به نام دادار نیک اندیش

آموزش گام به گام مدلسازی و طراحی سازه فولادی در Safe&Etabs

کاری از: م.خالدی

PishbarCivil.MihanBlog.Com

مقدمه

در این مرحله برای توضیح بیشتر و بهتر و همینطور قابل فهمتر شدن هر یک از مراحل طراحی توسط این نرم افزار ، ابتدا طرز کار هر مرحله را توضیح داده و در ادامه عکس های مرتبت بت آن مرحله را البته با داده ها و روابط و کارهای مربوط به این پروژه نمایش میدهیم تا هم کار با نرم افزار بصورت گرافیکی و تشریحی توضیح داده شود و هم پروژه کامل گردیده و بتوان از در یادگیری بهتر استفاده کرد.

۱.۴- ترسیمات معماری

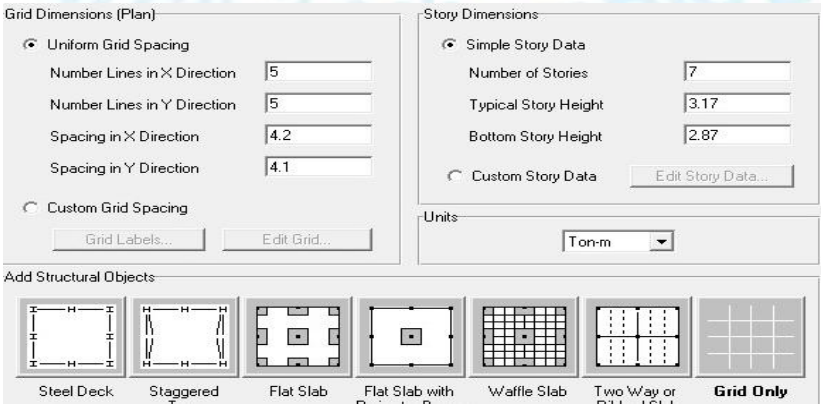
۱.۱.۴- مدل سازی پلان در ETABS

بعد از اجرای نرم افزار با انتخاب NEW MODEL این کار قابل اجرا خواهد بود.با انجام این کار صفحه ای باز خواهد شد که در آن تعداد ستون ها در هر راستا را تعریف میکنم حال با مشخص کردن اندازه دهانه ها در هر راستا پلان ما مدل میگردد.حال باید سازه را از لحاظ ارتفاعی برای مدل سازی تعریف نماییم. در اینجا رعایت چند نکته اجباری میباشد.

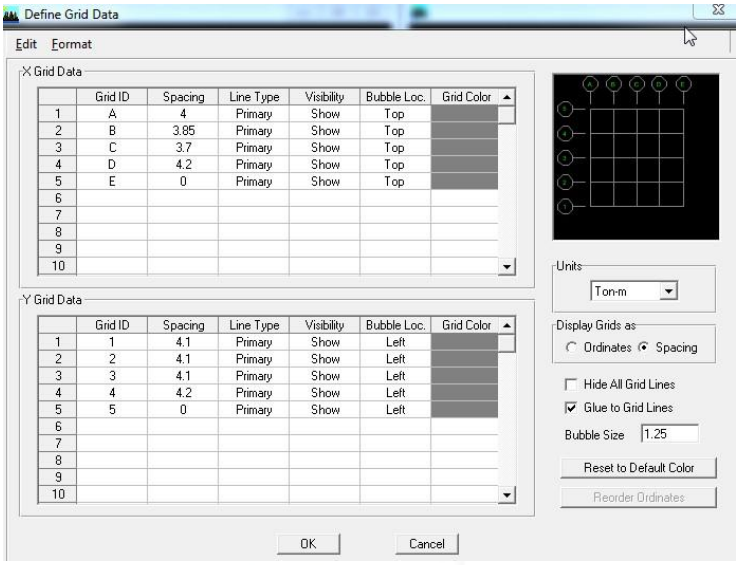
۱.از لحاظ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان،خرپشته زمانی به عنوان یک طبقه لحاظ میگردد که وزن آن از ۲۵ درصد وزن بام بیشتر باشد،اما ما در هر حال برای خرپشته نیز یک طبقه تعریف میکنیم .

۲.ارتفاع طبقات را براساس نوع و ضخامت سقف تعریف میکنیم که در قبل در مورد آن توضیح دادیم.

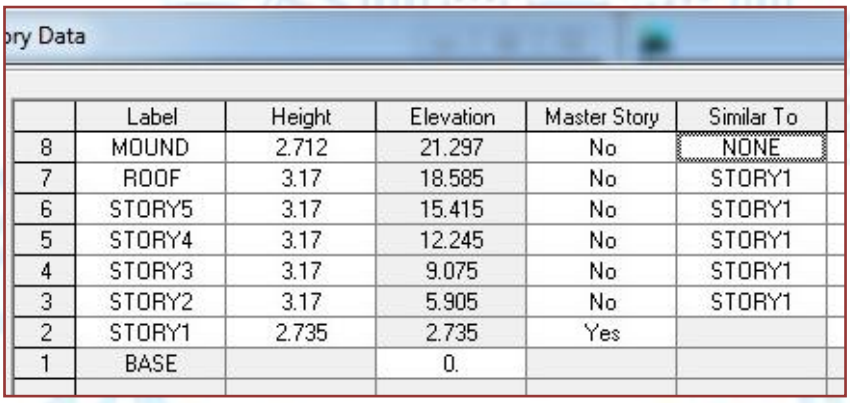
۳.یکی از قابلیت های این نرم افزار که میتوان برای ساده تر شدن کار از آن استفاده کنیم SIMILAR TO میباشد به وسیله ی آن میتوان طبقات مشابه را یکی کرد تا هر تغیری در یک طبقه ایجاد کردیم در طبقات دیگر نیز بصورت خود کار ایجاد گردد.



تعریف تعداد طبقات و راستاها

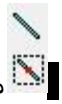


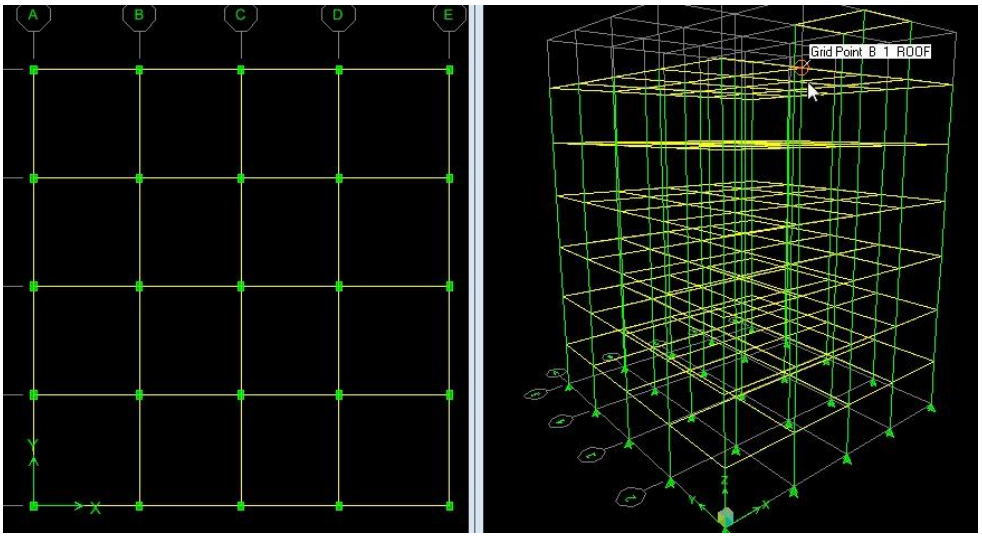
تعریف دهانه های پلان



تعریف سازه در ارتفاع

۲.۱.۴- ترسیم تیرهای اصلی وستونها

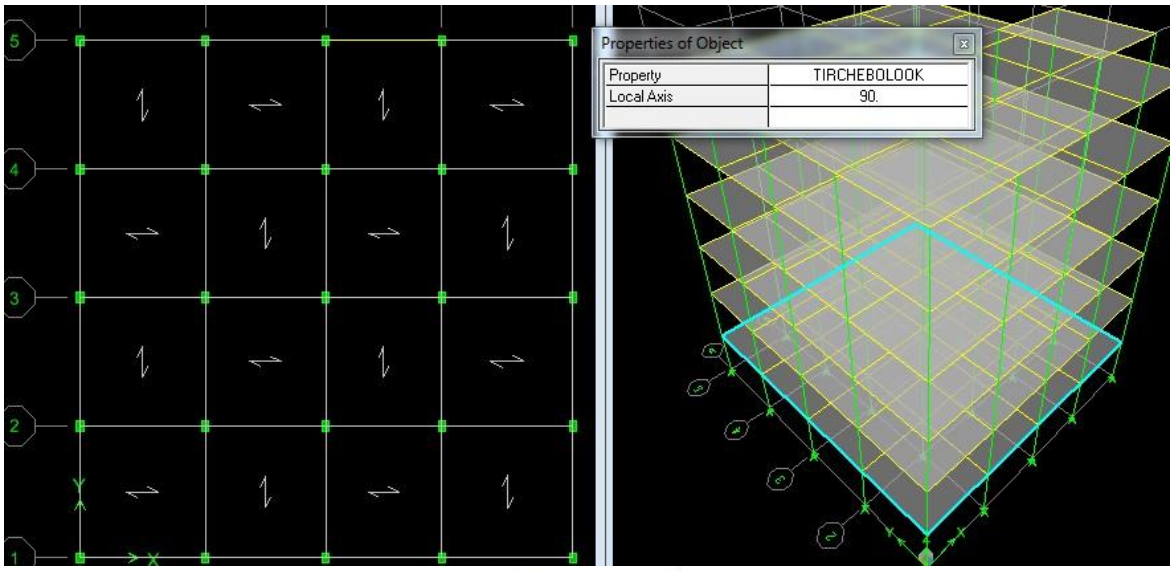
برای راحتی کار ابتدا از پایین صفحه سمت راست SIMILARTO میکنیم تا با ترسیم تیرها در یک طبقه ، تیرهای دیگر در طبقات مشابه نیز ترسیم گردند. برای ترسم تیرها از دو آیکن  **میتوان استفاده کرد.آیکن بالایی برای این است که ما در هر مکان به هر جهتی با طول دلخواه تیر ترسیم کنیم اما آیکن دوم که کار با آن راحتر است برای هر دهانه های که روی آن کلیک میکنیم تیر ترسیم میکند. بعد از ترسیم دیر ها در طبقات به خرپشته رفته وتیرهای آنحا را نیز ترسیم میکنیم.زسم ستونها نیز با آیکن** **انجام میشود تا در نهایت شکل زیر ایجاد میگردد:**



تیرها وستونهای ترسیم شده

۳.۱.۴- ترسیم کف ها

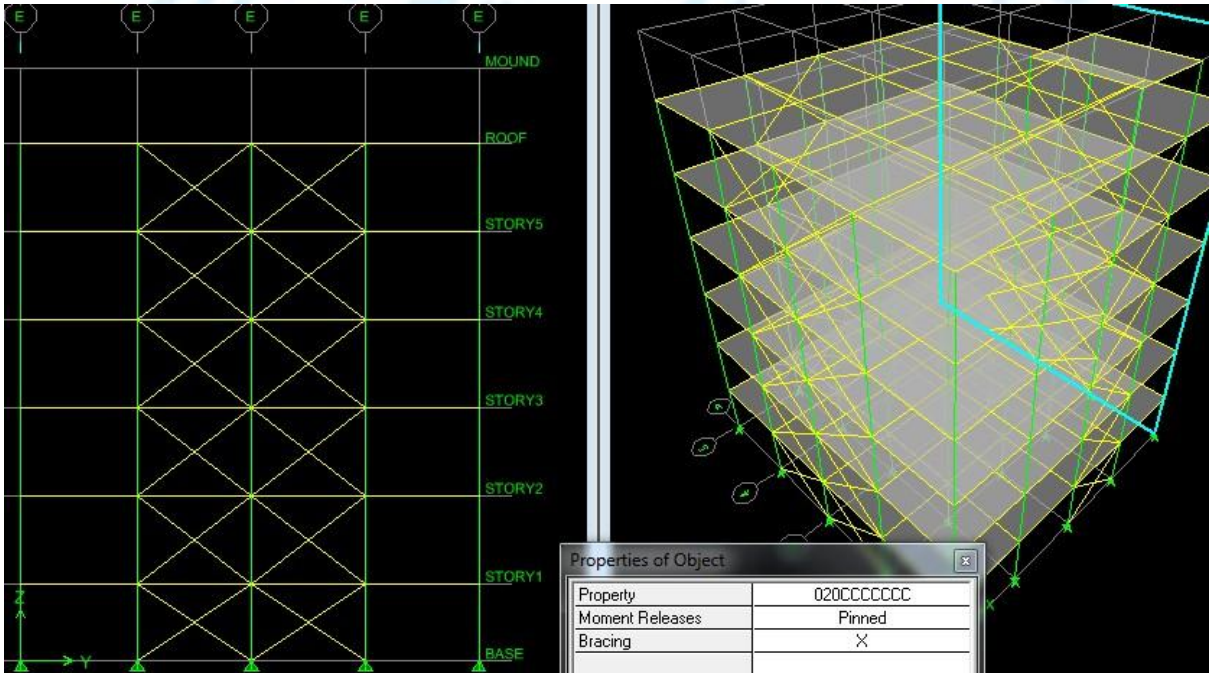
با استفاده ازدو آیکن **میتوان کفها را ترسم کرد . با استفاده از آیکن بالایی در هر مکان میتوان با هر اندازه ای کف ترشیم نمود اما با استفاده از آیکن پایینی تنها بانتخاب فضایی محصور بین چهار تیر کف ترسیم میگردد . در ترسم کف ها ، کف ها بصورت پیش فرض دالهایی یک طرف ترسیم میشوند و از آنجا که سقف های ما نیز در این پروژه نقش دال یک طرفه را دارند باید در جهت ترسیم دالها دقت گردد تا حدالمقدور دالها بصورت متباوب ترسیم شود . به اینصورت که کفها به گونه ای انتخاب نگردد که بر روی یک تیر بار زیادی وارد شود و بر روی تیر دیگری بار کم باید تا حدامکان توازن وجود داشته باشد. بر اینکه این اتفاق رخ ندهد باید توجه داشت که نرم افزار بصورت پیش فرض تمام دالها در جهت X ترسیم میکند در کفهایی که میخواستیم جهت ترسیم برعکس باشد در قسمت LOCALAXIS مقدار ۹۰را وارد میکنیم.رعایت این نکته نیز در بهتر شدن طرح میتواند کمک کند که تا حد امکان بارهای کف را به دو دهانه ی موازیی که طول کمتری دارد وارد کنیم زیرا دهانه هایی که طوله بیشتری دارند خوددشان به واسته ی داشتن وزنه زیاد باید قویتر سا به عبارتی با مقطع بزرگتری طراحی شوند. در نهایت بعد از ترسیم کفها شکل زیر را خواهیم داشت.**



