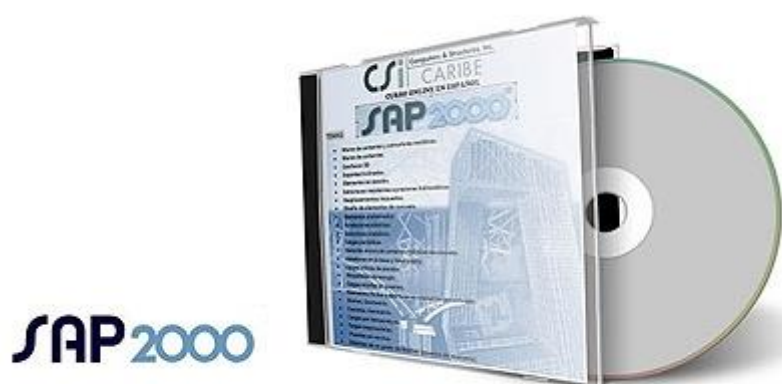




ایران خریا



آموزش تحلیل سازه های دو بعدی توسط نرم افزار

**SAP 2000 v.14**

کاری از وب سایت تخصصی سازه های ماکارونی

ایران خریا

[www.kharpa.ir](http://www.kharpa.ir)

## مقایسه سازه های دو بعدی و سه بعدی

در ابتدا لازم می دانیم توضیحی مختصر در مورد سازه های دو بعدی و مقایسه آن با سازه های سه بعدی خدمت شما ارائه دهیم.

در اصطلاح ساخت سازه های ماکارونی ، به سازه هایی که از دو قاب موازی با هم تشکیل شده اند و این دو قاب بوسیله اعضای بین دو قاب به یکدیگر متصل گردیده اند ، سازه دو بعدی می گویند. در این نوع سازه وقتی بصورت ایده آل و بدون خطای ساخت و تغییر شکلهای ناشی از کمانش اعضا ، به آن نگاه کنیم ، نیروهای فشاری و کششی تنها در صفحه دو قاب که بموازات راستای نیروی بار متمرکز می باشد ، 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 اعضا ، حین بارگذاری که منجر به خروج قابها از صفحه می شود ، در اعضای بین دو قاب نیز نیروی فشاری یا کششی بوجود می آید که باید اثر آنها را نیز در نظر گرفت.)

با توجه به توضیحات بالا به سازه هایی 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 ، سازه های سه بعدی گفته می شود که این نوع از سازه ها را لزوماً باید بصورت کامل و سه بعدی تحلیل کرد.

## ترسیم در نرم افزار AutoCAD

برای ترسیم طرح سازه در نرم افزار AutoCAD به نکات مهم زیر باید توجه نمود. (لازم به ذکر است کلیه اشکال و دستورات این آموزش ، بر اساس نرم افزار AutoCAD ورژن 2006 تهیه گردیده است.)

۱ - ابعاد و اندازه های سازه ترسیمی باید دقیقاً مساوی با اندازه های مجاز در آیین نامه مورد نظر باشند. بصورتی که حتی محل دقیق تکیه گاهها و ضخامت ماکارونی مورد استفاده نیز در نظر گرفته شود. زیرا برای ترسیم نمی توانیم به خطوط ترسیمی در AutoCAD ضخامت بدهیم و باید با دستور Line معمولی آنرا ترسیم کنیم. (بهتر است محل ترسیم خطوط در آکس ماکارونی های مفروض باشد.) همچنین جهت جلوگیری از بروز مشکلات در مرحله تحلیل ، بهتر است از ابتدا ابعاد سازه در AutoCAD بر حسب سانتیمتر رسم گردند تا با تنظیمات نرم افزار SAP همخوانی داشته باشد.

۲ - تمام گره های اتصالی باید کاملاً به هم متصل بوده و از اتصال همه آنها قبل از تحلیل اطمینان حاصل نمایید.

۳ - در طرحی که بصورت نهایی برای تحلیل رسم میشود ، نباید هیچگونه Object اضافی (مانند ... , text , point , Dimension) رسم شود.

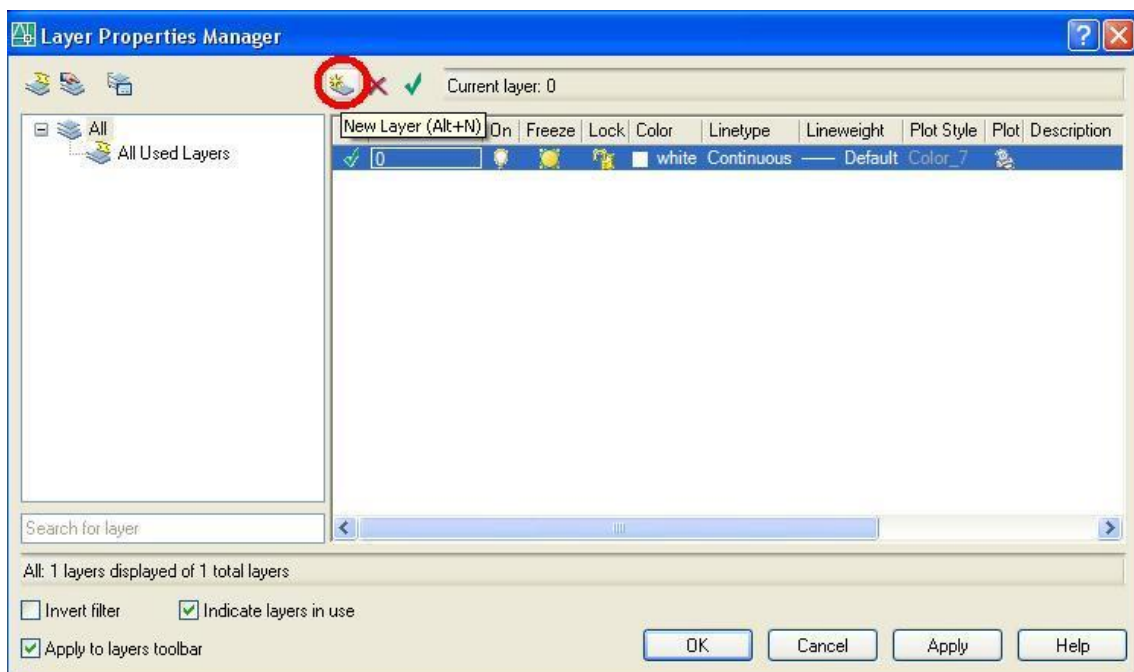
۴ - بسیار دقت نمایید که هرگز هیچ دو خطی از روی هم عبور نمایند (در محل تقاطع ، هر خط قطع شده و امتداد دیگر خط بصورت جداگانه و بعنوان یک object مجزا رسم شود) و محل تقاطع تشکیل یک گره دهد که خطوط مجزا در آنجا به هم رسیده اند.

۵- 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.

پس ابتدا در نرم افزار اتوکد ، به منوی Format رفته ، گزینه Layer را انتخاب کنید.



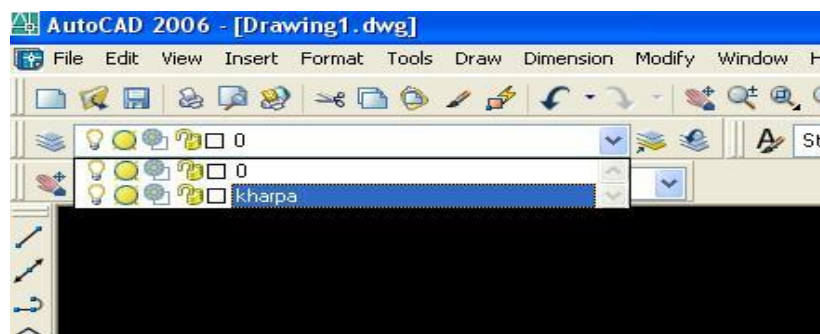
سپس در بالای صفحه Layer Properties Manager بر روی آیکون New Layer کلیک کنید.



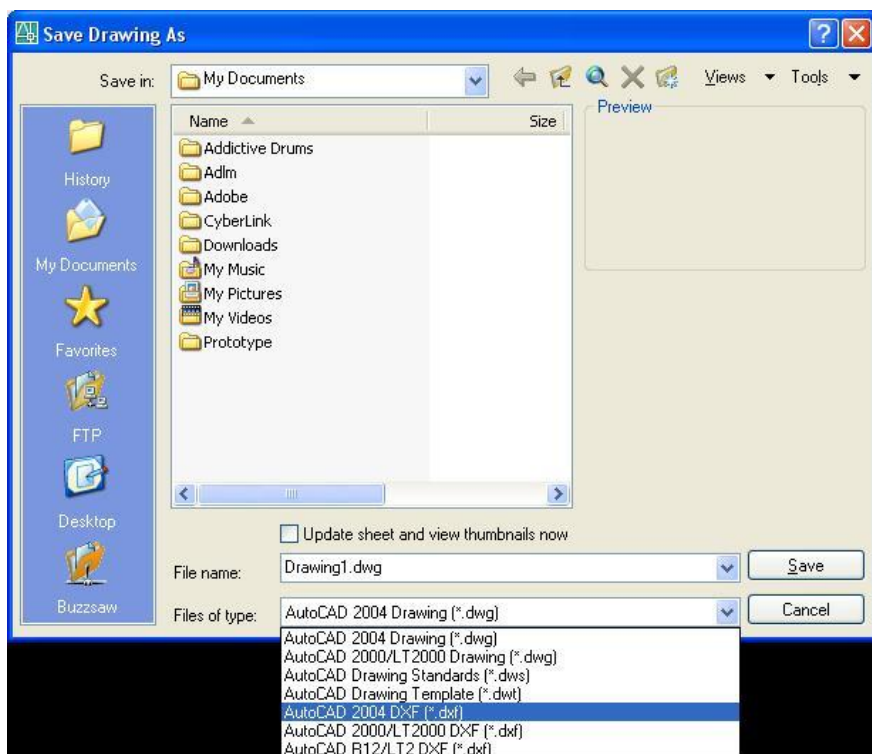
لایه ایجاد شده را نامگذاری کنید.(به عنوان مثال kharpa)



سپس کل طرح رسم شده را انتخاب کرده ، با باز کردن کشوی Layer Properties Manager که در بالای صفحه می باشد ، بر روی لایه جدید ایجاد شده کلیک کنید.



۶ - 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 کنید .

