mranDL.ir
مرکز تخصصی دانلود مهندسی عمران

آشنایی با محیط نرم افزار

نرم‌افزار ایتبس ETABS چیست؟

نرم‌افزار Etabs جهت تحلیل و طراحی سازه‌های ساختمانی می‌باشد ، قابلیت‌های این نرم‌افزار تحلیل و طراحی انواع سازه‌های ساختمانی می‌باشد . تمام المان‌های یک ساختمان در نرم‌افزار شناخته‌شده و پردازنده‌های طراحی کامل می‌باشد . برنامه موردنظر برای سیستم‌های ساختمانی تهیه‌شده است. هنگامی آشکارتر شد که مهندسان سازه تحلیل‌های غیرخطی استاتیکی و دینامیکی را به‌صورت عملی مورداستفاده قراردادند و با پیدایش کامپیوترهای امروزی باقدرت و توان بالا این کامپیوترها برای ایجاد مدل‌های بزرگ‌تر و پیچیده‌تر به‌وسیله مهندسان سازه مورداستفاده قرار گرفتند.

مهم‌ترین قابلیت‌های برنامه

۱–محاسبه‌ی وزن و مرکز جرم ساختمان

۲– بارگذاری خودکار بارهای جانبی و ثقلی

۳–مدل سازی و تحلیل هر نوع سازه ساختمانی (تحلیل استاتیکی و دینامیکی)

۴– طراحی قابهای فولادی خمشی، مهاربندی همگرا و مهاربندی واگرا

۵– طراحی قابهای بتونی عادی، متوسط و ویژه

۶– طراحی دیوارهای برشی

۷– طراحی دیوارهای مرکب

۸– طراحی تیرچه های استاندارد فولادی

۹–ارائه خروجی مناسب سازه‌های ساختمانی

این نرم‌افزار جامع ترین برنامه‌ی طراحی ساختمان بوده و قابلیت طراحی هر نوع سیستم ساختمانی را دارا می‌باشد. در ادامه به مهم‌ترین قابلیت‌های این نرم‌افزار اشاره می‌شود.

آیین‌نامه‌ها :

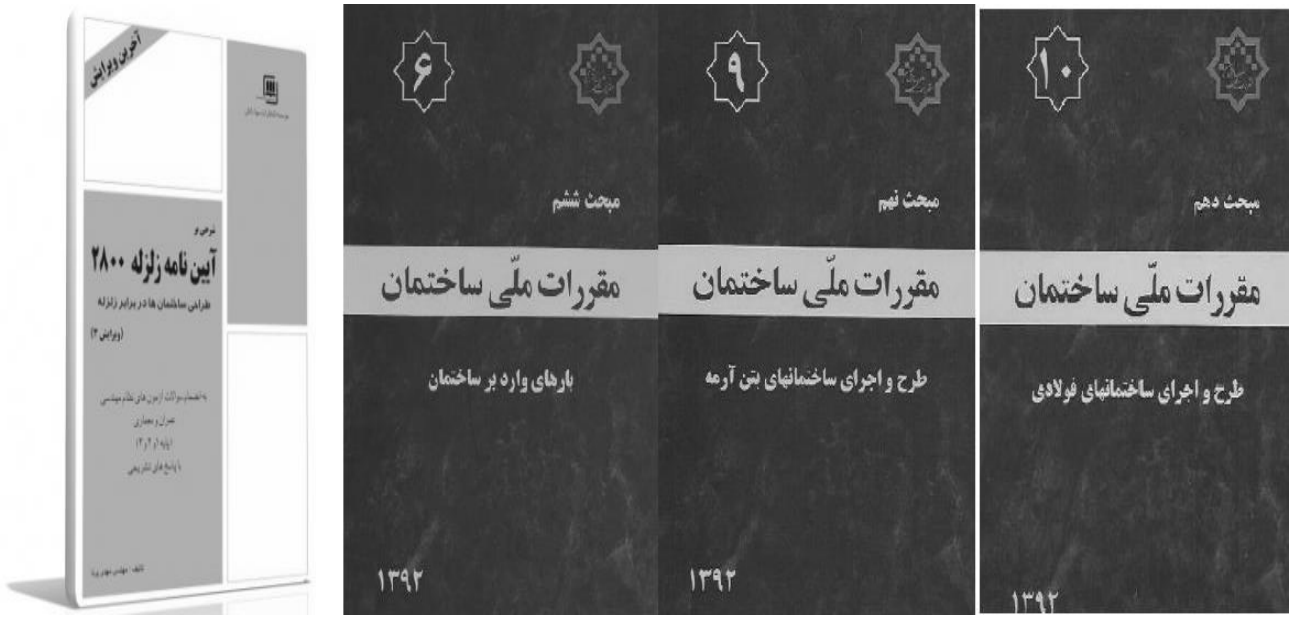
برای تسلط بر برنامه Etabs نیاز است مروری به آیین‌نامه‌های نامبرده داشت:

۱ – آیین‌نامه۲۸۰۰

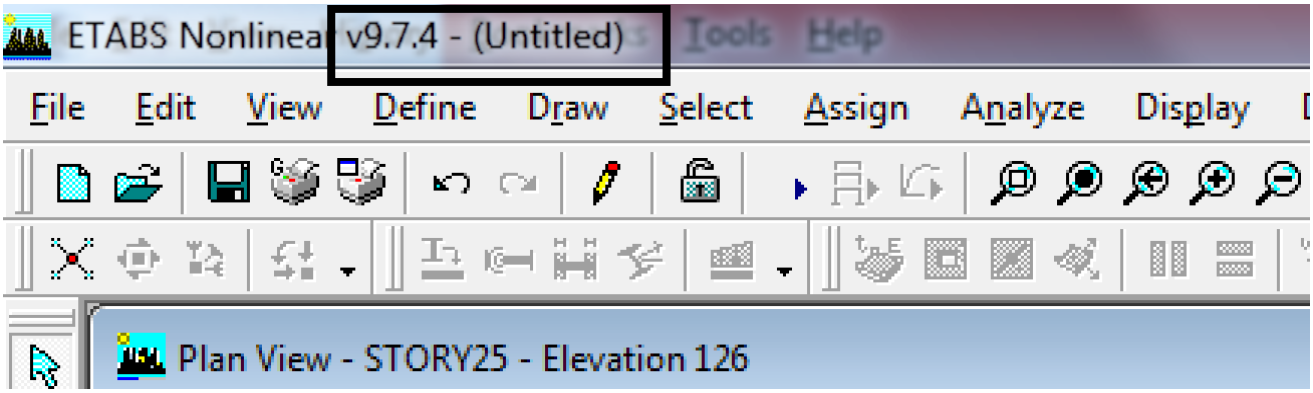
۲ – مبحث۶بارهای وارد بر ساختمان

۳ – مبحث۹طرح و اجرای سازه‌های بتونی

۴ – مبحث ۱۰طرح و اجرای سازه‌های فولادی



مفهوم ورژن با توجه به شماره برنامه



اولین رقم سمت چپ : اختلاف فاحش در نرم‌افزار

دومین رقم: اصلاحات توسط تقاضای کاربر

سومین رقم سمت راست : اصلاحات توسط کارخانه

روش تحلیل ایتبس :

در این نرم‌افزار از علم Final Element استفاده می‌شود که یک سازه را به المان‌های کوچکتری تقسیم میکند .

نحوه‌ی محاسبه‌ی سازه

۱ – بارگذاری لنگر و نیرو

بار های خارجی وارده بر سازه به کجا وارد شده و مقدار آن چقدر باشد .

۲ – تحلیل

تعیین نیرو و لنگرهای داخلی وارد برسازه .

(درس استاتیک (برای تعیین سازه‌ی معین) و درس تحلیل ۱ و ۲ (برای تعیین سازه‌ی نامعین))

۳ – طراحی

طراحی سازه به مقاومت مصالح بستگی دارد .

(درس مقاومت مصالح ۱ و ۲ و درس طراحی سازه)

تفاوت بین تحلیل و طراحی

تحلیل نیرو های وارده به سازه محاسبه شده و **طراحی** یعنی تعیین یک مقطع که بتوان نیروی به‌دست‌آمده را تحمل کند .

نکته : در تیرها حتماً نیروی برشی و لنگر خمشی داریم هم چنین نیروی پیچشی و محوری هم می‌تواند در تیرها وجود داشته باشد (تیر مورب ، تیر سقف و راه‌پله) .

نکته : بارگذاری برای تحلیل مهم و تحلیل برای طراحی مهم قلمداد می‌شود .

نکته : برنامه Etabs طراحی بتن و فولاد گرم نورد شده بتن مصلح را انجام داده و برنامه SAP طراحی بتن و فولاد گرم و سرد نورد شده آلومینیوم و بتن مصلح را انجام می‌دهد.

نکته : تنها قابلیتEtabs در مقابل Sap طراحی دیوار برشی می‌باشد.

نکته : پسوند ایتبس (EDB .) مخفف (Etabs Data Base) می‌باشد.

نکته : محاسبه ارتفاع طبقات بر اساس ضخامت تیر و مشخصات پروانه صورت می‌گیرد (دقت شود در Etabs ارتفاع طبقات فاصله کف تا کف می‌باشد) .

صفحه اصلی نرم‌افزار را می‌توانیم حداکثر به ۴ قسمت تقسیم کنیمOption – Windows

نکته: جهت پاک کردن یک المان باید خود المان را انتخاب کنیم نه گره‌های دو سر آن .

نکته: در فولاد به علت خاصیت کریستالی بالا ، ضریب پوآسون بیشتر است.

نکته: به دلیل اینکه نمی‌توانیم اعداد موردنظر را به برنامه وارد کنیم، نرم‌افزار مصالح غیر ایزومتریک(Orthotropic) را نمی‌تواند تحلیل کند.

مراحل کار

۱) قبل از Etabs

پلان

نما

برش

وضعیت همسایه

جنس سقف

تعیین ضخامت دال و ارتفاع تیرها بر اساس مبحث ۹

تعیین وزن مرده واحد سطح دیتایل‌های ساختمانی

تعیین بار زنده کف‌ها بر اساس مبحث ۶

تعیین بار زلزله در هر ۲ راستای ساختمان بر اساس مبحث ۶

۲) ابتدای کار با Etabs

تبدیل سیستم واحدها

ایجاد فایل جدید

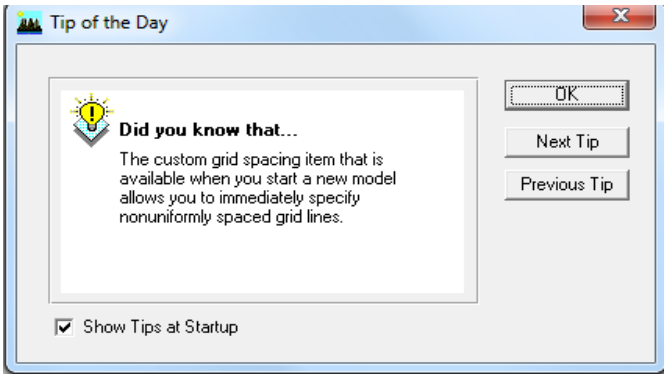
تغییرات آیین‌نامه

تعریف مشخصات مصالح(مبحث ۹)

تعریف مقاطع

تابلوی ابتدای برنامه

پس از باز نمودن برنامه با تابلوی زیر روبرو می شویم که در این تابلو به‌صورت تصادفی هر بار یکی از قابلیت‌ها و ویژگی‌های نرم‌افزار معرفی می‌شود .



انواع واحدها در برنامه

Metric	**Kgf – Ton**	**m-cm-mm**
Si	**N – KN**	**m-cm-mm**
England	**IB**	**IB-Ft**

معرفی نوارابزار

سمت چپ برنامه نوارابزارهای مهم در قسمت Draw منوی برنامه می باشند که به طور پیش فرض در اختیارمان قرار داده شده اند .

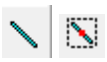
۱-Select Object

خروج از حالت انتخاب

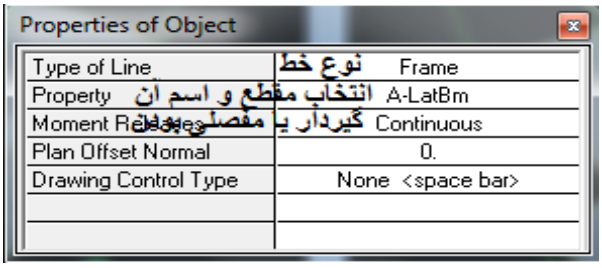
۲-Re Shape

کاهش یا افزایش طول

پس از ترسیم تیر می‌خواهیم طول (L) آن را کاهش یا افزایش دهیم و یا به سمت بالا یا پایین هدایت کنیم (تغییر شکل را انجام می‌دهد) .

۳-Create Lines 

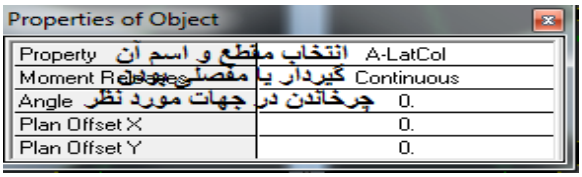
ترسیم سریع المان‌های تیر و ستون



در قسمت Plan Offset Normal با مشخص کردن یک بعد در این جعبه ، عضو بعدی به‌اندازه‌ی عدد وارد شده ، عمود بر آن ترسیم می‌گردد (کنسول و ...)

۴-Create Columns In Region Or At Clicks (Plan)

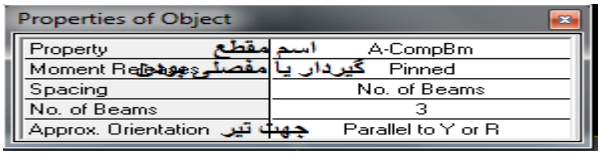
ترسیم ستون



در جعبه‌ی Plan Offset X/Y می‌توان مختصات قرارگیری ستون نسبت به محل کلیک شده را مشخص کرد .

۵-Create Secondary Beam In Region Or At Clicks (Plan)

ترسیم تیرهای فرعی

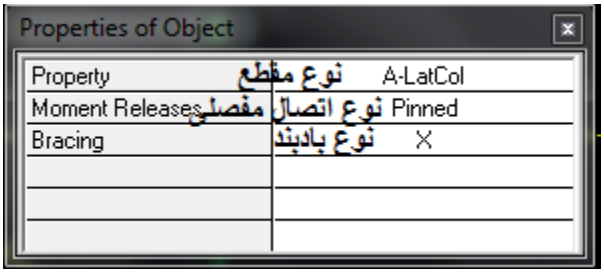


نکته : تیرچه همیشه به‌صورت مفصلی می‌باشد تا برای نیروهای ثقلی طراحی شوند و نیروی زلزله به آن وارد نشود .

۶-Create Braces In Region Or At Clicks (Plan)

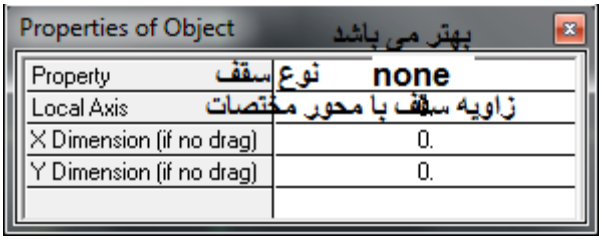
ترسیم بادبند

برای ترسیم بادبند بکار رفته و در Elevation(قاب‌ها) فعال می‌شود. اتصال برای بادبند همیشه به‌صورت مفصلی باشد.



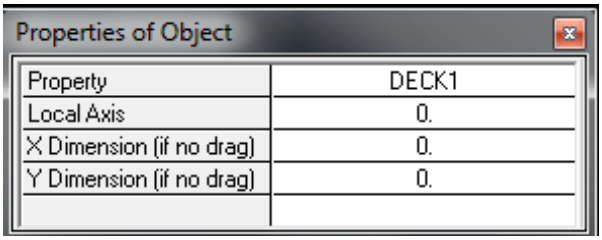
۷-Draw Areas (Plan/Elev/3D)

ترسیم پوسته‌ی نامنظم



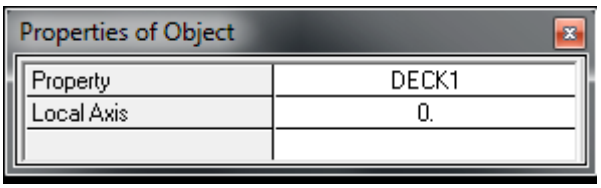
۸-Draw Rectangular Areas (Plan/Elev)

ترسیم پوسته منظم



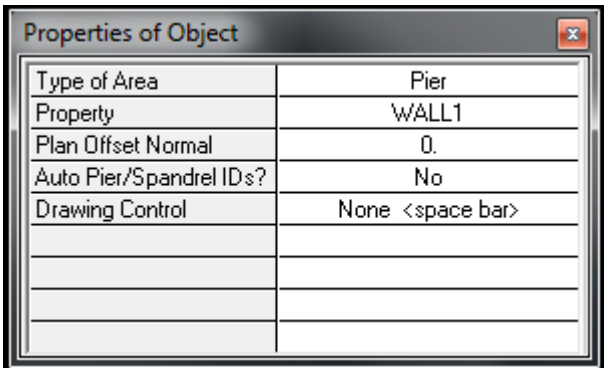
۹-Create Areas At Click (Plan/Elev)

ترسیم سریع پوسته منظم



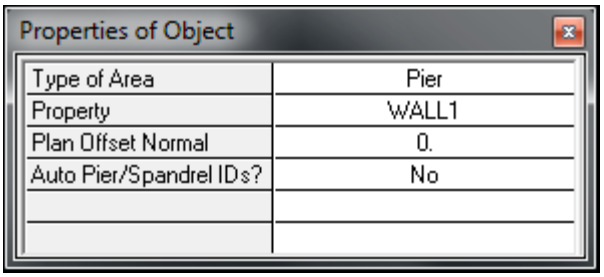
۱۰-Draw Walls (Plan)

ترسیم دیوار برشی



۱۱-Create Walls In Region Or At Clicks (Plan)

ترسیم سریع دیوار برشی



سمت راست برنامه نوارابزارهای انتخاب طبقات می باشند در اختیارمان قرار داده شده اند .

All Stories : انتخاب همه‌ی طبقات

One Story : انتخاب یک طبقه

Similar Story : انتخاب طبقات مشابه. یکی از قابلیت‌های این نرم‌افزار که می‌توان برای ساده‌تر شدن کار از آن استفاده کرد SIMILAR TOمی‌باشد. به‌وسیله آن می‌توان طبقات مشابه را یکی کرد تا هر تغییری در یک طبقه ایجاد کردیم، در طبقات دیگر نیز به‌صورت خودکار ایجاد گردد.

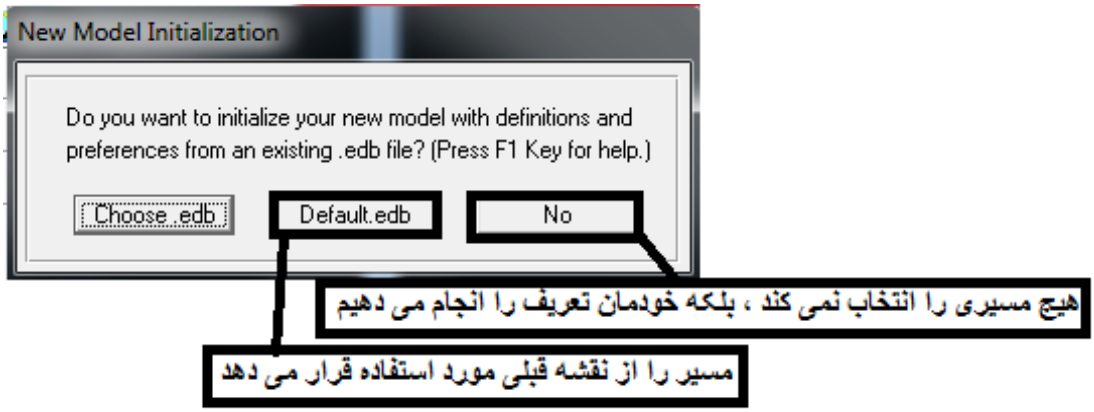
فصل ۱

(FILE)

File - New Model

برنامه را بازکرده و در پایین برنامه واحد موردنظر را تنظیم می‌کنیم . باید توجه شود که این واحد با واحد بارگذاری یکسان باشد و در صورت تناقض باید این دو یکسان گردند.

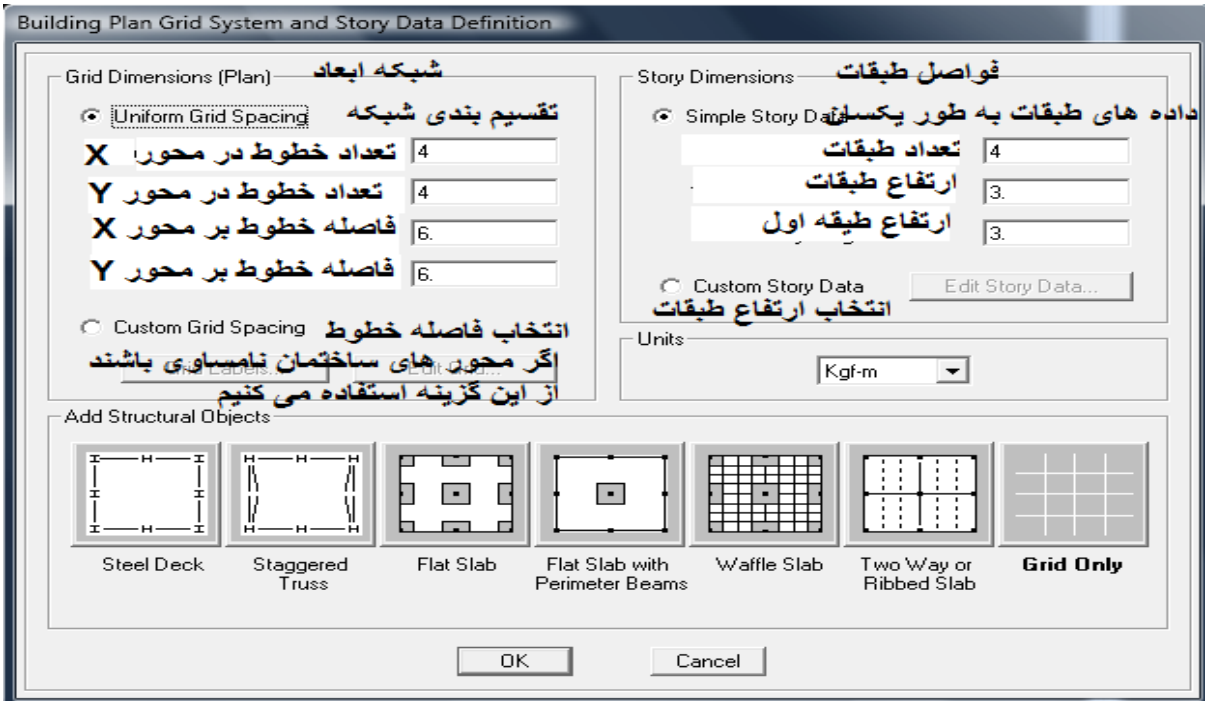
از منوی File دستور New Model را اجرا نموده (Cntrl + N) را زده که پس از اجرای این دستور پنجره شکل زیر ظاهر می‌شود:

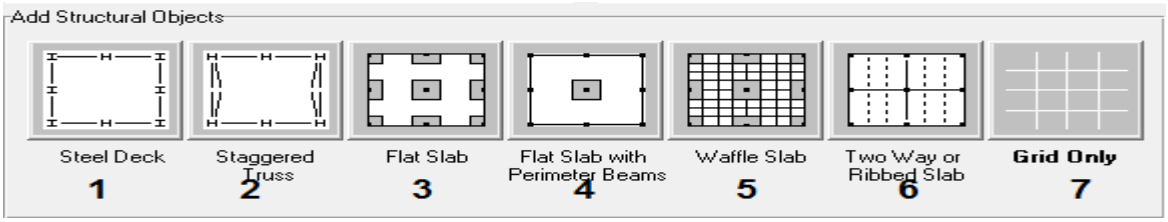


در شکل موردنظر گزینه‌ی No را انتخاب نموده و با پیش‌فرض‌های برنامه مدل سازی را شروع می‌کنیم.

File - New Model - Building Plan Grid System And Story Data Definition

مشخصات ساختمان برای ترسیم





Steel Deck برای تعریف سقف‌های کامپوزیت از این گزینه استفاده می‌شود.

Staggered Truss کمربند خرپایی.این قسمت مربوط به ساختمان‌های مرتفع تحت بار باد میباشد.

Flat Slab دال تخت.دال‌ها مستقیماً روی ستون‌ها قرار می‌گیرند .

Flat Slab with Perimeter Beams دال تخت با تیرهای پیرامونی.در این حالت ستون‌های پیرامونی توسط تیرهایی به هم متصل می‌شوند.

Waffle Slab دال مجوف. دال‌های مجوف نوعی از اجرای دال‌ها هستند نه سیستم خاص.

Two Way or Ribbed Slab برای تعریف دال‌های دوطرفه.

Grid Only این گزینه که حالت پیش‌فرض برنامه نیز روی همین گزینه سوییچ است، مربوط به حالتی است که نمی‌خواهیم از سقف‌های پیش‌فرض برنامه استفاده نماییم و فقط گریدهای پلانی و ارتفاعی را ایجاد می‌نماید.

خطوط راهنما (Gird Lines)

این خطوط برای راهنمایی بر روی صفحه ظاهرشده و کاربردی ندارند .

File - Open

بازبینی مجدد پروژه

File - Save

ذخیره کردن اطلاعات و تغییرات صورت گرفته

File - Save As

ذخیره کردن اطلاعات و تغییرات صورت گرفته به صورت جداگانه

File - Print Graphics

پرینت

با کلیک روی آیکون امکان پرینت گرفتن از پنجره فعال، فراهم می‌شود.پنجره‌ای فعال است که نوار حاشیه آن پررنگ‌تر از پنجره‌های دیگر باشد.

File - Print Tables

اطلاعات پروژه

با کلیک روی این آیکون می‌توان از اطلاعات پروژه به‌صورت یکText File (فایل متنی)پرینت گرفت.این اطلاعات شامل اطلاعات مربوط به مدل سازی، آنالیز و وضعیت طراحی سازه می‌باشند.

با کلیک روی این آیکون صفحه کوچکی کنار آن باز می‌شود که شامل موارد زیر است:

File - Print Tables - Input

اطلاعات مدل سازی

File - Print Tables - Analysis Output

اطلاعات حاصل از تحلیل، شامل نیرو و تنش در اعضا، تغییر مکان‌ها و...

File - Print Tables - Summary Report

خلاصه‌ای از کل اطلاعات مدل سازی و تحلیل (گزینه‌ای بسیار مهم و کاربردی)

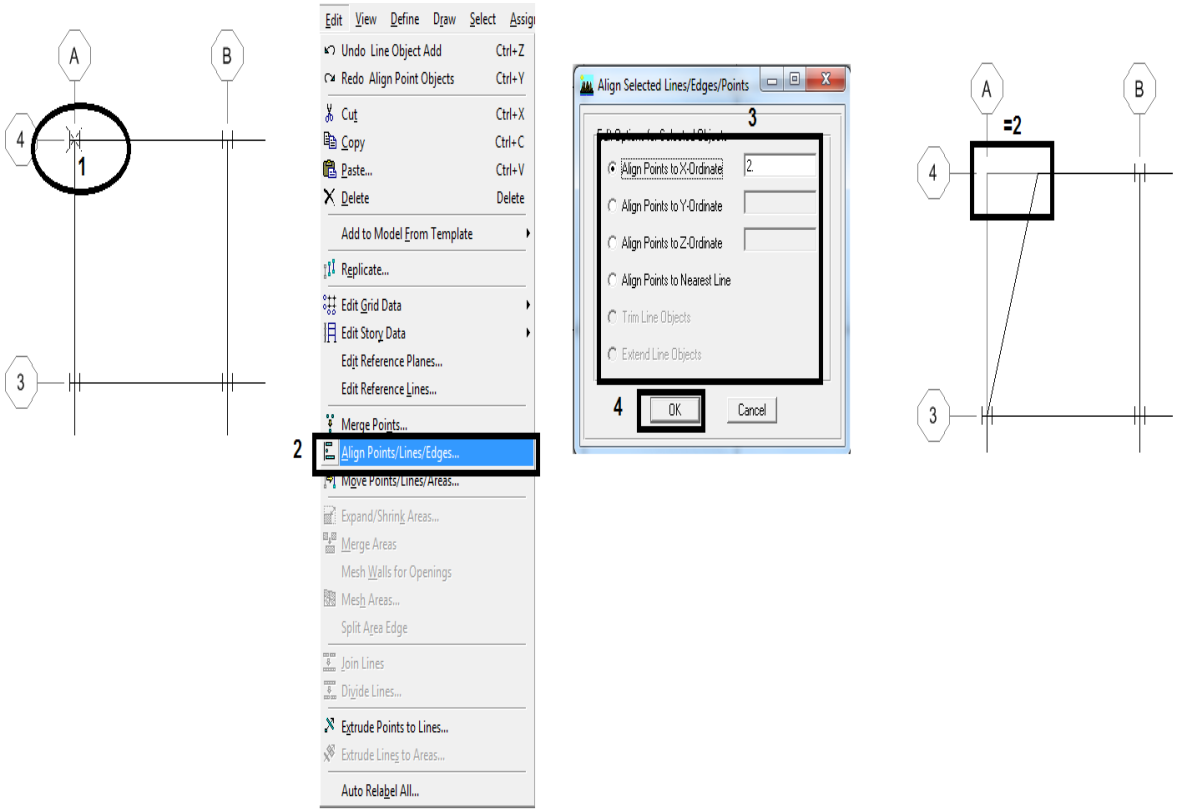
فصل ۲

(EDIT)

Edit - Align Points/Lines/Edges

ترسیم خطوط مورب

برای ترسیم خطوط مورب در برنامه می‌توان از این دستور کمک گرفت. ابتدا روی گره موردنظر کلیک کرده و به دستور می‌رویم . در پنجره بازشده عدد موردنظر وارد می شود . از منوی Edit مراحل زیر را گام‌به‌گام انجام می‌دهیم :

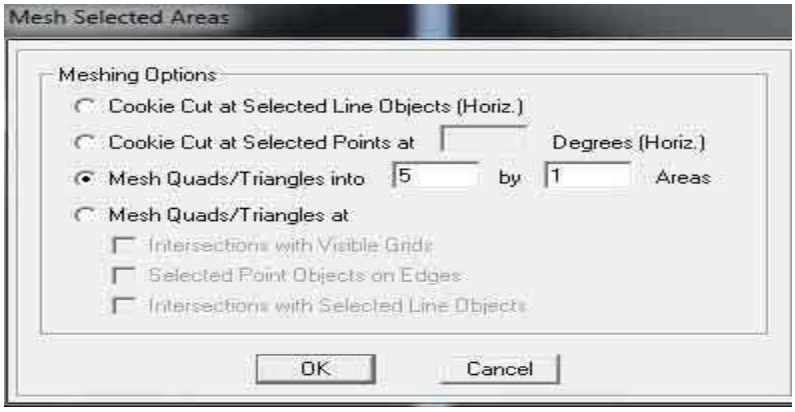


Edit - Mesh/area:

مش بندی دیوار برشی

در صورت وجود دیوار برشی در سازه این المان‌ها باید به نحو مناسبی جهت رسیدن به جواب‌های معقول مش بندی شوند . برای مش بندی اولیه‌ی دیوارهایی که دارای گشایش ناشی از در یا پنجره هستند در محل تقاطع گوشه‌های سوراخ و دیوار به قسمت Mesh Walls For Opening مراجعه می‌کنیم . در مش بندی دیوارهایی که سوراخ نیستند استفاده از گزینه‌ی اول مناسب‌تر است . در این دیوارها بهتر است که مش بندی تنها در جهت عرضی دیوار انجام شود و در راستای ارتفاع دیوار لزومی ندارد . هر چقدر تعداد المان‌ها بیشتر شود دقت محاسبات بیشتر خواهد بود . به‌طور مثال در شکل زیر این مش بندی به‌صورت ۵ قسمت در راستای طولی و یک قیمت در راستای ارتفاع نمایش داده‌شده است . در مورد دیوارهایی که دارای گشایش هستند بعد از یکبار مش بندی از طریق منوی Walls For Opening در صورت لزوم و بزرگ بودن المان‌های به‌دست‌آمده بازهم باید دوباره مش بندی را از طریق منوی اولی یعنی Mess Areas انجام دهیم . باید توجه فرمایید که در نرم‌افزار تنها تغییر شکل‌های برشی دیده می‌شود و از اثرات تغییر شکل‌های خمشی صرف‌نظر می‌شود . اگر نسبت طول به عرض المان دیوار از ۳ بیشتر باشد ، تغییر شکل خمشی غالب خواهد بود و باید تقسیم‌بندی ادامه یابد . برای قسمت‌هایی از دیوار که در بالا و پایین در و پنجره قرار می‌گیرند (اصطلاحاً تیر هم بند یا Spandrel) تقسیم‌بندی در طول قطعه و برای بقیه‌ی قطعات تقسیم‌بندی در ارتفاع باید انجام شود . این تقسیم‌بندی باید به‌گونه‌ای انجام شود که نسبت بعد بزرگ به کوچک المان از سه کوچک‌تر شود .

