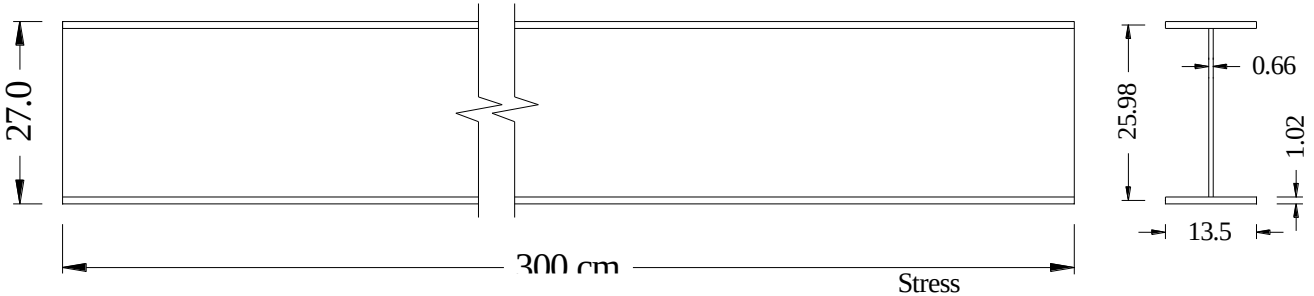
## مقدمه

در مثال حاضر نحوه ساخت مدل یک تیر فولادی با استفاده از المان Shell 181 ارائه شده و چگونگی بارگذاری تناوبی آن مرور می شود. بار تناوبی بصورت نیروی متمرکز در امتداد جان تیر و در انتهای آن وارد می شود. در پایان مثال، نحوه استخراج منحنی نیرو – تغییر مکان رفتار غیر خطی تیر نمایش داده خواهد شد.

## مشخصات مدل




نوع مدل: سه بعدی

نوع المان: Shell 181

نوع مصالح: غیر خطی

مدول الاستیسیته: 2.1e6 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

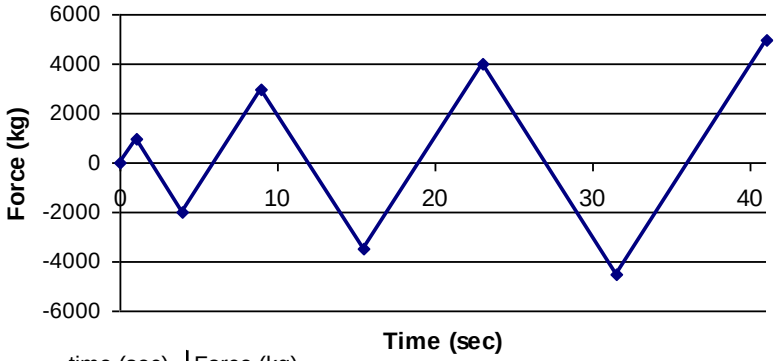
ضریب پواسون: 0.35

تنش جاری شدن: 2400 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

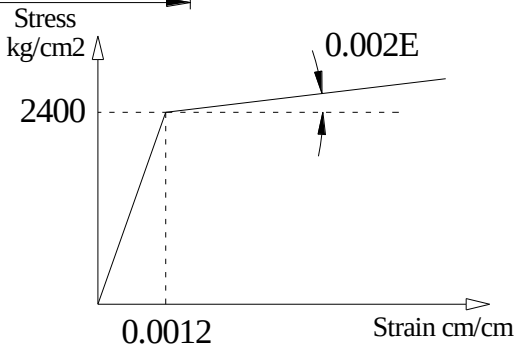
بار متمرکز انتهایی: بصورت نموار مقابل

واحدها: cm و kg

پروفیل فولادی تیر معادل با IPE 270 در نظر گرفته شده است




| time (sec) | Force (kg) |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 1 | 1000 |
| 4 | -2000 |
| 9 | 3000 |
| 15/5 | -3500 |
| 23 | 4000 |
| 31/5 | -4500 |
| 41 | 5000 |




## اهداف

- آشنایی با نحوه مدلسازی به کمک المانهای صفحه‌ای
- نحوه تعریف مصالح غیر خطی فولاد
- انجام بارگذاری تناوبی و ترسیم نمودار نیرو – تغییر مکان



ANSYS HELP.IR

## آغاز برنامه

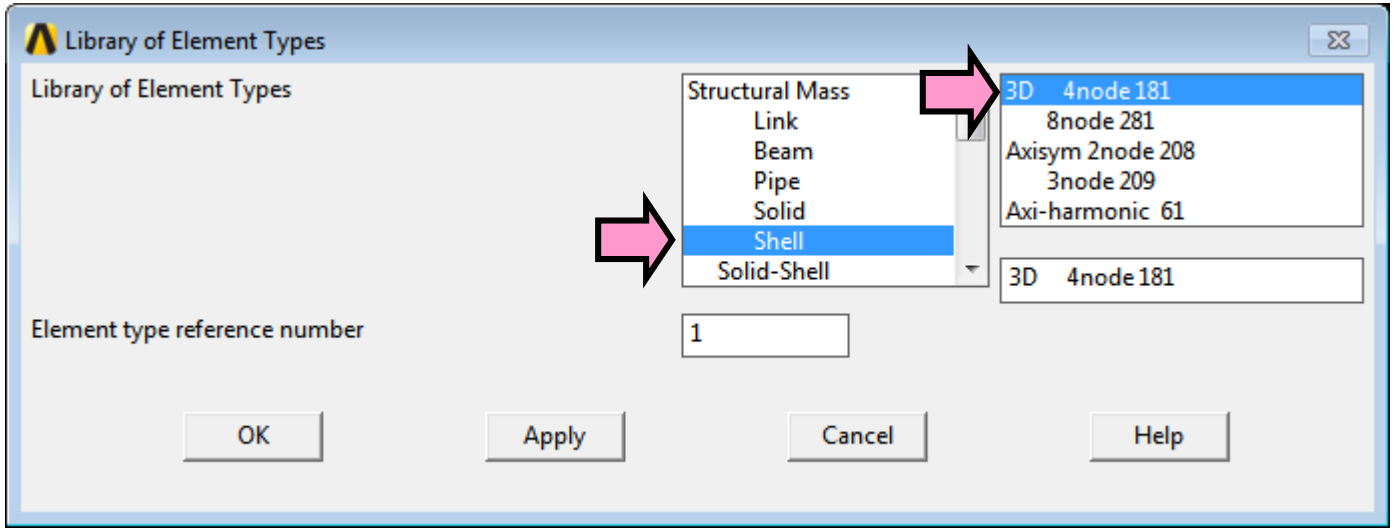
یک فولدر جدید با نام دلخواه ایجاد کرده و ANSYS Product Launcher را اجرا کنید. نام فولدر را در مقابل Working Directory بنویسید و نام Jobname را file قرار دهید.

## انتخاب نوع المان

نوع المان صفحه‌ای و از دسته Shell با شماره Shell 181 انتخاب شده است. این المان امکان شبیه سازی رفتارهای غیر خطی را در مدل فراهم می سازد. المان دارای چهار گره با شش درجه آزادی در هر گره است که شامل درجات آزادی جابجایی در سه جهت و دوران حول سه محور اصلی است.

برای انتخاب المان همانند مثالهای قبلی عمل می‌شود که بطور خلاصه در آدرس زیر صورت می‌گیرد:

Main Menu → Preprocessor → Element Type → Add/Edit/Delete →



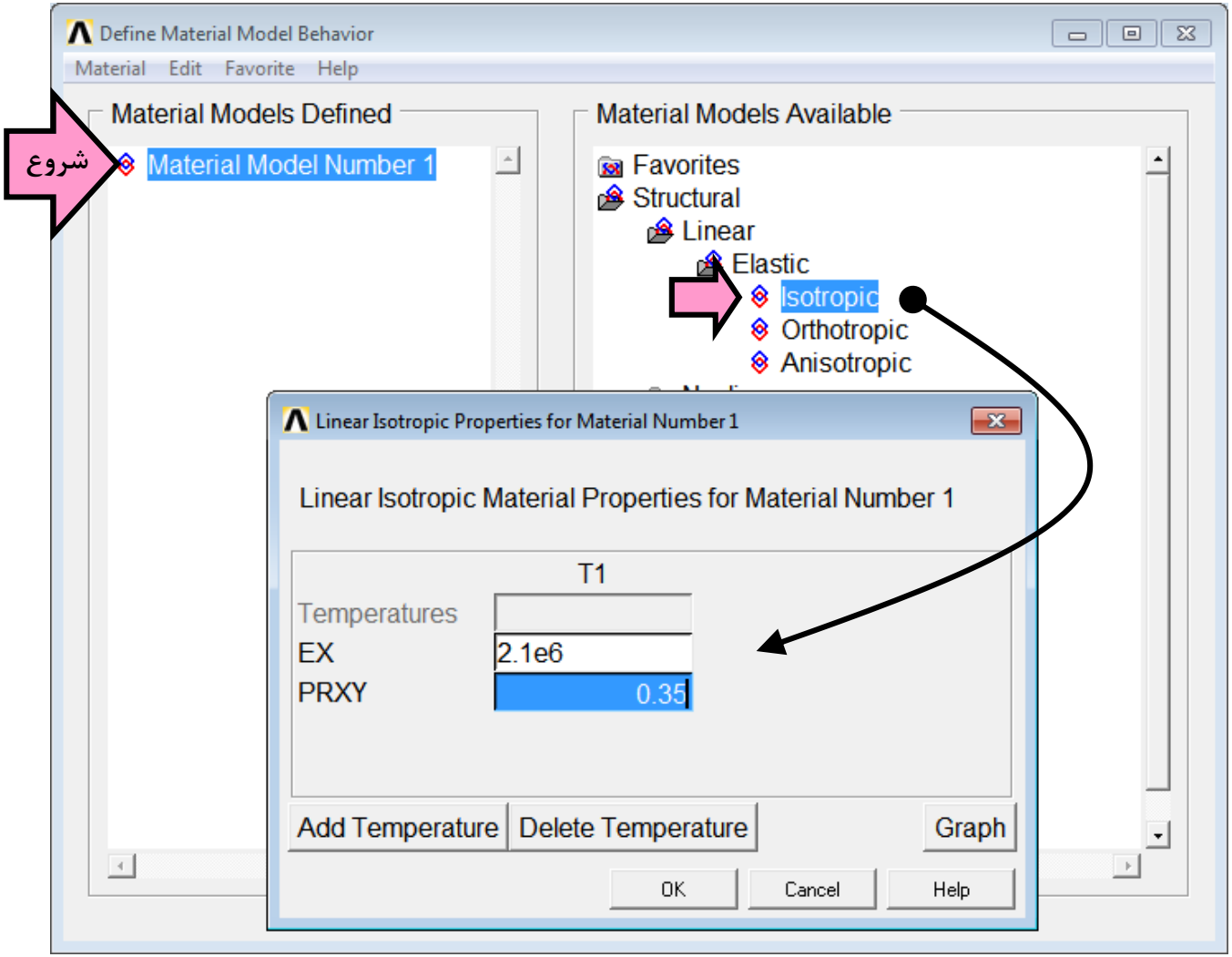



ANSYS Help.ir

## تعریف مشخصات الاستیک مصالح

ابتدا اطلاعات الاستیک مصالح وارد می‌شود:

Preprocessor > Material Props > Material Models >

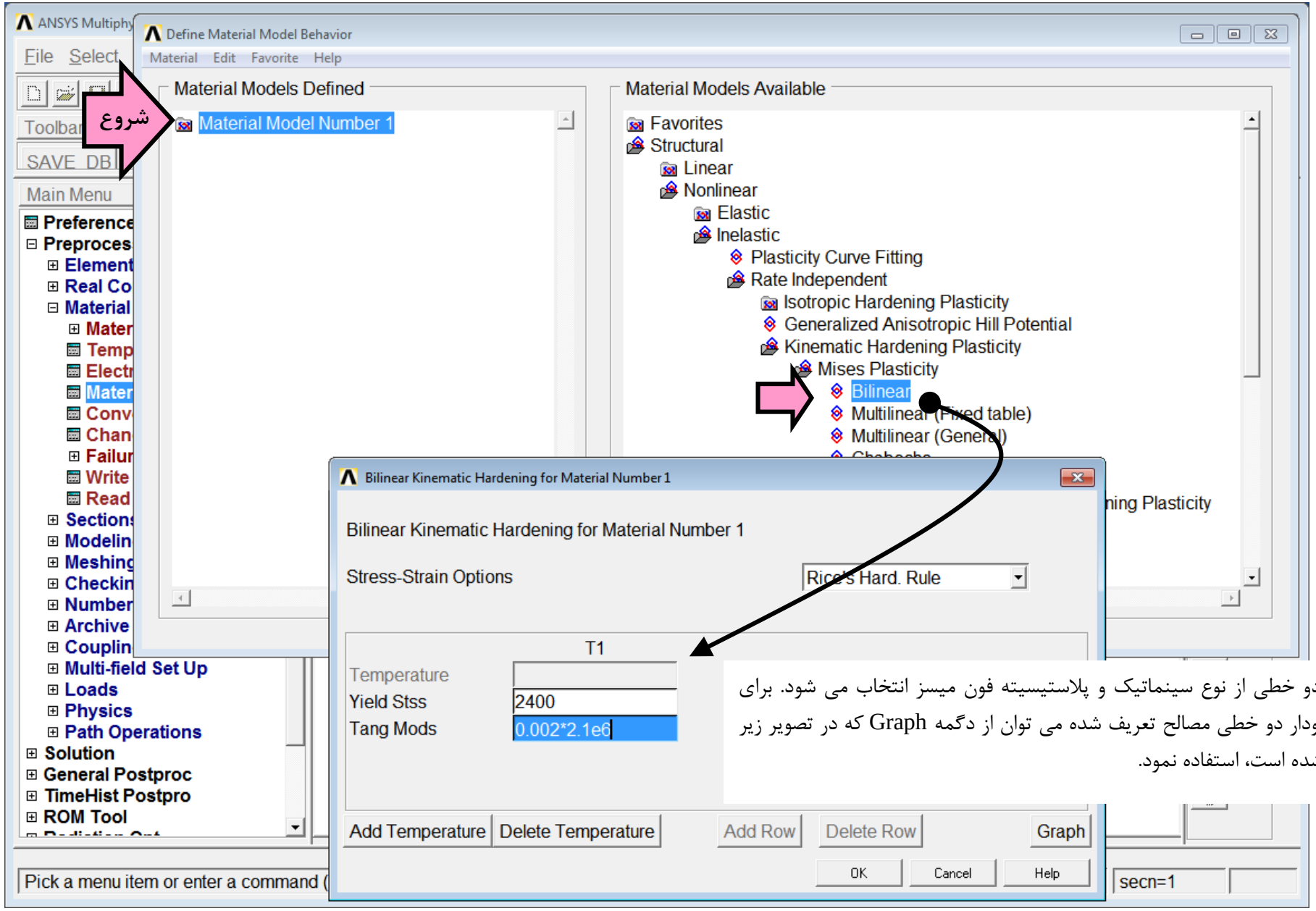





ANSYS Help.ir

## منحنی دو خطی تنش– کرنش فولاد

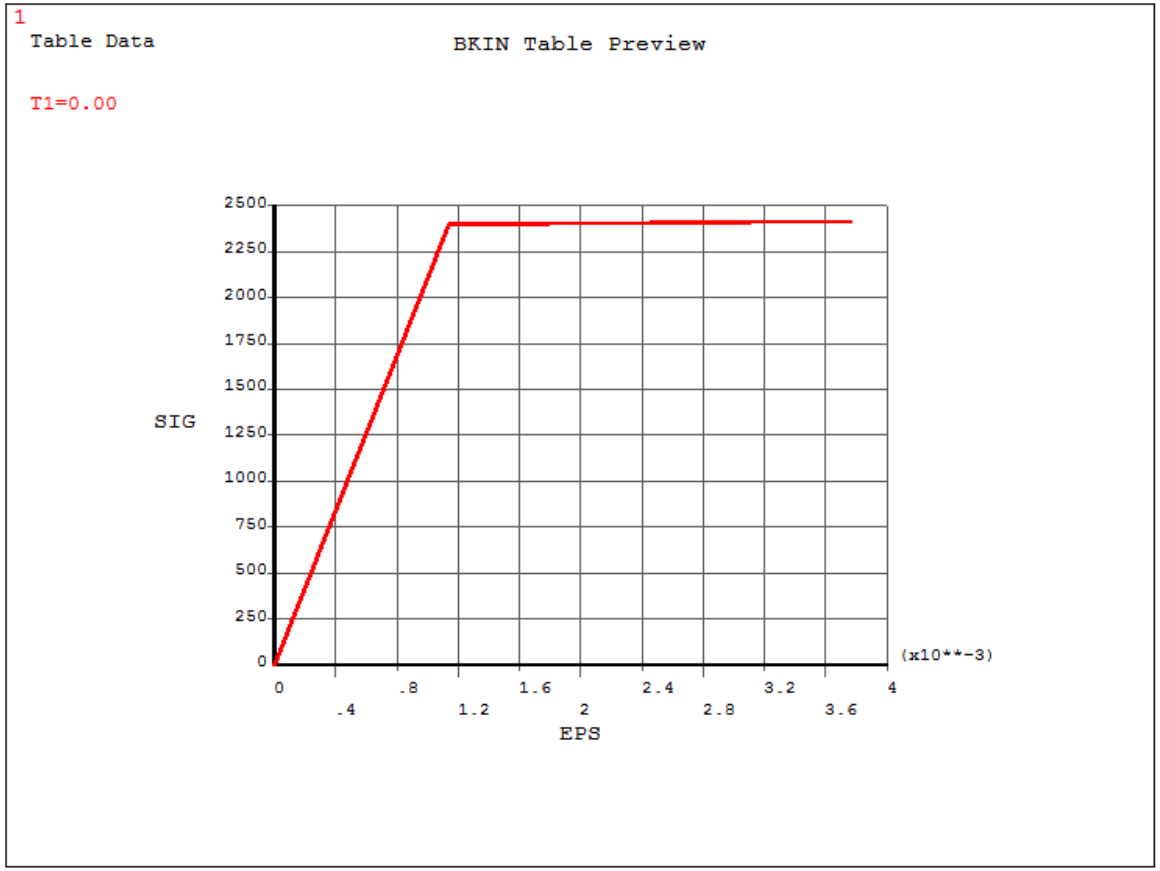
الگوی غیر خطی رفتار تنش - کرنش فولاد در نرم افزار ANSYS بدو صورت دو یا چند خطی قابل تعریف است. در این مثال از الگوی دو خطی استفاده می شود.




مدل دو خطی از نوع سینماتیک و پلاستیسیته فون میسز انتخاب می شود. برای ترسیم نمودار دو خطی مصالح تعریف شده می توان از دگمه Graph که در تصویر زیر مشخص شده است، استفاده نمود.



ANSYS HELP.IR

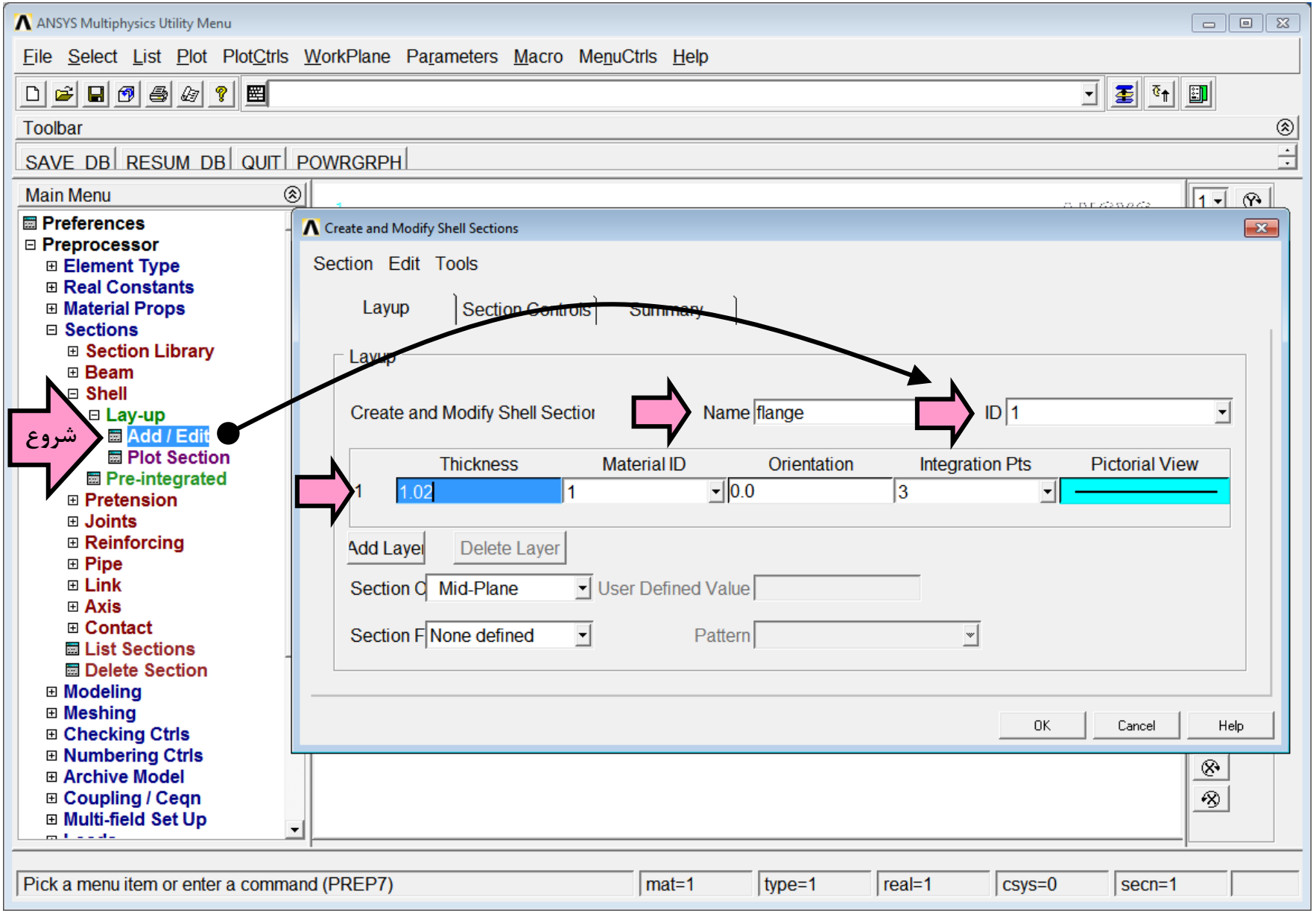





ANSYS Help.ir

## تعریف ضخامت بال و جان تیر

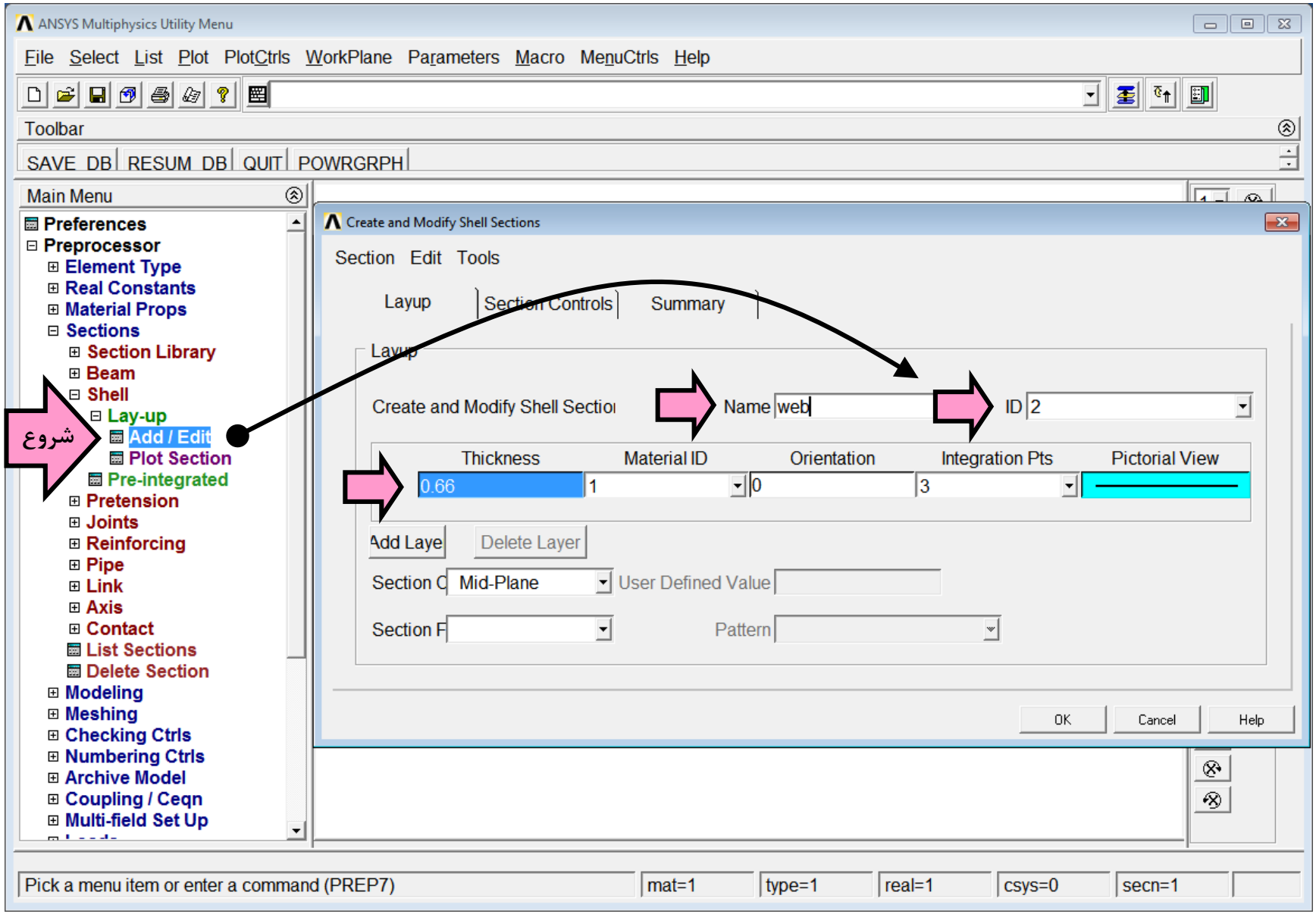
برای تعریف ضخامت بال و جان به دو Section نیاز است که به ترتیب به روش زیر ایجاد می شوند.






