

این آموزش فوق العاده که البته به نظرم ترجمه ای از آموزش های انگلیسی موجود در اینترنت هستش رو از سایت [مهندس رواجی](#) در اینجا باز نشر می کنیم، امیدواریم که این سایت مثل قبل فعال بشه و خلا وجود سایت های تخصصی در زمینه آباکوس رشته مهندسی مکانیک رو پر کنه...

مدل خرپا به روش Element Finite

در این مثال بارگذاری روی یک خرپای 2 بعدی مورد بررسی قرار می گیرد. در حین انجام این تمرین شما با اصول کار با نرم افزار ABAQUS آشنا خواهید شد. با توجه به آنکه اولین تمرین این مجموعه است، سعی شده با نمایش شکلها از مراحل انجام کار، جایی از تمرین مبهم نباشد.

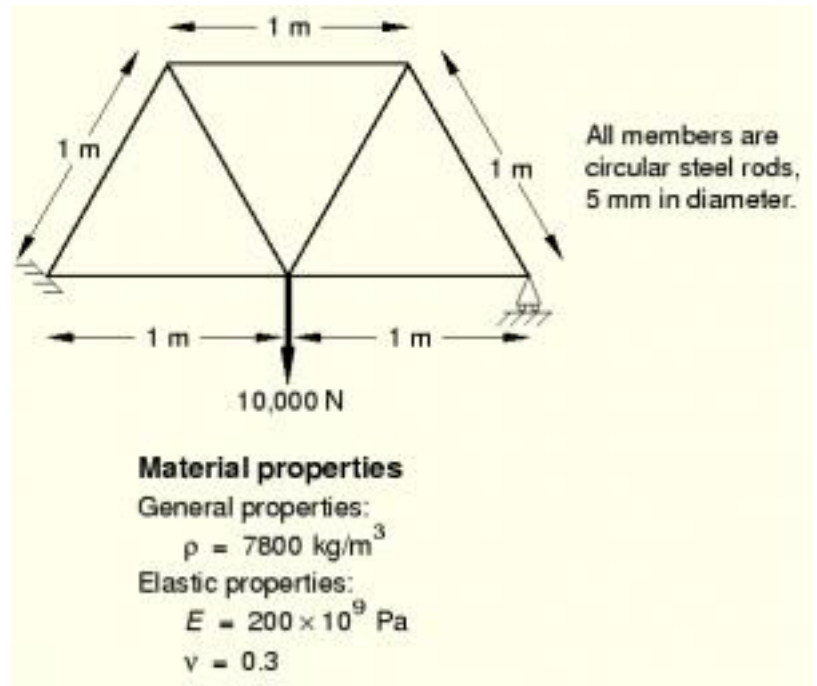
هندسه این تمرین مطابق شکل زیر یک خرپای 7 عضوی است. 2 گره پائینی خرپا یکی بصورت غلطکی و دیگری کاملاً از نظر حرکت محدود شده است. بر گره وسط نیرویی به اندازه 10000 نیوتن در جهت عمودی به صورت استاتیکی وارد می شود.

اعضای خرپا میله هایی با مقطع دایره به شعاع 5 mm و طول 1 متر، از جنس فولاد با ویژگیهای زیر هستند.