کف های ترسیم شده

۴.۱.۴- ترسیم بادبندها

همانطور که در بخش معرفی سازه ذکر شد ، سیستم مهر جانبی ما در هر دو جهت بادبند ضربدری میباشد. برای ترسیم بادبندها ابتدا باید به نمای مورد نظر توسط آیکن رفته و سپس در آنجا توسط آیکن بادبندها ترسیم میگردد.لازم به ذکر است که نرم افزار بصورت پیش فرض بادبند ضربدری ترسم میکند اما در صورت نیاز به ترسیم بادبندهای دیگر میتوانید آن را از قسمت **BRACING** در صفحه ی باز شده انتخاب نمایید. پس از ترسم بادبندها شکل زیر مشاهده خواهیم کرد:



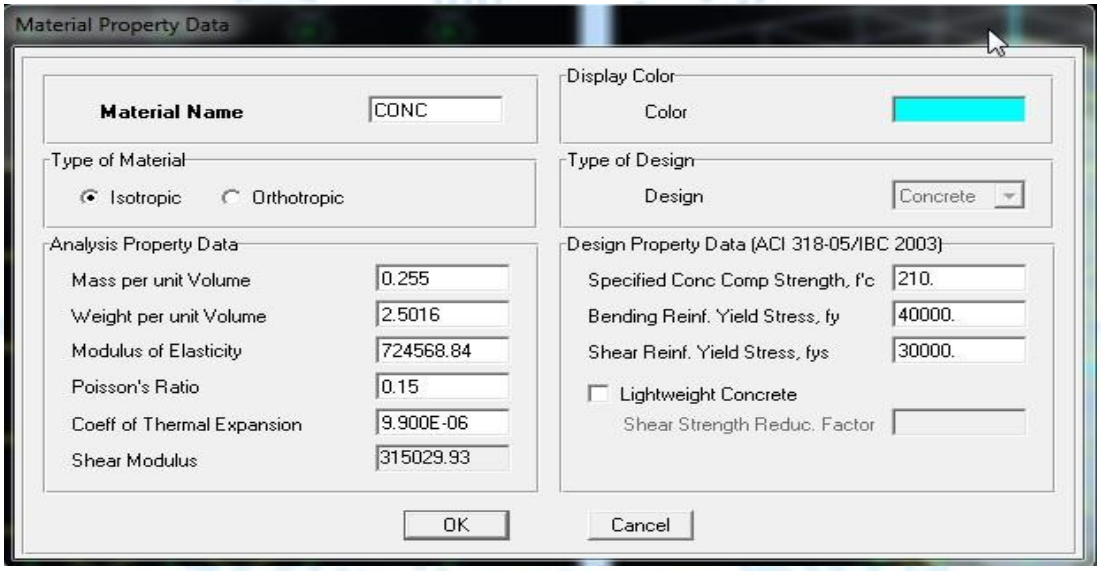
شکل بعد از ترسیم بادبندها

۲.۴- تعاریف

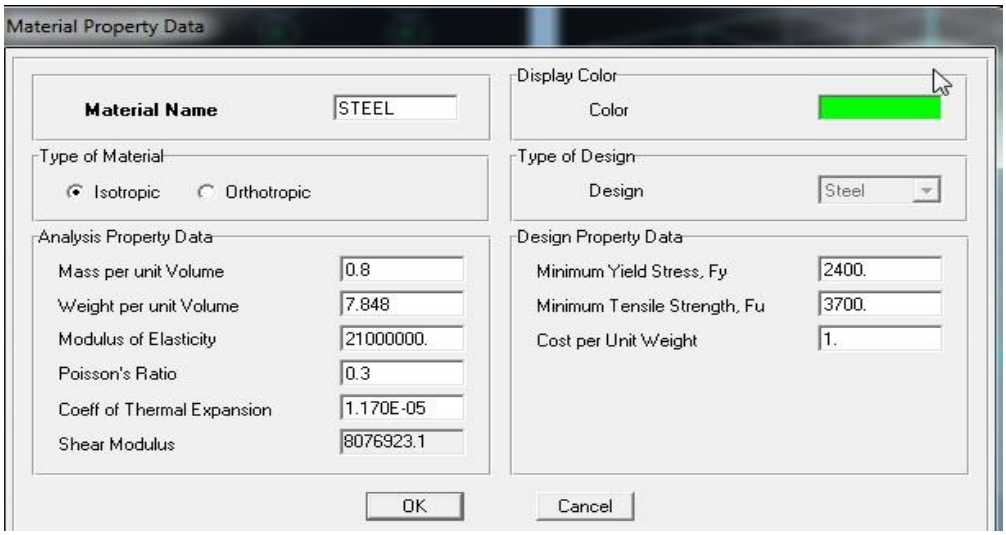
در این مرحله ما برای برنامه یکسری تعاریف انجام میدهیم تا در ادامه ی مار از آنها استفاده نماید.تعاریف عبارتند از:تعریف مصالح،مقاطع،کف ها،بارهاو... . در تمام مراحل این قسمت از گزینه ی **DEFINE** نرم افزار استفاده میکنیم.

۱.۲.۴-تعریف مصالح

در سازه ای که در حال طراحی آن میباشیم از دو ماده ی فولاد و بتن استفاده میگردد و ما باید ویژگی های آن از جمله وزن مخصوص،ضریب پواسون،جرم مخصوص و... را براساس آیین نامه های مرتبت بر آن تعرف نماییم . برای اینکار گزینه ی **materialproperties** را انتخاب مینماییم.در آنجا بصورت پیش فرض **conc** یعنی بتن و **steel** یعنی فولاد وجود دارد . هر کدام را انتخاب کرده و توسط **modify** ویژگی هایشان را تعریف مینماییم.



تعاریف خصوصیات بتن



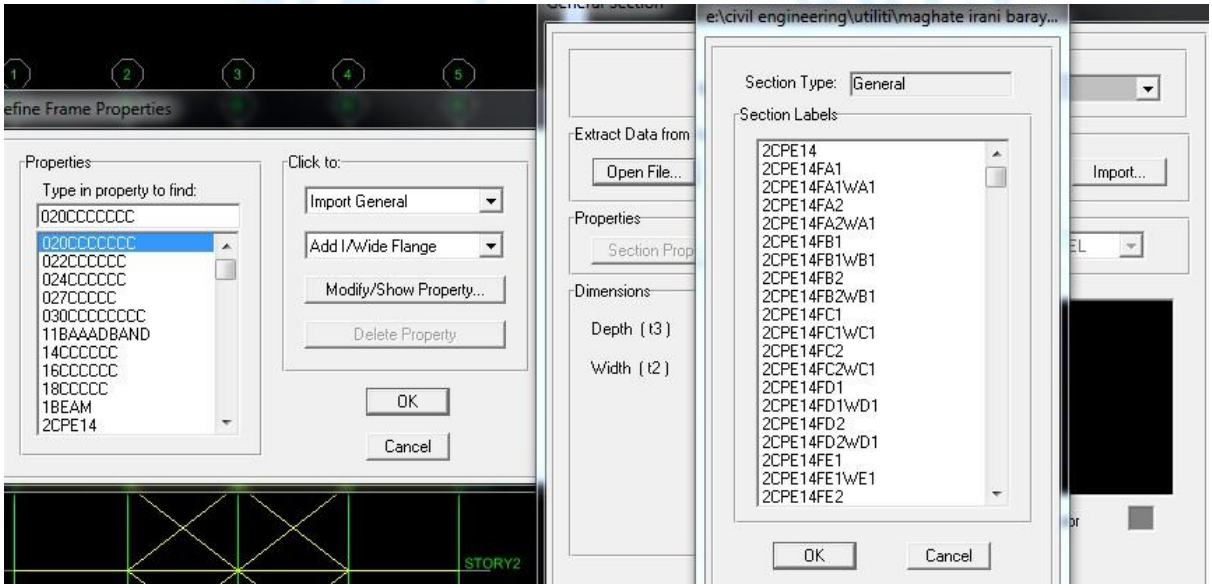
تعاریف خصوصیات فولاد

۲.۲.۴- تعاریف مقاطع

این مرحله خود به دو قسمت تقسیم میگردد. در قسمت اول مقاطع را برای نرم افزار تعریف میکنیم ودر قسمت دوم گروه هایی از مقاطع تعریف شده برای هعضا تعریف میکنیم.

۱.۲.۲.۴- تعریف مقاطع

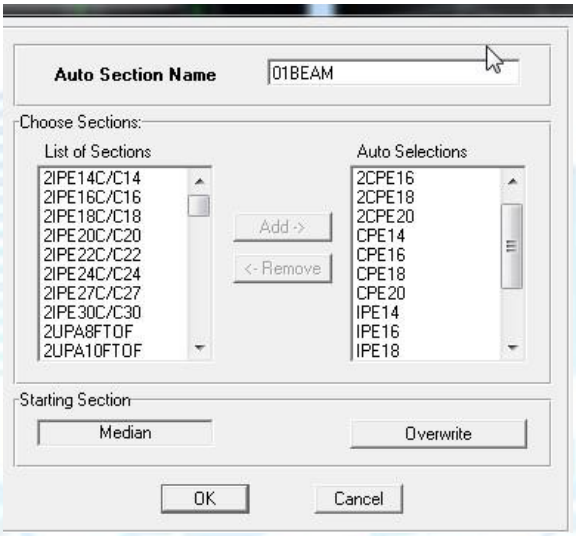
در اینجا برای سازه،مقاطع فولادیی که در کشورمان استفاده میگردد را تعریف میکنیم. لرای این منظور بعد از تهیه ی برنامه ی مقاطع ایرانی دکتر شیرازی به منوی framesections میرویم،سپس importgeneral میکنیم و از آنجا به مقاطع ایرانی رفته و با توجه به نوع آن که تک آرمه دوبل آرمه و سوبل آرمه میباشد یکی را انتخاب مینماییم و از صفحه ی باز شده مقاطع مورد نظر را انتخاب میکنیم.



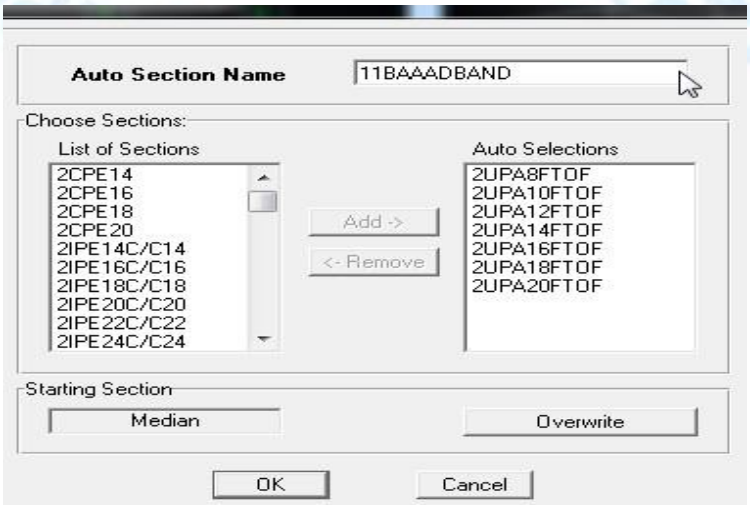
تعریف مقاطع

۲.۲.۲.۴- گروه بندی مقاطع

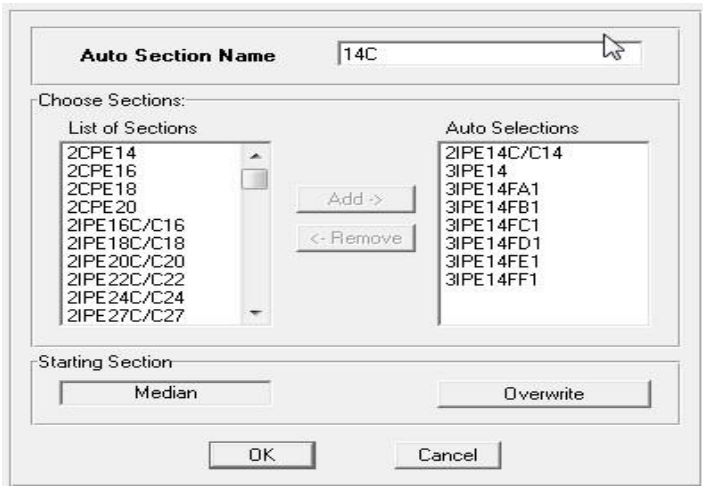
در این مرحله از مقاطعی که تعریف کردیم برای اعضاء گروه میسازیم که بعداً برای نرم افزار مشخص کنیم که مثبأ برای طراحی تیر فقط از چند مقطع خاص استفاده نماید.علاوه بر این برای ستونها چند گروه تعریف میکنیم که از لحاظ اجرای بعدها دچار مشکل نشویم مثلاً گروه ستون ۱۴ ینی ستونی که فقط از ipe چهارده طراحی میگردد . برای گروه بندی مقاطع adautoselectlist را انتخاب میکنیم صفحه ای باز میشود که در آن ابتدا نام گروه را تعریف کرده و سپس مقاطع مورد نظر را انتخاب کرده و منتقل میکنیم.در زیر تمام گروه های ایجاد شده را به نمایش گذاشته ایم.