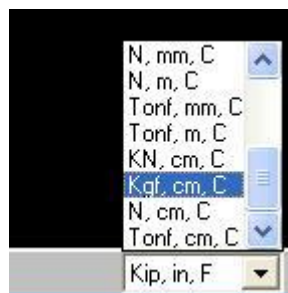


پس از این کار ، طرح برای ورود به نرم افزار SAP آماده می باشد.

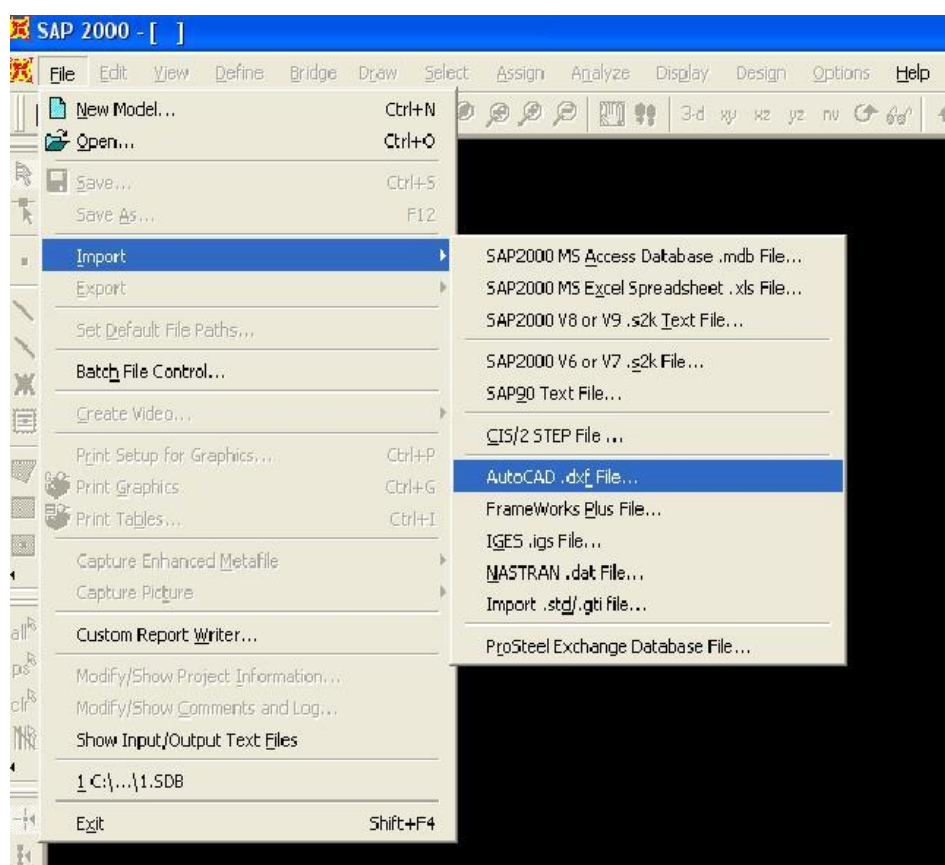
## مراحل تحلیل سازه دو بعدی توسط نرم افزار SAP 2000 (version 14)



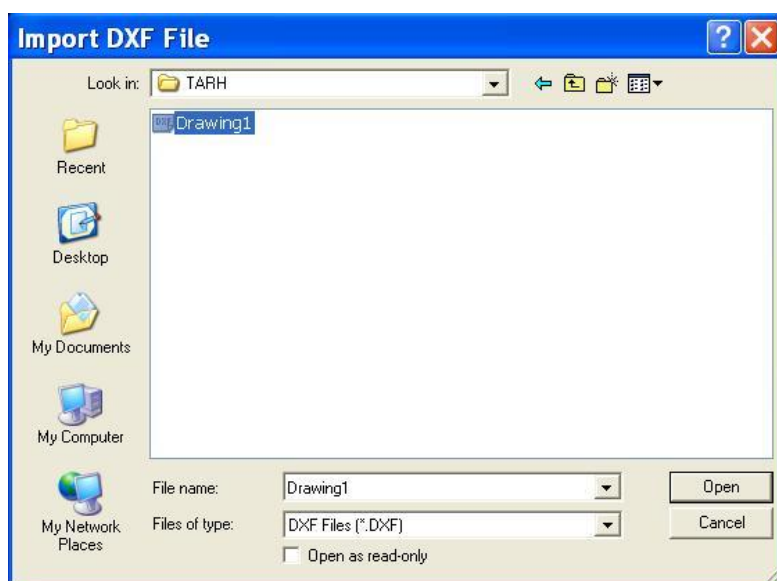
پس از باز کردن نرم افزار SAP ، قبل از هر کار کشویی که در سمت پایین و راست صفحه نرم افزار قرار دارد را باز کرده و kgf,cm,C را انتخاب کنید. با اینکار تا انتهای کار با این نرم افزار ، واحدهای اندازه گیری ما ، کیلوگرم و سانتیمتر می باشند.



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 گزینه Y را انتخاب کرده ، کلید ok را فشار دهید.

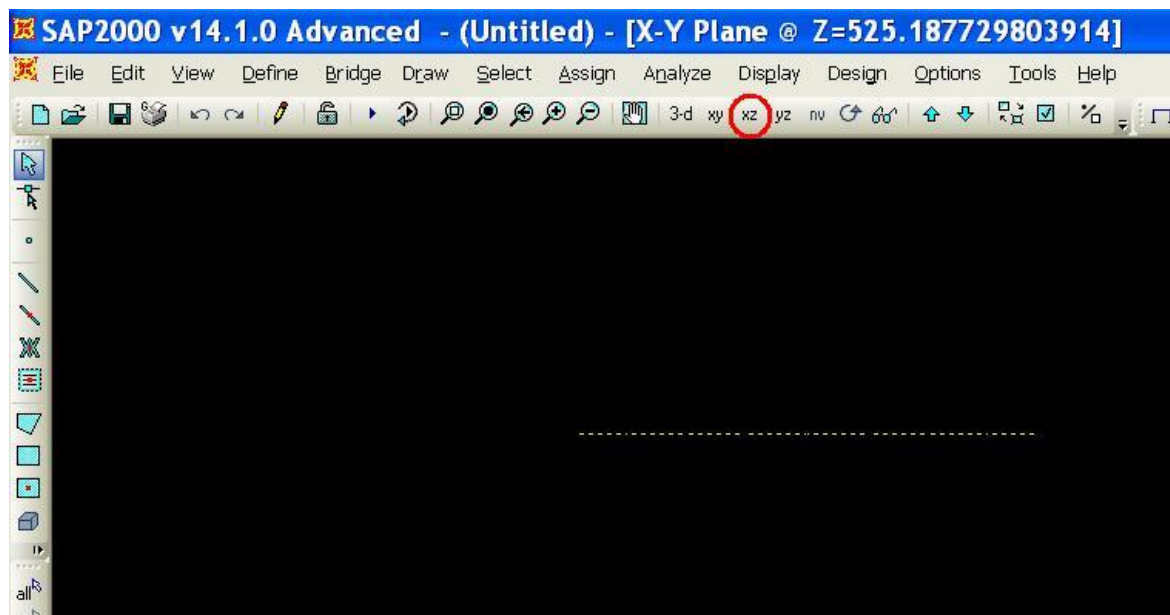


در پنجره بعدی که DXF Import نام دارد از طریق کشوی Frames گزینه kharpa (لایه ای که قبلاً طرح را به آن اختصاص داده اید) انتخاب شود ، سپس کلید ok.

