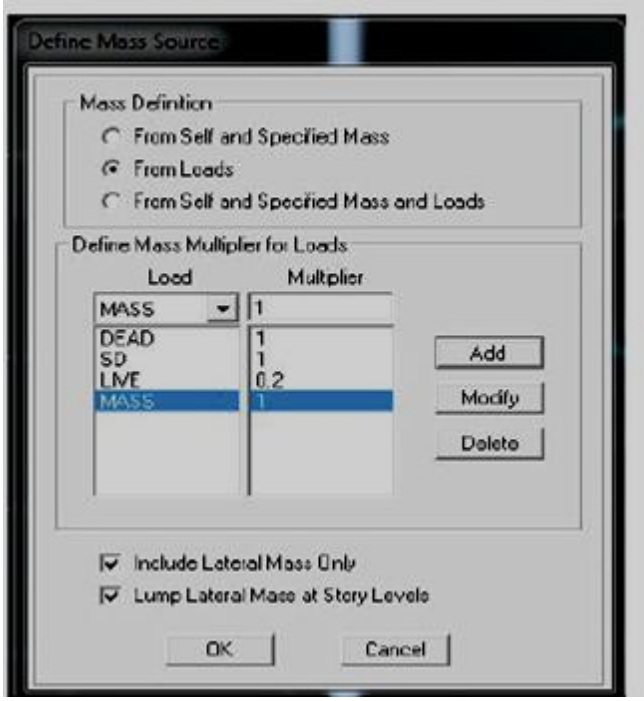
1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (-ENY+EX)
1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (-ENY-EX)

1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (EPY+EX)
1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (EPY-EX)

1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (-EPY+EX)
1.2(DEAD+SD)+(LIVE)+ (-EPY-EX)

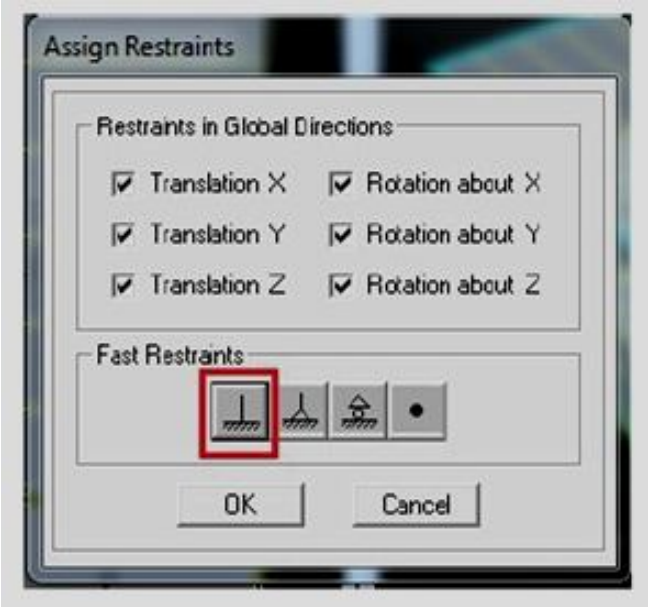
4- محاسبه وزن موثر ساختمان

ضریب با زنده با توجه به آیین نامه قرار داده شود



5- ترسیم ستون – تیر – بادبند – کف ها

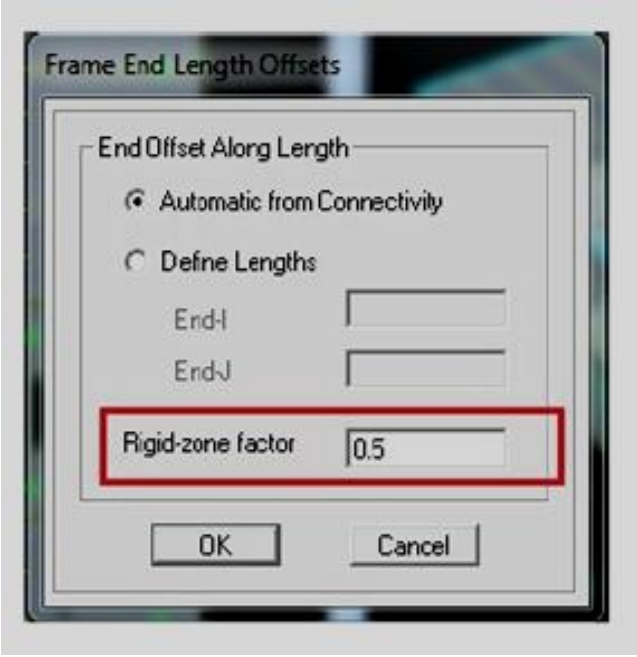
6- اختصاص شرایط تکیه گاهی پای ستون



7- تغییر در شرایط تکیه گاهی دوسر بعضی از تیرها



8- اختصاص نواحی صلب انتهایی Rigid zone factor



9- ایجاد دیافراگم صلب

تذکر : در صورت داشتن مهاربند واگرا در سازه بایستی محدوده سقف منتهی به تیرهای مذکور از صلب بودن سقف خارج گردد تا در تیرهای مذکور نیروی محوری ایجاد گردد.

10- بارگذاری سازه (بارهای سطحی – خطی)

11-تنظیمات طرح لرزه ای سازه

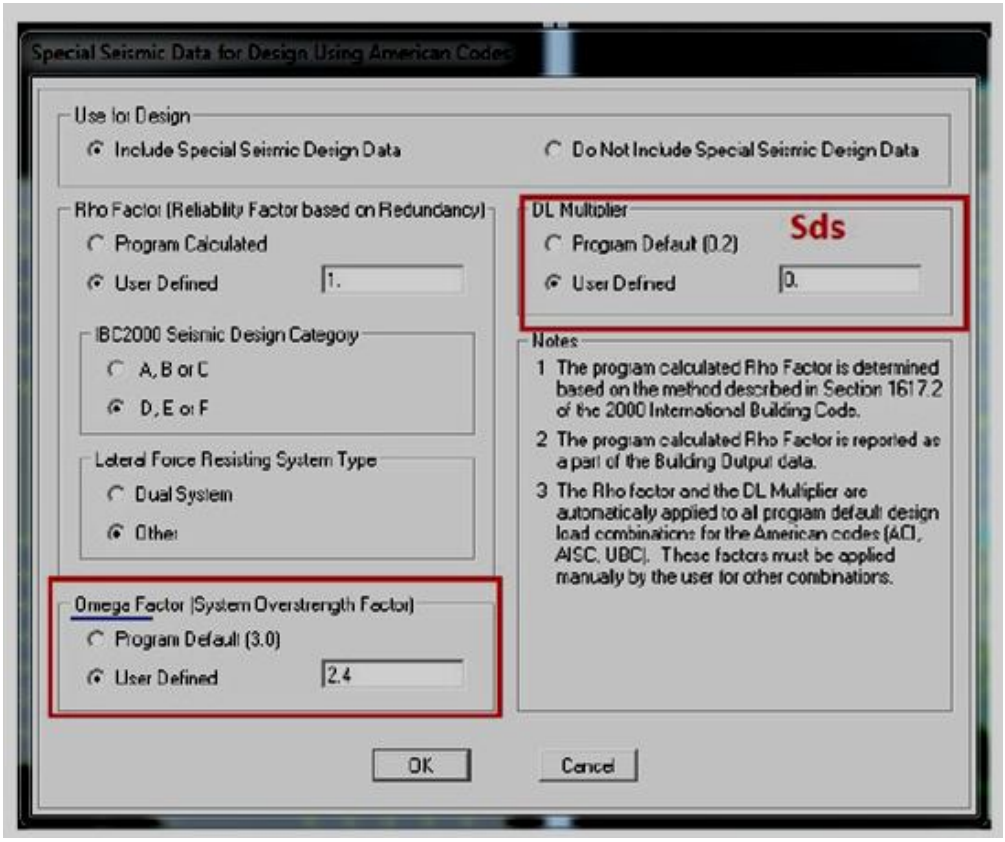
تذکر : اگر ضریب رفتار کوچکتر از 5 باشد رعایت ضوابط لرزه ای الزامی نیست .

ترکیب بار تشدید یافته آیین نامه AISC360-05/IBC2006 مطابق منوال برنامه مطابق روابط زیر میباشد :

$$(0.9-0.2S_{DS})\ \mathrm{DL} \pm \Omega_o Q_E \qquad \text{(ASCE 12.4.3.2)}$$

$$(1.2+0.2S_{DS})\ \mathrm{DL} \pm \Omega_o Q_E + 1.0\mathrm{LL} \qquad \text{(ASCE 12.4.3.2)}$$

Define/Special Seismic Load Effects …



در Etabs بصورت پیش فرض ضریب sds برابر 0/2 میباشد که با توجه به ترکیبات آیین نامه ایران عدد صفر و یا عدد دیگری قرار دهید

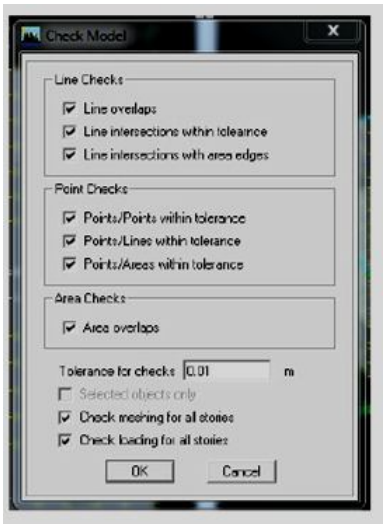
Omega Factor باتوجه به آیین نامه ایران و سیستم سازه ای مورد طراحی وارد کنید

توجه : اگردردوجهت دارای دوسیستم سازه ای متفاوت باشیم بایستی دو فایل تشکیل داده و هرکدام ضوابط لرزه ای مربوط به خود را وارد کنید .
Rho Factor را برابر 1 قرار دهید .

