((آموزش روش تحلیل خرپای دو بعدی توسط نرم افزار SAP))

- مقایسه خرپای دو بعدی و سه بعدی

در ابتدا لازم میدانم توضیحی مختصر در مورد خرپای دو بعدی و مقایسه آن با خرپای سه بعدی خدمت شما ارائه دهم.

در اصطلاح ساخت خرپای ماکارونی ، به سازه های خرپایی که از دو قاب موازی با هم تشکیل شده اند و این دو قاب بوسیله اعضایی افقی (به اصطلاح تیرچه) به یکدیگر متصل گردیده اند خرپای دو بعدی می گویند.دراین نوع خرپا وقتی بصورت ایده آل و بدون خطای ساخت و تغییر شکلهای ناشی از کمانش اعضاء به آن نگاه کنیم نیروهای فشاری و کششی تنها درصفحه دو قاب و بموازات آنها وارد می گردند ، به همین دلیل برای سادگی کار می توانیم تنها یکی از قابها را تحلیل کرده و نیروی قابل تحمل را برای قاب دوم نیز در نظر بگیریم.(اما به خاطر داشته باشید به دلیل خطاهای موجود در ساخت و نیز کمانشهای بوجود آمده در اعضاء حین بارگذاری که منجر به خروج قابها از صفحه میشود،در تیرچه ها نیز نیروی فشاری یا کششی بوجود میآید که باید اثر آنها را نیز در نظر گرفت.)

با توجه به توضیحات بالا به خرپاهایی که یا صفحات آنها با هم موازی نیستند و یا کلاً از صفحاتی که بتوان به آنها قاب گفت تشکیل نشده اند و دارای اعضای مورب هستند،در اصطلاح ساخت خرپای ماکارونی خرپای سه بعدی گفته میشود که این نوع از خرپاها را لزوماً باید بصورت کامل و سه بعدی تحلیل کرد.

- ترسیم در نرم افزار AutoCAD

برای ترسیم طرح خرپا در نرم افزار AutoCAD به نکات مهمی باید توجه نمود.

1 – ابعاد واندازه های خرپای ترسیمی باید دقیقاً مساوی با اندازه های مجاز در آیین نامه مورد نظر باشد. بصورتی که حتی محل دقیق تکیه گاهها ، ضخامت ماکارونی مورد استفاده و جلوگیری از بیرون زدگی خرپا از تکیه گاهها نیز در نظر گرفته شود. زیرا برای ترسیم نمی توانیم به خطوط ترسیمی در AutoCAD ضخامت بدهیم و باید با Line معمولی آنرا ترسیم کنیم.(بهتر است محل ترسیم خطوط در آکس ماکارونی های مفروض باشد.)

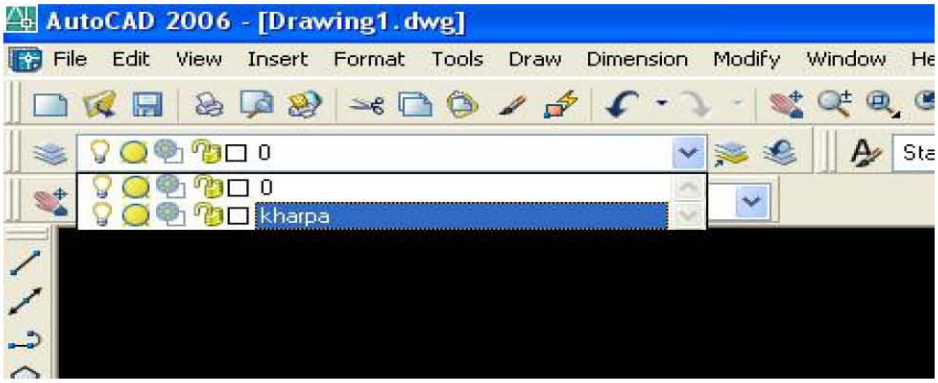
2 – تمام گره های اتصالی باید کاملاً به هم متصل بوده و از اتصال همه آنها قبل از تحلیل اطمینان حاصل کنیم.

3 – در طرحی که بصورت نهایی برای تحلیل رسم میشود نباید هیچگونه Object اضافی (مانند ...Dimension,point,) رسم شود.

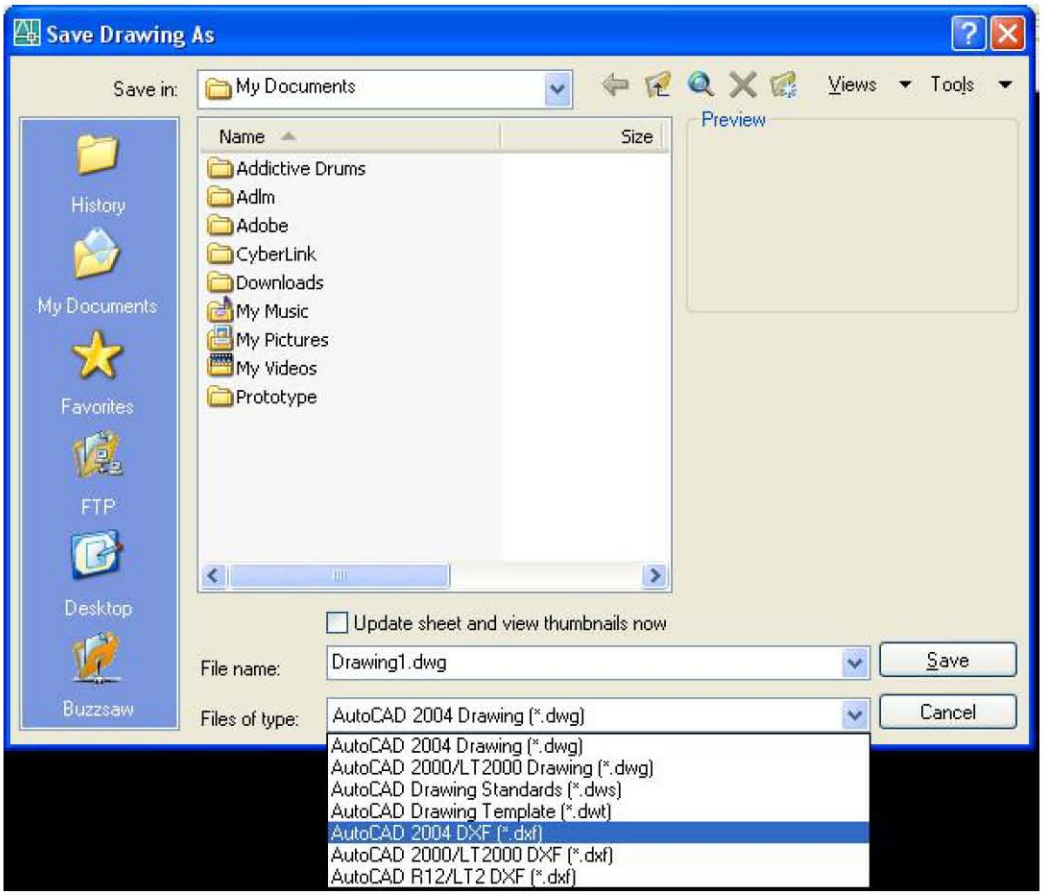
4 – بسیار دقت نمایید که هرگز هیچ دو خطی از روی هم عبور ننمایند (در محل تقاطع ، هر خط قطع شده و امتداد دیگر خط بصورت جداگا نه و بعنوان یک object مجزا رسم شود) و محل تقاطع تشکیل یک مفصل دهد که خطوط مجزا در آنجا به هم رسیده اند.

5 – پس از اینکه طرح بصورت کامل ترسیم شد باید در قسمت لایه ها یک لایه جدید (بعنوان مثال kharpa) تعریف کنیم و کل طرح را به آن لایه اختصاص دهیم.