$$\rho = 7800 \text{ Kg/m}^3$$

$$E = 200 \text{ GPa}$$

$$\nu = 0.3$$



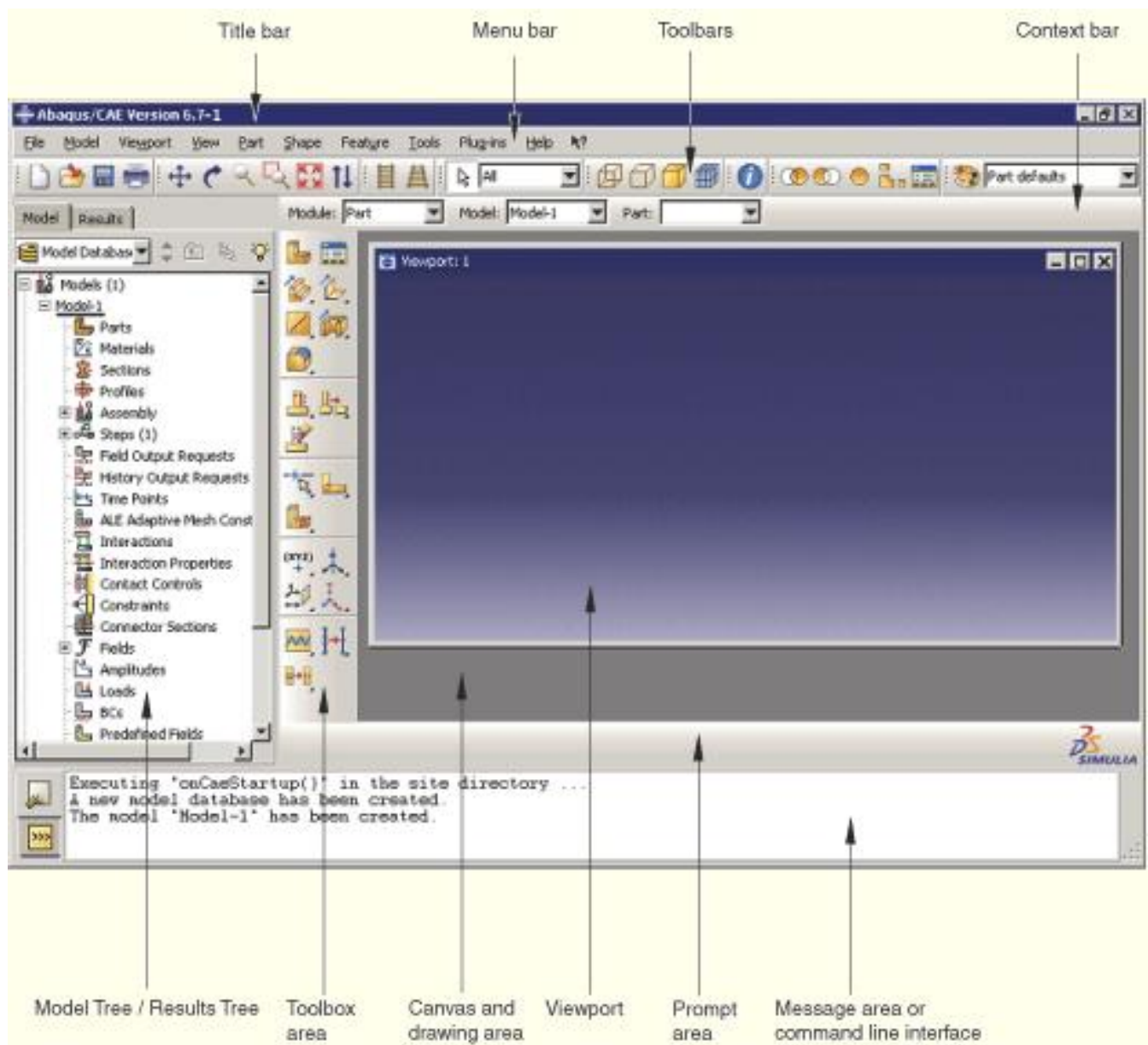
Part/Sketch

گام اول در انجام مسائل اجزای محدود ایجاد هندسه مساله است. اما قبل از آغاز کار لازم است تا با بعضی صفحات و اصطلاحات رایج در نرم افزار ABAQUS آشنا شویم.

پس از اجرای نرم افزار CAE Abaqus اولین صفحه ای که در نرم افزار ظاهر می شود، صفحه Selection Start است. برای ایجاد یک مدل جدید گزینه Database Model Create را از این صفحه انتخاب می کنیم.

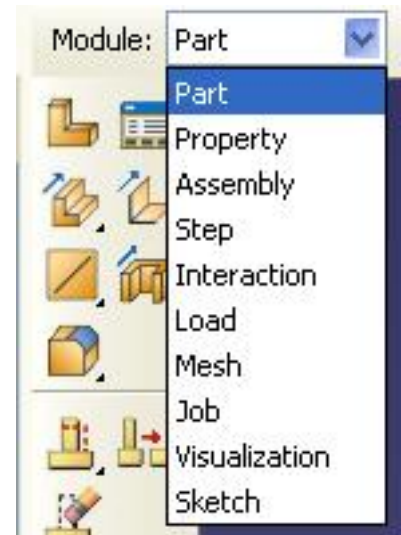


- از صفحه Selection Start گزینه Database Model Create را انتخاب کنید تا وارد محیط نرم افزار برای ایجاد مدل جدید شویم.
- صفحه کاری نرم افزار دارای قسمتهای مختلفی است که اسامی آنها در شکل زیر آمده است.




در ادامه کار به تدریج در تمرینهای مختلف با کاربرد و نحوه کار با هر کدام از این بخشها آشنا خواهید شد.

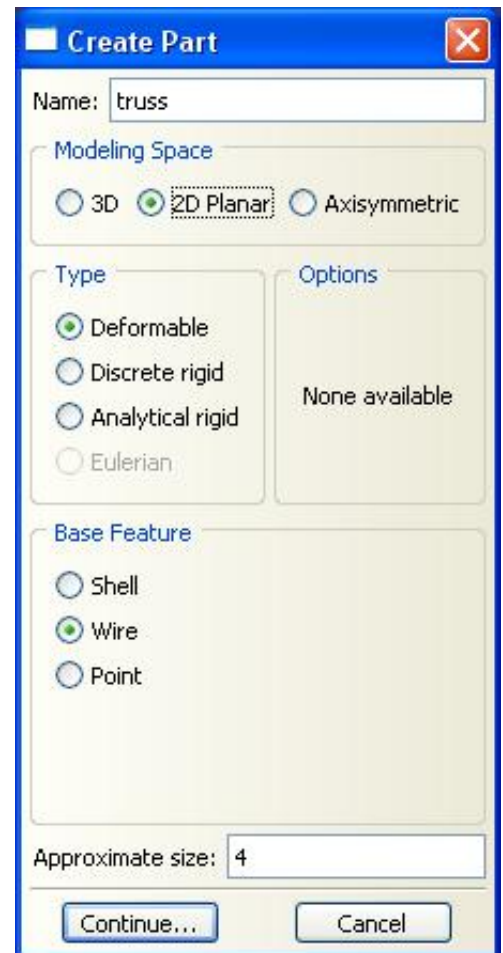
- برای شروع کار از بخش Bar Context ماژول Part را برای ایجاد هندسه مدل انتخاب کنید.



یکی از ویژگیهای بارز نرم افزار مرتب و منظم بودن بخشهای مختلف نرم افزار است. در شمای کلی جهت بخشهای مختلف، ماژولهای مختلف تعریف شده است. در داخل هر ماژول ابزارهای مخصوص همان ماژول قرار دارد که هم از طریق آیکونها قابل دسترس هستند و هم از طریق منوی اصلی نرم افزار می توان از آنها استفاده کرد.

همانطور که ترتیب قرارگیری ماژولها پشت سرهم است، ترتیب قرارگیری آیکونهای نرم افزار نیز مرتب شده و به ترتیب استفاده قرار گرفته اند. لذا در اکثر مسائل با طی کردن یک روال ثابت و طی کردن یکی یکی ماژولها و آیکونهای نرم افزار می توان مساله را به انتها رساند.

با وارد شدن به ماژول Part آیکونها و منوهای مربوط به این ماژول نمایش داده می شود. طبق روالی که گفته شد نحوه استفاده از آیکونها نیز همانند ماژولها به ترتیب قرارگیری در نرم افزار می باشد. پس از نوار ابزار ماژول Part اولین آیکون  که Part Create نام دارد را انتخاب کنید. پنجره Part Create نمایش داده می شود.



مطابق شکل تغییرات زیر را اعمال کنید.

Name: Truss


Modeling Space: 2D Planar


Type: Deformable


Base Feature: Wire

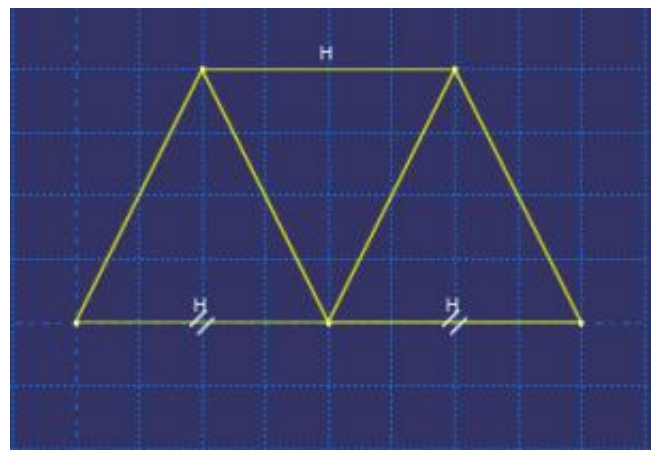
Approximate Size: 4


با کلیک بر روی دکمه Continue صفحه کاری و ابزارهای ترسیم مدل نمایش داده می شود.