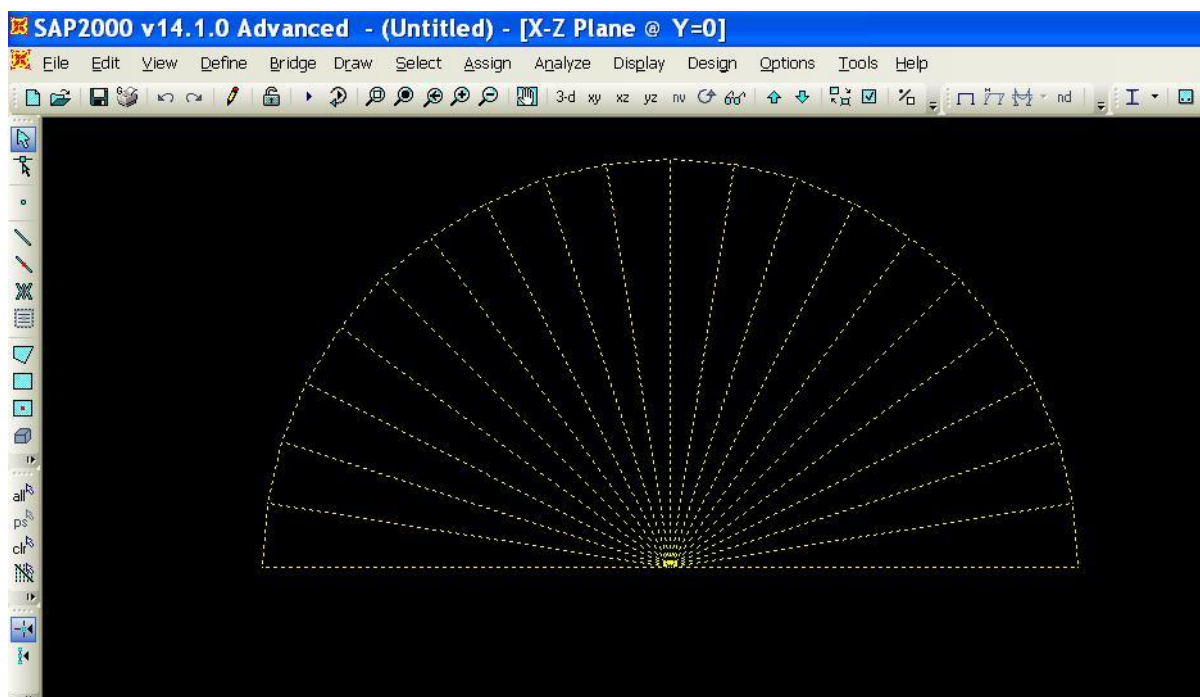




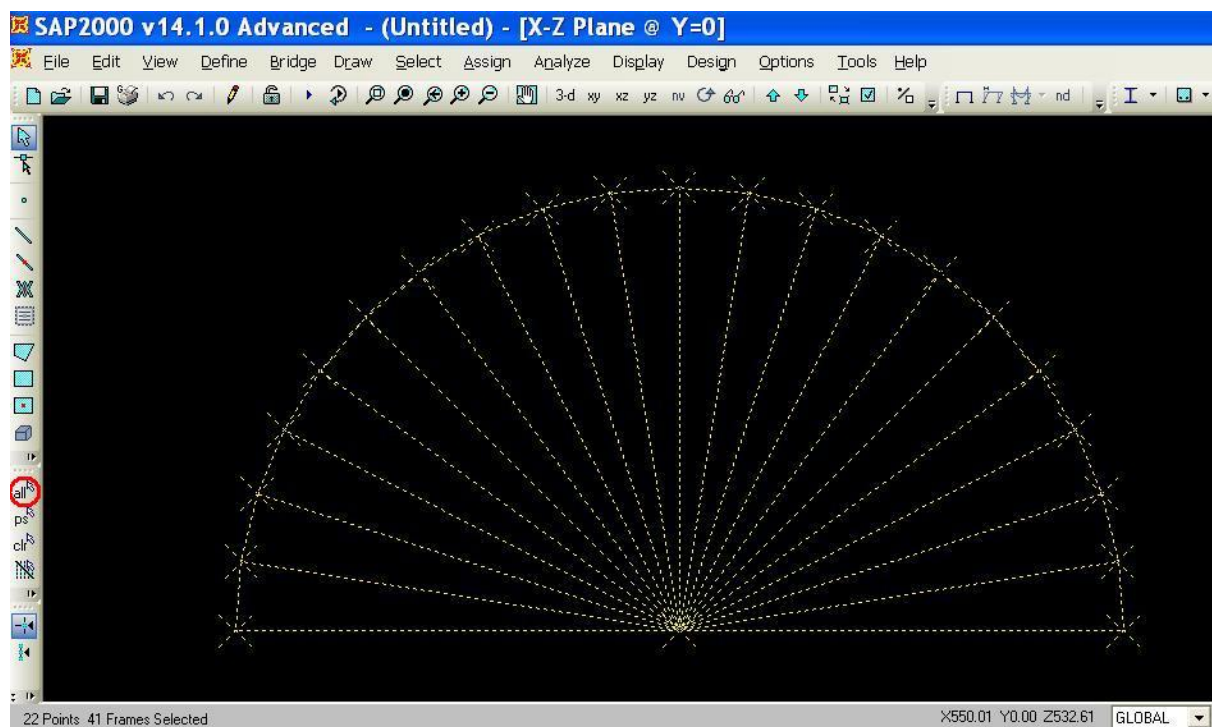
تصویری که در ابتدا از طرح مشاهده خواهید کرد یک خط چین افقی می باشد . برای مشاهده کامل قاب ، گزینه XZ را در بالای صفحه انتخاب کنید.



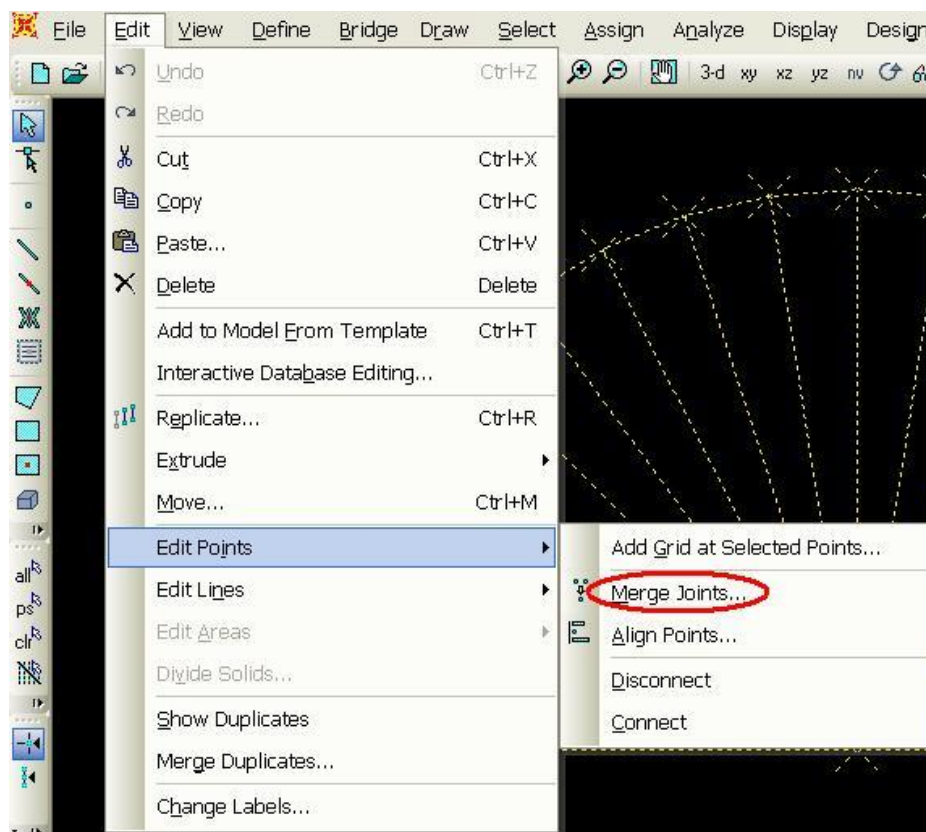
پس از اینکار ، تصویر کامل قاب قابل مشاهده می باشد.(این تصویر در ابتدا بصورت نقطه چین می باشد)



با زدن کلید all طرح را انتخاب کنید.

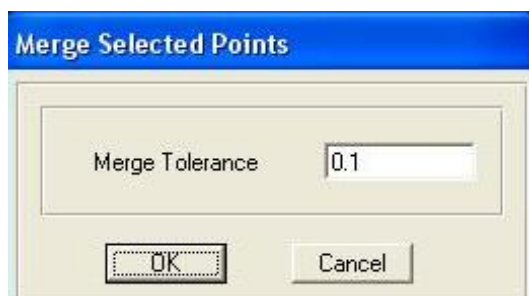


به منوی Edit رفته گزینه Edit Point و سپس Merge Joints را انتخاب کنید.

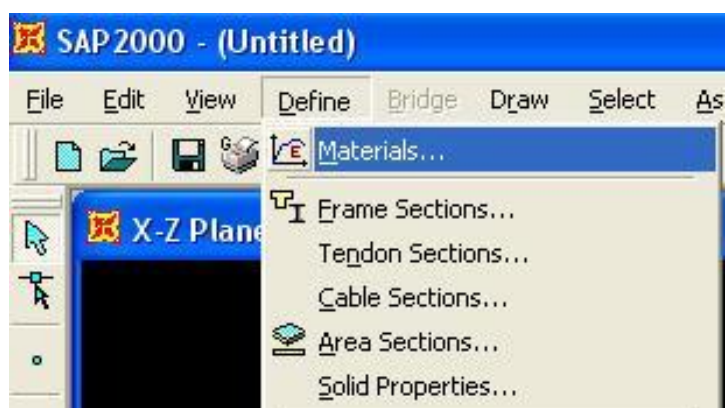




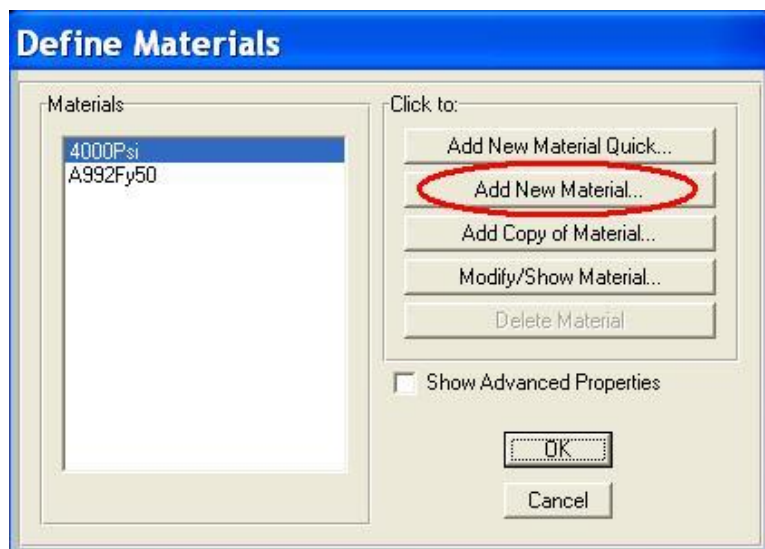
پس از باز شدن پنجره Merge Selected Points کلید ok را فشار دهید. (عدد ۰/۱ برای Merge Tolerance مناسب می باشد).



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 Add New Material را انتخاب کنید.



در پنجره Material Property Data ، در محل Material Name And Display Color یک نام جدید تایپ کنید (New Name) . سپس کشوی مقابل Material Type را باز کرده گزینه Other را انتخاب کنید.

مقدار عددی Weight Per Unit Volume را برابر صفر قرار داده (به علت اینکه از وزن سازه صرفنظر می کنیم) و مقدار عددی ۱ را به Modulus Of Elasticity اختصاص دهید. سپس ok و مجدداً ok.

**Material Property Data**

General Data

Material Name and Display Color: New Name

Material Type: Other

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 0

Mass per Unit Volume: 0

Units: Kgf, cm, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 1

Poisson's Ratio, U: 0.3

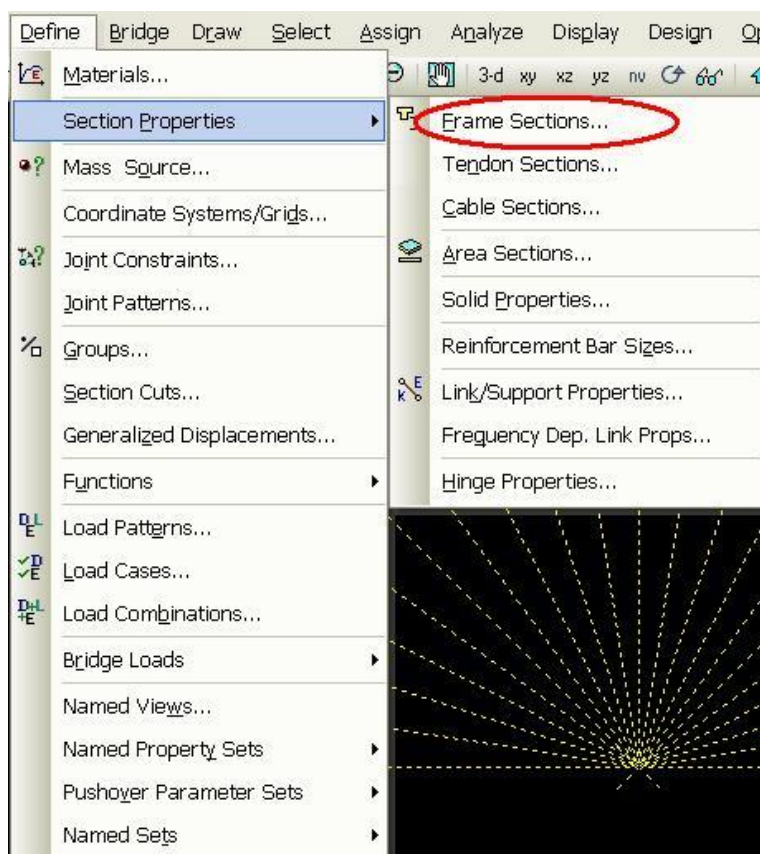
Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 0.3846