نویسنده : روزبه نوری | Roozbehnoori7@gmail.com (tel:09356438013)



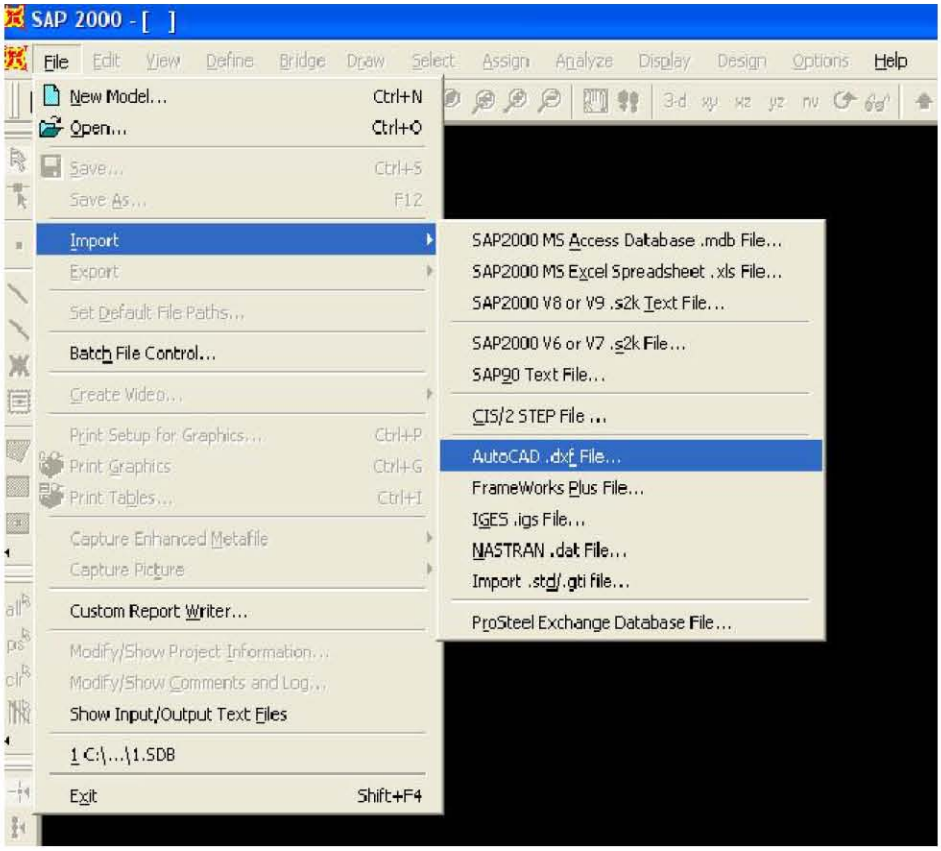
6 – برای save کردن طرح در نرم افزار AutoCAD بصورت پیش فرض فرمت dwg. پیشنهاد شده ، اما لازم است حتماً آنرا به فرمت dxf. تغییر داده و سپس save کنیم .



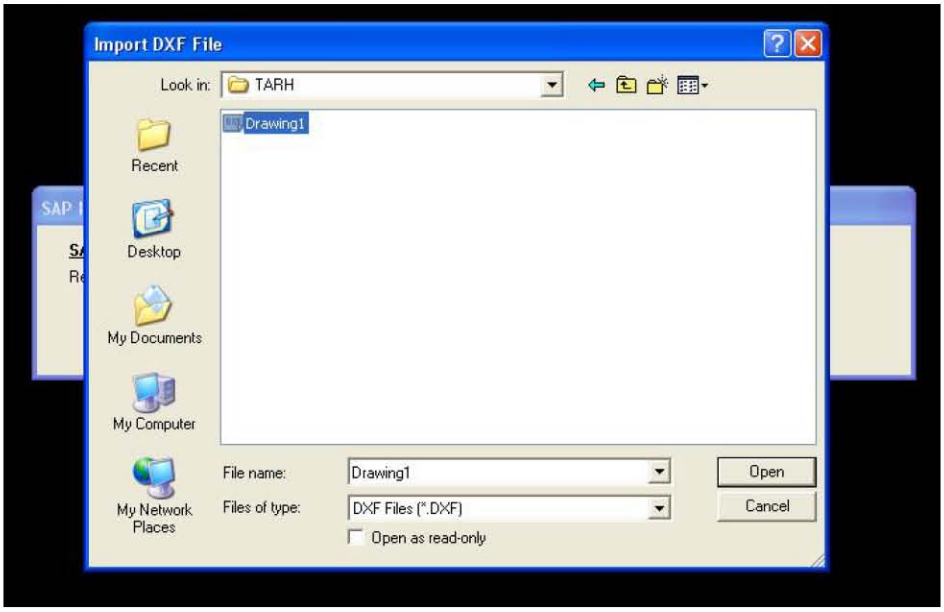
پس از این کار طرح برای ورود به نرم افزار SAP آماده می باشد.

- **مراحل تحیل خرپا توسط نرم افزار SAP**

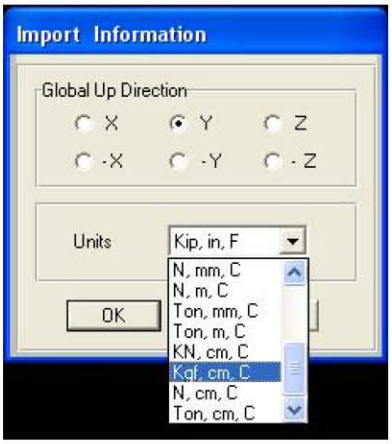
ابتدا از طریق منوی File منوی Import و سپس AutoCAD.dxf File انتخاب شود.



در پنجره Import DXF File طرح خود را انتخاب و Open کنید.

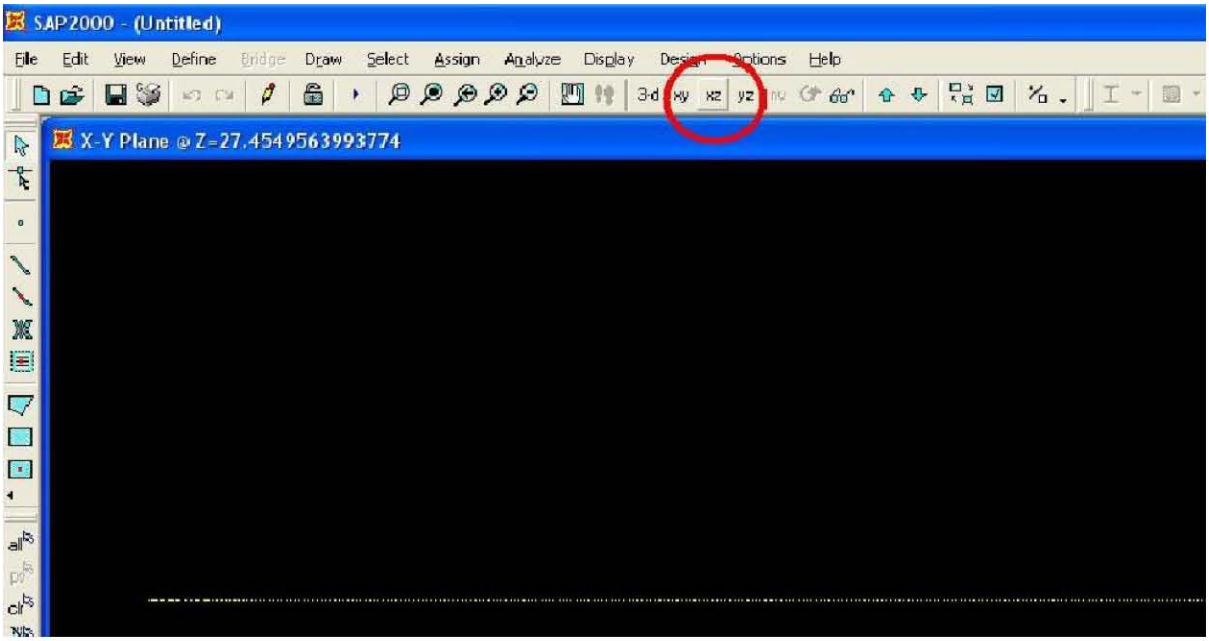


در پنجره Import Information ابتدا گزینه Y سپس از طریق کشوی Units گزینه kgf,cm,C انتخاب شده کلید ok را فشار دهید.