12-تحلیل سازه ها

پیش از تحلیل مراحل زیر را انجام می دهیم :

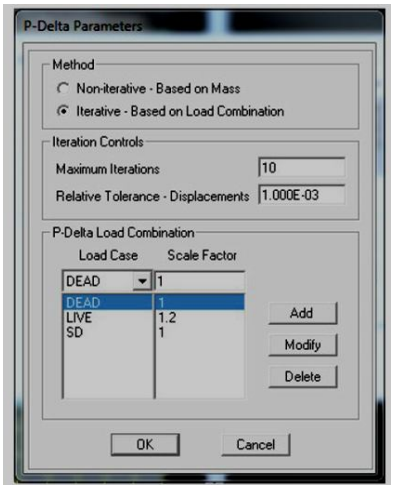
- برای کنترل مدل از منوی Analyze دستور Check Model را اجرا کرده و در پنجره ظاهر شده کلیه گزینه ها را فعال کرده و مقدار Tolerance را برابر عدد کوچکی مثلا 0.01 متر وارد می کنیم و سپس بر روی دکمه Ok کلیک کرده .



- برنامه خطاهای ترسیمی و بارگذاری را کنترل می کند . در پایان این مرحله پنجره ای ظاهر میشود که در آن خطاهای موجود گزارش داده میشود .که باید خطاهای گزارش داده شده اصلاح شده در صورت عدم وجود خطا در این پنجره پیغام Model has been checked, No warning messages ظاهر میشود .

تنظیم تحلیل برای PΔ

دراین حالت مقدار مود را 3 برابر تعداد طبقات وارد کنید و ضرایب بار همان ضرایب طراحی حدی سازه فلزی قراردهید



13- طراحی سازه فولادی

فرض سیستم سازه ای مورد طراحی در فایل اول EBF می باشد

برای تنظیم پارامترهای طراحی به صورت کلی مراحل زیر انجام میدهیم :

- از منوی Options زیر منوی Preferences>Steel Frame Design را اجرا میکنیم.در پنجره باز شده موارد زیر را اصلاح میکنیم :
- در گزینه Design Code آیین نامه AISC360-05/IBC2006 را انتخاب میکنیم .
- در قسمت Frame Type حالت EBF را انتخاب میکنیم .
- در قسمت System Sds عدد 0 را وارد میکینیم.دلیل این امر همچون که قبلا ذکر شد برای نزدیک کردن ترکیب بار تشدید یافته برنامه با مبحث دهم می باشد .
- در قسمت Sysrem R مقدار ضریب رفتار سازه در جهت X که برابر 8 است وارد میکنیم .
- در قسمت System Omega0 ضریب اضافه مقاومت را همچون که قبلا گفته ایم از جدول

- در قسمت System Cd باید عددی که از رابطه زیر بدست می آید وارد گردد .

$$Cd = 0.7R$$

دلیل استفاده از این رابطه برای بدست آوردن تغییر شکل واقعی سازه می باشد.در مبحث دهم گفته شده است که مقدار تغییر شکل بدست آمده از زلزله طرح باید در ضریب 0.7R ضرب شود کهR ضریب رفتار سازه می باشد .همچنین از این ضریب برنامه برای محاسبه دوران تیر پیوند استفاده میکند که دقیقا مشابه رابطه مبحث دهم می باشد .

$$Cdx = 0.7 \times 8 = 5.6$$

- در قسمت Design Provision حالت طراحی را به حالت حدی نهایی (LRFD) ویرایش میکنیم که به صورت پیش فرض این گزینه فعال است و نیازی به تغییر ندارد .
- در دو قسمت Design Analysis Method باید گزینه Effective Lenght و برای قسمت

Second Order Method باید گزینه Amplified 1 st Order ویرایش گردد .

- ضرائب تقلیل مقاومت طبق مبحث دهم کاملا با ضرائبی که در برنامه وجود دارد مطابقت دارد و تمامی گزینه هایی که دارای Phi هستند به صورت پیش فرض مناسب می باشد و نیازی به اصلاح ندارد .
- در قسمت Is Doubler Plate Plug Welded? گزینه NO را فعال میکنیم . این به این معنی است که ورق چشمه اتصال از جوش انگشتانه استفاده نشده است و از آنجا که همه ستونها از نوع I شکل هستند این گزینه می تواند مفید باشد . البته اگه بخواهیم که برنامه این ورق را محاسبه کند تاثیر گذار می باشد در غیر اینصورت در محاسبات نقشی ندارد .
- در قسمت Hss Welding Type گزینه SAW را فعال میکنیم تا برنامه در مقاطع قوطی شکل کاهش ضخامت را برای اعضا تحت پیچش در نظر نگیرد .
- در قسمت Deflection Check Type گزینه Ratio را فعال میکینم تا تغییر شکل تیرها به صورت نسبی محاسبه شود . محدودیتهای پیش فرض برنامه با مبحث دهم مطابقت دارد .
- تنظیمات مربوط به محدودیت خیز طبق مبحث دهم برای بار زنده L/360 و برای بار مرده +بار زنده برابر L/240 می باشد . بقیه پارامترهای مربوط به کنترل خیز را برابر 1 ویرایش میکنیم تا برنامه آنها را در نظر نگیرد چونکه فقط دو حالت بالا در مبحث دهم وجود دارد و دلیلی ندارد که خیز تیرها را خیلی محدود کنیم .
- گزینه Pattern Live Load Factor به صورت پیش فرض مورد قبول است . این ضریب که به ضریب الگوی بار زنده معروف است در مبحث ششم برای بارگذاری نامتقارن تعریف شده است که شرط استفاده از آن این است که بار زنده بیشتر از $500\ Kg/m^2$ باشد .

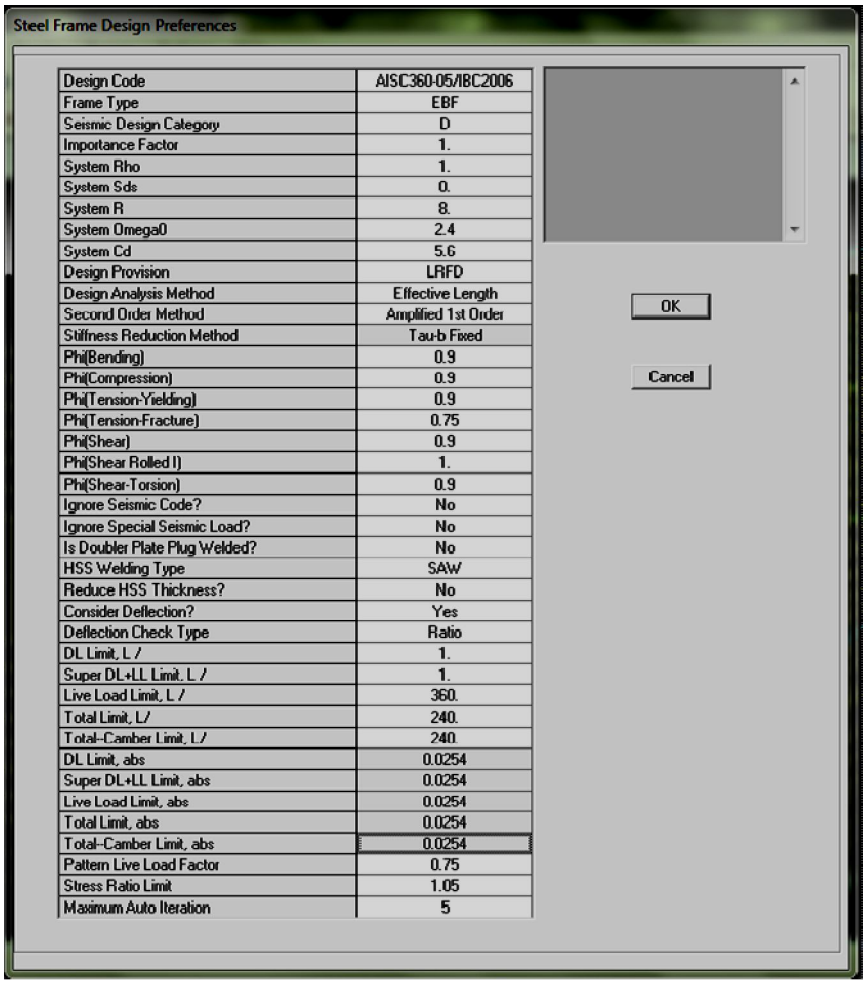
- در قسمت Stress Ratio Limit حداکثر نسبت تنش موجود به تنش مجاز می باشد که مطابق مبحث دهم باید عدد نزدیک به 1 وارد شود که در اینجا برای اقتصادی تر شدن طرح از ضریب 1.05 استفاده می کنیم .
- در قسمت Maximum Auto Iteration تعداد دفعات سعی و خطا برای انجام تحلیل و طراحی جهت همسان شدن نتایج تحلیل و طراحی می باشد که عدد 5 عدد مناسبی می باشد .