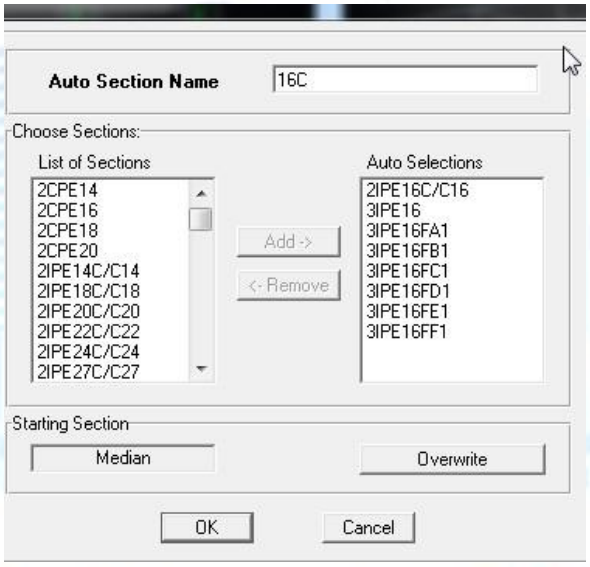
گروه مقاطع مورد استفاده برای تیر



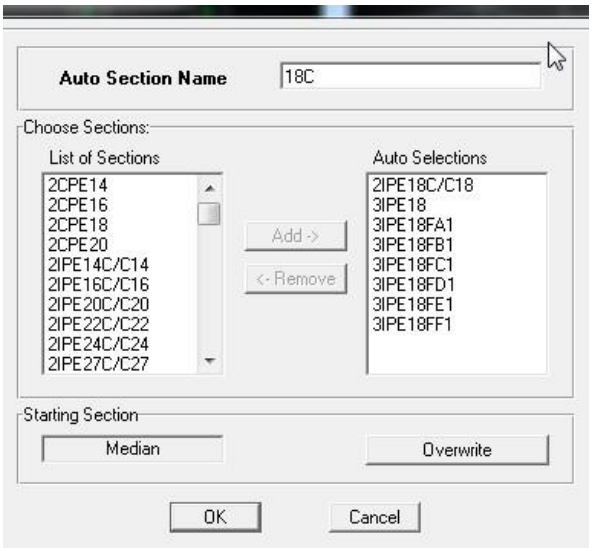
گروه مقاطع مورد استاده برای بادبند



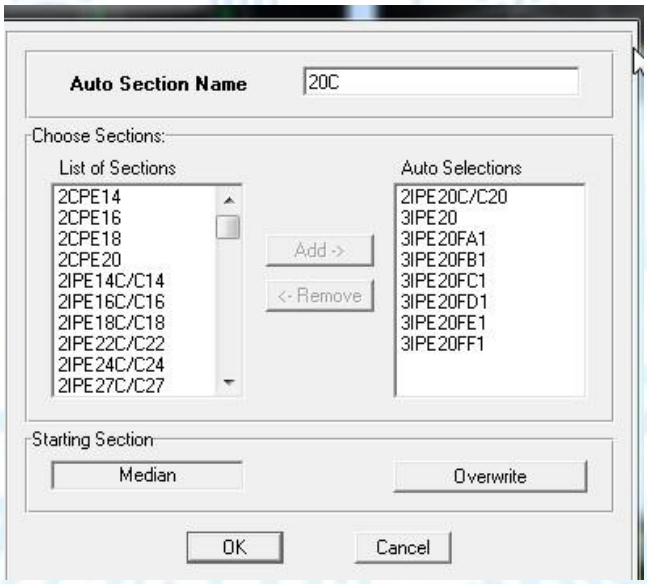
گروه مقاطع از IPE14 برای ستونها



گروه مقاطع از IPE16 برای ستونها



گروه مقاطع از IPE18 برای ستونها



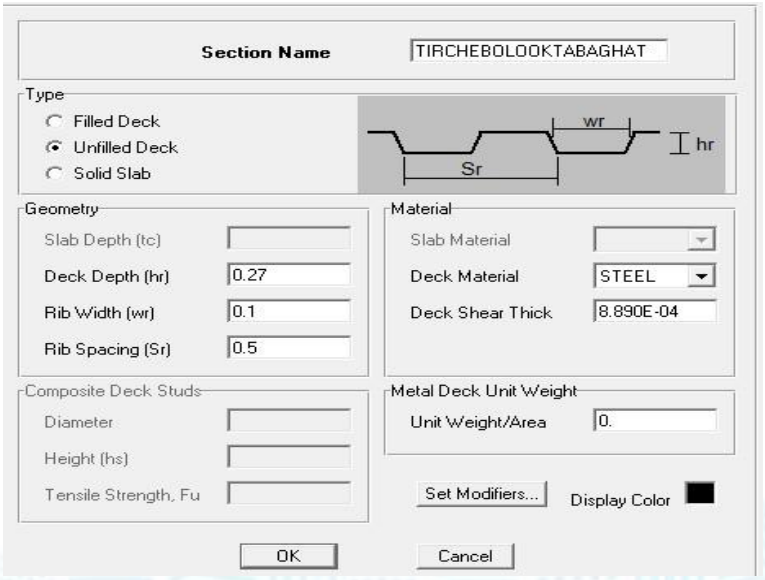
گروه مقاطع از IPE20 برای ستونها

۳.۲.۴- تعریف کف ها

۱.۳.۲.۴- تعریف کف هایی که سقف دارد

برای این منظور به منوی wall/slab/deck/section میرویم و در صفحه ی باز شده addnewdeck میکنیم و در صفحه ی باز شده نامش را تیرچه بلوک انتخاب میکنیم،سپس نوع سقف را unffild deck انتخاب میکنیم ، دلیل اینکار این است که با این کار دیگر نرم افزار وزن بتن را خودش محاسبه و اعمال نمیکند در اصل ما نیازی به اینکار نداریم چون خودمان در قسمت بارگذاری وزن سقف را با تمام اعضاعش محاسبه کردیم. با انتخاب این نوع سقف در صفحه ی مورد نظر باید یکسری از خصوصیات سقف را تعریف نماییم تز جمله فاصله تیرچه ها عرض

تیرچه ها و... که در قبل تر در فصل بارگذاری مقدار آنها را داریم و وارد میکنم. نکته ی مهم دیگر این است که باید به همان دلیلی که رفت وزن صفحه ی فلزی فرضی را صفرنماییم.نکته ی دیگر اینکه به دلیل تفاوت ضخامت سقف در بام وطبقات میتوان سقف دیگری نیز تعریف نمود ولی در اصل تفاوتی نمی کند.شکل خصوصیات ومعرفی سقف در زیر قرار داده شده است.



تعریف سقف

۲.۳.۲.۴- تعریف کف های بدون سقف

منظور کف در قسمت راه پله میباشد.این قسمت نیز دقیقاً مانن مرحله ی قبل میباشد تنها تفاوت در این است که برای آن نام **step** یغنی راه پله را انتخاب میکنیم.

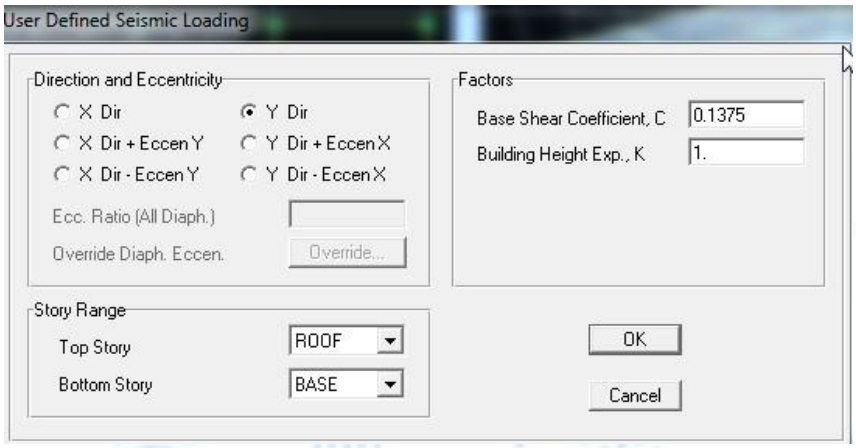
۴.۲.۴- تعریف بارها

در این مرحله قصد داریم انواع بارهای موجود در سازه را تعریف نماییم.بارهای موجود در سازه عبارتند از بارهای مرده ، زنده ، زلزله در دو جهت **X** و **Y** ، بارهای ناشی از پیچش اتفاقی در هر جهت دوتا و بار **Wall** که اینها در ادامه بصورت مجزا توضسح میدهیم.برای تعریف بارها به منوی **static load cases** میرویم بصورت پیش فرض دو بار زنده و مرده در آنجا وجود دارد پس دیگر نیازی به تعریف آنه نیست و فقط نام آنها را عوض نموده **DD** و **DL** میگذاریم.اما تعریف ما بقی را بصورت مجزا شرح خواهیم داد.

۱.۴.۲.۴- بارهای زلزله

همانطور که میدانیم بارهای زلزله را در دو جهت برای طراحی در نظر میگیریم یکی در جهت **X** که نام آن را **EX** میگزاریم ویکی در جهت **Y** که آن را **EY** مینامیم. برای تعریف اینها بعد از وارد کردن نامشان از قسمت **type**

نوعشان را **QUAKE** یعنی لرزه ای انتخاب کرده و **Add** میکنیم سپس به **modify** آنها رفته و راستایشان را مشخص مینماییم، همچنین در آنجا مقدار ضریب زلزله را که در قبل محاسبه کردیم را وارد کرده و همچنین مشخص میکنیم که سازه بایستی که زلزله از کف تا بام نه خرپشته به سازه اعمال میگردد.



تعریف بار زلزله در راستای **Y**

۲.۴.۲.۴- بارهای ناشی از پیچش اتفاقی

در اصل بر اساس آیین نامه برای سازه های تا ۵ طبقه و کنتر از ۱۸ متر نیازی به اعمال این بار نمیباشد اما لرای اطمینان بیشتر مااین بارها را نیز به سازه اعمال میکنیم.ماهیت این بارها براساس اندازه ی فاصله ی مرکز جرم و مرکز سختی است.در اینجا ما فرض میکنیم که مرکز جرم و مرکز سختی به اندازه ی ۵ درصد یا همان ۰.۰۵ اختلاف دارند ، براساس این فرض باید بار زلزله را در هرجهت با میزان ۵ درصد خروج از مرکزیت مثبت و منفی نیز به سازه اعمال نماییم بعنوان مثال بار لرزه ایه **EX** که به مرکز سختی سازه وارد میگردد را یکبار به اندازه ۰.۰۵ در جهت مثبت **Y** جابه جا کرده و در آن راستای جدید که ۰.۰۵ با **EX** فاصله دارد وارد میکنیم و یکبار دیگر نیز بار را به اندازه ی ۰.۰۵ درجهت منفی **Y** جابه جا کرده و در این راستای جدید که به اندازه ی ۰.۰۵ با راستای اصلی **EX** فاصله دارد به سازه وارد کنیم،پس برای بار **EX** دو بار دیگر ایجاد میگرد:

EXP : همان **EX** که به اندازه ی ۰.۰۵ در جهت مثبت **Y** جابه جا شده

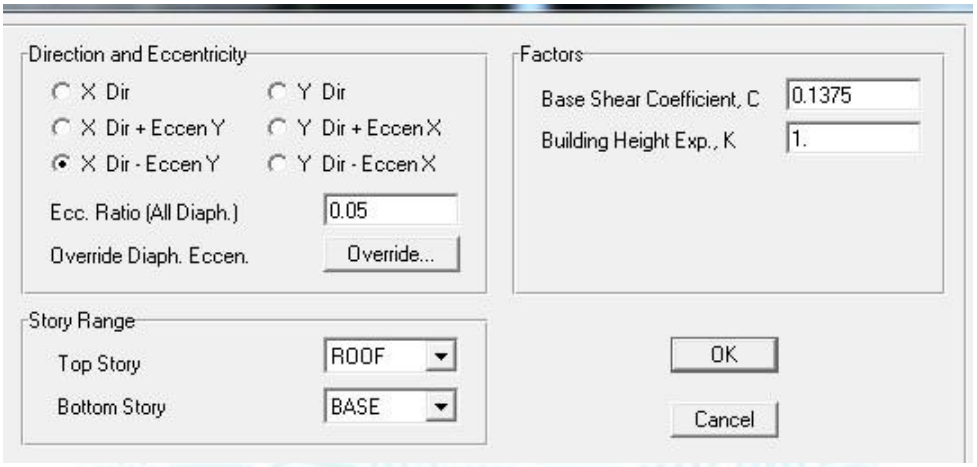
EXN : همان **EX** که به اندازه ی ۰.۰۵ در جهت منفی **Y** جابه جا شده

برای **EY** نیز به همین ترتیب دو بار دیگر نیز ایجاد میشود:

EYP : همان **EY** که به اندازه ی ۰.۰۵ در جهت مثبت **X** جابه جا شده

EYN : همان **EY** که به اندازه ی ۰.۰۵ در جهت منفی **X** جابه جا شده

طرز وارد کردن این بارها امنند همان بارهای زلزله است،تنها تفاوت در مشخص کردن راستای اعمال این بارها و میزان خروج از مرکزیت ۰.۰۵ میباشد،برای مشخص کردن اینها نیز وقتیکه **modify** میکنیم در بالا ۶ راستای اعمال بار مشخص شده و ما از آنها کمک میگیریم و میزان خروج از مرکزیت ۰.۰۵ بصورت پیش فرض خودش فعال میشود.