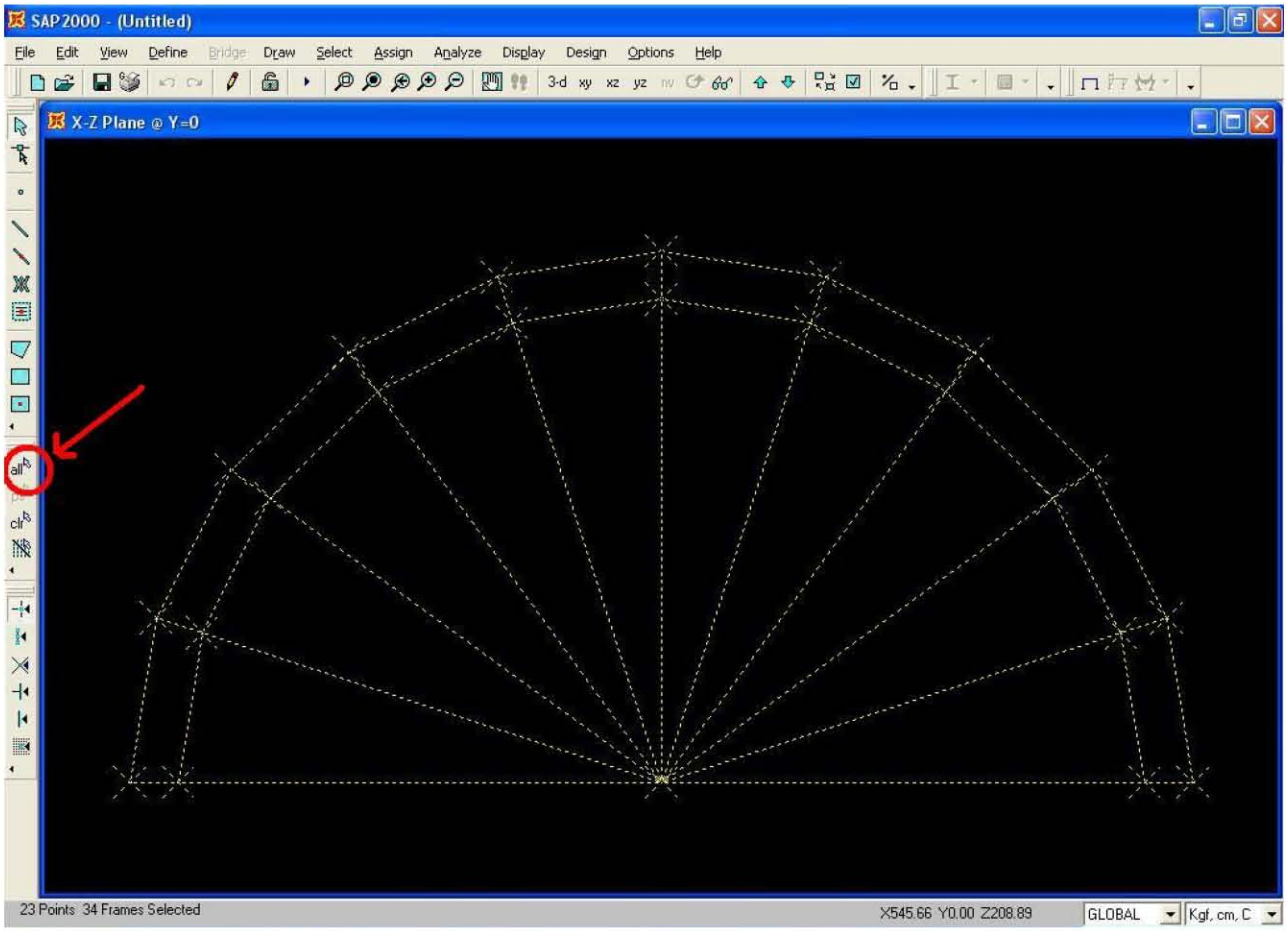
در پنجره بعدی که DXF Import نام دارد از طریق کشوی Frames گزینه kharpa (لایه ای که قبلاً طرح را به آن اختصاص داده ایم) انتخاب شود ، سپس کلیدok.

تصویری که در ابتدا از طرح مشاهده خواهید کرد یک خط چین افقی میباشد . برای مشاهده کامل قاب ، گزینهxz را در بالای صفحه انتخاب کنید.

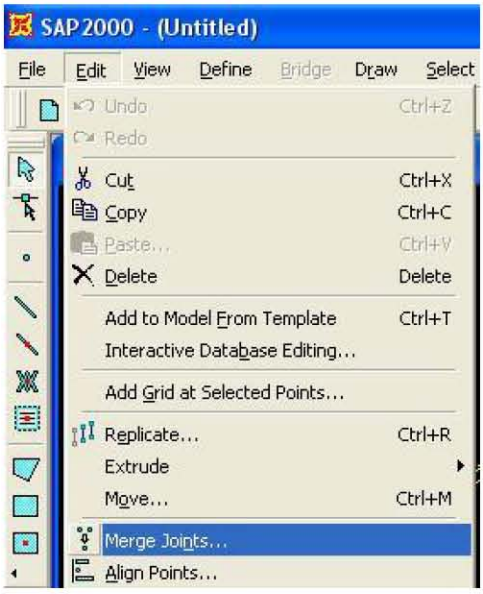


پس از اینکار تصویر کامل قاب قابل شاهده می باشد.(این تصویر در ابتدا بصورت نقطه چین میباشد)

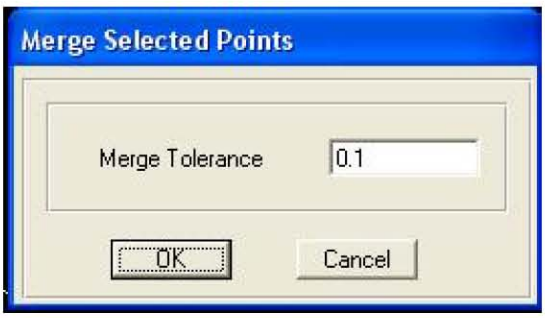
با زدن کلید all کل طرح را انتخاب کنید.



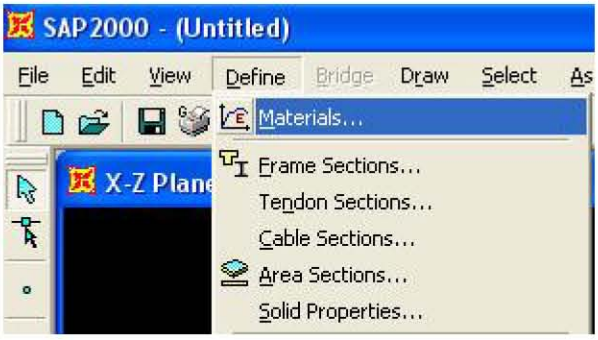
به منوی Edit رفته گزینه Merje Joints را انتخاب کنید.



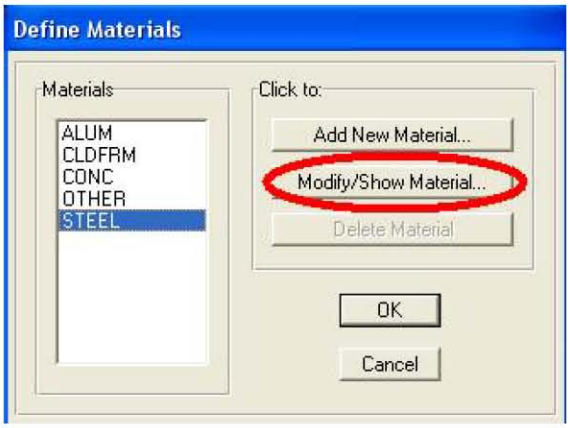
پس از باز شدن پنجره Merje Selected Points کلید ok را فشار دهید.(عدد 0.1 برای Merje Tolerance مناسب میباشد.)



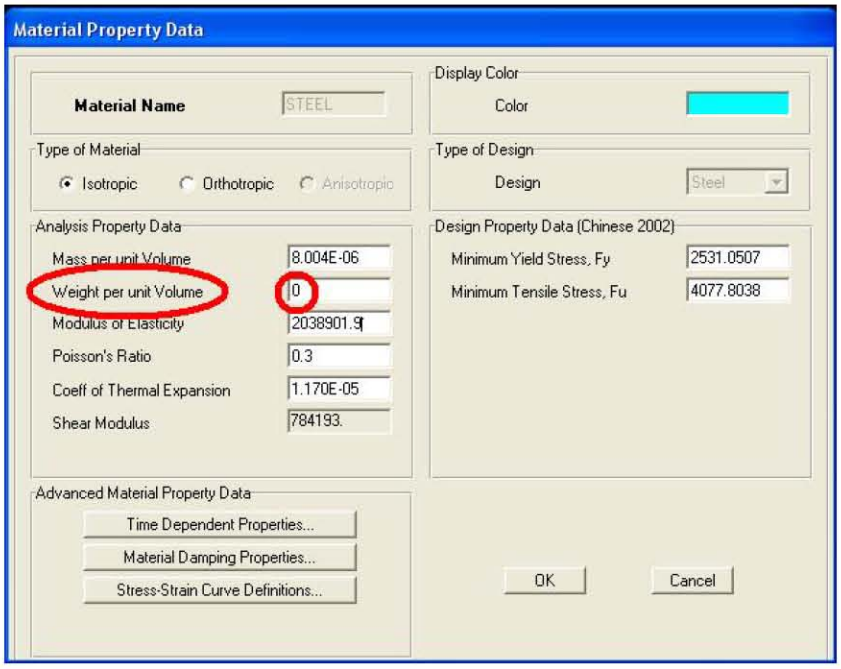
مجدداً کلید all را زده ، کل طرح را انتخاب کرده ، سپس به منوی Define رفته گزینه Materials را انتخاب کنید.