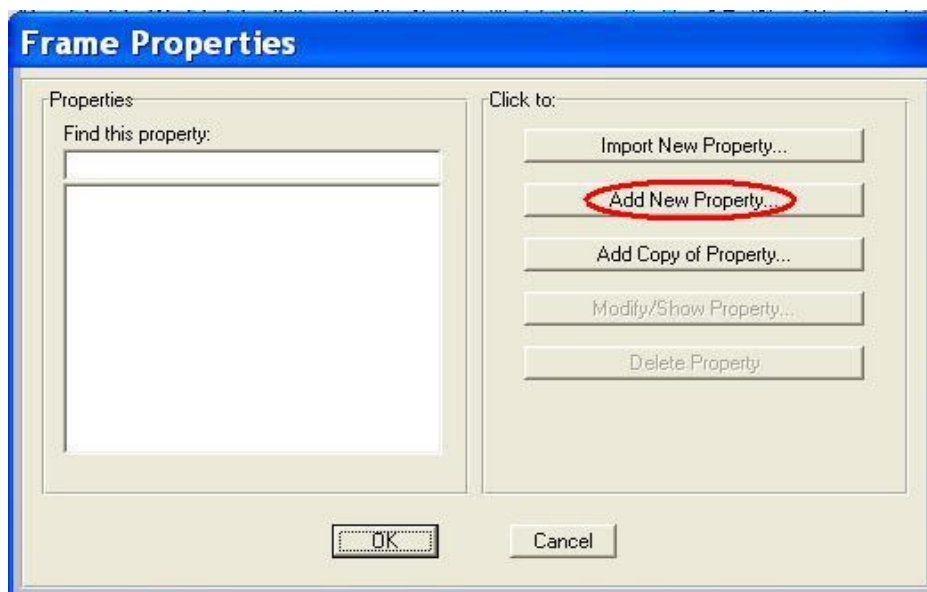
☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

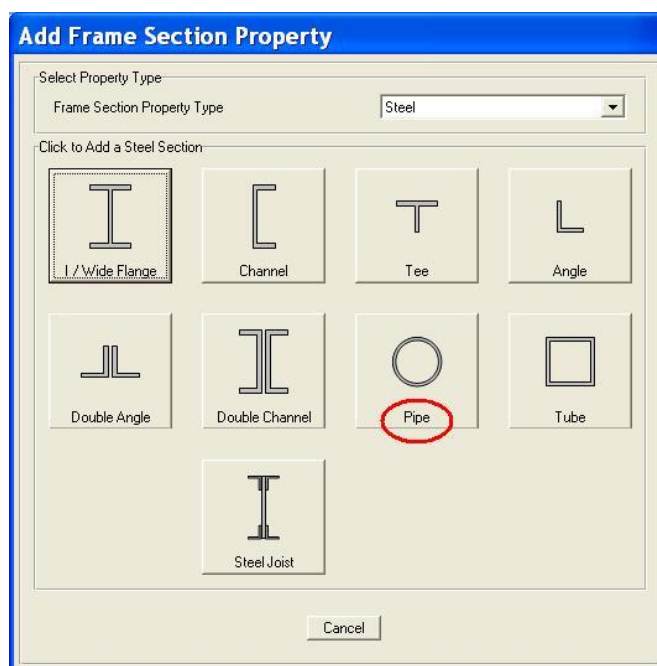
مجدداً به منوی Define رفته از کشوی Section Properties گزینه Frame Sections را انتخاب کنید.



در پنجره Frame Properties بر روی گزینه Add New Property کلیک کنید.

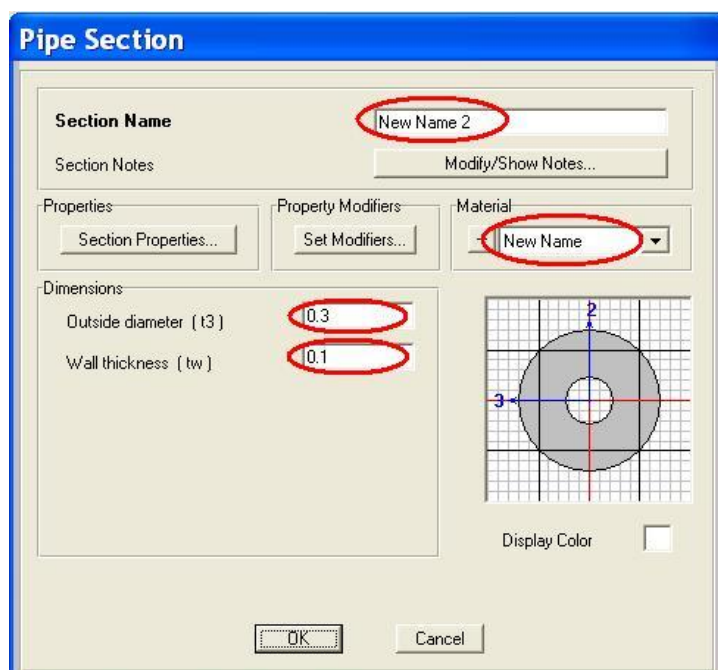


در پنجره Add Frame Section Property بر روی گزینه Pipe کلیک کنید.

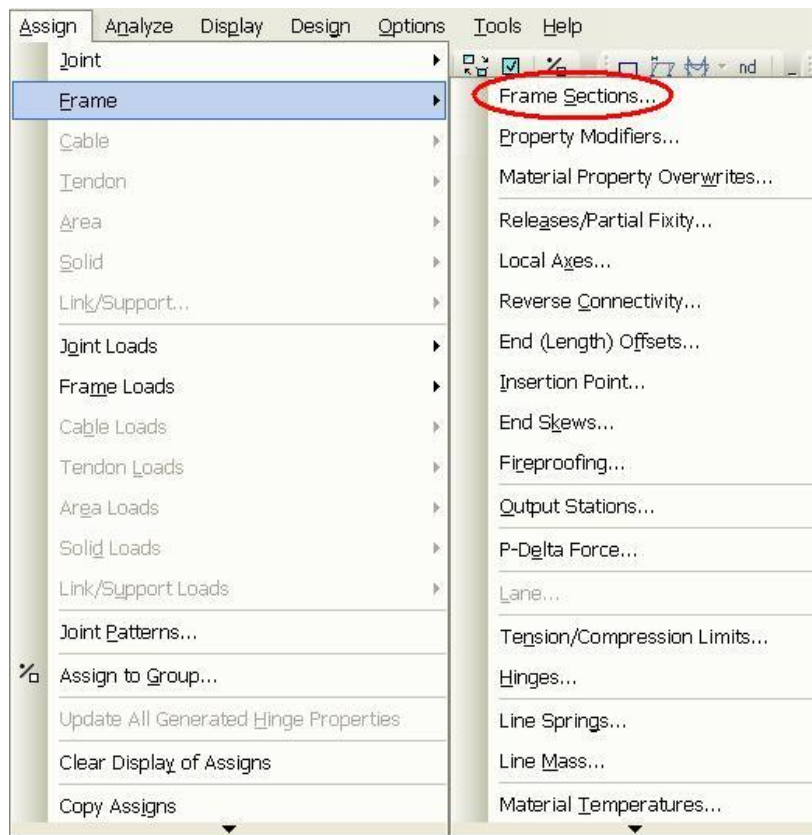


در پنجره Pipe Section ابتدا در محل Section Name یک نام جدید وارد کنید (New Name 2). سپس کشوی Material را باز کرده و نامی را که در پنجره Material Property Data در محل Material Name And Display Color تایپ کرده بودید، انتخاب نمایید (New Name).

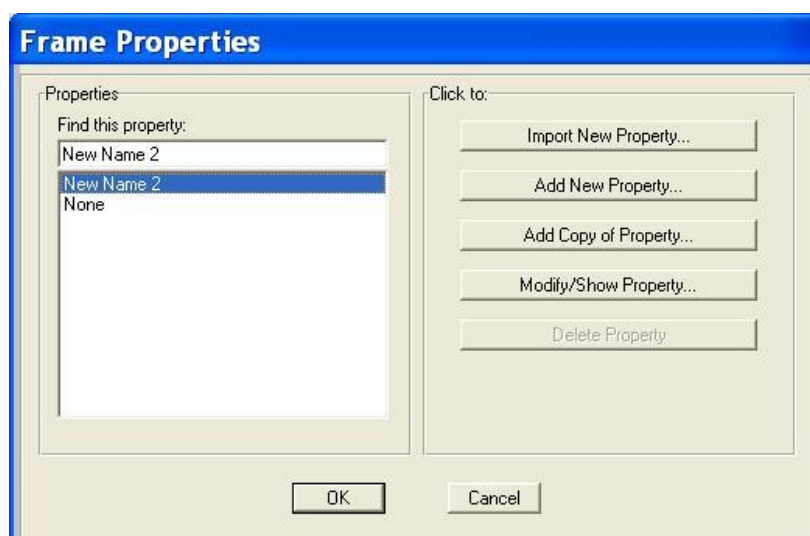
پس از آن در قسمت Dimensions ابتدا در محل مقابل Wall Thickness مقدار عددی  $0.1$  را و سپس در محل مقابل Outside Diameter مقدار عددی  $0.3$  را وارد نمایید. سپس بر روی ok و مجدداً ok کلیک کنید. (با فرض بر اینکه ماکارونی مورد استفاده در سازه با قطر خارجی  $0.3$  سانتیمتر و ضخامت دیواره  $0.1$  سانتیمتر می باشد)



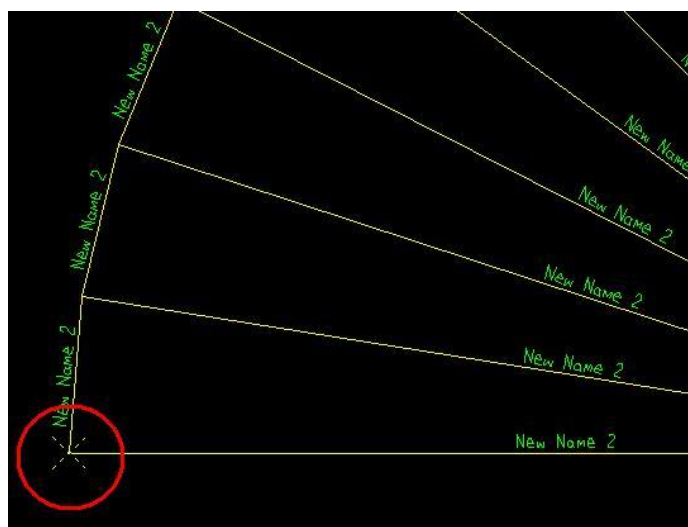
در حالی که از مرحله قبل ، کل شکل انتخاب شده به منوی Assign رفته و کشوی Frame را انتخاب کرده و بر روی گزینه Frame Sections کلیک کنید.