تعریف بار لرزه ای **EXN**

۳.۴.۲.۴- بار Wall

در آیین نامه باری که بر روی تیرها بواسطه ی دیوارها باید اعمال شود برابر است با مجموع نصف بار دیوارهای بالا و پایین در حالیکه در این نرم افزار برای این موضوع کل بار دیوارهای بالایی تیر به آن اعمال میشود . این موضوع در تیرهای طبقات پایین مشکلی برای ما ایجاد نمی کند اما در تیرهای بام هیچگونه دیواری بر روی آن وجود ندارد پس هیچ باری نیز بر آن اعمال نمی شود در حالیکه باید بار نصف دیوارهای پایین بر آن اعمال گردد پس ما این بار خودمان تحت نام بار **Wall** به آن اعمال میکنیم.در سطح بام نیز باید بار سطحی به اندازه نصف سربار اعمال گردد آن را نیز تحت همین نام بعدها وارد خواهیم کرد

۵.۲.۴- تعرف ترکیب بارها

روش وارد کردن ترکیب بارها بدین صورت اسن که به منوی **LOAD COMBINATION** رفته ودر آنجا آنها را وارد خواهیم کرد.برای سازه ما بایستی دو نوع ترکیب بار تعریف نماییم که عبارتند از:

۱.۵.۲.۴- ترکیب بارهای عمومی طراحی سازه های فولادی

ترکیب بارهای زیر در طراحی تمام اعضای فولادی شرکت می‌کنند. آنهایی که دارای پسوند S هستند برای کنترل تنش و آنهایی که دارای نام با پسوند D هستند برای کنترل خیز در تیرها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نام ترکیب بار در برنامه	تعداد ترکیب بار	ترکیب بار
DSTLS1 , DSTLD1	1	(DEAD)
DSTLS2 , DSTLD2	1	(DEAD)+(LIVE)
DSTLS 3-4	2	(DEAD)+(LIVE)±ELX
DSTLS 5-6	2	(DEAD)+(LIVE)±ELY
DSTLS 7-8	2	(DEAD)±ELX
DSTLS 9-10	2	(DEAD)±ELY
DSTLS 11-12	2	(DEAD)+(LIVE)±ELXP
DSTLS 13-14	2	(DEAD)+(LIVE)±ELXN

DSTLS 15-16	2	(DEAD)+(LIVE)±ELYP
DSTLS 17-18	2	(DEAD)+(LIVE)±ELYN
DSTLS 19-20	2	(DEAD)±ELXP
DSTLS 21-22	2	(DEAD)±ELXN
DSTLS 23-24	2	(DEAD)±ELYP
DSTLS 25-26	2	(DEAD)±ELYN

۲.۵.۲.۴- ترکیب بارهای ویژه برای طراحی ستونهای سازه های فلزی

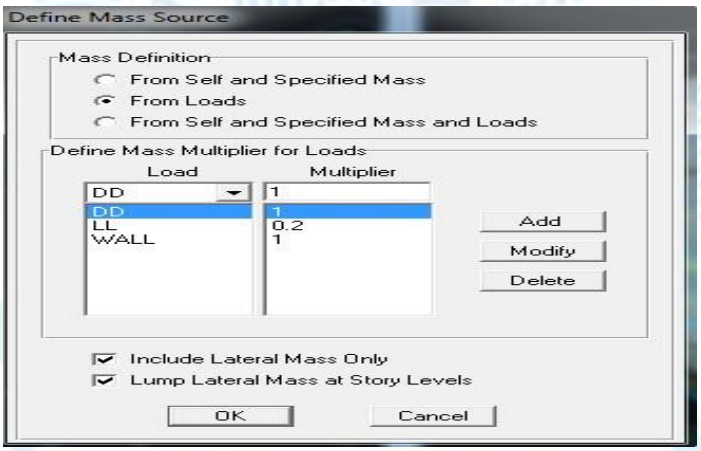
طبق بند ۱۰-۳-۶ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ستون‌های سازه باید تحمل نیروی فشاری ناشی از زلزله را تحت بارهای ویژه زیر داشته باشند.

نام ترکیب بار در برنامه	تعداد ترکیب بار	ترکیب بار
SP 1-2	2	(DEAD)+(LIVE)±2ELX
SP 3-4	2	(DEAD)+(LIVE)±2ELXP
SP 5-6	2	(DEAD)+(LIVE)±2ELXN
SP 7-8	2	(DEAD)+(LIVE)±2ELY
SP 9-10	2	(DEAD)+(LIVE)±2ELYP
SP 11-12	2	(DEAD)+(LIVE)±2ELYN

SP 13-14	2	(DEAD)±2ELX
SP 15-16	2	(DEAD)±2ELY
SP 17-18	2	(DEAD)±2ELXP
SP 19-20	2	(DEAD)±2ELXN
SP 21-22	2	(DEAD)±2ELYP
SP 23-24	2	(DEAD)±2ELYN

۶.۲.۴- تعریف منبع جرم

ما در این جا قصد داریم به نرم افزار تعرف کنیم که طراحی بر اساس بارهاست بدین منظور به منوی Mass source میرویم ودر آنجا این م.ضوع را برایش تعرف کرده و ترکیب بار مورد نظر را نیز برایش مشخص میکنیم.



مرکز جرم

۳.۴- اختصاص دادن ها

حال قصد داریم تمام تعارفی را که در گذشته انجام دادیم به محل های مورد نظرشان اختصاص دهیم.در این بخش همواره از منوی ASSIGN استفاده خواهیم کرد.

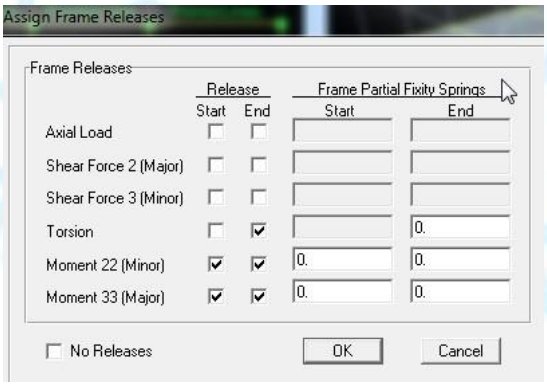
۱.۳.۴- نوع تکیه گاه ها

قصد داریم مشخص کنیم برای نرم افزار که ستونهای ما در محل اتصال به پی دارای اتصال گیردار یا همان صلب هستند. برای این کار به کف سازه در نرم افزار رفته و نقاط مورد نظر را انتخاب کرده و سپس به Joint/Pohnt رفته و منوی Restraints را انخاب کرده و در آنجا تمام حرکات را قفل میکنیم.

گیردار کردن لتصال ستون به پی

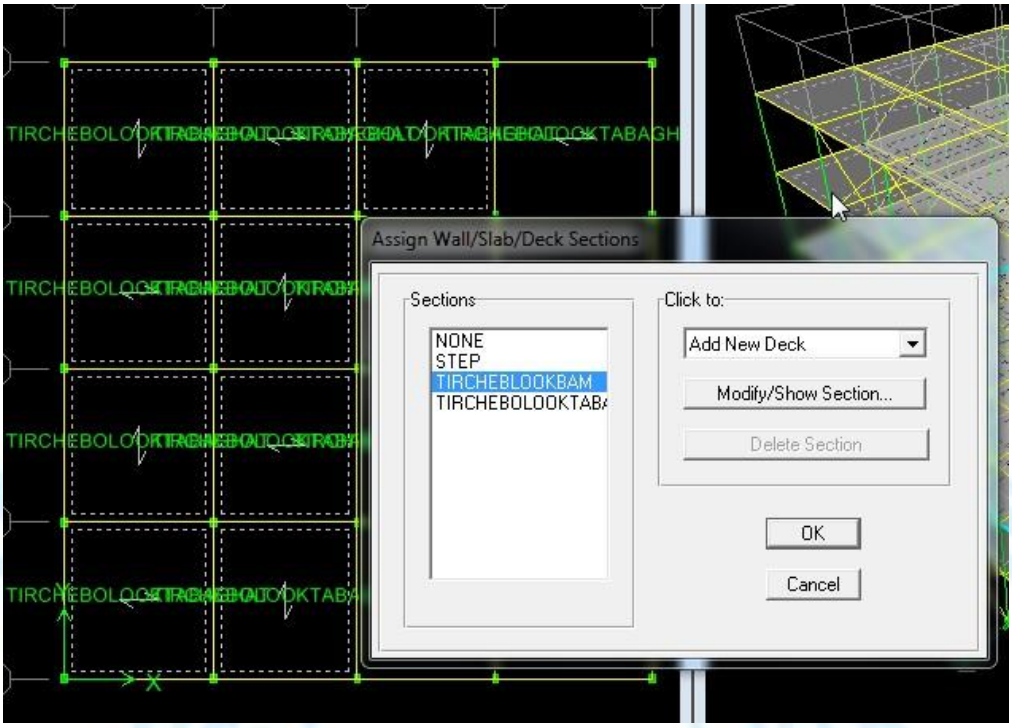
۲.۳.۴- اختصاص اتصالات

باید اتصالات مربوط به تیر و ستون و همینطور بادبندها به ستون با توجه به اینکه در این پروژه از نوع بادبندی است مشخص گردد . برای این منظور تیرها را انتخاب کرده و به دستور زیر میرویم Rrame/Line_Frame و د ر آنجا برای مفصلی نمودن کافی است که خمش در هر دو طرف را باز کرده و پیچش را نیز تنها از یک سمت باز نماییم.برای مفصلی نمودن بادبندها نیز همین کار را خواهیم نمود. Restraints



۳.۳.۴- اختصاص کف ها و مقاطع

در قبل یعنی در قسمت تعاریف کف ها و مقاطعی را تعریف نمودیم و حالا در نظر داریم که آنها را به محل های اصلی خود اختصاص دهیم . برای مقاطع در قبل دسته بندی ایجاد نمودیم مثلا برای تیرها ستونها و... دسته های را ایجاد کرده بودیم حالا برای اختصاص دادن جدجدا هرکادام را انتخاب نموده و به **Frme/Laine_Frame section** رفته ودر آنجا گروه مورد نظر را انتخاب کرده و اختصاص می دهیم . برای کف ها نیز بدین گونه عمل کرده و بعد از انتخاب آنها به **Shell/area_Wall/Slab/deck** رفته و کف مورد نظر را به قسمتی که انتخاب کرده بودیم اختصاص میدهیم.



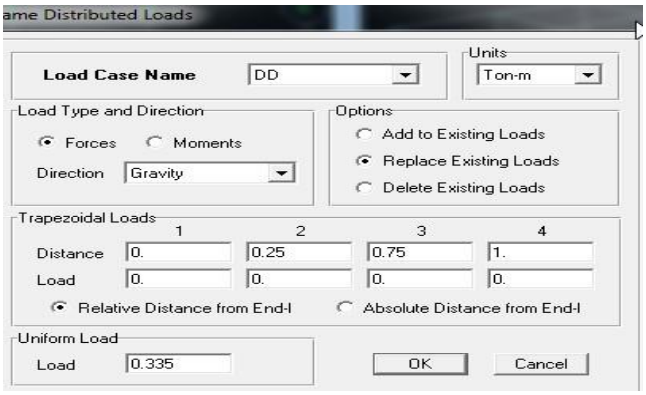
اختصاص کف

۴.۳.۴- اختصاص بارها

به سه بخش مجزا تقسیم میگردد:

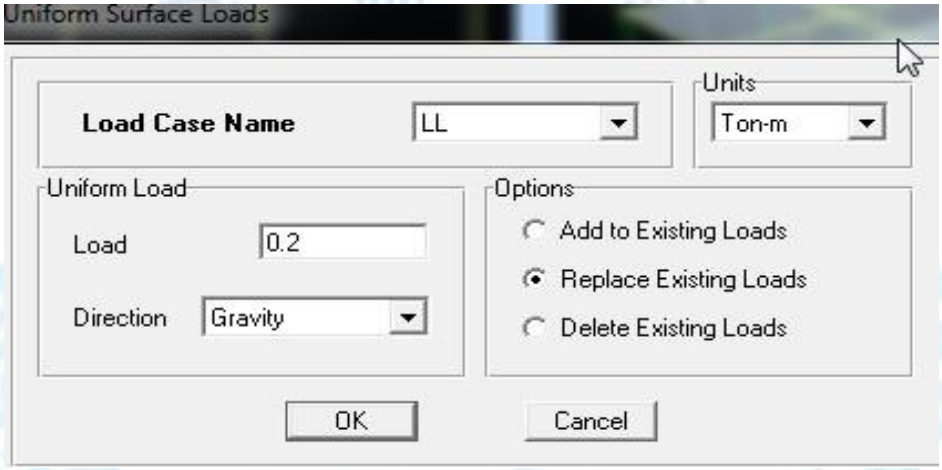
۱.۴.۳.۴- اختصاص بارها به مقاطع

منظور از مقاطع اعضاء غیر سطحی مانند تیرها ، ستونها ، بادبندها و ... میباشند. اقلب بارها بر روی تیر اصلی بصورت خطی وارد میگردد . برای وارد کردن این بارها بعد از انتخاب مقطع به منوی **frame load** و سپس **distributed** رفته و نوع بار را مشخص کرده و مقدارش را وارد میکنیم.



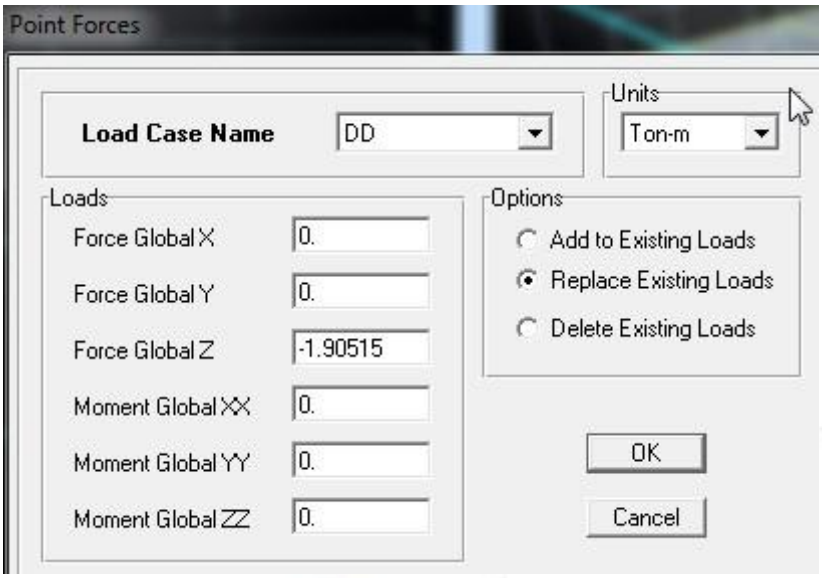
۲.۴.۳.۴- اختصاص بارها به کف ها

برای این منظور ابتدا کف مورد نظر را انتخاب کرده و سپس به shee loads/uniform میروسم و در آنجا بعد از انتخاب نوع بار مقدارش را وارد میکنیم.