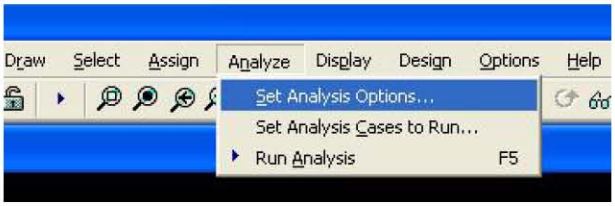
در پنجره Define Materials ابتدا گزینه STEEL سپس گزینه Modify/Show Material را انتخاب کنید.(البته در این بخش به غیر از STEEL ، مصالح دیگر را نیز میتوان انتخاب کرد. زیرا مادامیکه مدول الاستیسیته ماکارونی را در اختیار نداشته باشیم تفاوت چندانی ندارد که چه مصالحی را انتخاب کنیم.)



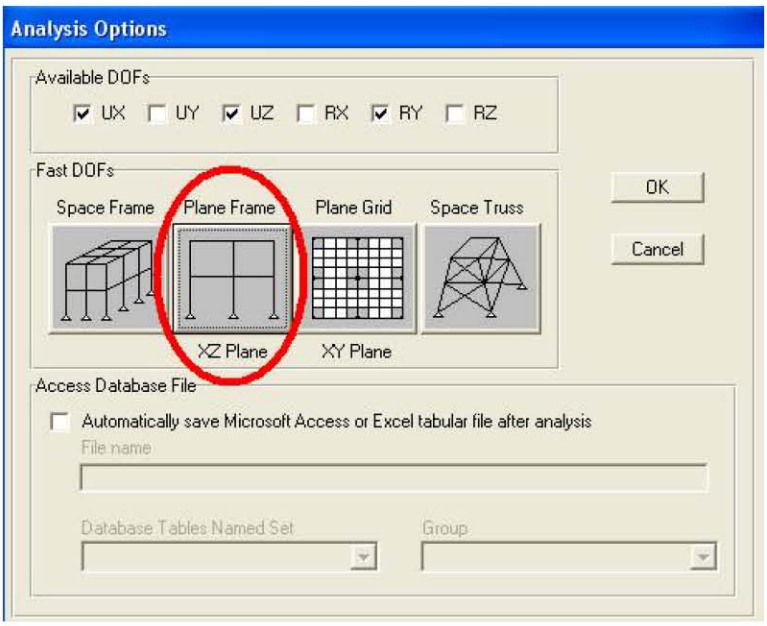
در پنجره Material Property Data مقدار عددی Weight Per Unit Volume را برابر صفر قرار میدهیم سپس ok و مجدداً ok.



به منوی Analyze رفته گزینه Set Analysis Options... را انتخاب می کنیم.

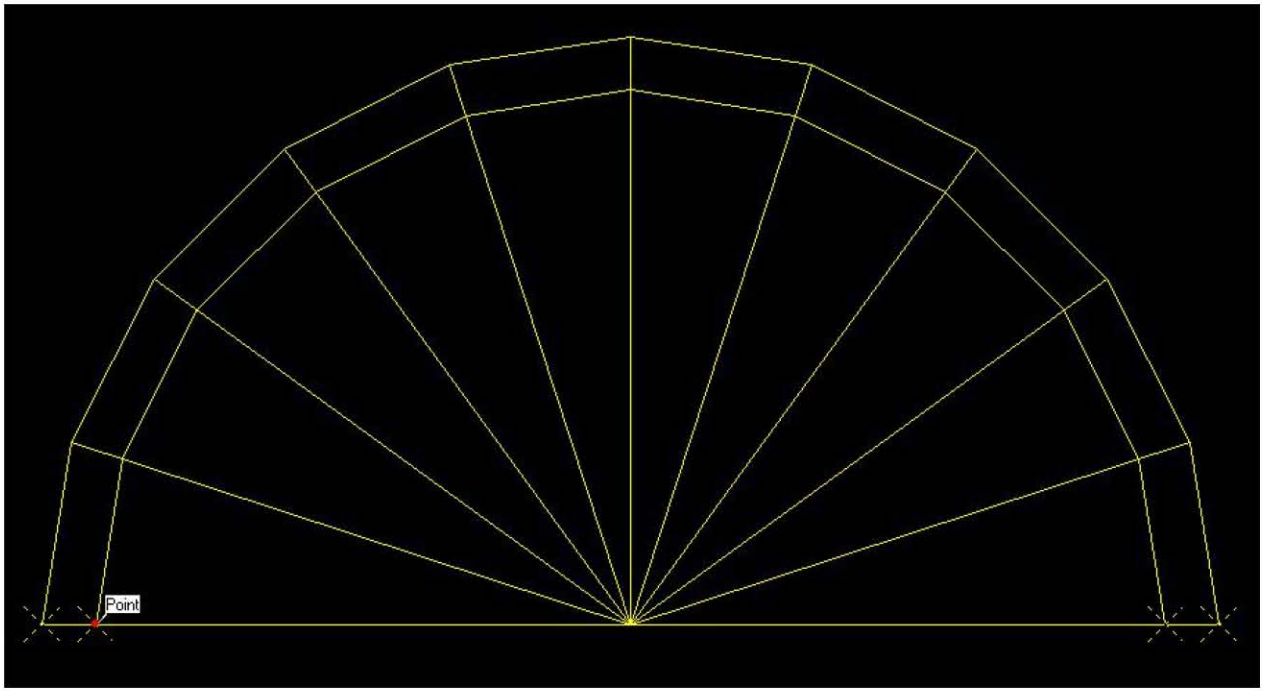


پس از باز شدن پنجره Analyze Options بر روی مربع گزینه Plane Frame کلیک کرده ، سپس ok.

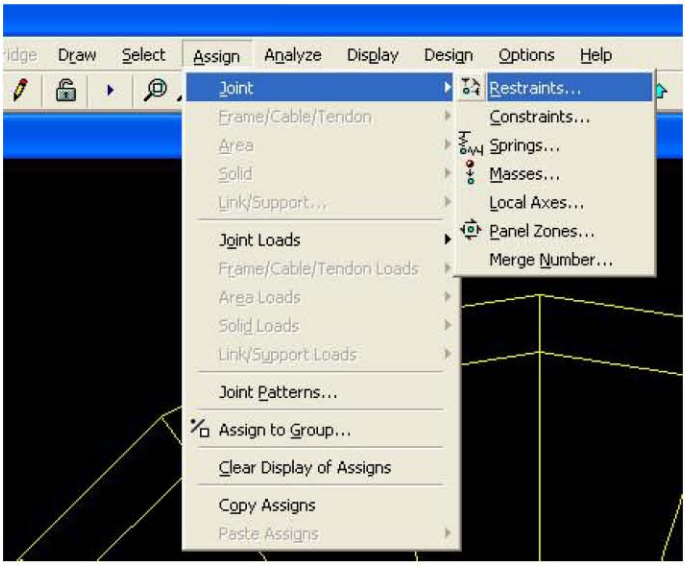


کلید clr (به معنیClear Selection) را فشار میدهیم تا طرح از حالت انتخاب خارج گردد.

با کلیک چپ موس نقاط تکیه گاهی را انتخاب می نماییم که پس از انتخاب بصورت ضربدر نقطه چین ظاهر می شوند.