جهت رسم هندسه خرپا راههای مختلفی وجود دارد. می توانید مختصات گره های خرپا را به صورت دستی وارد کنید. اما راه ساده تری که در اینجا پیشنهاد می شود به این طریق است. با استفاده از آیکون  کنید رسم آن دقیق ابعاد به توجه بدون را خرپا کلی شکل، Line،

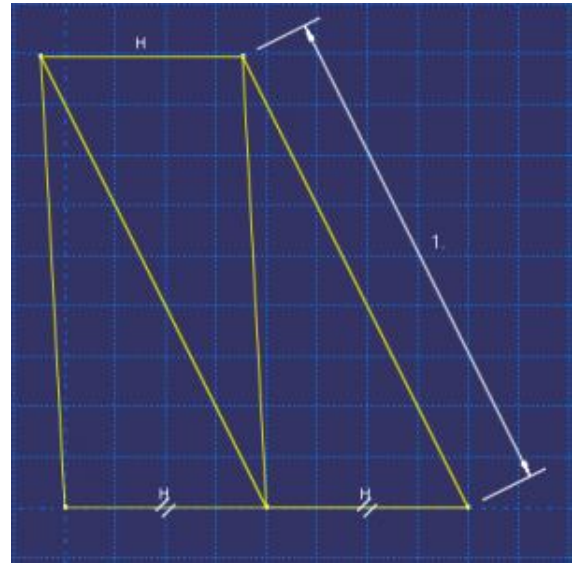
جهت رسم شکل کلی خرپا توجه داشته باشید که یک خط را بیش از یک بار رسم نکنید. جهت رسم خطوط پیوسته می توان پشت سر هم چند خط رسم کرد، اما برای برداشتن قلم از روی صفحه و آغاز رسم یک خط در محل دیگری از صفحه حتما از کلید Esc و یا آیکون  استفاده کنید.


در ناحیه Area Prompt استفاده کنید. آنگاه جهت رسم خط مجددا روی آیکون  کلیک کنید.

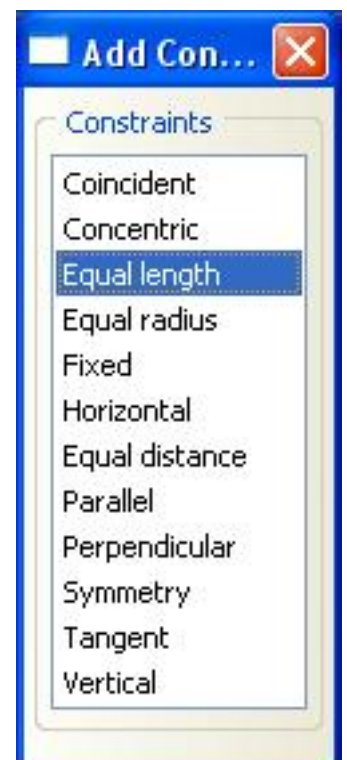


به منظور کامل کردن مدل و اندازه گذاری دقیق نمونه به یکی از اضلاع اندازه 1 m می دهیم. برای این کار از آیکون  استفاده کنید.

1 برابر Prompt Area ناحیه در را ضلع طول و کرده استفاده Add Dimension

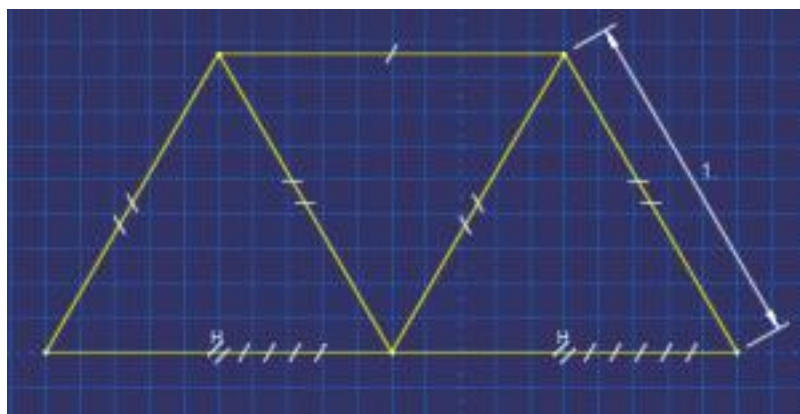


برای تکمیل ساخت هندسه مدل خرابا کافی است طول تمام اضلاع با هم مساوی و برابر با 1 متر شود. پس از نوار ابزار آیکون  ، Add Constraint، Equal Length گزینه پنجره از . کنید انتخاب را ، Add Constraint،



برای راحتتر کار کردن با نرم افزار در استفاده از هر دستور به عبارتی که در پائین صفحه، Area Prompt، نمایش داده می شود دقت و طبق آن عمل کنید.


همانطور که در Area Prompt ذکر شده است خط هایی را که می خواهیم طول برابر داشته باشند را با درگ کل شکل انتخاب می کنیم. پس از انتخاب کل قطعه روی کلید Done کلیک کنید.