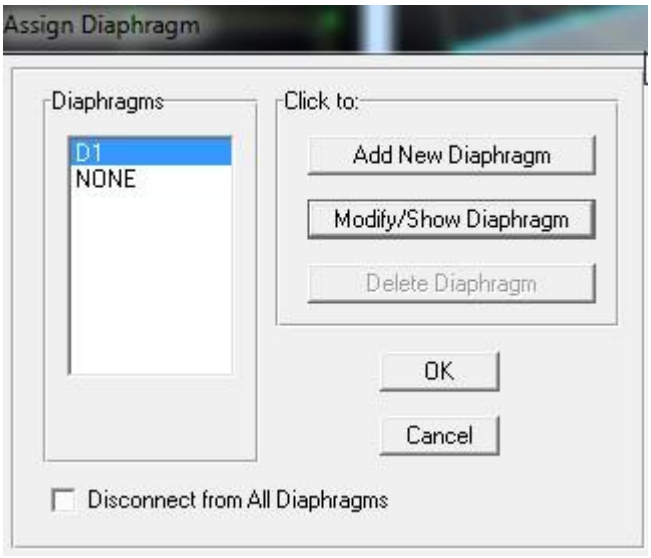
۳.۴.۳.۴- اختصاص بارهای نقطه ای به ستونها

این مورد در راه پله قابل مشاهده است . زیرا یار سطحی راه پله را به یک بار نقطه ای تبدیل کرده و به چهار ستون کناریش وارد میکنیم. برای وارد کردن این بار بعد از انتخاب ستون مدنظر به منوی joint loads/force رفته و مقدار را وارد میکنیم.



۵.۳.۴- مرکز جرم سازه

یکی از مهمترین گزینه ها در طراحی میباشد . برای مشخص کردن مرکز جرم ابتدا تمام کف ها را انتخاب میکنیم سپس به منوی shell/area_diaphragms رفته و در آنجا D1 را انتخاب کرده و اکی میکنیم تا مرکز جرم مشخص گردد.

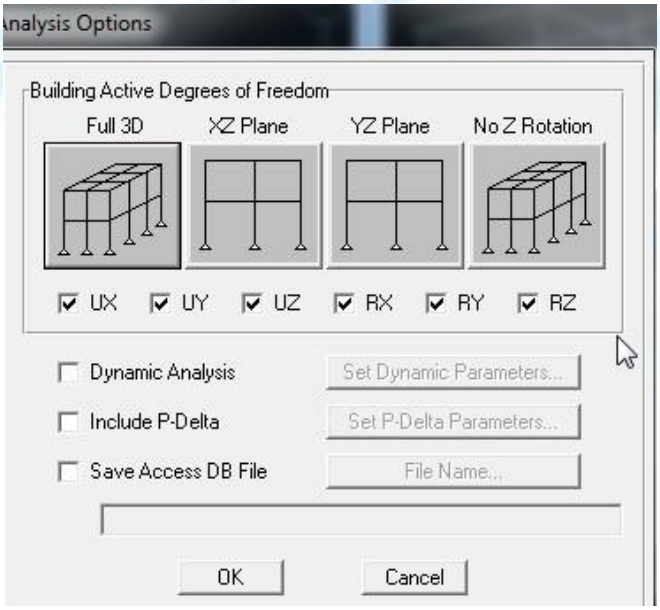


۴.۴- آنالیز

آنالیز یکی از بخش های مهم طراحی با این نرم افزار است . با استفاده از آنالیز میتوان بسیاری از پارامترهای مهم جهت طراحی مانند نامنظمی سازه را بررسی نمود.

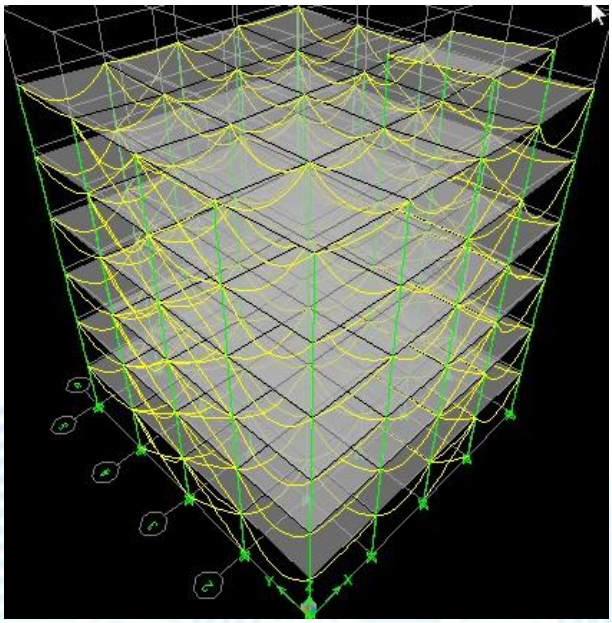
۱.۴.۴- آزاد سازی سازه برای انتقال جانبی

باید در این قسمت سازه را بگونه ای تعریف نماییم که کل سازه هنگام زلزله قابلیت جابه جایی در تمام جهات را داشته باشد برای این منظور به منوی Analyze_set analyse option رفته وتیک های مربوط به حرکت سازه در تمام جهات را فعال میکنیم.



۲.۴.۴- آنالیز کردن

برای اینکار کافی است که کلید F5 را فشار دهیم تا سازه آنالیز گردد . بعد از آنالیز کردن میتوان تغییر شکل سازه را تحت تاثیر هر یک از بارها را مشاهده نمود.



تغییر شکل سازه تحت بار مرده

۳.۴.۴- بررسی نامنظمی سازه

براساس آیین نامه ی ایران در صورت وجود هر یک از شرایط زیر سازه نامعین میباشد و باید ترکیب بار ویژه ی ۱۰۰-۳۰ اعمال گردد.

۱.۳.۴.۴- در صورت وجود فرو رفتگی یا پیش آمدگی در پلان اندازه ی آن در هر امتداد از ۲۵ درصد بعد خارجی ساختمان در آن امتداد تجاوز نماید :

این موضوع در پلان ما وجود نداشته پس از این لحاظ سازه ی ما منظم است .

۲.۳.۴.۴- در هر طبقه فاصله ی بین مرکز جرم و مرکز سختی در هر یک از دو امتداد متعامد ساختمان از ۲۰ درصد بعد ساختمان در آن امتداد بیشتر نباشد :

برای کنترل این موضوع یک روش بسیار راحت وجود دارد . آن این است که جابه جایی گوشه های هر طبقه ناشی از چرخش آن طبقه در زلزله را بدست بیاوریم و باتقسیم بزرگترینشان بر میانگینشان عددی را بدست آوریم که RATIO نامیده میشود ، اگر Ratio از ۱.۲ کوچکتر باشد سازه منظم است در غیر اینصورت نامنظم میباشد . این نرم افزار نسبت ratio را برای هر طبقه و تحت تأثیر هر یک از بارهای زلزله را خودش محاسبه نموده و در اختیار

ما قرار می دهیم و ما تنها با کنترل آن برای کوچکتر از ۱.۲ بودن نامنظمی سازه را برسی مینماییم . برای برداشت ratio از نرم افزار به منوی File_Print tables رفته و با انتخاب summery report از سازه و تمام مراحل انجام شده و وضعیت آن و... رسیدی میگیریم که در قسمت آخر این رسید گرفته شده از نرم افزار مقادیر نسبت ratio موجود است . در زیر مقادیر این نسبت برای سازه ی در دست طراحی برداشت شده و قابل مشاهده است و با توجه به آن متوجه میگردیم که سازه ی ما از این لحاظ نیز منظم بوده و نیازی به اعمال ترکیب بار ۱۰۰-۳۰ نیست .

STORY MAXIMUM AND AVERAGE LATERAL DISPLACEMENTS				
STORY	LOAD	DIR	MAXIMUM	RATIO
AVERAGE				

MOUND	EX	X	0.0369	1.002
0.0369				1.006
ROOF	EX	X	0.0321	1.006
0.0319				1.006
STORY5	EX	X	0.0264	1.006
0.0263				1.005
STORY4	EX	X	0.0202	1.005
0.0201				1.011
STORY3	EX	X	0.0140	1.043
0.0139				1.044
STORY2	EX	X	0.0082	1.044
0.0081				1.044
STORY1	EX	X	0.0032	1.045
0.0032				1.046
MOUND	EXP	X	0.0359	1.013
0.0355				1.055
ROOF	EXP	X	0.0333	1.055
0.0319				1.055
STORY5	EXP	X	0.0274	1.055
0.0263				1.056
STORY4	EXP	X	0.0210	1.056
0.0201				1.002
STORY3	EXP	X	0.0145	1.009
0.0139				1.010
STORY2	EXP	X	0.0085	1.011
0.0081				1.012
STORY1	EXP	X	0.0033	1.014
0.0032				1.016
MOUND	EXN	X	0.0387	1.014
0.0382				1.060
ROOF	EXN	X	0.0337	1.061
0.0319				1.062
STORY5	EXN	X	0.0277	1.063
0.0263				1.064
STORY4	EXN	X	0.0212	1.066
0.0201				1.010
STORY3	EXN	X	0.0147	1.042
0.0139				1.041
STORY2	EXN	X	0.0086	1.040
0.0081				1.038
STORY1	EXN	X	0.0034	1.037
0.0032				1.034
MOUND	EY	Y	0.0325	
0.0324				
ROOF	EY	Y	0.0285	
0.0282				
STORY5	EY	Y	0.0236	
0.0233				
STORY4	EY	Y	0.0182	
0.0180				
STORY3	EY	Y	0.0127	

0.0125				
STORY2	EY	Y	0.0075	
0.0074				
STORY1	EY	Y	0.0030	
0.0030				
MOUND	EYP	Y	0.0333	
0.0328				
ROOF	EYP	Y	0.0300	
0.0283				
STORY5	EYP	Y	0.0248	
0.0234				
STORY4	EYP	Y	0.0191	
0.0180				
STORY3	EYP	Y	0.0133	
0.0126				
STORY2	EYP	Y	0.0079	
0.0074				
STORY1	EYP	Y	0.0032	
0.0030				
MOUND	EYN	Y	0.0323	
0.0320				
ROOF	EYN	Y	0.0294	
0.0282				
STORY5	EYN	Y	0.0243	
0.0233				
STORY4	EYN	Y	0.0187	
0.0180				
STORY3	EYN	Y	0.0130	
0.0125				
STORY2	EYN	Y	0.0076	
0.0074				
STORY1	EYN	Y	0.0031	
0.0030				

۳.۳.۴.۴- حداکثر تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه بیشتر از ۲۰ درصد نباشد :

تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه یا همان Drift عبارت است از تغییر مکان جانبی هر طبقه نسبت به طبقه ی زیرین خود . آیین نامه ایران براساس زمان تناوب اصلی نوسان T دو مقدار برای حداکثر Drift مجاز مشخص نموده است .

۱. برای ساختمانهای با تناوب اصلی کمتر از ۰.۷ ثانیه ، حداکثر جابه جایی نسبی مجاز برابر است با $\frac{0.0286}{R}$. که R ضریب رفتار سازه میباشد.

۲. برای ساختمانهای با تناوب اصلی بیشتر ویا مساوی ۰.۷ ثانیه ، حداکثر جابه جایی نسبی مجاز برابر است با $\frac{0.0357}{R}$. که R ضریب رفتار سازه میباشد.

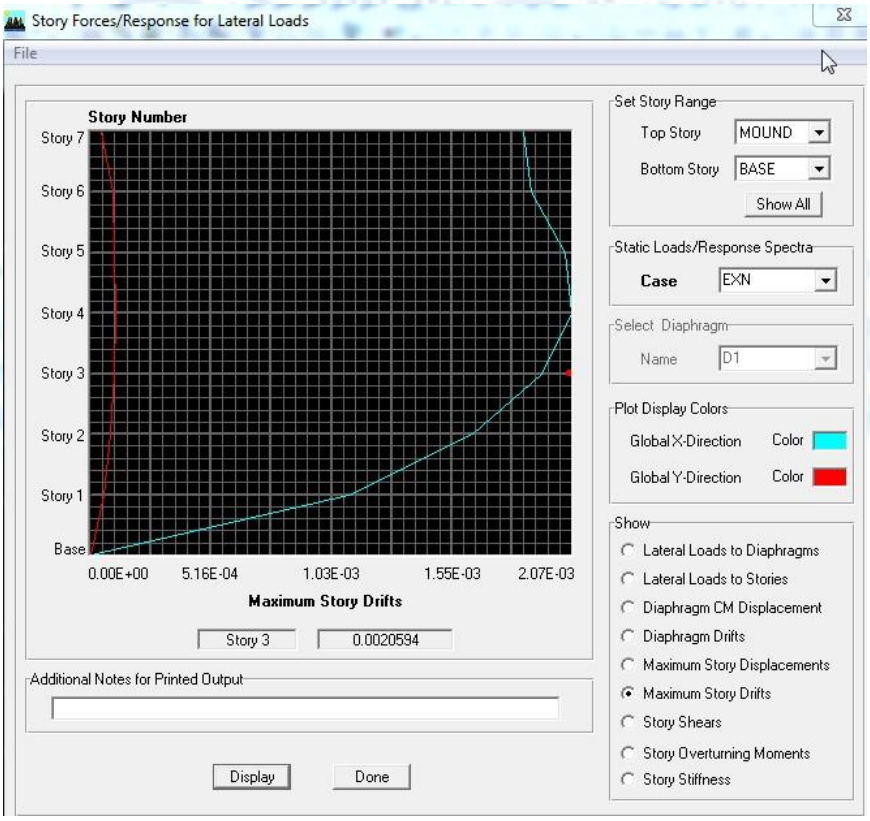
پس در گام اول مقدار زمان تناوب اصلی سازه را بدست می آوریم :

T=0.05*18.585^0.75=0.4s

بنابراین باید از حالت اول آیین نامه برای محاسبه ی حداکثر مجاز Drift استفاده کرد و در نتیجه حداکثر جابه جایی نسبی برابر است با : ۰.۰۰۴۷

حالا مسئله این است که چگونه مقدار drift طبقات را بدست بیاوریم . نرم افزار این کار را نیز برای ما انجام داده و مقادیر حداکثر drift هر طبقه ، تحت تأثیر هر بار لرزه ای را در اختیار ما قرار میدهد . برای دسترسی به آنها بعد از انجام فرآیند تحلیل به منوی Display_Show story response plots میرویم و در پایین تیک Maximum story drifts را فعال میکنیم و بعد تحت تاثیر هر بار مقدار آن را با توجه به منحنی ها برداشت میکنیم .