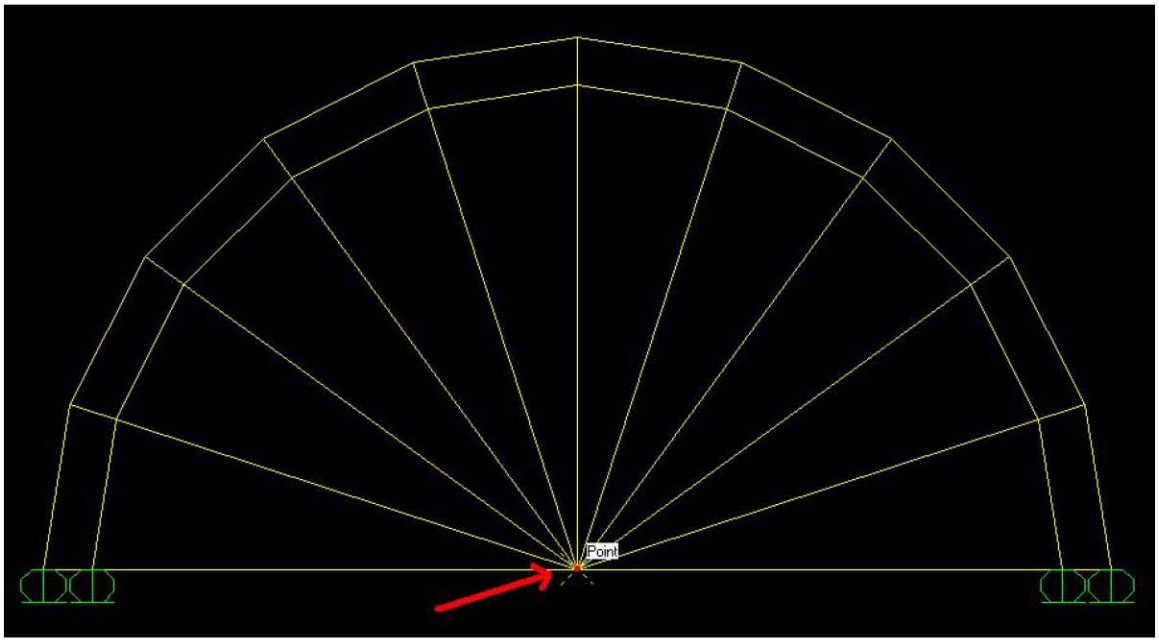


سپس به منوی Assign رفته ، ابتدا گزینه Joint و سپس گزینه ...Restraints را انتخاب می کنیم.

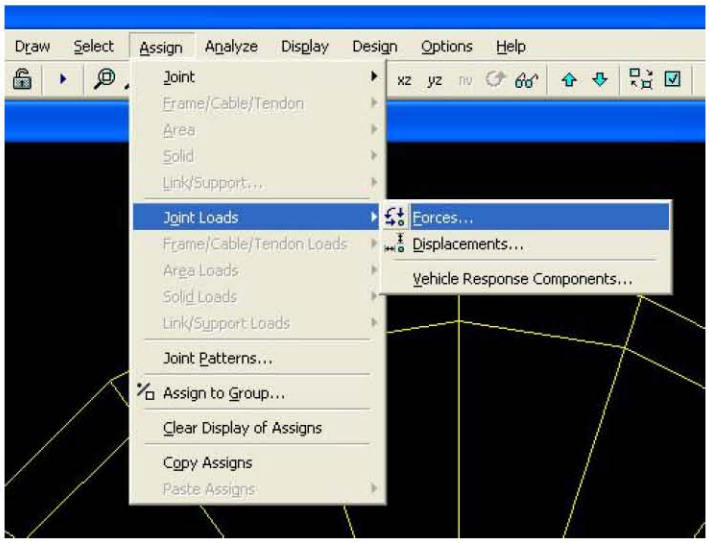


در پنجره Joint Restraints گزینه مربع دوم از سمت راست که نماد تکیه گاه غلطکی می باشد را انتخاب می کنیم و سپس ok.

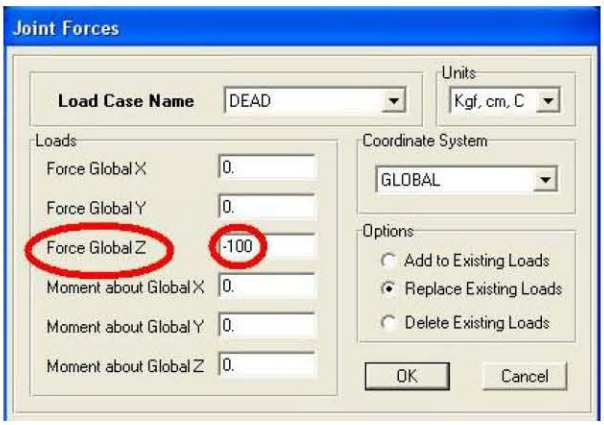
با کلیک چپ موس نقطه بارگذاری را انتخاب می نماییم که پس از انتخاب بصورت ضربدر نقطه چین ظاهر می شود.



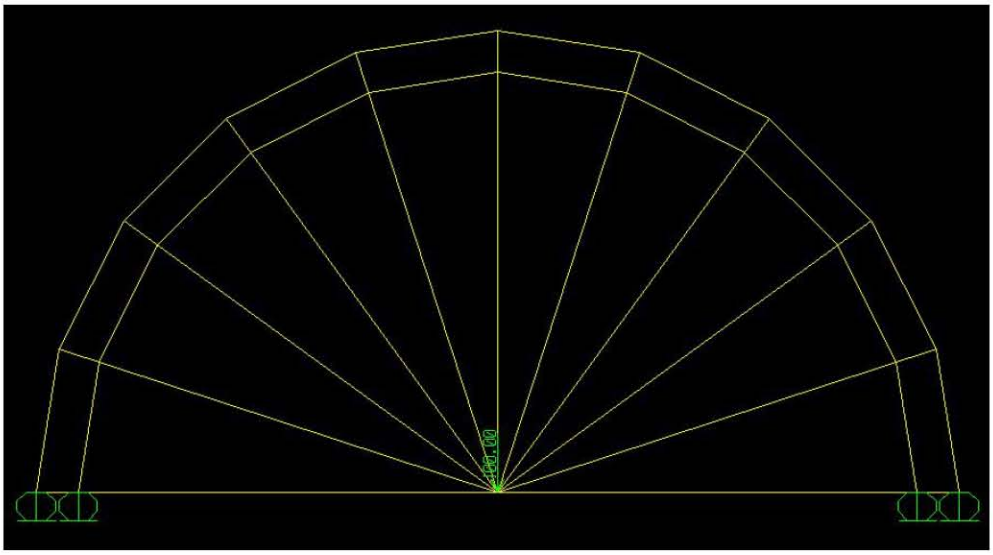
سپس به منوی Assign رفته ، گزینه Joint Loads را انتخاب کرده سپس گزینه Forces را انتخاب می کنیم.



پس از باز شدن پنجره Joint Forces در قسمت Force GlobalZ مقدار عددی (100-) را وارد نمایید و OK.

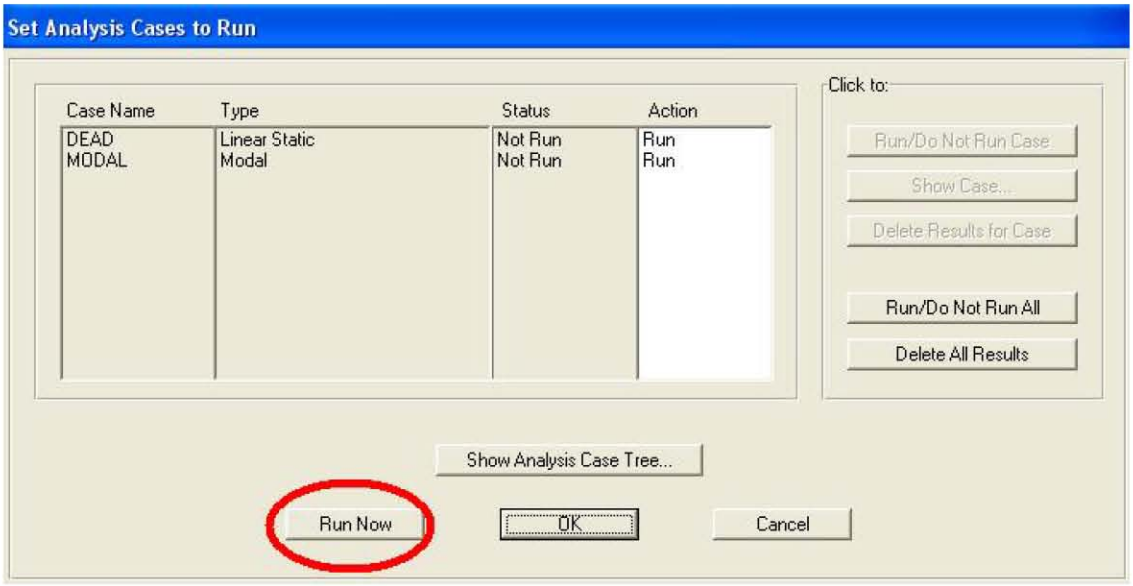


پس از اینکار در نقطه بارگذاری مقدار بار 100 ، رو به پایین وارد میگردد که نمایانگر بار وارده به سازه می باشد.(دلیل انتخاب مقدار 100 برای بارگذاری اینست که با اینکار می توان درصد نیروی وارده بر تمام اعضاء را بدست آورده و بدینوسیله میزان بار قابل تحمل توسط سازه را تخمین زد.)