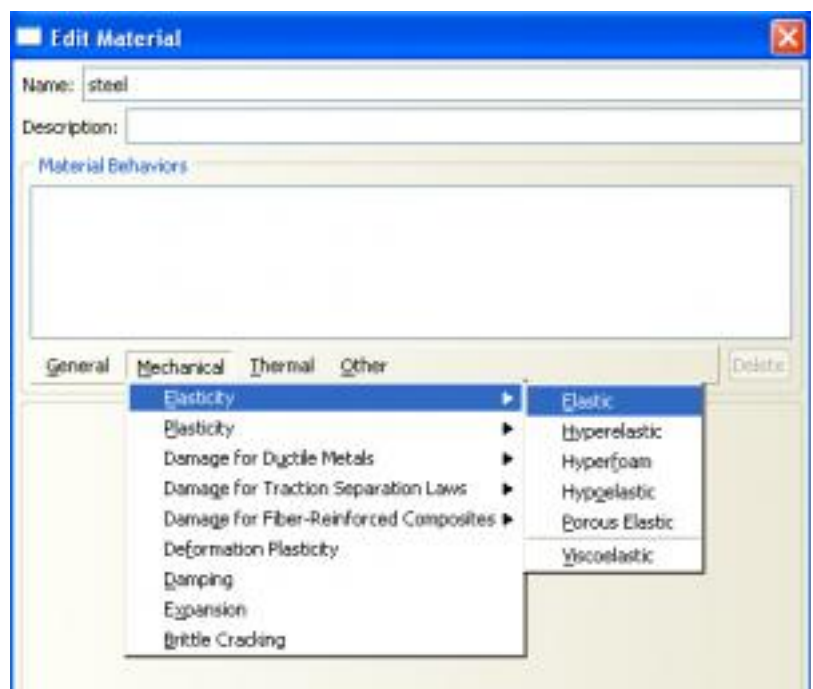


Property

پس از تکمیل مدل آیکن Done را انتخاب کنید تا از محیط رسم خارج شویم. با اتمام ساخت هندسه مدل در ماژول Property یعنی بعدی ماژول وارد روال طبق Part، شویم.



طبق روال به ترتیب آیکونهای ماژول Property را اجرا می کنیم. از نوار ابزار اولین آیکون  Create Material، ماده مکانیکی مشخصات و دهید تغییر Steel به را ماده نام Edit Material پنجره در. کنید انتخاب را، شامل ضریب الاستیسیته، ضریب پواسون و چگالی را وارد کنید.




برای وارد کردن ضریب الاستیسیته و ضریب پواسون مطابق شکل مسیر زیر را انتخاب کنید.

Mechanical / Elasticity / Elastic

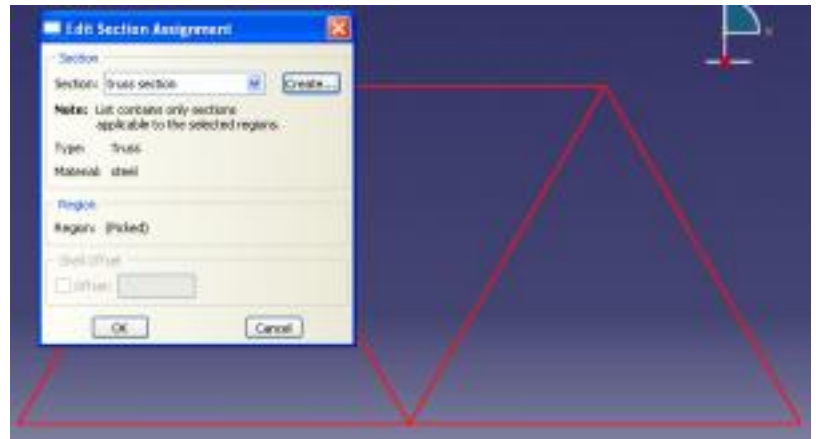


پنجره Section Edit که نمایش داده می شود، Steel را به عنوان ماده ای که قبلاً ساخته ایم انتخاب کنید و در مقابل Ok کنید و وارد خرپا اعضای مقطع سطح عنوان به را $1.963e-5$ مقدار Cross-Section Area





تا اینجای کار ماده مورد نظر که فولاد است را ساخته ایم؛ مقطع اعضای خرپا را که مساحتی برابر $1.963e-5$ متر مربع است را ایجاد کرده ایم؛ اما هنوز این موارد به هیچ بخشی از مدل نسبت داده نشده است. برای نسبت دادن ماده و مقطع ایجاد شده از آیکون بعدی نوار ابزار  استفاده کنید.

انتخاب را خرپا اعضای تمام شود می ظاهر Prompt Area در که عبارتی به توجه با. شود می استفاده، Assign Section، کنید.




رنگ به است شده داده نسبت آنها به Section که اعضایی. کنید Ok و کرده انتخاب Section عنوان به را Truss Section سبز روشن تغییر رنگ می دهد. اگر به اشتباه بیش از یک بار ماده ای به قطعه نسبت داده شود به رنگ زرد تغییر رنگ خواهد داد.

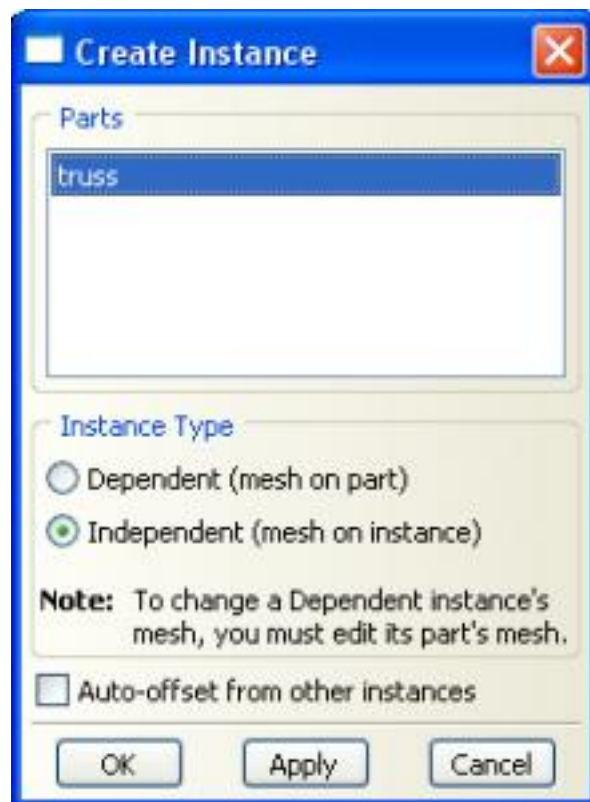
در نرم افزار ABAQUS جهت ویرایش کردن در مقابل اکثر آیکونهای نوار ابزار یک Manager به شکل  وجود دارد. اگر به اشتباه بیش از یک بار ماده ای به قطعه نسبت داده شده است با استفاده از Manager مقابل  موارد اضافی را حذف کنید. در واقع Manager Assignment Section شما نهایتاً باید به این شکل باشد.