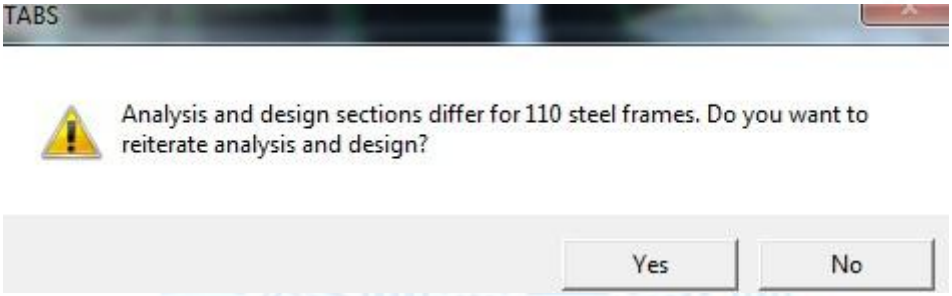
در پروژه ی در دست طراحی این فرآیند انجام شود و از آنجا که در تمام طبقات وتحت تأثیر تمام بارها drift کمتر از حداکثر مجاز بود نهایتاً فهمیدیم که از این لحاظ نیز این سازه منظم است.



در نتیجه با توجه به اینکه برای هر سه حالت سازه ی ما منظم بود پس سازه در مجموع منظم بوده و ترکیب بار ۱۰۰-۳۰ نیز اعمال نمیگردد.

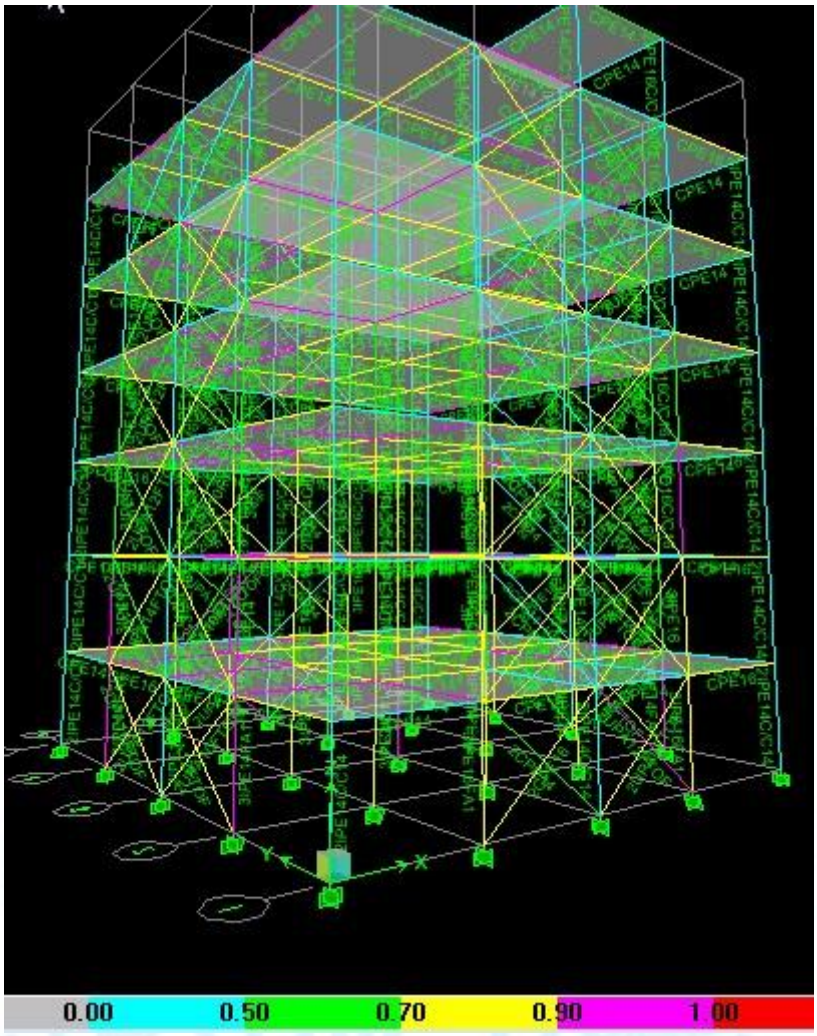
۵.۴- طراحی

طراحی سازه های فولادی بادبندی در دو مرحله انجام میشود ، در مرحله ی اول سازه را با وجود ترکیب بارهای عمومی ساختمانهای فلزی طراحی میکنیم سپس ستونهای سازه را باید برای باره ویژه طرحی نماییم برای اینکار اینبار ترکیب بارهای ویژه را اعمال کرده و طراحی را انجام میدهیم و نتایج حاصله را تنها برای ستونها و فقط تحت تأثیر باره محوری بررسی میکنیم و در صورتیکه ستون تحت بار محوری پاسخ گو نبود آن را تعویض میکنیم در غیر اینصورت برای ما آن ستون قابل قبول خواهد بود. اما روند طرحی در هر دو حالت یک شکل میباشد . برای طراحی به منوی **Dessign_steel design** رفته و **start design** را انتخاب میکنیم تا نرم افزار بصورت اتوماتیک طراحی نماید ، ممکن است در هر مرحله از طراحی نرم افزار ، صفحهای مانند شکل زیر باز شود :



به این دلیل این اتفاق می افتد که برنامه مقاطعی را که برای اعضاء در نظر گرفتیم را کافی نمیبیند و به همین دلیل از ما سوال میپرسد که این تعداد اعضاء که پاسخ گو نبودن را عضو نمایم یا نه که ما بله را انتخاب میکنیم.در نهایت بعد از پایان طراحی سازه ی بارنگ بندیی را خواهیم دید که نرم افزار برای هر عضو یک مقطعی را در نظر گرفته است . همانطور که در پایین صفحه قابل مشاهده است برای هر رنگ رده ای تعریف شده است و آن نسبت تنش مجاز به تنش وارده میباشد مثلاً رنگ قرمز بیانگر این است که این نسبت بیشتر از یک میباشد و تنش موجود در عضو بیشتر از تنش مجاز آن میباشد در این حالت بایستی عضو تعویض شود و برای آن مقطع قوی تری در نظر گرفته شود . همچنین با کلیک راست کردن بر روی هر عضو میتوان تمالم خصوصیت آن را برداشت کرد که مثلاً چه مقدار نیوی خمشی بر آن وارد میگردد و یا اینکه نسبت تنش ها در آن چه برای بار محوری و چه برشی و چه خمشی چقدر است و ....

تنها به دلیل اینکه عضو جوابگو نباشد ما آن را تعویض نمیکنیم . یکی از پارامترهای بسیار مهم برای یک طرحی ایده آل اجرایی بودن آن است پس گاهی بدلیل شرایط اجرایی مجبوریم علی رغم غیر اقتصادی شدن عضوی را تغییر دهیم.



Steel Stress Check Information (AISC-ASD89)

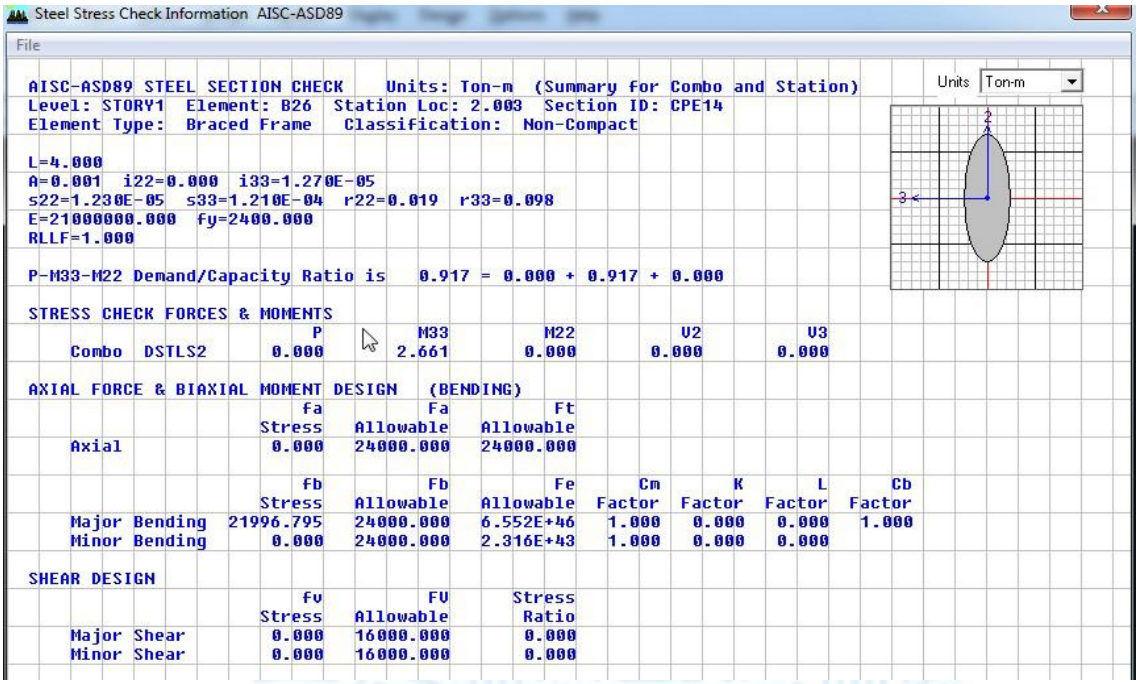
Story	STORY1	Analysis Section	CPE14
Beam	B26	Design Section	CPE14

COMBO ID	STATION LOC	/----MOMENT INTERACTION CHECK-----//-MAJ-SHR---MIN-SHR-/ RATIO = AXL + B-MAJ + B-MIN	RATIO	RATIO
DSTLS1	3.93	0.000(T) = 0.000 + 0.000 + 0.000	0.374	0.000
DSTLS2	0.08	0.000(T) = 0.000 + 0.000 + 0.000	0.525	0.000
DSTLS2	0.56	0.401(T) = 0.000 + 0.401 + 0.000	0.393	0.000
DSTLS2	1.04	0.687(T) = 0.000 + 0.687 + 0.000	0.262	0.000
DSTLS2	1.52	0.859(T) = 0.000 + 0.859 + 0.000	0.131	0.000
DSTLS2	2.00	0.917(T) = 0.000 + 0.917 + 0.000	0.000	0.000

Overwrites | Details

(•) Strength
( ) Deflection

OK | Cancel



فصل ۵ . طراحی با نرم افزار SAFE

مقدمه

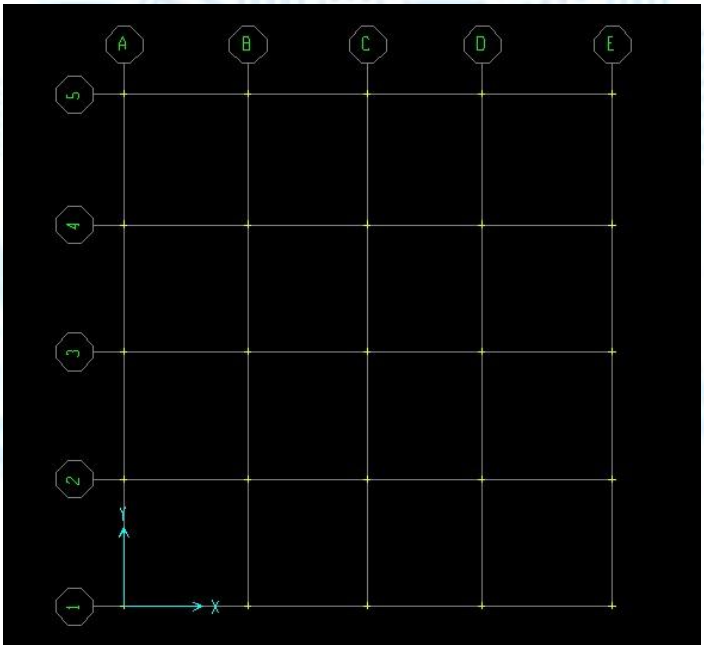
در این مرحله برای توضیح بیشتر و بهتر و همینطور قابل فهمتر شدن هر یک از مراحل طراحی توسط این نرم افزار ، ابتدا طرز کار هر مرحله را توضیح داده و در ادامه عکس های مرتبت بت آن مرحله را البته با داده ها و روابط و کارهای مربوط به این پروژه نمایش میدهیم تا هم کار با نرم افزار بصورت گرافیکی و تشریحی توضیح داده شود و هم پروژه کامل گردیده و بتوان از در یادگیری بهتر استفاده کرد.

۱.۵- گرفتن خروجی از نرم افزار ETABS

اول برای راحتر شدن کار از طراحی انجام داده شده یک خروجی میگیریم . با این کار تمام بارهای سازه ی طراحی شده و خطوط اصلی پلان در نرم افزار Safe وارد میگردد برای گرفتن خروجی به منوی file_export میرویم و نرم افزاری را که قصد داریم برایش خوجی بگیریم انتخاب میکنیم . ما چون میخواهیم با نرم افزار safe ورژن ۸ کار کنیم پس منوی save story as safe v8 را انتخاب میکنیم . کادری باز خواهد شد که در آن کف را انتخاب میکنیم ، با اینکار تمام بارهای طبقات اعمال میگردد ، بعد از ok کردن مسیری را برای ذخیره کردن فایل مشخص کرده و در نهایت با تأئید کردن در مسیر مشخص شده فایلی با فرمت F2K ایجاد میگردد .