ANSYS HELP.IR

برای Section دوم که تعریف ضخامت جان است مجددا وارد منوی بالا می شویم:

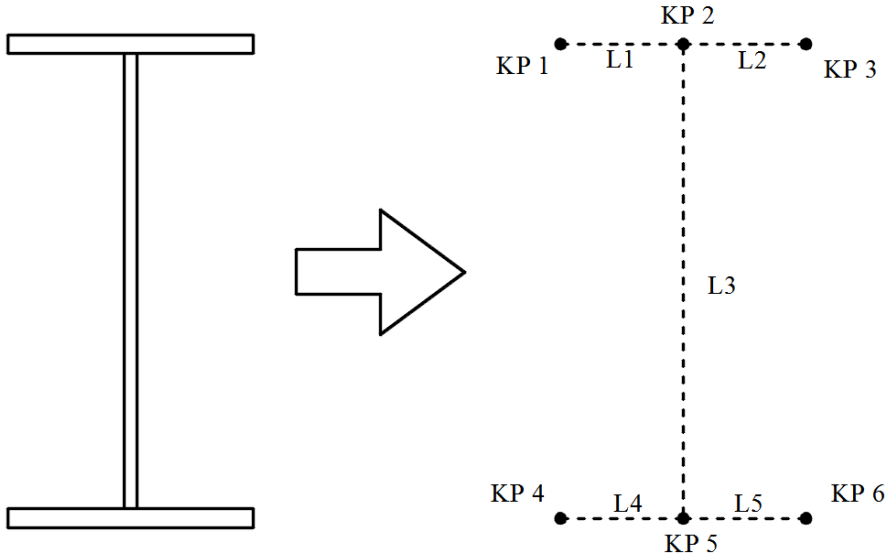





ANSYS HELP.IR

## ساخت مدل: تعریف نقاط و خطوط مقطع

برای ساخت مدل ابتدا با شش گره و پنج خط، مقطع تیر فولادی ترسیم شده، سپس با Extrude کردن آن به اندازه طول تیر مدل سه بعدی آن ساخته می شود. مختصات نقاط مقطع تیر در جدول زیر آورده شده است. چون در مدل اجزای محدود از المان صفحه‌ای Shell استفاده می‌شود، KPها بر روی لایه میانی بال و جان تعریف می شوند:



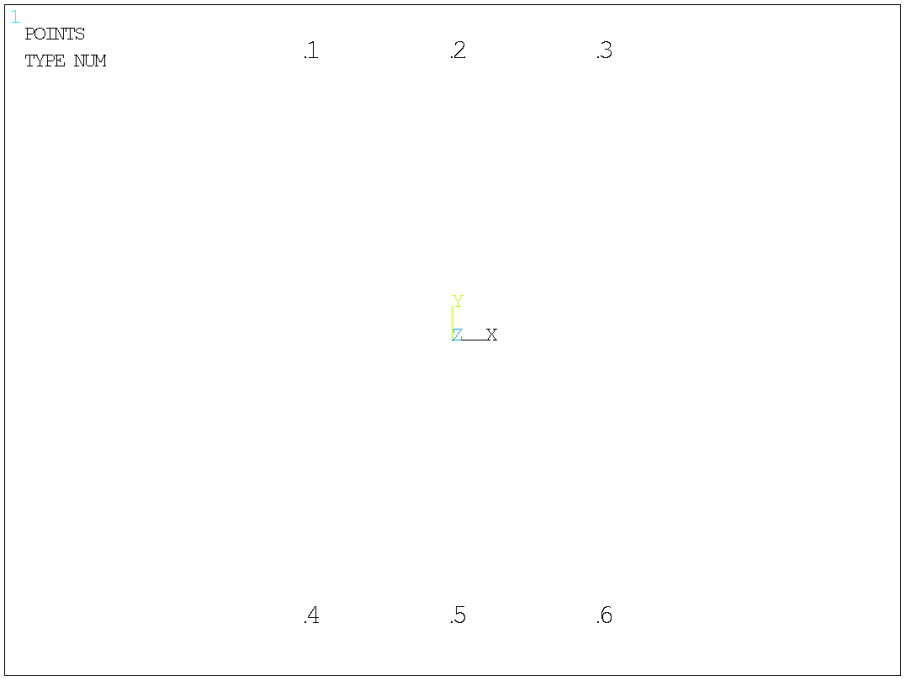

| KP | x (cm) | y (cm) |
|---|---|---|
| 1 | -6.75 | 12.99 |
| 2 | 0 | 12.99 |
| 3 | 6.75 | 12.99 |
| 4 | -6.75 | -12.99 |
| 5 | 0 | -12.99 |
| 6 | 6.75 | -12.99 |


ANSYS HELP.IR

برای تعریف KPها از آدرس زیر استفاده می شود که در مثالهای قبلی معرفی شده است:

Main Menu → Preprocessor → Modeling → Create → Keypoints → In Active CS

تصویر KPها پس از ساخته شدن به صورت زیر است:





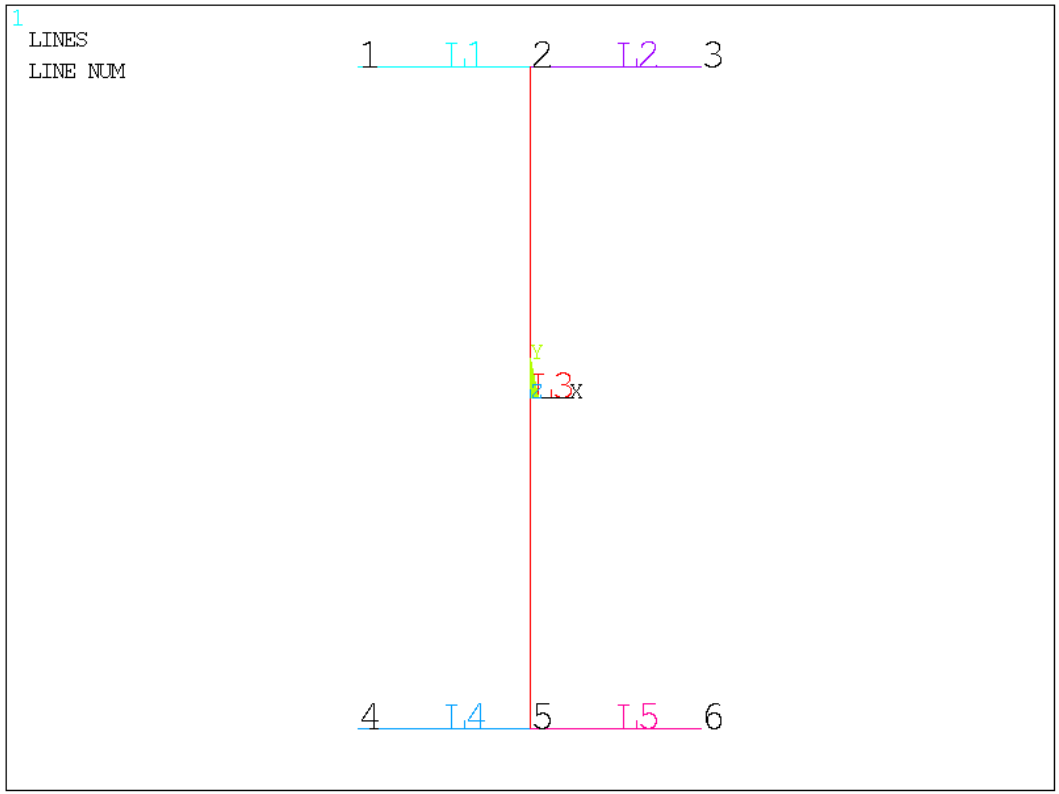

ANSYS HELP.IR

## تعریف خطوط

شش خط برای تعریف مقطع تیر بکار می‌روند که مطابق با جدول زیر بین نقاط ساخته شده تعریف می‌شوند. برای ساخت هر خط وارد آدرس زیر شده و ابتدا روی KP اول کلیک کرده و سپس روی KP دوم کلیک می شود. در اینحالت خطی مستقیم بطور خودکار بین دو KP ساخته می‌شود. شکل نهایی مقطع ساخته شده در تصویر نشان داده شده است.

Main Menu → Preprocessor → Modeling → Create → Lines → Lines → Straight Lines

| Line | First KP | End KP |
|---|---|---|
| L1 | 1 | 2 |
| L2 | 2 | 3 |
| L3 | 2 | 5 |
| L4 | 4 | 5 |
| L5 | 5 | 6 |

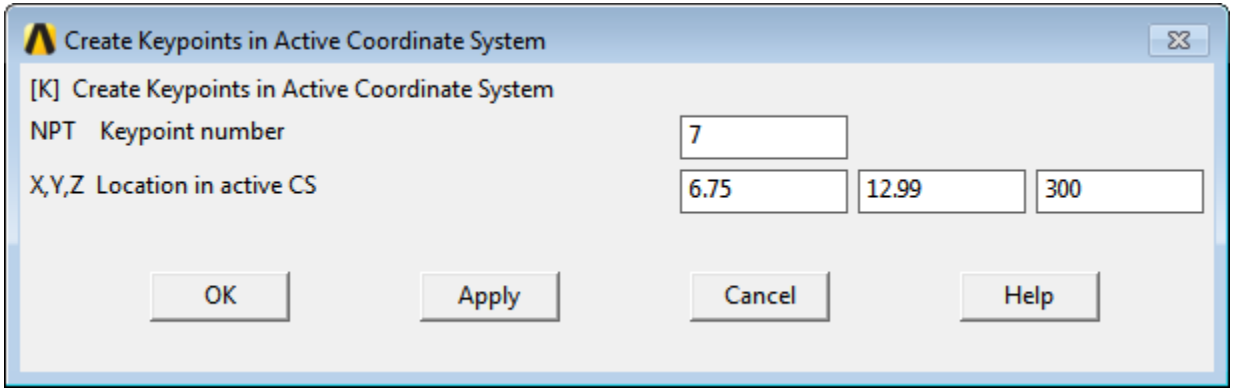




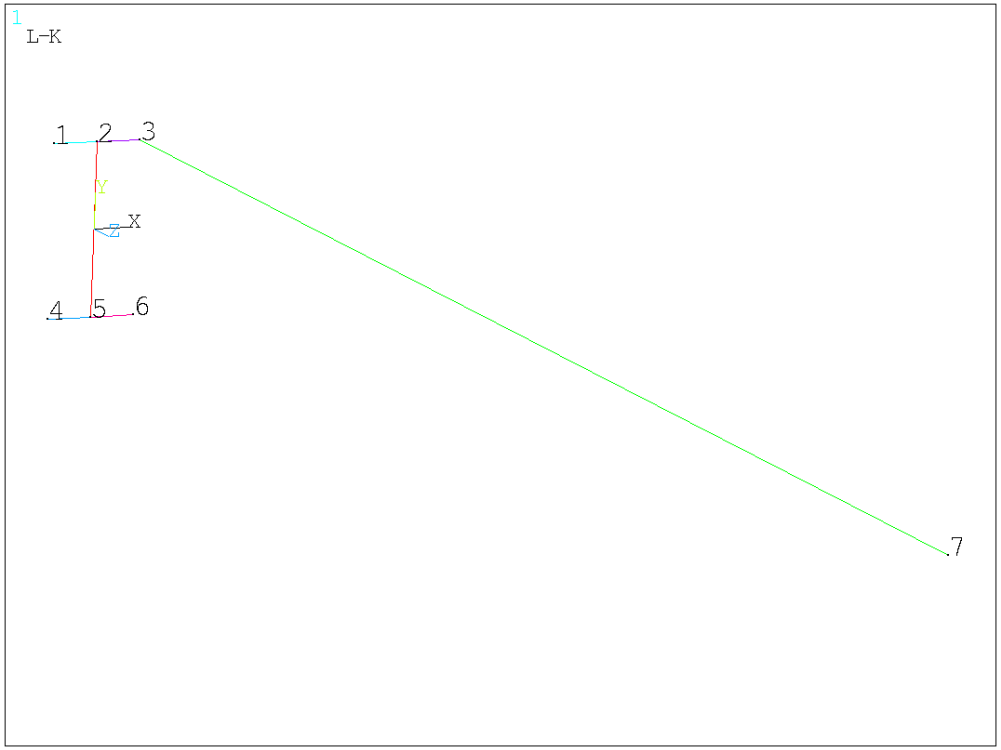

ANSYS HELP.IR

## ساخت صفحات بال و جان تیر

برای ساخت صفحات جان و بال تیر فولادی از دستور Extrude استفاده می شود. به نحوی که ابتدا یک خط هادی در امتداد طول تیر و عمود بر مقطع فوق ساخته شده سپس کلیه خطوط مقطع در امتداد آن Extrude می‌شوند. برای ساخت خط هادی ابتدا یک KP به شماره ۷ و مختصات x=6.75، y=12.99 و z=300 سانتیمتر ایجاد می شود:




و سپس خطی بین KP3 و KP7 مطابق روند قبل ساخته می‌شود. شکل بدست آمده مطابق تصویر زیر است:

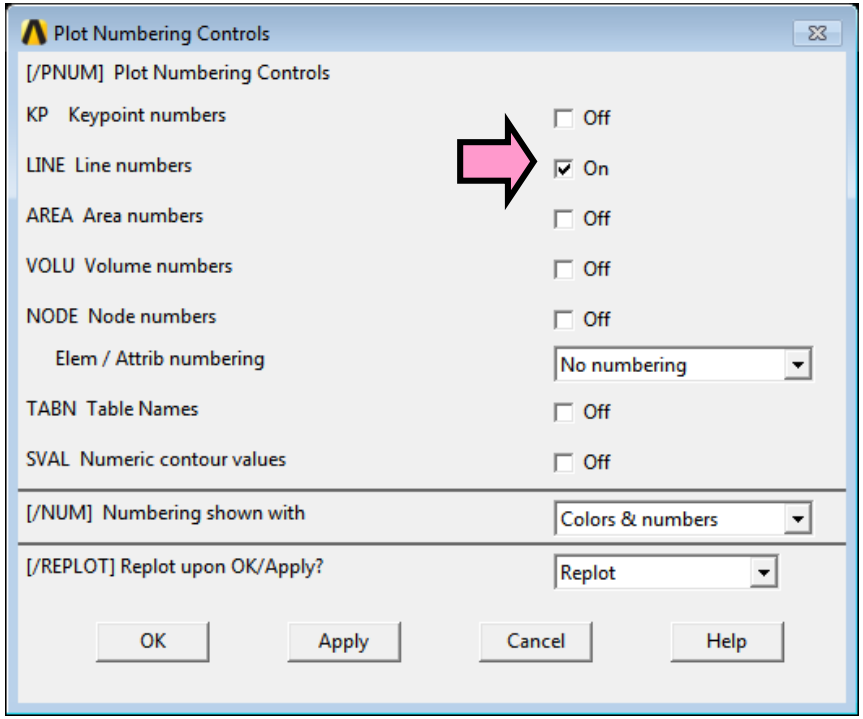


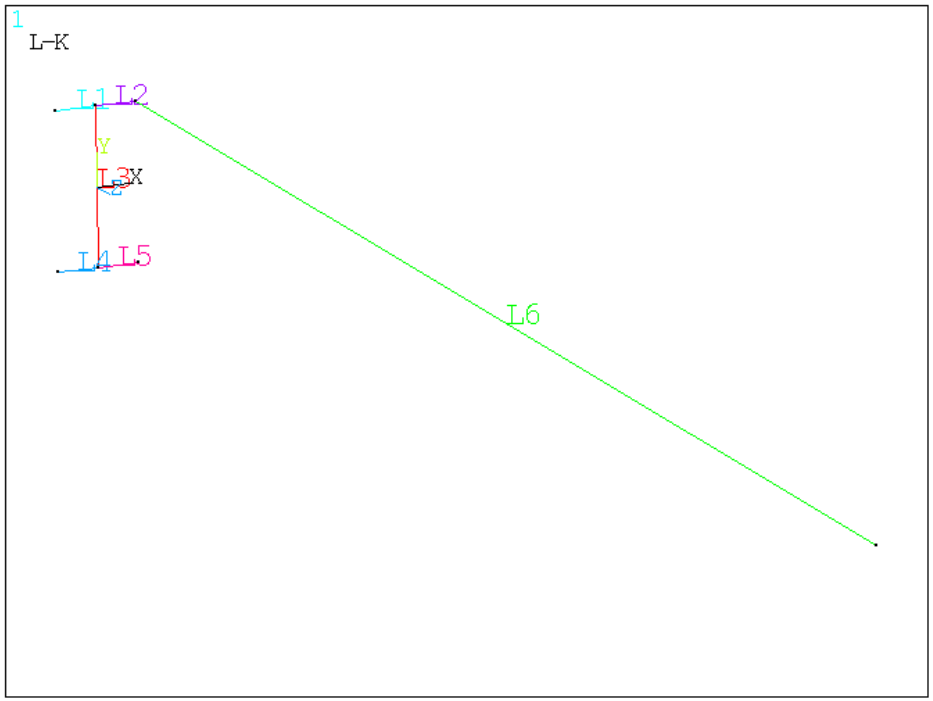



ANSYS HELP.IR

در آدرس زیر شماره خطوط را فعال کنید:

Plot Ctrls > Numbering … > Lines

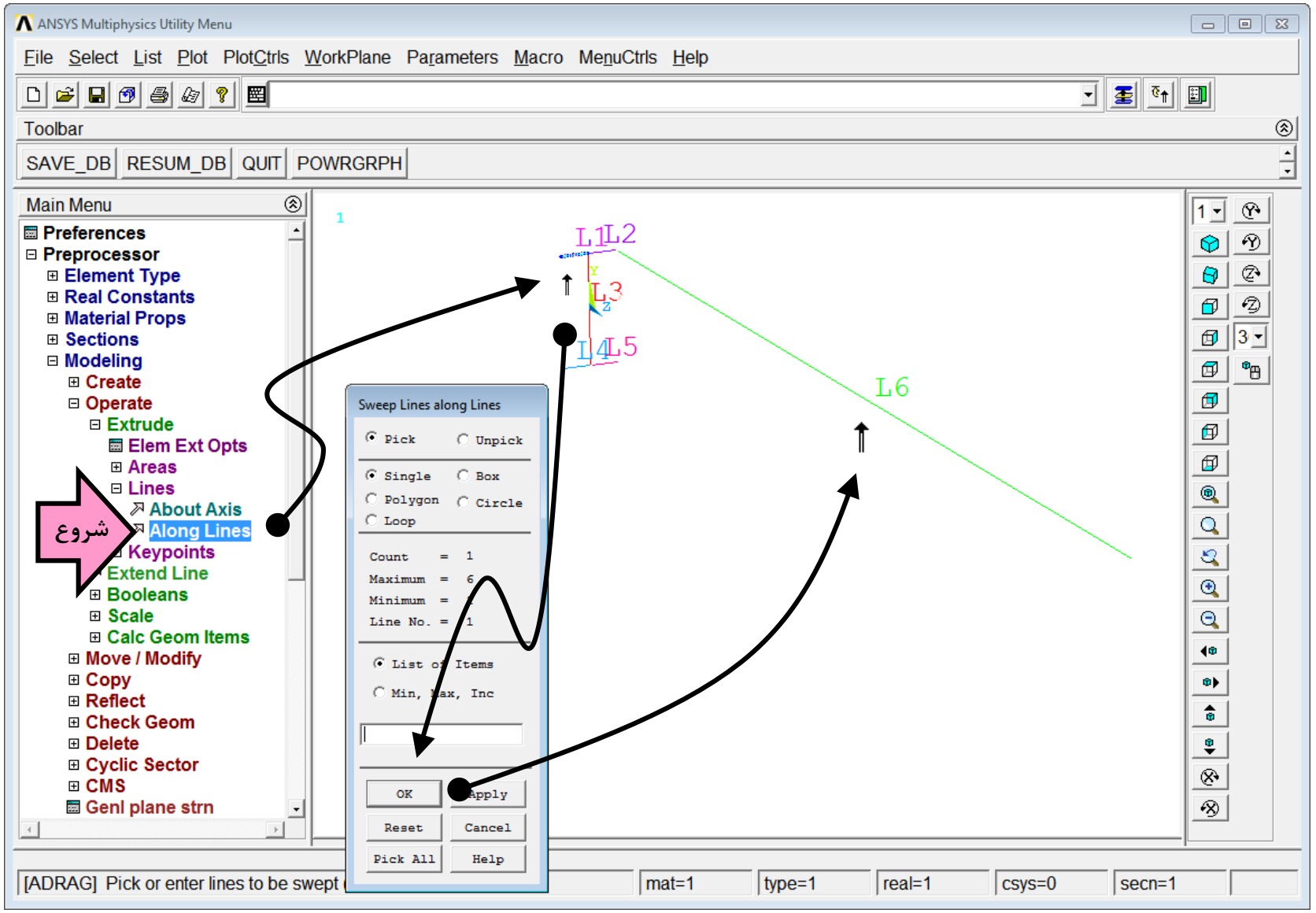




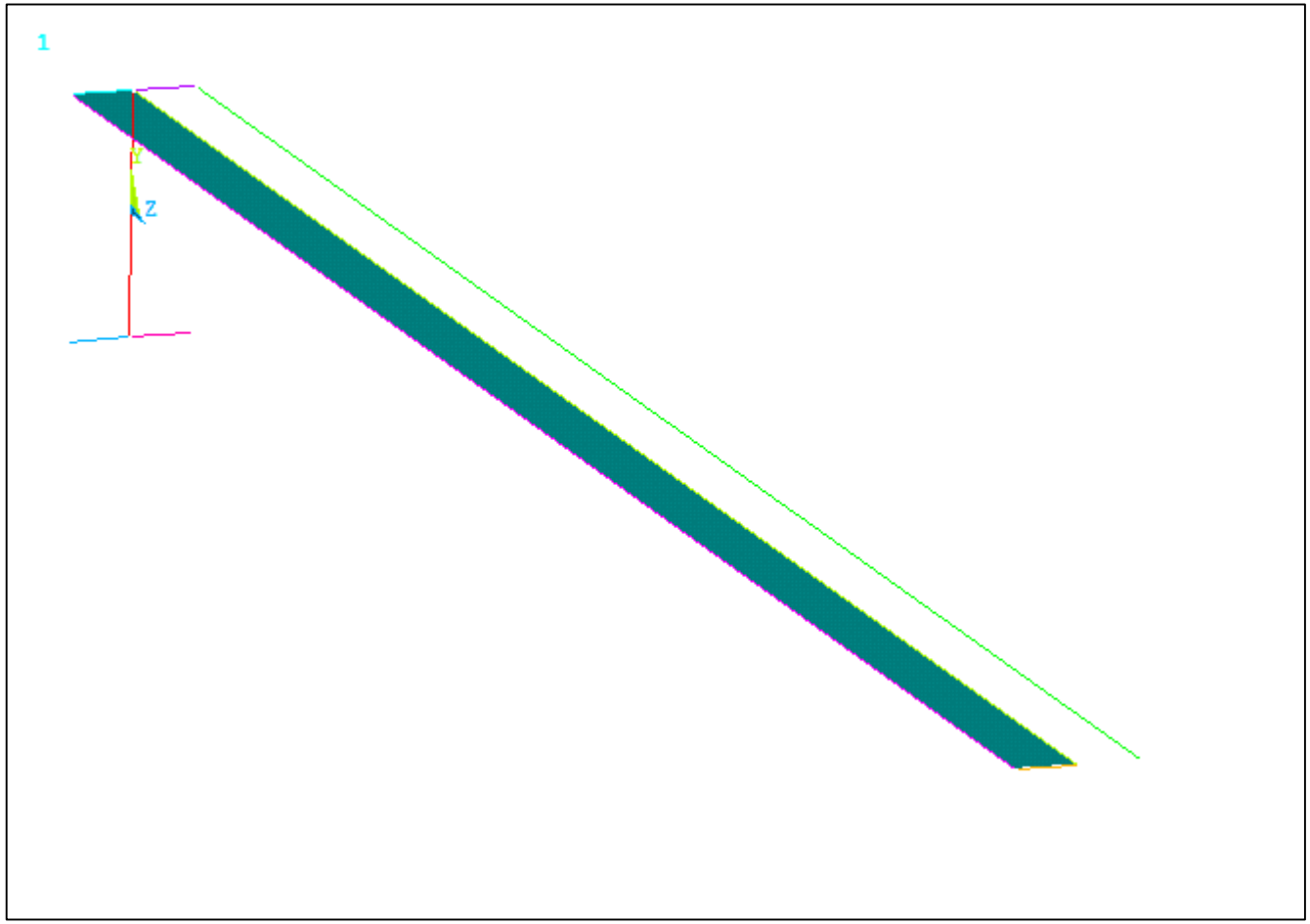

ANSYS HELP.IR

در بخش دوم هر خط در امتداد خط هادی شماره ۶، Extrude می‌شود. این کار در آدرس زیر انجام می‌شود. با وارد شدن به این مسیر ابتدا روی خط شماره ۱ کلیک کرده و دگمه Apply را فشار دهید، سپس روی خط ۶ کلیک کرده و دگمه Ok را فشار دهید. به این ترتیب نیمی از بال فوقانی ایجاد می‌شود. در صورتیکه نمایش گرافیگی ناقص است از منوی Plot > Multi Plot برای نمایش کل مدل استفاده نمائید.