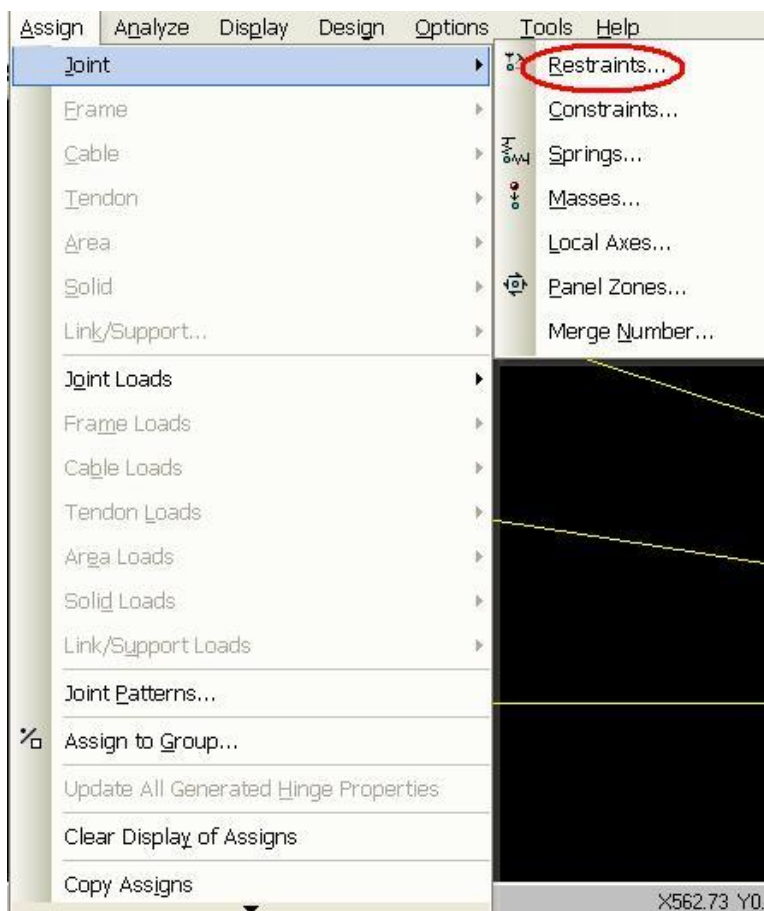
در پنجره Frame Sections ، ابتدا نامی که در پنجره Pipe Section در محل Section Name وارد کرده بودید (New Name 2) را انتخاب نموده ، سپس بر روی Ok کلیک کنید.



بر روی تکیه گاههای یک سمت قاب کلیک چپ کرده و آنها را انتخاب کنید.



مجدداً به منوی Assign رفته ، کشوی Joint را باز نموده و بر روی گزینه Restraints کلیک کنید.





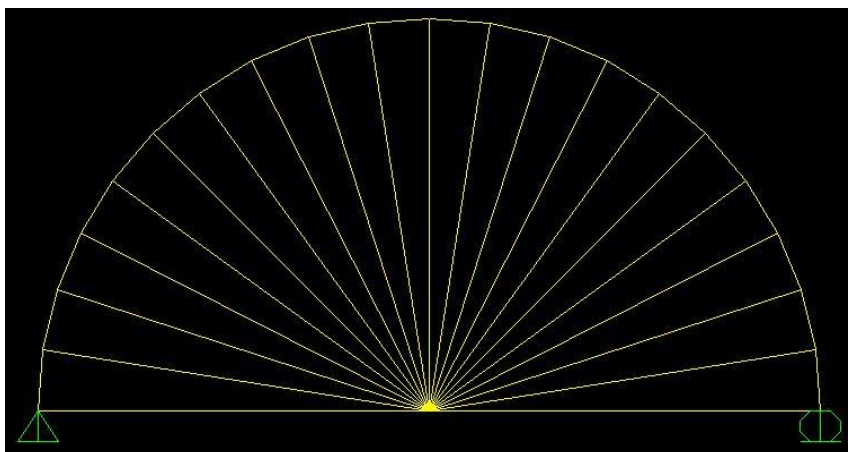
در پنجره Joint Restraints مطابق شکل زیر تکیه گاه مفصلی را انتخاب کرده بر روی Ok کلیک کنید.



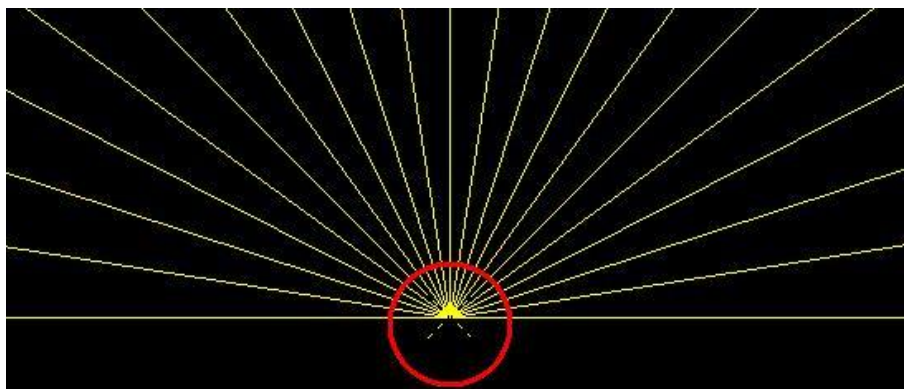
سپس تکیه گاههای سمت دیگر سازه را انتخاب کرده و مجدداً به منوی Assign رفته کشوی Joint را باز نموده بر روی گزینه Restraints کلیک کنید. اما اینبار در پنجره Joint Restraints مطابق شکل زیر تکیه گاه غلطکی را انتخاب نموده ، بر روی Ok کلیک کنید.



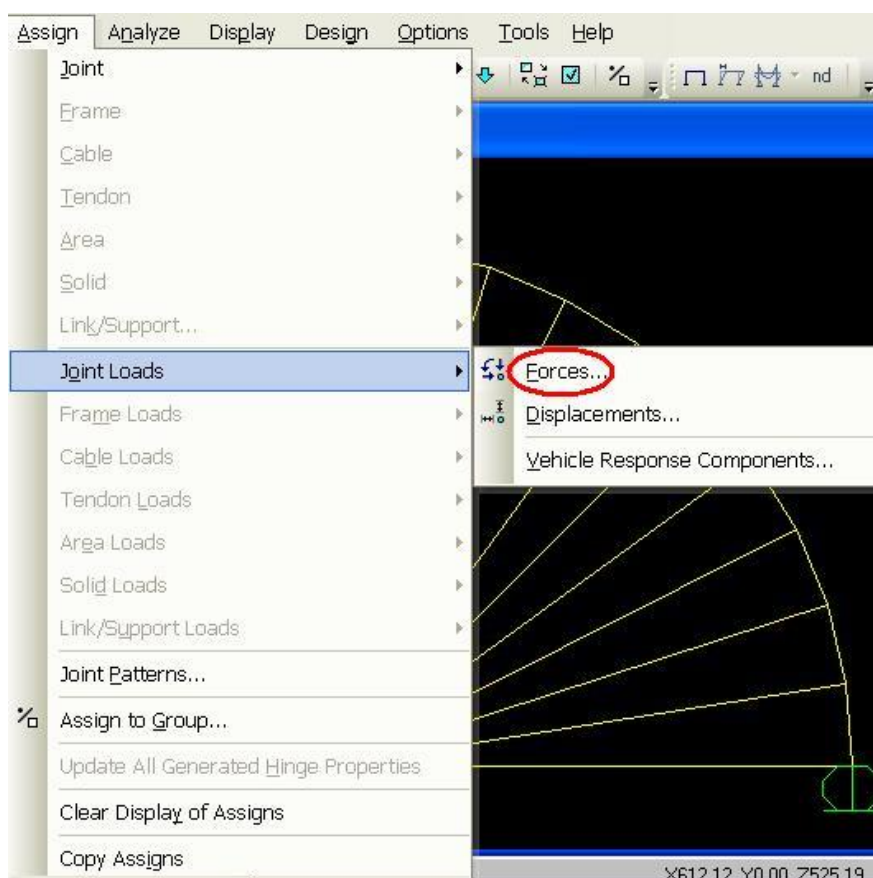
پس از اینکار تکیه گاههای سازه تعیین می گردند.



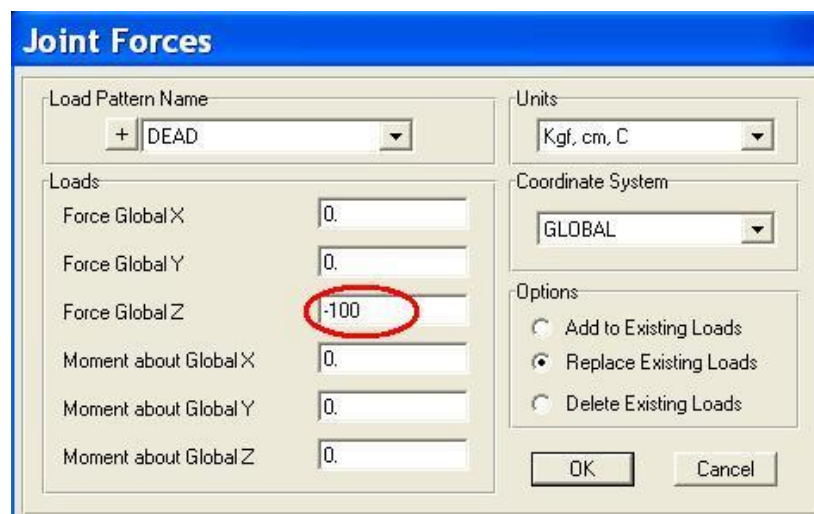
سپس بر روی نقطه بارگذاری کلیک چپ نموده آنرا انتخاب کنید.