۲.۵- فراخوانی فایل خروجی گرفته شده

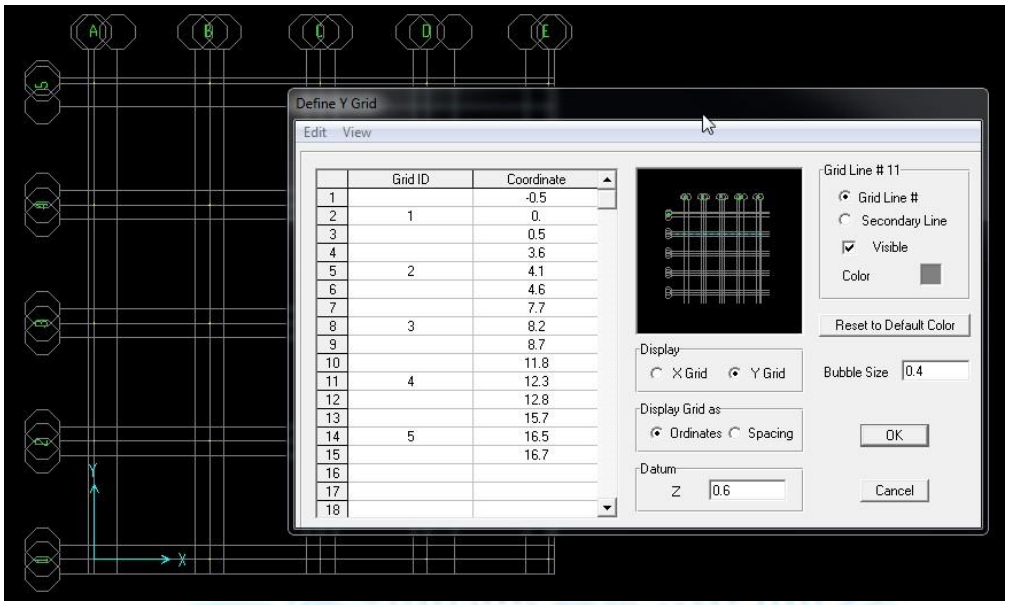
برای اینکار بعد از باز کردن نرم افزار safe به منوی file رفته و در آنجا فرمت F2K را انتخاب کرده و از صفحه ی باز شده به مسیری که خروجی طراحی را در آن ذخیره نموده بودیم میویم و خروجی ذخیره شده را انتخاب کرده و تأئید میکنیم. با این کار پلانی در صفحه ظاهر خواهد شد.



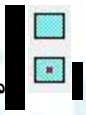
۳.۵-ترسیم آکس های پی

از آنجا که پی انتخاب شده ازنوع نواری است باید آن را ترسیم نماییم . برای این منظور ابتدا باید مشخص کنیم که پی نواری ما دارای چه عرضی وعمقی است و کدام قسمت ها پی با دیواره یا ساختمان دیگری در تماس است زیرا در آن قسمت ها ما بایستی پی را به سمت داخل سازه اجرا نماییم . در سازه ای که در حال طراحی آن هستیم نماهای A,D,5 در تمای با سازه ای دیگر میباشند و همچنین عرض پی را یک متر و عمق آن را ۶۰ سانتی متر در

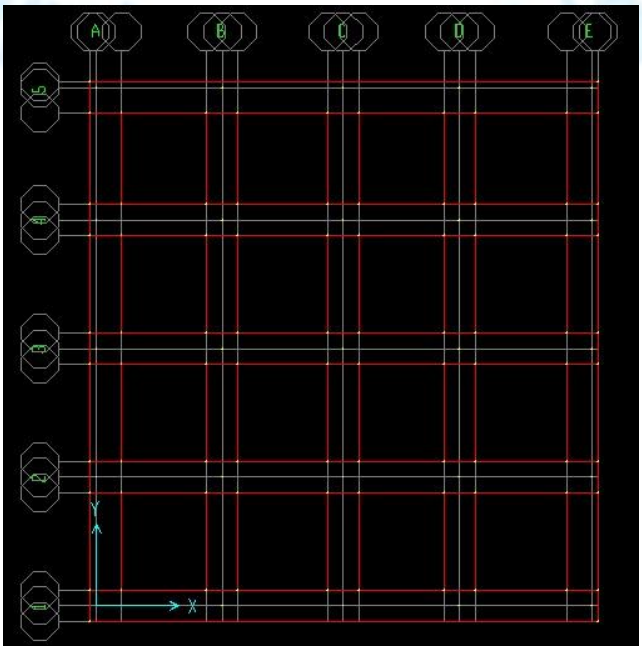
نظر میگیریم . برای ترسیم پی ها ابتدا بر روی هر راستا دابل کلیک میکنیم. کادری باز میگردد که در Datum عمق پی را وارد میکنیم و در زیر اعداد و راستاها بر اساس عرض پی مشخص میکنیم که لبه های پی با آکس چقدر فاصله دارند .



۴.۵-ترسیم پی

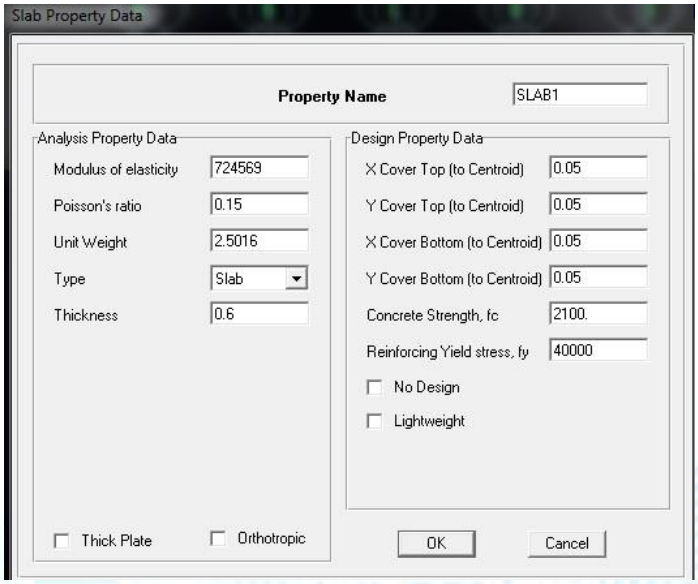


بعد از مشخص شدن آکس های پی ، خود پی را ترسیم میکنیم . با استفاده ازدو آیکن میتوان پی ها را ترسم کرد . با استفاده از آیکن بالایی در هر مکان میتوان با هر اندازه ای پی ترسیم نمود اما با استفاده از آیکن پایینی تنها بانتخاب فضایی محصور بین چهارتا آکس پی ترسیم میگردد .



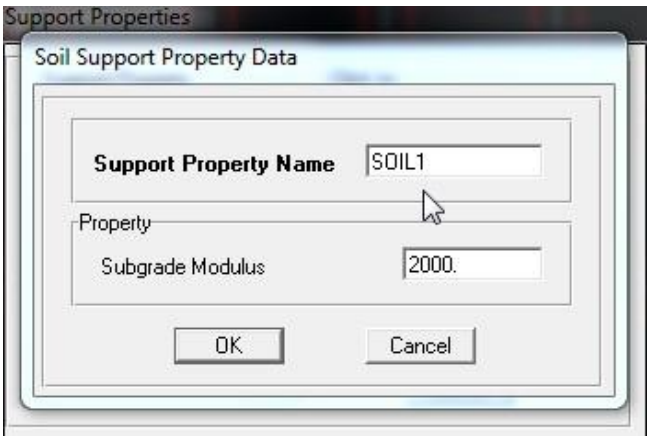
۵.۵-تعاریف پی

بایستی خصوصیات پی را تعریف نماییم برای این کار به منوی Deffine_slab properties میرویم و در آنجا تین کار را انجام میدهیم .



۶.۵-تعاریف خاک

در اینجا در نظر داریم تا مقاومت خاک زیر پی را برای نرم افزار تعریف نماییم ، با این کار نرم افزار با توجه به مقدار مقاومت خاک تعدادی فنر در زیر دال قرار میدهد و دال را بر روی یک بستر الاستیک فرض میکند. برای تعریف کردن مقاومت خاک به منوی Diffine_soild supports رفته و در آنجا add میکنیم و مقدار مقاومت خاک را وارد میکنیم.



۷.۵- تعریف بارها

با توجه به اینکه ما برای طراحی از etabs خروجی گرفتیم تمام انواع بارهای موجود وجود داشته ونیازی به تعریف آنها نمی باشد.

۸.۴-تعریف ترکیب بارها

دو نوع ترکیب بار برای طراحی پی داریم :

الف. ترکیب بارهای طراحی فونداسیون

در طراحی فونداسیون، به جهت انطباق بهتر با آیین‌نامه بتن ایران (مبحث نهم مقررات ملی ساختمان) از آیین‌نامه کانادا استفاده شده است. ترکیب بارهای طراحی بر اساس آیین‌نامه ایران به شرح زیر می‌باشند:

نام ترکیب بار در برنامه	تعداد ترکیب بار	ترکیب بار
DC1	1	1.25(DEAD)
DC2	1	1.25(DEAD)+1.50(LIVE)
DC 3-4	2	(DEAD)+1.20(LIVE)±1.20ELX
DC 5-6	2	(DEAD)+1.20(LIVE)±1.20ELY
DC 7-8	2	0.85(DEAD)±1.20ELX
DC 9-10	2	0.85(DEAD)±1.20ELY
DC11-12	2	(DEAD)+1.20(LIVE)±1.20ELXP
DC13-14	2	(DEAD)+1.20(LIVE)±1.20ELXN
DC15-16	2	(DEAD)+1.20(LIVE)±1.20ELYP
DC17-18	2	(DEAD)+1.20(LIVE)±1.20ELYN
DC19-20	2	0.85(DEAD)±1.20ELXP
DC21-22	2	0.85(DEAD)±1.20(ELXN)
DC23-24	2	0.85(DEAD)±1.20(ELYP)

DC25-26	2	0.85(DEAD)±1.20(ELYN)

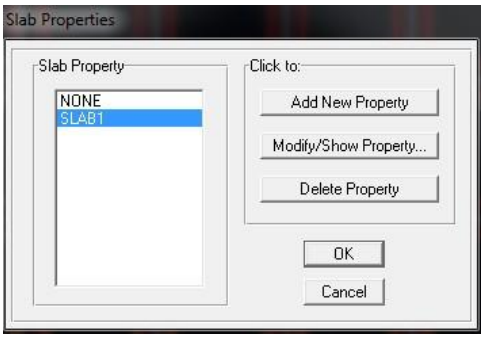
ب. ترکیب بارهای کنترل تنش در فونداسیون

جهت کنترل تنش در زیر پی از ترکیبات بارگذاری به شرح زیر استفاده می‌شود:

نام ترکیب بار در برنامه	تعداد ترکیب بار	ترکیب بار
PRESS1	1	(DEAD)+(LIVE)
PRESS 2-3	1	0.75(DEAD)+0.75(LIVE) ± 0.75ELX
PRESS 4-5	2	0.75(DEAD)+0.75(LIVE) ± 0.75ELY
PRESS 6-7	2	0.75(DEAD) ± 0.75ELX
PRESS 8-9	2	0.75(DEAD) ± 0.75ELY

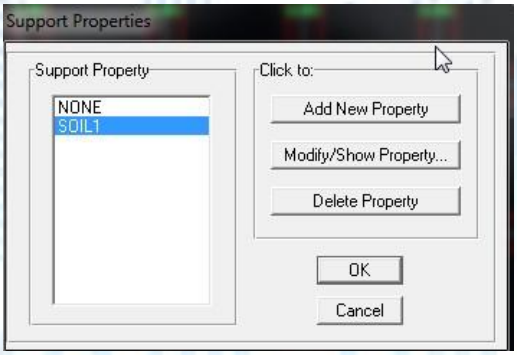
۹.۵-اختصاص دال

در قبل ما دالی برای نرم افزار تعریف نمودیم و حالا بایستی آن را اختصاص دهیم برای این منظور ابتدا کل پی را انتخاب میکنیم سپس یه منوی **Assign_slab properties** رفته و در آنجا با انتخاب دال تعریف شده در قبل آن را اختصاص می دهیم.



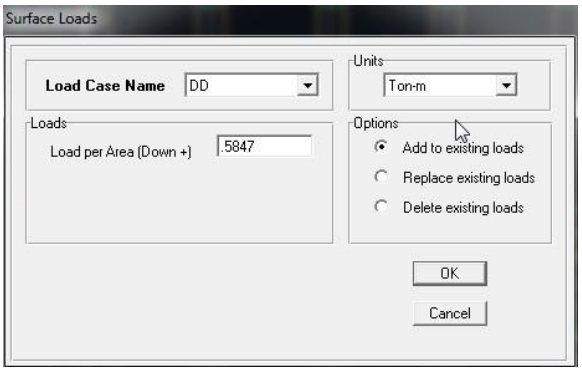
۱۰.۵- اختصاص خاک

در قبل ما خاکی برای نرم افزار تعریف نمودیم که مقاومت مجاز آن ۲۰۰۰ تن بر متر مربع بود و حالا بایستی آن را اختصاص دهیم برای این منظور ابتدا کل پی را انتخاب میکنیم سپس به منوی Assign_soild suports رفته و در آنجا با انتخاب خاک تعریف شده در قبل آن را اختصاص می دهیم.

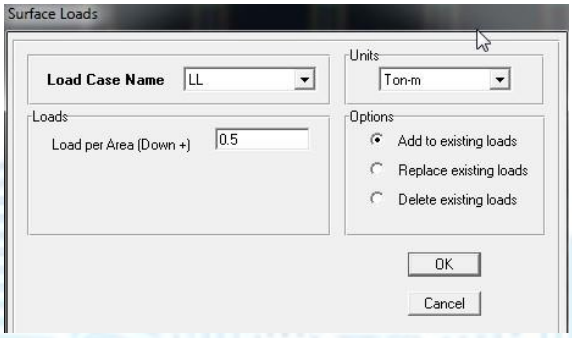


۱۱.۵- اختصاص بارها

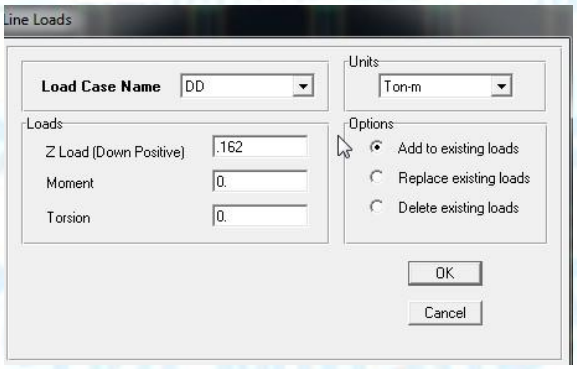
همانور که قبلاً ذکر شد تمام بارهای سازه بجز بارهایی که به کف وارد میگردد به واسته ی خروجی گرفتن بر دال اعمال میگردد اما بایستی بارهای کف از جمله کف سازی و دیوارهای پیرامونی پیلوت را که در فصل بارگذاری محاسبه نمودیم را نیز به دال اختصاص دهیم برای این کارابتدا کل دال را انتخاب کرده و بار کف سازی را بصورت گسترده به آن اختصاص میدهیم ، بعد دال زیر دیوارها را انتخاب کرده و بار دیوار ها را بصورت خطی اختصاص میدهیم . بار راه پله را نیز بصورت نقطه ای اعمال میکنیم.