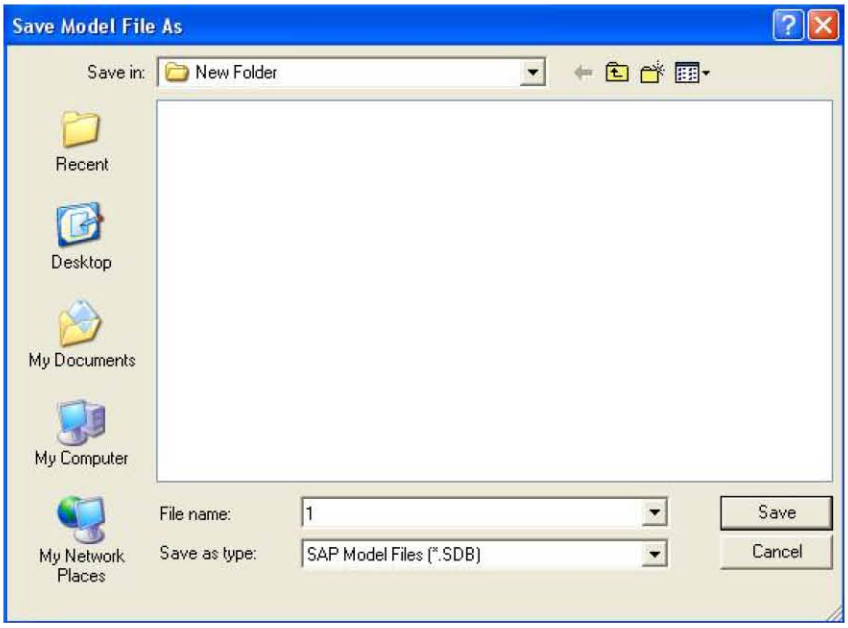


پس از این مرحله طرح برای تحلیل توسط نرم افزار SAP آماده شده است. پس به منوی Analyze رفته گزینه Analysis Run را انتخاب می کنیم.

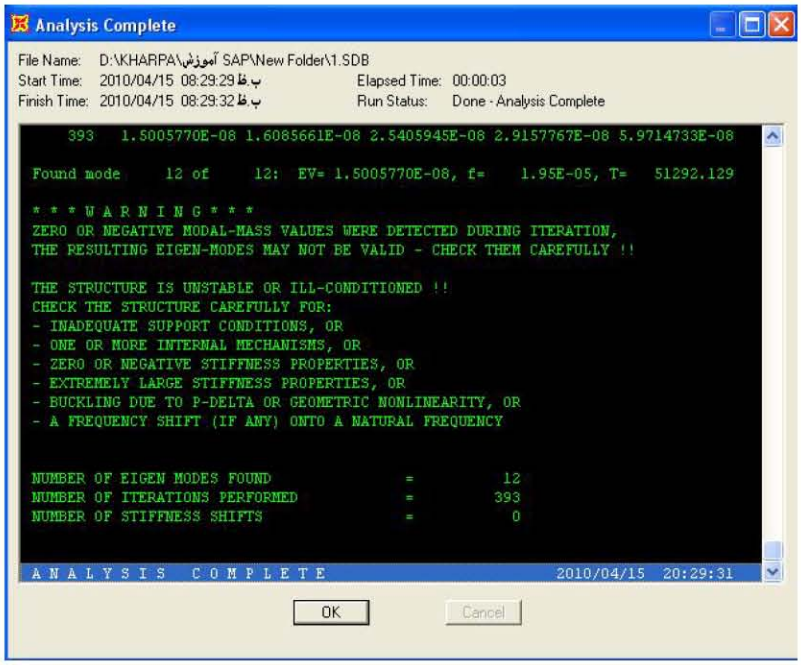
پس از باز شدن پنجره Set Analysis Cases to Run کلید Run Now را می زنیم.



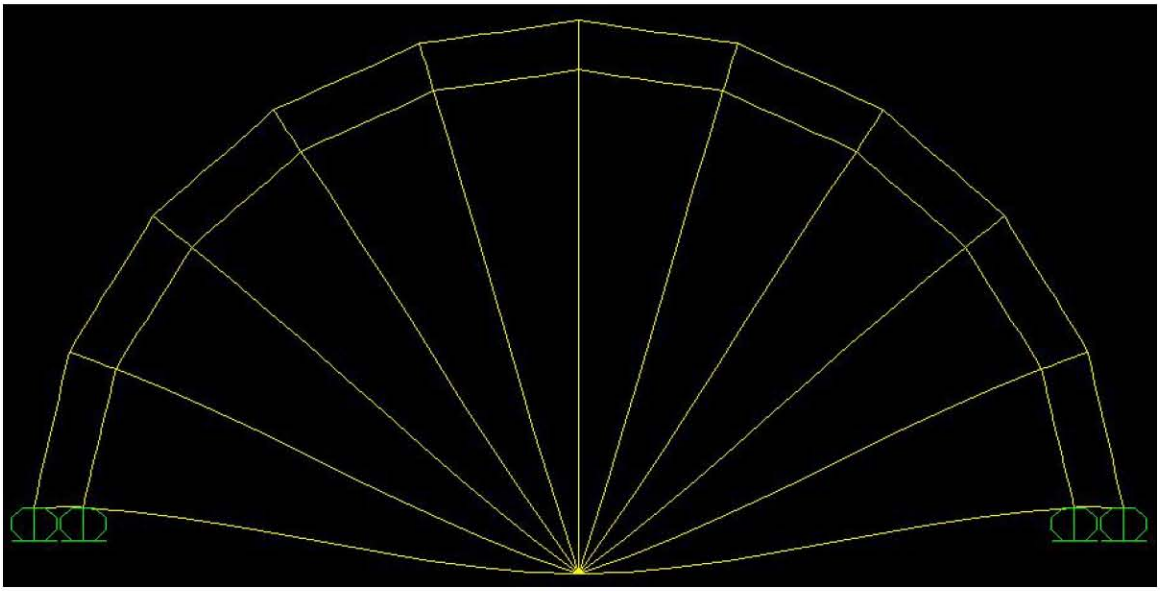
در پنجره Save Model File As محلی برای ذخیره اطلاعات تحلیل سازه در کامپیوتر تعیین کرده و کلید Save را می زنیم.



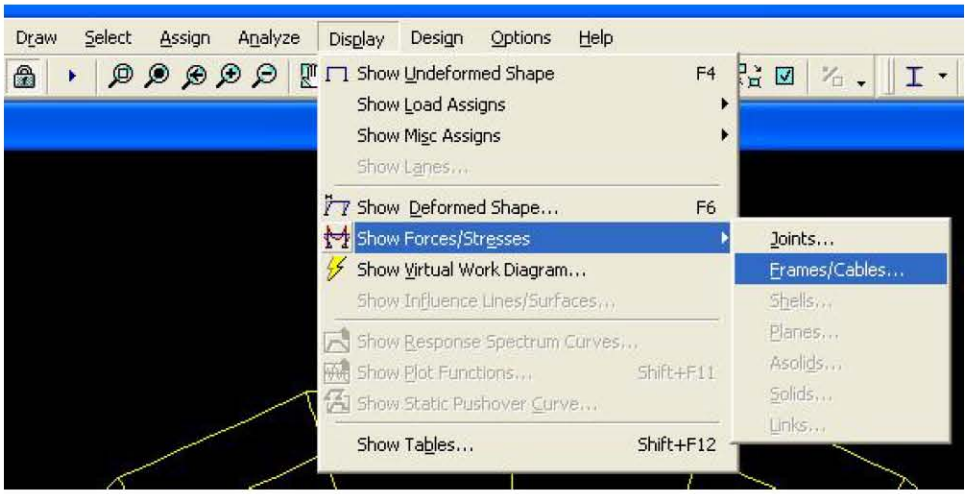
پس از اینکار بصورت خودکار پنجره Analysis Complete باز شده و محاسبات تحلیل نمایش داده میشوند. پس از پایان نمایش عملیات محاسبات ، کلید ok را فشار دهید.