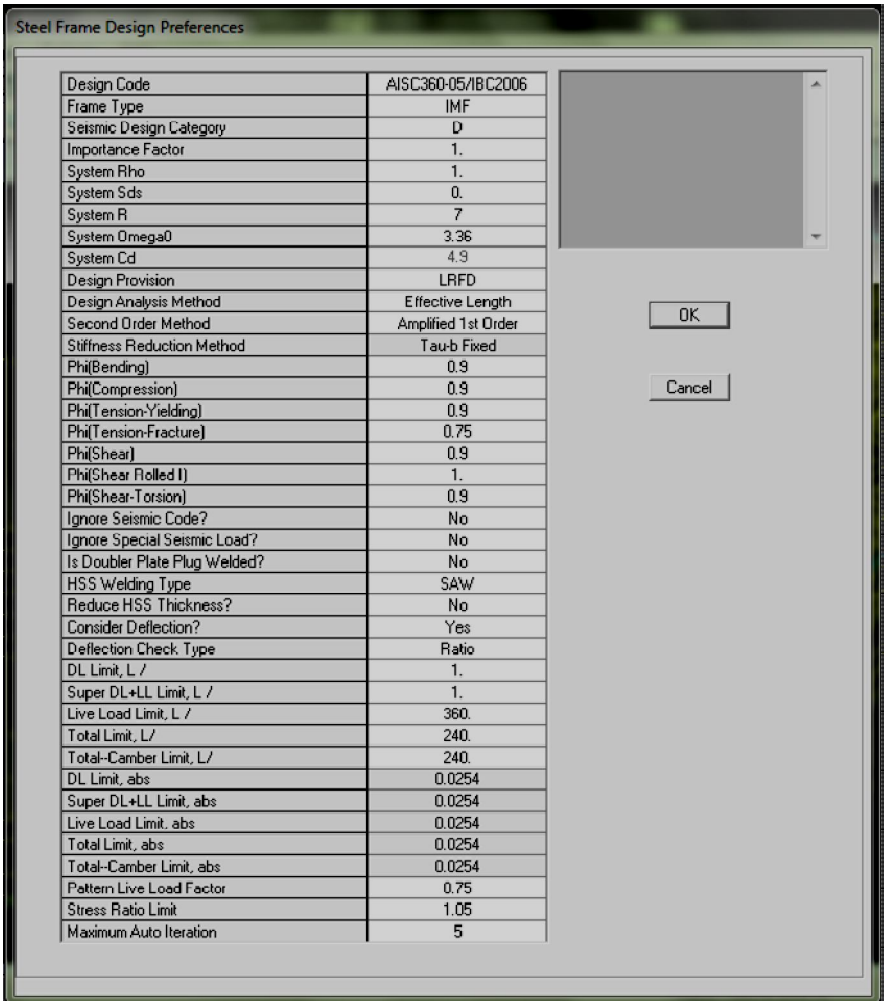
در شکل زیر تمامی مراحل بالا را در پروژه اعمال کردیم که میتوان از آن نیز کمک گرفت .

این تنظیمات که گفته شد به صورت عمومی است و برای اعضای مختلف مثل ستونها و تیرها و بایندها و ... باید جداگانه آنها را انتخاب کرده و تنظیمات خاص آنها را وارد کرد .

بعد از تنظیم کلیه پارامترها بر روی دکمه ok کلیک میکنیم .

تنظیمات سیستم سازه ای EBF





Design Code	AISC360-05/IBC2006
Frame Type	IMF
Seismic Design Category	D
Importance Factor	1.
System Rho	1.
System Sds	0.
System R	7
System Omega0	3.36
System Cd	4.9
Design Provision	LRFD
Design Analysis Method	Effective Length
Second Order Method	Amplified 1st Order
Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
Phi(Bending)	0.9
Phi(Compression)	0.9
Phi(Tension-Yielding)	0.9
Phi(Tension-Fracture)	0.75
Phi(Shear)	0.9
Phi(Shear Rolled I)	1.
Phi(Shear-Torsion)	0.9
Ignore Seismic Code?	No
Ignore Special Seismic Load?	No
Is Doubler Plate Plug Welded?	No
HSS Welding Type	SAW
Reduce HSS Thickness?	No
Consider Deflection?	Yes
Deflection Check Type	Ratio
DL Limit, L /	1.
Super DL+LL Limit, L /	1.
Live Load Limit, L /	360.
Total Limit, L/	240.
Total--Camber Limit, L/	240.
DL Limit, abs	0.0254
Super DL+LL Limit, abs	0.0254
Live Load Limit, abs	0.0254
Total Limit, abs	0.0254
Total--Camber Limit, abs	0.0254
Pattern Live Load Factor	0.75
Stress Ratio Limit	1.05
Maximum Auto Iteration	5

14-تنظیمات تیرهای کامپوزیت

برای تنظیم پارامترهای طراحی به صورت کلی مراحل زیر انجام میدهیم :

- از منوی Options زیر منوی Preferences>Composite Beam Design را اجرا می کنیم .

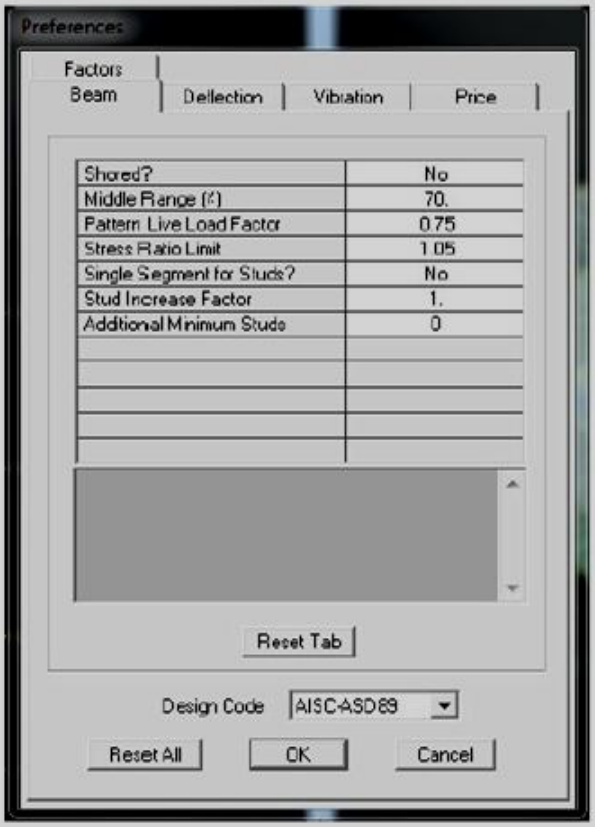
در پنجره باز شده تنظیمات مربوط به سقف کامپوزیت را طبق مراحل زیر انجام میدهیم :

- در قسمت Design Code ایین نامه مورد استفاده برای طراحی تیرهای کامپوزیت را

AISC-ASD89 انتخاب میکنیم .

تب Beam :

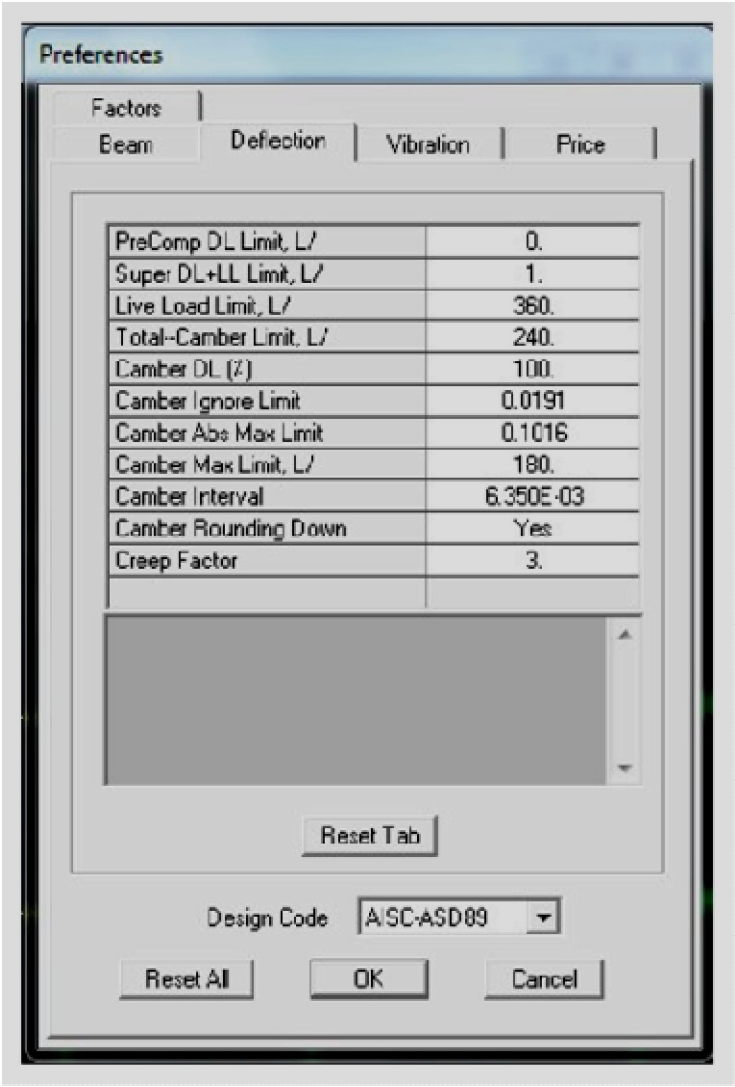
- در قسمت ?Shored گزینه No را فعال میکنیم .که با این عمل به برنامه عدم وجود پایه موقت تعریف میشود .
- در گزینه Middle Range عدد 70 به صورت پیش فرض مناسب بوده . در اینجا فرض میکنیم که 15 درصد ابتدا و 15 درصد انتها بدون عملکرد مختلط می توانند بارهای وارده را تحمل کنند و 70 درصد میانی جزء تیر مختلط هستند .
- بقیه پارامترها به صورت پیش فرض مناسب بوده و نیازی به اصلاح ندارند .