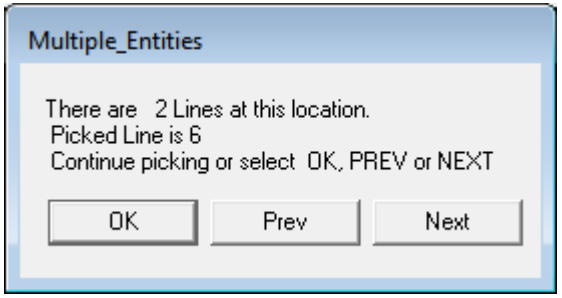

ANSYS HELP.IR



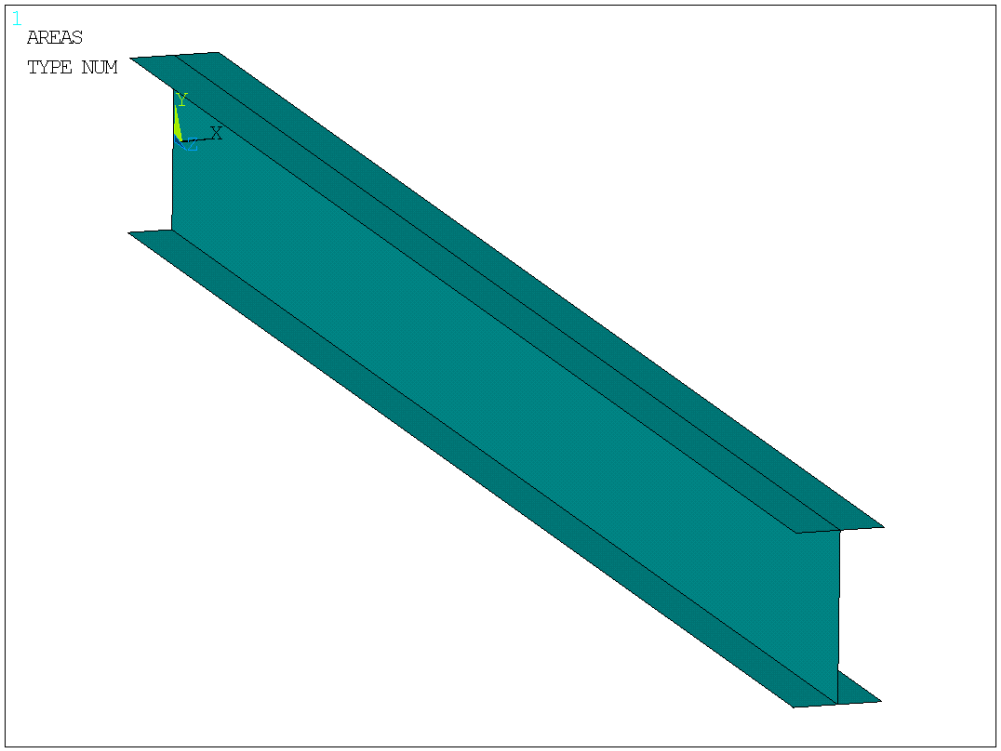



ANSYS Help.ir

اینکار برای خطوط ۲ تا ۵ تکرار می شود. در طی اینکار ممکن است پیام زیر ظاهر شود. می توانید آنرا ok کنید و ادامه دهید.



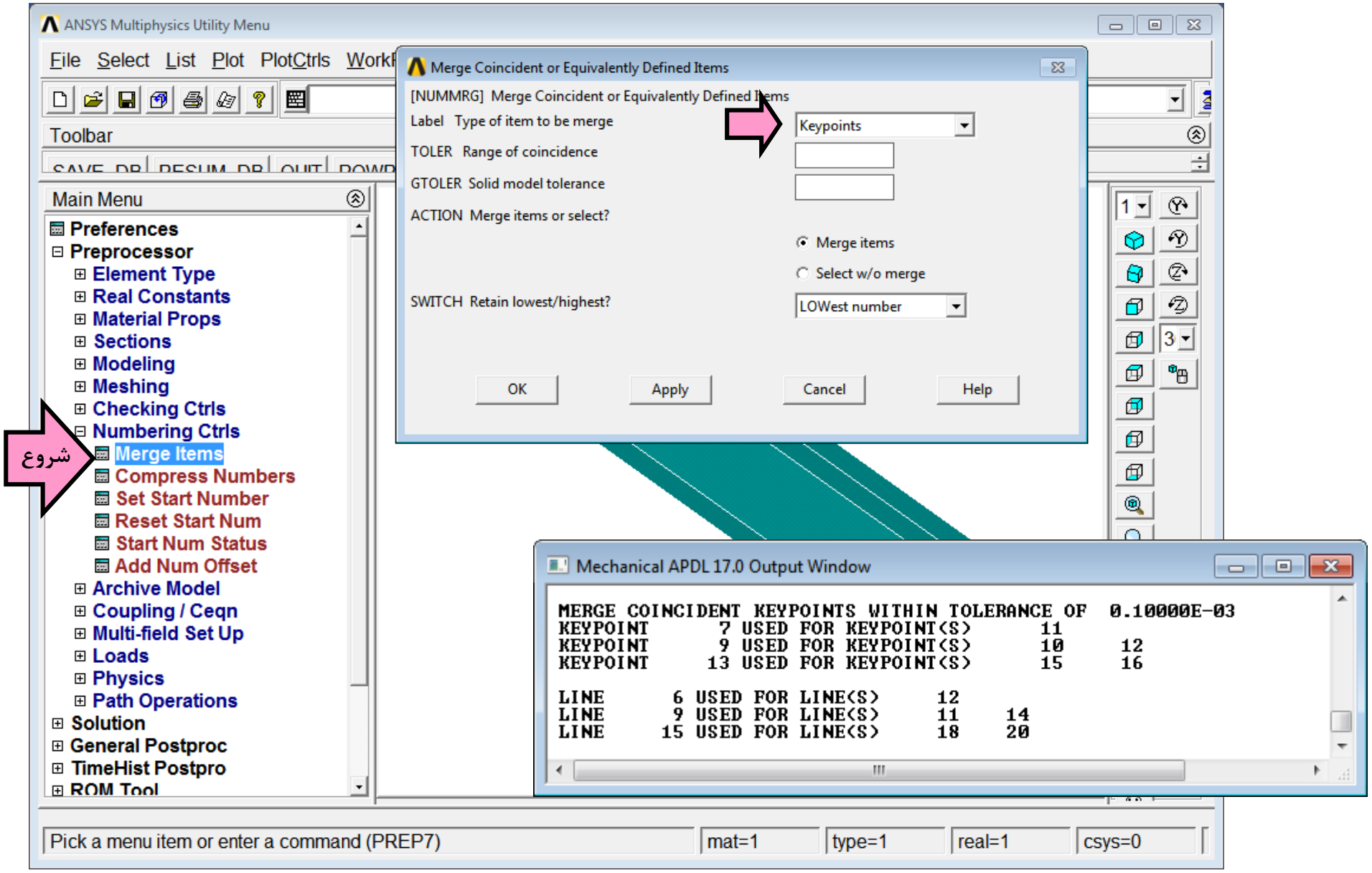

با ساخت کلیه صفحات بال و جان شکل نهایی صفحات تیر بصورت زیر دیده می‌شود:






ANSYS HELP.IR

صفحات ساخته شده مجزا از یکدیگرند و برای تکمیل مدل هندسی تیر لازم است نقاط و خطوط آنها به یکدیگر وصل شده و به عبارتی یکی شوند. برای این منظور از آدرس زیر استفاده می‌شود. با اجرای این دستور در پنجره خروجی (پنجره Mechanical APDL 17.0 Output Window) فهرست KP ها و خطوطی که به یکدیگر متصل شده‌اند نشان داده می‌شود.

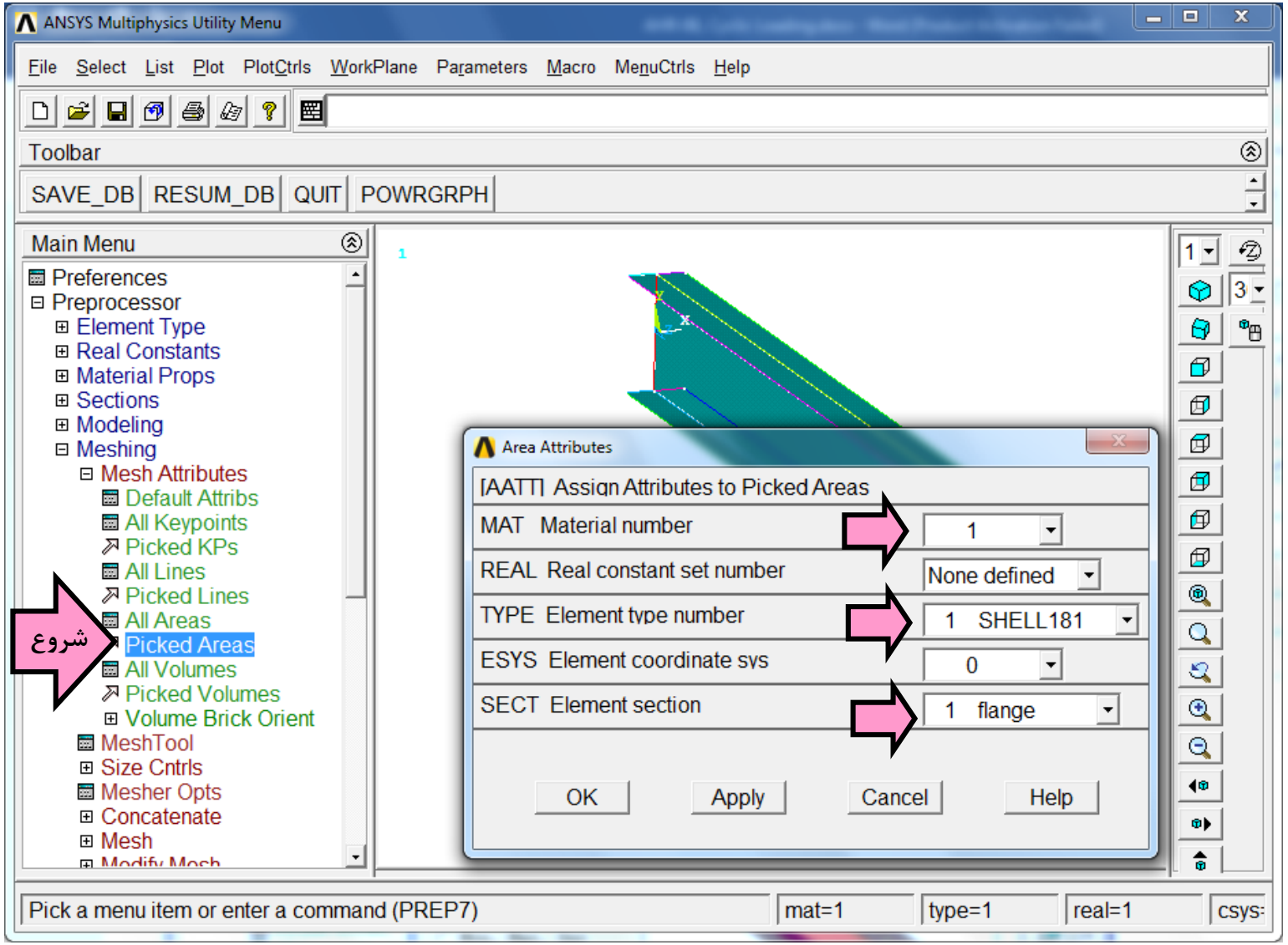





ANSYS Help.ir

## نسبت دادن خصوصیات صفحات

چون بال و جان ضخامت متفاوتی دارند باید مشخص شود که هر Section به کدام صفحه تعلق دارد. این کار در آدرس زیر صورت می‌گیرد. ابتدا مشخصات بالها تعیین می‌شود. پس از ورود به آدرس، با فعال شدن موس کلیه صفحات بال را با موس انتخاب نموده و دگمه Apply را فشار دهید. در پنجره بعدی شماره MAT را برابر ۱، نوع المان یا Type را برابر Shell 181 و نام Section را flange انتخاب کنید. مشخصات جان نیز به همین صورت تعیین می شود. با این تفاوت که نام Section برای آن web گذاشته می شود.

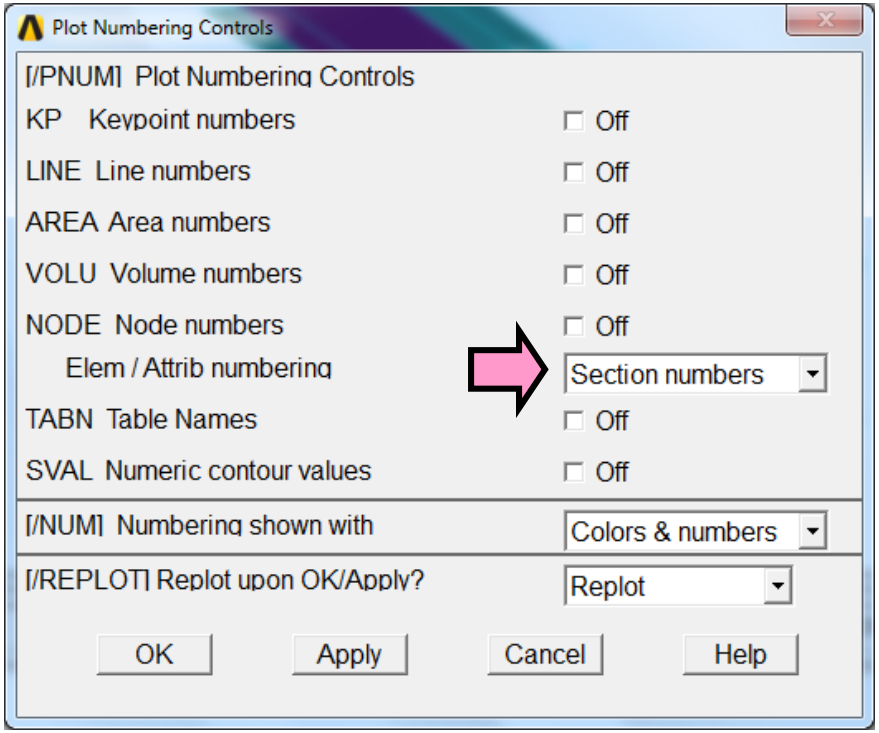


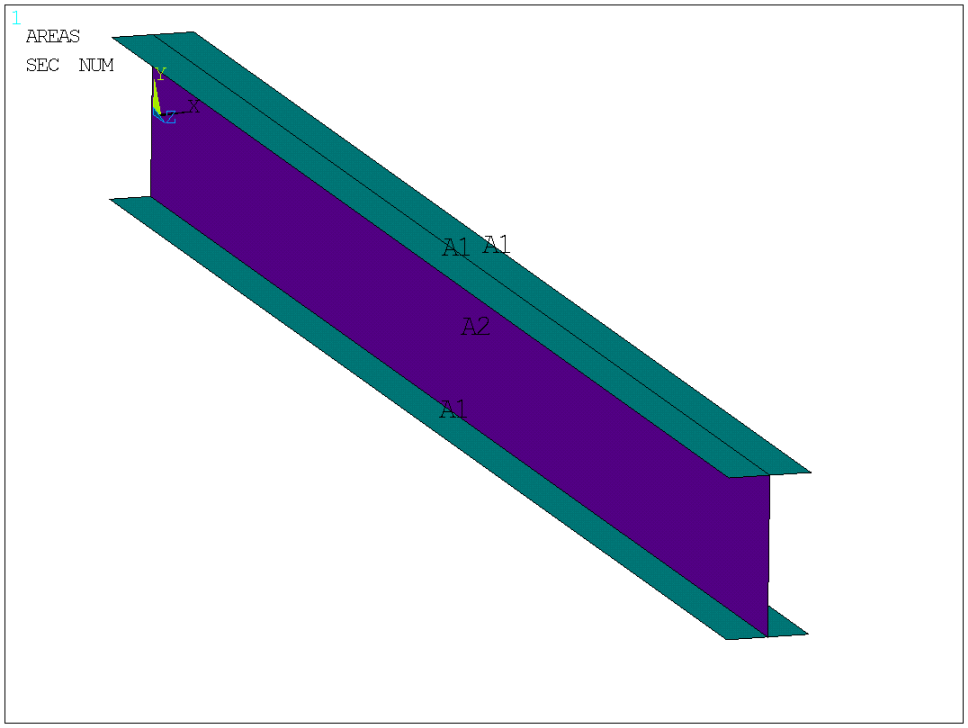



ANSYS HELP.IR

## کنترل مقاطع نسبت داده شده

در آدرس زیر شماره مقاطع را فعال کنید و مقاطع نسبت داده شده را کنترل کنید.



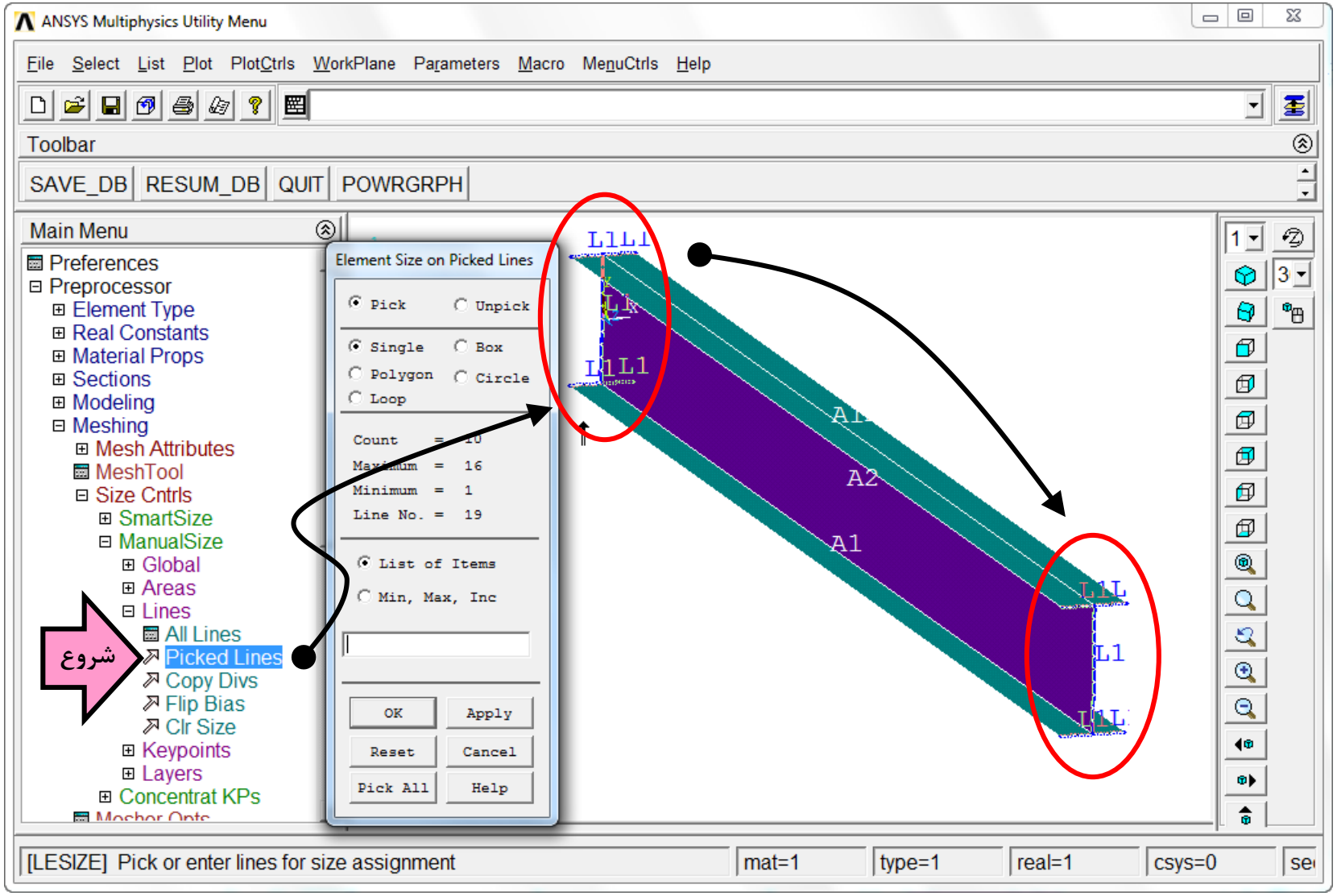






ANSYS HELP.IR

## تقسیم بندی المانی

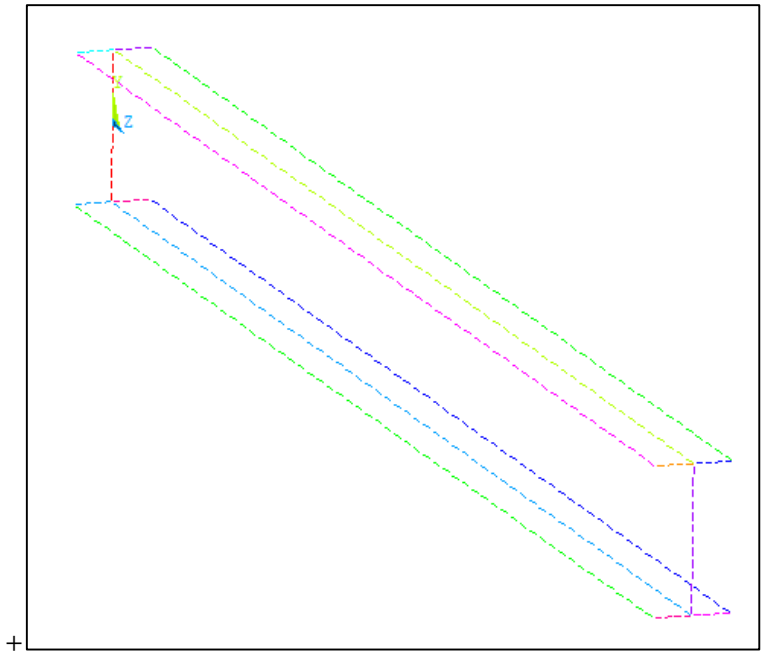
در هنگام مش بندی می‌توان از مشخصات پیش فرض برنامه استفاده نمود. اما برای ایجاد المانهایی با ابعاد دلخواه گزینه‌هایی در نرم افزار تعبیه شده است. ابعاد المانها در مدل مفروض برابر ۲ سانتیمتر در امتداد مقطع و ۵ سانتیمتر در امتداد طول تیر فرض می شود. ابتدا وارد آدرس زیر شده و خطوط مقطع در ابتدا و انتهای تیر را انتخاب نمائید. با زدن Ok پنجره صفحه بعد مشاهده می‌شود. در این پنجره در مقابل Size (Element Edge Length) عدد ۲ را وارد کرده و Size,NDIV can be Chaned را No انتخاب کنید تا برنامه بطور خودکار اندازه المانها را تغییر ندهد. با زدن دگمه Apply همین مراحل را برای کلیه خطوطی که در طول تیر قرار گرفته‌اند تکرار کرده و مقدار Size را ۵ قرار دهید.