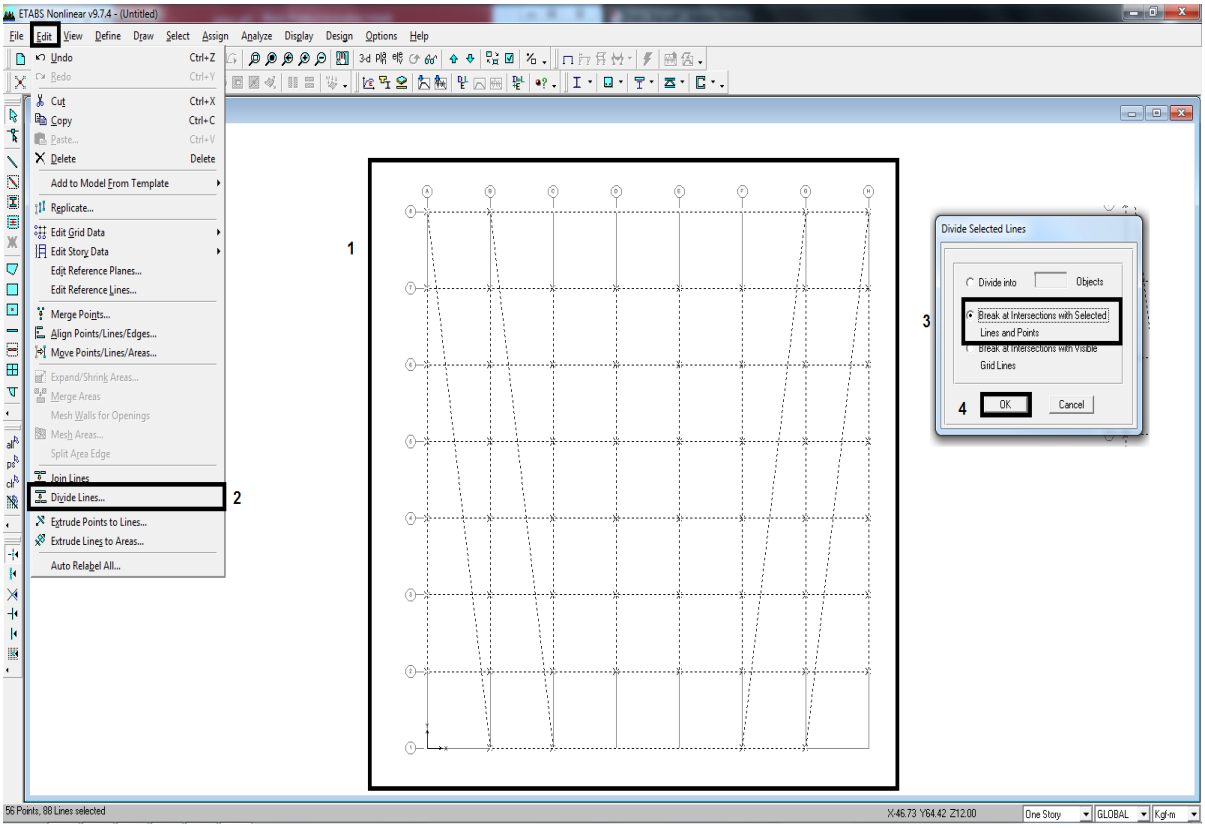
برای مش بندی دیوارها یکسری نقاط در تراز فونداسیون ایجاد می‌شود که این نقاط باید همانند بقیه‌ی نقاط در این تراز با مراجعه به قسمت ... Assign / Joint / Point / Restraint (Supports) مقید شود .



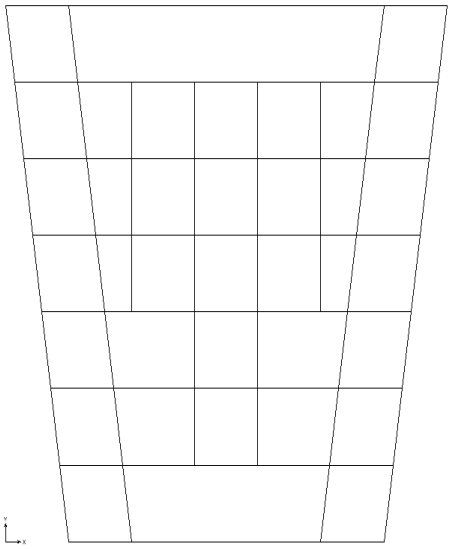
Edit - Divide Lines:

جداسازی تیرهایی که در تقاطع به هم می‌رسند

ابتدا کل تیرها را انتخاب کرده ، سپس به دستور رفته و طبق شکل عمل می‌کنیم :



سپس تیر های اضافه را پاک می کنیم



فصل ۳

(VIEW)

View - Set 3d View

تنظیمات شکل سه‌بعدی

View - Set Building View Limits

تنظیم یک محوره سازه جهت نمایش

View - Measure

اندازه‌گذاری

{ Line: طول خط، Area: محیط و مساحت، Angle: زاویه } . گزینه‌ی موردنظر فقط در پلان فعال می‌باشد.

View - Change Axes Local

تفسیر موقعیت محور مختصات

View - Show Selection Only

نمایش المان‌ها

نمایش المان‌ها یا انتخاب‌شده برحسب بقیه المان‌ها(موضوعات موردنظر را انتخاب می‌کنیم و گزینه موردنظر را فعال می‌کنیم).Show All لغو دستور را انجام می‌دهد.

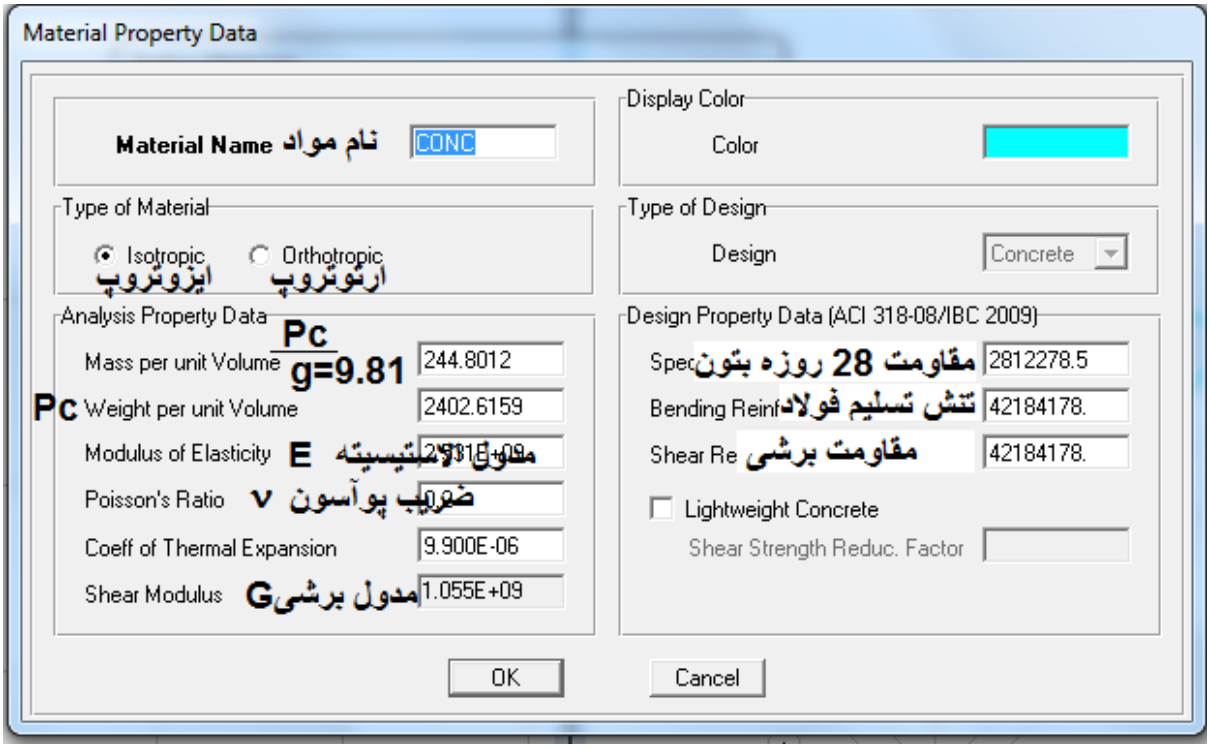
فصل ۴

(DEFINE)

Define - Material Properties

ویژگی (جنس) مصالح

۱-Define - Material Properties -CONC:



پس از ترسیم خطوط راهنما سازه باید مشخصات(ویژگی)سازه را معرفی کنیم مانند: جنس، مقاطع و بارها ، به برنامه معرفی شود :

اگر از یک فایل مشابه برای مدل سازی کمک گرفته‌اید این مشخصات نیازی به تعریف ندارد، اما اگر از یک فایل خالی شروع به مدل سازی کرده‌اید باید این مشخصات را وارد کنید.

در پنجره بازشدهCONC را انتخاب می‌کنیم (چون سازه موردنظر بتونی می‌باشد) بر روی Modify/Show Materialکلیک کرده تا مشخصات مصالح را به برنامه بدهیم.

مقاومت ۲۸ روزه بر اساس آبا و ACI :

آبا	Fc 28 روزه	20	25	30
ACI	Fc 28 روزه	21	24	28

نکته : انتخاب مشخصات مصالح مصرفی به نظر مهندس طراح و کارفرما بستگی دارد . مشخصات تحلیلی برای بیشتر پروژه‌ها یکی هستند ولی مشخصات طراحی به نوع بتن مصرفی (عیار) و نوع فولاد مصرفی (درجات ۱ و ۲ و ۳) بستگی دارد .

تقسیم‌بندی مواد :

۱ – مواد ترد (چدن)

۲ – مواد شکل‌پذیر (فولاد)

۳ – مواد ایزوتروپ (Define >> Material Properties)

مواد هستند که خواص مختلف آن‌ها نظیر مقاومت کششی و فشاری در جهات مختلف باهم یکسان است و در صورت تغییر در زاویه اثر نیرو تغییری در این‌گونه خواص ماده حاصل نخواهد شد (فولاد) .

٤ – مواد ارتوتروپ (Define >> Material Properties)

مواد هستند که خواص مختلف آن‌ها نظیر مقاومت کششی و فشاری در جهات مختلف باهم یکسان نیست . در این زمینه می تاون پارچه را مثال آورد . چون پارچه در راستای طولی خود که به تار موسوم است دارای مقاومت بیشتری نسبت به راستای عرضی خود که پود نام دارد است . این نوع مواد در اثر اعمال نیرو در راستای عرضی خود به‌موازات صفحه ورق‌ها به‌راحتی شکسته می‌شوند اما در راستای دیگر مقاومت خوبی را دارا می‌باشند و به‌راحتی قابل شکست نیستند .

ضریب پوآسون :

وقتی‌که یک جسم در یک راستای خاص (مثلاً x) تحت یک نیرو قرار گیرد این نیرو باعث تغییر شکل جسم در این راستا می‌شود . اما علاوه بر این معمولاً در راستای جانبی نیز این تغییر بعد ایجاد می‌گردد . مقدار نسبت کرنش ایجادشده در راستای جانبی به کرنش ایجادشده در راستای طولی (هم‌راستا با جهت نیرو) ضرب‌در منفی یک ، با ضریبی به نام ضریب پوآسون نمایش داده می‌شود . این مقدار بین ۰٫۵ > V > ۱– می‌باشد . اما عملاً در محدوده‌ی ۰٫۵ > V > ۰ می‌باشد . اگر ضریب پوآسون برای یک ماده برابر صفر باشد مفهوم این است که در اثر اعمال بار در راستای جانبی هیچ کرنشی در ماده ایجاد نمی‌گردد . و اگر این مقدار برابر ۰٫۵ باشد مفهوم این است که در اثر اعمال بار مقدار تغییر حجم ایجادشده ماده در اثر کرنش در راستای محوری با مقدار تغییر حجم در راستای مخالف آن در اثر کرنش‌های جانبی خنثی‌شده و عملاً حجم ماده همیشه در اثر اعمال بار مقدار ثابتی است .

۱–حالتی که ۰٫۵ = ν باشد :

به‌طور مثال وقتی پیش می‌آید که یک ماده در داخل ظرف با جداره‌های صلب قرارگرفته باشد و در این حالت تحت‌فشار قرار می‌گیرد که جداره‌ها جلوی تغییر بعد جانبی آن را خواهد گرفت (ماند مواد تراکم ناپذیر ، آب لاستیک یا اجسام صلب) .

نکته : مواد تراکم ناپذیر با هرگونه بارگذاری حجم ثابت است .

۲– حالتی که ۰ = νباشد :

مانند پنبه .

$$\text{ضریب پوآسون}(\nu) = -\left|\frac{\text{کرنش جانبی}}{\text{کرنش محوری}}\right|$$

مدول برشی :

مدول برشی بستگی به ضریب پوآسون و مدول الاستیسیته دارد .به مثال زیر توجه شود :

$\nu = 0.25$

$E = 200$

$G = \frac{E}{2\,(1+V)} = \frac{200}{2\,(1+0.25)} = 80$

نکته : مدول برشی (G) همیشه از مدول الاستیسیته (یانگ ، ارتجاعی E) کمتر است .

$G = \frac{E}{2\,(1+\nu)}$

با واردکردن مدول الاستیسیته و ضریب پوآسون ایتبس به‌طور اتوماتیک مدول برشی را محاسبه می کند .

۲- Define - Material Properties - Other:

اگر بخواهیم ماده جدیدی به‌غیراز فولاد و بتن تعریف کنیم، می‌توان رویOTHER کلیک کرده و ویژگی‌های موردنظر را وارد نماییم و سپس با فشردن دکمه Add New Material وارد قسمت تعریف مشخصات مصالح شوید. با این عمل پنجره‌ای به شکل زیر باز می‌شود:

اگر گزینه Orthotropic را انتخاب نمایید، می‌بایست برای سه جهت x وy وz مشخصات را وارد نمایید.

Analysis Property Data: در این قسمت آن دسته از مشخصات مصالح را که برای آنالیز مورداستفاده قرار می‌گیرند، وارد می‌نماییم.

این پنجره شامل :

Mass per unit Volume: جرم واحد حجم که همان جرم مخصوص میباشد.

Weight per unit Volume: وزن واحد حجم که همان وزن مخصوص میباشد.

نکته : طبق مبحث ششم مقررات ملی جدول پ ۶-۱-۲ جرم مخصوص بتن‌آرمه ۲۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب و جرم مخصوص فولاد نرمه ۷۸۵۰ کیلوگرم بر متر کعب میباشد.

Modulus of Elasticity: مدول الاستیسیته که برای فولاد E10*۲,۱کیلوگرم بر مترمربع می باشد .

Coeff. Of Thermal Expansion: ضریب انبساط حرارتی. به‌جز برای طراحی مخازن و برخی سوله‌ها، نیازی به استفاده از ضریب انبساط حرارتی نمیباشد. برنامه به‌طور پیش‌فرض تغییر درجه حرارت را صفر در نظر می‌گیرد، لذا نیازی به وارد نمودن این ضریب برای سازه‌های معمول نمیباشد.

Shear Modulus: مدول برشی. برنامه این ضریب را از روی مقادیر ضریب پوآسون و الاستیسیته محاسبه می‌نماید .

Display Color: رنگی که برای ماده موردنظر انتخاب می‌نماییم. با کلیک بر روی قسمت نمایش رنگ، پنجره دیگری باز می‌شود که می‌توان رنگ دلخواه را انتخاب نمود.

Type of Design: این قسمت شامل سه گزینه Steel، Concrete و None میباشد. با انتخاب هریک از گزینه‌های Steel یا Concrete در قسمت Design Property Data گزینه‌های جدیدی ایجاد می‌شوند.

Design Property Data: در این قسمت پارامترهایی را که در فاز طراحی مورداستفاده قرار می‌گیرند به برنامه معرفی می‌نماییم.

ابتدا حالتی را توضیح میدهم که گزینه Steel را در قسمت Design Type انتخاب کرده باشیم. با این عمل گزینه‌های زیر را در قسمت Design Property Data خواهیم داشت:

Minimum Yield Stress,Fy: تنش تسلیم فولاد که برای فولاد ST 37 برابر با ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع میباشد.

Minimum Tensile Strength, Fu: تنش کششی فولاد که برای ST 37 برابر ۳۷۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع میباشد.

Cost per unit Weight: قیمت واحد وزن آهن.کاربرد این گزینه در طراحی سقف‌های کامپوزیت است که می‌تواند بر مبنای کمترین هزینه آن را طراحی نماید که ما با این گزینه کاری نداریم و عدد آن را تغییر نمی‌دهیم.

اگر در قسمت Type of Design گزینه None را انتخاب نماییم، برنامه فقط سازه را تحلیل می کند.

۳-Define - Material Properties - Steel

Minimum Yield Stress,Fy: تنش تسلیم فولاد که برای فولاد ST 37 برابر با ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع میباشد.

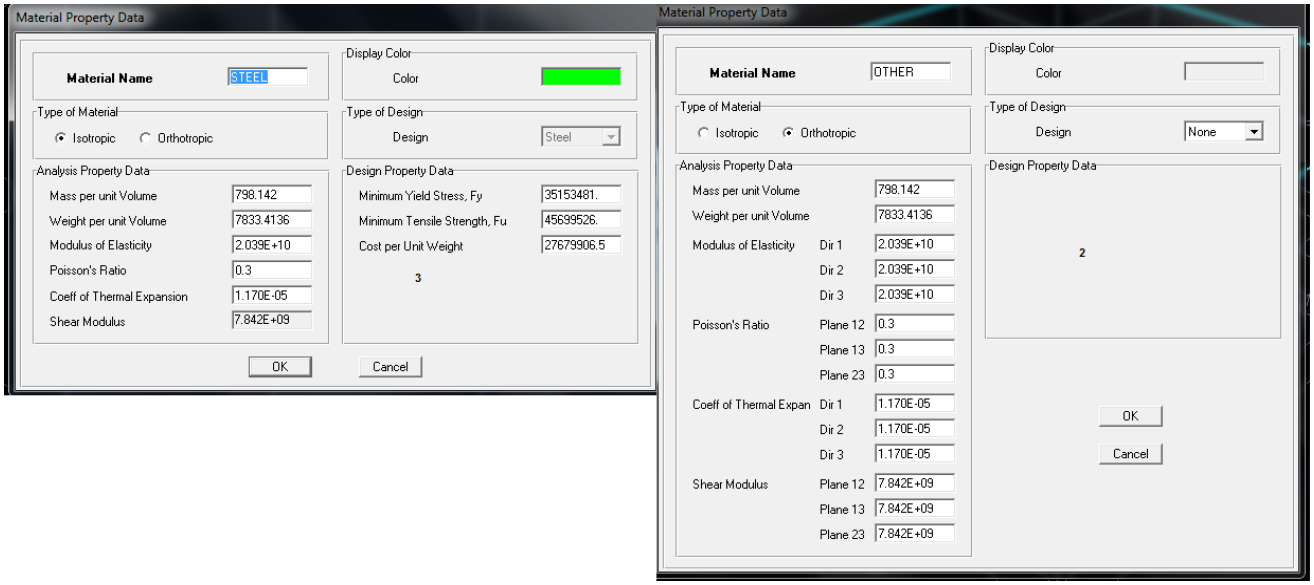
Minimum Tensile Strength, Fu: تنش کششی فولاد که برای ST 37 برابر ۳۷۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع میباشد.

Cost per unit Weight: قیمت واحد وزن آهن.کاربرد این گزینه در طراحی سقف‌های کامپوزیت است که می‌تواند بر مبنای کمترین هزینه آن را طراحی نماید که ما با این گزینه کاری نداریم و عدد آن را تغییر نمی‌دهیم.

نکته : تعریف جرم تنها در تحلیل دینامیکی کاربرد دارد .

نکته : ضریب پوآسون در طراحی دیوار برشی مهم است .

نکته : مشخصات مصالح بتونی برای محاسبه‌ی وزن اسکلت ساختمان و طراحی اعضای بتونی بکار می‌روند .



Define - Frame Sections

تعریف مقاطع

ستون

عضوی که معمولاً تحت اثر بار محوری به‌صورت فشاری قرار دارد .ستون‌های بتن مسلح شامل بتن و میل‌گرد می‌باشند . برای تعیین ابعاد اولیه ستون می توان از فرمول تجربی زیر استفاده کرد :

ابعاد ستون مربع = $\mathbf{200 + 50\ N\ \left(\frac{A}{25}\right)^{\frac{1}{3}} \geq 350\ mm}$

A = سطح بارگیر ستون در یک طبقه بر حسب متر مربع

N = تعداد کف های بالای ستون مورد نظر

ستون مستطیلی:

پس از کلیک بر روی Add Rectangular می‌توانیم یک مقطع جدید بسازیم. با انتخاب Material = CONC و با رفتن به قسمت Reinforcement،گزینه‌یColumn را انتخاب می‌کنیم.

ستون دایره ای بتونی:

پس از کلیک بر روی Add Circle صفحه زیر باز می‌شود و با انتخاب Material = CONC و با رفتن به قسمت Reinforcement، Beam را انتخاب می‌کنیم.

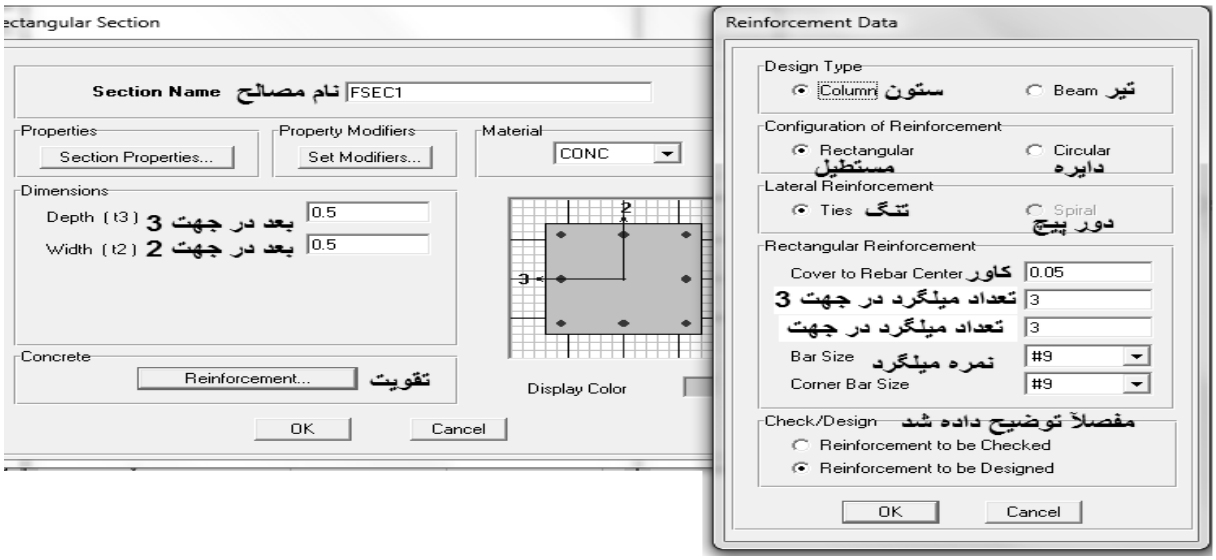
دو گزینه در طراحی ستون بکار می‌رود :

۱ – Reinforcement To Be Checked : با معرفی ابعاد ستون ، آرایش و نمره‌ی آرماتورها نسبت نیرو به ظرفیت مقطع را درخواست می کند که پس از طراحی می‌تواند کفایت مقطع را کنترل کرد .

بعد از تحلیل، نرم‌افزار کنترل می کند که میل گرد تعریف‌شده در مقطع برای مقابله با بارهای وارده در مقطع، کافی بوده یا خیر.

۲ – Reinforcement To Be Design : با معرفی ابعاد ستون برنامه مساحت آرماتور موردنیاز مقطع را محاسبه می کند . لذا در این روش مشخص کردن تعداد و نمره‌ی آرماتور تأثیری در نتایج خروجی (As آرماتور طولی ستون) نخواهد داشت و تنها باید مقدار پوشش را وارد کرد . بدیهی است با داشتن مقدار As اقدام به تعیین تعداد و نمره میلگردها می‌نماییم.

نکته : برخلاف میل‌گردهای طولی ستون ، مقدار آرماتور برشی تیر و سقف و میل‌گردهای طولی تیر را نمی‌توان به نرم‌افزار معرفی کرد .



میل‌گرد طولی و عرضی (تنگ (خاموت) در ستون‌های مربع و مستطیل ، و دور پیچ (اسپیرال) در ستون‌های دایره ای) .

نقش آرماتور در ستون :

طولی :

جهت مقاومت در برابر فشار و کشش بکار می‌روند .

عرضی :

۱ – نگه‌دارنده‌ی آرماتور طولی در محل خود در هنگام بتن‌ریزی

۲ – کم کردن طول آرماتور طولی

۳ – مانع از انبساط جانبی بتن در هسته‌ی مرکز .

مقایسه‌ی ستون‌های دایره ای و مستطیلی :

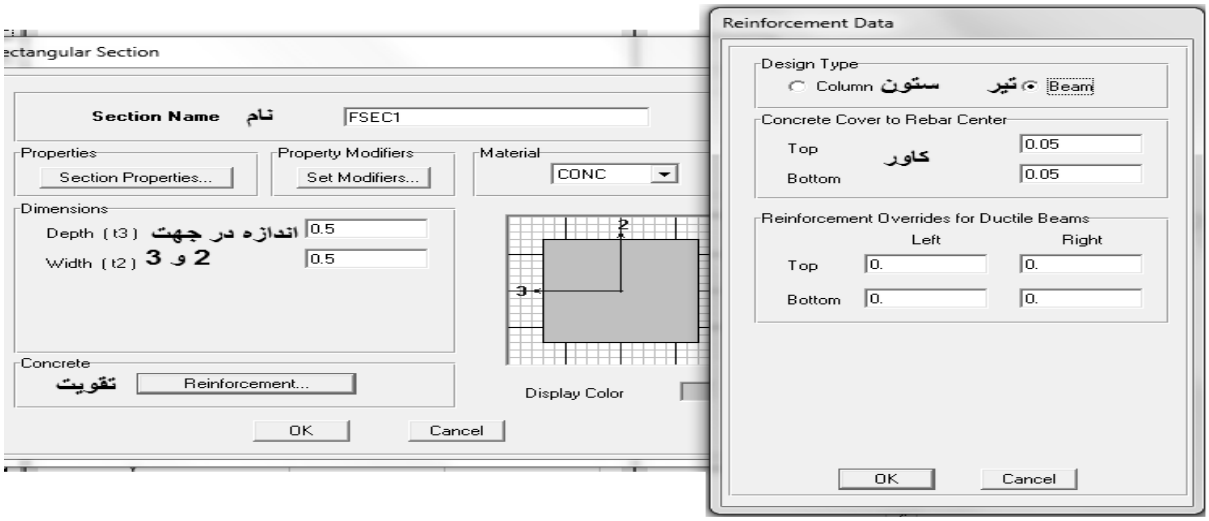
روش طراحی ستون‌های دور پیچ و ستون تنگ دار یکی می‌باشد چون Pr(max) هر دو آن‌ها مساوی می‌باشد . ولی در صورت استفاده از ستون‌های دور پیچ شکل‌پذیری ستون بیشتر شده و در اثر نیروی جانبی زلزله ، نیروی کمتری در ستون ایجاد می‌شود و هم‌چنین در سازه‌های ویژه در مقابل زلزله استفاده از ستون‌های دور پیچ الزامی بوده و مجاز به استفاده از ستون‌های تنگ دار نیستیم . اختلاف اساسی این ستون‌ها از مرحله‌ی شکست به بعد می‌باشد .