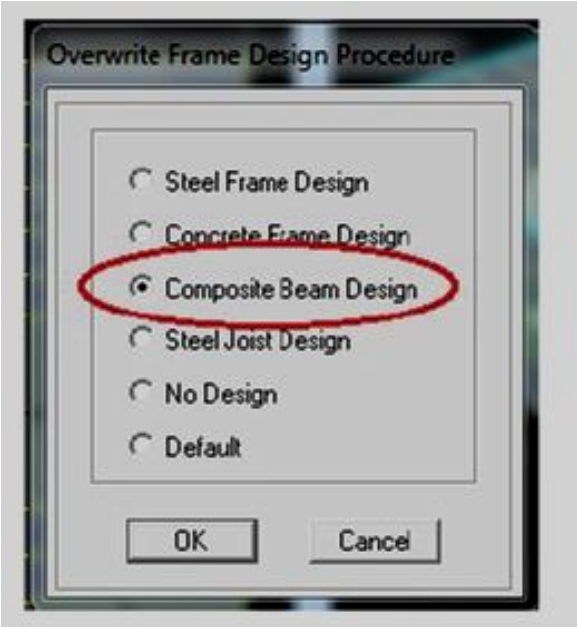
تب Deflection :

- در گزینه اول که مربوط به محدود کردن خیز تیرها می باشد عدد صفر مناسب بوده .
- گزینه دوم در مبحث دهم وجود نداشته و بهتر است که عدد 1 ویرایش گردد تا برنامه آین محدودیت را در نظر نگیرد .

- دو گزینه بعدی که مربوط به محدود کردن خیز در تیرها تحت بار زنده می باشد که مطابق مبحث دهم می بایست L/360 و برای بار مرده + زنده باید L/240 اختیار گردد .
- گزینه آخر Creep Factor در نظر گرفتن اثر خزش در بتن است که مطابق مبحث دهم زمانی که این اثر در نظر گرفته میشود بجای ضریب تبدیل n از ضریب تبدیل 3n استفاده میشود .پس این گزینه را باید عدد 3 وارد کنیم .
- سایر پارامترها به صورت پیش فرض مناسب بوده و نیازی به ویرایش ندارد .



برای اینکه تیرهای فرعی به صورت کامپزیت طراحی شوند باید به برنامه تعریف شوند . برای این منظور تمامی تیرهای فرعی (نباید تیرهای اصلی انتخاب شوند) را انتخاب کرده و به منوی Design رفته و بر روی گزینه ...Overwrite Frame Design Procedure کلیک می کنیم و در پنجره باز شده گزینه Composite Beam Design را فعال میکنیم .



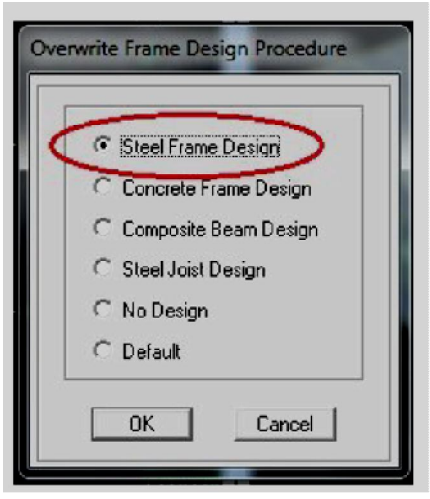
ترکیب بارهای طراحی این تیرها به صورت پیش فرض هنگام انتخاب آیین نامه طراحی این تیرها به وجود آمده است که دقیقا مشابه ترکیب بارهای طراحی این تیرها در مبحث دهم می باشد و نیازی به تغییر و ویرایش ندارند. برای انتخاب آنها از منوی Design به زیر منوی Composite Beam Design رفته و بر روی گزینه ...Select Design Combo کلیک میکنیم تا پنجره ی جدیدی مطابق شکل زیر ظاهر شود. در کلیه تبها یکسری ترکیب بار به صورت پیش فرض به وجود امده است که همگی آنها مورد قبول ما می باشد و نیازی به تغییر آنها نیست .

- برای شروع به طراحی تیرهای کامپوزیت از منوی Design به زیر منوی Composite Beam Design می رویم.
- اگر بخواهیم در تمام طبقات تیرها به صورت جداگانه طراحی شوند باید گزینه Start Design using Similarity و یا بر روی آیکون کلیک می کنیم .این روش نسبت به روشی که به صورت تیپ طبقات را طراحی میکند نسبتا بهتر است.
- بعد از چند ثانیه عمل طراحی تیرهای کامپوزیت به پایان میرسد و تیرهای کامپوزیت طراحی میشوند . نوع مقطعی که مناسب باشد در کنار هر تیر نمایش داده میشود و جوابگو بودن یا نبودن آن با رنگ که نسبت تنش در اعضا را مشخص میکند ، نمایش داده میشود . اعضای طراحی شده در طبقات همانند شکل زیر به ترتیب از طبقه اول تا بام می باشد .

15-تنظیمات قبل از طراحی برای اعضای مختلف (تیرها ، ستونها ، بادبندها)

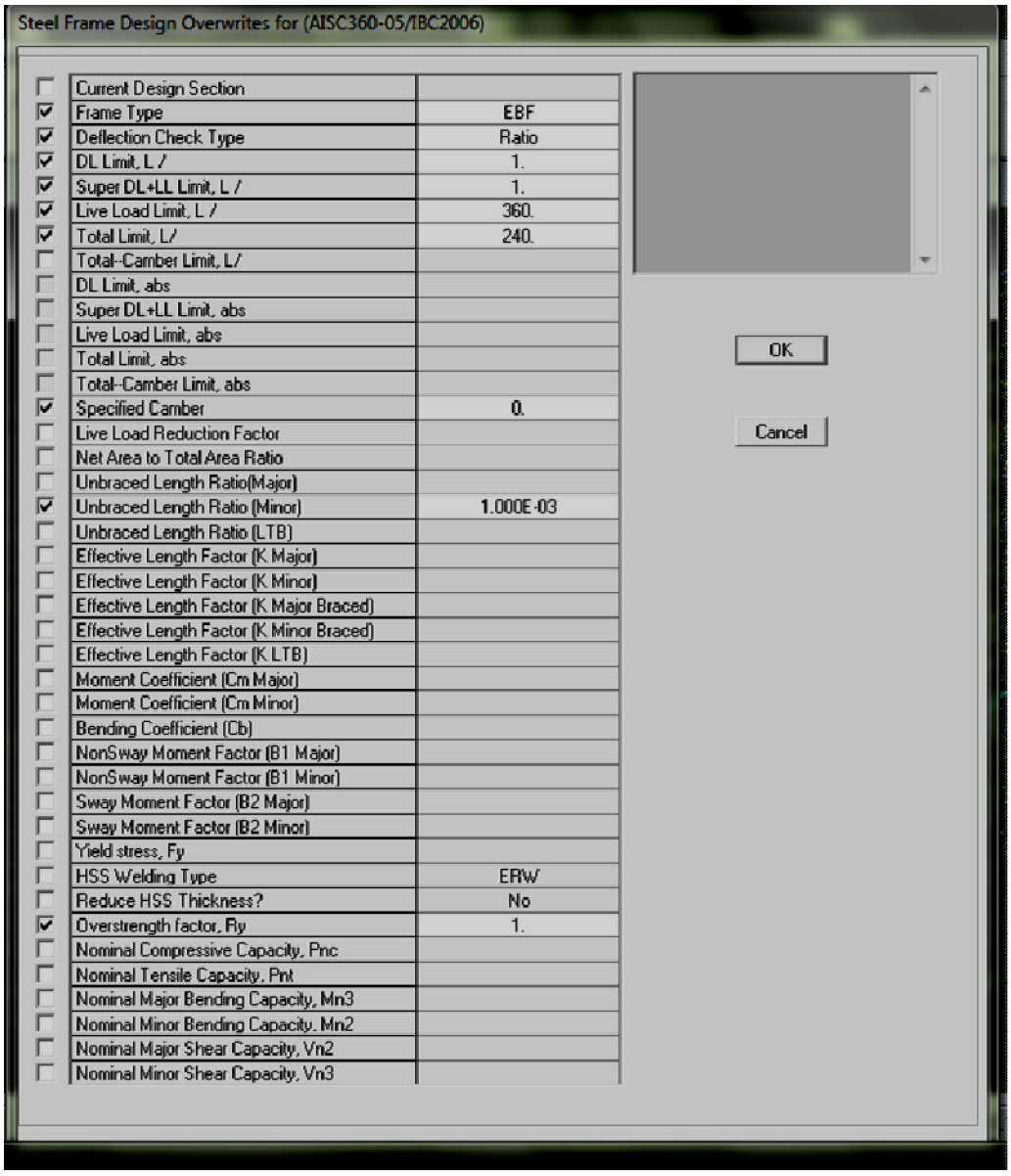
- تیرهای جهت بادبندی X

- ابتدا تمامی تیرهای متصل به بادبند را انتخاب می کنیم .
- این تیرها باید ضوابط بند ۱۰-۳-۱۰-۲-۲-۱ مبحث دهم را ارضا کنند بدین منظور باید این تیرها را غیر کامپوزیت طراحی کنیم . لذا پس از انتخاب این تیرها به منوی Design رفته و بر روی گزینه Overwrite Frame Design Procedure... کلیک میکنیم و در پنجره ظاهر شده گزینه Steel Frame Design را فعال میکنیم.البته بهتر است که تمامی تیرهای اصلی را از این نوع (نوع فولادی) طراحی شوند .



- دوباره تمامی تیرهای متصل به بادبند را انتخاب می کنیم و به منوی Design رفته و بر زیر منوی Steel Frame Design>View/Revise Overwrites کلیک میکنیم .
- در قسمت Frame Type نوع قاب را EBF ویرایش میکنیم.

- از آنجا که بال فشاری تیرها در بتن قرار دارد مهار فشاری در تیرها تامین میشود .از آنجا که برنامه قادر به تشخیص نمی باشد باید در قسمتUnbraced Length Ratio(Minor) عدد کوچکی مثلا 0.001 را وارد کنیم .
- برای تعیین عدم پیش خیز در تیرها گزینه Specified Camber را عدد 0 ویرایش میکنیم .
- در قسمت Overstrenght factor,Ry عدد 1 را ویرایش میکنیم .
- سایر پارامترها که قبلا در مورد آنها بحث شده است همانند شکل زیر تنظیم میشود .