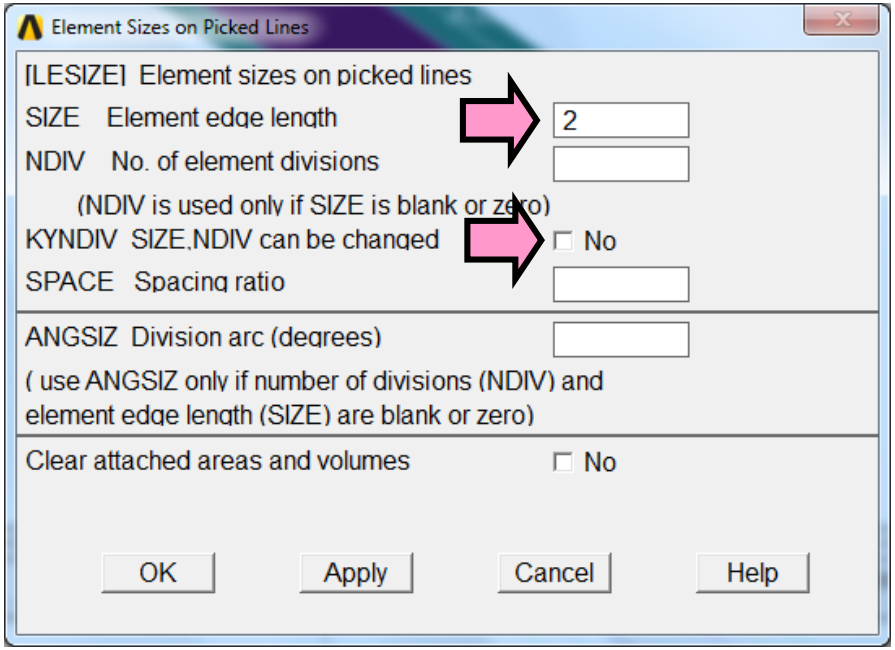





ANSYS HELP.IR

با plot کردن خطوط در آدرس Plot > Lines تنها تقسیمات المانی روی آنها قابل دیدن است.



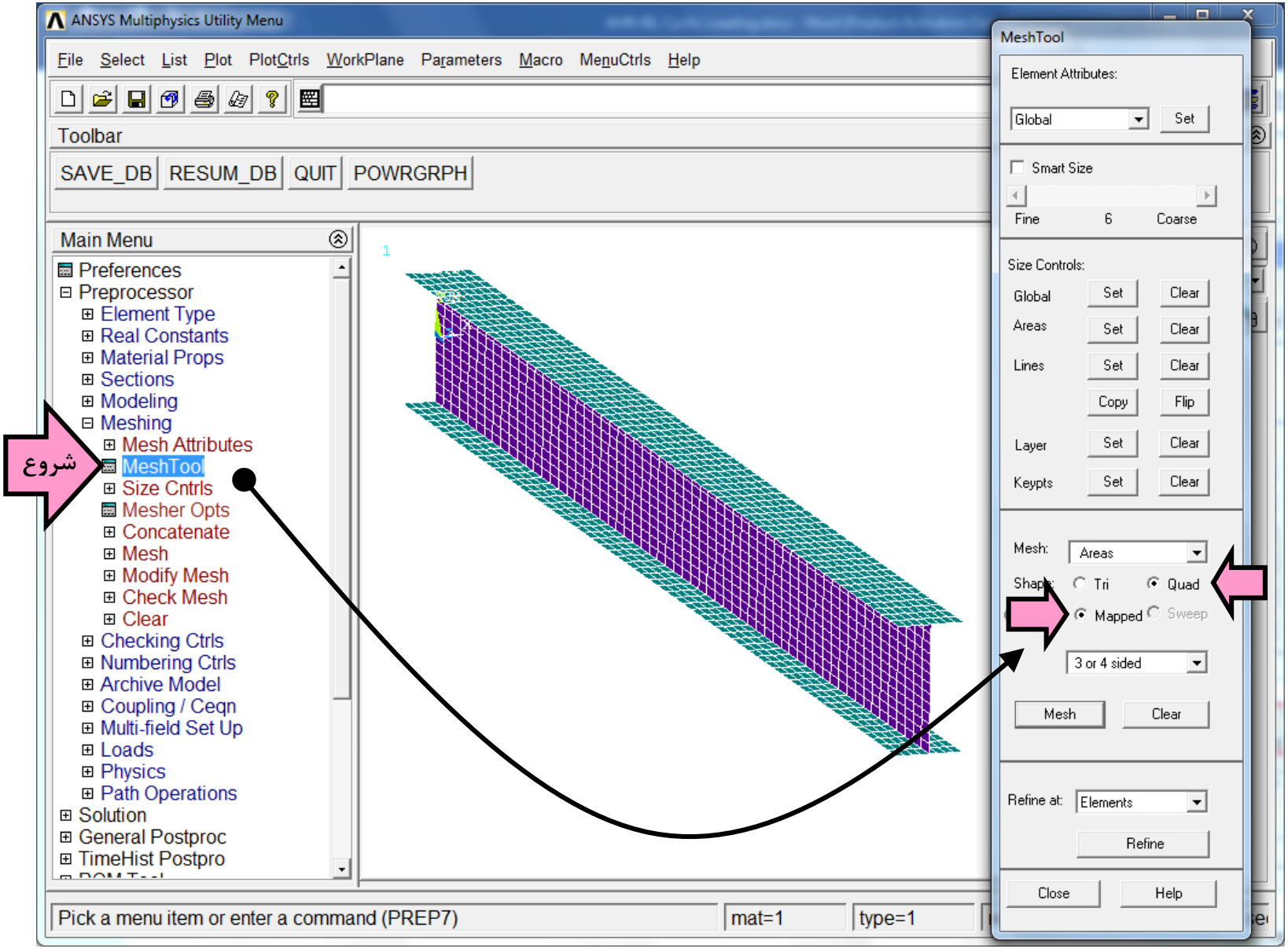





ANSYS Help.ir

## المان بندی

برای المان بندی از آدرس زیر وارد شده و در پنجره Mesh tool گزینه Mapped و Quad را در مربع چهارم انتخاب نمائید. حال دگمه Mesh را زده و به کمک موس کلیه صفحات را انتخاب کنید.

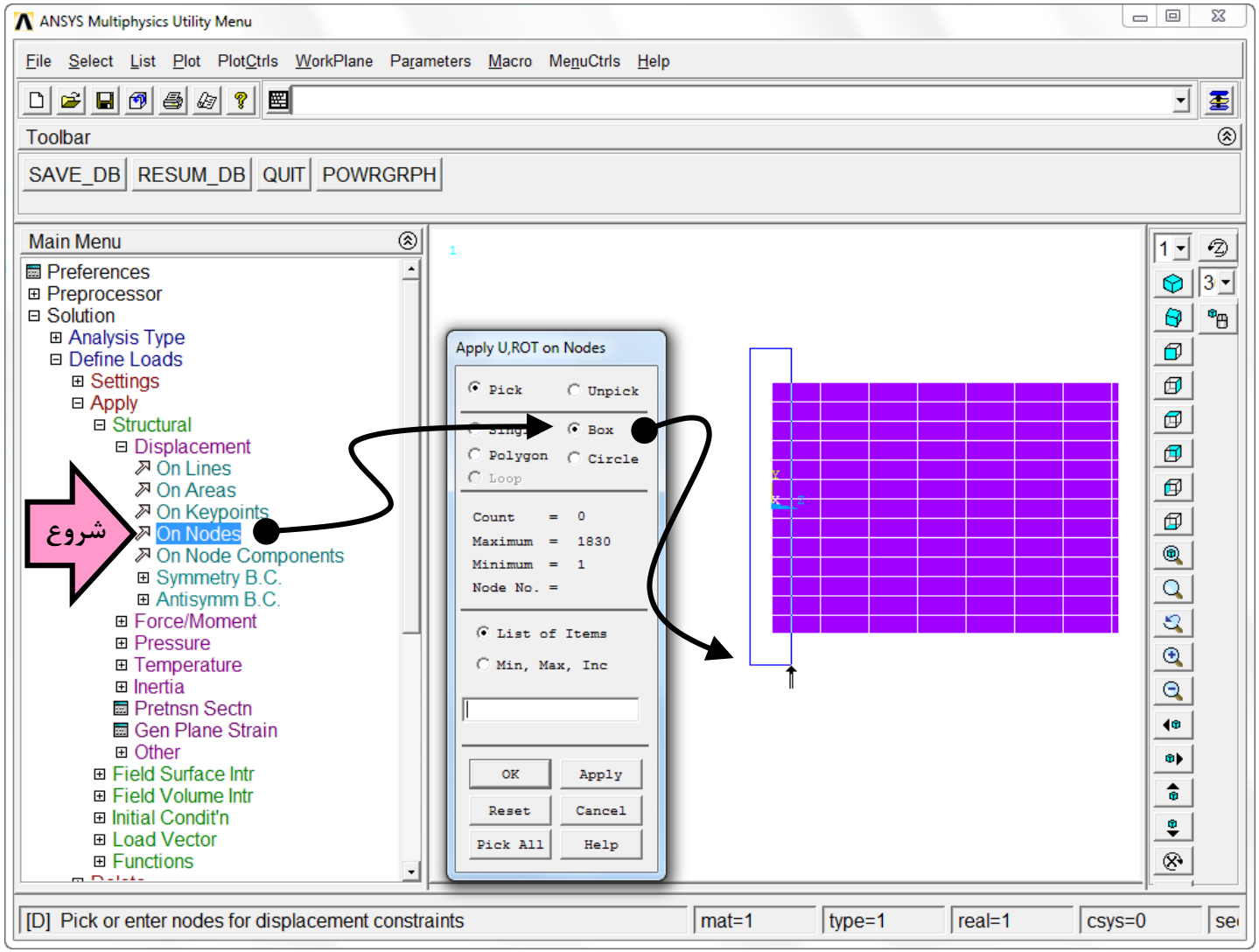





ANSYS HELP.IR

## تعریف تکیه‌گاه‌ها

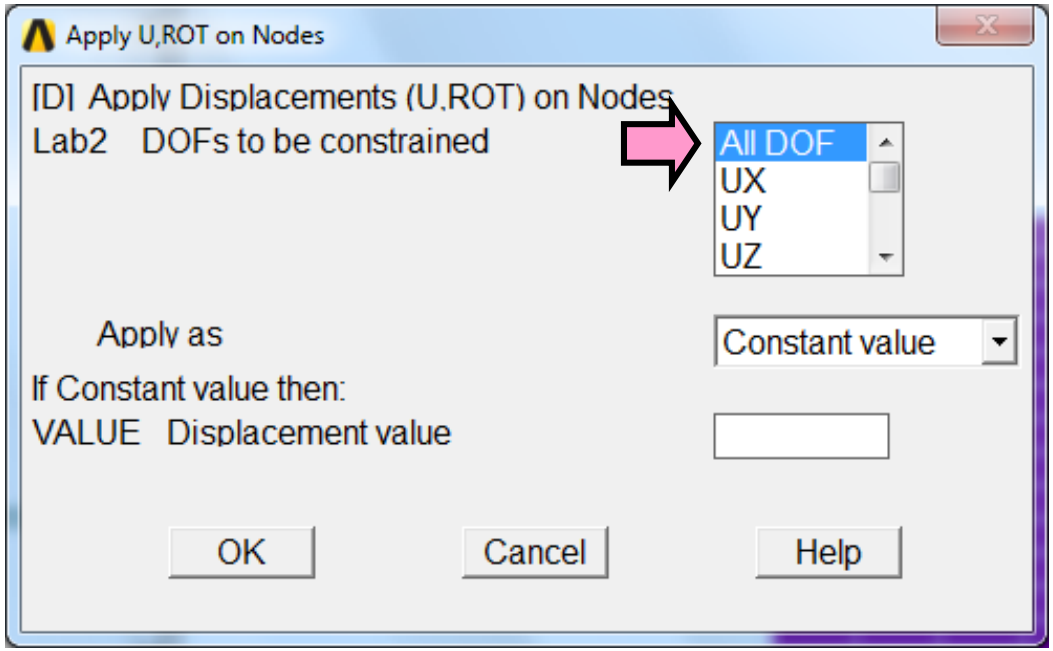
در مثالهای قبلی روش تعریف تکیه‌گاه‌ها نشان داده شده است. برای این منظور به آدرس زیر مراجعه کرده و گره‌های مقطع ابتدایی تیر (محل تعریف خطوط اولیه) را انتخاب و کلیه درجات آزادی آنها را مقید کنید. برای نمایش نمای جانبی از دگمه گرافیکی در سمت راست پنجره نرم افزار استفاده نموده و برای زوم بر روی بخش اولیه تیر کلیک راست موس را نگهداشته و یک مربع تقریبی حول محل مفروض ترسیم کنید. برنامه بطور خودکار روی منطقه انتخاب شده زوم می‌کند. برای انتخاب گره ها نیازی نیست که بر روی تک تک آنها کلیک شود. تنها از گزینه Box در مربع دوم پنجره Apply U,ROT on Nodes استفاده نموده و با کلیک چپ موس نقاط ابتدای تیر را همانند تصویر زیر با یک مستطیل انتخاب نمائید.

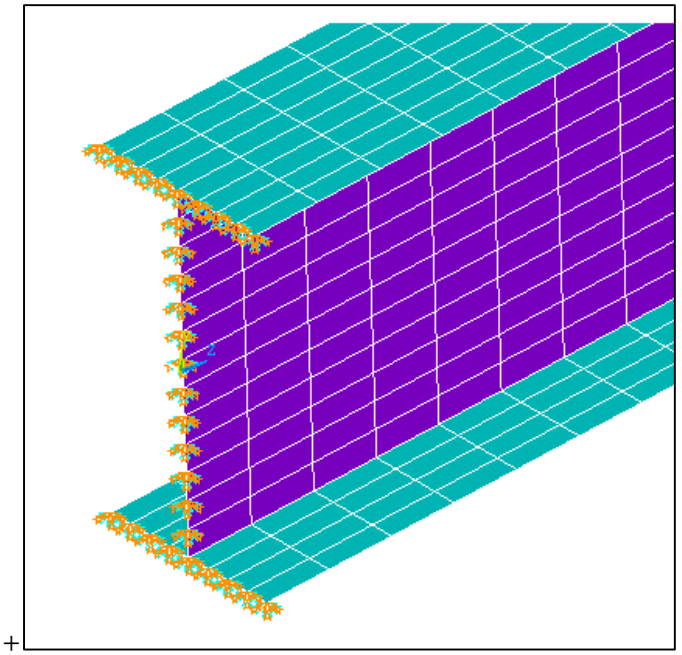





ANSYS HELP.IR

اینک درجات آزادی که باید مقید شوند را در پنجره بعدی تعیین کنید (در اینجا ALL DOF) شکل نهایی تکیه‌گاه‌ها بصورت تصویر زیر مشاهده خواهد شد.



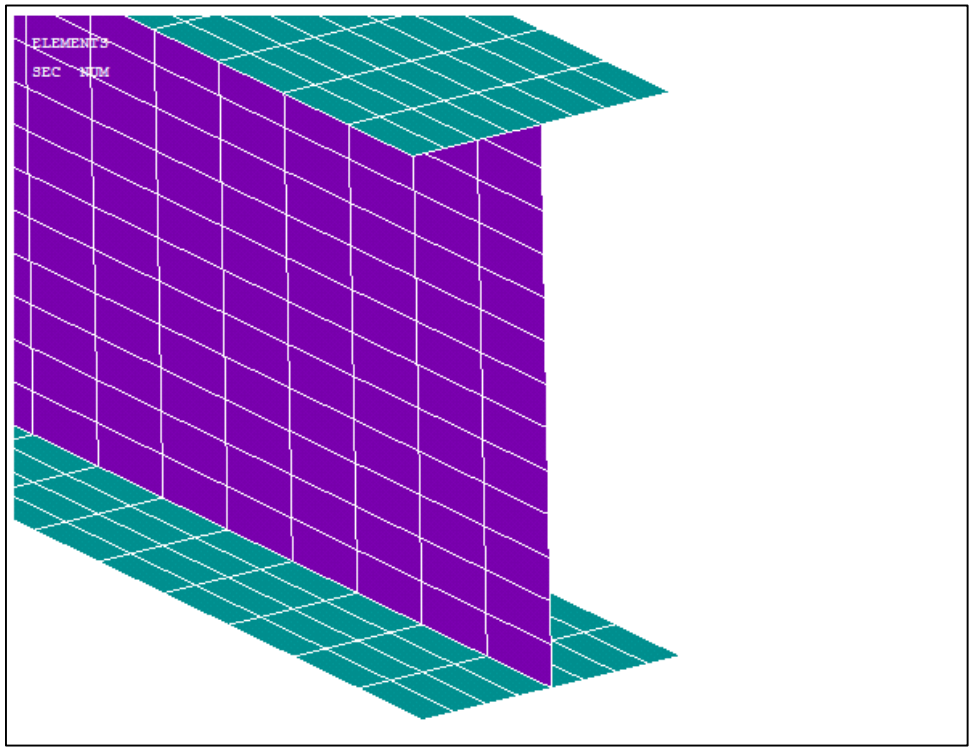





ANSYS Help.ir

## بارگذاری

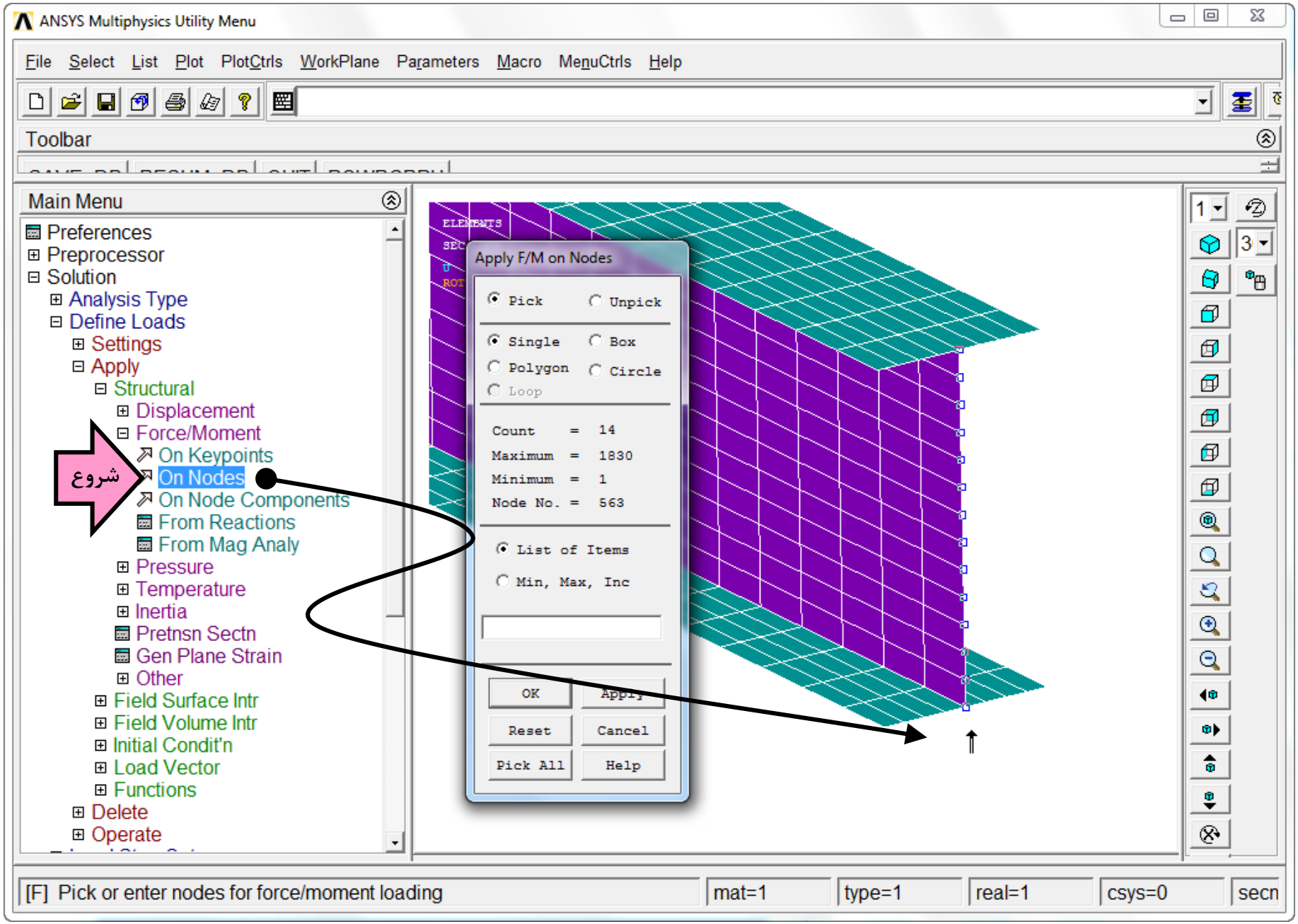
چون بار وارد شده به انتهای تیر بصورت تناوبی اعمال می شود لازم است از فایلهای بارگذاری یا Load Step Files استفاده شود. روند کار به این شکل است که با فرض یک زمان مجازی مقادیر بار در هر تناوب در انتهای تیر تعریف شده و زمانی به آن اختصاص داده می شود. تعریف زمان مجازی، تقدم و تأخر وارد شدن بار را به برنامه معرفی می‌کند. سپس هر تناوب بصورت یک فایل بارگذاری ذخیره می‌شود. در این مرحله ابتدا بار در انتهای تیر مشخص می شود. چون بار تنها بر گره های جان وارد خواهد شد لازم است گره های مورد نظر تک به تک انتخاب شوند. با استفاده از دگمه در سمت راست می توان با نگاه داشتن کلیک چپ، مدل را حرکت داد و با نگاه داشتن کلیک راست، آنرا چرخاند. با استفاده از این ابزارها مدل را در موقعیت مناسب مانند آنچه در شکل زیر نشان داده شده قرار دهید:





ANSYS HELP.IR

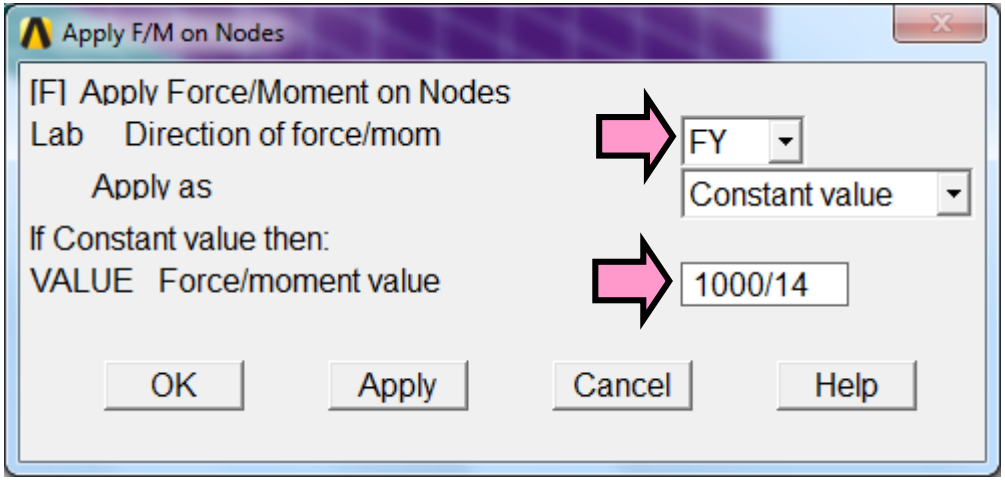
با وارد شدن به آدرس زیر گره های جان در انتهای تیر را انتخاب کرده و دگمه Apply را بزنید. در پایان تعداد گره ها انتخاب شده برابر ۱۴ خواهد بود.