رفتار ستون‌های تنگ دار تا قبل از رسیدن به نقطه‌ی تسلیم مشابه ستون‌های دور پیچ است ولی پس از رسیدن به مقاومت نهایی ازهم‌پاشیده شده و قابلیت تحمل تغییر شکل‌های اضافی را ندارند و به‌طور ناگهانی می‌شکنند ولی در ستون‌های دور پیچ پس از رسیدن به مقاومت نهایی ، فقط پوسته‌ی خارجی بتن از هم می‌باشد و خاموت های مارپیچ شروع به عمل دور گیری و محدود کردن بتن شکسته‌ی هسته‌ی مرکزی را نموده و به همین جهت ستون می‌تواند تغییر شکل‌های اساسی بیشتری را تحمل کند .

تیر بتونی:

تیر :

عضوی که بارها را به‌صورت خمش انتقال دهد . برای طراحی تیر بایستی تغییرات لنگر ، نیروی برشی و نیروی محوری در تیر مشخص نماییم . وظیفه‌ی تیر ، انتقال بارها به تکیه‌گاه می‌باشد .



در طراحی تیرها نیاز به معرفی میل‌گرد گذاری نیست و مساحت میل‌گرد طول بالا و پایین مقطع محاسبه خواهد شد . حداقل درصد میل‌گرد ۱ ٪ و حداکثر برابر با ۳ ٪ می‌باشد .

اصلاح وزن هم‌پوشانی تیر ، سقف و سقف‌ها :

پس از کلیک بر روی Add Rectangular صفحه زیر باز می‌شود و با انتخاب Material = CONC و با رفتن به قسمت Reinforcement، Beam را انتخاب می‌کنیم.

در قسمت Set Modifiers دو گزینه‌ی آخر برای اصلاح جرم و وزن می‌باشد :

ضرایب اصلاح جرم و وزن : $\frac{\text{ضخامت}-\text{ارتفاع تیر}}{\text{ارتفاع تیر}} = \boldsymbol{exp} \quad \mathbf{40} - \frac{\mathbf{5}}{\mathbf{40}} = \mathbf{0.875}$

بهتر است این ضرایب در محاسبه‌ی پروژه‌هایی که از نظر کنترل کیفیت اجرای آن‌ها مطمئن هستیم انجام دهیم .

نکته : اگر پس از طراحی ابعاد تیر و ستون پاسخگوی پروژه نباشد ابعاد مقاطع را افزایش خواهیم داد .

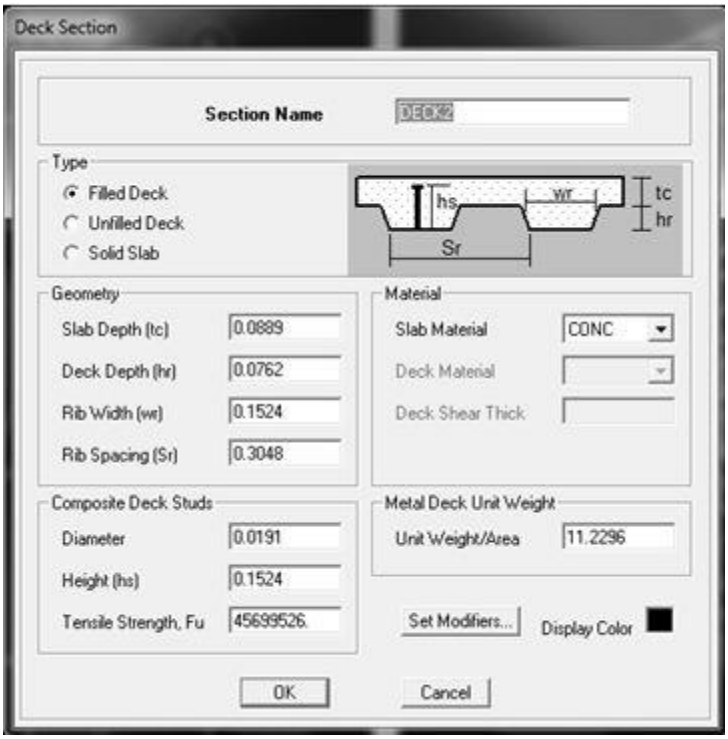
Define -Wall/Slab/Deck Section:

تعریف سقف:

سقف تیرچه‌بلوک:

سقف تیرچه و بلوک جزء دال های یک طرفه به حساب می آید . در این سقف برای کاهش بار مرده از بلوک های توخالی بسیار سبک (مجوف) بتون یا سفالی برای پر کردن سقف استفاده می شود .

نکته : وزن سقفها طبق وزن واحد حجم‌های ارائه شده توسط آیین‌نامه ۵۱۹ و مبحث ششم سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور می‌باشد.



Etabs قادر به طراحی سقف تیرچه‌بلوک نیست. به‌طورکلی اگر بخواهیم سقفی را مدل کنیم که انتقال بار از آن بر روی تیرها به‌صورت یک‌طرفه باشد، از این نوع سقف استفاده می‌کنیم. از سقف‌های با انتقال بار یک‌طرفه می‌توان به سقف تیرچه‌بلوک و کامپوزیت اشاره کرد.

توضیحات پنجره :

Section Name: انتخاب نام دلخواه برای سقف

Type برای تعریف سقف تیرچه‌بلوک عبارت Filled Deck را انتخاب نمایید. شکل شماتیک سقف در جلوی آن نمایش داده می‌شود.

Geometry در این قسمت مشخصات هندسی سقف را وارد می‌نماییم:

Slab Depth tc این قسمت همان‌طور که از شکل شماتیک نیز مشخص است برابر با مقدار بتن روی سقف است که معمولاً در حدود ۵ سانتی‌متر میباشد.

Deck Depth hr این قسمت را برابر با مقدار ارتفاع بلوک‌ها وارد می‌نماییم که معمولاً ۲۵ سانتی‌متر میباشد.

Rib Width wr عرض تیرچه که برابر با ۱۰ سانتی‌متر میباشد.

Rib Spacing Sr برابر است با مجموع عرض بلوک و عرض تیرچه که می‌شود ۱۰ + ۵۰ سانتیمتر یعنی ۶۰ سانتیمتر

Composite Deck Studs در معرفی سقف تیرچه‌بلوک نیازی به تنظیم مشخصات گل‌میخ‌ها در این قسمت نمی‌باشد . این قسمت برای سقف‌های کامپوزیت کاربرد دارد، پس در اینجا که سقف تیرچه‌بلوک تعریف می‌کنیم با این قسمت کاری نداریم.

Slab Material در این قسمت مصالح بتونی را انتخاب نمایید.

Metal Deck Unit Weight در این قسمت عبارت Unit Weight/Area را صفر وارد نمایید. با این عمل وزن عناصر قسمت Composite Deck Studs لحاظ نمی‌شوند.

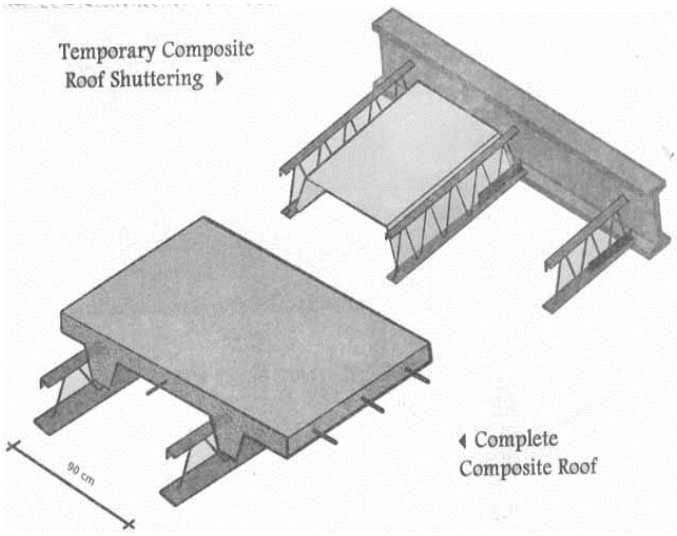
بعد از اتمام مراحل فوق، دکمه OK را زده و از دستور خارج شوید. در این حالت تعریف سقف تیرچه‌بلوک به پایان رسیده است.

نکته : سقفی که در بالا به‌عنوان سقف تیرچه‌بلوک معرفی شد، دارای بار واقعی یک سقف سازه‌ای نیست، این به آن معناست که علاوه بر وزن خود سقف که برنامه از طریق دتایل معرفی‌شده به آن، محاسبه می‌نماید می‌بایست وزن بلوک‌ها در یک مترمربع، نازک‌کاری، سقف کاذب، کف سازی و نیز بار معادل تیغه بندی (در صورت وجود) نیز محاسبه‌شده و بر روی سقف، مدل شوند.

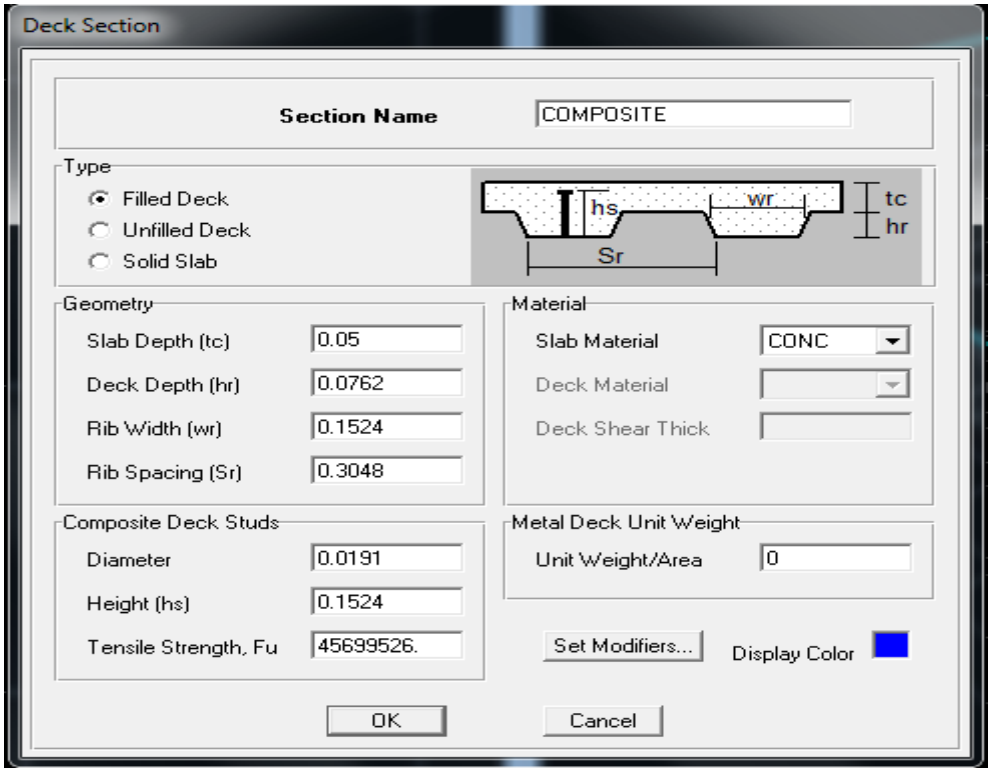
نکته : در این حالت سقف تیرچه‌بلوک را شبیه‌سازی کردیم و Filled Deck ارتباطی با سقف تیرچه‌بلوک ندارد. برای اینکه بتوانیم به نوعی سقف تیرچه‌بلوک را در نرم‌افزار تعریف کنیم از این گزینه استفاده کردیم چون در این حالت، برنامه پارامترهایی را در قسمت Geometry در اختیار ما قرار می‌دهد که تعریف هندسه سقف را ممکن می‌سازد.

سقف کامپوزیت:

سیستمهای معمول کامپوزیت در امریکا عینا" با تیرچه های با جان باز انجام می شود و معمولا" همراه با گذاشتن یک ورق فولادی موج دار به عنوان عرشه و آرماتور بندی روی آن بتن ریخته می شود . در این سیستم قالب ماندگار است و قطعات جان نیز با بتن احاطه نمی شود. در طراحی سیستم قالب کامپوزیت کُرمیت، نظر بر آن بوده که علاوه بر سرعت و تطبیق با آیین نامه ها ، هر چه ممکن اقتصادی تر باشد. سیستمهای کامپوزیت رایج در ایران که با تیر آهن ساده یا لانه زنبوری با تیر ورق استفاده می شوند، دارای جان باز نیستند.



آخرین بررسی ها و دستاورد ها نشان داد که بهتر است جهت تطبیق سیستم با سیستم تیرچه بلوک و استفاده از آرماتور حرارتی یک جهته و حذف آرماتور خمشی در دال فوقانی و در نتیجه صرفه جویی اقتصادی، فاصله لب با لب تیرچه ها حداکثر ۷۵ سانتی متر باشد. مزیت این قالب در آن است که با رعایت دیگر شرایط آیین نامه می توان آرماتور دو جهته را حذف و فقط آرماتور عمود بر تیرچه را منظور نمود.



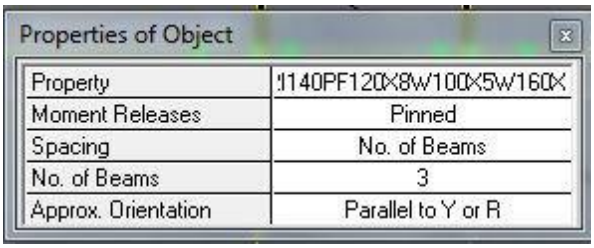
با کلیک بر روی Filed Deck سقف به‌صورت کامپوزیت طراحی می‌شود.

در این حالت نیز بازهم قسمت Add New Deck را انتخاب نمایید، با این عمل وارد صفحه مربوطه می‌شود.

در قسمت Section Name یک نام دلخواه برای مقطع انتخاب نمایید و در قسمت Type نیز، گزینه Filed Deck را انتخاب نمایید.

Slab Depth tc مقدار ضخامت بتن را وارد نمایید.

اولین مرحله در طراحی تیرهای کامپوزیت، مدل کردن تیرهای کامپوزیت می‌باشد. برای ترسیم تیرهای کامپوزیت بر روی گزینه در نوارابزار کناری کلیک می‌کنیم. سپس در پنجره پانل مربوط به تیرهای کامپوزیت در قسمت No. Of Beams بر اساس فاصله بین دهانه‌ها می‌بایست تعداد تیرهای کامپوزیت را قرار دهیم.به‌عنوان پیشنهاد حداکثر فاصله بین کامپوزیت‌ها رابین ۱ تا ۱,۱۰ متر در نظر بگیرید.



چند نکته در مورد جهت تیرهای کامپوزیت:

۱) در سازه‌هایی که در دو طرف قاب ساده + مهاربند باشد:

در این حالت بهترین حالت جهت تیر ریزی شطرنجی است. با این کار سایز اکثراً تیرهای اصلی باهم تقریباً برابر خواهد بود و هم‌چنین باعث می‌شود که سایز تیری به‌صورت غیر اجرایی بالا نرود.

۲) در سازه‌هایی که دارای دو جهت قاب خمشی هستند:

در این حالت هم بهترین حالت شطرنجی است.

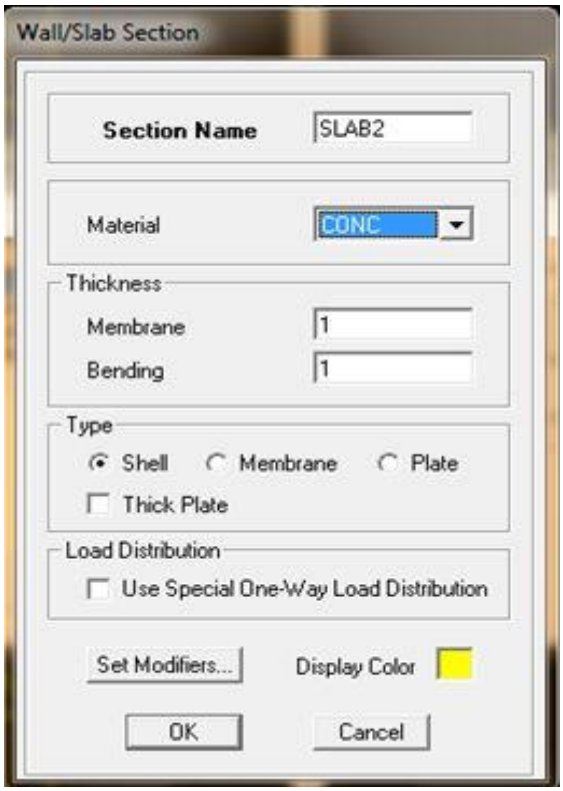
۳) در سازه‌هایی که دارای یک‌جهت قاب ساده + مهاربند و جهت دیگر دارای قاب خمشی هستند:

برای اینکه کنترل Drift برای سازه انجام دهیم بهتر است که جهت تیرها در جهت قاب خمشی قرار گیرد. هم‌چنین برای تغییر جهت تیرها باید در کشوی Approx. Orientation تغییرات را اعمال نمایید.

سقف دال بتونی:

با توجه به قرارداد برنامه Slabانتخاب‌شده باید به‌صورتMember انتخاب شود تا کف به‌صورت دوطرفه عمل کند به دلیل اینکه نتایج توزیع بار دقیق‌تر می‌باشد.

برای ایجاد یک دال بتن‌آرمه در قسمت Define Wall/Slab/Deck section گزینه Add New Slab را انتخاب نمایید. با این عمل پنجره‌ای به شکل زیر باز می‌شود:



موارد موجود در این صفحه عبارت‌اند از:

Section Name نام دلخواه برای دال.

Material جنس مصالح دال که می‌بایست از نوع بتن انتخاب شود.

Thickness این قسمت دارای دو گزینه Membrane و Bending میباشد و دو عبارت یکی هستند . در اصل هر دو ضخامت دال را نشان می‌دهند با این تفاوت که Membrane سختی درون صفحه دال و Shell سختی عمود بر صفحه دال می باشند .

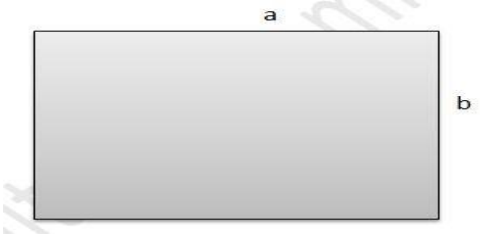
Type دال‌ها می‌بایست از نوع Membrane انتخاب شوند تا بار دال، بر روی تیرهای پیرامونی آن توزیع شود. زیرا در این حالت در حین آنالیز سازه رفتار دال به‌گونه‌ای لحاظ می‌شود که فقط سختی درون صفحه‌ای از خود نشان می‌دهد و این مشابه رفتار دال میباشد.

Thick Plate این گزینه فقط برای حالتی کاربرد دارد که گزینه Plate یا Shell را انتخاب کرده باشیم. با انتخاب این گزینه (تیک زدن این گزینه)تغییر شکل‌های برشی خارج صفحه نیز در محاسبات وارد می‌شوند.

Load Distribution این قسمت دارای گزینه Use Special One-Way Load Distribution میباشد که به معنای توزیع یک‌طرفه بار می باشد. به‌عبارت‌دیگر درصورتی‌که این گزینه را تیک بزنیم، دال تعریف‌شده یک‌طرفه و در غیر این صورت دال دوطرفه خواهد بود.

نکته : برای تعریف دال یک‌طرفه یا دوطرفه به‌جز قسمت Load Distribution ، کلیه تنظیمات یکسان است.

تشخیص رفتار دوطرفه یا یک‌طرفه دال‌ها با توجه به ابعاد چشمه به‌صورت زیر میباشد:



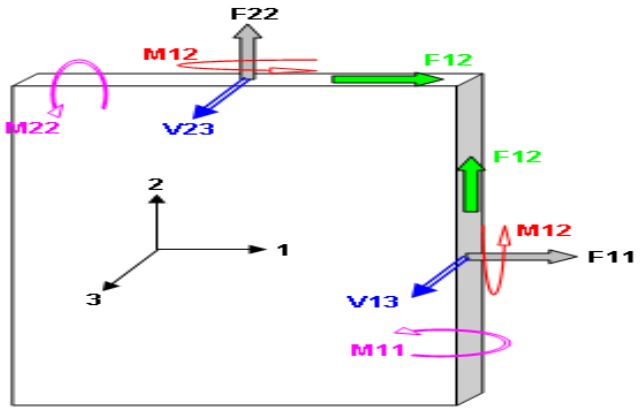
اگر نسبت بعد بزرگ‌تر چشمه (a) به بعد کوچک‌تر چشمه (b) ، بزرگ‌تر از دو باشد، دال یک‌طرفه و اگر این نسبت کوچک‌تر از دو باشد دال دوطرفه لحاظ می‌شود.

نکته : در سقف‌های تیرچه‌بلوک و کامپوزیت که از نوع یک‌طرفه هستند، بار روی تکیه‌گاه‌هایی منتقل می‌شود که تیرچه‌ها یا تیرهای فرعی روی آن قرار دارند. در دال‌های یک‌طرفه بار به تیرهای کوتاه‌تر می‌رسند.

دیوار:

دیوار برشی باید از نوع Add New Wall درست شود که در صفحه بازشده نام را انتخاب می‌کنیم. معمولا نوع دیوار را بتونی می باشد ، برای دیوار برشی تیک Shell را فعال می‌کنند چون دو نوع رفتار را دارا می‌باشد.

شکل زیر به اختصار نمایش محور غشائی و خمشی در دیوار را در قسمت Set Modifiers نمایش می‌دهد:



در این مورد لازم است به نکات زیر توجه شود :

۱ – در مورد دال‌ها ، اگر المان‌ها شکل مستطیلی و یا نزدیک به مستطیلی داشته باشند استفاده از گزینه‌ی Membrane مناسب می باشد که حالت توزیع بار به‌صورت سهم بارگیر بر اساس سطوحی از تقاطع نیمساز زوایایی رئوس هر پانل دال به دست می‌آید. این روش برای پانل‌های با شکل چند ضلعی نامنظم نامناسب خواهد بود و بهتر است در این حالت گزینه‌ی Shell استفاده شود .

این حالت باید مش بندی سقف هم به‌طور مناسبی انجام شود . توجه شود که در حالت استفاده از گزینه‌ی Membrane به‌عنوان ضخامت دال تنها گزینه‌ی Membrane دارای اهمیت است .

۲ – در مورد دیوارهای برشی در اکثر موارد با تقریبی مناسب می‌توان دیوار را دارای عملکرد Membrane فرض کرد و از سختی خارج ازصفحه آن صرف‌نظرکرد . به دلیل مش بندی در ارتفاع و امکان گزارش Warning در خروجی نرم‌افزار هنگام آنالیز در صورت عدم مدل سازی دیوار حائل و دیوارهایی که دارای سوراخ هستند به صورت Shell معرفی می شوند .

Define - Link Properties

مدل کردن سازه‌های ویژه

برای مدل کردن سازه‌های ویژه مانند محل اتصال ستون به بیس پلیت استفاده می‌کنیم. انواع آن مانند: HOOK، DAMPER، GAP و ...

Define - Frame Nonlinear Hinge Properties

تبدیل مفاصل

در این دستور مفاصل غیرخطی را به عناصر غیرخطی که دارای نوع مقطع قاب باشند می‌توان اختصاص داد.

Define - Groups

گروه‌بندی المان‌ها

در این دستور می‌توان المان‌های سازه را گروه‌بندی کرد. با استفاده از این دستور می‌توان یک گروه جدید تعریف و یا تغییر و یا آن را حذف کرد.

Select - By Groups

Assign - Group names

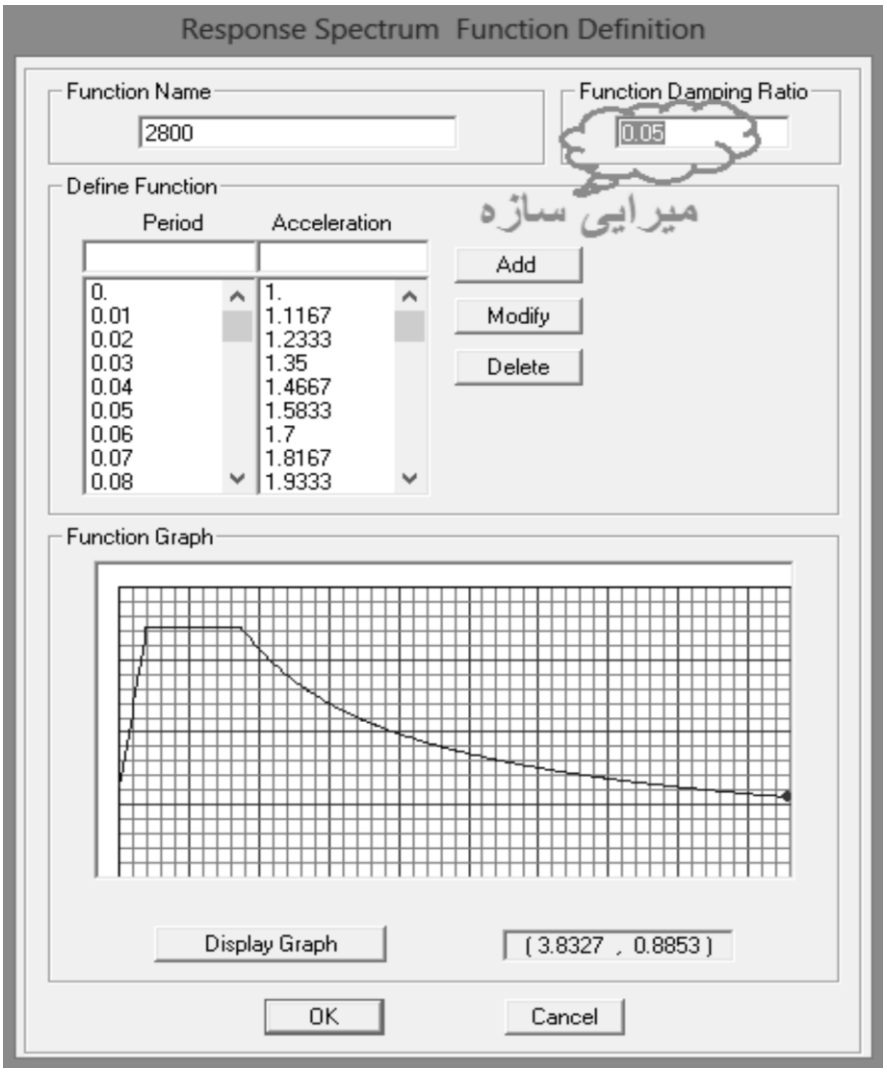
Define - Section Cuts

تعریف مقاطع برش خورده

اگر بخواهیم نیروی وارد شده تحت بارهای جانبی به قاب را مشاهده کنیم با رفتن به قاب موردنظر و کشیدن خط بر روی آن از جهتی به جهت دیگر ، پنجره‌ای بازخواهد شد که نیروهای وارد بر قاب را نمایش می‌دهد .

Define - Response Spectrum Functions

تحلیل طیفی

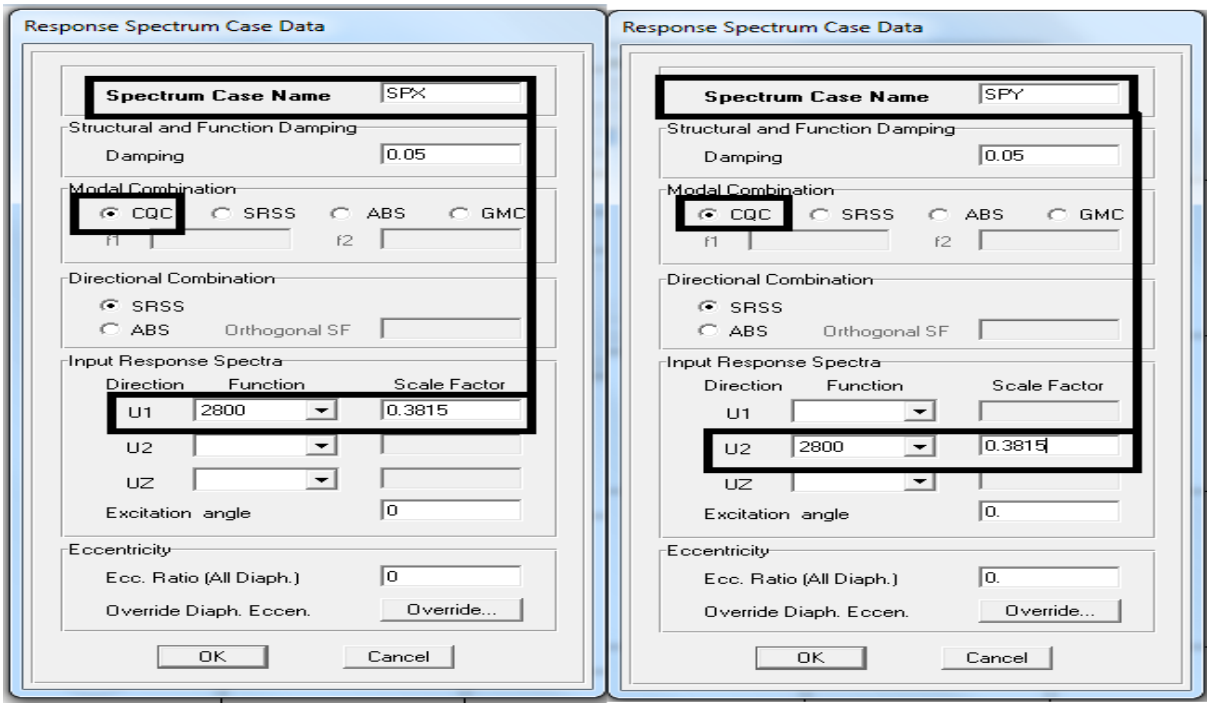


معمولاً در تحلیل دینامیکی طیف ، برش پایه‌ی دینامیکی از برش استاتیکی کمتر می‌شود . بنا به آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ استفاده از برش پایه‌ی دینامیکی کمتر از برش پایه‌ی استاتیکی غیرمجاز است . برای تحلیل طیفی با توجه به‌شتاب مبنای طرح (A) ، نوع زمین محل قرارگیری سازه ، ضریب اهمیت سازه (I) ، رفتار سازه (R) را با اکسل طبق محاسبات دقیق اعداد را استخراج‌کنیم (www.iransaze.com).