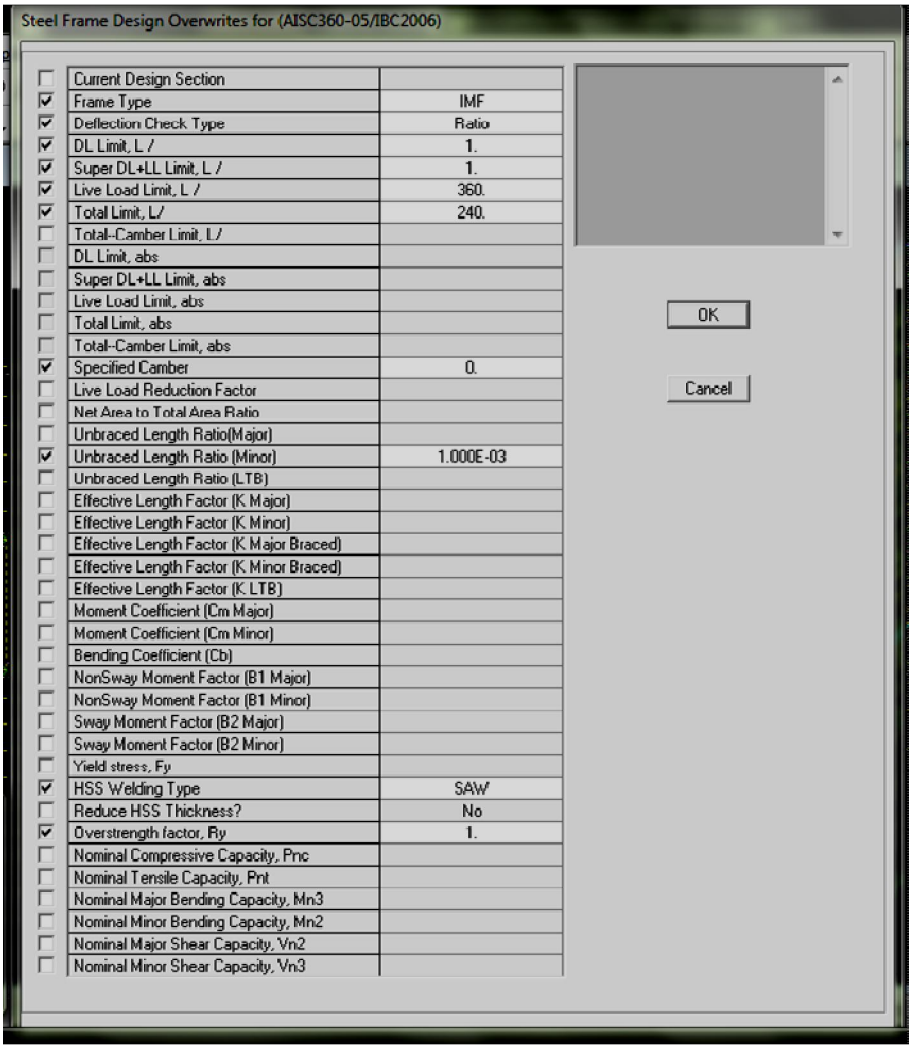


- سایر تیرها نیازی نیست ضوابط سخت گیرانه EBF را رعایت کنند . پس آنها را انتخاب کرده و در قسمت Frame Type گزینه OMF (قاب خمشی معمولی) و دیگر پارامترها همانند تیرهای EBF تنظیم می شوند .

منظور تیرهای با اتصال مفصلی در جهت بادبندی میباشد .

- تیرهای جهت قاب خمشی Y

- ابتدا تمامی تیرهای جهت قاب خمشی (جهت Y) را انتخاب میکنیم و به منوی Design رفته و بر زیر منوی Steel Frame Design>View/Revise Overwrites کلیک میکنیم .
- در قسمت Frame Type گزینه IMF را انتخاب میکنیم .
- در قسمت Overstrenght factor,Ry عدد 1 را ویرایش میکنیم .
- بقیه پارامترها مشابه حالت فایل 1 و شکل زیر می باشد .



- با توجه به اینکه دیگر تیرها نیاز نیست ضوابط IMF و یا EBF را رعایت کنند باید از نوع OMF طراحی شوند که این مورد در فایل 1 اعمال شده است و به فایل 2 نیز منتقل شده است و نیازی به اصلاح ندارد .
- همچنین باید تیرها متصل به بادبندها و بادبنها را انتخاب کرده و آنها را از نوع EBF طراحی کنیم و چون در فایل 1 این تیرها به صورت EBF طراحی شده اند نیازی به اصلاح ندارند و به همان شکل میگذاریم تا طراحی شوند .
- ستونها در فایل اول به صورت EBF طراحی شده اند که باید در فایل دوم به صورت قاب خمشی متوسط طرح گردند.برای این منظور ابتدا تمامی ستونها را انتخاب کرده (به جزء ستونهای متصل به بادبند) و به منوی Design رفته و بر زیر منوی Steel Frame Design>View/Revise Overwrites کلیک میکنیم .
- در پنجره ظاهر شده در قسمت Frame Type گزینه IMF را فعال میکنیم .
- جهت اتصالات ورق پیوستگی در جان ستونها بهتر است که مقدار ضریب Ry را در این فایل برابر 1.15 قرار دهیم و این ورقها را از نتایج خروجی برنامه بدست آوریم .
- سایر تنظیمات مشابه فایل 1 و شکل زیر می باشد که توضیحات ان در فایل اول موجود است .

- ستونها در فایل مربوط به بادبند EBF

- ابتدا تمامی ستونهای متصل به بادبند را انتخاب می کنیم و به منوی Design رفته و بر زیر منوی Steel Frame Design>View/Revise Overwrites کلیک میکنیم .
- در قسمت Frame Type گزینه EBF را فعال میکنیم .
- برای این ستونها باید مقدار Ry برابر 1.15 ویرایش گردد .
- چون سازه در جهت X مهاربندی شده است باید مقدار K باربر ۱ ویرایش گردد .برای تشدید لنگر های خمشی مطابق بند ۱۰-۲-۷-۱-۴ که دارای دو زیر بند است باید ضریب K1 و K2 و همچنین دو ضریب B1 و B2 را به برنامه تعریف کنیم .

ضریب K1 در مبحث دهم پیشنهاد شده است که برابر 1 در نظر گرفته شود .

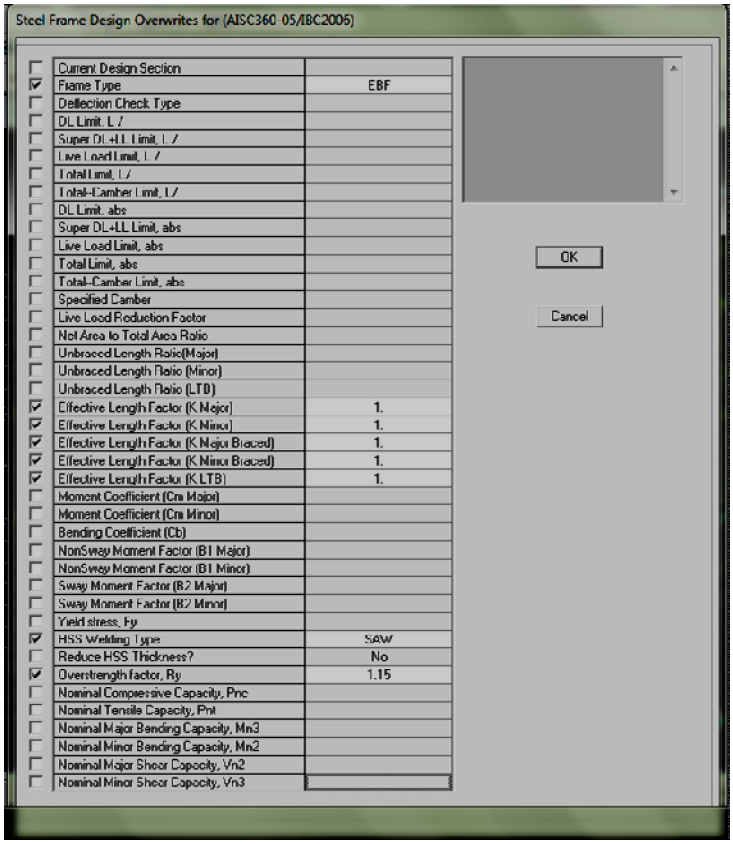
ضریب K2 برای سازه های مهار نشده اهمیت دارد که در اینجا سازه ما مهار شده می باشد ولی از آنجا که برنامه قدرت تشخیص ندارد و سازه را مهار نشده فرض میکند که بهتر است این ضریب را هم برابر 1 در نظر بگیریم .

ضریب K1 در دوجهت در برنامه باید درقسمت :

Effective Length Factor (K Major Braced , K Minor Braced) که برابر 1 ویرایش میکنیم .

ضریب K2 در دوجهت در برنامه باید در قسمت Effective Length Factor (K Major, K Minor) که در جهت اطمینان برابر 1 ویرایش میکنیم .