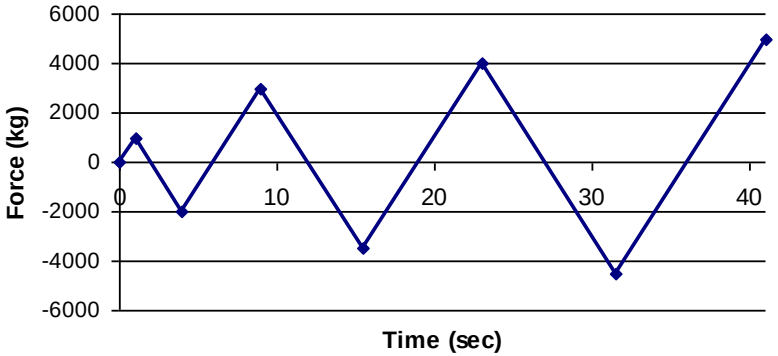


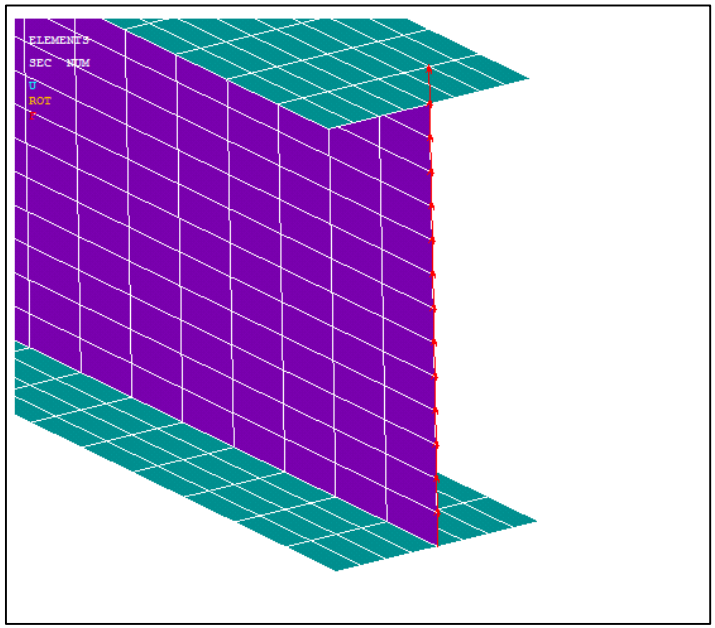



ANSYS HELP.IR

اولین مقدار بار در زمان ۱ ثانیه و به مقدار ۱۰۰۰ کیلوگرم در جهت y مثبت به انتهای تیر وارد می‌شود. چون تعداد گره ها ۱۴ عدد است لازم است بار وارده بر هر گره بر عدد ۱۴ تقسیم شود.



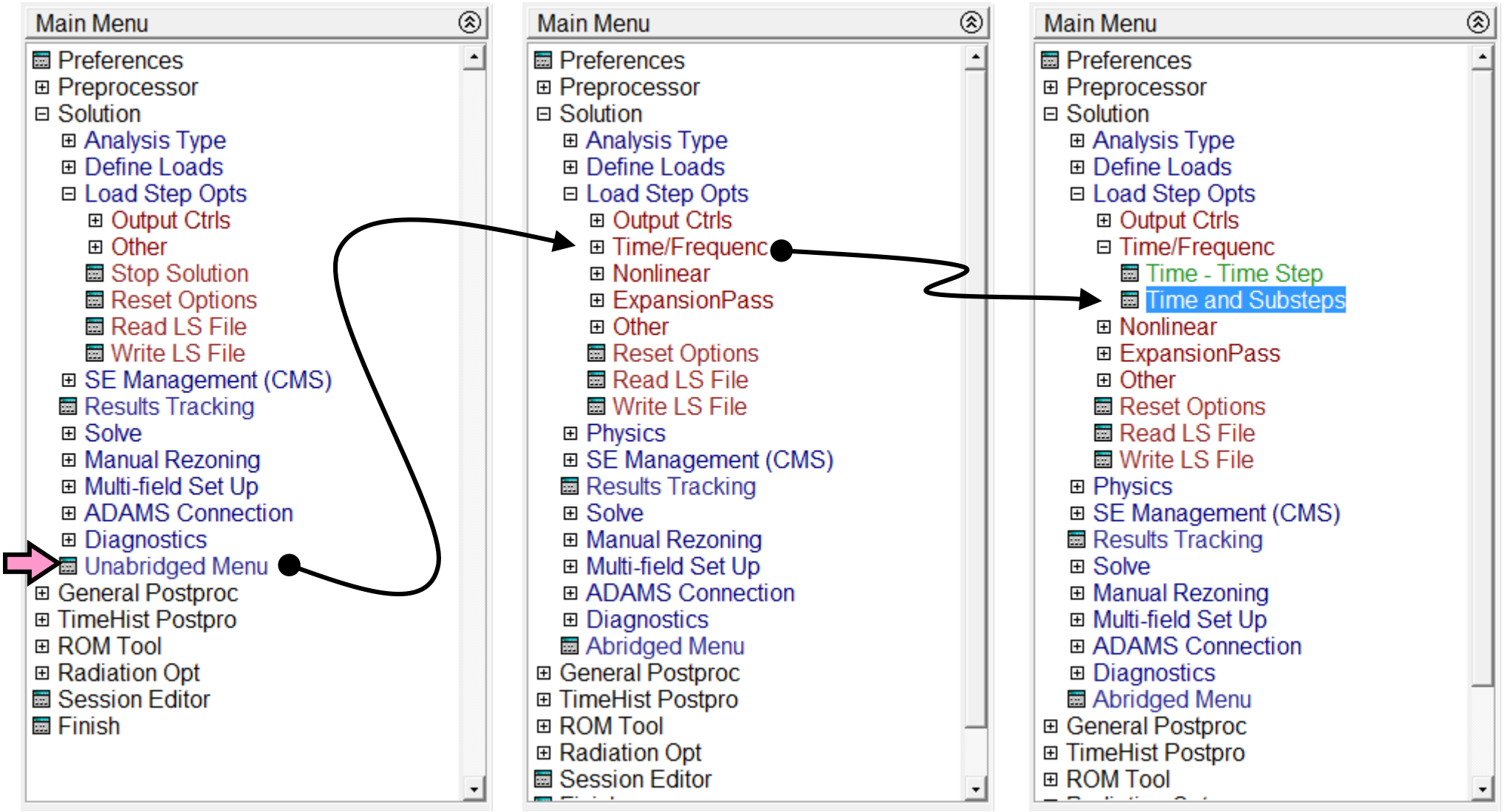





ANSYS HELP.IR

## تعریف زمان

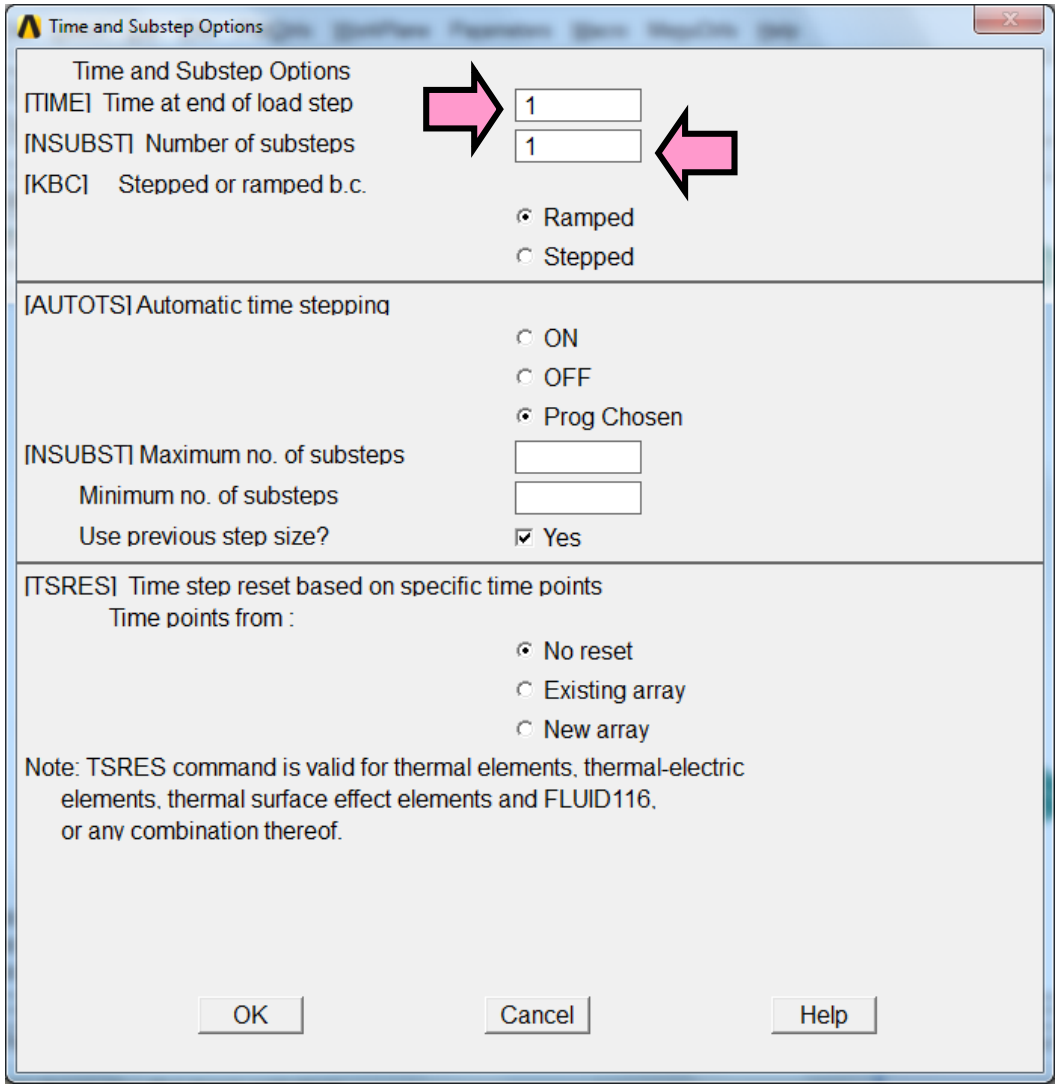
برای تعریف زمان ابتدا دگمه Unabridged Menu را در تصویر زیر انتخاب کنید تا گزینه Time/Frequency در پنجره Main Menu دیده شود. با انتخاب گزینه Time and Substep پنجره تعریف زمان مشاهده خواهد شد.






ANSYS HELP.IR

در پنجره Time and Substep Options گزینه Time را برابر ۱ و گزینه NSUBST را برابر ۱ قرار دهید. در تحلیلهای غیر خطی برای اعمال بار در محدوده غیر خطی لازم است اعمال بار بصورت گام به گام بر مدل وارد شود. این عمل با استفاده از NSUBST صورت می‌گیرد. عدد مقابل آن نشاندهنده تعداد گامهای اعمال بار یا Sub Stepهای تعریف شده برای آن Load Step است. برای مثال عدد چهار یعنی تقسیم ۱۰۰۰ کیلوگرم به چهار بار ۲۵۰ کیلوگرمی که در چهار گام وارد خواهند شد. در بخش اول به علت رفتار الاستیک تیر، تعداد NSUBST برابر ۱ قرار داده می شود. سایر گزینه ها بصورت پیش فرض بکار می روند.

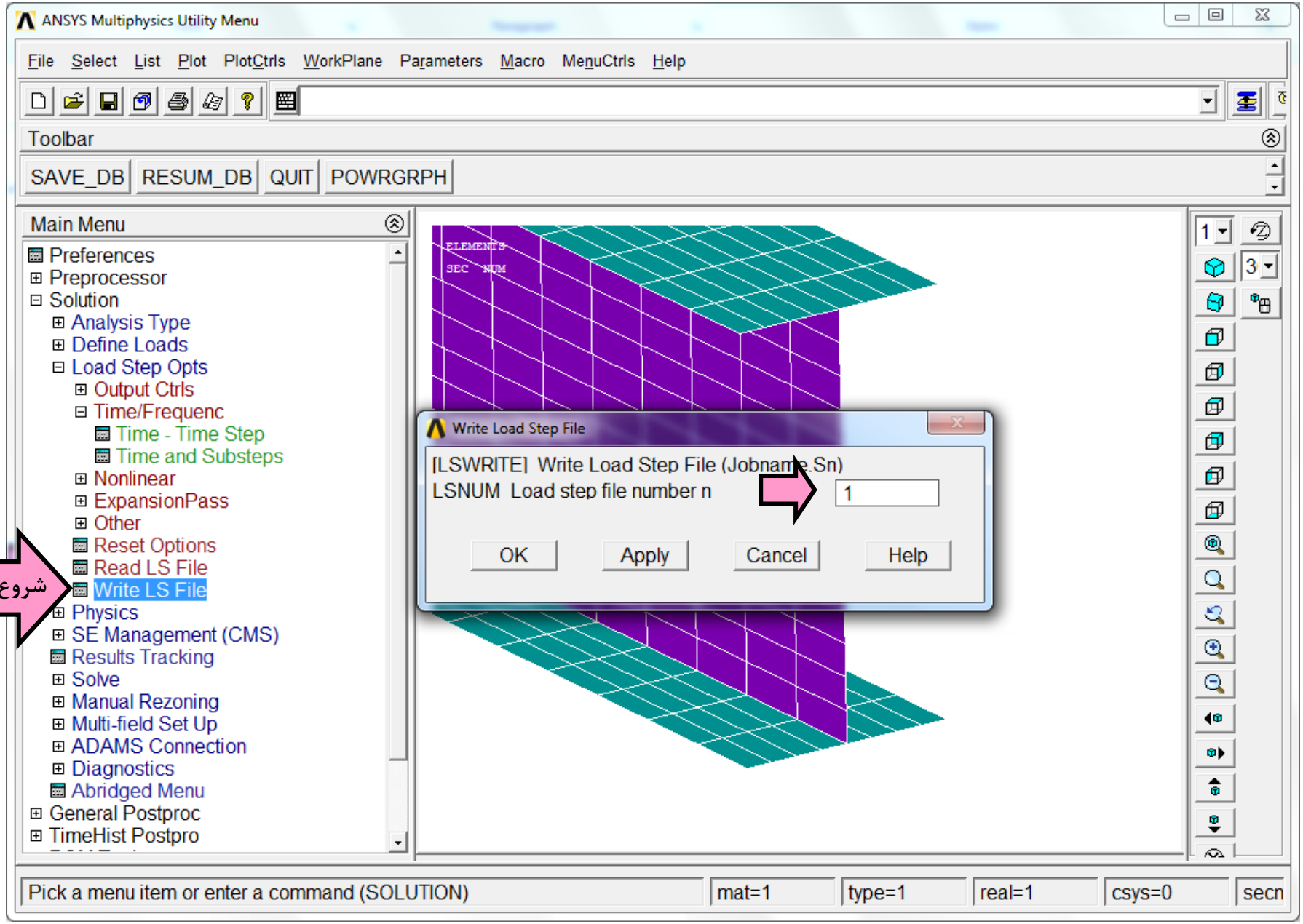





ANSYS HELP.IR

## ساخت فایل بارگذاری شماره ۱

پس از تعریف بار و زمان لازم است اطلاعات بارگذاری در یک فایل بارگذاری یا Load Step File ذخیره شوند. اینکار در آدرس زیر صورت می گیرد. شماره فایل بارگذاری ۱ وارد شده و OK می‌شود.






ANSYS HELP.IR

## ساخت سایر فایلهای بارگذاری

سایر فایلهای بارگذاری همانند عملیات فوق ساخته می‌شوند. ابتدا بارگذاری در انتهای تیر تغییر داده شده سپس مقادیر زمان و تعداد SubStepها تعریف شده و نهایتاً فایل بارگذاری ذخیره می‌شود. تعداد SubStepها برای سایر فایلهای بارگذاری در جدول زیر آورده شده است.

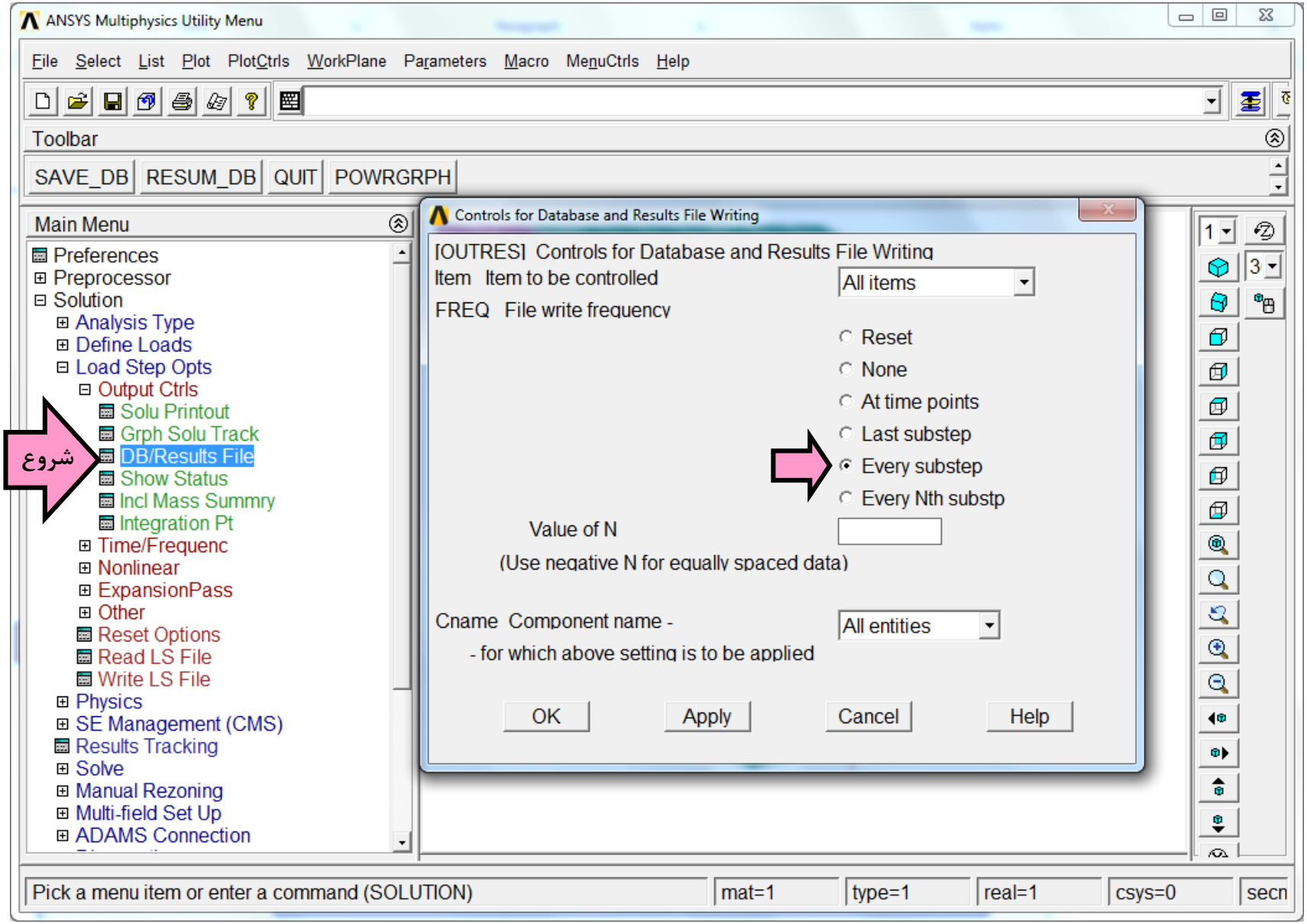
| Load Step | time (sec) | Force (kg) | NSUBST |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1000 | 1 |
| 2 | 4 | -2000 | 2 |
| 3 | 9 | 3000 | 4 |
| 4 | 15.5 | -3500 | 10 |
| 5 | 23 | 4000 | 10 |
| 6 | 31.5 | -4500 | 10 |
| 7 | 41 | 5000 | 10 |



ANSYS HELP.IR

## تحلیل تیر

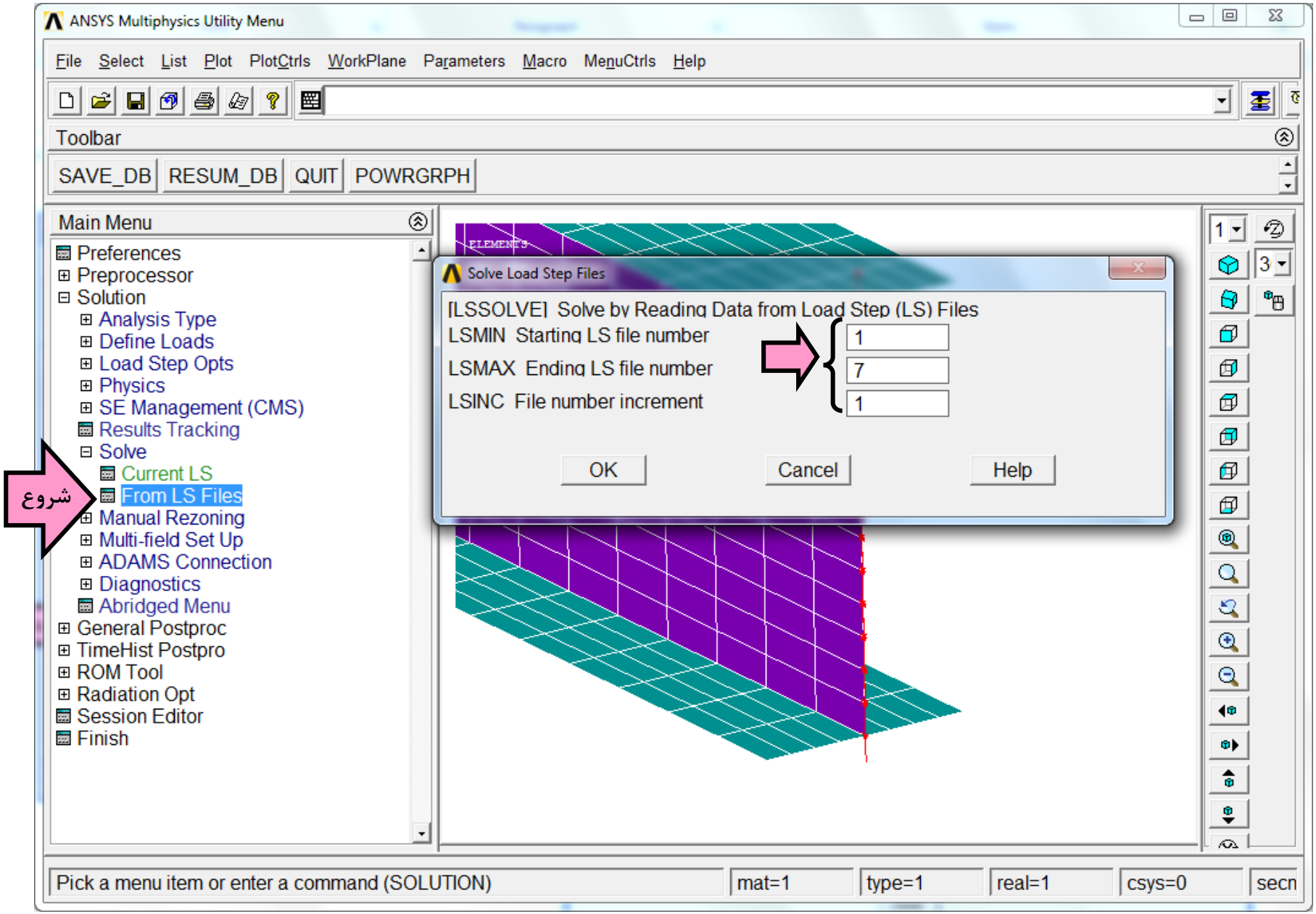
قبل از انجام تحلیل تیر لازم است به برنامه دستور داده شود که نتایج کلیه LoadStepها و SubStepهای آنها را ذخیره کند. زیرا برنامه بطور پیش فرض تنها نتایج انتهای هر Load Step را در حافظه ذخیره می کند. برای این منظور وارد آدرس زیر شده و گزینه Every SubSteps را انتخاب کنید.