Define - Response Spectrum Cases

معرفی بار طیفی (طیف طرح استاندارد)

اگر در پروژه از تحلیل دینامیکی استفاده گردد ، دو حالت بار (SPX و SPY) را برای تحلیل معرفی می‌کنیم .



مقدار Scale Factor از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$\frac{AI}{R}g$$

سه شرط در تحلیل طیفی باید در تعیین مدها دخالت داده شود :

۱ – استفاده از حداقل ۳ مد

Analysis - Set Analysis Option - Set Dynamic …

۲ – تا زمان تناوب ۰,۴ ثانیه برای آخرین مد در نظر گرفته‌شده

Display - Show Tables - Modal Information - Select Cases/Combo = EQX / EQY / ENX / ENY - Modal Participating Mass Ratios > Period < 0.4 Sec

۳ – تا ضریب جذب جرم ۹۰ ٪

Display - Show Tables - Modal Information - Select Cases/Combo = EQX /EQY/ENX/ENY)- Modal Participating Mass - Ratios> SumUX/SumUY/SumRZ)

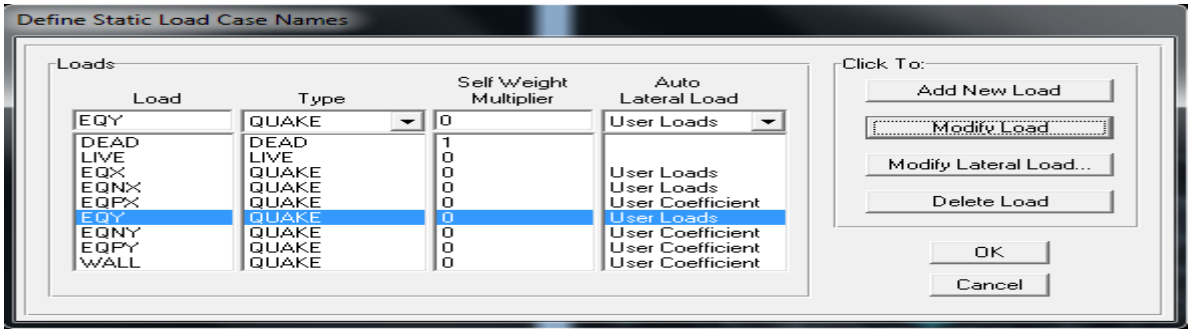
نکته : ضریب جذب جرم در آخرین مد باید از ۹۰ ٪ بیشتر باشد و اگر ضریب کمتر شود تعداد مدها را افزایش داده و دوباره آنالیز را انجام می‌دهیم .

Define - Time history cases

تحلیل دینامیکی به روش تاریخچه زمانی (آیین‌نامه ۲۸۰۰ ، صفحه‌ی ٤٤ ویرایش ٤)

Define - Static Load Case

تحلیل دسته بارها جهت تحلیل استاتیکی در طراحی سازه‌ها :



در پنجره بازشده نام حالت‌های بارگذاری ظاهر می‌شود که دارای ۴ قسمت می‌باشد:

۱-Load

نام حالت‌های بارگذاری

بارهای وارد بر ساختمان جز یکی از سه گروه زیر خواهند بود :

الف) بارهای مرده که عبارت‌اند از وزن اجزای دائمی ساختمان‌ها مانند : تیر ، ستون ، کف ، دیوار ، بام‌ها ، راه‌پله و تیغه ها . وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می‌شوند .

ب) بارهای زنده عبارت‌اند از بارهای غیردائمی که در حین استفاده و بهره‌برداری از ساختمان به آن وارد می‌شوند . این بارها شامل بار برف ، باد یا زلزله نمی‌شوند . بارهای زنده با توجه به نوع کاربری ساختمان و یا هر بخش از آن ، و مقداری که احتمال دارد در طول عمر ساختمان به آن وارد گردد ، تعریف می‌شوند .

ج) بارهای محیطی ناشی از عوامل طبیعی مانند : برف ، باد ، زلزله و ...

با توجه به شرایط و بارهای موجود در سازه ، حالات بار را برای نرم‌افزار تعریف می‌کنیم . طبق بندهای فوق تمامی بارهای موجود در ساختمان جزء یکی از بارهای مرده ، زنده ، یا بارهای محیطی خواهند بود .

حالات بارهای موردنیاز برای ساختمان‌ها به‌طورمعمول به شرح زیر است :

۱) حالات بار استاتیکی مرده (Dead):

این نوع بار از نوع Dead می‌باشد .عمده بارهای مرده موجود در ساختمان‌ها مربوط به کف‌ها ، بار اتاق پله ، دیوارهای پیرامونی و پارتیشن ها خواهد بود . بخش‌های دیگری هم هستند که می‌توانند جزء این دسته از بارها باشند . مثل وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت از قبیل لوله‌های شبکه آب و فاضلاب ، آسانسور ، تجهیزات برقی ، گرمایشی و تهویه‌ای که باید به نحو مناسب برآورد و در

محاسبه بار مرده منظور گردد . چنانچه احتمال اضافه شدن این نوع تجهیزات نیز در آینده وجود داشته باشد وزن آن‌ها باید در نظر گرفته شود . ضوابط کلی مربوط به بارهای مرده در مبحث ششم آمده است .

با واردکردن مقدار ۱ در جعبه Self-Weight Multiplier در پنجره موردنظر وزن تیرها ، ستون‌ها ، سقف ، مهاربندها ، دیوار برشی ، دال‌ها و کلیه اجزای سازه در نظر گرفته می‌شود . درصورتی‌که سازه دارای سیستم سقف کامپوزیت نباشد تمامی بارهای مرده موجود در سازه با تعریف این نوع حالت بار پوشش داده می‌شود . اما در صورت وجود سیستم سقف کامپوزیت در سازه باید دو نوع بار مرده برای نرم‌افزار تعریف کنیم . یک حالت بار استاتیکی برای بارهای در زمان ساخت که شامل اسکلت فولادی ، دال بتونی و در صورت وجود وزن قالب‌بندی سقف می‌باشد . نوع دیگر حالت بار استاتیکی که مربوط به بارهای بعد از گیرش بتن می‌باشد شامل تمامی بارهای اضافه‌شده بعد از گیرش بتن می‌باشد . ازجمله بارکف سازی ، پارتیشن و ....

۲) حالات بار استاتیکی(Sd):

این نوع بار از نوع Super Dead می‌باشد که برای سیستم سقف کامپوزیت و حالت بار استاتیکی مربوط به بارهای بعد از گیرش بتن می‌باشند .

۳) حالات بار استاتیکی زنده (Live):

این نوع بار از نوع Live می‌باشد تمامی بارهای زنده موجود در سازه به‌غیراز بارهایی که مطابق بند ۶-۳-۸ قابل کاهش هستند از این نوع بار تعریف می‌شوند . بار زنده به بارهایی اطلاق می‌شود که مقدار و یا نقطه اثر آن در طول زمان تغییر کند . بارهای مربوط به وزن اشخاص ، وزن اثاثیه و مبلمان و .... جزء این نوع بار هستند .

٤) حالات بار استاتیکی کاهش بارهای زنده(Rl):

این حالت بار از نوع Reducible Live می‌باشد . تمامی المان‌هایی که مطابق بند ۶ – ۳ – ۸ مشمول کاهش سرباز می‌شوند از این نوع حالت بار استفاده می‌کنیم .

٥) حالات بار استاتیکی (EX/EY و ...):

Quake این نوع حالت بار برای در نظر گرفتن نیروی جانبی زلزله در سازه می‌باشد .در نرم‌افزارهای Etabs و Sap 2000 نحوه محاسبه جرم مؤثر سازه در قسمت Mass Source تعریف می‌گردد. این وزن در ضریب زلزله معرفی‌شده به نرم‌افزار ضرب شده و نیروی زلزله محاسبه می‌شود .

٦) حالات بار مجازی :

National درصورتی‌که برای طراحی سازه فولادی از روش حالت حدی و از آیین‌نامه فولاد آمریکا AISC360 – 05 / IBC 2006 استفاده کنیم ، مطابق بند ۱۰-۲-۷-۱-۵ مبحث دهم باید باری مجازی جهت در نظر گرفتن خطاهای اجرایی تعریف کنیم. این خطاها اجرایی شامل اشکالی ازجمله خطای ساخت و مونتاژ ستون‌های سازه می‌شوند که با برون مرکزیت به وجود آمده لنگری اضافه را به سازه تحمیل می‌کنند .

۷) حالات بار استاتیکی(Wall / Mass):

Wall این حالت بار از نوع Other تعریف می‌گردد. طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ برای محاسبه‌ی وزن هر طبقه ، وزن نصف دیوار طبقه به‌اضافه نصف دیوار از طبقه پایین در نظر گرفته می‌شود . در طبقاتی که طبقات جاری و طبقه تحتانی دارای ارتفاع مشابهی نباشند ، بین بار دیوار جانبی طبقه و وزنی که از محاسبه مجموع نصف دیوار طبقه و نصف دیوار طبقه زیرین به دست می‌آید اختلاف وجود دارد که این اختلاف به‌عنوان حالات بار معادل‌سازی جرم و بار در نظر گرفته می‌شود . این حالات بار برای بار پارتیشن و کف‌ها هم در نظر گرفته می‌شود .

نکته : حالات بار Wall در هیچ‌کدام از ترکیب بارهای طراحی سازه شرکت نمی‌کند . تنها برای معرفی نحوه‌ی محاسبه‌ی جرم طبقات مطابق آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ به نرم‌افزار معرفی می‌گردد .

۲- Type

نوع حالت بارگذاری

((جدول بارهای وارده برسازه و نوع آن‌ها))

نام حالت‌های بارگذاری (LOAD)	نام حالت‌های بارگذاری (Load)	نوع حالت بارگذاری (TYPE)
بار مرده (وزن سازه: تیر، ستون، بادبند، دال، دیوار)	Dead	Dead
بار زنده	Live	Live
بار زنده کاهش یافته (۱)	RL	Reduce live
بار زنده معادل تیغه ها	LQ	LQ
بار اصلاح جرم طبقات_(بار اضافی برای دیوارهای طبقه بام)	Mass(wall)	Other
بار زلزله در جهات (بدون برون مرکزیت اتفاقی)	EY/EX	Quake
بار زلزله در جهت قایم (بدون برون مرکزیت اتفاقی)	EZ	Quake
بار زلزله در جهات با برون مرکزیت اتفاقی مثبت (۰,۰۵)	EPY/EPX	Quake
بار زلزله در جهات با برون مرکزیت اتفاقی منفی (۰,۰۵)	ENX/ ENY	Quake
بار مرده اضافی.این بار تنها در سازه‌های با سقف کامپوزیت تعریف می‌شود	SD	Supper dead
باد در جهت مثبتX	WYP/WXP	WXP
باد در جهت منفیX.	WYN/WXN	WXN
بار حرارتی	Temp	Temp
فشار خاک (پارامترهای موردنیاز را با توجه به نوع خاک به دست می‌آوریم)	H	H

۱ - در این حالت می‌توان ضریب کاهش سربار را اعمال کرد: Reduce Live

۳- Self-Weight Multiplier

با استفاده از این بخش می‌توانیم درصدی از بار وزن اعضا را به حالت بارگذاری خاصی اختصاص داد. تعیین مقدار (۱) برای این پارامتر می کند که همه‌ی بار وزن به حالت بار استاتیکی جاری اختصاص می‌یابد. معمولاً در حالت عادی ضریب بار اعضا در یک حالت بارگذاری برابر (۱) و در بقیه حالت (۰) تنظیم می‌گردد.

۴-Auto Lateral Load

وقتی‌که نوع بار جانبی باشد انتخاب می شود ، در جعبه‌ی کشویی نام آیین‌نامه مناسب برای تولید خودکار بار استاتیکی مزبور توسط برنامه انتخاب کنید.

جهت اعمال نیروی زلزله دو روش وجود دارد:

اعمال نیروی زلزله با توجه به T در ساختمان در جهت X یا Y خواسته‌شده انتخاب می‌شود .

۱ – اگر $T < 0.7$ باشد User Coefficients انتخاب می‌کنیم .

۲ – اگر $T > 0.7$ باشد User Load انتخاب می‌کنیم .

حالت دوم زمانی اتفاق می‌افتد که همه‌ی نیروها ، هم اثر پیچش تصادفی و هم اثر پیچش واقعی را در بر گرفته باشند .

زمانی از User Load استفاده می‌شود :

۱ – قاعده ۳۰–۱۰۰ بر ساختمان بخورد .

۲ – اثر پیچش واقعی یا نامنظمی در پلان باشد .

۳ – اثر Ft (نیروی شلاقی) را باید حساب کنیم .

به‌عنوان‌مثال :

در قسمت Load نام بار را وارد می‌کنیم (Ex) .

از قسمت Type نوع حالت بار را انتخاب می‌کنیم (Quake) .

در قسمت Set Weight Multiplier مقدار پیش‌فرض را صفر قرار می‌دهیم .

در قسمت Auto Lateral Load گزینه‌ی User Coefficient یا User Load را انتخاب کنید انتخاب این گزینه تنها در صورت عدم وجود نیروی شلاقی در سازه می‌باشد .(User Coefficient). درصورتی‌که در محاسبه ضریب زلزله با توجه به آیین‌نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران تناوب اصلی نوسان سازه بزرگ‌تر از ۰,۷ ثانیه باشد باید نیروی شلاقی در تراز طبقه آخر به سازه اعمال شود . در این صورت باید به نحوی نیروی شلاقی برسازه اعمال کنید .(User Load) ازجمله اینکه بر اساس برش پایه به‌دست‌آمده از نرم‌افزار مقدار نیروی شلاقی را با توجه به آیین‌نامه ۲۸۰۰ محاسبه کنید و این نیرو به مرکز برش تراز آخر وارد کنید و یا می‌توان با معادل‌سازی آیین‌نامه Ubc 94 و آیین‌نامه ۲۸۰۰ زلزله در مواردی خاص نیروی شلاقی را به‌طور خودکار به سازه اعمال نمود.

در تنظیمات زلزله در پنجره‌ی Modify در قسمت Direction And Eccentricity جهت اعمال نیروی زلزله را انتخاب می‌کنیم . طبق بند ۶ – ۷ – ۲ – ۵ – ۱۰ – ۴ مبحث ششم در ساختمان‌های بیشتر از ۵ طبقه در صد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی باشد . محاسبه ساختمان در برابر لنگر پیچشی الزامی می‌باشد . برای در نظر گرفتن لنگر پیچشی ، دو حالت بار برای جهت عرضی و دو حالت بار برای جهت طولی معرفی کنیم .

Define - Response Spectrum Cases

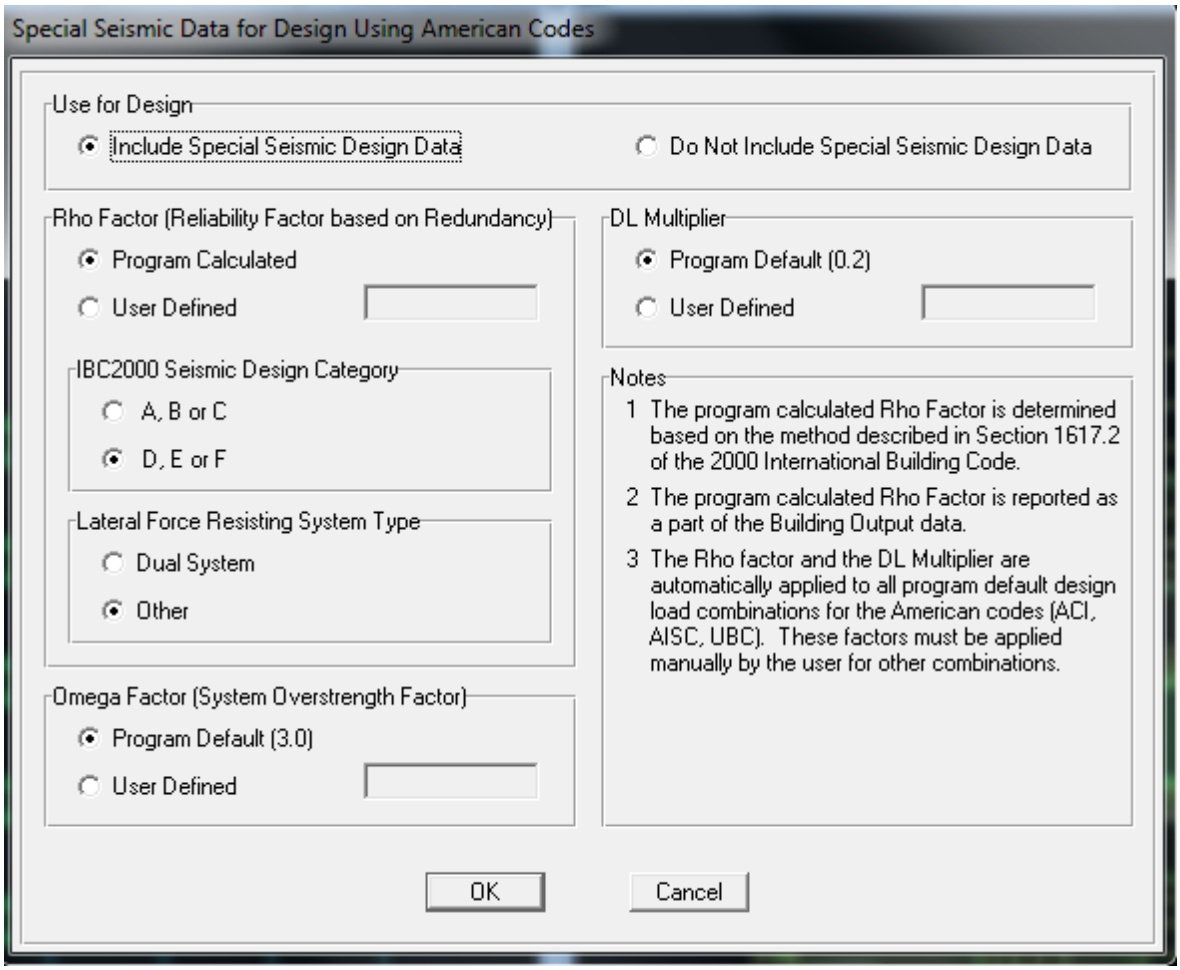
حالات بار دینامیکی طیف پاسخ (دینامیکی)

Define - Load Combinations

ترکیبات بارگذاری:

Define - Special Seismic Load

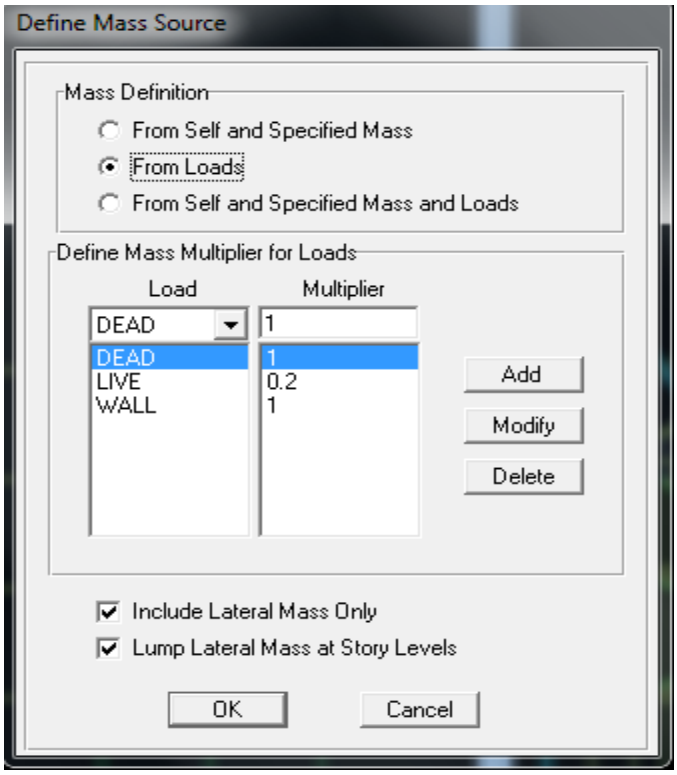
سیستم طرح لرزه‌ای زلزله



در قسمت Define/Special Seismic Load Effects و در پنجره بازشده گزینه‌ی.....Do Not Include را انتخاب می‌کنیم(چون احتیاج به این ضرایب به ترکیب بارها اعمال شود).این صفحه زمانی روشن می‌شود که ساختمان فلزی و بارگذاری و طراحی بر اساس آیین‌نامه آمریکا باشد. ظاهراً با تغییر آیین‌نامه اتفاقی رخ نمی‌دهد ولی با رفتن به Define/Load Combinations فقط ترکیب بارها را می‌بینیم.

Define - Mass Source

محاسبه خودکار جرم سازه:



جهت توزیع نیروی زلزله در طبقات به وزن هر طبقه نیاز داریم . مطابق آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ جرم ساختمان‌های مسکونی از ترکیب بار 1DL+0.2LL به دست می‌آید (ضرایب بار زنده بر اساس مبحث ششم به دست می‌آید) .

پس از باز کردن پنجره سه روش موجود می‌باشد (برای محاسبه وزن سازه سه روش وجود دارد):

From Self And Specifies Mass

در این روش کاربر می‌بایست وزن سازه را با دست محاسبه کرده (وزن هر طبقه) و آن را در مرکز جرم قرار دهد. سپس با فعال کردن این گزینه به نرم‌افزار اعلام کند که وزن سازه را از مرکز جرم و همچنین از المان‌ها بخواهد. برای واردکردن مرکز جرم (شکل را انتخاب می‌کنیم) ابتدا نقطه‌ای را در مرکز جرم سازه قرار می‌دهیم و سپس توسط گزینه‌ی Assign > Joint/Point Additional Point Mass >جرم سازه را اعلام می‌کنیم.

From Load

(بهترین روش)در صورت انتخاب این گزینه پنجره فعال می‌شود در این حالت باید ترکیب باری که برابر جرم سازه می‌باشد را ایجاد نمود (توجه شود که ضرایب بار زنده با توجه به کاربری سازه وارد می‌شود . مسکونی ۲۰٪ و تجاری ۶۰ ٪ و ...) .

From Self And Specified Mass Loads

ترکیب دو حالت فوق می‌باشد.

۱ – Include Lateral Mass Only : تنها درجه آزادی جرمی انتقالی در جهت x و Y و دوران حول محور z فعال خواهد شد و از نقش یاسر درجات آزادی صرف‌نظر خواهد شد (مانند حرکت دینامیکی قایم) . مطابق بند ۲-۱-۴ آیین‌نامه ۲۸۰۰ ساختمان باید در دو امتداد عمود بر هم در برابر نیروهای جانبی محاسبه شود . در صورت وجود دیافراگم صلب و با فرض حرکت جانبی ، تنها درجات آزادی انتقالی در جهت‌های Y و X و دوران حول محور Z فعال خواهد شد . درجات آزادی انتقالی درجات x و y ، برش و درجات آزادی دورانی حول محور Z پیچش ایجاد می کند .

این آیتم در هنگام تحلیل ارتعاشی ، برنامه فقط جرم‌های انتقالی هر کف را فعال می کند . بدین مفهوم که هر گره سه جرم برای راستای UX و UY و RZ خواهد داشت . علامت زدن یا نزدن گزینه‌ی موردنظر فقط در تحلیل مودال سازه تأثیر دارد و در تحلیل استاتیکی بی‌تأثیر است (این گزینه برای تحلیل دینامیکی کاربرد دارد) .

۲ – Lump Lateral Mass At Story Levels : با فعال کردن این گزینه جرم طبقه در محل مرکز جرم متمرکز خواهد شد و نیروی زلزله به آن نقطه اعمال می‌گردد . این گزینه برای سقف‌های صلب مناسب است .

فصل ۵

(Assign)

برای کار در این نوار منو ، ابتدا عضو موردنظر انتخاب گردد تا منو فعال شود .

مشخصات عناصر نقطه‌ای (گره‌ها)

۱-Assign-Joint/Point

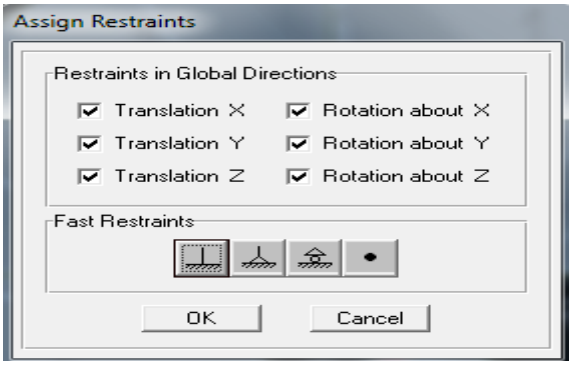
Assign- Joint/Point- Diaphragms

مرکز جرم نقاط :

به علت اینکه در سازه‌ها وجود سقف موجب ایجاد یک دیافراگم صلب در حلقه می کند می‌بایست این دیافراگم را در هر طبقه مدل کنیم. جهت انجام این کار ابتدا تمام گره‌های(کف‌ها) سازه را انتخاب کرده ، سپس این گزینه را انتخاب می‌کنیم. با انتخاب گزینه بالا گره‌ها توسط مدل‌های فرضی اصلی بنام Master Jointدوخته‌شده است که نشان می‌دهد سیستم موجود به یک دیافراگم صلب شده است .

Assign - Joint/Point- Restraints (Supports)

گیردار کردن(مقید)تکیه‌گاه :



توسط این گزینه می‌توان تکیه‌گاهی سازه را تعریف کرد. با توجه به اینکه هر گره در فضا دارای ۶ درجه آزادی (۳ درجه انتقال (T) و۳ درجه چرخش (R)) (T_X،T_Y، T_Z، R_X، R_Y، R_Z) است .

نکته : این گزینه فقط برای BASE یعنی محل اتصال ستون به زمین مورداستفاده قرار می‌دهیم .

نکته : اتصال ستون به زمین به‌صورت گیردار کامل (سازه بتونی) و در سازه‌های فولادی به‌صورت مفصل تعریف می‌شود (اقتصادی‌تر بودن) .

در مورد نوع اتصال ستون‌ها به پی بحث‌های مختلفی وجود دارد اما به نظر می‌رسد اتصال ستون به پی معمولاً به‌صورت گیردار می‌باشد .

Assign-Joint/Point - Point Spring

قرار دادن فنر در گره ها

با استفاده از این گزینه می‌توان در گره‌های انتخاب‌شده فنر قرارداد.

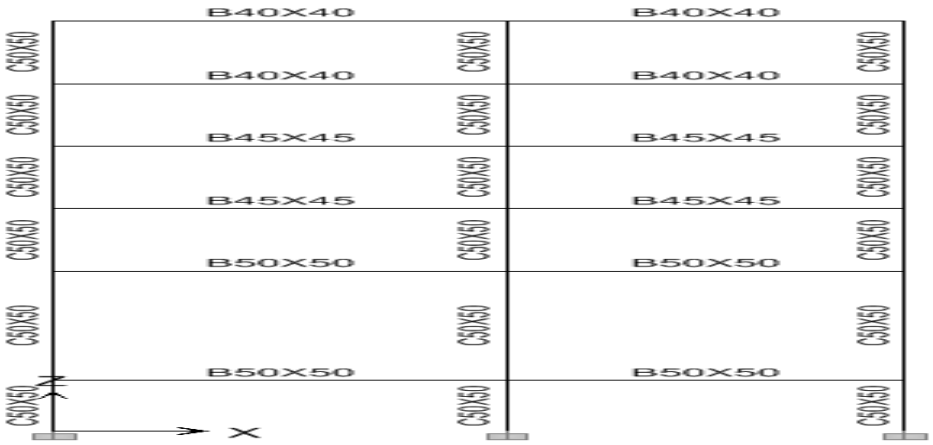
نکته : معمولاً دستوری که در این منو زیاد بکار می‌رود Restraints می‌باشد .

مشخصات عناصر خطی (ستون و تیر ها)

۲-Frame/Line:

Frame/Line - Frame Section:

تغییر(تخصیص)دادن مقطع :



با استفاده از این زیر منو می‌توان پس از اجرای دستور فوق در جعبه گفتگوی ظاهرشده در ناحیه‌یProperties یکی از تعریف‌شده را انتخاب کرد و با کلیک بر روی Ok مقطع انتخاب‌شده را به عناصر خطی اختصاص داد .

برای تغییر موقعیت قرارگیری اعضا نسبت به آکس آن‌ها در قسمت موردنظر گزینه‌یInsertion Point را انتخاب می‌کنیم .

Frame/Line - Frame Releases/Partial Fixity:

آزادسازی لنگر و پیچش دو انتهای تیرهای فرعی (تعیین مفصل در انتهای عضو) :

درصورتی‌که اتصال برخی از اعضا به‌صورت مفصل باشد باید دو انتهای عضو را تعریف نمود . با اجرای این دستور می‌توان هرکدام از سه درجه آزادی انتقالی و سه درجه آزادی دورانی در هر یک از دو انتهای عناصر خطی (تیرها) را آزاد نمود . (مانند تیرهای رابط کنسول ، تیرهای پاگرد پله و ...) . علت آزاد کردن لنگر چنین تیری کم کردن مقدار برش می‌باشد در غیر این صورت ممکن است پیغام $\frac{O}{S}$ نمایش داده شود که حکایت از تنش زیاد یا ضعیف بودن مقطع در تیرهایی است که تیر داخلی (همانند پاگرد) به آن‌ها واردشده است . در اسکلت بتونی نیز به‌طورمعمول اتصال تیرهایی که روی تیر دیگری قرار دارند و از سمت دیگر نیز ادامه نیافته‌اند را مفصلی می‌کنیم (تیر کنسول) .