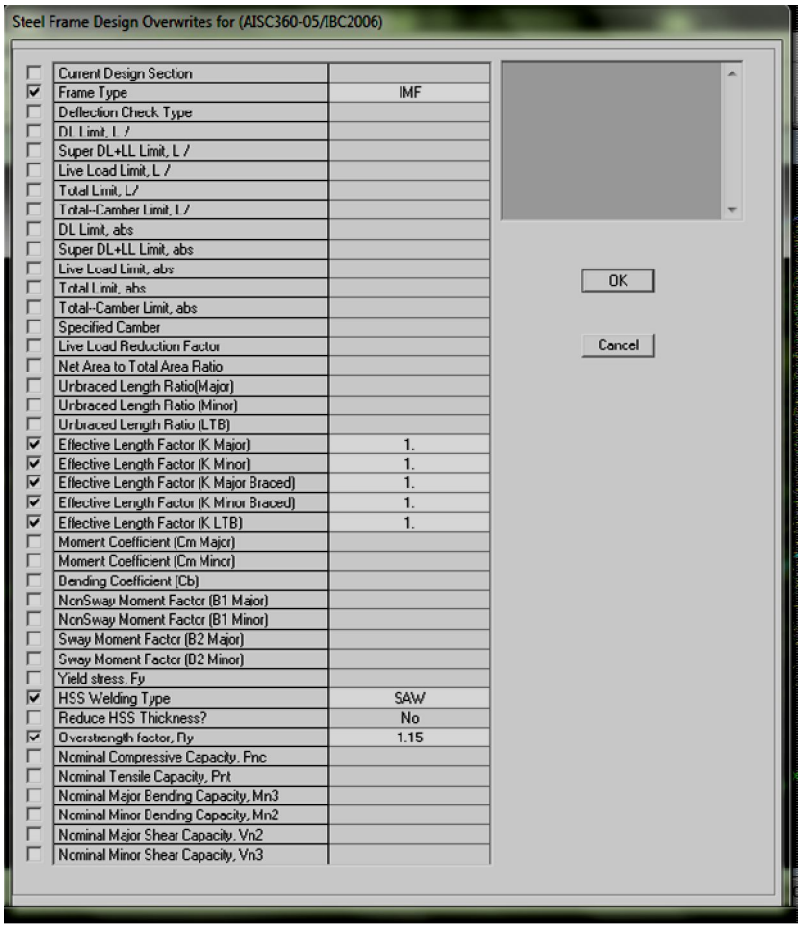
- همچنین ضریب K LTB برای محاسبه بار کمانش پیچشی جانبی ستونها می باشد که به صورت پیش فرض برابر ضریب K2 در جهت ضعیف مقطع می باشد که در اینجا برابر ۱ می باشد .



- ستونهای غیر متصل به بادبند و دستکها نیازی نیست ضوابط سخت گیرانه EBF در آنها لحاظ شود. برای اینکه این ضوابط در آنها لحاظ نشود ستونهای غیر متصل به بادبند را انتخاب کرده و در قسمت Frame Type گزینه OMF را فعال کرده و سایر پارامترها را مانند ستونها و بادبندهای EBF که در زیر نحوه تنظیم انها شرح داده میشود تنظیم میکنیم.

- ستونها در فایل مربوط به بادبند قاب خمشی

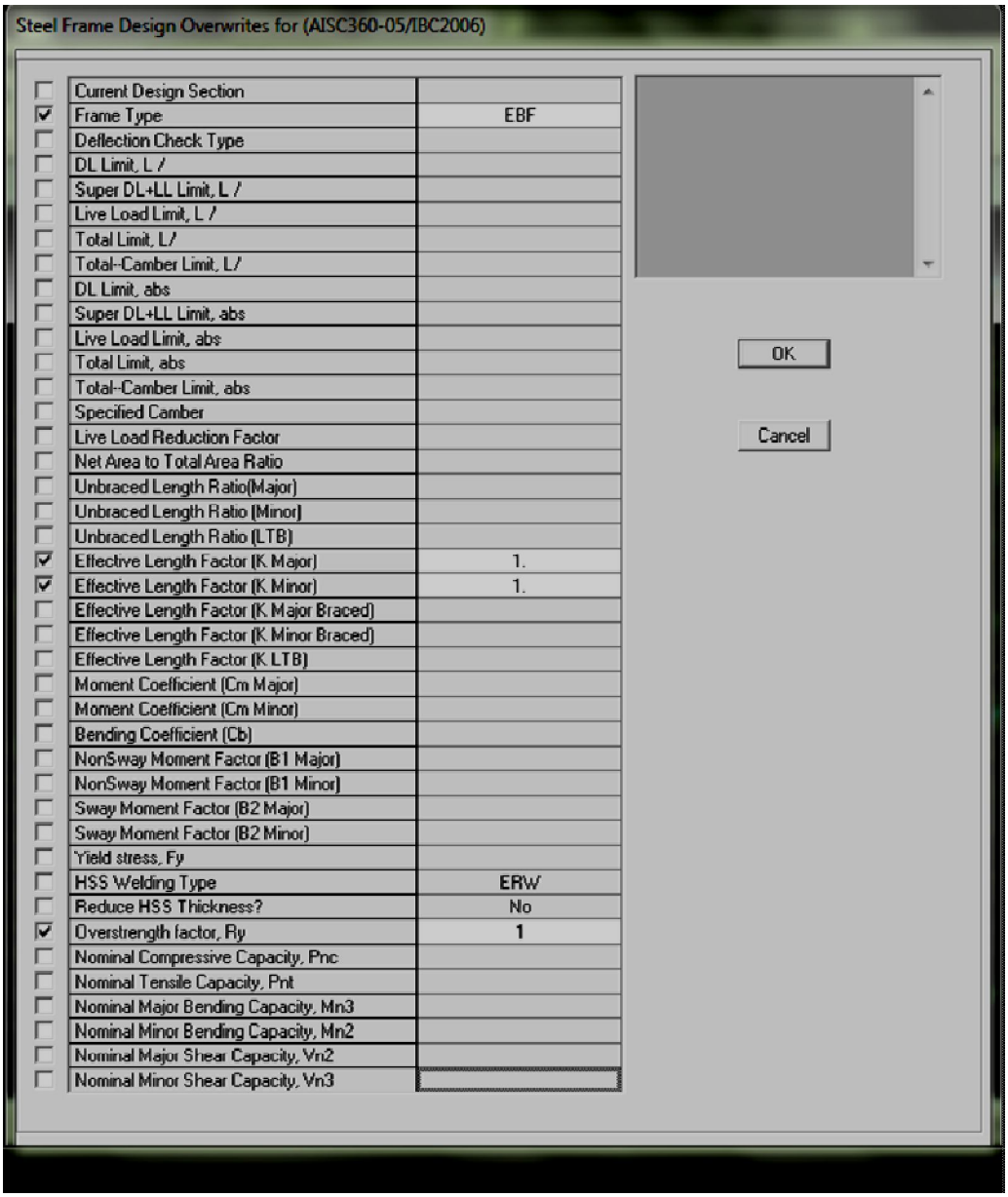
- ستونها در فایل اول به صورت EBF طراحی شده اند که باید در فایل دوم به صورت قاب خمشی متوسط طرح گردند.برای این منظور ابتدا تمامی ستونها را انتخاب کرده (به جزء ستونهای متصل به بادبند) و به منوی Design رفته و بر زیر منوی Steel Frame Design>View/Revise Overwrites کلیک میکنیم .
- در پنجره ظاهر شده در قسمت Frame Type گزینه IMF را فعال میکنیم .
- جهت اتصالات ورق پیوستگی در جان ستونها بهتر است که مقدار ضریب Ry را در این فایل برابر 1.15 قرار دهیم و این ورقها را از نتایج خروجی برنامه بدست آوریم .
- سایر تنظیمات مشابه فایل 1 و شکل زیر می باشد که توضیحات ان در فایل اول موجود است .



- بادبندها

- ابتدا تمامی بادبندها را انتخاب می کنیم و به منوی Design رفته و بر زیر منوی Steel Frame Design>View/Revise Overwrites کلیک میکنیم .

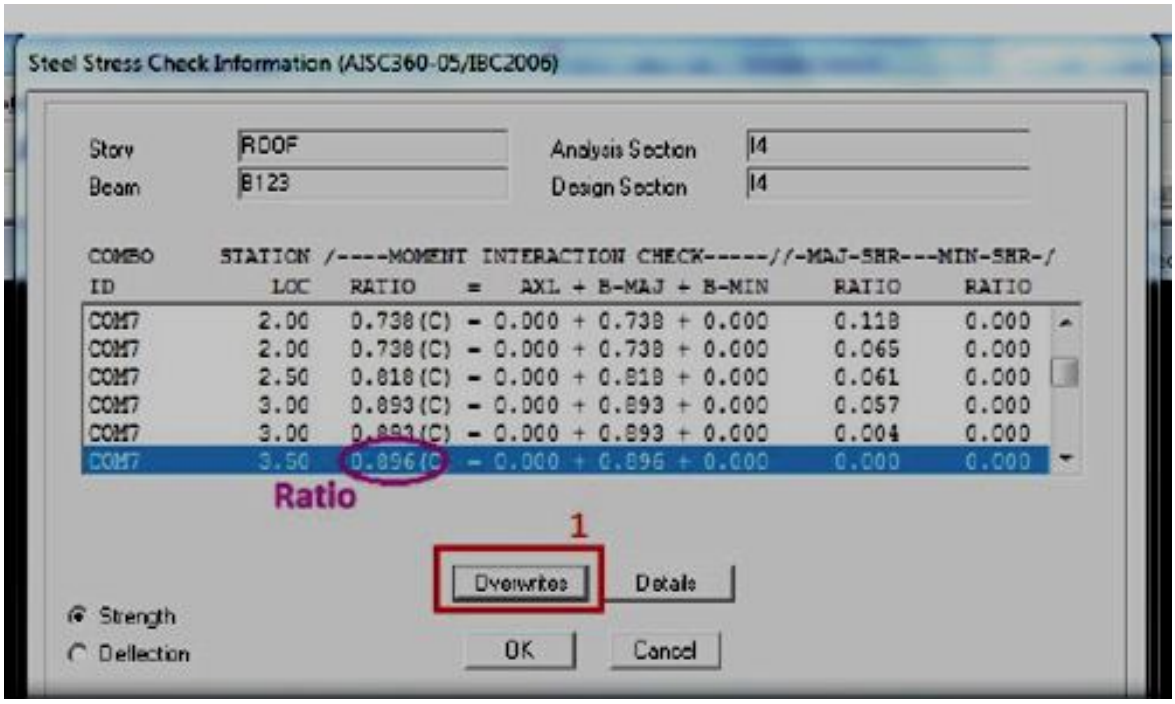
- در قسمت Frame Type گزینه EBF را فعال میکنیم .
- برای این بادبندها باید مقدار Ry برابر 1.0 ویرایش گردد .
- در قسمت Effective Length Factor (K Major, K Minor) برای بایند واگر هر دو برابر 1 میباشد.