ANSYS HELP.IR

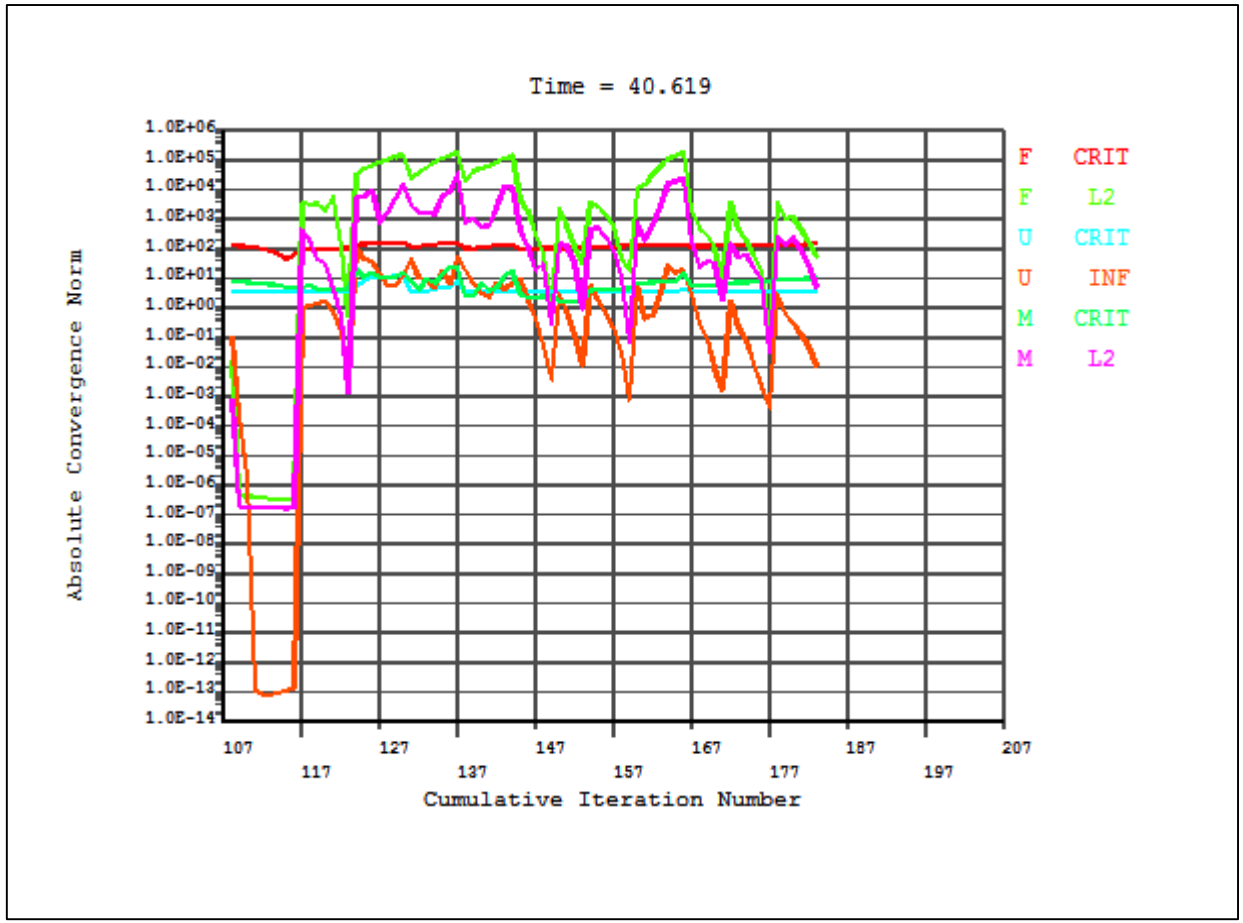
تحلیل تیر باید از شماره بارگذاری ۱ تا ۷ به ترتیب صورت گیرد. اینکار توسط آدرس زیر انجام می شود. Starting LS File Number برابر ۱ و Ending LS File Number برابر ۷ قرار داده شده و OK می‌شود. به این ترتیب نرم افزار شروع به تحلیل غیر خطی خواهد کرد. در پایان تحلیل هر فایل بارگذاری یک پنجره Solution is Done مشاهده خواهد شد.






ANSYS HELP.IR

در پنجره خروجی نمودار های معیارهای همگرایی دیده می شوند. این معیارهای در زمان تحلیل غیر خطی همگرایی یا واگرایی محاسبات را کنترل می کنند. اگر محاسبات شروع به واگرا شدن کند آنگاه گامهای بارگذاری بطور خودکار کوچکتر می شوند. در صورت وقوع ناپایداری در سازه، محاسبات واگرا شده و تحلیل unconverged می شود و نا تمام می ماند. در این مثال سه معیار همگرایی نیرو F، جابجایی U و لنگر M بطور خودکار توسط برنامه در نظر گرفته شده اند. این معیار ها می توانند توسط کاربر تغییر داده شوند.

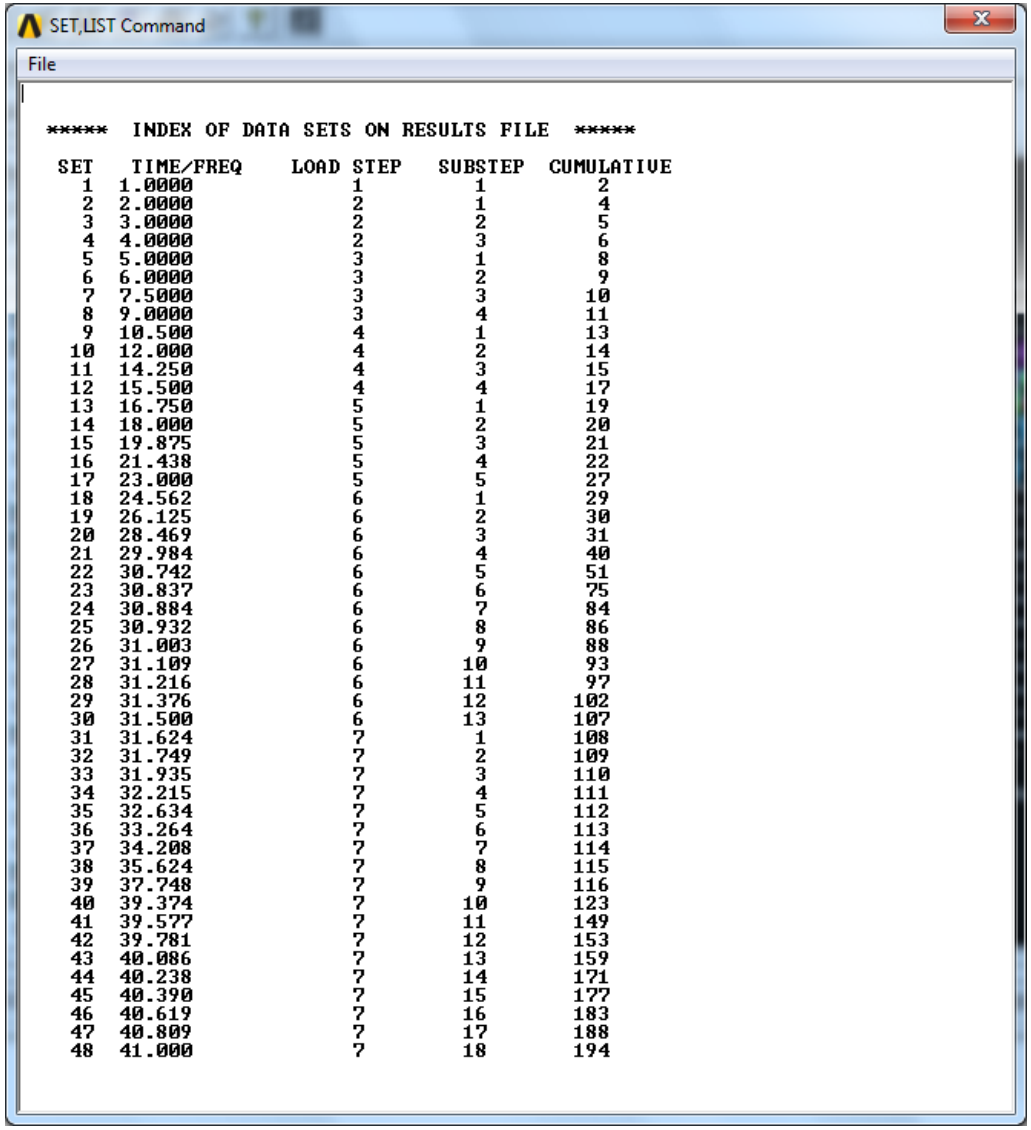





ANSYS Help.ir

## کنترل Load Step های تحلیل شده

پس از پایان یافتن تحلیل، برای اینکه مطمئن شوید همه Load Step ها تحلیل شده اند وارد آدرس زیر شده و گزینه Results Summary را انتخاب کنید. فهرست نمایش داده شده گامـــــها (Load Step) و ریزگامهای (Sub Step) تحلیل شده را نشان می دهد. همانطور که دیده می شود تا زمان ۴۱ ثانیه تحلیل انجام شده است. بنابراین همه Load Step ها تحلیل شده اند.





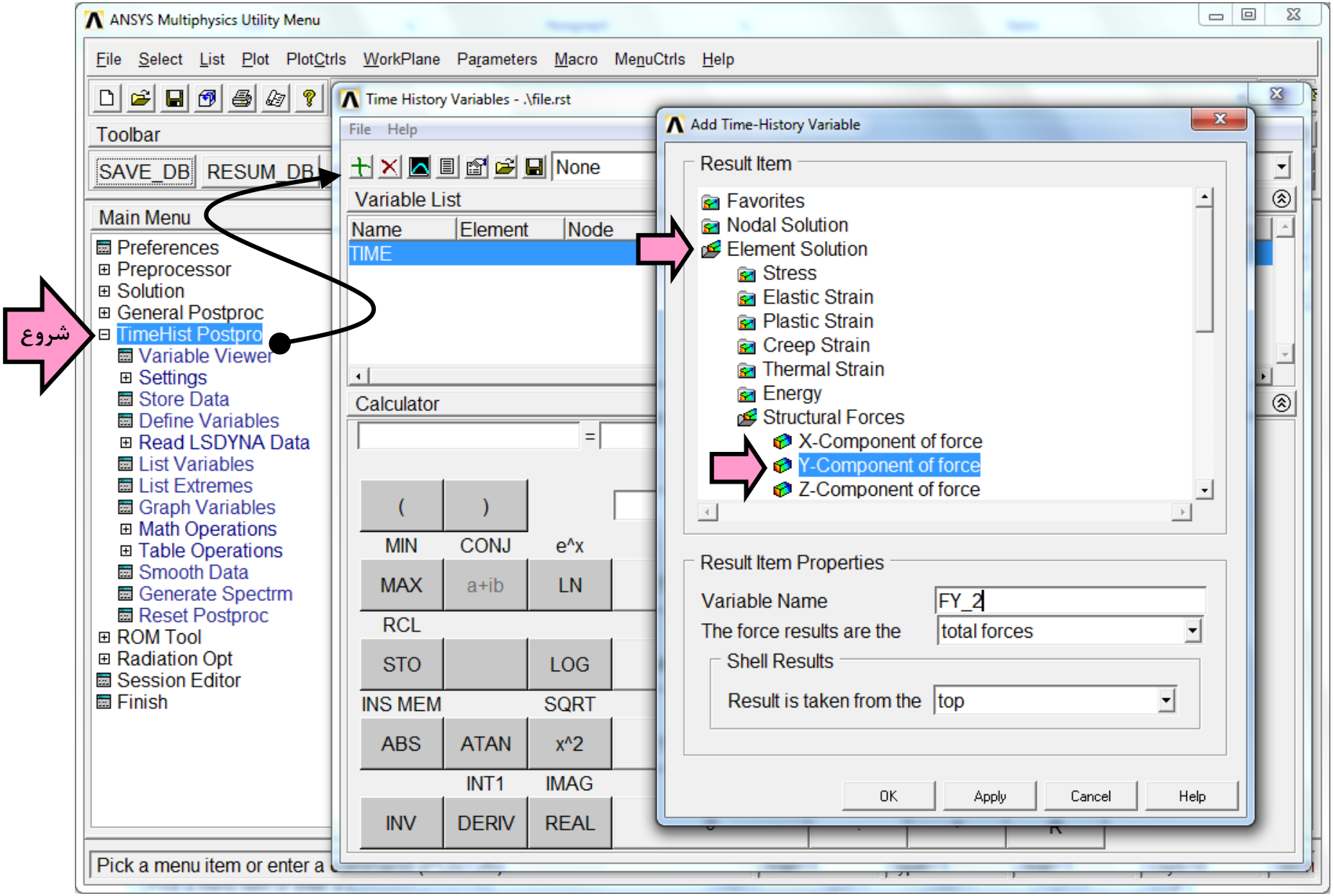

ANSYS HELP.IR

## ترسیم نمودار نیرو – تغییر مکان انتهای تیر

ترسیم نمودار نیرو – تغییر مکان تیر در بخش TimeHist Postpro صورت می‌گیرد. این نمودار بطور مستقیم قابل ترسیم نیست. دو کار اصلی برای ترسیم نمودار شامل استخراج نیروی برش تیر در تکیه‌گاه آن و استخراج جابجایی انتهایی هستند. نیروی برش تیر در هر لحظه در محل تکیه گاه برابر نیروی وارد شده در انتهای آن است. بنابراین اگر جمع نیروی وارد شده در انتهای تیر در هر مرحله در دسترس باشد مقدار آن معادل برش تکیه‌گاه تیر است. نیروی وارد بر انتهای تیر در چهارده نقطه وارد شده است که مقدار آنها با یکدیگر برابر است. پس با داشتن یکی از آنها و ضرب آن در عدد ۱۴ می‌توان برش کل را بدست آورد. برای این منظور یکی از گره های میانی جان را در نظر گرفته و مقدار نیروی گرهی آن در کلیه المانهای متصل به گره در متغیرهای عددی ذخیره می‌شود.


ANSYS Help.ir

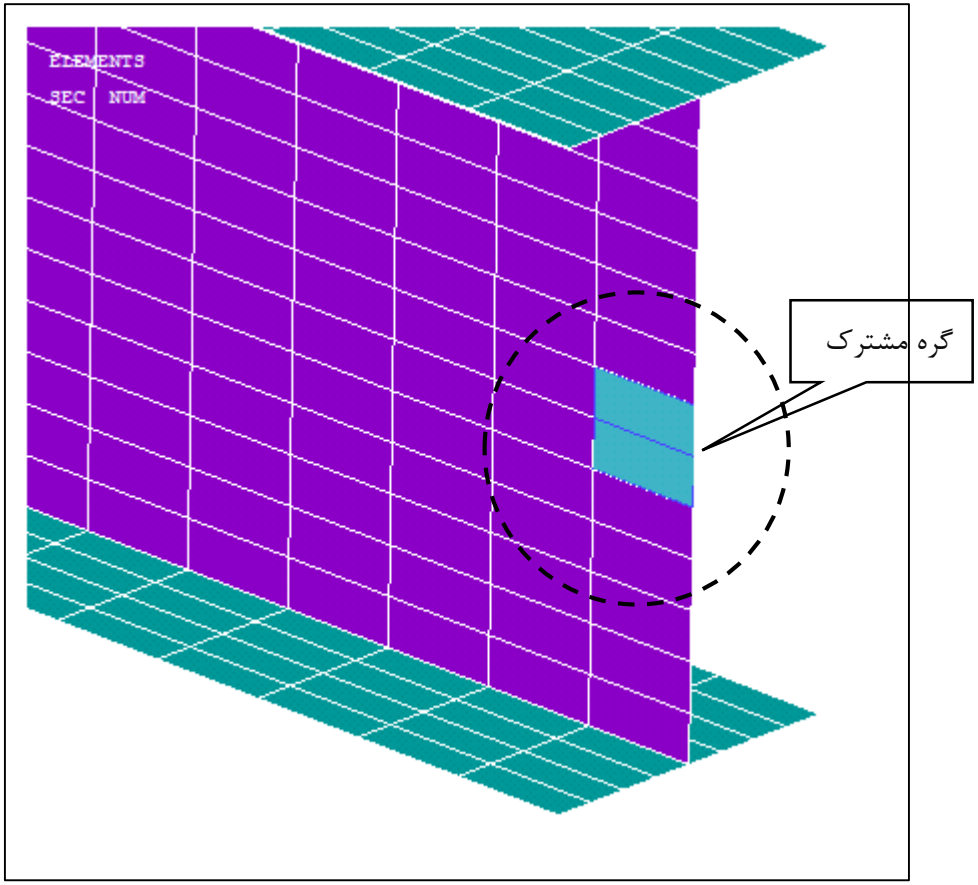
برای طی این مراحل وارد آدرس زیر شده و دگمه را فشار دهید تا متغیر جدید به فهرست اضافه شود. در پنجره جدید در Element Solution وارد Structural Force شـــــــــــــــده و Y Component of Force را انتخاب کنید.






ANSYS HELP.IR

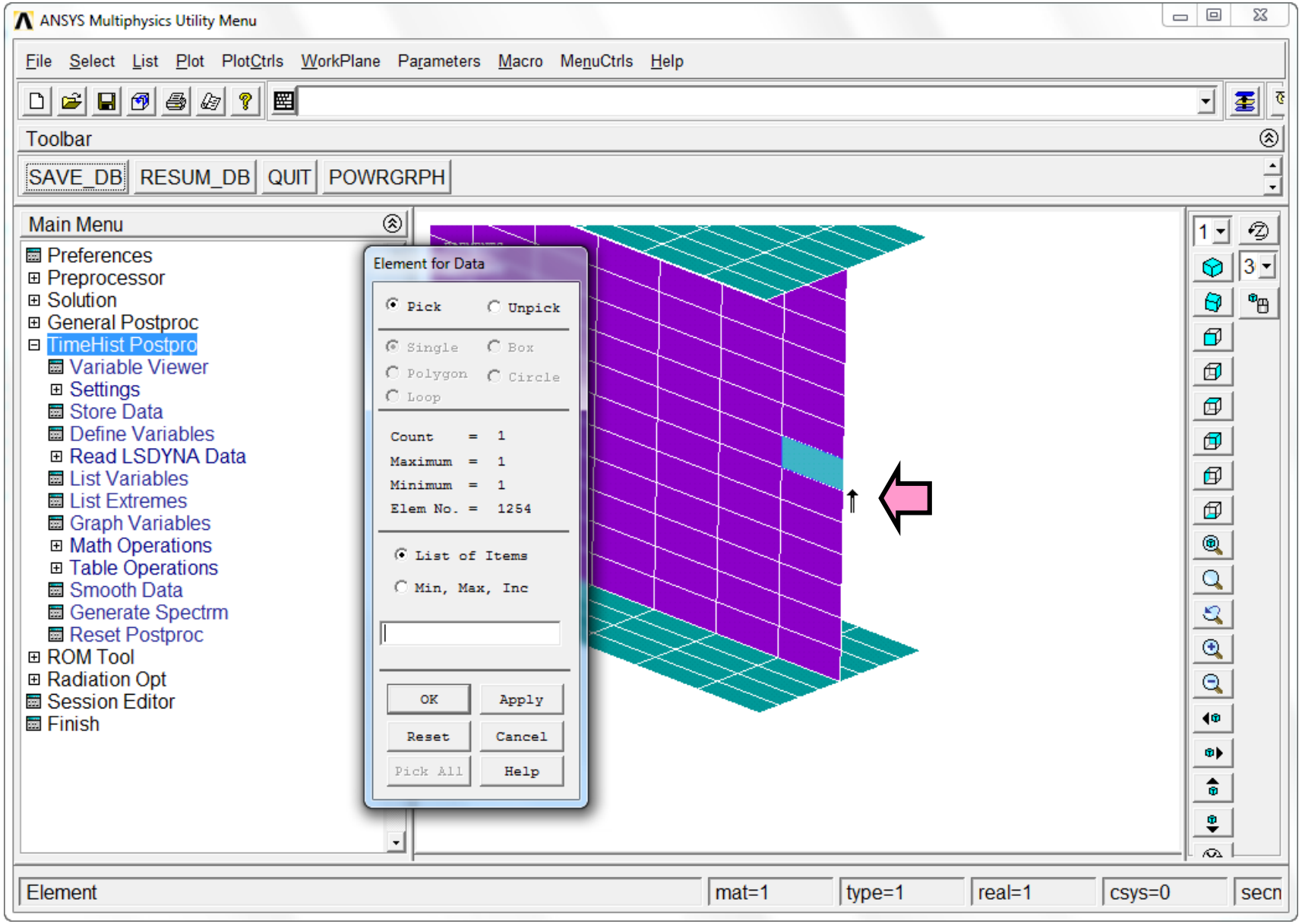
هدف استخراج نیروی گرهی مشترک بین دو المان وسطی جان در انتهای تیر است که در شکل زیر نشان داده شده اند. این نیروها وقتی با یکدیگر جمع شوند، عکس العمل نیروی قائم در گره مشترکشان بدست می آید. اگر این عکس العمل در عدد ۱۴ (تعداد گره هایی که بارگذاری شدند) ضرب شوند، نیروی انتهای تیر بدست می آید. به جای این دو المان می توانید هر دو المان مجاور در انتهای جان را انتخاب کنید:






ANSYS HELP.IR

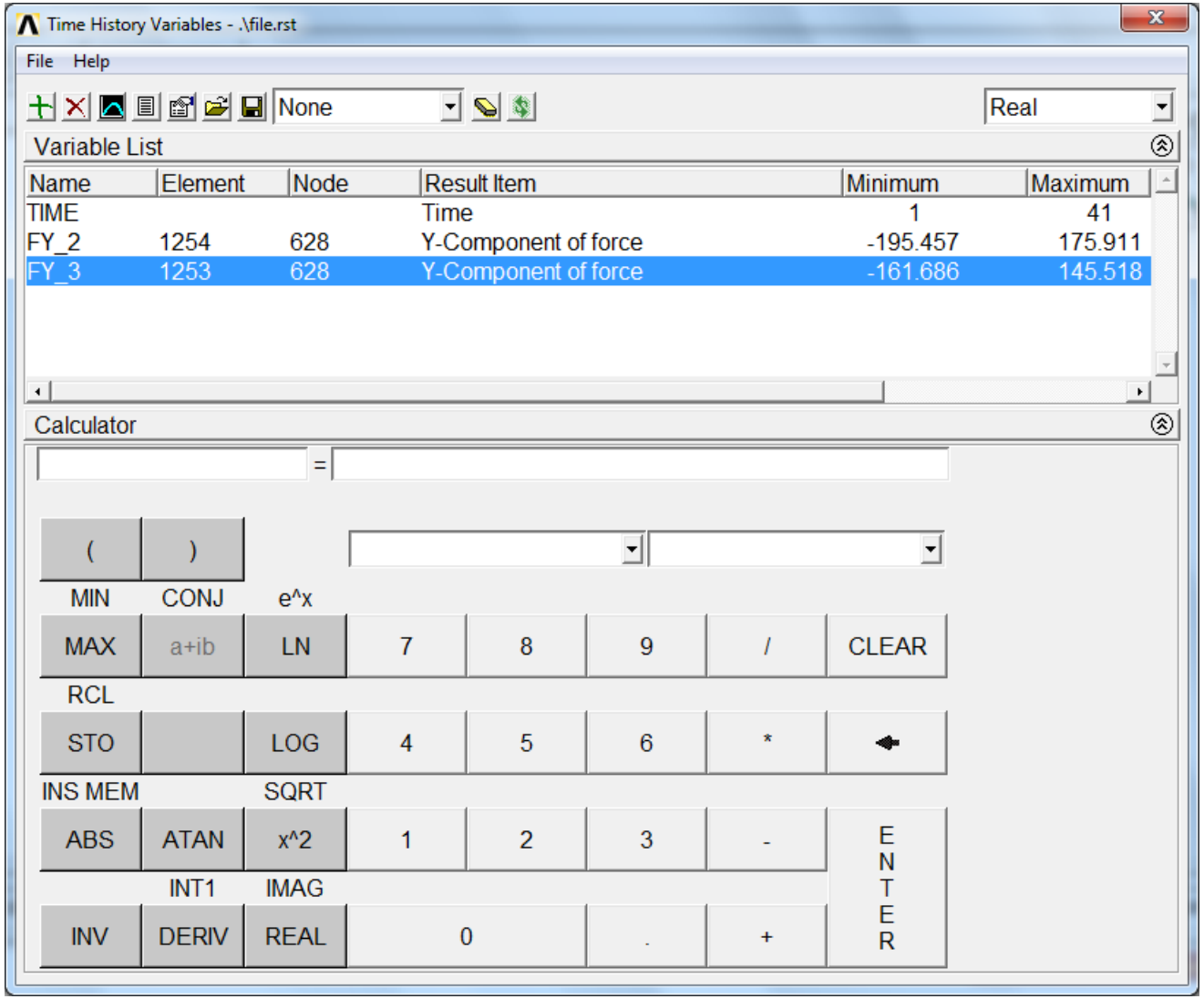
با فعال شدن موس ابتدا المان بالایی انتخاب کرده و سپس Apply را فشار دهید . اینک گره مشترک بین این دو المان را انتخاب و Ok را فشار دهید. به این ترتیب نیروی المان بالایی در جهت Y در گره مشترک در متغیر Fy_2 ذخیره شد. با تکرار همین مراحل، نیروی المان پایینی در جهت Y در گره مشترک در متغیر سوم به نام Fy_3 ذخیره می شود:






ANSYS HELP.IR

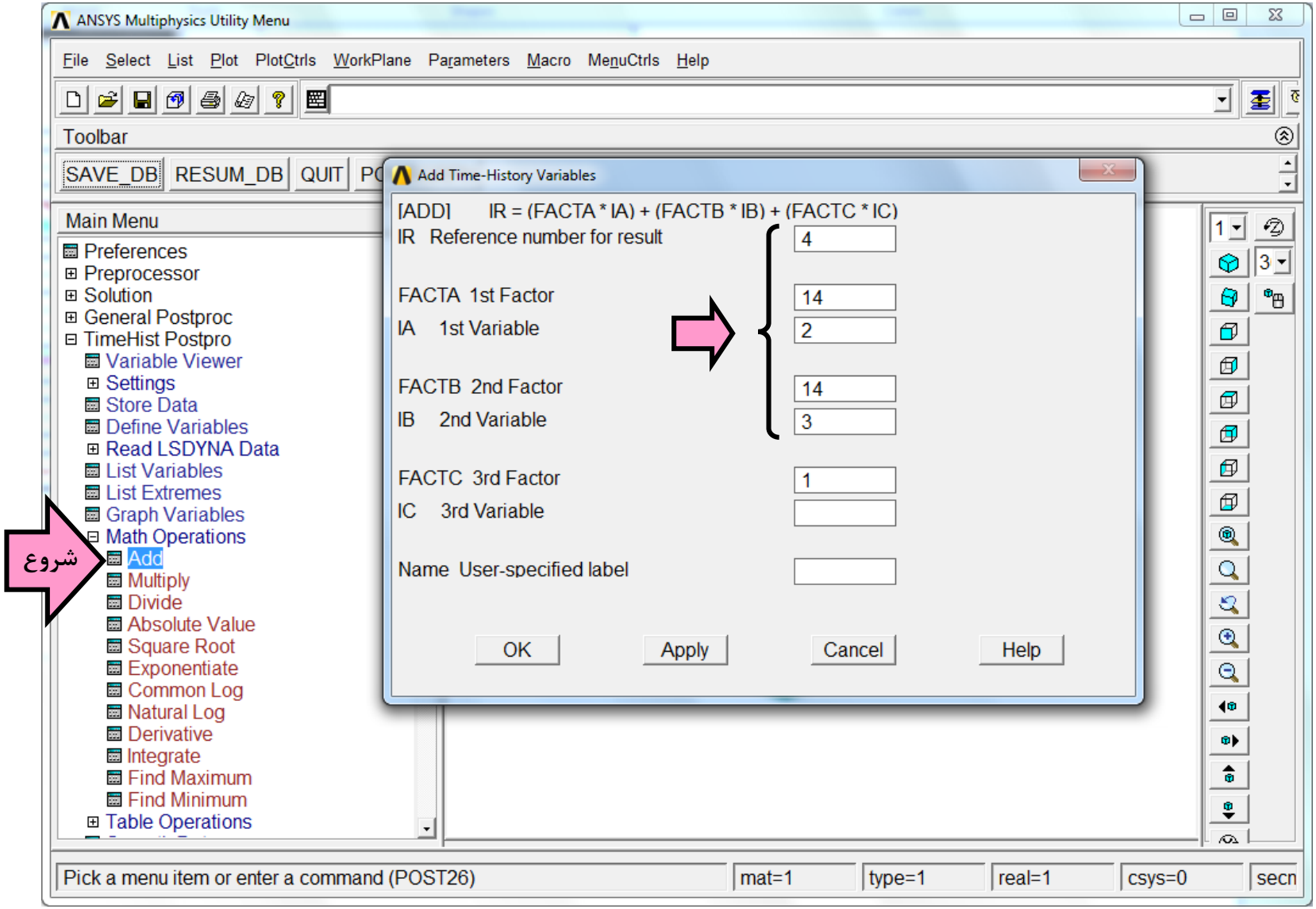
بدین ترتیب دو متغیر جدید در پنجره متغیرها مشاهده خواهد شد:






ANSYS HELP.IR

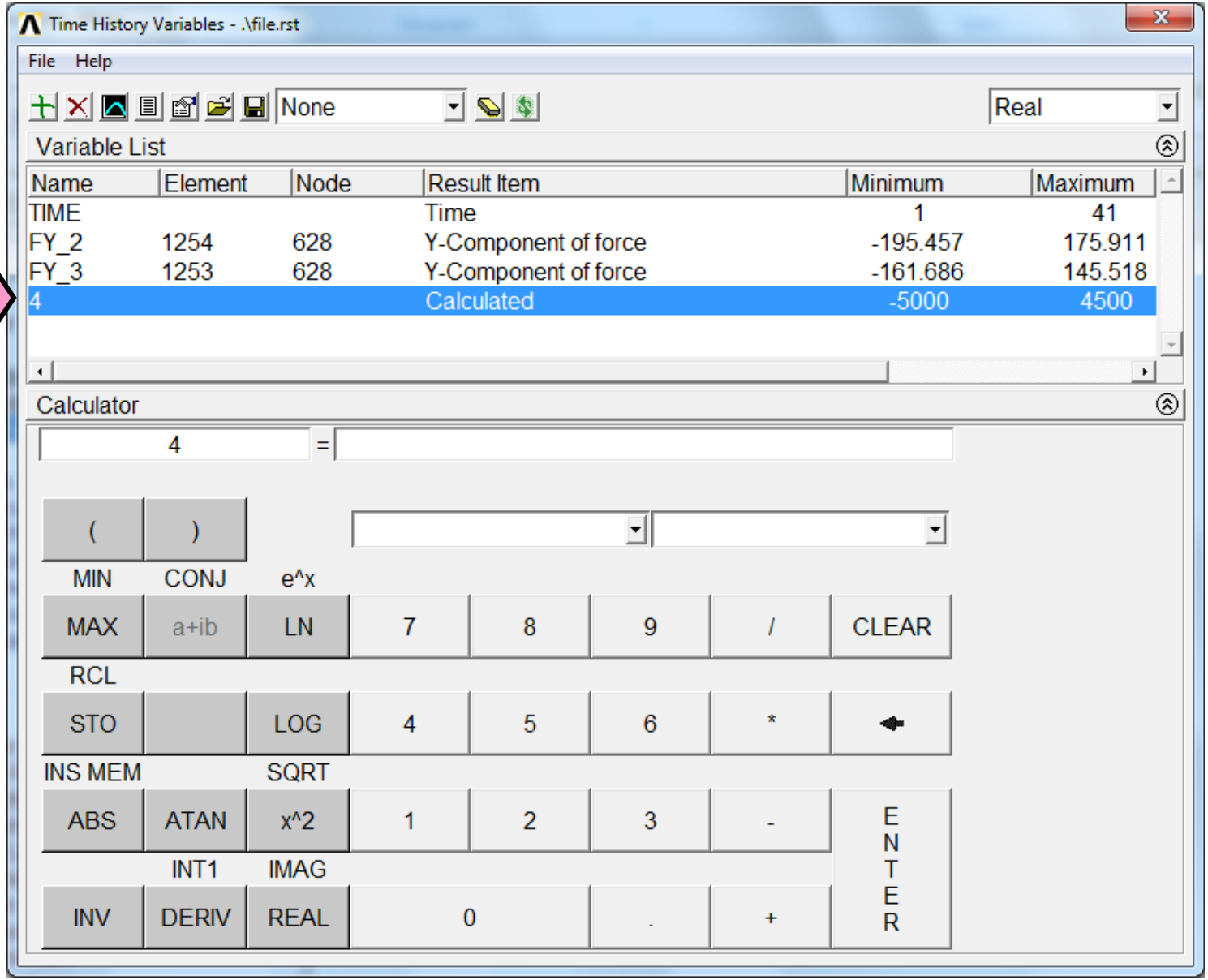
در ادامه دو متغیر نیروی فوق با یکدیگر جمع شده تا نیروی کل در گره مشترک بدست آید و سپس مقدار آن در ۱۴ ضرب می‌شود تا کل نیروی برشی محاسبه شود. برای جمع دو متغیر ابتدا وارد آدرس زیر شوید. جمع دو متغیر در متغیر جدیدی با شماره ۴ ذخیره می‌شود. بنابراین عدد ۴ را در بخش IR وارد کنید. به جای IA و IB اعداد ۲ (یعنی متغیر ۲ که نام آن Fy_2 بود)و ۳ (یعنی متغیر ۳ که نام آن Fy_3 بود) را وارد کنید. ضرایب FACTA و FACTB که به ترتیب ضرایب IA و IB هستند برابر ۱۴ قرار دهید. با زدن OK، متغیر جدید ۴ ایجاد می‌شود.






ANSYS HELP.IR

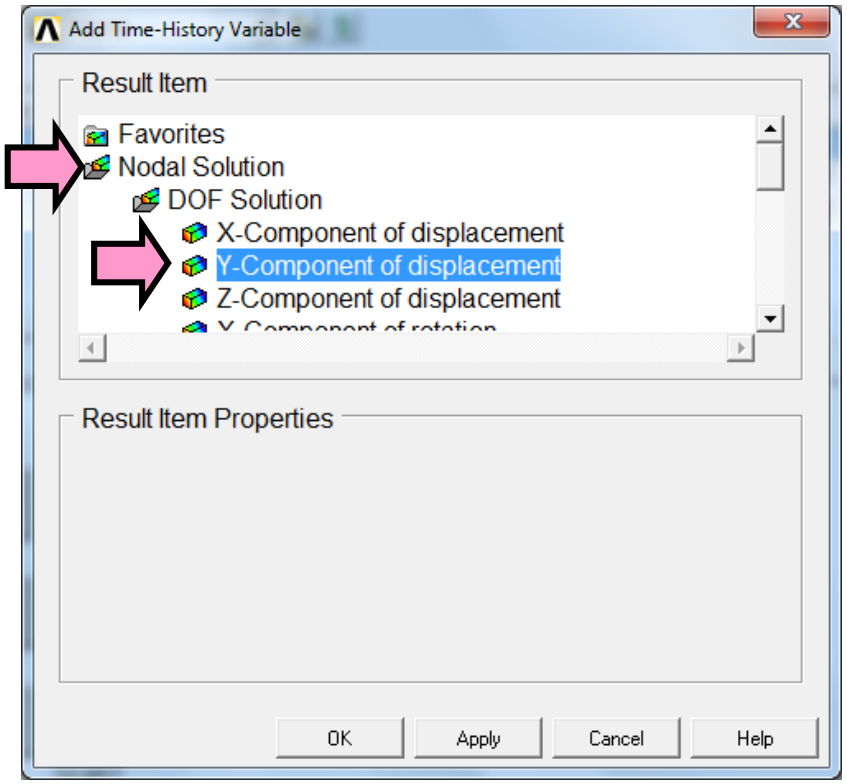
اینک در پنجره متغیرها متغیر جدید دیده می‌شود.

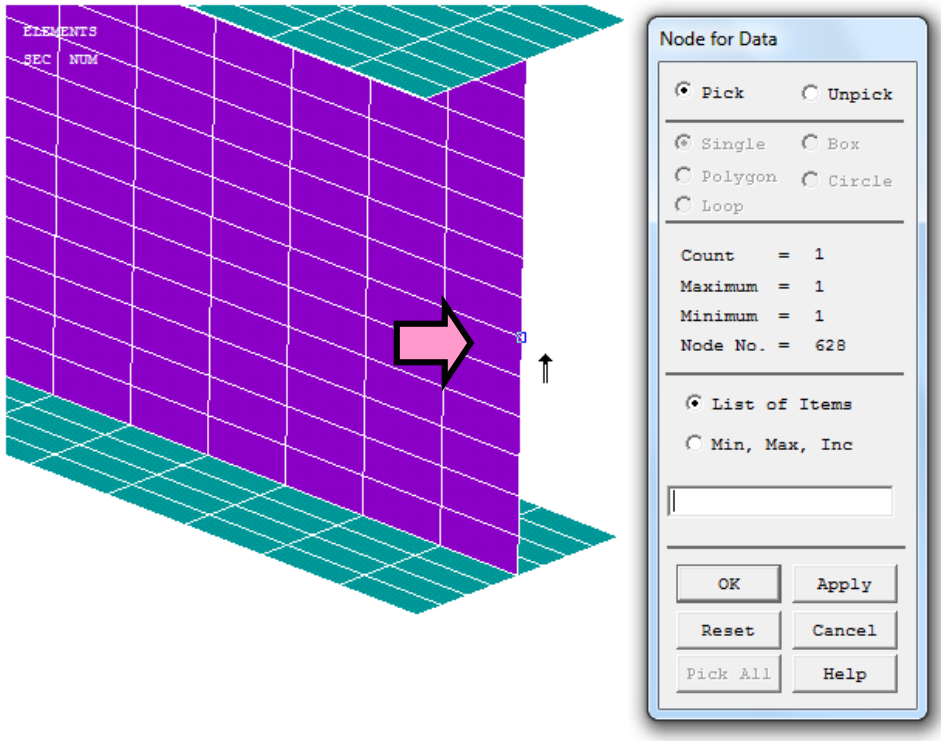





ANSYS Help.ir

مراحلی مشابه اما ساده تر برای تعریف متغیر جابجایی انتهایی تیر دنبال می‌شود. برای تعریف متغیر جابجایی در پنجره Time History Variables دگمه را انتخاب و در پنجره زیر گزینه Y Componete of Displacement در DOF Solution در Nodal Solution را انتخاب کنید. با فعال شدن موس گره مشترک بین دو المان را انتخاب و دگمه OK را بزنید. به این ترتیب یک متغیر جدید ایجاد می‌شود که جابجایی انتهای تیر در حین بارگذاری تناوبی در آن ذخیره شده است.

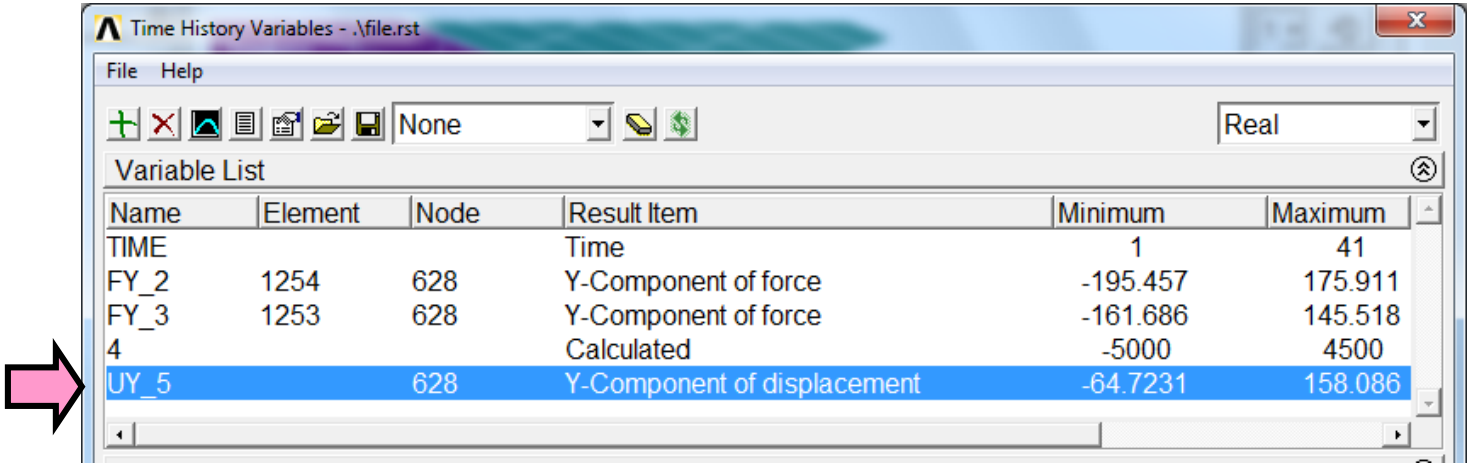





ANSYS HELP.IR

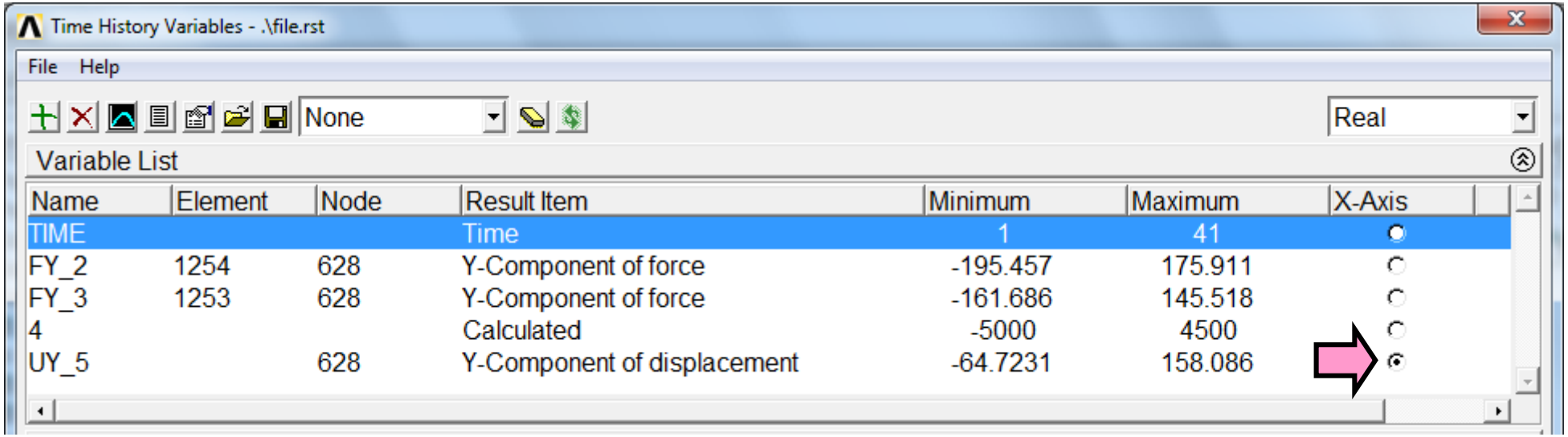
متغیر جدید جابجایی در پنجره متغیرها به نام Uy_5 ذخیره می شود:



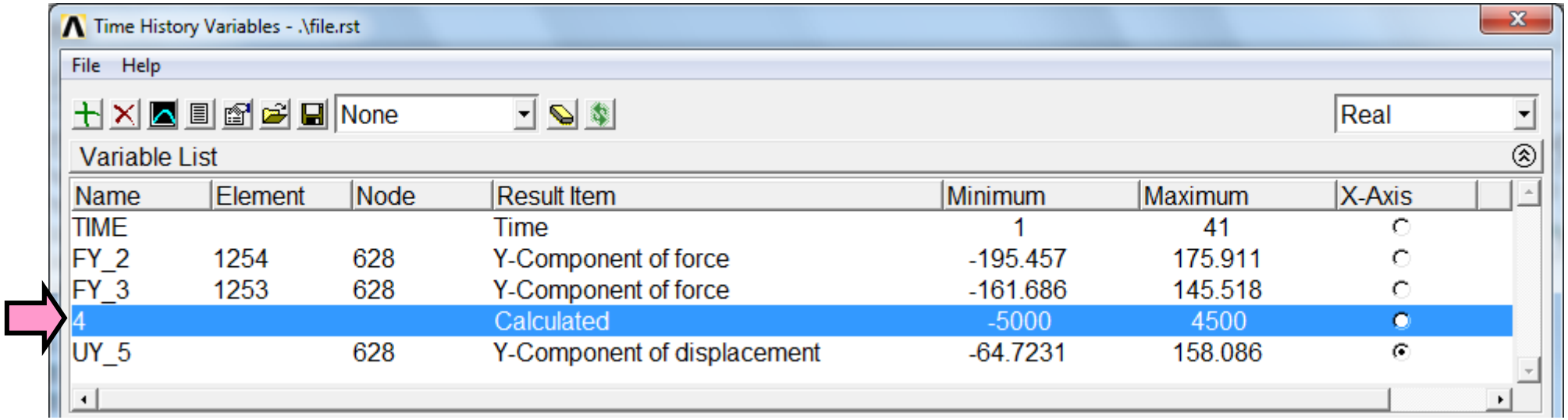



ANSYS Help.ir

برای ترسیم نمودار نیرو – تغییر مکان در بخش X-Axis پنجره Time History Variables در مقابل متغیر پنجم یا UY_5 کلیک کنید تا انتخاب شود:

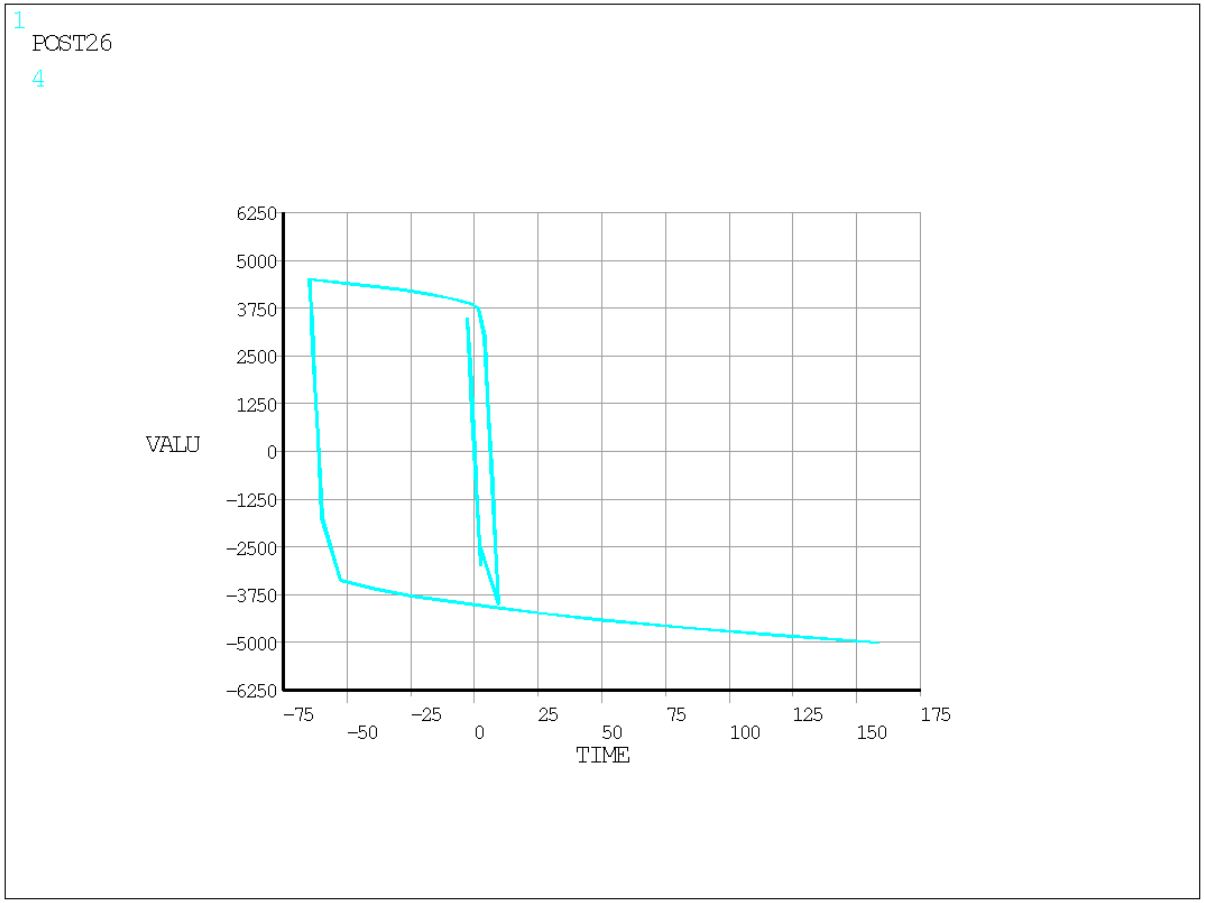



حال متغیر چهار را انتخاب کرده تا رنگ آن آبی شود، سپس دگمه را فشار دهید. نمودار نیرو – تغییر مکان تیر در پنجره گرافیکی نمایش داده می شود. (تصویر صفحه بعد).