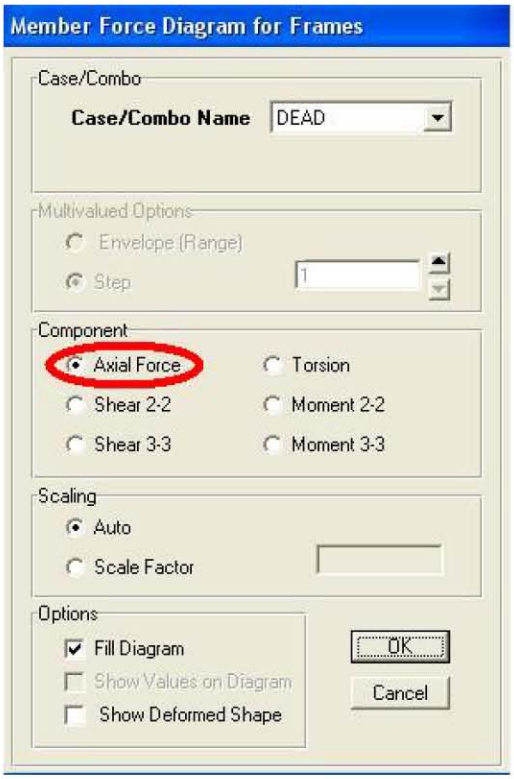
هم اکنون سازه با تغییر شکل ظاهری و اغراق شده به نمایش در می آید. البته نحوه و مقدار این تغییر شکل بستگی به این دارد که شما برای مدول الاستیسیته ماکارونی چه عددی را در نظر گرفته باشید.(با توجه به مصالح فولاد که قبلاً انتخاب کردیم این تغییر شکل اختصاص به سازه ای از جنس فولاد دارد.)



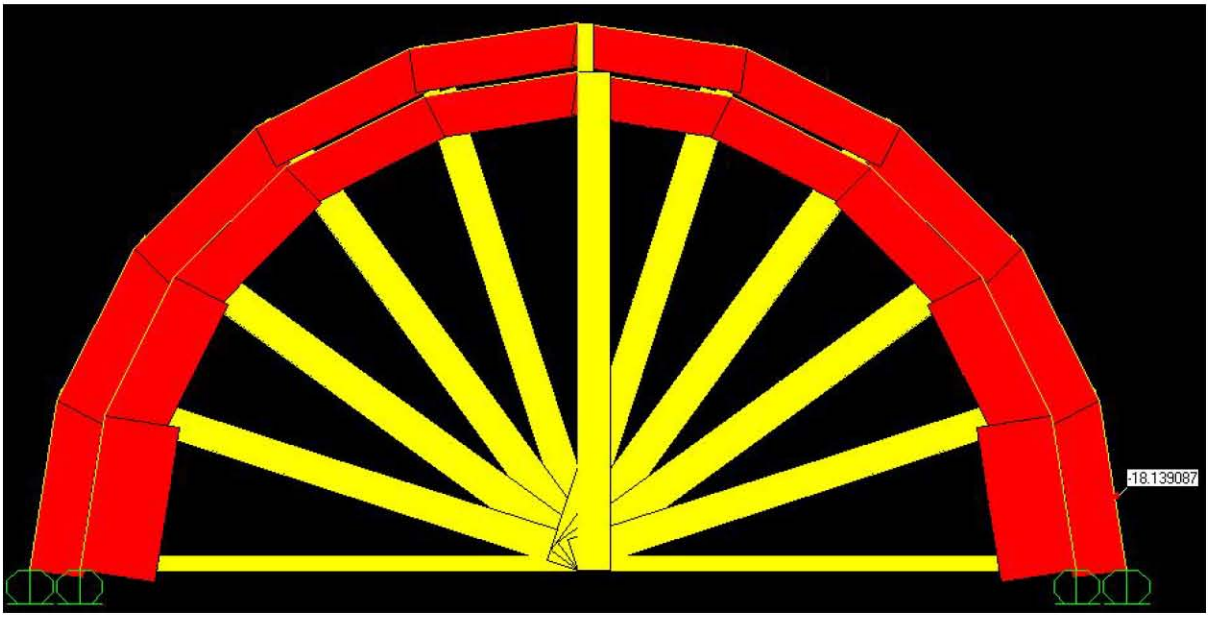
اما برای مشاهده تنشهای بوجود آمده در اعضای سازه ابتدا به منویDisplay رفته سپس به Show Forces/Stresses و بعد از آن به ...Frames/Cables میرویم.



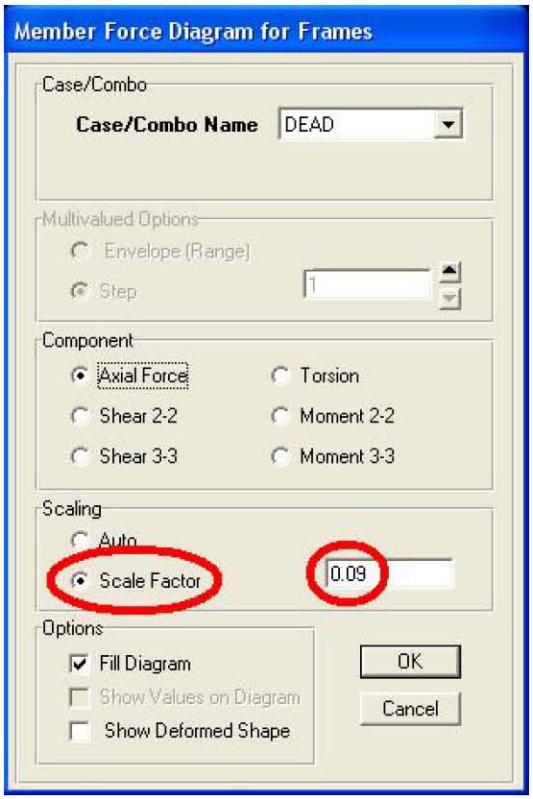
در پنجره Member Force Diagram for Frames جهت مشاهده تنشهای محوری (فشاری و کششی) در قسمت Component گزینه Axial Force (که معمولاً به صورت پیش فرض انتخاب شده) را انتخاب می کنیم و ok.