BEAM : $\mathbf{M_{22}}$, $\mathbf{M_{33}}$ آزاد شود .

COLUMN : هیچ‌گونه آزادسازی انجام نشود .

BRACE : $\mathbf{M_{22}}$, $\mathbf{M_{33}}$. $\mathbf{T}$ آزاد شود .

نکته: نرم‌افزار به‌صورت خودکار آزادسازی بادبندها را انجام می‌دهد .

نکته مهم : برای تیر کنسول (بالکن) آزادسازی فقط در محل اتصال تیر به ستون (END) انجام شود .

Frame/Line - Moment Frame Beam Type:

تعیین نوع اتصال در قاب خمشی

Frame/Line - End (Length) Offset:

اصلاح اتصال انتهایی اعضا :

یکی از نکات مهم ، معرفی نواحی گیرداری است . این مسئله به‌این‌علت است که طول واقعی اعضا یا همان طول آزاد اعضا نسبت به طول محور تا محور اندکی کمتر است و این مسئله بر روی آنالیز و طراحی تأثیرگذار است .

منوی موردنظر دارای دو دستور می‌باشد که روش پیش‌فرض استفاده از روش اتوماتیک (Automatic From Connectivity) است . این روش فقط برای تیرهای متصل به ستون و ستون‌ها قابل‌استفاده است . برای بادبندها و اتصال تیرها به تیرها نتیجه‌ای در بر نخواهد داشت .در تیرها در هر یک از دو انتها به‌اندازه نصف بعد ستون در راستای تیر از طول عضو کاسته می‌شود و برای ستون‌ها نیز در انتهای آن‌ها به‌اندازه‌ی ارتفاع بلندترین تیر متصل به آن‌ها ناحیه‌ی گیرداری لحاظ می‌شود . این گزینه برای بادبند و تیرهای فولادی که جزئی از قاب خمشی هستند مجاز نیستند . برای این‌ها می‌توان از گزینه‌ی دوم (Define Lengths) استفاده کرد . در این حالت خود کاربر باید با قضاوت مهندسی طول تیرهای را به نرم‌افزار معرفی کند در قسمت Rigid Zone Factor هم باید عددی به‌عنوان میزان گیرداری این ناحیه معرفی شود . این عدد ۰,۵ توصیه می‌شود . بر اساس منوال نرم‌افزار این عدد فقط در محاسبات مربوط به تغییر شکل خمشی و برشی عضو تأثیر دارد و در محاسبات تنش و تغییر شکل‌های محوری و پیچشی تأثیری ندارد . با تعریف عدد ۰,۵ از کل طولی که به‌عنوان ناحیه‌ی گیردار در نظر گرفته می‌شود و از کل طول تیر در محاسبات سختی برشی و خمشی عضو در محاسبات تغییر شکل کاسته می‌شود . عدد ۱ به معنی گیرداری کامل و عدد ۰ به معنی عدم گیرداری است . این گزینه فقط برای حالتی قابل‌استفاده است که گزینه‌ی Define Lengths تیک زده شود و برای حالت محاسبه اتوماتیک کاربردی ندارد

Frame/Line - Frame Output Station:

تغییر تعداد نقاط طراحی و خروجی :

توسط این گزینه می‌توان تعداد Section هایی که نرم‌افزار بر روی یک فریم ، جهت اعلام خروجی در طول المان قاب را تعریف کرد. جهت تعیین مقطع دو راه وجود دارد:

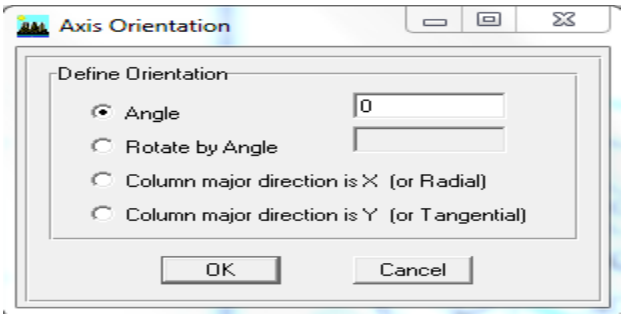
در گزینه‌یMIN طول خالص عضو به قطعات مساوی خواسته‌شده تقسیم می‌گردد سپس موقعیت محل اعمال بارهای متمرکز در صورت عدم انطباق با موقعیت‌های قبلی به نقاط قبلی اضافه می‌گردد(حداقل ۳).

در گزینه‌یMAX ابتدا محل اعمال بارهای متمرکز را به‌عنوان نقاط خروجی در نظر گرفته و سپس فاصله‌ی بین این موقعیت‌ها به‌گونه‌ای تقسیم می‌شود که فاصله‌ی بین موقعیت ارائه خروجی از حداکثر فاصله بیشتر نشود.

نکته: در صورت عدم تعریف این بخش نرم‌افزار حداکثر فواصل را ۰,۵ و حداقل مقاطع خروجی را ۳ در نظر می‌گیرد.

Frame/Line - Local Axes:

دوران ستون :



پس از ترسیم ستون‌ها می‌توانیم با استفاده از این دستور زاویه ستون را تغییر دهیم.

نکته: سعی شود جان ستون در راستای تیر حمّال باشد.

گزینه‌های موجود در این قسمت:

Angle چرخش نسبت به محور اولیه آن (ستون)

Rotate By Angle چرخش نسبت به موقعیت موجود

Column Major Direction Is X محور محلی ۲ در راستای محور X، فقط برای ستون‌ها

Column Major Direction Is Y محور محلی ۲ در راستای محور Y، فقط برای ستون‌ها

Frame/Line - Frame Property Modifiers:

ضرایب ترک‌خوردگی :

توسط این گزینه می‌توان ویژگی‌های هندسی یک مقطع را مانند مساحت، ممان اینرسی و ... تغییر داد. در سازه‌های بتونی تحلیل بر اساس مقطع ترک‌خورده انجام می‌شود.

نکته: قبل از انتخاب گزینه بالا ابتدا باید تیر یا ستون‌ها از منوی SELECT انتخاب شود.

ضرایب ترک‌خوردگی در تیر و ستون به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

الف) تیرها:

۱ – مهار نشده : ۰,۳۵ ۲ – مهارشده : ۰,۵

ب) ستون‌های متصل به دیوار:

۱ – مهار نشده : ۰,۷ ۲ – مهارشده : ۱

نکته : اگر سازه موردنظر در جهت Y دیوار برشی دارد یعنی اینکه سازه در محور Y مهارشده و در محور X مهار نشده است . پس باید برای تیرهایی که در جهت Y هستند ضریب ۰,۵ و برای تیرهایی که در جهت X هستند ضریب ۰,۳۵ را اعمال کنیم .

Frame/Line - Pier Label:

نام‌گذاری دیوارها :

اگر در پروژه قصد خروجی از دیوارها را داشته باشیم حتماً باید دیوارها را شماره یا نام‌گذاری کنیم . دیوارهایی که دو طرف المان قاب (ستون) داشته باشند می‌توان ستون‌ها را بخشی از مجموعه دیوار معرفی کرد . برنامه نیروهای دیوار و ستون را باهم جمع کرده و نیروی مجموع دیوارها را به دست می‌آورد .

Frame/Line - Line Springs:

قرار دادن فنر :

توسط این گزینه می‌توان در زیر المان انتخاب‌شده فنر قرارداد. Etabs فنر مشخص‌شده توسط یک عنصر خطی را در محل گره‌های ایجادشده در مدل تحلیلی که روی این عنصر خطی قرار می‌گیرند به فنرهای گرهی تبدیل می‌کند.

Frame/Line - Additional Line Mass:

تعریف کردن جرم یک المان :

توسط این گزینه می‌توان جرم یک المان خطی را در واحد طول برای نرم‌افزار تعریف کرد.

نکته: اگر در Define > Mass Source گزینه‌ی From Load را انتخاب کرده باشیم نیازی به این گزینه نیست.

Frame/Line - Automatic Frame Subdivide:

تقسیم المان :

نرم‌افزار به‌طور خودکار المان‌ها را تقسیم می‌کند

Frame/Line - Use Line For Floor Meshing:

در این بخش می‌توان در صورت نیاز عناصر سطحی را در محل تقاطع با عناصر خطی تقسیم‌بندی کرد.

مشخصات عناصر سطحی (سقف ، دیوار برشی ، رامپ)

۳-Assign-Shell/Area:

پس از انتخاب صفحه موردنظر این گزینه فعال می‌شود.

Assign-Shell/Area - Wall/Slab/Deck Section:

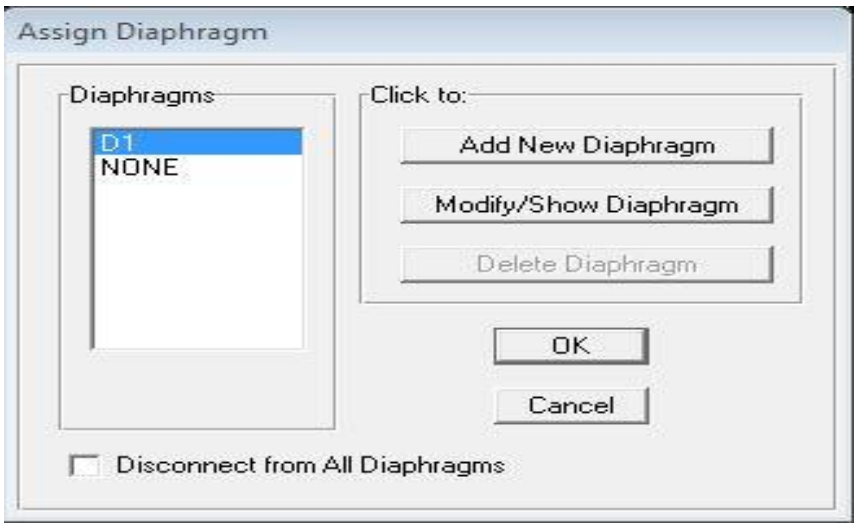
تخصیص پوسته‌ها

Assign-Shell/Area - Opening:

ایجاد بازشو :

ابتدا قسمت سقف موردنظر را انتخاب کرده و با استفاده از این گزینه در سقف بازشو ایجاد می‌کنیم.

Assign-Shell/Area – Diaphragm



دیافراگم‌ها که معمولاً کف‌های سازه‌ای تحمل‌کننده بارهای ثقلی در ساختمان‌ها هستند ، در هنگام وقوع زلزله وظیفه‌ی انتقال نیروهای ایجادشده در کف‌ها را به عناصر قایم باربر جانبی بر عهده‌دارند . این دیافراگم‌ها باید در برابر تغییر شکل‌های افقی که در آن‌ها ایجاد می‌شود ، مقاومت و ستی کافی را دارا باشند .

نکته : در تحلیل سازه ساختمان اثر صلیب دیافراگم‌ها باید به‌طور مناسب در نظر گرفته شود . به‌طورکلی دیافراگم‌ها به ۳ دسته نرم ، نیمه صلب و صلب تقسیم می‌شوند .

نکته : وقتی دیافراگم نیمه صلب (Semi Rigid) انتخاب می‌شود که بازشو(Opening) زیاد باشد .

نکته : اگر در پروژه دیوار برشی وجود دارد از منوی Assign > Sell Area استفاده می‌کنیم ، بکار بردن دکمه‌ی All مجاز نمی‌باشد .

انواع دیافراگم :

۱ – دیافراگم صلب :

دیافراگم‌هایی که حداکثر تغییر شکل افقی ایجادشده در آن‌ها تحت تأثیر نیروی جانبی زلزله کمتر از نصف تغییر مکان نسبی متوسط طبقه باشد ، دیافراگم صلب تلقی می‌شود . دیافراگم‌های از نوع دال بتونی یا ورق‌های فلزی همراه با بتون‌آرمه رویه دارای نسبت دهانه به عرض ۳ یا کمتر که دارای هیچ‌یک از نامنظمی‌های مندرج دربند (۱–۷–۱ ، صفحه‌ی ۶ آیین‌نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴) نباشد ، ممکن است در است در این دسته قرار گیرند .

$$\frac{\Delta\, diagh}{\Delta\, story} \leq 0.5$$

۲–دیافراگم نیمه صلب یا انعطاف‌پذیر :

دیافراگم دارای تغییر مکان‌های محسوس بوده و نیروهای جانبی به نسبت سطح بارگیر اعضای باربر جانبی توزیع خواهد شد اگر نسبت فوق بیشتر از ۲ باشد نیازی به‌منظور نمودن پیچش تصادفی نیست .

$$\frac{\Delta\, diagh}{\Delta\, story} > 0.5$$

۳–دیافراگم نرم :

در دیافراگم‌هایی که حداکثر تغییر شکل افقی ایجادشده در آن‌ها تحت اثر نیروی جانبی زلزله ، بند (۳–۳–۶ ، صفحه‌ی ۳۸ آیین‌نامه ۲۸۰ ویرایش ۴) ، بیش از دو برابر تغییر مکان نسبی متوسط طبقه باشد ، دیافراگم نرم تلقی می‌شود . دیافراگم‌های از نوع چوبی یا ورق‌های فلزی تقویت نشده بدون پوشش بتون در سازه‌های دارای سیستم جانبی با دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده ممکن است در این دسته قرار گیرند . در سازه‌های دیافراگم نرم نیازی به در نظر گرفتن اثر لنگرهای پیچشی در ساختمان بر طبق بندهای (۳–۳–۷– ۲ و ۳–۳–۷–۳، صفحه‌ی ۳۹ و ۴۰ آیین‌نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴) نبوده و توزیع نیروی برشی زلزله بین اجزای قایم مقاوم در برابر زلزله بر اساس موقعیت و جرم سهمیه این اجزا انجام می‌شود .

نکته : درصورتی‌که دیافراگم‌های ساخته‌شده از بتن مسلح درجا ، ورق‌های موجدار و یا قطعات پیش‌ساخته با داشتن حداقل بتن مسلح رویه ۵ سانتیمتر می‌تواند طبق آیین‌نامه زلزله صلب باشد .

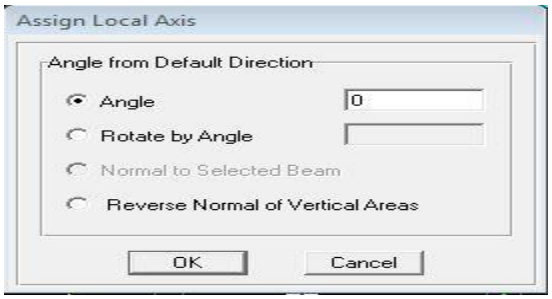
نکته : در سازه ضخامت سقف به‌تنهایی شرایط صلبیت را تعیین نمی‌کند بلکه سیستم‌های باربر جانبی هم در این مورد دخیل هستند (سختی زیاد طبقه)

نکته : در قاب‌های خمشی عموماً سقف صلب است ولی در قاب مهاربندی‌شده نظیر دیوار برشی و یا بادبند به دلیل سختی زیاد این اعضا ممکن است سقف انعطاف‌پذیر باشد . باید بررسی شود.

نکته : در سازه‌های بلندمرتبه استفاده از سیستم دیافراگم صلب اکیداً توصیه می‌شود زیرا در این صورت استفاده از دیافراگم‌های انعطاف‌پذیر در این قبیل ساختمان‌ها امکان ارتعاش غیر همزمان قسمت‌های مختلف دیافراگم در هر طبقه وجود دارد.

Assign-Shell/Area - Local Axes:

دوران سقف (سطح)



Assign-Shell/Area - Shell Stiffness Modifiers:

سختی دیوار برشی:

طبق آبا درصورتی‌که دیوار برشی مدل شود می‌بایست سختی آن بر اساس مقطع ترک‌خورده مدل شود. ابتدا دیوارهای برشی را انتخاب نموده و به مسیر موردنظر رفته که در این حالت F11 F22 F12 M11 M22 M12 = 0.35 قرار می‌دهیم.

مقدار سختی بر اساس آئین‌نامه بایستی از جدول زیر انتخاب گردد:

	سختی
مقاطع ترک‌خورده	۰,۳۵
مقاطع ترک نخورده	۰,۷

اگر در سازه موردنظر دیوار برشی داشته باشیم یعنی سازه مهار جانبی شده و از مقادیر سازه با مهار جانبی استفاده می‌شود؛اما طریقه واردکردن به این صورت است که یک‌بار ستون‌ها را انتخاب کرده و به منوی موردنظر می‌رویم و مقادیر (۱) را وارد می‌کنیم و یک‌بار ستون‌ها را انتخاب کرده و مقادیر (۰,۵) را وارد می‌کنیم. اگر سازه فاقد مهار جانبی باشد باید ضرایب آن را وارد کنیم.

Assign-Shell/Area - Pier Label:

تعریف Pier و Spandrel برای دیوار برشی و المان‌های خطی متصل به آن‌ها :

جهت نام‌گذاری دیوار برشی از این گزینه استفاده می‌شود. برای اختصاص ابتدا باید دیوار را انتخاب کرده، به قسمت موجود رفته و به آن‌یک شماره دهیم.

این بخش مربوط به سازه‌های دارای دیوار برشی است و شامل بقیه سازه‌ها نمی‌شود . المان‌های سطحی دیوار برشی و ستون‌های متصل به آن‌ها و هم‌چنین تیرهای متصل به دیوار برشی (در صورت وجود) باید به‌صورت Pire و Spandrel نام‌گذاری شوند . البته در هنگام ترسیم آن‌ها امکان نام‌گذاری خودکار آن‌ها وجود دارد .

اختصاص Pier برای المان‌های سطحی دیوار از طریق منوی Assign /Shell/Area/Pier Label و اختصاص آن برای عناصر خطی (ستون‌های متصل به دیوار برشی) از منوی Assign/Frame Line/Pier Label امکان‌پذیر است .

نکات قابل‌ذکر در این زمینه :

این اسم‌گذاری به آنالیز ارتباطی نداشته و فقط برای مشاهده‌ی نتایج طراحی نرم‌افزار ، عدم نام‌گذاری تمام یا بخشی از سیستم دیوار برشی باعث عدم طراحی آن قسمت‌ها توسط نرم‌افزار می‌شود .

در واقع Spandrel برای اجزایی است که عملکرد تیری در آن‌ها قالب است و Pier برای اجزایی می‌باشد که عملکرد ستونی در آن‌ها قالب است .

Assign-Shell/Area - Spandrel Label:

اسپاندرال :

جهت اختصاص یک شماره به تیر هم بند (اسپاندرال) که ترکیبی از عناصر سطحی (پوسته) و عناصر خطی (قاب) تشکیل می‌شود جهت گرفتن خروجی نیروهای تیر هم بند از این دستور استفاده می‌شود.

Assign-Shell/Area - Area Springs:

ایجاد فنر در پوسته :

اختصاص فنرهای سطحی به عناصر سطحی (فونداسیون).

Assign-Shell/Area - Additional Area Mass:

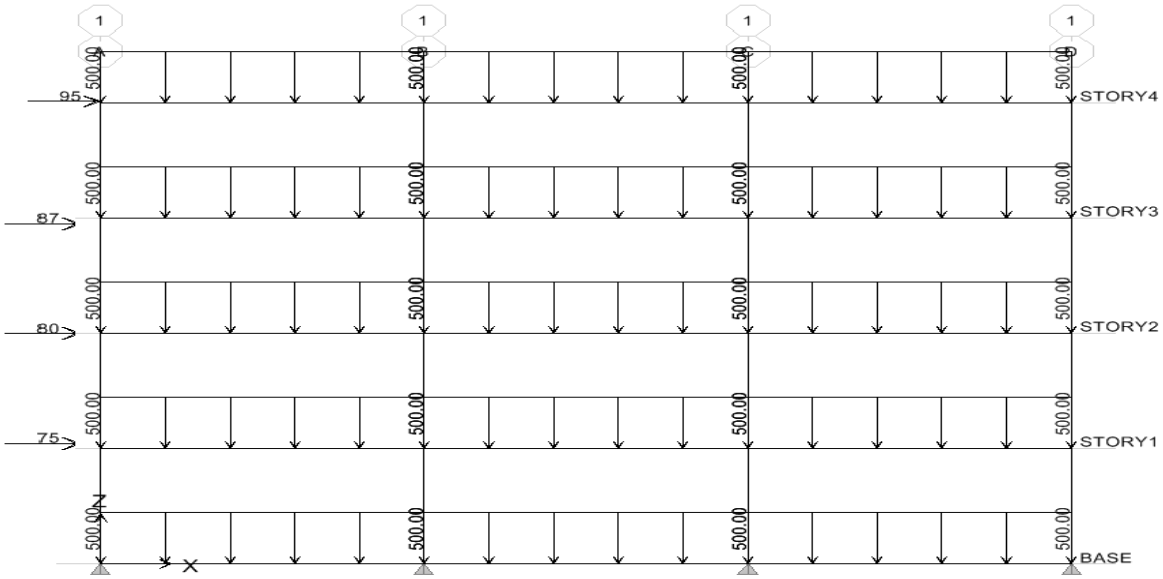
تعریف جرم پوسته

Assign-Shell/Area - Area Object Mesh:

تقسیم‌بندی پوسته :

توسط این گزینه نرم‌افزار قادر خواهد بود که به‌صورت خودکار پوسته‌ها را تقسیم‌بندی کند.در این جعبه نمایش دو نوع تقسیم‌بندی برای عناصر سطحی افقی (کف‌ها) و عناصر سطحی غیر افقی (دیوار، رمپ و ...)وجود دارد.

بارهای موجود بر روی ساختمان:



الف: بارهای کاربری :

۱) بار مرده

ماهیت این نوع بارها Dead می‌باشد

۲) بار زنده

ماهیت این نوع بارها Live می‌باشد

ب: بارهای طبیعی :

۳) بار برف

ماهیت این نوع بارها Snow می‌باشد

٤) بار باد :

ماهیت این نوع بارها Wind می‌باشد

٥) بار حرارت **٦) بار جمع شدگی** **۷) بار خزش** **۸) بار انفجار**

۹) بار زلزله :

ماهیت این نوع بارها Quake می‌باشد(مفصل توضیح داده شد). معتبرترین آیین‌نامه زلزله برای ژاپن می‌باشد.

بارهای وارد برسازه به دودسته‌ی بارهای ثقلی و جانبی تقسیم می‌شوند .

بارهای ثقلی :

در برآورد بارهای ثقلی از آیین مبحث ششم بارهای وارد بر ساختمان استفاده می‌شود .

بارهای جانبی :

منظور از بارهای جانبی بارهای زلزله یا باد می‌باشد . معمولاً در ساختمان اثر باد یا زلزله در نظر گرفته می‌شود و اثر توأم این دو بار لازم نیست ، بر اساس آیین‌نامه برش پایه‌ی باد و زلزله به دست می‌آید سپس دو برش باهم مقایسه می‌شوند و از بین این دو برش ، برش پایه‌ی حداکثر ملاک طراحی خواهد شد .

بارگذاری سازه :

۱-Assign-Joint / Point Loads:

Assign-Joint / Point Loads - Force:

بارگذاری گره‌ها(راه‌پله):

در این گزینه می‌توان یک نیروی متمرکز یا یک لنگر متمرکز را بر روی سازه اعمال کرد.

نکته: درصورتی‌که نیروی زلزله توسط گزینه‌یUser Load یاUser Coff اعمال نشده باشد می‌توان نیروی زلزله را با قرار دادن یک جرم در مرکز جرم توسط این گزینه به سازه اعمال کرد.

نکته: جهت بارگذاری راه‌پله دو راه وجود دارد:

۱) مدل کردن تیرهای نیم‌طبقه که در این حالت بار پله هر نیم‌طبقه محاسبه‌شده و به تیر مربوط اعمال می‌شود.

۲) در این روش تیرهای نیم‌طبقه مدل نخواهد شد و کل بار راه‌پله بین ۴ ستون کناری تقسیم می‌شود.

Assign-Joint / Point Loads - Ground displacement:

میزان نشست در گره‌هایBase اعمال می‌شود. در این گزینه می‌توان در سه راستا انتقال و حول سه محور چرخش را اعمال کنیم.

Assign-Joint / Point Loads - Temperature:

بار حرارتی

بار حرارتی می‌تواند به‌صورت یکنواخت یا به‌صورت غیریکنواخت باشد. درصورتی‌که بخواهیم باریک المان را به‌صورت یکنواخت حرارتی انتخاب کنیم از گزینه‌یObject Temp استفاده می‌کنیم. درصورتی‌که بخواهیم بار غیریکنواخت را انتخاب کنیم لازم است که ابتدا توسط گزینه‌یJoin Load در قسمت Temp بارهای حرارتی دونقطه انتهایی فریم را اعمال کرده و سپس در این گزینه در قسمت End Point Temp مربع مربوط را فعال می‌کنیم.

۲-Assign-Frame / Line Loads

بارگذاری روی المان‌های میله‌ای (دیوارها)

Assign-Frame / Line Loads - Point:

نکته: در این نوع بارگذاری می‌توان یک نیرو (Force) با یک لنگر بر روی یک المان انتخاب‌شده قرارداد. در قسمت Point Load لازم به ذکر است که می‌توان ۴ بار متمرکز بر روی یک المان اعمال کرد.

نکته: برای تعیین طول المان می‌توان طول نسبی (Relative) و طول مطلق (Absolut) را انتخاب کرد.

Assign-Frame / Line Loads - Distributed:

منظور از مقاطع یعنی اعضای غیر سطحی مانند: تیر، ستون، بادبند می‌باشند. اغلب بارها بر روی تیر اصلی به‌صورت خطی وارد می‌گردد.

در این گزینه می‌توان در قسمت Trapezoid Load بار گسترده غیریکنواخت را دقیقاً شبیه به بار قسمت قبل تعریف کرد. در قسمت Uniform Loadمی‌توان بار یکنواخت را با اعمال یک عدد در قسمت Load برای المان‌های انتخاب‌شده وارد کرد.

Assign-Frame / Line Loads - Temperature:

بار حرارتی فریم می‌تواند به‌صورت یکنواخت یا به‌صورت غیریکنواخت باشد. درصورتی‌که بخواهیم باریک المان را به‌صورت یکنواخت حرارتی انتخاب کنیم از گزینه‌ی Object Temp استفاده می‌کنیم. درصورتی‌که بخواهیم بار غیریکنواخت را انتخاب کنیم لازم است که ابتدا توسط گزینه‌ی Join Load در قسمت Temp بارهای حرارتی دونقطه انتهایی فریم را اعمال کرده و سپس در این گزینه در قسمت End Point Temp مربع مربوط را فعال می‌کنیم.

۳-Assign-frame / Shell / Area Loads:

بارگذاری روی پوسته‌ها (کف سقف‌ها)

بارگذاری روی پوسته‌ها به ۳ صورت است:

۱) یکنواخت Uniform **۲) حرارتیTemp** **۳) بار باد Wind Pressure**

Assign-frame / Shell / Area Loads - Uniform:

برای این منظور ابتدا کف موردنظر را انتخاب کرده و سپس به قسمت موردنظر می‌رویم و پس از انتخاب نوع بار ، مقدار را وارد می‌کنیم.

نکته: لازم به یادآوری است که در هنگام اعمال بار سقف‌ها وزن تیرچه‌بلوک را از بار مرده سقف کم کنید.

Assign-frame / Shell / Area Loads - Temperature:

بار حرارتی فریم می‌تواند به‌صورت یکنواخت یا به‌صورت غیریکنواخت باشد. درصورتی‌که بخواهیم بار یک سطح را به‌صورت یکنواخت حرارتی انتخاب کنیم از گزینه‌یObject Temp استفاده می‌کنیم. درصورتی‌که بخواهیم بار غیریکنواخت را انتخاب کنیم لازم است که ابتدا توسط گزینه‌یJoin Load در قسمت Temp بارهای حرارتی دونقطه انتهایی فریم را اعمال کرده و سپس در این گزینه در قسمت End Point Temp مربع مربوط را فعال می‌کنیم.

فصل ۶

(ANALYZE)

سازه را با توجه به حالات بارگذاری تعریف شده تحلیل می کنیم.در این بخش باید مطمئن شویم که تحلیل سازه برای حالات بارگذاری مرده و زنده و زلزله درست عمل می کند .

تحلیل سازه علمی است که عمل نیروها را روی سازه بررسی می‌نماید . به‌عبارت‌دیگر تأثیر و نحوه انتقال نیروهای مؤثر به سازه که توسط اجزای آن از نقاط تأثیر به تکیه‌گاه هدایت می‌گردند ، توسط علمی که تحلیل سازه نامیده می‌شود موردبررسی و مطالعه قرار می‌گیرد . هدف از تحلیل ، بررسی پایداری سازه ، تعیین واکنش تکیه‌گاهی ، تعیین نیروهای داخلی ، محاسبه تغییر شکل سازه می‌باشد .