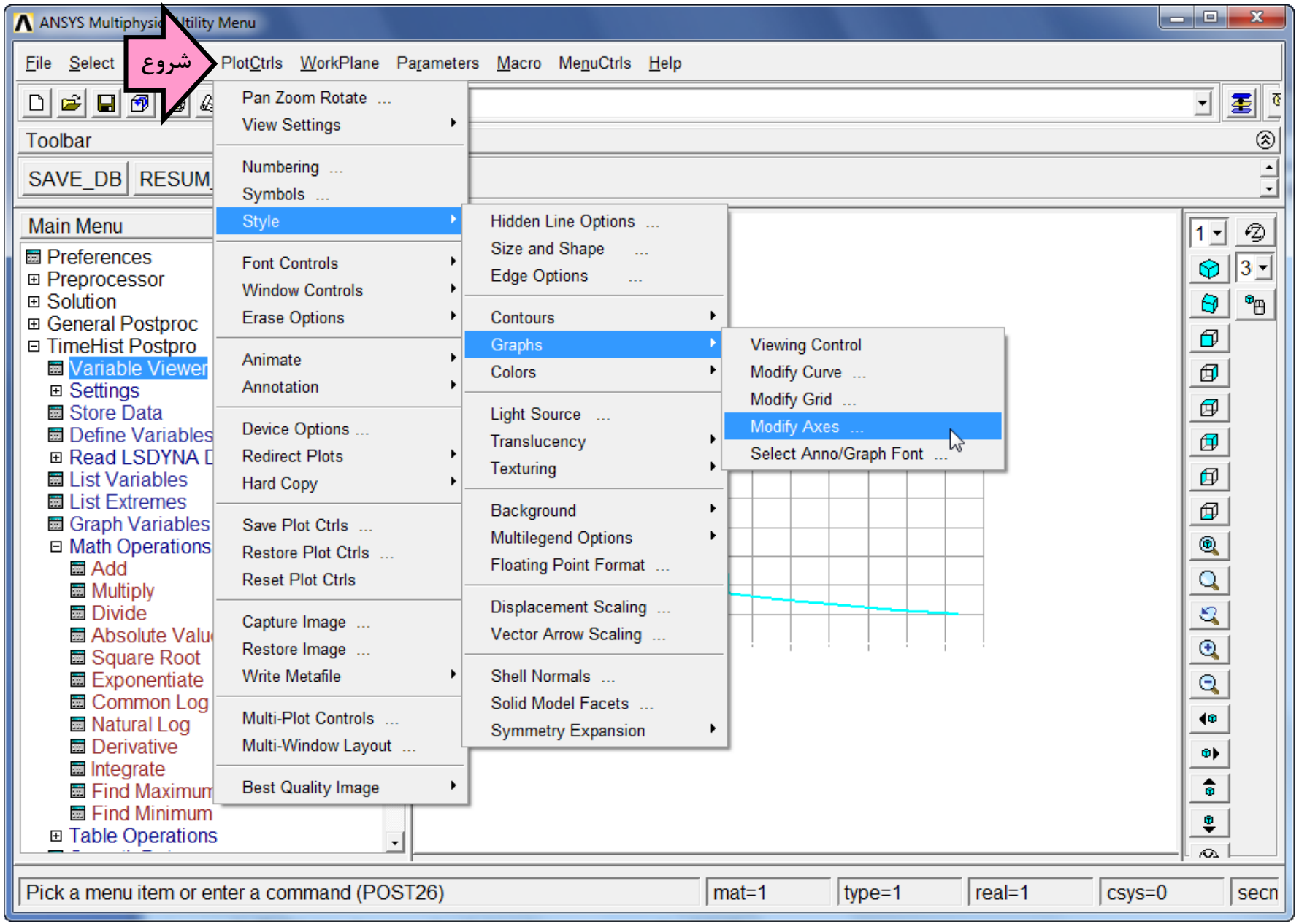

ANSYS HELP.IR





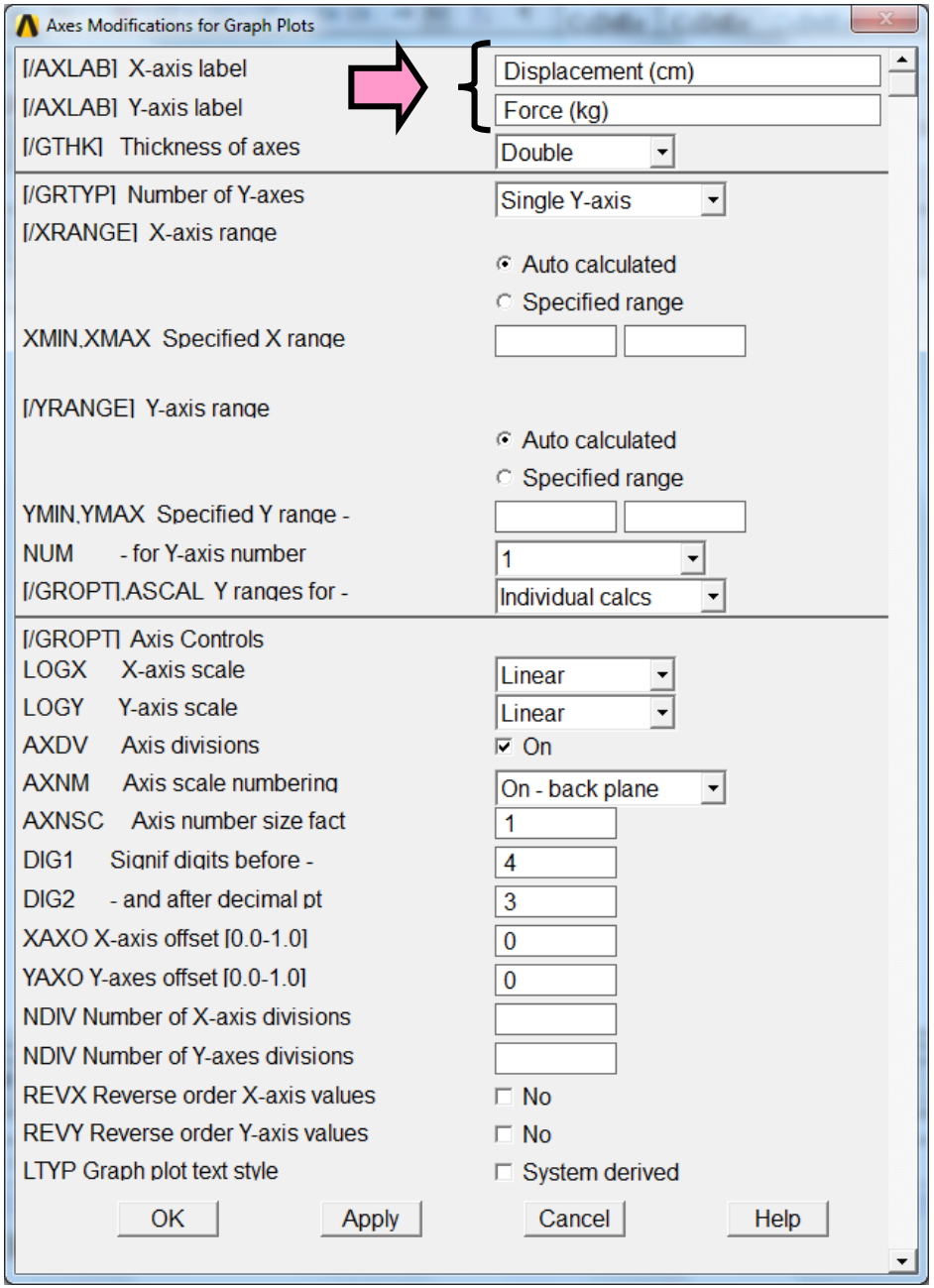

ANSYS Help.ir

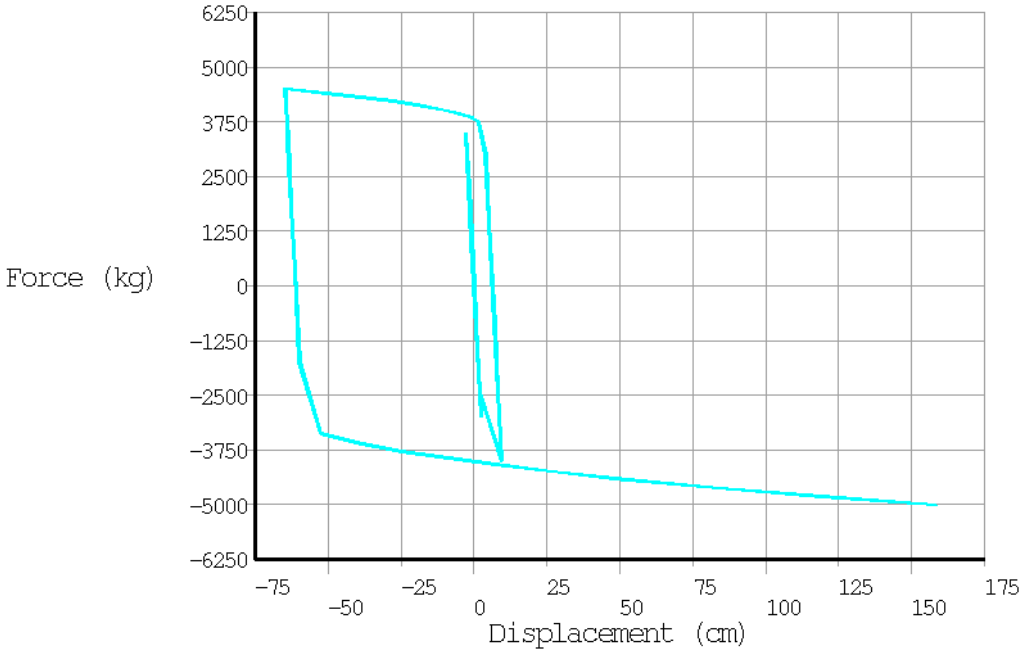
نامگذاری محورهای افقی و قائم نمودار کلمات پیش فرض TIME و VALU هستند که در آدرس زیر توسط کاربر قابل تغییرند. برای مثال عبارت Displacement و Force می توانند به ترتیب برای محورهای X و Y استفاده شوند.






ANSYS HELP.IR

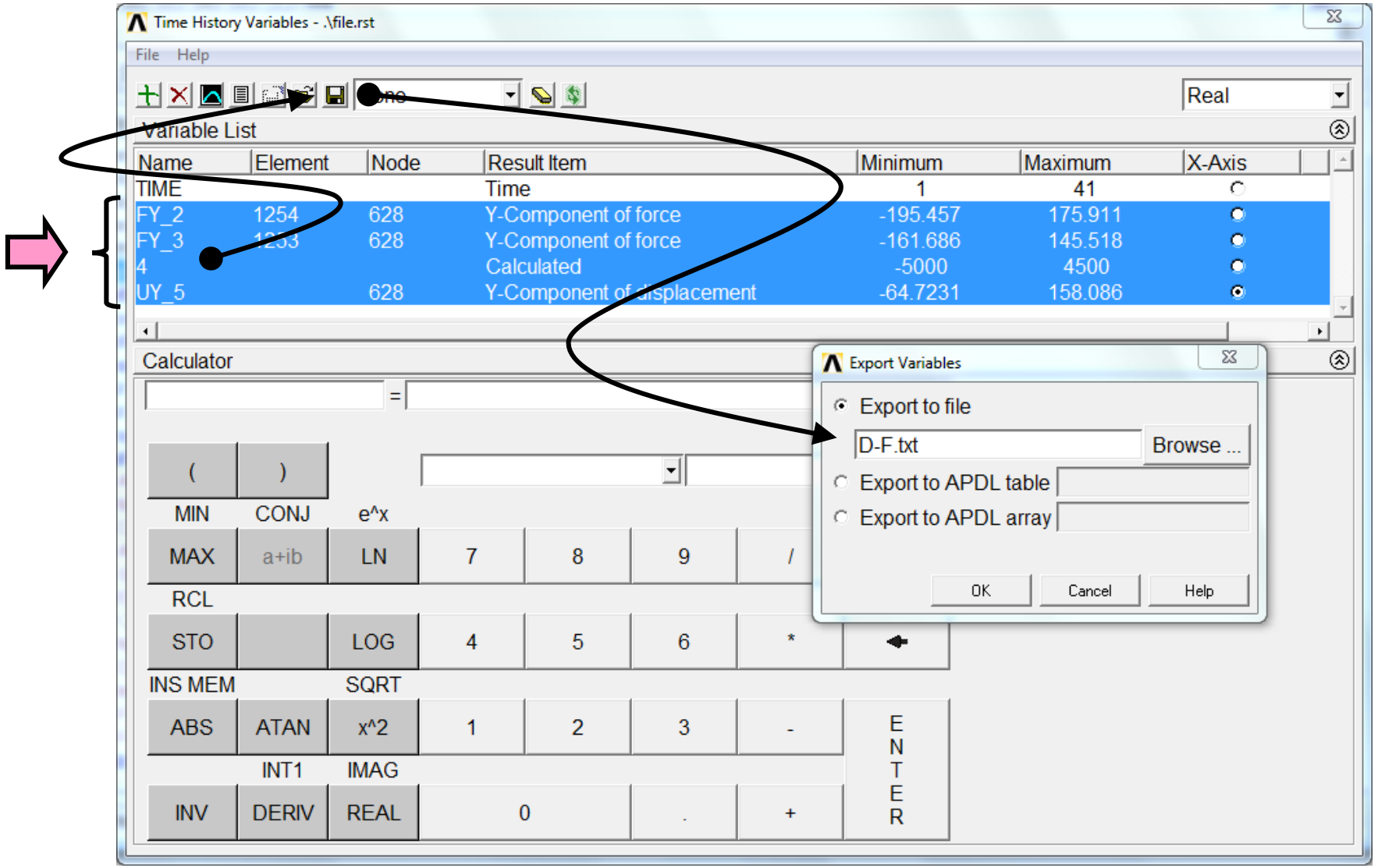




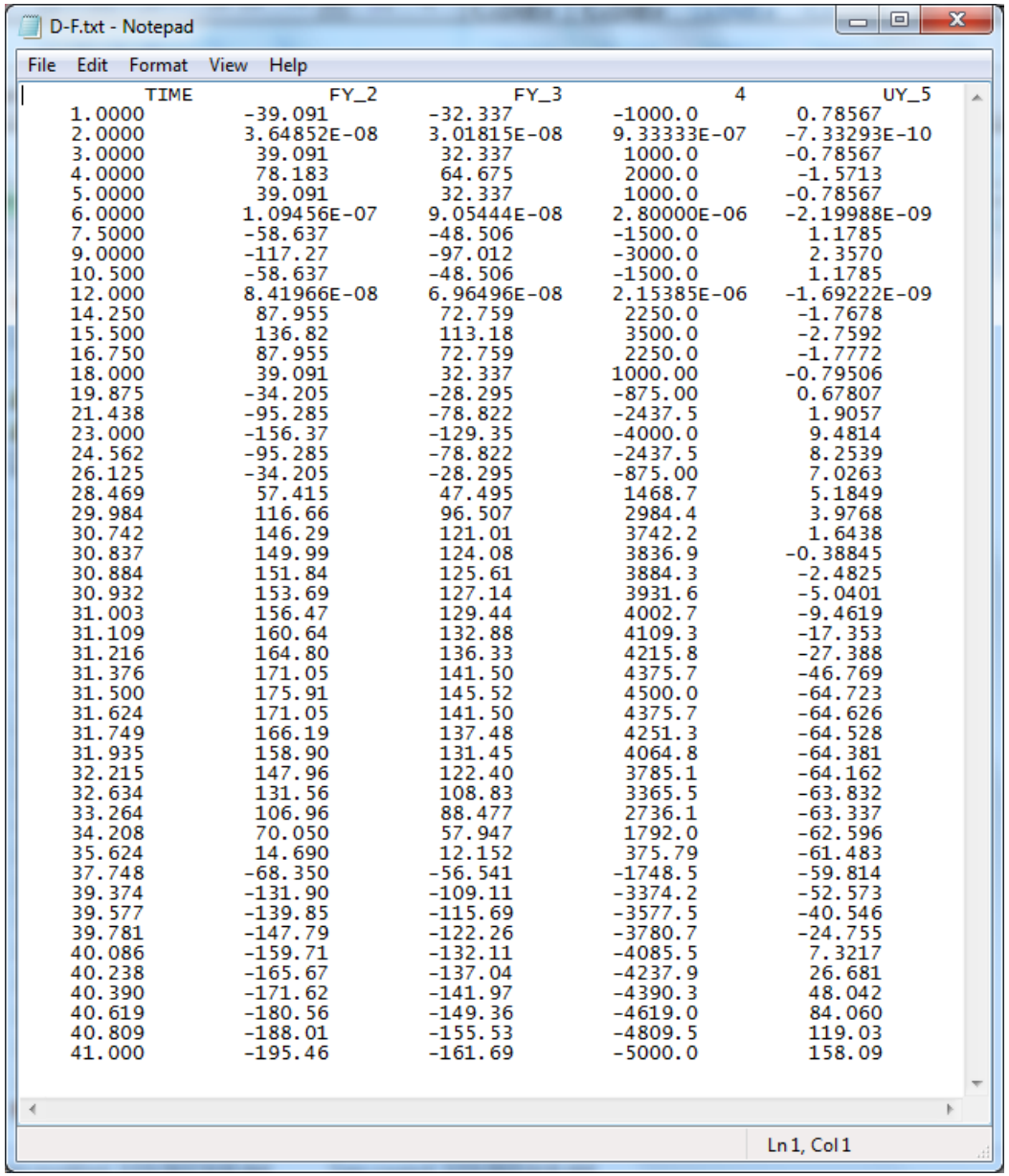

ANSYS Help.ir

برای ذخیره داده های متغیرهای تعریف شده بصورت فایل متنی، ابتدا آنها را انتخاب کنید (رنگ متغیرها آبی شود)، سپس از دگمه در پنجره Time History Variables استفاده نموده و نام فایل مورد نظر را وارد کنید. به این ترتیب برنامه یک فایل در Working Directory شما با نام داده شده خواهد ساخت که محتوی مقادیر عددی متغیرهای انتخاب شده است (مشابه تصویر صفحه بعد)






ANSYS Help.ir



D-F.txt - Notepad

File Edit Format View Help

| TIME | FY_2 | FY_3 | 4 | UY_5 |
|---|---|---|---|---|
| 1.0000 | -39.091 | -32.337 | -1000.0 | 0.78567 |
| 2.0000 | 3.64852E-08 | 3.01815E-08 | 9.33333E-07 | -7.33293E-10 |
| 3.0000 | 39.091 | 32.337 | 1000.0 | -0.78567 |
| 4.0000 | 78.183 | 64.675 | 2000.0 | -1.5713 |
| 5.0000 | 39.091 | 32.337 | 1000.0 | -0.78567 |
| 6.0000 | 1.09456E-07 | 9.05444E-08 | 2.80000E-06 | -2.19988E-09 |
| 7.5000 | -58.637 | -48.506 | -1500.0 | 1.1785 |
| 9.0000 | -117.27 | -97.012 | -3000.0 | 2.3570 |
| 10.500 | -58.637 | -48.506 | -1500.0 | 1.1785 |
| 12.000 | 8.41966E-08 | 6.96496E-08 | 2.15385E-06 | -1.69222E-09 |
| 14.250 | 87.955 | 72.759 | 2250.0 | -1.7678 |
| 15.500 | 136.82 | 113.18 | 3500.0 | -2.7592 |
| 16.750 | 87.955 | 72.759 | 2250.0 | -1.7772 |
| 18.000 | 39.091 | 32.337 | 1000.00 | -0.79506 |
| 19.875 | -34.205 | -28.295 | -875.00 | 0.67807 |
| 21.438 | -95.285 | -78.822 | -2437.5 | 1.9057 |
| 23.000 | -156.37 | -129.35 | -4000.0 | 9.4814 |
| 24.562 | -95.285 | -78.822 | -2437.5 | 8.2539 |
| 26.125 | -34.205 | -28.295 | -875.00 | 7.0263 |
| 28.469 | 57.415 | 47.495 | 1468.7 | 5.1849 |
| 29.984 | 116.66 | 96.507 | 2984.4 | 3.9768 |
| 30.742 | 146.29 | 121.01 | 3742.2 | 1.6438 |
| 30.837 | 149.99 | 124.08 | 3836.9 | -0.38845 |
| 30.884 | 151.84 | 125.61 | 3884.3 | -2.4825 |
| 30.932 | 153.69 | 127.14 | 3931.6 | -5.0401 |
| 31.003 | 156.47 | 129.44 | 4002.7 | -9.4619 |
| 31.109 | 160.64 | 132.88 | 4109.3 | -17.353 |
| 31.216 | 164.80 | 136.33 | 4215.8 | -27.388 |
| 31.376 | 171.05 | 141.50 | 4375.7 | -46.769 |
| 31.500 | 175.91 | 145.52 | 4500.0 | -64.723 |
| 31.624 | 171.05 | 141.50 | 4375.7 | -64.626 |
| 31.749 | 166.19 | 137.48 | 4251.3 | -64.528 |
| 31.935 | 158.90 | 131.45 | 4064.8 | -64.381 |
| 32.215 | 147.96 | 122.40 | 3785.1 | -64.162 |
| 32.634 | 131.56 | 108.83 | 3365.5 | -63.832 |
| 33.264 | 106.96 | 88.477 | 2736.1 | -63.337 |
| 34.208 | 70.050 | 57.947 | 1792.0 | -62.596 |
| 35.624 | 14.690 | 12.152 | 375.79 | -61.483 |
| 37.748 | -68.350 | -56.541 | -1748.5 | -59.814 |
| 39.374 | -131.90 | -109.11 | -3374.2 | -52.573 |
| 39.577 | -139.85 | -115.69 | -3577.5 | -40.546 |
| 39.781 | -147.79 | -122.26 | -3780.7 | -24.755 |
| 40.086 | -159.71 | -132.11 | -4085.5 | 7.3217 |
| 40.238 | -165.67 | -137.04 | -4237.9 | 26.681 |
| 40.390 | -171.62 | -141.97 | -4390.3 | 48.042 |
| 40.619 | -180.56 | -149.36 | -4619.0 | 84.060 |
| 40.809 | -188.01 | -155.53 | -4809.5 | 119.03 |
| 41.000 | -195.46 | -161.69 | -5000.0 | 158.09 |

Ln 1, Col 1

در پایان مدل را ذخیره کنید.



ANSYS HELP.IR