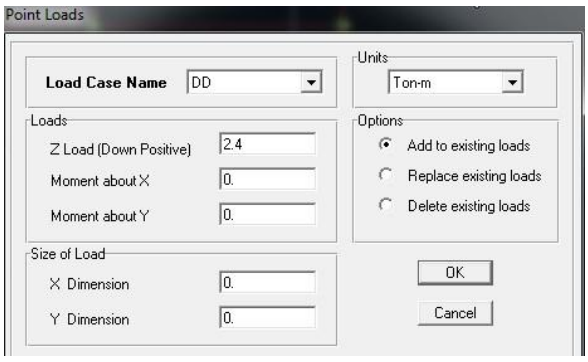
اختصاص بار کف سازی



اختصاص بار زنده پیلوت



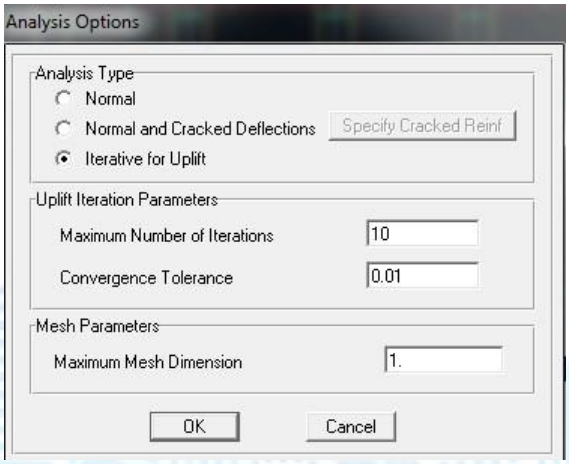
اختصاص بار خطی دیوارهای پیلوت



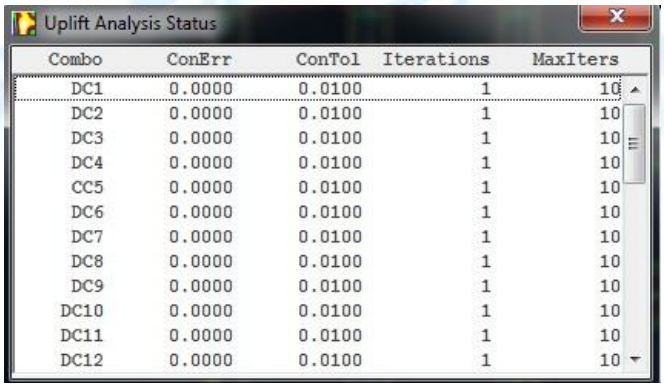
۱اختصاص بار نقطه ای راه پله ی پیلوت

۱۲.۵- تحلیل

بعد از انجام مراحل ذکر شده بایستی دال را تحلیل نماییم. برای این کار ابتدا بایستی مقاومت خاک را بررسی نماییم. برای این کار به منوی Analysis_set options رفته و در آنجا تغییرات زیر را ایجاد مینماییم.

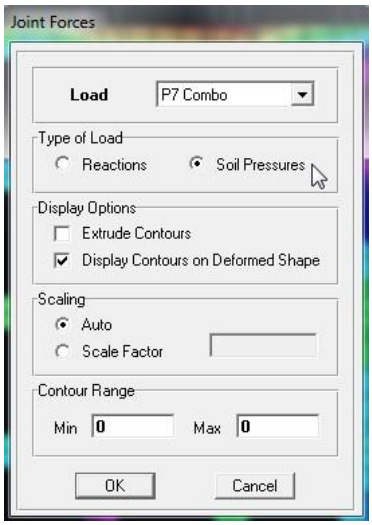


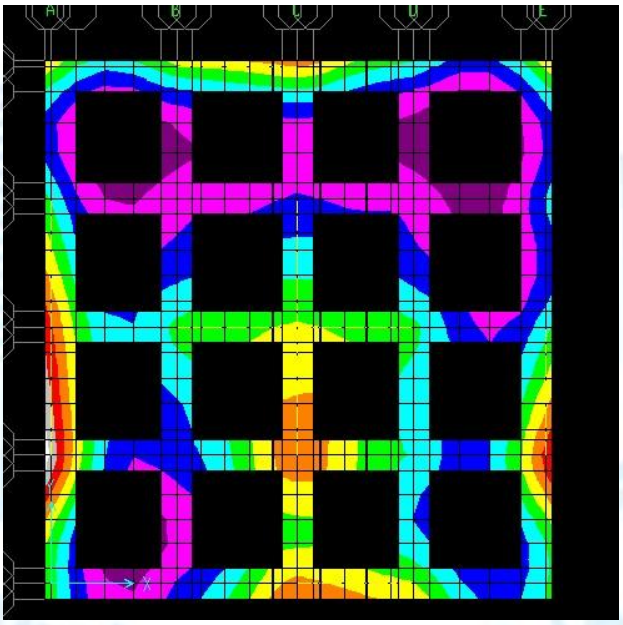
سپس گزینه ی Run analysis را اجرا میکنیم تا برنامه دال را تحلیل نماید. بعد از تحلیل صفحه ای باز میشود به شکل زیر که در آن بایستی تعداد iteratons کمتر از تعداد MaxIters باشد. در غیر این صورت در قسمت قبل Maximum Number of iterations را افزایش می دهیم و باز دوباره تحلیل میکنیم تا مقدار یاد شده کمتر از تعداد حداکثر گردد.



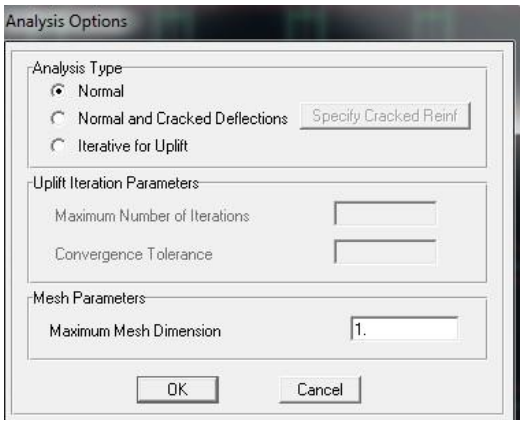
Combo	ConErr	ConTol	Iterations	MaxIters
DC1	0.0000	0.0100	1	10
DC2	0.0000	0.0100	1	10
DC3	0.0000	0.0100	1	10
DC4	0.0000	0.0100	1	10
CC5	0.0000	0.0100	1	10
DC6	0.0000	0.0100	1	10
DC7	0.0000	0.0100	1	10
DC8	0.0000	0.0100	1	10
DC9	0.0000	0.0100	1	10
DC10	0.0000	0.0100	1	10
DC11	0.0000	0.0100	1	10
DC12	0.0000	0.0100	1	10

بعد از کنترل قبلی و برقرار شدنه شریط صفحه را میبندیم ، دال با رنگ بندی میشود . حالا به منوی Disply_Show reaction forces میرویم و در آنجا Type of load را به soil pressures تغییر میدهیم و برای تک تک ترکیب بارها فشار خاک را کنترل میکنیم . یعنی هر بار در کشوی load ترکیب بار را عوض کرده و ok میکنیم آنگاه در قسمت رنگ بندی در خط پایین بایستی حداکثر عدد ۱۸ را داشته باشیم در غیر اینصورت بایستی در محل حداکثر یا عرض پی را زیاد کنیم و یا در آنجا شمع بزنیم.





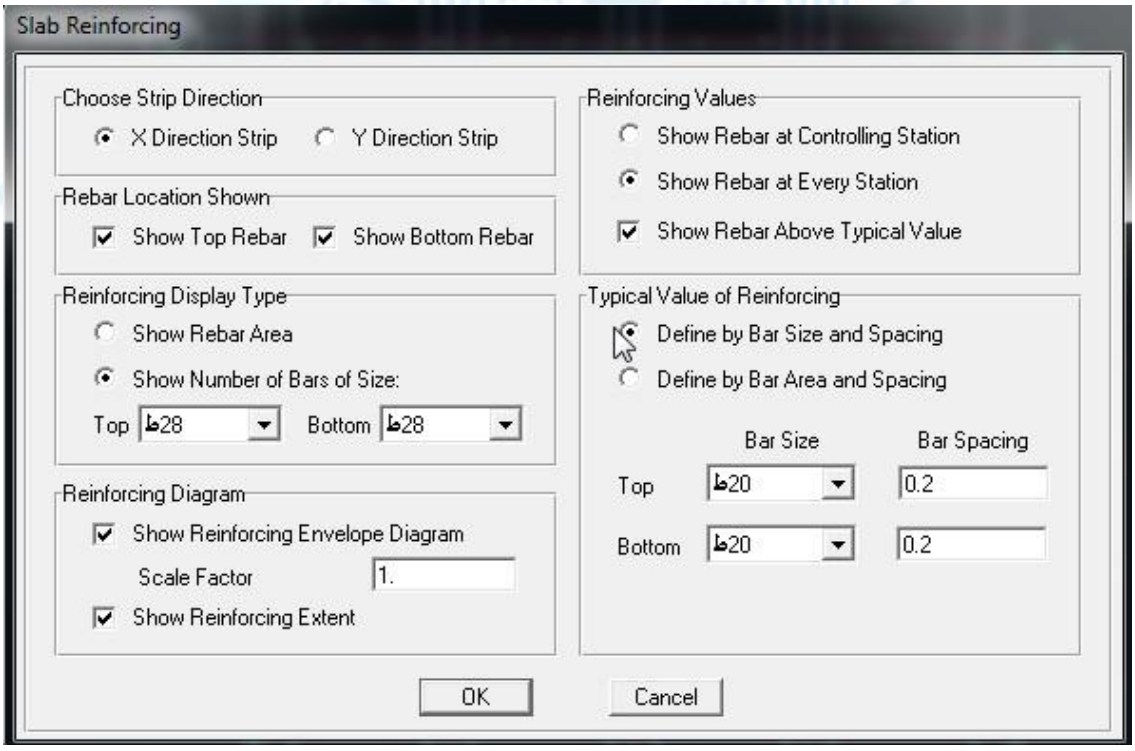
بعد از کنترل انجام شده به منوی view رفته و set x-strip layer را انتخاب میکنیم بعد همه را انتخاب کرده و delete میکنیم و بعد باز به منوی یاد شده رفته و اینبار راستای y را انتخاب کرده و همین کار را انجام میدهیم. بعد از پایان این کارها دوباره قفل را باز میکنیم. حالا از همان مسیر قبلی راستای x را انتخاب کرده و دال در آن راستا را رسم میکنیم. برای راستای y نیز این کار را انجام میدهیم. حال دوباره به منوی Analysis_set options رفته و تغییرات را بصورت زیر ایجاد میکنیم.



بعد از اینکار مجدداً تحلیل را انجام میدهیم.

۱۳.۵- طراحی

بعد از انجام مراحل ذکر شده به منوی Dessign رفته و start design را اجرا میکنیم. طراحی انجام میگردد.بعد به منوی design_disply slab design info رفته وتغییرات زیر را اجرا میکنیم.



در قسمت typical valoue ما برای سفره ی پایینی و بالایی دال آرماتور چینی میکنیم یعنی میگوییم که چه آرماتورهایی با چه فواصلی برای ما در نظر بگیرد و بر اساس آن طراحی نماید.در قسمت reinforcing disply type مشخص میکنیم برای برنامه که در سفره ی بالا و پایین در صورت پاسخگو نبودن آرماتورهای در نظر گرفته شده آرماتور تقویتی با شماره مورد نظر برای ما در نظر بگیرد با این کار خود برنامه آرمتورهای موجود را کنترل کرده و در صورت نیاز آرماتور تقویتی به ما معرفی میکند.

برای در نظر گرفتن ضخامت آرماتور و فواصل آن بایستی براساس حداقل نسبت آرماتور به سطح دال آنها را در نظر بگیریم بر اساس آیین نامه حداقل نسبت ذکر شده ۰.۰۰۲۵ میباشد. بنابراین فواصل و قطر آرماتورها به صورت زیر بدست می آید.

$$A_{Smin} = \rho \times b \times h$$

b عرض پی میباشد که ما یک متر در نظر گرفته بودیم

h عمق پی میباشد که ما آن را ۶۰ سانتی متر در نظر گرفته بودیم

ρ نسبت آرماتور حداقل میباشد که بر اساس آیین نامه بایستی ۰.۰۰۲۵ در نظر گرفته شود

A_{Smin} حداقل سطح مقطع آرمتور میباشد که با جاگذاری مقادیر در فرمول نوشته شده برابر میشود با ۱۵۰۰ میلی متر مربع

حالا برای بدست آوردن فواصل و تعداد آرماتور، ما آرماتور ۲۰ را پیشنهاد میدهیم. براساس ربطه ی $\frac{A_{Smin}}{A_{20}}$ حداقل تعداد آرماتور ۵ میشود و با تقسیم عرض پی بر این عدد فواصل تقریباً ۲۰۰ میلیمتر میشود در نتیجه برای سفره ی بالای ما آرماتور ۲۰ با فاصله ی ۲۰ میلیمتر را انتخاب میکنیم . لازم به ذکر است که هر چه برای سفره ی بالایی بدست آوردیم و در نظر گرفتیم برای سفره ی پایینی نیز همان را در نظر خواهیم گرفت. در نظر گرفتن شماره ی آرماتور تقویتی اختیاری است و ما اینجا آرماتور ۲۶ را در نظر گرفتیم.

در نهایت بعد از **Ok** کردن دو حالت پیش خواهد آمد :

۱. در روی دال اعدادی ظاهر میگردد مثلاً ۲۶-۲ ، این یعنی اینکه در آنجا نیاز به دوتا آرماتور تقویتی داریم.

۲. در روی دال هیچ چیزی ظاهر نمیشود ، این بدان معنی است که دال ما دارای قدرت کافی بوده ونیازی به آرماتور تقویتی نداشته است.

برای جهت دیگر نیز این کنترل را انجام میدهیم و با برداشت مقادیر و اطلاعات طراحی دال ما به پایان میرسد.