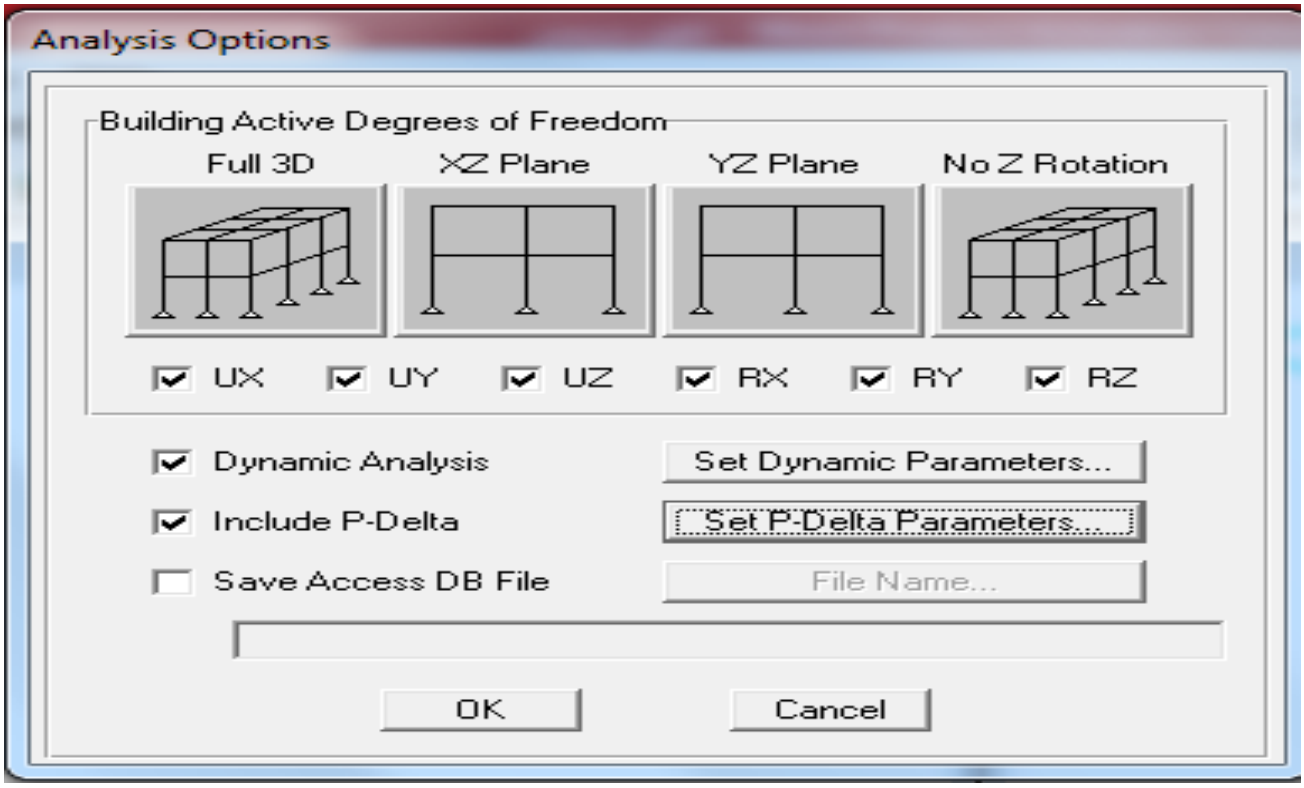
آنالیز سازه توسط تحلیل ماتریسی و درجه آزادی و سختی‌های مصرف‌شده انجام می‌شود که بعدازآن می‌توانیم تمام نیروهای اعضا مانند ستون ، تیر ، تغییر مکان و جرم سازه را مشاهده کنیم .

Analyze - Set Analysis Option:

تنظیمات مربوط به آنالیز سازه

Analyze - Set Analysis Option - Building Active Degrees Of Freedom

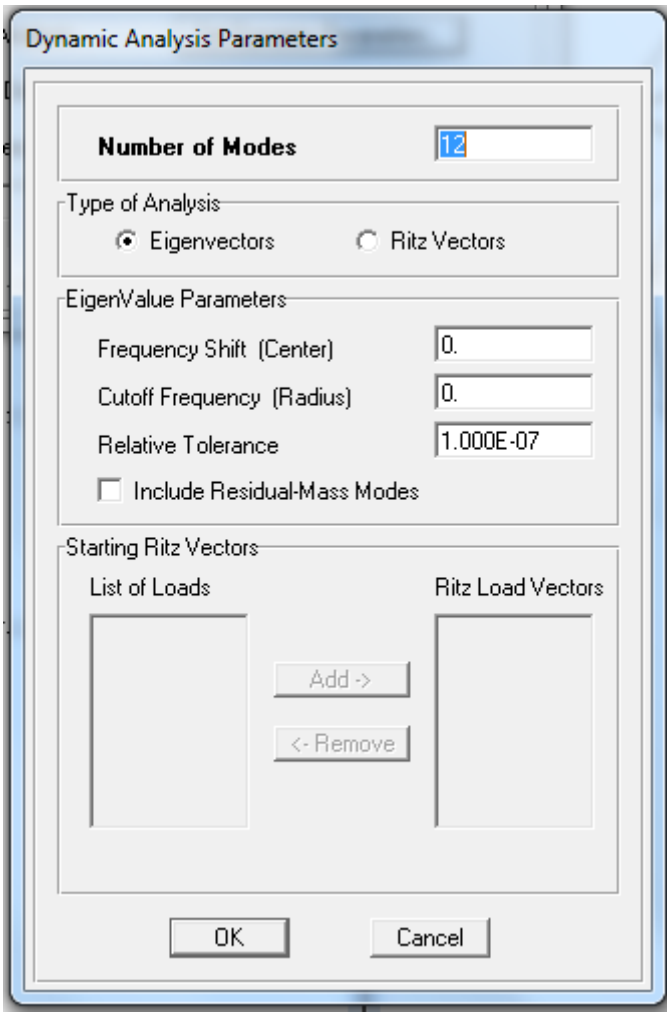
تعیین درجات آزادی



در سازه‌های سه‌بعدی باید ۶ درجه آزادسازی را فعال کنیم .

Analyze - Set Analysis Option - Set Dynamic Parameters:

تنظیم پارامترهای مربوط به تحلیل دینامیکی:



در قسمت تعداد مدهای ارتعاشی ، تخمین این تعداد مد نوسان یک سازه در ابتدای کار باید با قضاوت مهندسی و حدس اولیه انجام شود. تعداد مدهای نوسان یک سازه اگر سقف‌ها به‌صورت صلب تعریف‌شده باشند سه برابر تعداد طبقات و اگر غیر صلب باشد شش برابر تعداد طبقات است. بعد از واردکردن این عدد بر دکمه‌ی OK کلیک می‌کنیم (پنج طبقه ۱۵= ۳*۵) .

نکاتی از تحلیل دینامیکی :

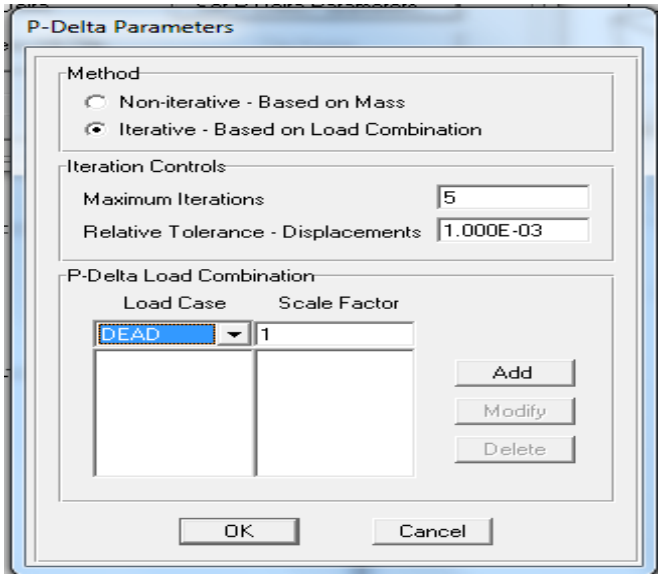
طبق بند آیین‌نامه در سازه‌های نامنظم تا ۵ طبقه و یا با ارتفاع کمتر از ۱۸ متر از تراز پایه از تحلیل استاتیکی مجاز است . در غیر این صورت باید از تحلیل دینامیکی (طیفی یا تاریخچه زمانی) استفاده کرد . در ایتبس نمودار ضریب بازتاب موجود نمی‌باشد و باید آن را تعریف کنیم. Define - Response Spectrum Function پس از رفتن به منوی مربوطه حالت User Spectrum انتخاب و اعداد را وارد می‌کنیم .(نام را همانند آیین‌نامه ، ۲۸۰۰ اطلاق کنید)

Analyze - Set Analysis Option - Set p-ΔParameters:

اثر P-Δ:

در کلیه‌ی سازه‌ها تأثیر بارمحوری در عناصر قائم بر روی تغییر مکان‌های جانبی آن‌ها ، برش و لنگر موجود در اعضا و نیز تغییر مکان‌های جانبی طبقات را افزایش می‌دهد . این افزایش به اثر ثانویه را پی دلتا می‌نامند .

تنظیم تحلیل اثر P-Δ:



در سازه‌های بتونی حتماً باید اثرات پی دلتا در نظر گرفته شود . ترکیب بار اثر موردنظر برای سازه‌هایی که بار زلزله حاکم است، باید بر اساس ترکیب بار زلزله انتخاب شود و در سازه‌هایی که بار باد حاکم است بر اساس ترکیب بار مربوط به بار باد انتخاب می‌شود . برای مثال در سازه‌های بتونی درصورتی‌که از ترکیب بار ACI – 2005 استفاده شود، با توجه به اینکه ترکیب بار زلزله 1.2DL + 1.7L + (1.4) E می‌باشد، ترکیب بار موردنظر باید به‌صورت 1.2D+1.7L وارد شود.

در قسمت Method دو روش برای تحلیل پی دلتا موجود است :

روش اول برنامه با به دست آوردن جابجایی نسبی طبقات(پیوست ۵ آیین‌نامه ۲۸۰۰) ، لنگر حاصل از بارهای ثقلی که در اثر تغییر مکان نسبی جانبی به وجود می‌آیند تعیین می‌کند که این لنگر باعث نشدید جابجایی‌های جانبی و پاسخ‌های سازه می‌شود . که در این حالت طبق آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ می‌بایست شاخص پایداری محاسبه شود که از مقدار حداکثر آن $\frac{1.25}{R}$ کمتر شود . چنانچه در یک سازه ، این مقدار شاخص پایداری بیشتر شود باید در طراحی آن تجدیدنظر شود . هم‌چنین اگر شاخص پایداری سازه

کمتر از ۰,۱ باشد ، می‌توان از اثرات پی دلتا صرف‌نظر کرد .

در روش دوم ماتریس سختی موسوم به ماتریس سختی هندسی در اثر فشار موجود در ستون‌ها مبتنی بر یک‌روند تکراری سعی و خطای کاهش‌یافته و لنگر حاصل از بار جانبی Ms به دست می‌آید . توصیه می‌شود در قاب خمشی و حتی باوجود دیوار برشی از این روش استفاده شود . برنامه یک‌روند تکراری برای هم گرا کردن تغییر مکان‌های حاصل از بار جانبی ، ماتریس سختی ستون فشاری را اصلاح می‌کند (کاهش سختی) و در هر مرحله از تحلیل ، همگرایی تحلیل را با کنترل جانبی بررسی می‌کند . معمولاً

در سازه‌های عادی با تعدادی کمتر از ۵ بار تکرار همگرا می‌شود . در برنامه‌ی ایتبس الگوریتم‌های طراحی بر مبنای انجام تحلیل پی دلتا تهیه‌شده‌اند .

نکته :اثرات پی دلتا باعث افزایش لنگر واژگونی و کاهش ضریب اطمینان در برابر واژگونی می‌شود .

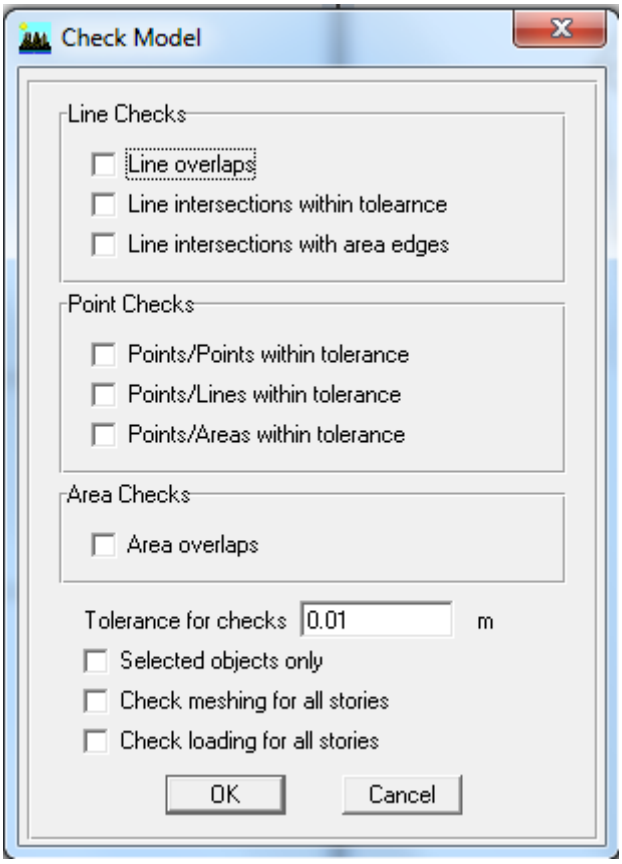
ازآنجاکه طراحی سازه‌های بتونی در ایتبس با فرض اینکه پی دلتا صورت گرفته انجام می‌شود ، لذا هنگام طراحی سازه بتونی با ایتبس اجبار می‌باشد مگر آنکه کاربر اثرات ثانویه نیروی محوری ستون‌ها را به روش دیگری مدنظر قرار دهد .

نکته :ترکیب پی دلتا در آیین‌نامه ۲۸۰۰ به‌صورت ترکیب بار حالت بهره‌برداری ، DL+LL می‌باشد .

نکته: با توجه به ضابطه تغییر مکان نسبی ذکرشده در آئین‌نامه ۲۸۰۰، به کار بردن تحلیل P-Δ جهت به دست آوردن تغییر مکان نسبی طرح ضروری می‌باشد .

نکته : با زدن تیک Save Access DB File تمام نتایج تحلیل را ذخیره می‌کند

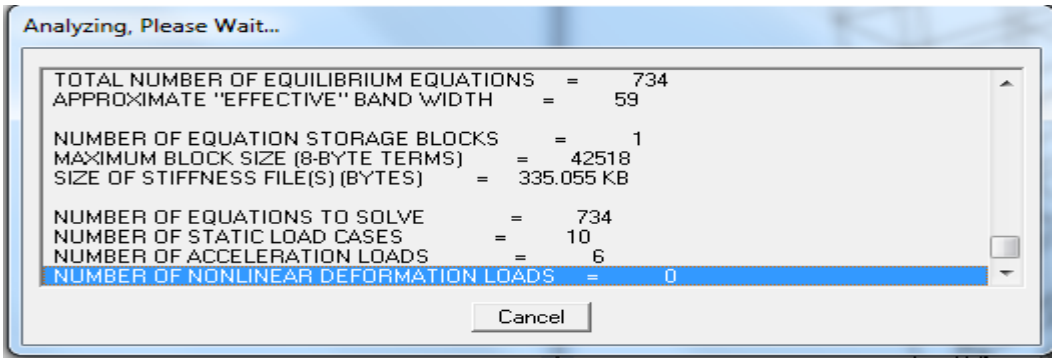
Analyze - Check Model:



به‌منظور کنترل خطاهای ترسیمی و بارگذاری از این دستور استفاده می‌شود (مقدار Tolerance = 0.01 وارد گردد).

نتایج آنالیزی معتبر است که در آن هیچ پیغام Warning وجود نداشته باشد.

Analyze - Run Analysis:

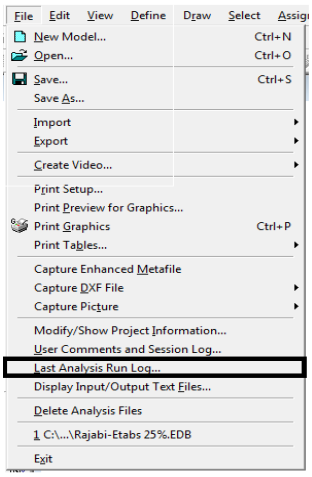


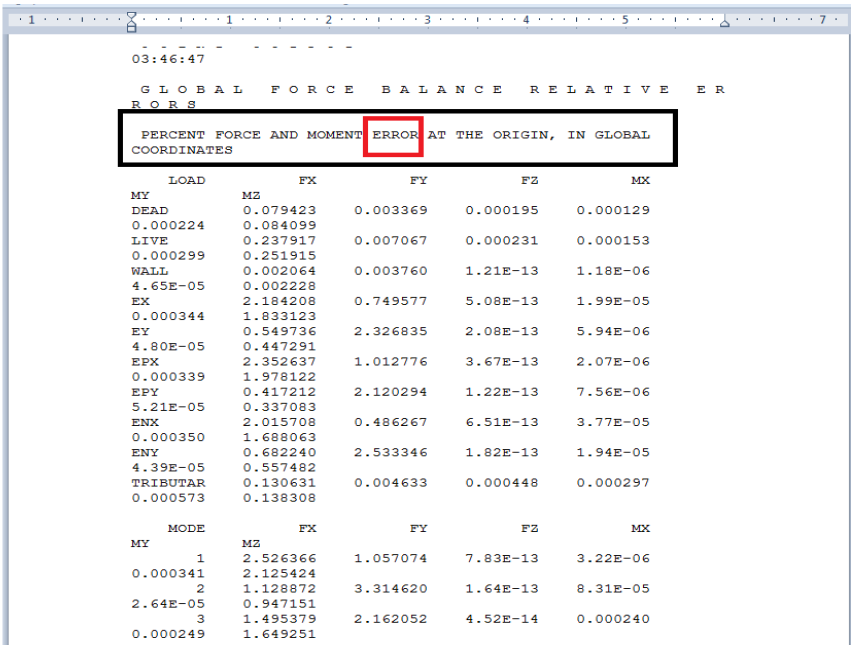
با این کار آنالیز سازه شروع می‌شود و یا کلید F5 را فشار دهیم . پس از آنالیز می‌توان تغییر شکل سازه را تحت تأثیر هر یک از بارها را مشاهده نمود.

پس از انجام تحلیل باید کنترل‌های زیر انجام شود :

۱ – کنترل عدم یا هشدار در حین عملیات تحلیل

برای اینکه مطمئن باشیم آنالیز بدون مشکل انجام‌شده به منوی File -Last Analysis Run Log مراجعه کرده که فرآیند بررسی آنالیز سازه در آن جهت درج‌شده است. باید به متن دقت شود که در متن پیغام خطا (ERROR) و یا اخطار(هشدار) (WARNING) وجود ندارند.





Warning : بدین معنی می‌باشد که مشکلی در مدل مشاهده‌شده و نرم‌افزار آن را به‌نوعی رفع کرده است اما بهترین حالت این است که خودمان درست انجام دهیم.

Error: بدین معنی است که مشکلی در مدل مشاهده‌شده و نرم‌افزار قادر به رفع آن نیست. در این حالت عملیات تحلیل به پایان نمی‌رسد .

علت به وجود آمدن هشدار :

الف – خطا در تعریف Material های فولاد و بتن

ب – بارگذاری‌های زیاد و اشتباه

ج – رسم اشتباه تیر یا ستون

د – اشتباه و خطا در تعریف‌ها

علت به وجود آمدن خطا :

الف – وضعیت نامناسب گیردار اعضای خمشی

ب – عدم اتصال تیر به ستون

ج – خطا در تعریف Material های فولاد و بتن

۲ – تغییر مکان جانبی نسبی طبقه (Drift) در محدوده‌ی آیین‌نامه $\Delta = 0.0051$ باشد .

۳ – کنترل پیچش تصادفی و تعیین مقدار خروج از مرکزیت (کنترل فاصله‌ی مرکز جرم و مرکز سختی هر طبقه‌ی ساختمان)

٤ – معادل‌سازی برش پایه‌ی استاتیکی با برش پایه‌ی دینامیکی طیفی در صورت تحلیل دینامیکی

٥ – کنترل واژگونی ساختمان (Over Turing Moment (OTM Or S.F))

لنگر واژگونی ناشی از نیروی جانبی زلزله در تراز زیر شالوده برابر با مجموع حاصل‌ضرب نیروی جانبی هر تراز در ارتفاع آن نسبت به تراز زیر شالوده ساختمان است . در محاسبه لنگر مقاوم در برابر واژگونی ، بار تعادل وزن مؤثر سازه‌ای ساختمان است که برای تعیین نیروی جانبی به‌کاررفته است و وزن شالوده و خاک روی آن به وزن مؤثر لرزه‌ای اضافه می‌شود . سازه ساختمان و پی ساختمان باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که توانایی تحمل اثر لنگر واژگونی را داشته باشند .به‌منظور حفظ ایستایی سازه در برابر پدیده واژگونی حاصل از نیروهای جانبی وارد بر آن ، ضریب اطمینان برابر ۱,۷۵ در نظر گرفته‌شده است .

$$\text{OTM (S.F)} = \frac{\mathbf{Mr}}{\mathbf{Mo}} \geq \mathbf{1.75}$$

Mr = لنگر مقاوم: عبارت است از لنگر ناشی از وزن ساختمان (بدون در نظر گرفتن پی) و لنگر ناشی از وزن فونداسیون و خاک روی آن حول بیشترین فاصله تا لبه‌ی پی. در محاسبه‌ی لنگر مقاوم ناشی از بار ثقلی کل بار مرده و آن درصدی از بار زنده (سربار) که در محاسبه‌ی نیروی برشی پایه آورده شده است .

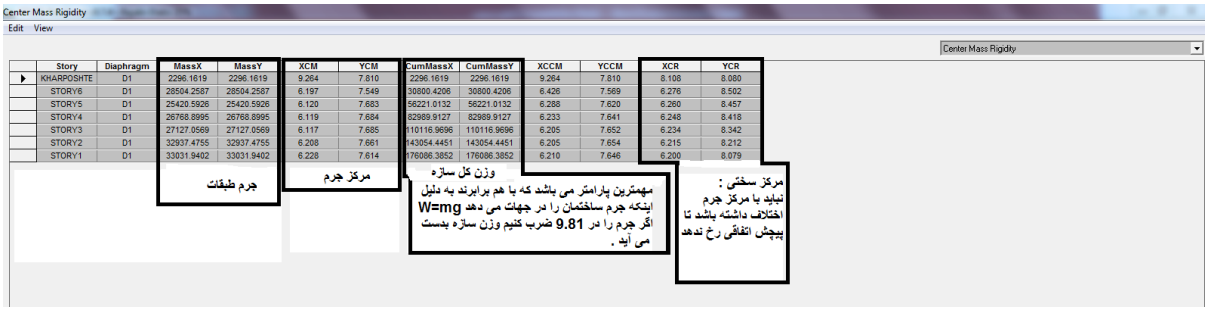
Mo = لنگر محرک: لنگر ناشی از نیروی زلزله وارد بر تراز طبقات نسبت به تراز فونداسیون.

نکته : معمولاً کنترل واژگونی برای راستای کوتاه‌تر در سازه بحرانی‌تر است .

نکته : اگر در ساز فقط تحلیل استاتیکی باشد بارهای EQX و EQY انتخاب شوند ، و اگر تحلیل طیفی به‌کاربرده شود EPX و EPY را حساب کنیم .

Display - Show Tables - Building Output - Select Combo EX Or EY

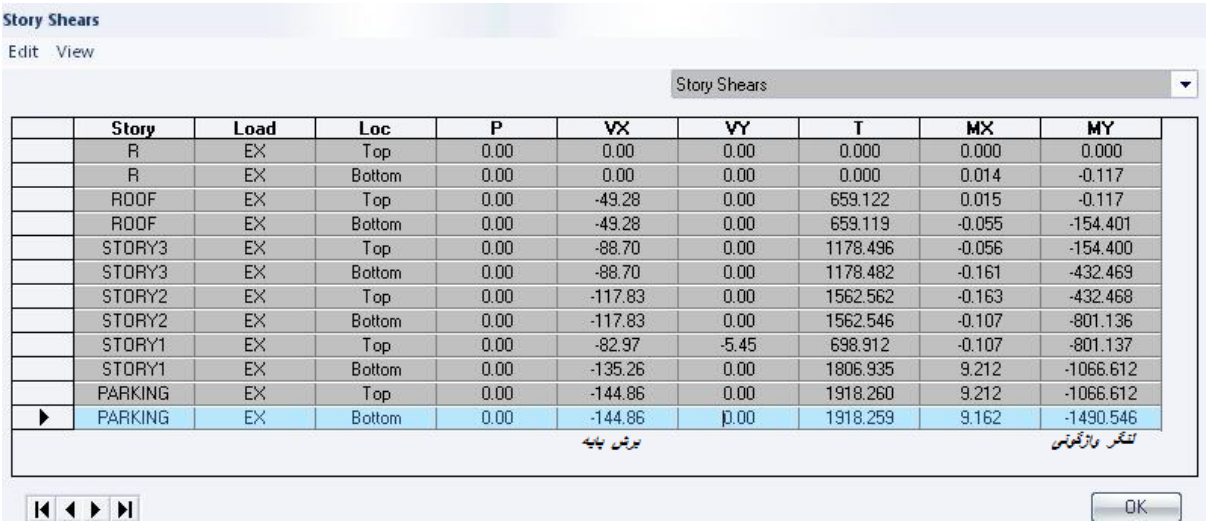
با انتخاب کشوی Center Mass Rigidity مشخصات جرم و مرکز جرم و مرکز سختی نمایش داده می‌شود .



Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM	XCR	YCR
KHARPOSHTE	D1	2296.1619	2296.1619	9.264	7.810	2296.1619	2296.1619	9.264	7.810	8.108	8.080
STORY6	D1	28504.2587	28504.2587	6.197	7.549	30800.4206	30800.4206	6.426	7.569	6.276	8.502
STORY5	D1	25420.5926	25420.5926	6.120	7.683	56221.0132	56221.0132	6.288	7.620	6.260	8.457
STORY4	D1	26768.8995	26768.8995	6.119	7.684	82989.9127	82989.9127	6.233	7.641	6.248	8.418
STORY3	D1	27127.0569	27127.0569	6.117	7.685	110116.9696	110116.9696	6.205	7.652	6.234	8.342
STORY2	D1	32937.4755	32937.4755	6.208	7.661	143054.4451	143054.4451	6.205	7.654	6.215	8.212
STORY1	D1	33031.9402	33031.9402	6.228	7.614	176086.3852	176086.3852	6.210	7.646	6.200	8.079

نکته : در کشوی Center Mass Rigidity سه پارامتر Ycm و Xcm و CumMassX/Y نیاز می‌باشد .

نکته : با انتخاب کشوی Story Shears برش پایه ، دو پارامتر لنگر واژگونیMX و MY نیاز می‌باشد .



	Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
	R	EX	Top	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	R	EX	Bottom	0.00	0.00	0.00	0.000	0.014	-0.117
	ROOF	EX	Top	0.00	-49.28	0.00	659.122	0.015	-0.117
	ROOF	EX	Bottom	0.00	-49.28	0.00	659.119	-0.055	-154.401
	STORY3	EX	Top	0.00	-88.70	0.00	1178.496	-0.056	-154.400
	STORY3	EX	Bottom	0.00	-88.70	0.00	1178.482	-0.161	-432.469
	STORY2	EX	Top	0.00	-117.83	0.00	1562.562	-0.163	-432.468
	STORY2	EX	Bottom	0.00	-117.83	0.00	1562.546	-0.107	-801.136
	STORY1	EX	Top	0.00	-82.97	-5.45	698.912	-0.107	-801.137
	STORY1	EX	Bottom	0.00	-135.26	0.00	1806.935	9.212	-1066.612
	PARKING	EX	Top	0.00	-144.86	0.00	1918.260	9.212	-1066.612
▶	PARKING	EX	Bottom	0.00	-144.86	0.00	1918.259	9.162	-1490.546

$$W = 103887.7812*9.81*1000 = 1019.14\ Ton$$

$$Mx = 1142.197057\ Ton.m$$

$$My = 1137.075028\ Ton.m$$

$$Mrx = w * (Xcm) = 1019.14\ Ton * 7.339 = 7489.5$$

$$Mry = w * (Ycm) = 1019.14\ Ton * 6.171 = 6278.2$$

$$SF_x \frac{M_{RX}}{My} = \frac{7489.5}{113.075028} = 6.5 > 1.75$$

$$SF_Y \frac{M_{RY}}{MX} = \frac{6278.2}{113.075028} = 5.5 > 1.75$$

پس در سازه واژگونی صورت نمی‌گیرد .

٦ – کنترل حداکثر خیز تیر

Display - Show Member Forces/Stress Diagram - Frame/Pier/Spandrel Forces

و shear 2-2 را انتخاب می‌کنیم و با کلیک راست بر روی تیر در پنجره بازشده خیز را کنترل می‌کنیم . برای خیز تیر بحرانی‌ترین مقطع را انتخاب می‌کنیم .

شرایط مقطع بحرانی :

الف) تیر باربر ثقلی باشد

ب) دارای طول دهانه‌ی بزرگ‌تری باشد

ج) دارای عرض بارگیر بزرگ‌تری باشد

نکته : اگر خیز در تیر زیاد باشد می‌توانیم با افزایش ارتفاع تیر آن را کاهش دهیم .

حداکثر خیز به وجود آمده در تیر :

$$\mathrm{LL} = \frac{\mathrm{L}}{360}$$

$$\mathrm{Dl} + \mathrm{LL} = \frac{\mathrm{L}}{240}$$

برای مشاهده‌ی خیز در قسمت حالت بارگذاری یک نوع بار به‌صورت DEFLECTION (DD + LL) به برنامه معرفی شود .

نکته : در سازه‌های بتونی نگران خیز نیستیم .

٧ – کنترل شاخص پایداری

برای کنترل شاخص پایداری طبقات ($\boldsymbol{\theta_i} = (\frac{\boldsymbol{P-\Delta_w}}{\boldsymbol{VH}})$ باید پارامترهای P و H و V و Δ_w تعیین گردد . V و Δ_w از خروجی تحلیل سازه برداشت کنید. اما برای P ابتدا به Mass Source رفته و جرم طبقات را به L + D + WALL تغییر داده و سپس تحلیل می‌کنیم و مشخصات را از Center Mass Rigidity دریافت می‌کنیم .

نکته : اگر شاخص پایداری طبقه :

١ – $\boldsymbol{\theta_i > \theta_{MAX}}$ = باشد :

احتمال ناپایداری وجود دارد و باید در طراحی تجدیدنظر شود .

٢ – $\boldsymbol{0.1 < \theta_i < \theta_{MAX}}$ = باشد :

اثر پی دلتا قابل‌ملاحظه بوده و باید اجبار به‌صورت مناسبی در تحلیل سازه لحاظ گردد .

٣ – $\boldsymbol{\theta_i < 0.1}$ = باشد :

اثر پی دلتا برای لنگر خمش و برش قابل صرف‌نظر کردن است اما در جهت اطمینان و با توجه به این نکته برای ایتبس پیش‌فرض طراحی برنامه برای سازه بتونی بر اساس انجام پی دلتا است ، حتماً اثر پی دلتا در محاسبات لحاظ شود .