طراحی اسکلت

- برای شروع به طراحی اسکلت فلزی از منوی Design به زیر منوی Steel Frame Design رفته و بر روی گزینه Start Design/Check Of Structure یا بر روی آیکون  از توار ابزار فوقاتی کلیک میکنیم تا عمل طراحی سازه آغاز کردد .

- بعد از چند دقیقه و چند بار تحلیل و طراحی (که در تنظیمات تعداد سعی و خطا برا انجام تحلیل و طراحی 5 بار وارد گردیده است) طراحی اسکلت فلزی انجام میشود . نتایج طراحی بر روی عناصر خطی نمایش داده میشود .
- نسبت تنش موجود به تنش مجاز که حداکثر آن را در تنظیمات آیین نامه وارد کرده ایم با رنگ اعضا گزارش میدهد .
- در این مرحله باید مقاطعی که برنامه انتخاب کرده است را نگاه کلی انداخت تا اگه عضوی جوابگو نباشد یا غیر اقتصادی انتخاب شده باشد را باید به مقاطع مناسب تغییر داد .
- برای تغییر دادن و عوض کردن عضوی ابتدا بر روی عضو مورد نظر کلیک راست کرده و در پنجره جدید ظاهر شده بر روی گزینه Overwrites کلیک میکنیم.با کلیک بر روی گزینه گفته شده یک پنجره جدید که مربوط به تنظیمان عضو مورد نظر است باز می شود که باید ابتدا تیک گزینه اول یعنی Current Design Section را زده تا این گزینه فعال گردد . سپس در جعبه مقابل آن مقطع مورد نظر را انتخاب کرده و بر روی دکمه Ok کلیک میکنیم .
- بعد از زدن Ok دوباره به صفحه اول باز میگردیم که در این قسمت Ratio نسبت تنشهای موجود به تنشهای مجاز را نشان میدهد که در صورتی که مقطعی را تعویض کردیم می توان با مشاهده به این ضریب از جوابگو بودن یا نبودن مقطع جدید پی برد .



کنترل سازه

این کنترل ها شامل :

۴- ۱ : کنترل تغییر مکان جانبی

۴- ۲: کنترل واژگونی

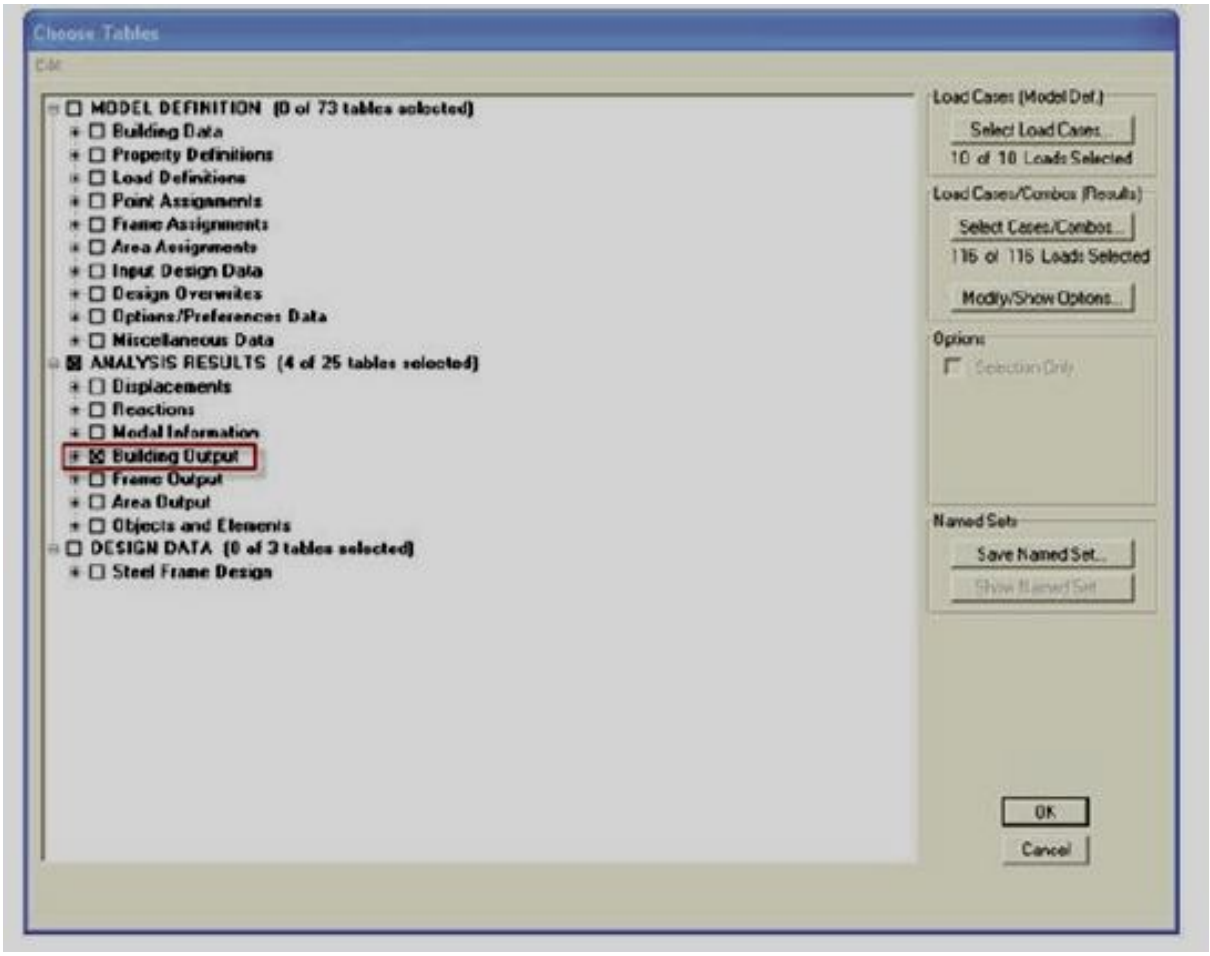
۴- ۳: کنترل زمان تناوب تجربی با زمان تناوب تحلیلی

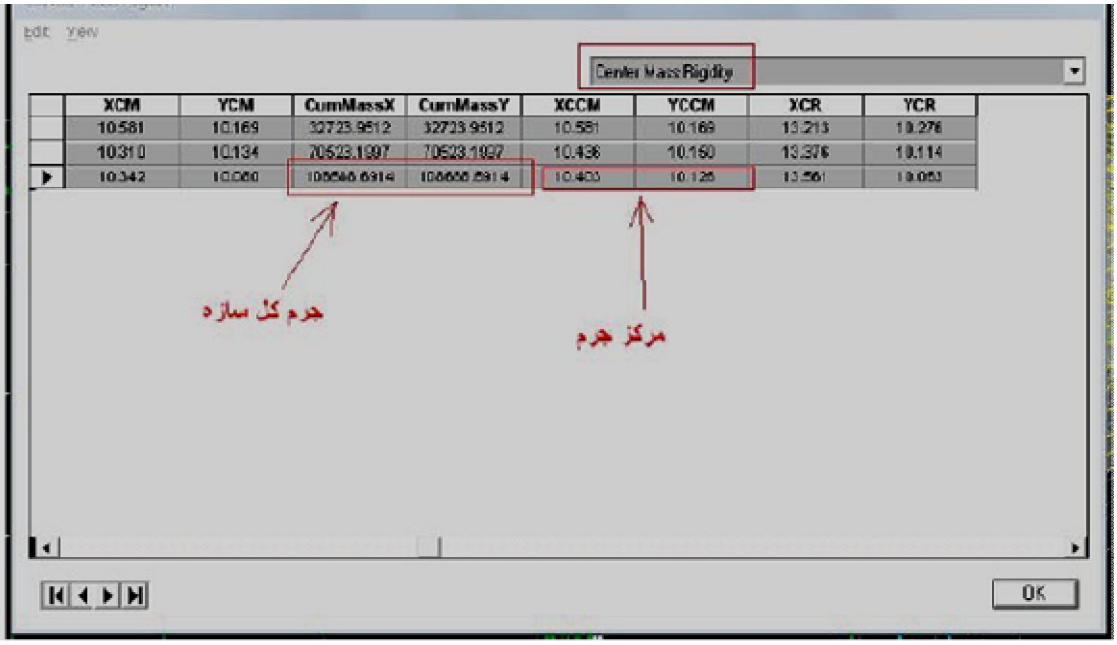
۴- ۴:کنترل لزوم یا عدم لزوم برون از مرکزیت اتفاقی و تشدید برون از مرکزیت اتفاقی

کنترل واژگونی

برای محاسبه لنگر واژگونی و لنگر مقاوم می توانیم از خروجی نرم افزار کمک بگیریم . برای این منظور ابتدا باید وزن موثر سازه را از برنامه برداشت کنیم. مراحل کار به شرح زیر است :