Assembly

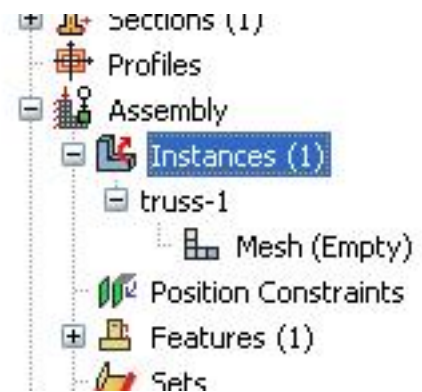
با اتمام مراحل مربوط به ماده وارد ماژول بعدی، Assembly، شوید. در این ماژول نمونه ای از خرابای ساخته شده در ماژولهای قبل را وارد صفحه کاری نرم افزار می کنیم. برای این کار طبق روال با استفاده از اولین آیکون نوار ابزار 

را نمونه نوع و کرده انتخاب را Truss قطعه Create Instance پنجره در. شود می استفاده، Instance Part،
Independent تعیین کنید.



سایر ابزارهای موجود در ماژول Assembly در مواقعی که نیاز به تغییر مکان نمونه و یا ایجاد چندین نمونه از قطعه باشد مورد استفاده قرار می گیرد و در مثالهای بعدی به آنها خواهیم پرداخت.

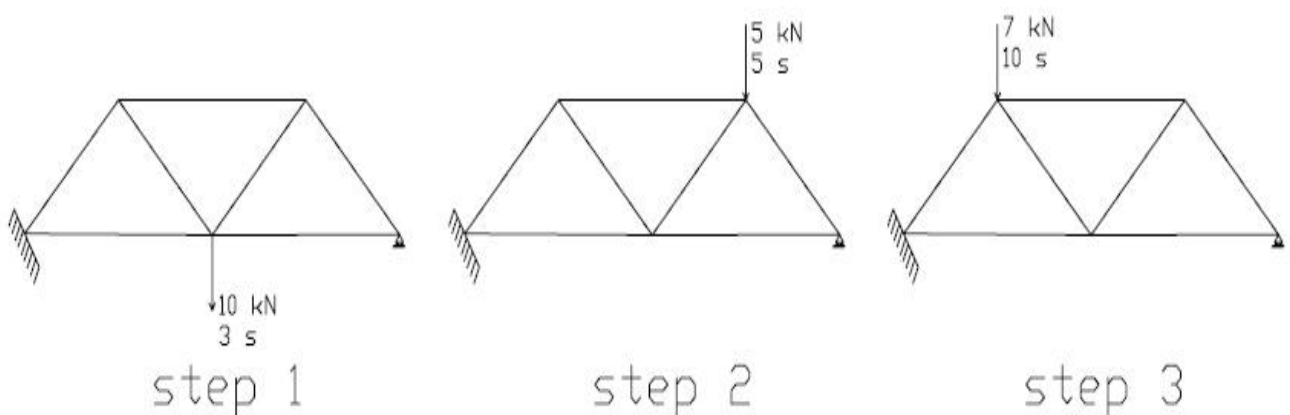
دقت کنید که بیش از یک نمونه از قطعه اسمبل نکنید. جهت کنترل کردن تعداد نمونه های وارد شده در ماژول Assembly چک را Assembly شاخه زیر درختی نمودار در Instances مقابل عدد Assembly



Step

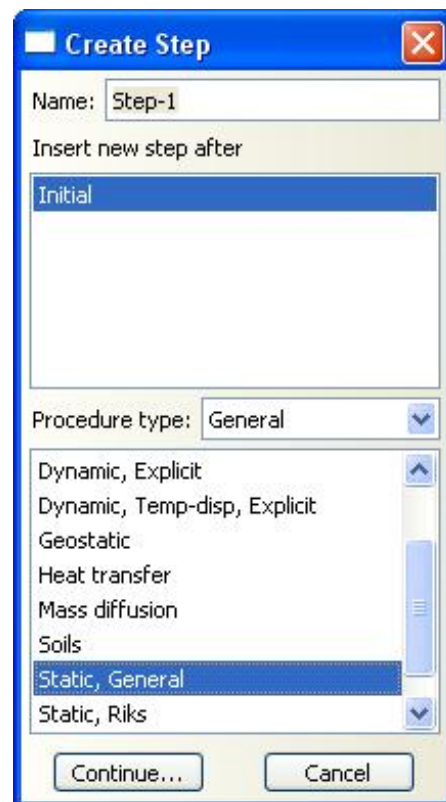
- وارد ماژول Step شوید. در این ماژول یک Step (گام) استاتیکی ایجاد خواهیم کرد. به تدریج و در مثالهای بعدی با مفهوم Step بیشتر آشنا خواهید شد؛ اما در اینجا برای روشتر شدن مفهوم آن به این مثال توجه کنید.

فرض کنید در همین مثال خرپا، بار 10 kN برای مدت 3 ثانیه روی قطعه وارد می شود. پس از 3 ثانیه این بار حذف شده و بار دیگری برای مدت 5 ثانیه روی گره دیگری اعمال شود. بعد از این 5 ثانیه بار دوم هم حذف شده و بار سومی به گره دیگری برای مدت 10 ثانیه اعمال شود. برای تعریف چنین مساله ای به ازای هر کدام از این مراحل یک Step جدید تعریف می شود.



برای ساخت یک گام استاتیکی از اولین آیکون نوار ابزار،

کلیک Continue دکمه روی و بسازید Static، General نوع از و Step-1 نام با گام یک. شود می استفاده، Create Step، کنید.



پنجره Step Edit را بدون هیچ تغییری Ok کنید.

Edit Step

Name: Step-1
Type: Static, General

Basic Incrementation Other

Description:

Time period:

Nlgeom: ☒ Off (This setting controls the inclusion of nonlinear effects of large displacements and affects subsequent steps.)
☐ On


Automatic stabilization: ▼

☐ Include adiabatic heating effects

OK Cancel

با دستورهای بعدی ماژول Step و تنظیمات آنها در مثالهای بعد بیشتر آشنا می شویم.