نکته : هر چه شاخص پایداری به سمت صفر برود عضو پایدارتر و هر چه شاخص پایداری به سمت ١ برود عضو ناپایدارتر می‌شود .

۸ : بررسی زمان تناوب تحلیلی بازمان تناوب اصلی . Display-Show Mode Shape

الف) ساختمان‌های متعارف :

به ساختمان‌هایی اطلاق می‌شود که توزیع جرم و سختی در آن‌ها عمدتاً به‌صورت متناسب تغییر کند . در این ساختمان‌ها زمان تناوب اصلی نوسان رامی توان از رابطه‌ی تجربی زیر به دست آورد .

۱ – سیستم قاب خمشی :

۱ –۱) درصورتی‌که جدا گرهای میانقابی مانعی برای حرکت ایجاد ننمایند :

در قاب فولادی :

T= 0.08H^0.75

در قاب بتونی :

T= 0.05H^0.9

۱ –۲) درصورتی‌که جدا گرهای میانقابی مانعی برای حرکت ایجاد نمایند :

مقدار T برابر با ۸۰ ٪ مقادیر عنوان‌شده در بالا در نظر گرفته می‌شود .

۲- برای ساختمان‌های با سیستم مهاربندی واگرا مشابه قاب‌های فولادی :

T= 0.08H^0.75

۳-برای ساختمان‌های با سایر سیستم‌های مندرج در جدول (۳-۵) ، به‌غیراز سیستم کنسولی ، یا بدون وجود جدا گر میان قابی :

T= 0.05H^0.75

ب) در ساختمان‌های غیرمتعارف :

به ساختمان‌هایی اطلاق می‌شود که مشمول تعریف بند (۳-۳-۳-۱) نمی‌گردند ، مانند مساجد ، آمفی‌تئاتر ، سالن ورزشی ، گنبدها و .... در این ساختمان‌ها بازمان تناوب اصلی نوسان باید با استفاده از تحلیل دینامیکی ساختمان و بامنظور داشتن ضوابط زیر تعیین گردد :

۱-در مواردی که جد اگر های میان قابی در مدل تحلیلی منظور شده باشند :

$T = T_D$

۲-در مواردی که جد اگر های میان قابی در مدل تحلیلی منظور نشده باشند :

$T = 0.8T_D$

در این روابط Td زمان تناوب اصلی انتقالی در تحلیل دینامیکی است .

پس از رفتن به مرحله موردنظر در پنجره کشویی Display - Show Mode Shape را انتخاب کرده و مقدار را برابر ۱ قرار می‌دهیم (چون تحت مد ۱ سازه همواره در جهت ضعیف حرکت می‌کند) با این ترفند می‌توان جهت ضعیف سازه را تشخیص داد . پریود سازه تحت مد ۱ ، پریود تئوری سازه می‌باشد (فرض زمان تناوب خروجی از برنامه مساوی ۱,۱۱۵۹ و ارتفاع ۱۵,۲ باشد) .

تئوری $T \geq T$تجربی*۱,۲۵

تجربی $= Tx = 0.07H^{0.75}$

$0.07*15.2\hat{}0.75 = 0.64 \qquad 0.64*1.25 = 0.8 < 1.1159$

تجربی $= Ty = 0.05H^{0.75}$

$0.05*15.2\hat{}0.75 = 0.46 \qquad 0.46*1.25 = 0.575 < 1.1159$

به دلیل اینکه زمان تئوری کوچک‌تر است نمی‌توان از زمان تئوری به‌جای زمان تناوب تجربی استفاده کرد .

فصل ۷

(DISPLAY)

Display - Show Deformed Shape:

تغییر شکل‌های سازه (علی‌الخصوص مشاهده‌ی تغییر شکل‌های جانبی ناشی از بارهای زلزله و مقایسه با مقادیر مجاز آیین‌نامه‌ای)

Display - Show mode shape:

مدهای نوسانی و زمان‌های تناوب آن‌ها در حالت آنالیز دینامیکی

Display - Show Member Forces/Stress Diagram/ Support/Spring Reactions

مشاهده واکنش‌های تکیه‌گاهی

Display - Show Member Forces/Stress Diagram/ Frame/Pier/Spandrel Forces:

در پنجره بازشده با توجه به بار موردنظر ، نمودار برش، خمش، نیروی محوری، پیچش و خیز برای اعضای خطی (تیر، ستون و بادبند)، اعضای سطحی (به‌طور خاص اجزایPIER و SPANDREL در دیوار برشی) را نمایش می‌دهد.

Display - Show Member Forces/Stress Diagram/ Shell Stresses / Forces

مشاهده تنش‌ها و نیروها در قسمت‌های مختلف المان‌ها پوسته‌ای(به‌طور خاص در دیوار برشی جهت کنترل ترک‌خوردگی یا عدم ترک‌خوردگی دیوار برشی). برای مشاهده تنش در دیوار برشی پس از رفتن به پنجره موردنظر در ناحیه‌ی Component Type گزینه‌ی Stresses را فعال کنید . گزینه‌ی S22 که نشان‌دهنده‌ی تنش قائم دیوار است باید انتخاب گردد . برای اینکه بتوان به‌راحتی نواحی کششی که دارای تنش بیش از مقدار تنش ترک‌خوردگی بتن هستند را تشخیص داد بهتر است که در قسمت Contour Range برای مقادیر MIN و MAX به ترتیب همان تنش ترک‌خوردگی و تنش ترک‌خوردگی به‌اضافه عددی کوچک مثلاً ۰,۰۱ را انتخاب کنید . در قسمت Stress Averaging هم بهتر است گزینه‌ی At All Joints انتخاب شود .

Display - Show Energy/Virtual Work Diagram

مشاهده انرژی در قسمت‌های مختلف

Display - Show story response plots

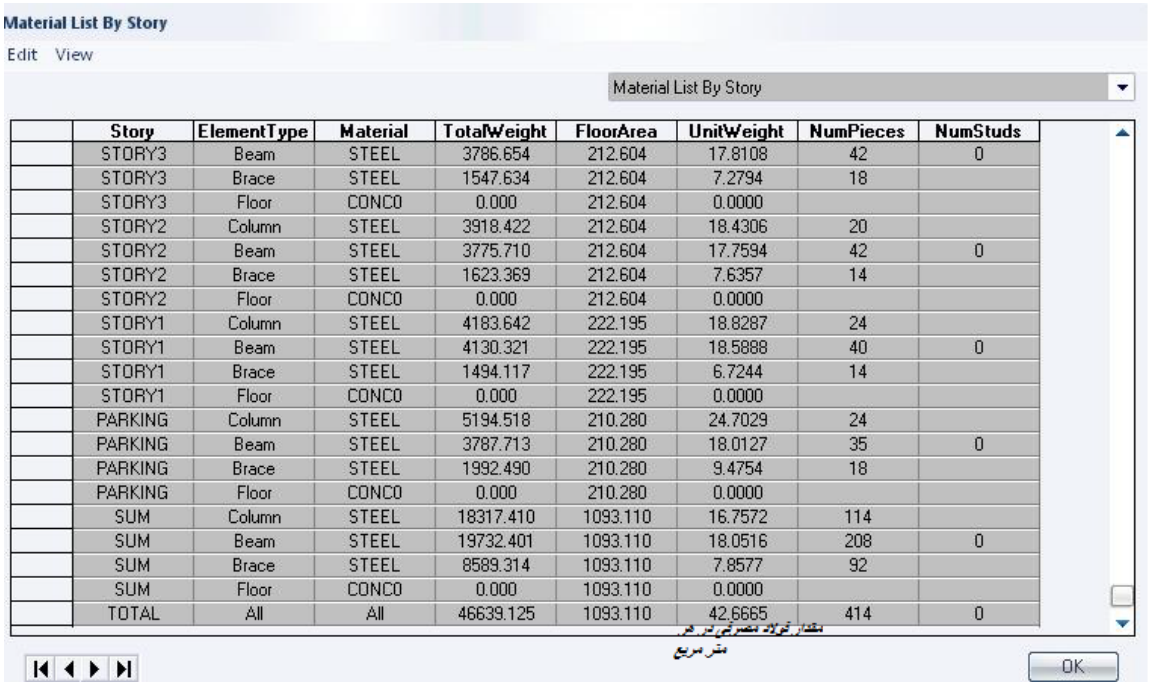
مشاهده‌ی نمودار حداکثر تغییر مکان نسبی طبقات

Display - Show Tables

این کنترل‌ها برای اطمینان از صحت نتایج انجام می‌شود و البته لازم است که جهت این مسئله نتایج دستی برای برخی اجزا به‌صورت دقیق یا حداقل تقریبی موجود باشد و یا با قضاوت مهندسی بتوان محدوده‌ای از جواب‌ها را برای هر یک از اجزا حدس زد.

Display - Show Tables/Building Output / Model Definitions / Material List

نمایش مقدار فولاد مصرفی اسکلت سازه


Material List By Story

Edit View

Material List By Story

Story	ElementType	Material	TotalWeight	FloorArea	UnitWeight	NumPieces	NumStuds
STORY3	Beam	STEEL	3786.654	212.604	17.8108	42	0
STORY3	Brace	STEEL	1547.634	212.604	7.2794	18	
STORY3	Floor	CONC0	0.000	212.604	0.0000		
STORY2	Column	STEEL	3918.422	212.604	18.4306	20	
STORY2	Beam	STEEL	3775.710	212.604	17.7594	42	0
STORY2	Brace	STEEL	1623.369	212.604	7.6357	14	
STORY2	Floor	CONC0	0.000	212.604	0.0000		
STORY1	Column	STEEL	4183.642	222.195	18.8287	24	
STORY1	Beam	STEEL	4130.321	222.195	18.5888	40	0
STORY1	Brace	STEEL	1494.117	222.195	6.7244	14	
STORY1	Floor	CONC0	0.000	222.195	0.0000		
PARKING	Column	STEEL	5194.518	210.280	24.7029	24	
PARKING	Beam	STEEL	3787.713	210.280	18.0127	35	0
PARKING	Brace	STEEL	1992.490	210.280	9.4754	18	
PARKING	Floor	CONC0	0.000	210.280	0.0000		
SUM	Column	STEEL	18317.410	1093.110	16.7572	114	
SUM	Beam	STEEL	19732.401	1093.110	18.0516	208	0
SUM	Brace	STEEL	8589.314	1093.110	7.8577	92	
SUM	Floor	CONC0	0.000	1093.110	0.0000		
TOTAL	All	All	46639.125	1093.110	42.6665	414	0

OK

Material list by element: وزن تیر ، ستون و بادبند به‌طور جداگانه

Material list by section : وزن مقاطع به‌کاررفته در سازه به‌طور جداگانه به همراه طول آن‌ها

Material list by story: وزن اسکلت و مقدار فولاد مصرفی در هر طبقه در هر مترمربع

Display - Show Tables/Load Definition / Auto Seismic Load To Stories

نمایش توزیع بار زلزله :

فصل ۸

(DESIGN)

پس از کنترل‌های انجام‌شده نوبت به طراحی سازه می‌رسد . ابتدا از پروژه SAVE AS گرفته و نام جدید را Design و سپس طراحی را انجام می‌دهیم .

معرفی نوع سازه به نرم‌افزار :

برای طراحی باید نوع ساختمان را به نرم‌افزار معرفی کرد . از منوی :

Design > Overwrite Frame Design Procedure

و نوع ساختمان اعم از بتونی یا فلزی و ... را انتخاب می‌کنیم .

تشریح پارامترهای طراحی (معرفی نوع سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی) :

ابتدا کل سازه را انتخاب و به **Design - Concrete Frame Design - View Revise Over Writhe** رفته و در پنجره بازشده نوع سیستم موردنظر را انتخاب می‌کنیم مثلاً برای سازه‌های قاب خمشی بتونی متوسط در قسمت element type به sway intermediate (قاب خمشی بتونی متوسط) تغییر می‌دهیم .

پارامتر طراحی	توصیف	پیش‌فرض
Element Section	مقطعی که عضو با آن طراحی می‌شود.	مقطع مورد استفاده در تحلیل
Element Type	نوع طراحی عضو شکل‌پذیری عادی: Sway Ordinary شکل‌پذیری متوسط: Sway Intermediate شکل‌پذیری زیاد: Sway special بدون شکل‌پذیری: Nonsway	شکل پذیری زیاد (Sway Special)
Live Load Reduction Factor	ضریب کاهش سربار	توسط برنامه محاسبه می‌شود.
Unbraced Length Ratio (Major)	نسبت طول مهار نشده (حول محور قوی)	توسط برنامه محاسبه می‌شود. بر اساس نحوهٔ اتصال اعضاء و نواحی صلب انتهایی محاسبه می‌شود.
Unbraced Length Ratio (Minor)	نسبت طول مهار نشده (حول محور ضعیف)	
Effective Length Factor (Major)	ضریب طول مؤثر (حول محور قوی)	۱/۰
Effective Length Factor (Minor)	ضریب طول مؤثر (حول محور ضعیف)	
Moment Coefficient, Cm (Major)	ضریب C_m (حول محور قوی)	توسط برنامه محاسبه می‌شود
Moment Coefficient, Cm (Minor)	ضریب C_m (حول محور ضعیف)	
Nonsway Moment Factor, Dns (Major)	ضریب افزایش لنگر بارهای ثقلی، δ_b (حول محور قوی)	توسط برنامه محاسبه می‌شود
Nonsway Moment Factor, Dns (Minor)	ضریب افزایش لنگر بارهای ثقلی، δ_b (حول محور ضعیف)	
Sway Moment Factor, Ds (Major)	ضریب افزایش لنگر بارهای جانبی، δ_s (حول محور قوی)	۱/۰
Sway Moment Factor, Ds (Minor	ضریب افزایش لنگر بارهای جانبی، δ_s (حول محور ضعیف)	

جدول ۱-۱: پارامترهای طراحی و مقادیر پیش‌فرض آنها

توجه شود با هر بار باز کردن قفل باز این کار را انجام دهیم .

طراحی سازهای بتونی بر اساس آیین‌نامه :

ابتدا آیین‌نامه موردنظر را از طریق :

Option > Preferences > Concrete Frame Design Or Steel Frame Design

انتخاب می‌کنیم و در قسمت Utilization Factor Limitرا برابر ۰,۰۵ یا ۰,۹۹۹ قرار می‌دهیم .

کنترل ترکیب بارهای سازه بتونی:

Design > Concrete Frame Design > Select Combo و بارهایی که ساختمان باید با آن طراحی شوند را انتخاب می‌کنیم.

Start Design / Check Of Structure

(طراحی)

نکته : حتماً قبل از طراحی سازه آنالیز شده باشد .

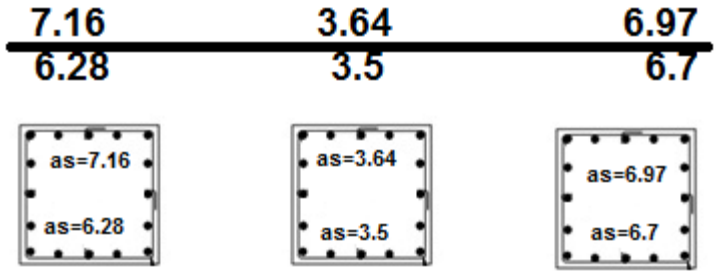
بعد از انجام تمام مراحل ذکرشده و تمام کنترل‌ها به قسمت موردنظر رفته تا نرم‌افزار شروع به طراحی کند. بعد از اتمام طراحی داده‌های نرم‌افزار به دو صورت قابل‌برداشت بوده و توسط آن‌ها ما آرماتورهای طولی و خمشی تیرها و ستون‌ها را مشاهده می‌کنیم . پس از طراحی روی المان‌ها در صد میل‌گردهای طولی تیر و ستون را نشان می‌دهد . مقاطع استفاده باید هم از نظر اقتصادی و هم اجرایی بهینه کنیم .

البته نکته حائز اهمیت در قسمت Frame Section مقاطع می‌باشد که از نوع Design یا Checked انتخاب‌شده باشد .

نکته : باید دقت شود که روند مقدار مساحت آرماتورها از بالا کم و به پایین زیاد شود .

تفسیر نتایج طراحی سازه موردنظر :

پس از اتمام طراحی ساختمان موردنظر مساحت آرماتور موردنیاز هر عضو بر ر وی آن نمایش داده می‌شود . سطح مقطع آرماتور موردنیاز تیرها در ۳ قسمت بالا و پایین نمایش داده خواهد شد . اعداد بالا نشان‌دهنده‌ی آرماتور بالایی تیر و اعداد پایین آرماتورهای پایین تیر را نمایش می‌دهد :



نمونه مساحت خروجی میلگرد در تیر

خروجی‌های طراحی :

Longitudinal Reinforcingآرماتور طولی

Rebar Percentage درصد آرماتور نسبت به مقطع

Shear Reinforcing آرماتور برشی

Column P – M – M Interaction Ratio تنش ستون

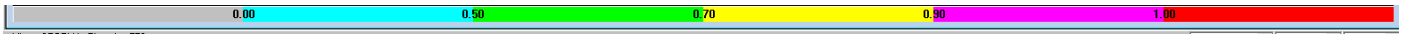
Beam / Column Capacity Ratio (6/5)نسبت تیر به ستون

Column / Beam Capacity Ratioنسبت ستون به تیر

Joint Shear Capacity Rate's نسبت ظرفیت برشی نقاط

Torsion reinforcing آرماتور پیچشی

مقادیر رنگی



۰,۰ تا ۰,۵۰ : رنگ بین آبی :

اگر تیر و ستون در این محدوده قرار گیرند بیش‌ازحد غیراقتصادی بوده و ابعاد آ بسیار بزرگ است و باید مقطع را کوچک‌تر کرد .

۰,۵ تا ۰,۰,۷۰ : رنگ بین سبز :

اگر تیر و ستون در این محدوده قرار گیرند مقطع خوب اما بازهم غیراقتصادی می‌باشد .

۰,۷۰ تا ۰,۹۰ : رنگ بین زرد :

اگر تیر و ستون در این محدوده قرار گیرند مقطع بسیار خوب و نیازی به تغییر نمی‌باشد .

۰,۹۰ تا ۱,۰۰ : رنگ بین بنفش :

اگر تیر و ستون در این محدوده قرار گیرند مقطع اقتصادی می‌باشد ولی می‌بایست احتیاط شود و از نظر طراحی در مرحله‌ی خطر است .

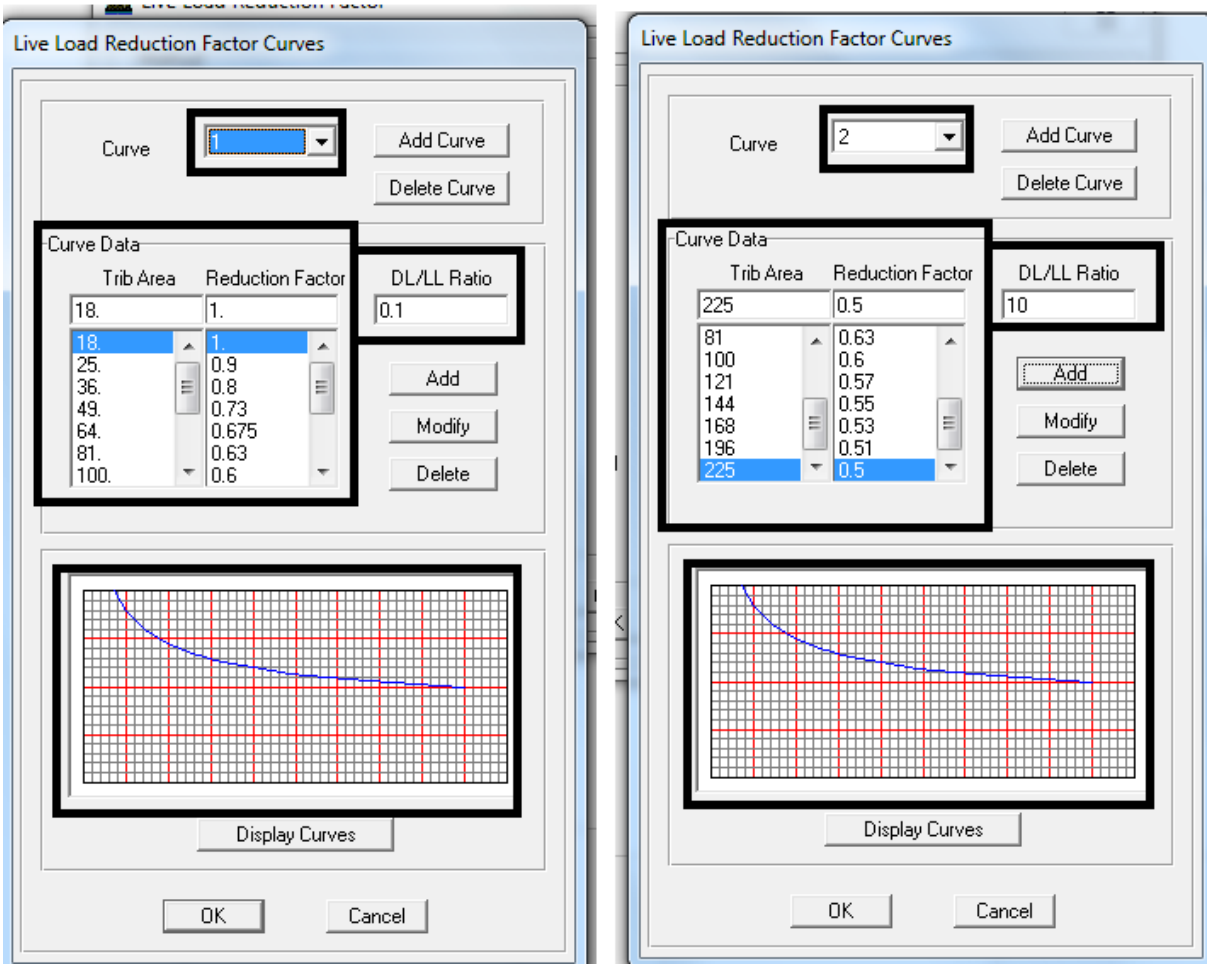
۱,۰۰ : رنگ بین قرمز :

اگر تیر و ستون در این محدوده قرار گیرند مقطع قابل‌قبول نمی‌باشد و می‌بایست به ابعاد طراحی اضافه گردد .

Option - Prefences - Live Load Reduction

تنظیم ضریب کاهش

پس از انتخاب گزینه مورد تأکید بر روی Define کلیک کرده و ضرایب مربوط به کاهش سربار را به برنامه وارد می‌کنیم. این ضرایب بستگی به سطح بارگیر دارد. در مبحث ۶ این ضرایب تنها بر اساس رابطه ۱-۳-۶ و مستقل از نسبت بار مرده به زنده محاسبه می‌شود. در قسمت نسبت بار مرده به زنده ۲ ضریب بار اعمال می‌کنیم(۰,۱ و ۱۰).



پس از اعمال ضرایب بر روی Ok کلیک کرده و در صفحه موردنظرApply To All Forces/Component’s را انتخاب می‌کنیم.

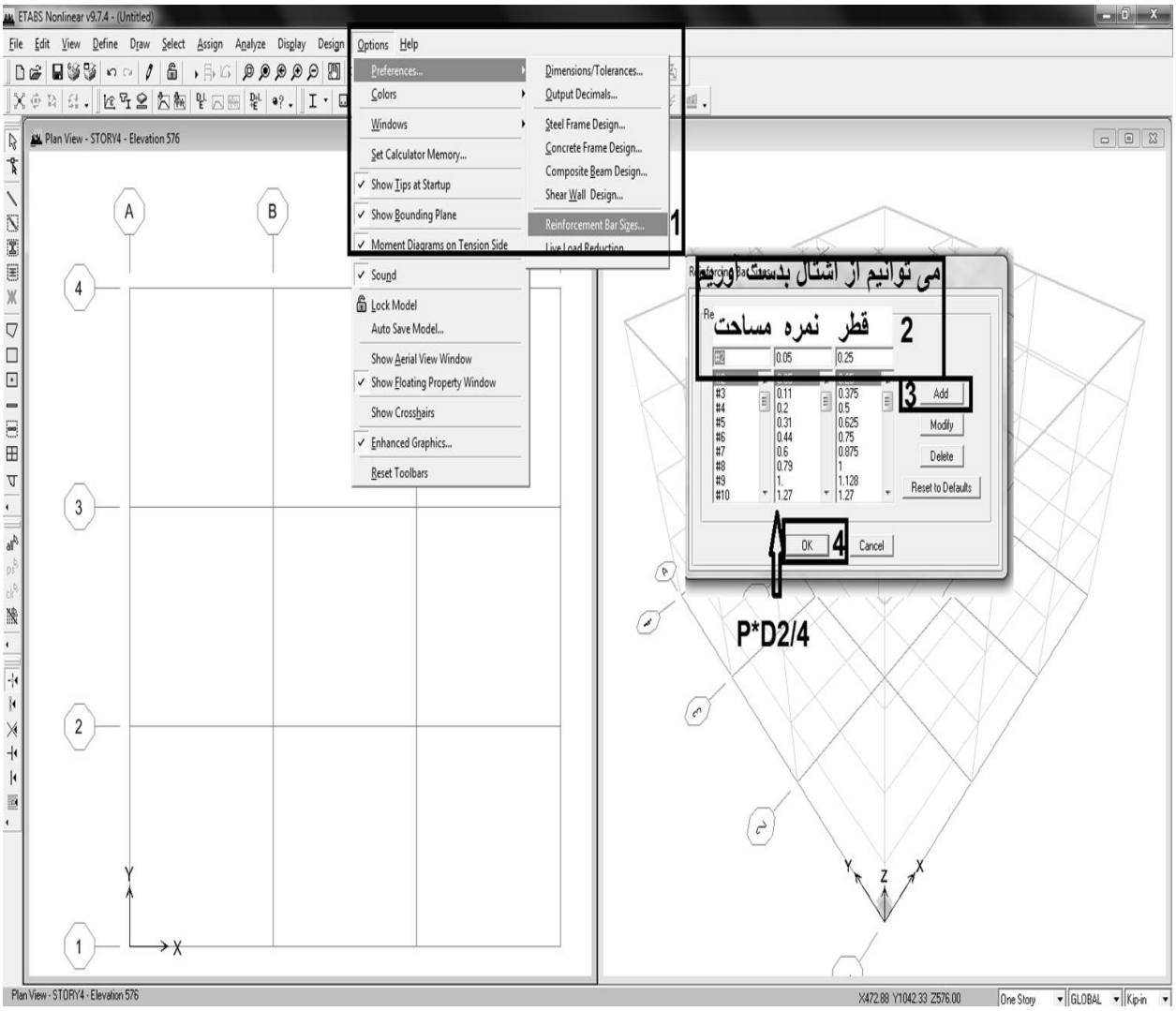
برای اعمال کاهش سربار به ستون‌ها ابتدا ستون‌های موردنظر که شامل کاهش سربار می‌شوند را انتخاب کرده (با ترسیم کادر از چپ به راست دور آن‌ها) و سپس دستور ..... Design > Concrete Frame Design > View/Revise Over را اجرا و در قسمت Live Load Redactions ضریب ماهش سربار موردنظر را وارد می‌کنیم .

فصل ۹

(PROJECT)

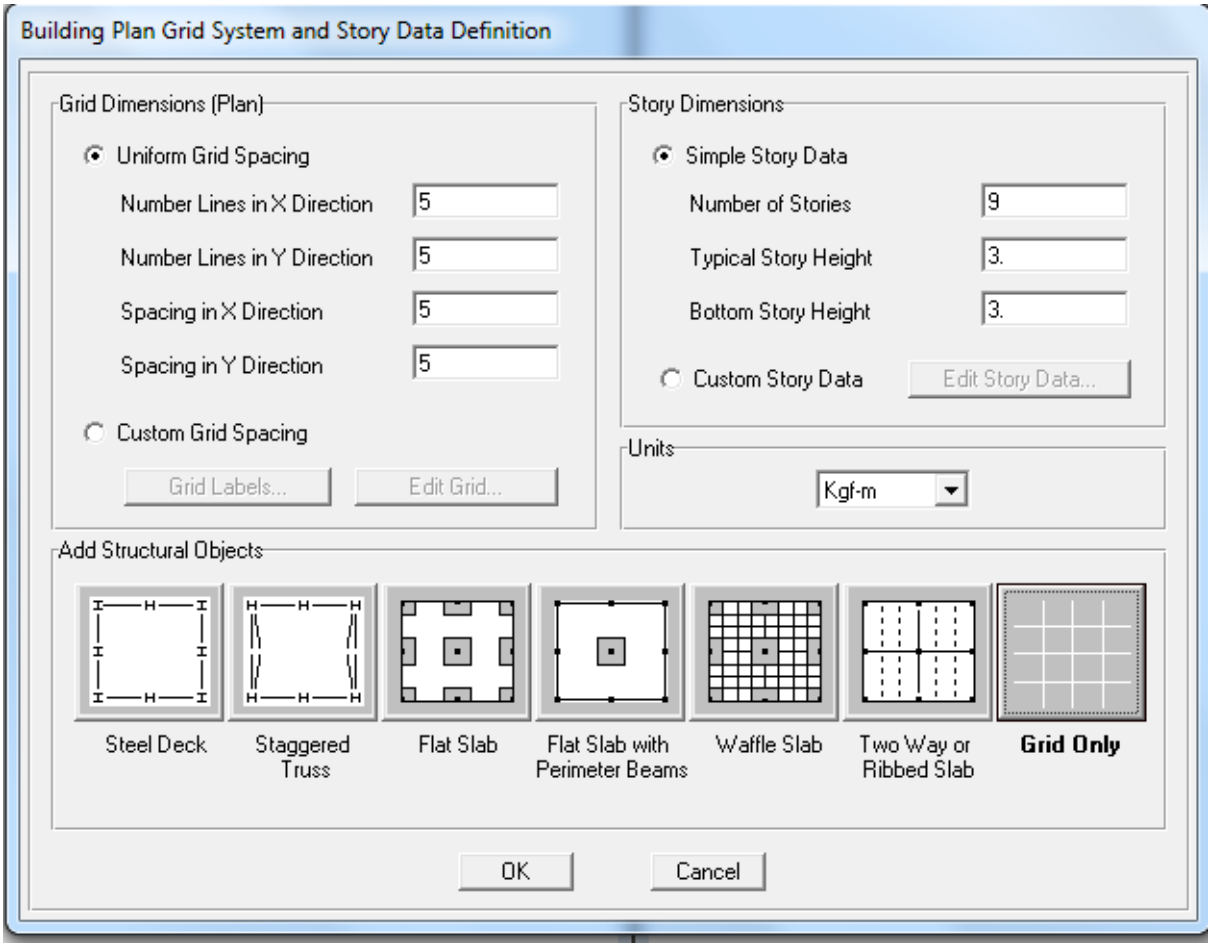
آموزش واردکردن میل گرد در برنامه ایتبس

می‌خواهیم میل‌گرد ۲۴ را به برنامه معرفی کنیم و می‌دانیم قطر میل گرد ۲۴ برابر ۰,۰۰۲۴ متر و مساحت۲,۵۲۳۹ e-6* مترمربع که می‌توانید از اشتایل این مقدار را بیابید . برای معرفی از منوی Option گزینه‌ی Prefences و سپس Reinforcements Bar Sizeرا انتخاب می‌کنیم .