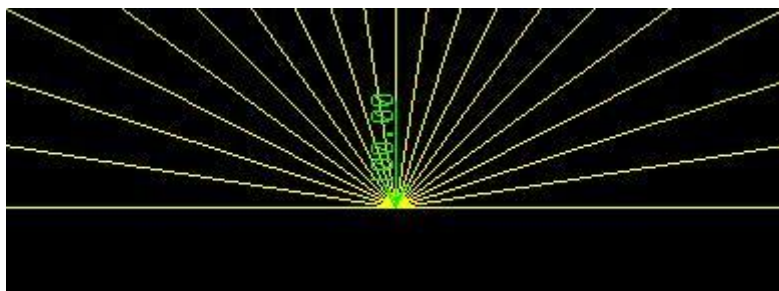
مجدداً به منوی Assign رفته از داخل کشوی Joint Loads گزینه Forces را انتخاب کنید.



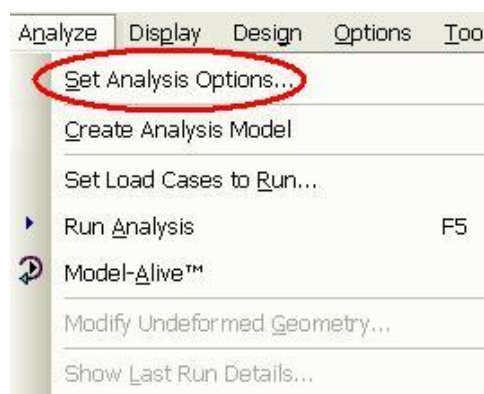
در پنجره Joint Forces در محل مقابل Force Global Z مقدار عددی منفی ۱۰۰ را وارد نمایید و ok.



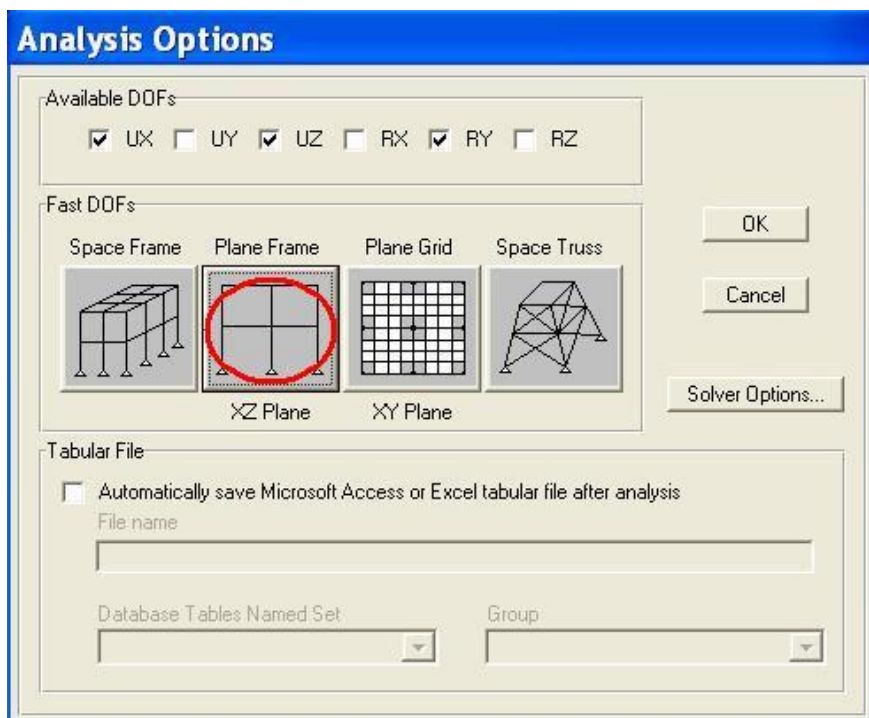
با اینکار مقدار بار ۱۰۰ کیلوگرم ، به سمت پایین ، به سازه وارد می گردد.



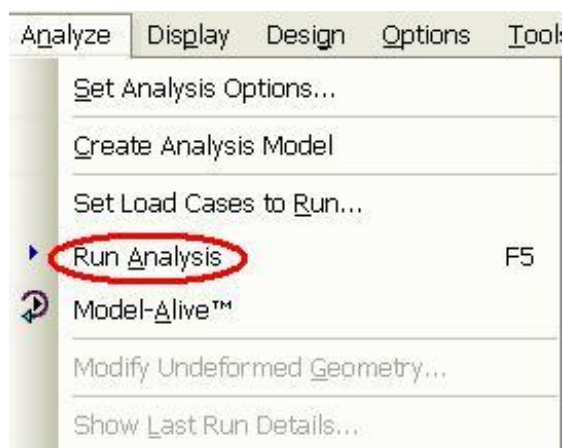
توسط گزینه All ، مجدداً کل طرح را انتخاب کرده ، به منوی Analyze رفته و گزینه Set Analysis Options را انتخاب کنید.



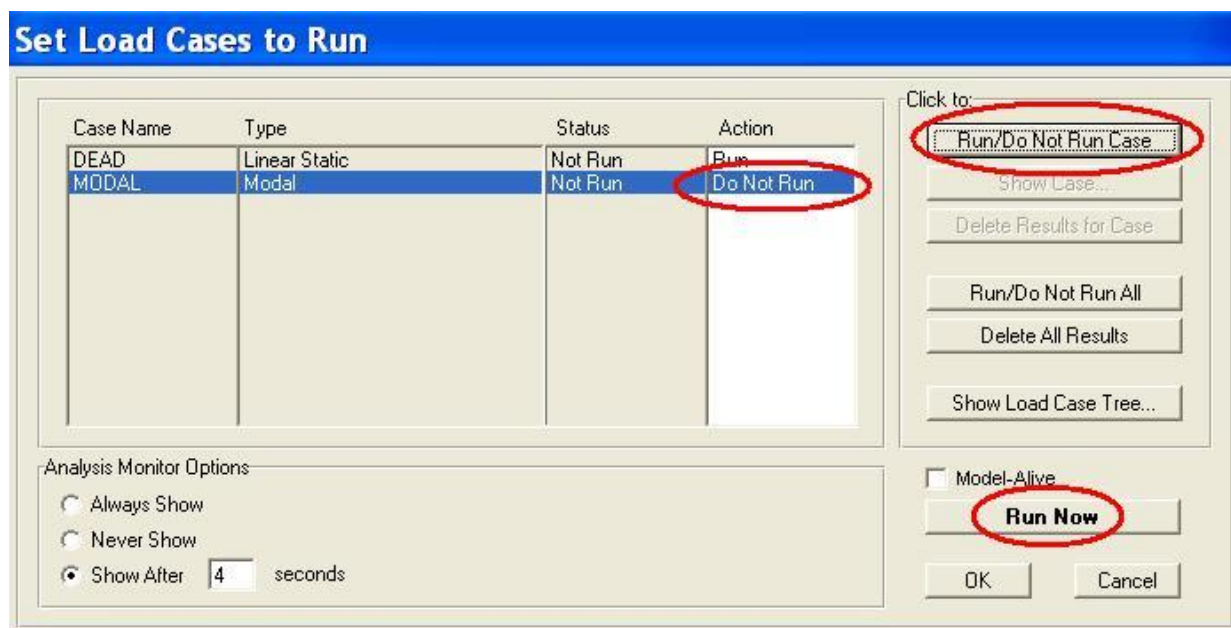
در پنجره Analysis Options بر روی گزینه Plane Frame کلیک کنید و سپس ok.



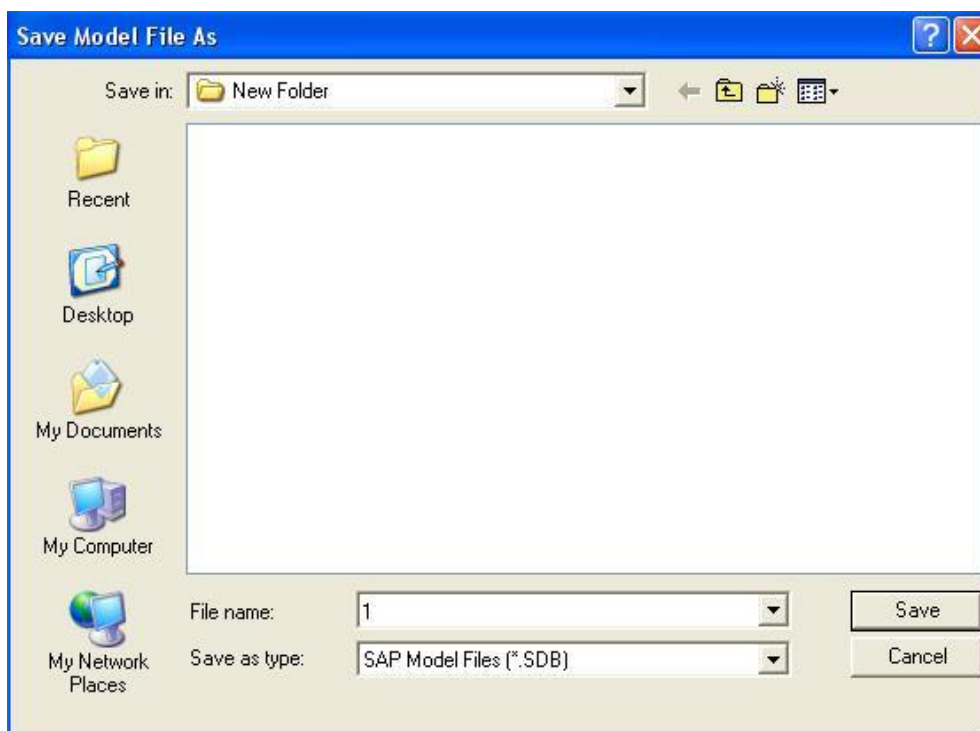
مجدداً به منوی Analyze رفته و گزینه Run Analysis را انتخاب کنید.



پس از باز شدن پنجره ی Set Analysis Cases to Run ، ابتدا بر روی نوشته MODAL کلیک کرده تا به رنگ آبی شود ، سپس بر روی گزینه Run/Do Not Run Case کلیک کنید تا حالت Action در ردیف MODAL تبدیل به Do Not Run شود و پس از آن کلید Run Now را بزنید.