Load

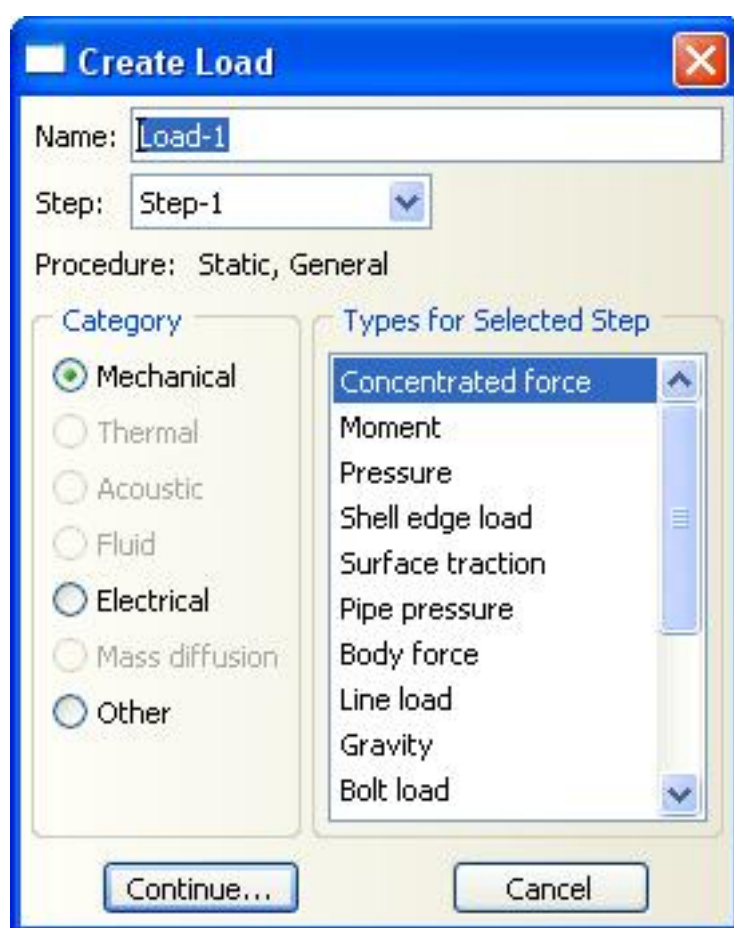
وارد ماژول Load شوید. طبق روال از اولین آیکون نوار ابزار، ،
 دهید انجام را زیر تنظیمات Create Load پنجره در . کنیم می استفاده 10 kN نیروی اعمال جهت ،Create Load.

Name: Load-1

Step: Step-1

Category: Mechanical

Types For Selected Step: Concentrated Force



با کلیک بر روی Continue طبق آنچه در Area Prompt توضیح داده شده است باید نقطه اعمال نیرو را روی شکل مشخص کنید.



این کار را انجام دهید و Done کنید. در پنجره Load Edit تنظیمات زیر را انجام دهید.

CF1:0

CF2: -10e3

Edit Load

Name: Load-1

Type: Concentrated force

Step: Step-1 (Static, General)

Region: (Picked)

CSYS: (Global)

Distribution: Uniform

CF1:

CF2: -10000

Amplitude: (Ramp)

☐ Follow nodal rotation

Note: Force will be applied per node.

در نرم افزار CF1 معادل نیرو در راستای محور X و CF2 معادل نیرو در راستای محور Y می باشد.



برای اعمال شرایط مرزی از آیکون بعدی نوار ابزار،

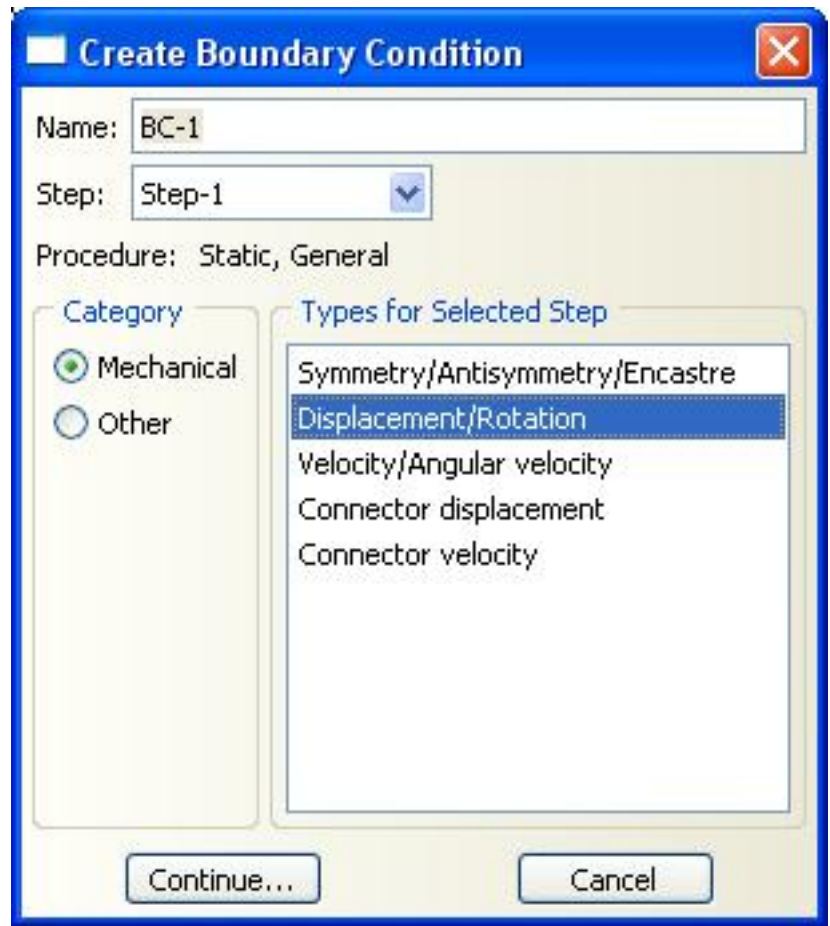
اعمال برای را زیر تنظیمات Create Boundary Condition پنجره در .شود می استفاده، Create Boundary Condition،
شرایط مرزی گره سمت چپ انجام دهید.