- برای این کار به منوی Display رفته و بر روی گزینه ...Show Tables کلیک میکنیم .در پنجره جدید ظاهر شده تیک گزینه Building Output را فعال میکنیم و بر روی دکمه Ok گوشه پایین صفحه کلیک میکنیم .
- در صفحه جدید به جدول Center Mass Rigidity میرویم. در جدول فوق مقدار CumMassX یا CumMassYدر طبقه اول نشان دهنده جرم موثر سازه است. با ضرب عدد فوق در شتاب جاذبه (g) وزن موثر سازه به دست می آید. شتاب جاذبه را باید بر حسب واحد برنامه در زمان مشاهده جرم موثر در نظر بگیریم. به طور مثال اگر در آن زمان واحد بر روی kgf,m تنظیم شده باشد عدد g برابر ۹.۸۱ و اگر بر روی kgf,cm تنظیم شده باشد برابر ۹۸۱ خواهد بود .
- از همان جدول مرحله قبل در طبقه اول مقادیر XCCM و YCCM را هم برداشت مینماییم. این دو مقدار مشخص کننده مختصات مرکز جرم سازه میباشند.
- با صرفنظر از قسمت بیرون زده پی از مرز ساختمان و همچنین وزن پی و خاک روی پی مقدار لنگر مقاوم سازه را برای هر یک از دو جهت اصلی X و Y به دست می آوریم. با فرض اینکه گوشه پایین و سمت چپ سازه در مدل ETABS منطبق بر مبدا باشد ، در هر یک از دو جهت بازوی لنگر مربوط به وزن موثر سازه با توجه به اینکه محل اثر نیروی وزن در مرکز جرم است را بدست می آوریم .


Choose Tables
MODEL DEFINITION (0 of 73 tables selected)
Building Data
Property Definitions
Load Definitions
Point Assignments
Frame Assignments
Area Assignments
Input Design Data
Design Overwrites
Options/Preferences Data
Miscellaneous Data
ANALYSIS RESULTS (4 of 25 tables selected)
Displacements
Reactions
Modal Information
Building Output
Frame Output
Area Output
Objects and Elements
DESIGN DATA (0 of 3 tables selected)
Steel Frame Design
Load Cases (Model Def.)
Select Load Cases...
10 of 10 Loads Selected
Load Cases/Combos (Results)
Select Cases/Combos...
116 of 116 Loads Selected
Modify/Show Options...
Options
Selection Only
Named Sets
Save Named Set...
Show Named Set...
OK
Cancel


Edit View
Center Mass Rigidity
XCM
YCM
CumMassX
CumMassY
XCCM
YCCM
XCR
YCR
10.581
10.169
32723.9512
32723.9512
10.581
10.169
13.213
13.276
10.310
10.134
70523.1997
70523.1997
10.436
10.150
13.376
13.114
10.342
10.060
108666.6914
108666.6914
10.403
10.125
13.561
13.053
جرم کل سازه
مرکز جرم
OK

W= 108688.6914 x 9.18 = 1066.236 ton وزن موثر در جهت X و Y

- Xccm = 10.403 m مرکز جرم در جهت X
- Yccm = 10.126 m مرکز جرم در جهت Y
- 24.35 m = بعد سازه در جهت X
- 20.83 m = بعد سازه در جهت Y

با فرض عدم بیرون زدگی پی :

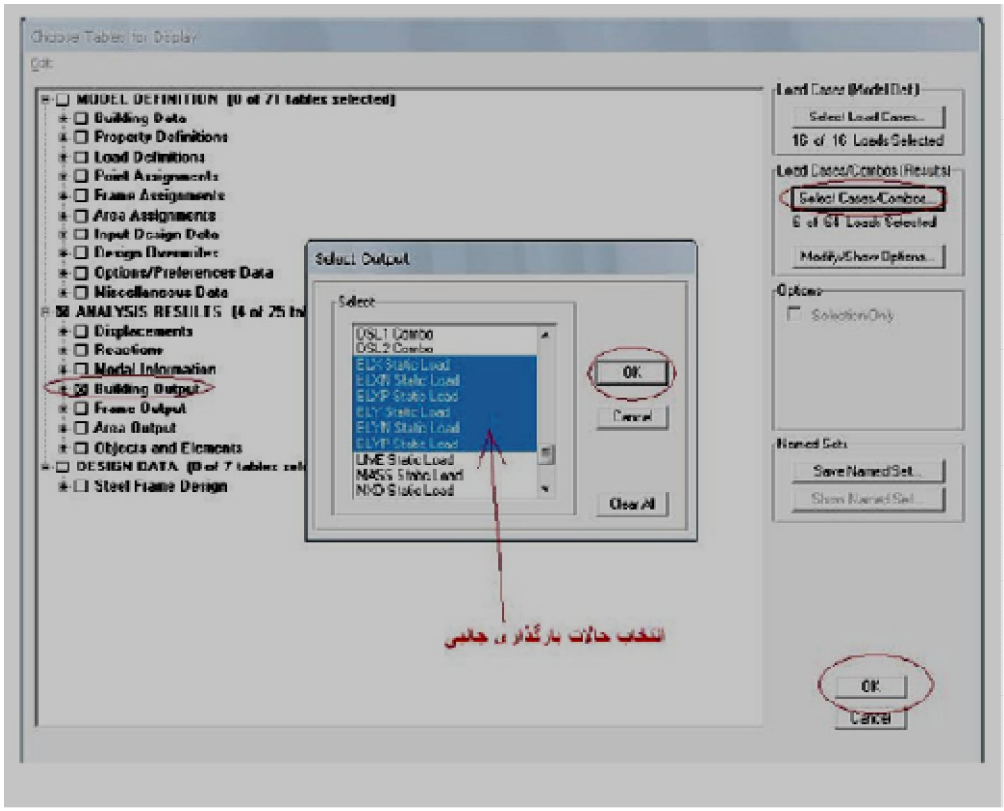
MRx = 1066.236 x (20.83 – 10.126) = 11413 t.m لنگر مقاوم جهت X

MRy = 1066.236 x (24.35 – 10.403) = 14870.8 t.m لنگر مقاوم جهت Y

محاسبه لنگر واژگونی :

برای محاسبه لنگر واژگونی ابتدا باید در قسمت Display/Show Tables... قسمت Building Output را تیک زده و سپس در قسمت Select Cases/Combos حالات بار زلزله استاتیکی را تیک می زنیم و سپس به صفحه قبلی بازگشته و Ok نماییم تا پنجره جدیدی باز شود. دراین پنجره جدول Story Shears را انتخاب میکنیم و به پایین جدول میرویم و در قسمتی که مربوط به اولین طبقه است برای هر یک از حالات بار زلزله مقدار برش زلزله را در ردیف Bottom و ستون Vx یا Vy (بر حسب اینکه بار زلزله در چه جهتی باشد) و لنگر خمشی حول محور های Y یا X در زیر ستونهای My و Mx (اولی برای زلزله جهت X و دومی برای زلزله جهت Y) را برداشت میکنیم .

مطابق شکل زیر لنگر واژگونی را بدست می آوریم :



Story Shears

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
HAMKAF	ELY	Top	0.00	0.00	-37162.85	-486569.818	78399.228	-0.537
HAMKAF	ELY	Bottom	0.00	0.00	-37162.85	-486585.168	233531.628	-0.705
HAMKAF	ELYP	Top	0.00	0.00	-123876.18	-1746499.235	261337.567	-10.476
HAMKAF	ELYP	Bottom	0.00	0.00	-123876.18	-1746487.997	778435.504	-20.218
HAMKAF	ELYN	Top	0.00	0.00	-123876.18	-1497431.553	261323.951	8.697
HAMKAF	ELYN	Bottom	0.00	0.00	-123876.18	-1497413.132	778442.015	15.515
PARKING	ELX	Top	0.00	-43130.08	0.00	429753.810	1.368	-220848.136
PARKING	ELX	Bottom	0.00	-43130.08	0.00	429753.782	1.425	-356602.219
PARKING	ELXP	Top	0.00	-143766.94	0.00	1543957.115	7.025	-736146.718
PARKING	ELXP	Bottom	0.00	-143766.94	0.00	1543957.332	25.313	-1185323.069
PARKING	ELXN	Top	0.00	-143766.94	0.00	1321068.284	2.095	-736174.167
PARKING	ELXN	Bottom	0.00	-143766.94	0.00	1321067.880	-15.815	-1185358.394
PARKING	ELY	Top	0.00	0.00	-44195.51	-577163.553	233530.947	-0.069
PARKING	ELY	Bottom	0.00	0.00	-44195.51	-577165.852	375398.675	0.892
PARKING	ELYP	Top	0.00	0.00	-147318.36	-2072233.967	778433.207	-18.513
PARKING	ELYP	Bottom	0.00	0.00	-147318.36	-2072242.027	1251301.542	-21.206
PARKING	ELYN	Top	0.00	0.00	-147318.36	-1775523.066	778439.770	18.054
PARKING	ELYN	Bottom	0.00	0.00	-147318.36	-1775530.321	1251356.292	25.818

لنگرهای بدست آمده تا روی تراز فنداسیون می باشد که ما باید آنرا به تراز زیر پی منتقل کنیم .

برای این کار ابتدا ضخامت پی را 1 متر حدس میزنیم و مطابق زیر لنگر Mx و My اصلاح شده را بدست می آوریم :

Mx = 1251356.292 + (147318.36 x 1) = 1398674.652 Kg.m

My = 1185358.394 + (143766.94 x 1) = 1329125.334 Kg.m

محاسبه ضریب اطمینان سازه در برابر واژگونی :

$$\text{در جهت X} = \frac{11413}{1398.67} = 8.16 \geq 1.75 \quad Ok$$

$$\text{در جهت Y} = \frac{14870.8}{1329.125} = 12.7 \geq 1.75 \quad Ok$$