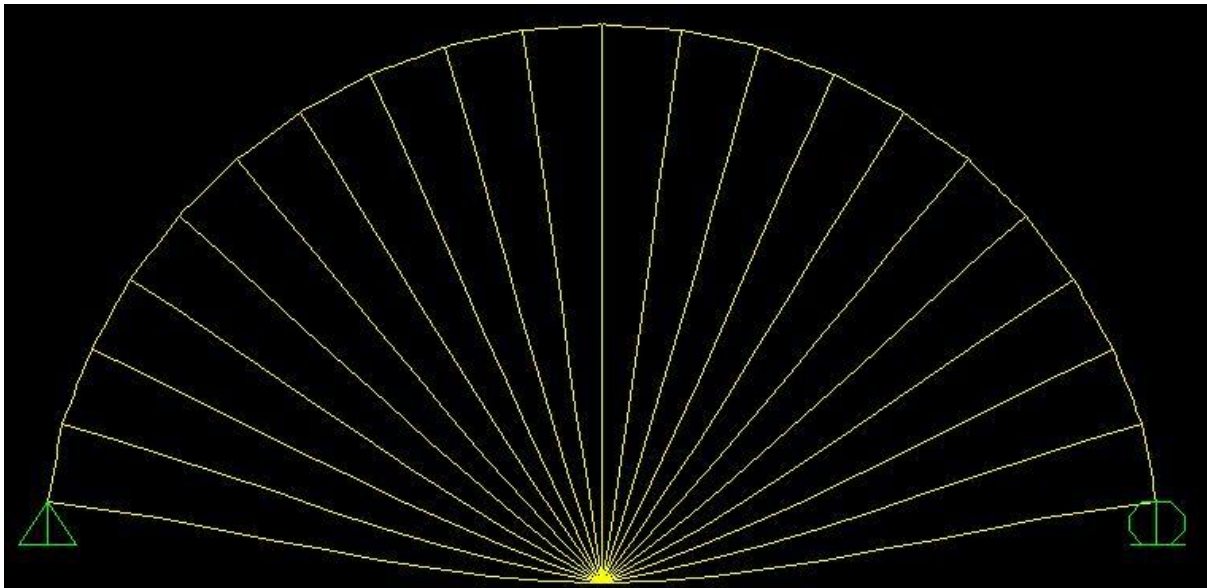


در پنجره Save Model File As محلی برای ذخیره اطلاعات تحلیل سازه در کامپیوتر تعیین کرده و کلید Save را بزنید.

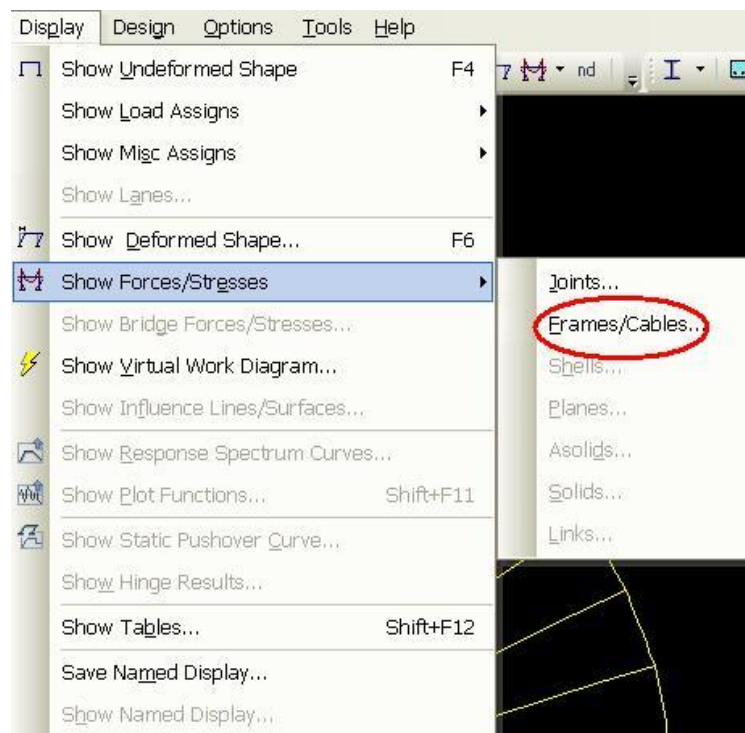




هم اکنون سازه با تغییر شکل ظاهری و اغراق شده به نمایش در می آید.

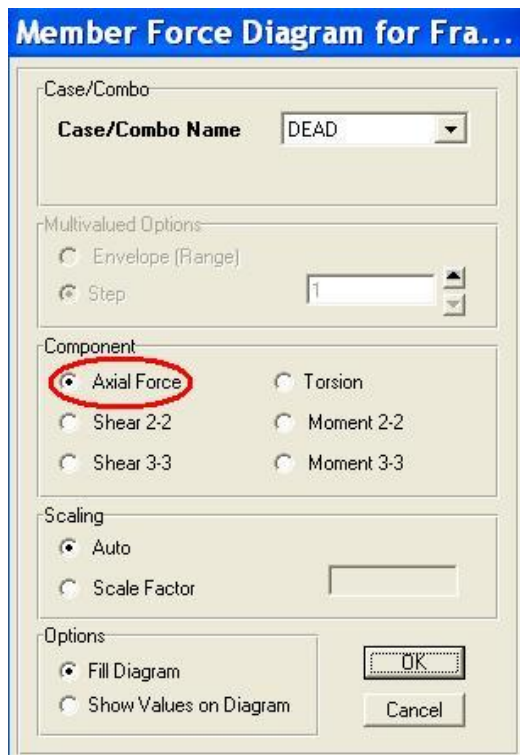


برای مشاهده نیروهای بوجود آمده در اعضای سازه ابتدا به منوی Display رفته سپس به Show Forces/Stresses و بعد از آن به Frames/Cables... بروید.

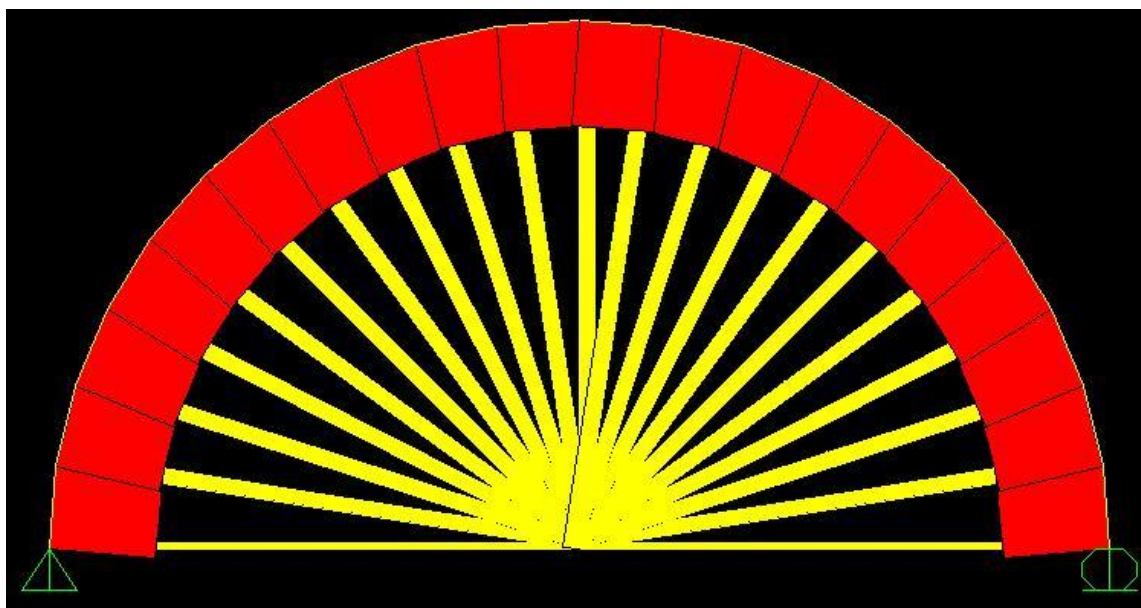




در پنجره Member Force Diagram for Frames جهت مشاهده نیروهای محوری (فشاری و کششی) در قسمت Component گزینه Axial Force (که معمولاً به صورت پیش فرض انتخاب شده) را انتخاب کنید و ok.



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



همانطور که در شکل بالا مشاهده می کنید ضخامت رنگهای نشان دهنده نیروهای اعضاء خیلی زیاد است و خود اعضاء به سختی دیده می شوند. برای کنترل و تعیین ضخامت مناسب آنها می توان 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 داد تا ضخامت رنگها مناسب گردد.

**Member Force Diagram for Fra...**

Case/Combo  
Case/Combo Name: DEAD

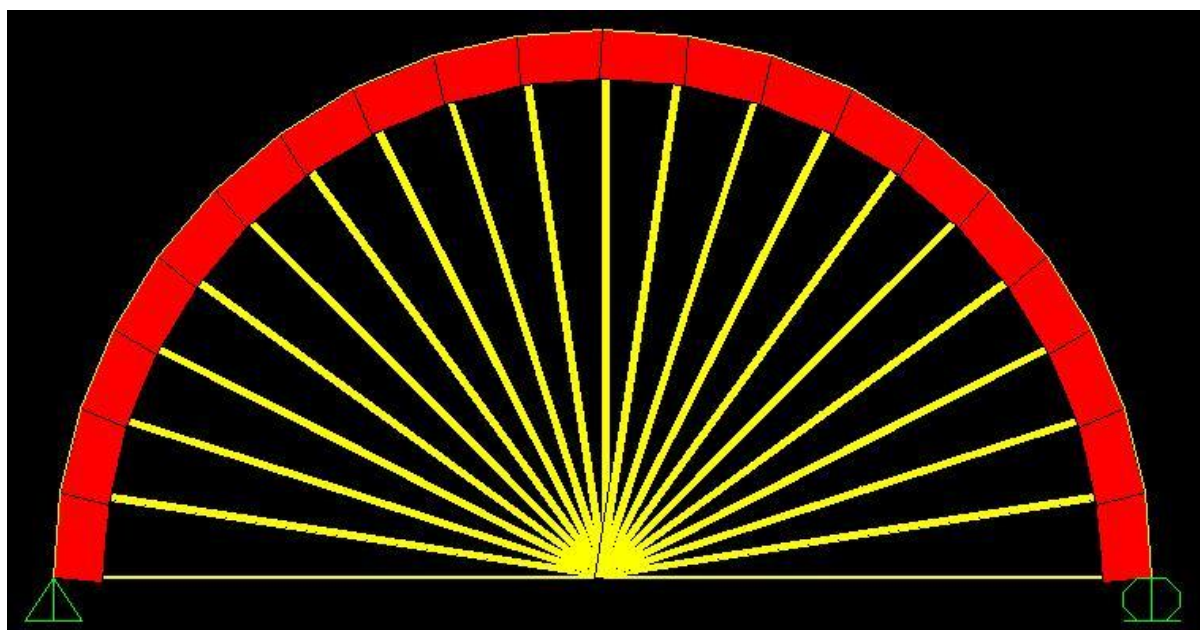
Multivalued Options  
☐ Envelope (Range)  
☒ Step: 1