Name: BC-1

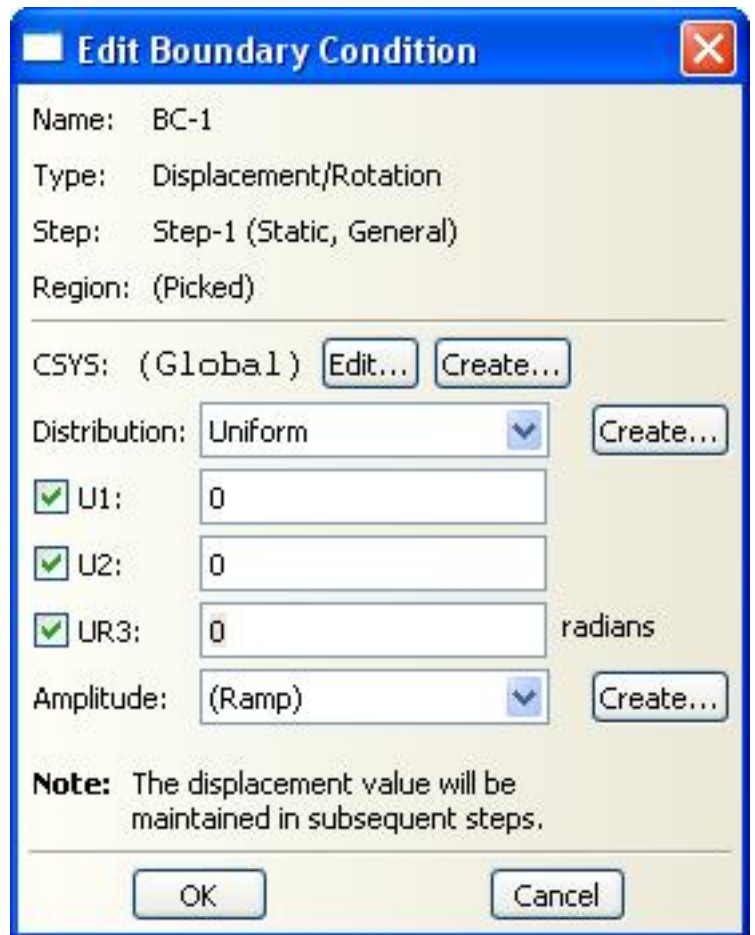
Step: Step-1

Category: Mechanical

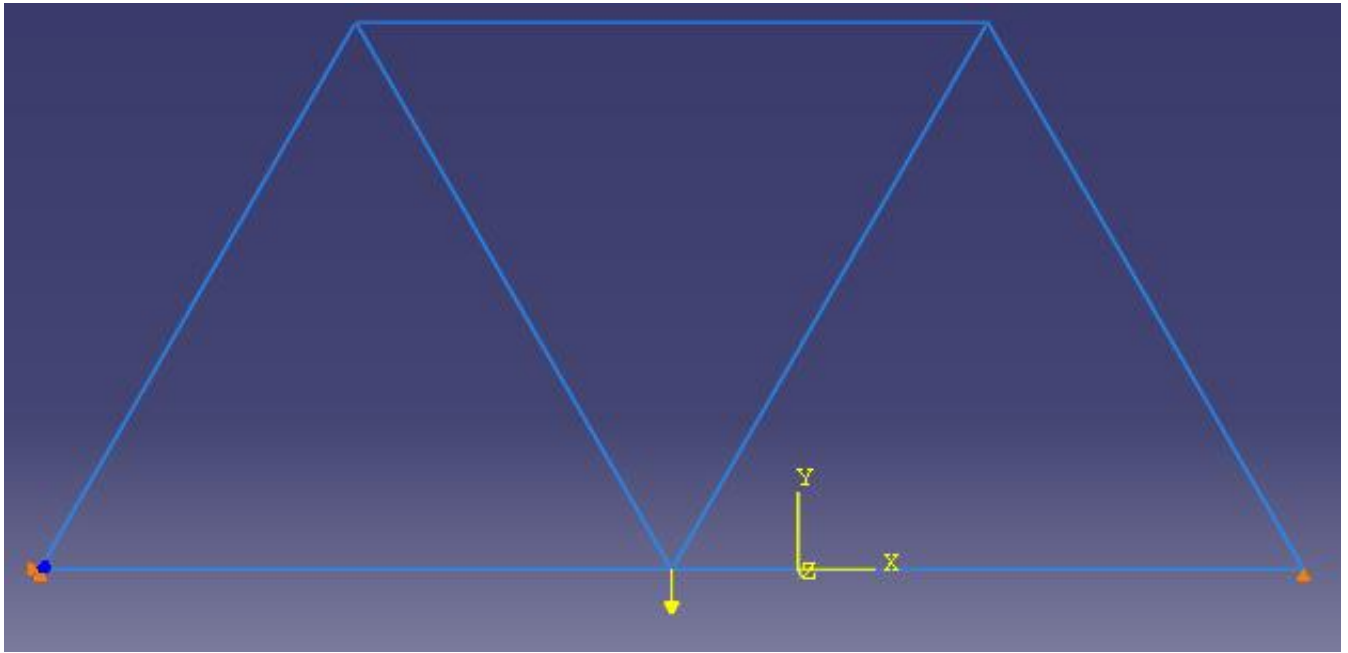
Types For Selected Step: Displacement/Rotation




با کلیک بر روی Continue طبق عبارت نمایش داده شده در Area Prompt عمل کرده و گره سمت چپ خرپا را انتخاب نمائید. در پنجره Condition Boundary Edit به منظور تعریف تکیه گاه در گیر مقادیر $U1$ و $U2$ و $UR3$ را صفر کنید. شبه آنچه در اعمال نیرو داشتیم، $U1$ معادل جابجایی در راستای محور X ، $U2$ معادل جابجایی در راستای محور Y و $UR3$ معادل چرخش حول محور Z است.



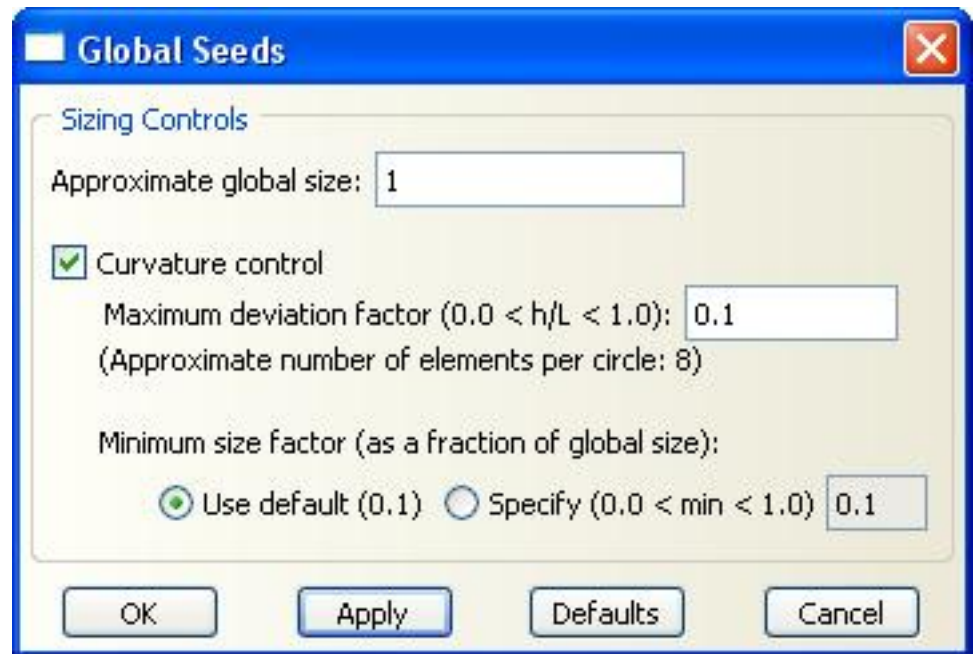
- مشابه مراحل فوق را برای تکیه گاه سمت راست مدل نیز انجام داده ولی این بار برای مدل کردن تکیه گاه غلطکی فقط U2 را صفر کنید و سایر قیدها را تغییر ندهید.