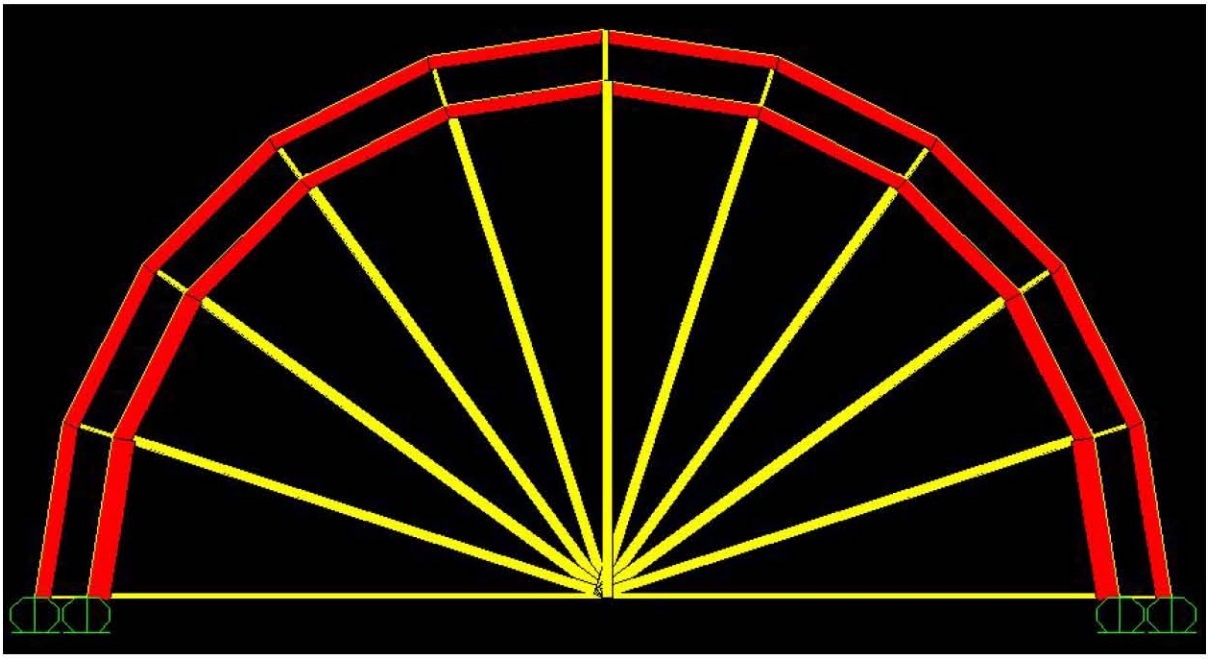


پس از اینکار سازه با نماد رنگی تنشها که همان دیاگرام تنشهای موجود در سازه میباشد و روی اعضای آن رسم شده نمایش داده می شود. رنگ قرمز نشان دهنده تنشهای فشاری و رنگ زرد نشان دهنده تنشهای کششی می باشد. همچنین با نگه داشتن نشانگر موس بر روی خود اعضاء میتوان مقدار دقیق تنش در هر عضو را مشاهده کرد.

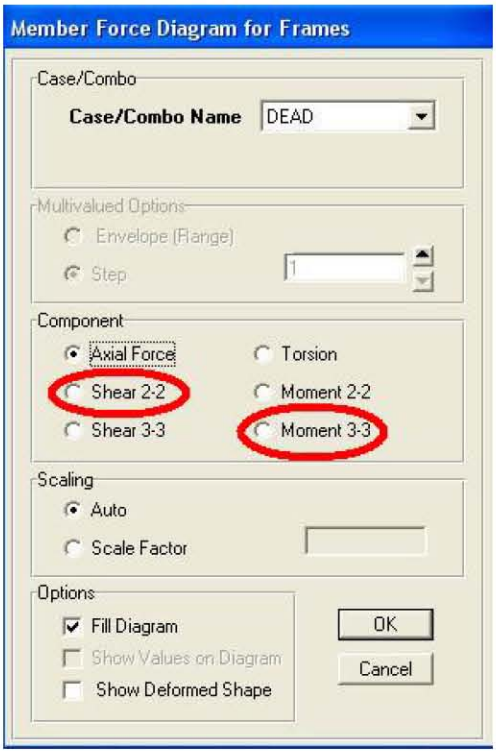


همانطور که در شکل بالا مشاهده میکنید ضخامت رنگهای نشان دهنده تنشهای اعضاء خیلی زیاد است و خود اعضاء به سختی دیده می شوند. برای کنترل و تعیین ضخامت مناسب آنها میتوان به همان روش قبل به پنجره Member Force Diagram for Frames رفته و در قسمت Scaling با انتخاب گزینه Scale Factor مقدار عددی روبروی آنرا تغییر دهیم تا ضخامت رنگها مناسب گردد.

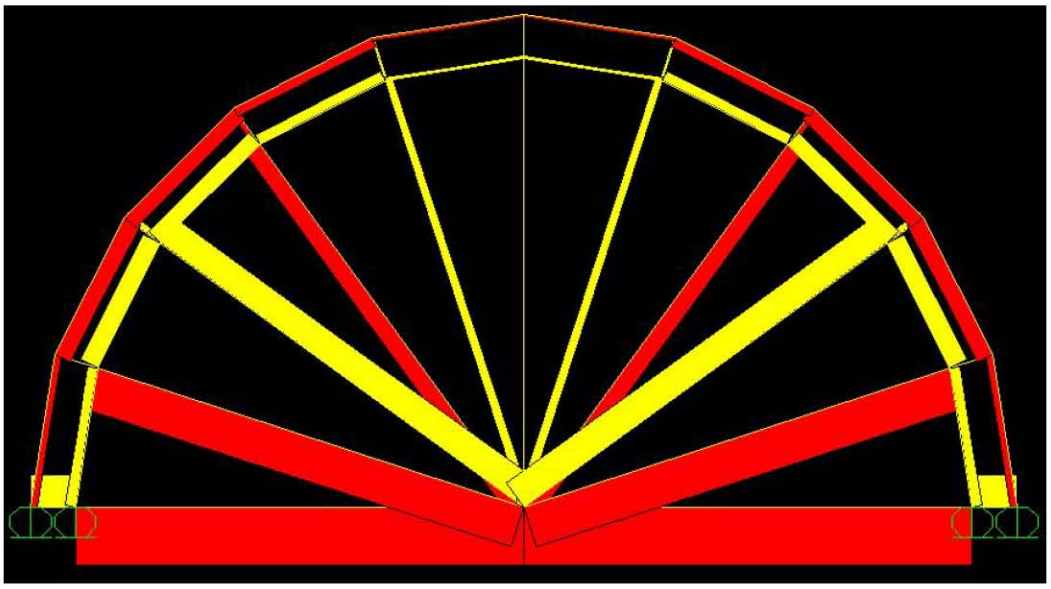




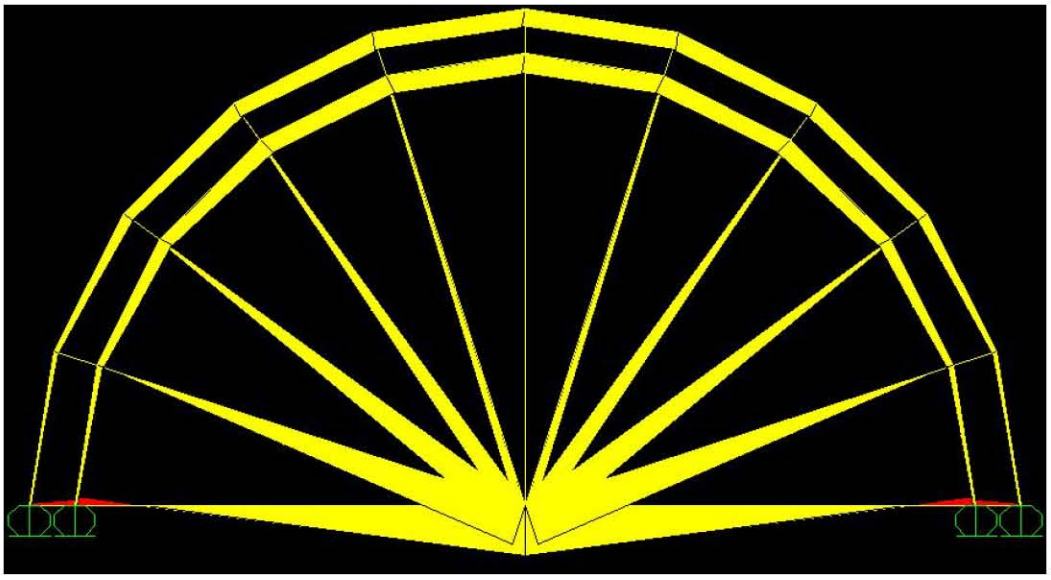
در صورتیکه نیاز به بررسی تنشهای برشی و یا لنگرهای خمشی در سازه باشد ، مجدداً به پنجره Member Force Diagram for Frames رفته و برای مشاهده تنشهای برشی در قسمت Component گزینه Shear 2-2 وبرای مشاهده لنگرهای خمشی گزینه Moment 3-3 را انتخاب میکنیم.



دیاگرام نیروهای برشی



دیاگرام لنگرهای خمشی



بدین ترتیب کلیه نیروهای موجود در سازه طراحی شده ، نمایش داده می شود.

لازم به ذکر است تنها دانستن مقادیر و موقعیت نیروها در سازه نمیتواند دلیل بر بهینه بودن سازه باشد و آزمایشهای عملی ، ساختن و شکستن سازه امریست که بسیار بیشتر از طراحی ، موفقیت در این زمینه را تضمین می کند.

امید است این آموزش کمکی باشد در راستای سازندگی و ابداع طرحهای نوین و مبتکرانه در کلیه زمینه های تئوری و عملی رشته عمران و دیگر رشته های مرتبط با آن.

هر جا هستید موفق و خوش باشید

Roozbehnoori7@gmail.com (tel:09356438013) | نویسنده : روزبه نوری