Component  
☒ Axial Force ☐ Torsion  
☐ Shear 2-2 ☐ Moment 2-2  
☐ Shear 3-3 ☐ Moment 3-3

Scaling  
☐ Auto  
☒ Scale Factor: 0.09

Options  
☒ Fill Diagram  
☐ Show Values on Diagram

OK Cancel



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

Member Force Diagram for Frames

Case/Combo

Case/Combo Name: DEAD

Multivalued Options

☐ Envelope (Range)

☒ Step: 1

Component

☒ Axial Force

☐ Torsion

☒ Shear 2-2

☐ Moment 2-2

☐ Shear 3-3

☒ Moment 3-3

Scaling

☒ Auto

☐ Scale Factor:

Options

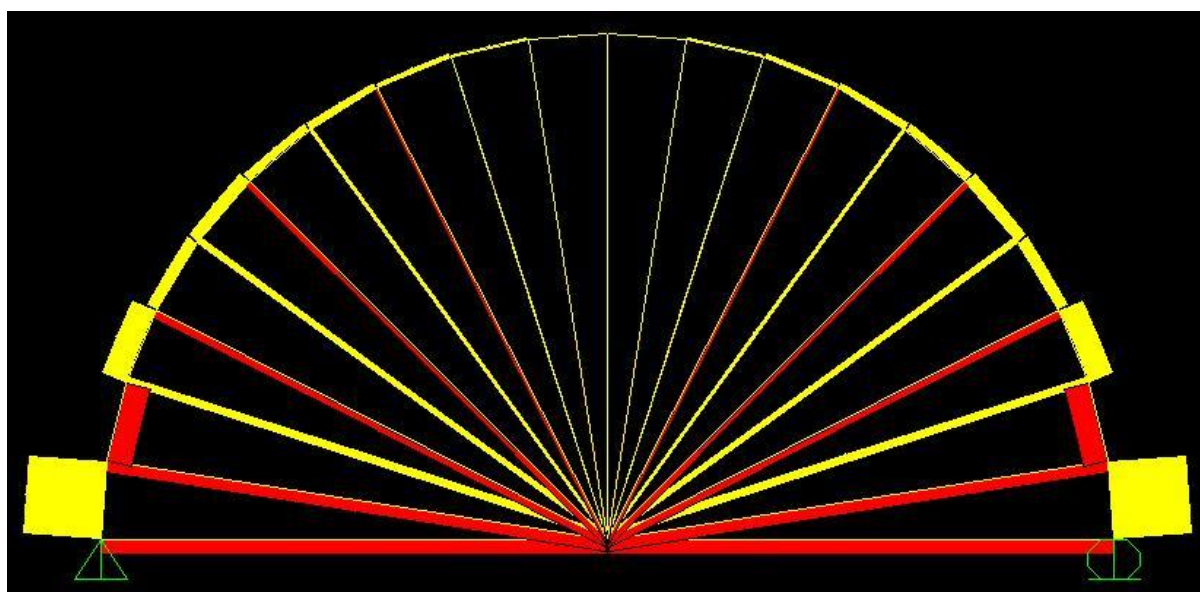
☒ Fill Diagram

☐ Show Values on Diagram

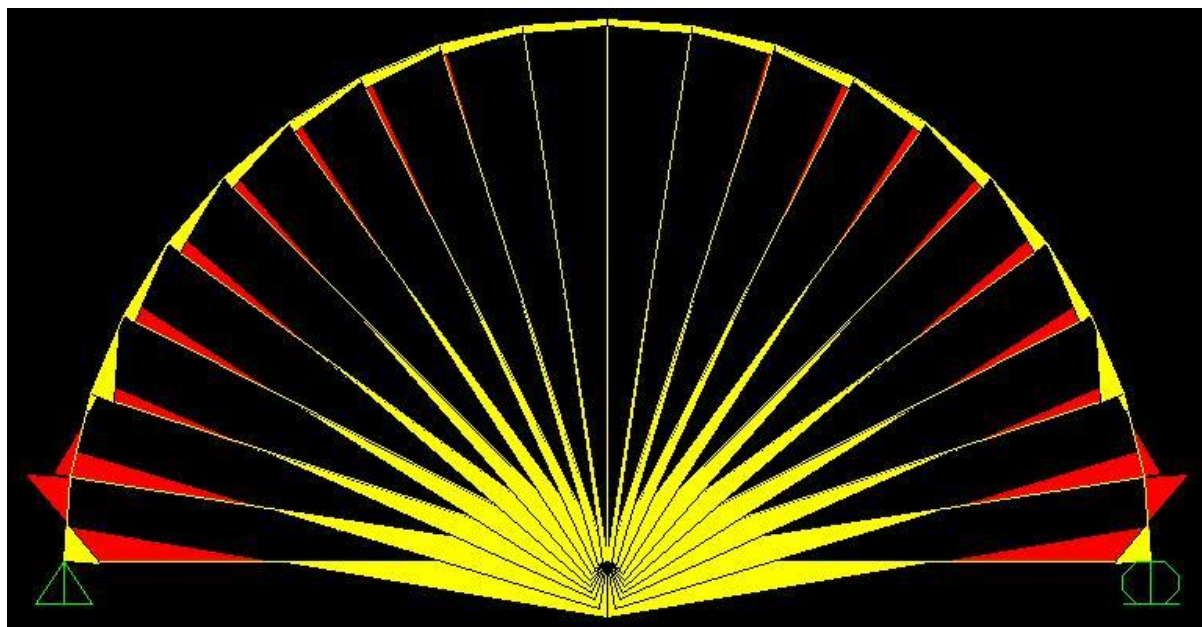
☐ Show Deformed Shape

OK Cancel

دیاگرام نیروهای برشی



## دیاگرام لنگرهای خمشی



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



## تحلیل سازه های "سه بعدی" توسط نرم افزار SAP 2000 (version 14)

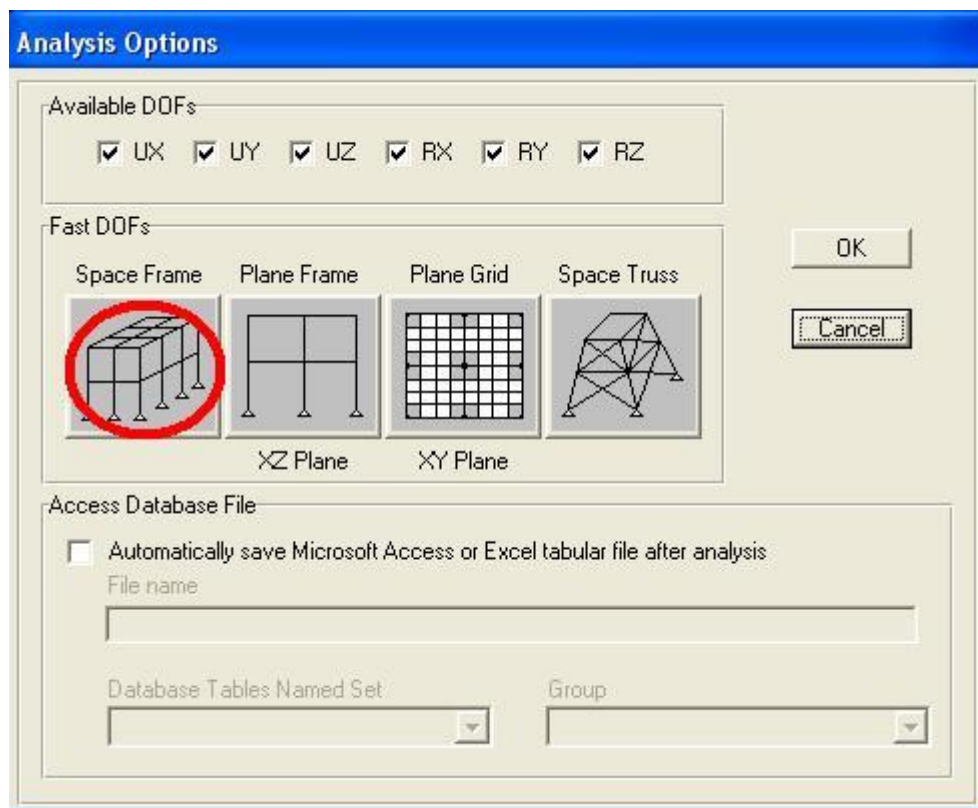


با اعمال تغییرات زیر در مراحل تحلیل، می توان سازه های سه بعدی را نیز توسط نرم افزار SAP تحلیل کرد.

۱- ترسیم سه بعدی طرح در نرم افزار AutoCAD (تمامی اعضایی که در طرح واقعی سازه وجود دارند رسم شوند)

۲- در منوی بالای نرم افزار به جای گزینه xz بهتراست گزینه 3d انتخاب شود.

۳- در پنجره Analysis Options، گزینه Space Frame انتخاب شود.



۴- برای نیروی وارده به سازه (با فرض وجود دو نقطه بارگذاری) در هر گره بارگذاری، مقدار ( ۵۰ - ) داده شود (جهت تعیین

مقدار نیروی وارده به نقاط بارگذاری بهتر است مقدار عددی ۱۰۰ را بر تعداد گره های بارگذاری تقسیم نموده و به هر یک

از نقاط، مقدار بدست آمده را اختصاص دهید)

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 هستی موفق و پیروز باشی.

⚠ برای پرسش و پاسخ می توانید به وب سایت <http://www.kharpa.ir> مراجعه نموده و سپس به منو انجمن های گفتگو رفته و در تایپیک مربوطه سوال خود را مطرح نمایید.

هر گونه کپی برداری و استفاده از این محتوا بدون اجازه از مولفین غیر قانونی بوده و در صورت مشاهده برخورد قانونی خواهد شد. ⚠

تهیه و تنظیم :

- مهندس روزبه نوری
- مهندس مسعود افضلی
- مهندس فرهاد رادمنش
- مهندس جواد عباسی