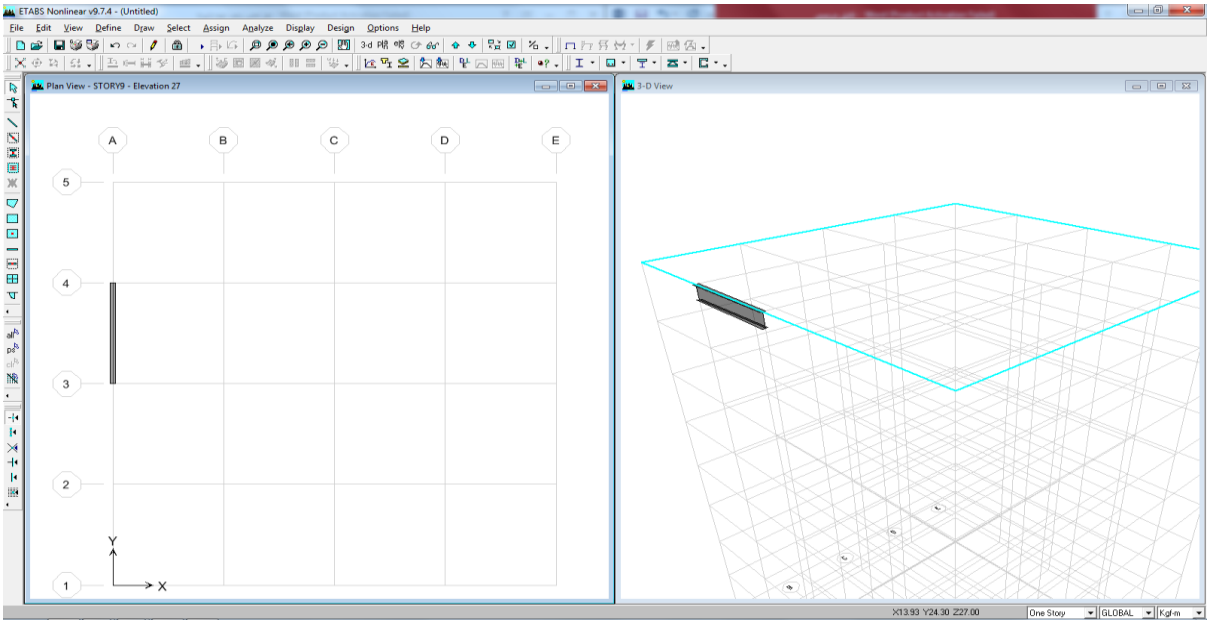


مدل کردن رمپ نیم دایره

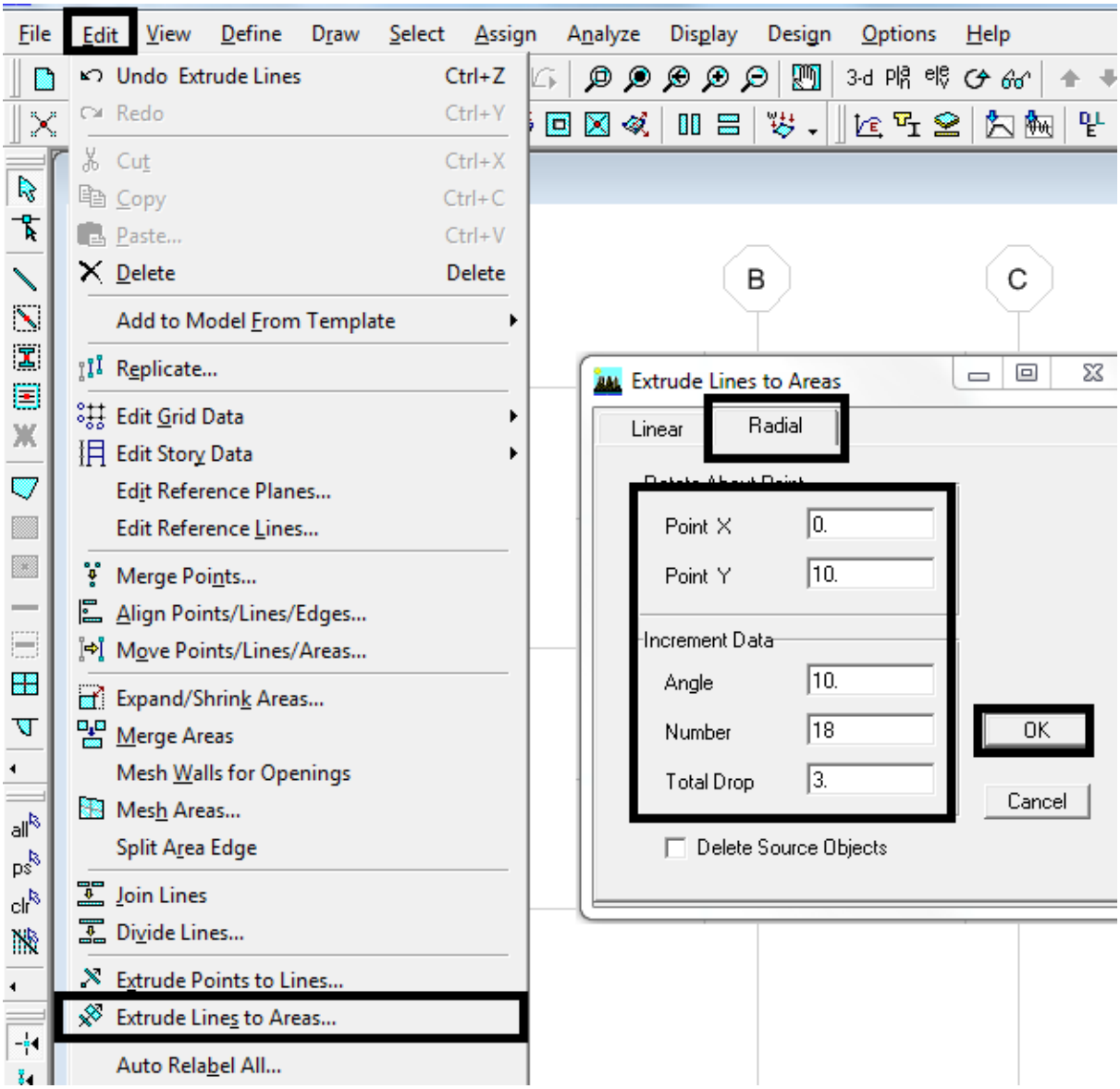
ایجاد مدل در برنامه:



با فعال بودن One Story یک تیر مدل می‌کنیم :

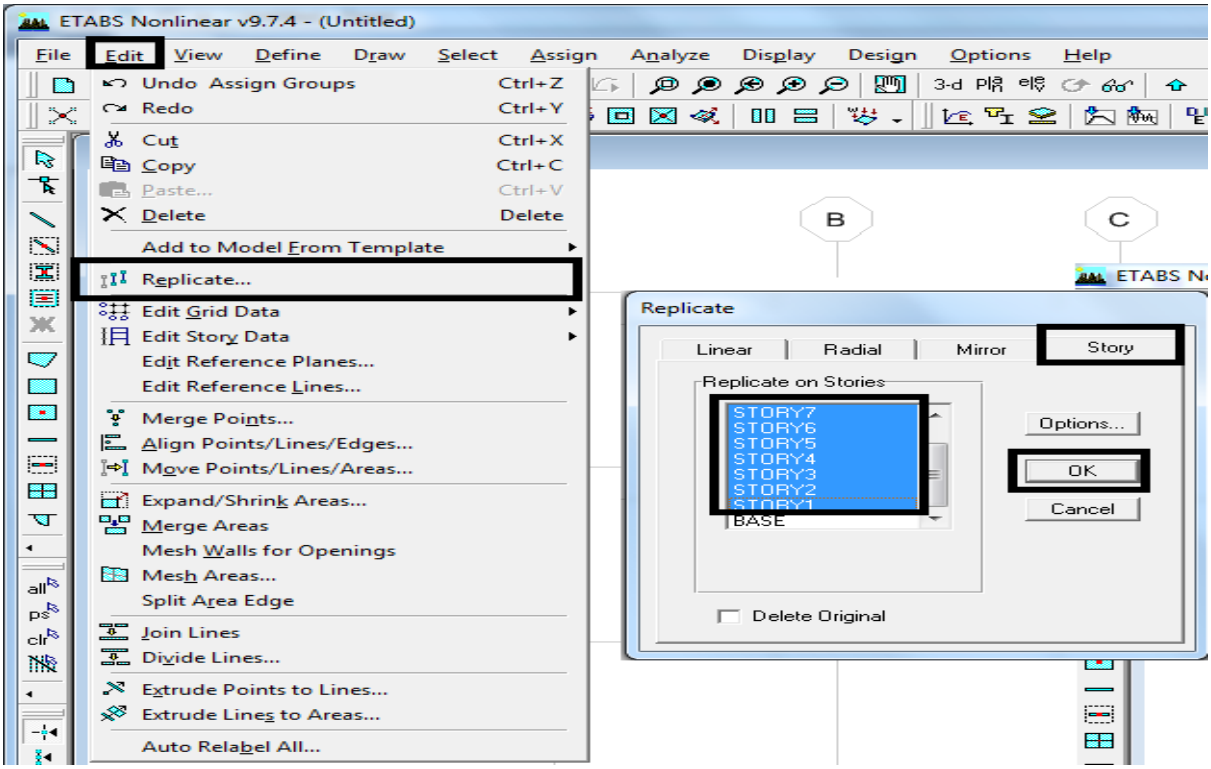


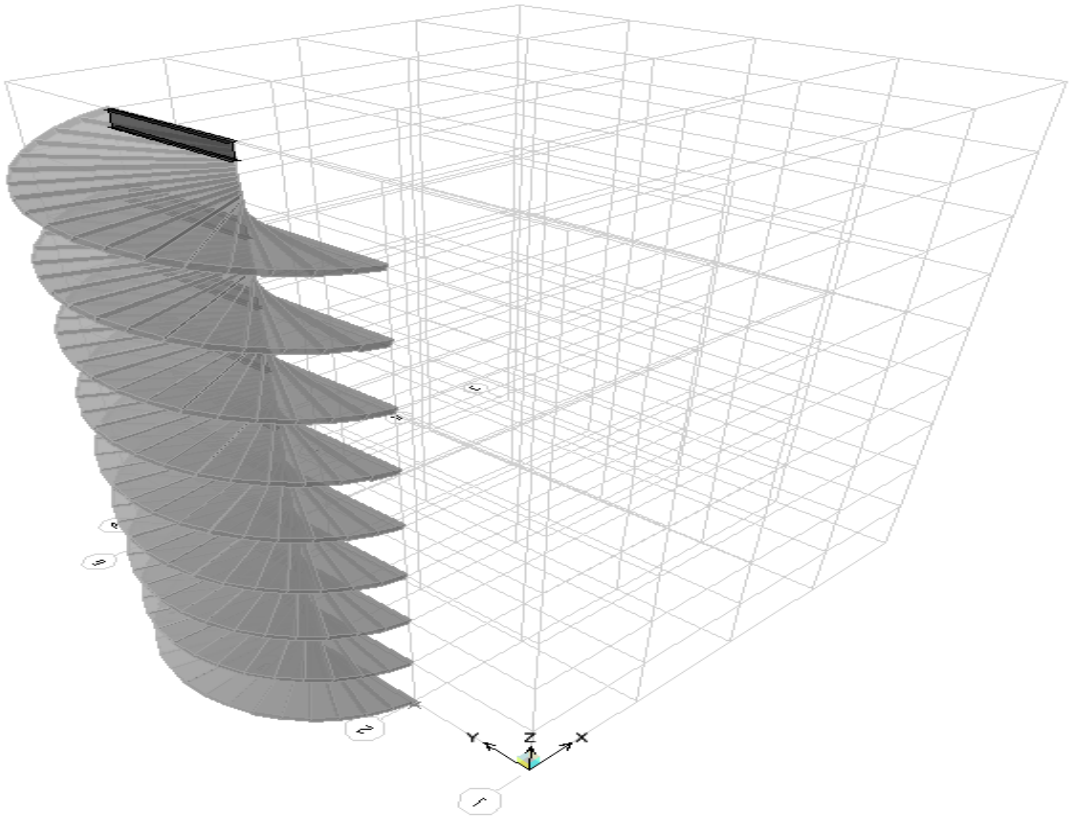
مختصات انتهایی تیر را یادداشت کرده و پس از انتخاب تیر به ترتیب شکل انجام می‌دهیم :



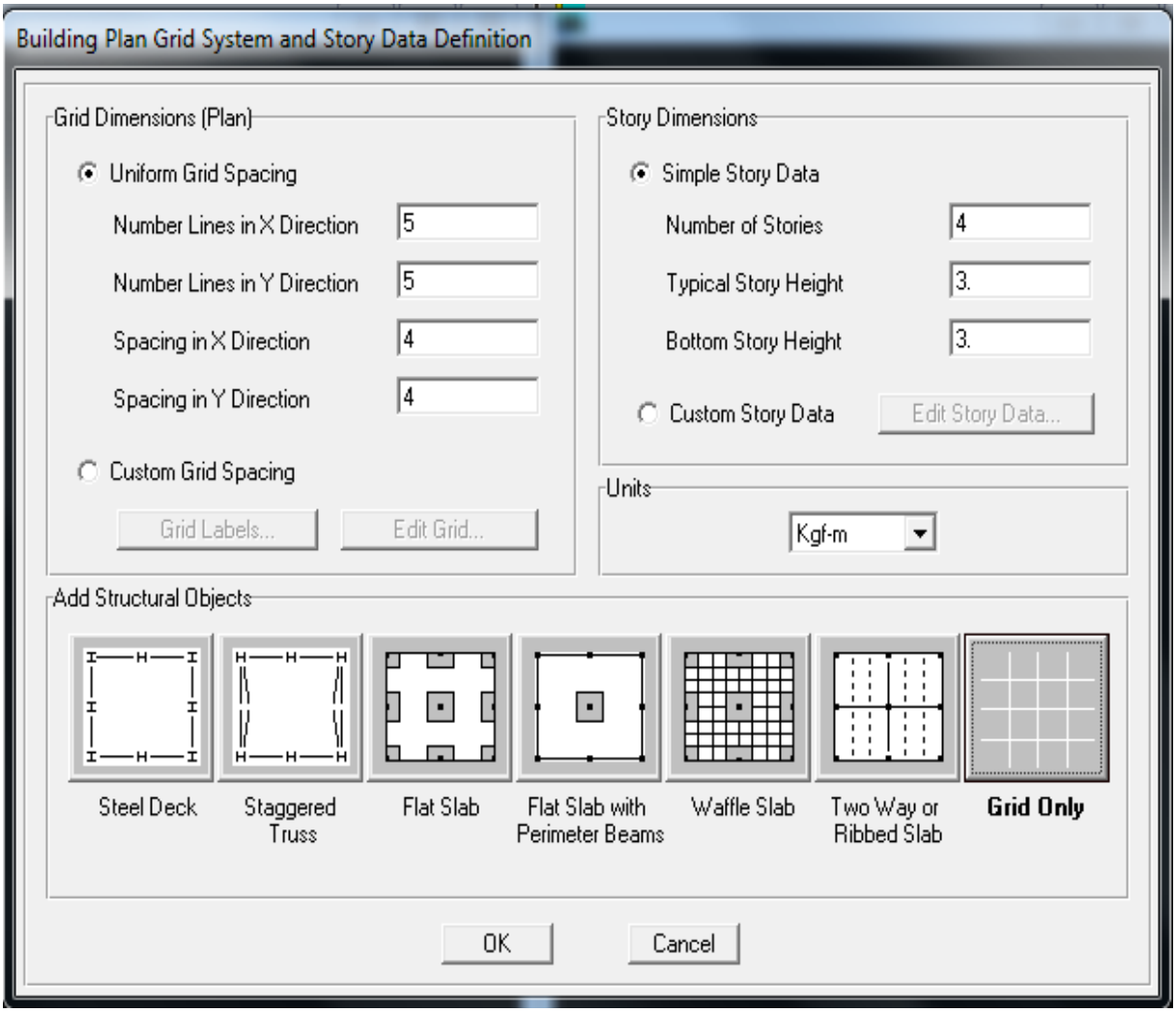
برای دیدن سطح خط تبدیل‌شده به مساحت تیک Object Fill و Extrusion را فعال می‌کنیم .

حال می‌خواهیم رمپ را برای سایر طبقات مدل کنیم . پس از انتخاب کل رمپ سه منوی ۳ بعدی برنامه به دستور Replicate می‌رویم و به‌جز طبقات base و طبقه آخر تمام طبقات را انتخاب می‌کنیم .

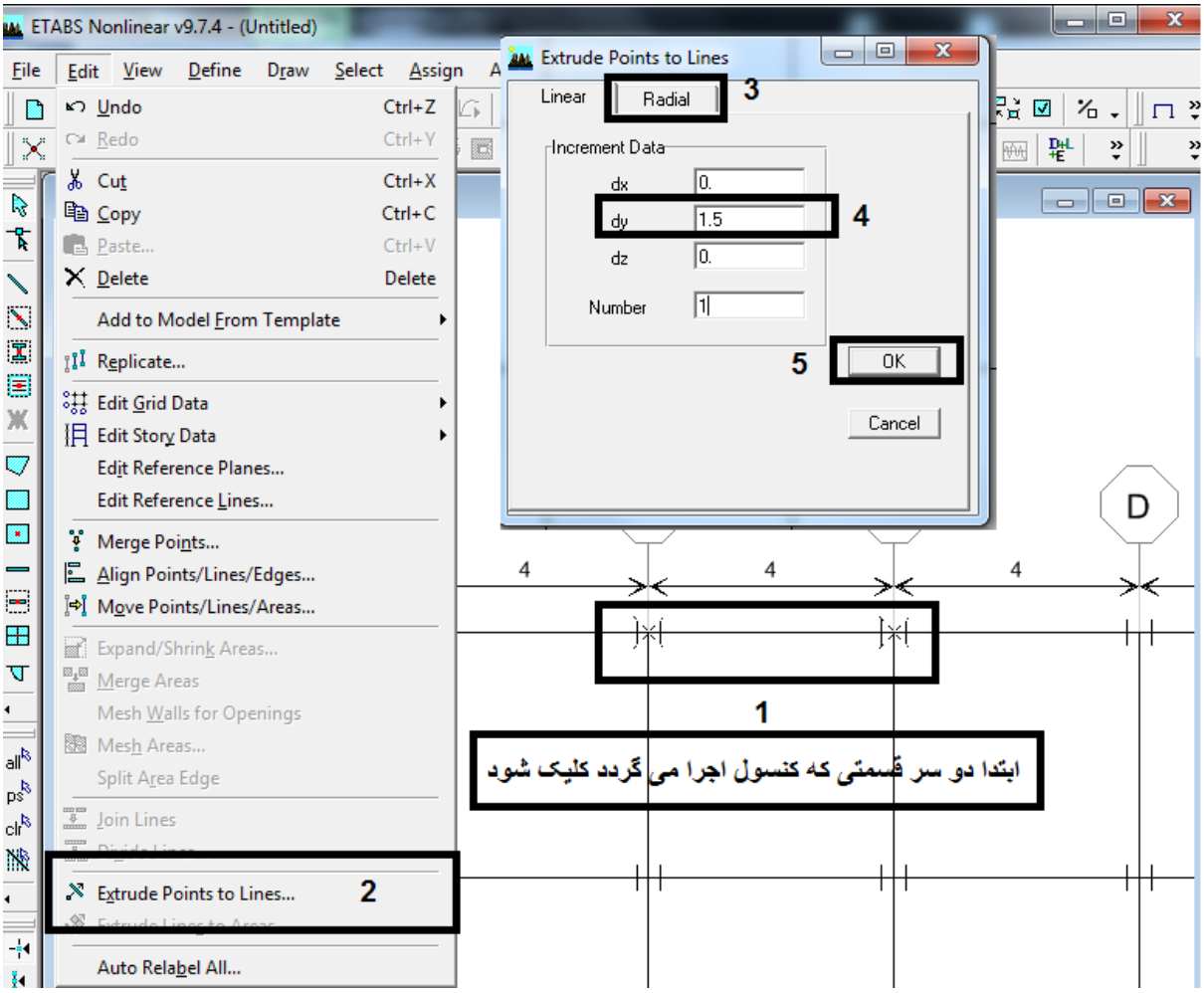

ETABS Nonlinear v9.7.4 - (Untitled)
File
Edit
View
Define
Draw
Select
Assign
Analyze
Display
Design
Options
Help
Undo Assign Groups Ctrl+Z
Redo Ctrl+Y
Cut Ctrl+X
Copy Ctrl+C
Paste... Ctrl+V
Delete Delete
Add to Model From Template
Replicate...
Edit Grid Data
Edit Story Data
Edit Reference Planes...
Edit Reference Lines...
Merge Points...
Align Points/Lines/Edges...
Move Points/Lines/Areas...
Expand/Shrink Areas...
Merge Areas
Mesh Walls for Openings
Mesh Areas...
Split Area Edge
Join Lines
Divide Lines...
Extrude Points to Lines...
Extrude Lines to Areas...
Auto Relabel All...
B
C
Replicate
Linear
Radial
Mirror
Story
Replicate on Stories
STORY7
STORY6
STORY5
STORY4
STORY3
STORY2
STORY1
BASE
Options...
OK
Cancel
Delete Original


Y
Z
X

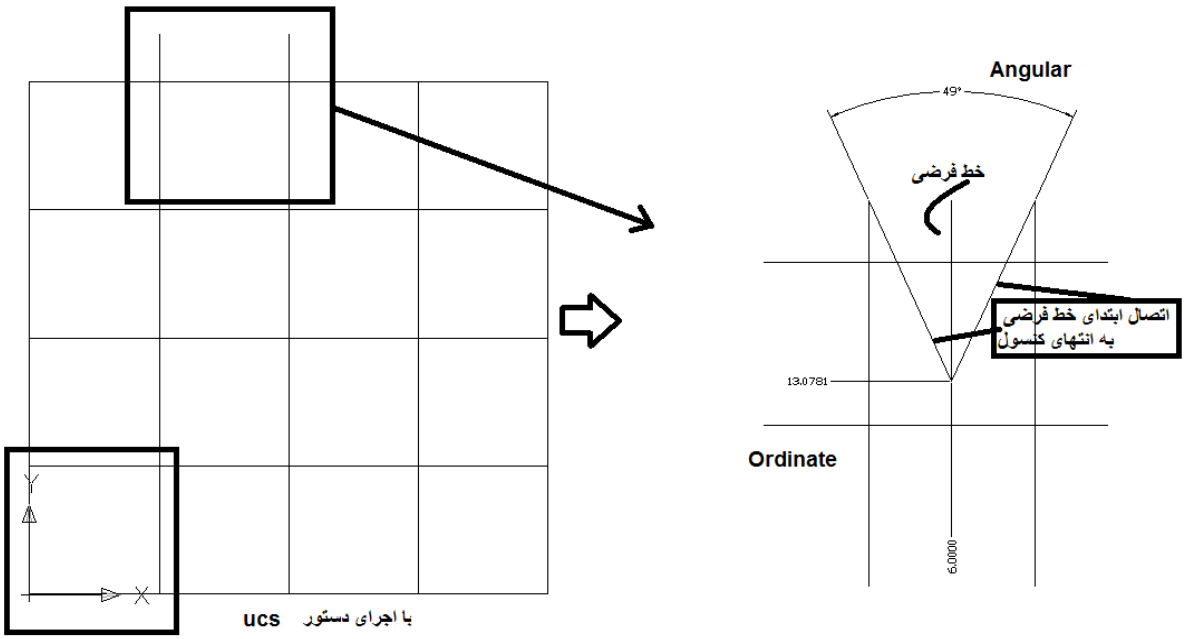
ترسیم دال (کنسول) نیم دایره



پس از ترسیم تیر و ستون و سقف فرضی (ضروری نمی‌باشد) ، طول بالکن با توجه به قوانین آیین‌نامه‌ای برابر با ۱,۵ می‌باشد :

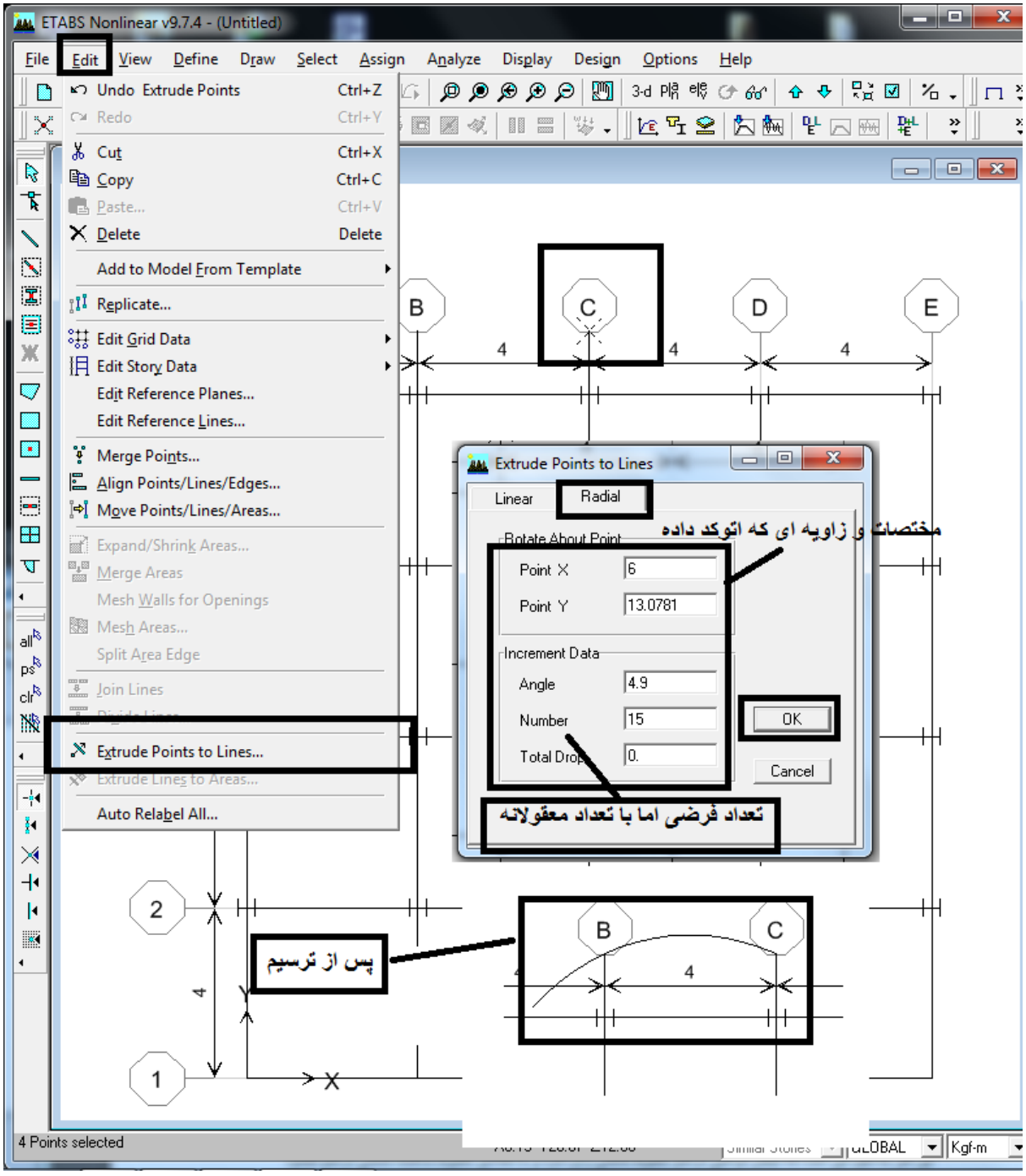


می‌توانیم برای کمک در طراحی دال از برنامه‌ی مکمل اتوکد کمک بگیریم . پس از ترسیم دقیق نقشه در اتوکد باید کنج چپ نقشه محور مختصات قرار دهیم با اجرای دستور ucs دستور را اجرا می‌کنیم . با offset وسط شکل خط فرضی رسم می‌کنیم . ابتدای خط فرضی را به دو انتهای تیر کنسول می‌رسانیم و با دستور angular و ordinate به ترتیب زاویه بین دو خط و ابتدای خط فرضی نسبت به محور مختصات را اندازه‌گیری می‌کنیم :



به نرم‌افزار ایتبس می‌آییم و مختصات به‌دست‌آمده در محیط اتو کد را از دستور زیر به نرم‌افزار معرفی می‌کنیم :

نکته : با توجه به پادساعت‌گرد بودن نرم‌افزار برای ترسیم کمان نقطه را از سمت راست انتخاب می‌کنیم (نقطه C) .



در انتها اگر تعداد خطوط زیاد باشد آن‌ها را پاک و اگر کم باشد تا انتهای تیر ادامه می‌دهیم .

نکته : تعداد خطوط کمان به‌اندازه‌ای داده شود که آخرین قسمت تبدیل نقطه به خط یک خط کم باشد .