Mesh

- وارد ماژول Mesh شوید. اولین آیکون از نوار ابزار، ، کنید اعمال Global Seeds پنجره در را زیر تنظیمات. کنید انتخاب را، Seed Part Instance.

Approximate Global Size: 1

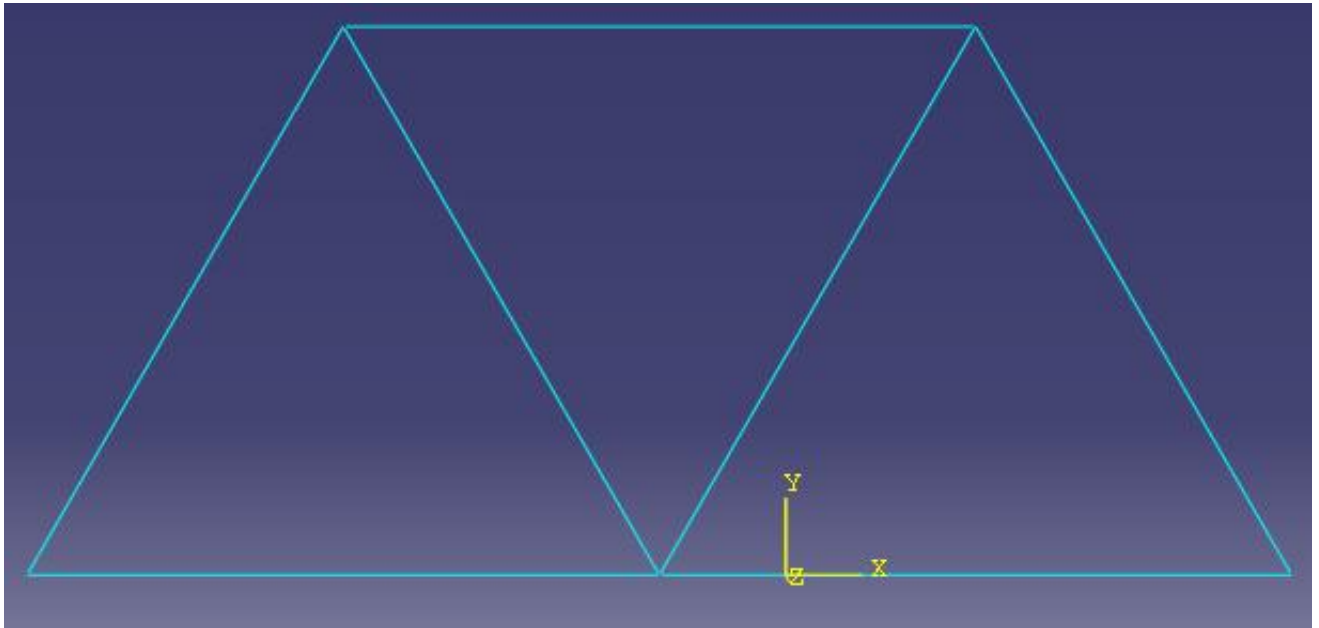


عددی که در اینجا وارد می کنید نشاندهنده فاصله تقریبی میان 2 گره است. فاصله 2 گره در مدل از این مقدار بیشتر نخواهد شد و لذا عدد کوچکتر به معنی شبکه بندی ریزتر است.

در مدل کردن خرپاها به این نکته توجه داشته باشید که این عدد را باید طوری تعیین کنید که هر عضو خرپا بیش از یک المان نشود.

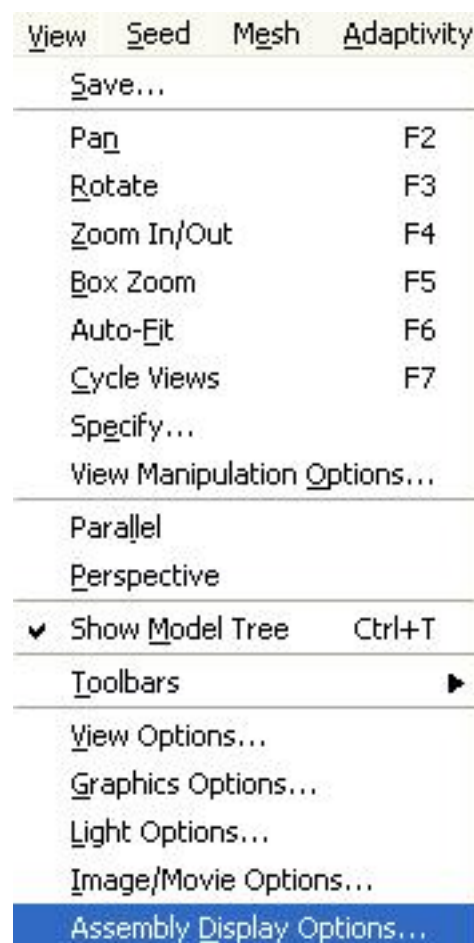
در مرحله قبل دانه بندی مدل صورت گرفت اما هنوز شبکه بندی انجام نشده است. به منظور شبکه بندی مدل با توجه به دانه بندی صورت گرفته از آیکون بعدی نوار ابزار، ،

اگر شود انجام بندی شبکه تا کنید کلیک Yes دکمه روی Prompt Area در شود می استفاده، Mesh Part Instance، عمل شبکه بندی با موفقیت انجام شود مدل به رنگ آبی فیروزه ای در خواهد آمد.



با توجه به آنکه مدل خرپا ساده و 2 بعدی است گره ها و المانها قابل مشاهده نیست. جهت مشاهده شماره گره ها و المانها از منوی اصلی نرم افزار مسیر زیر را طی کنید.

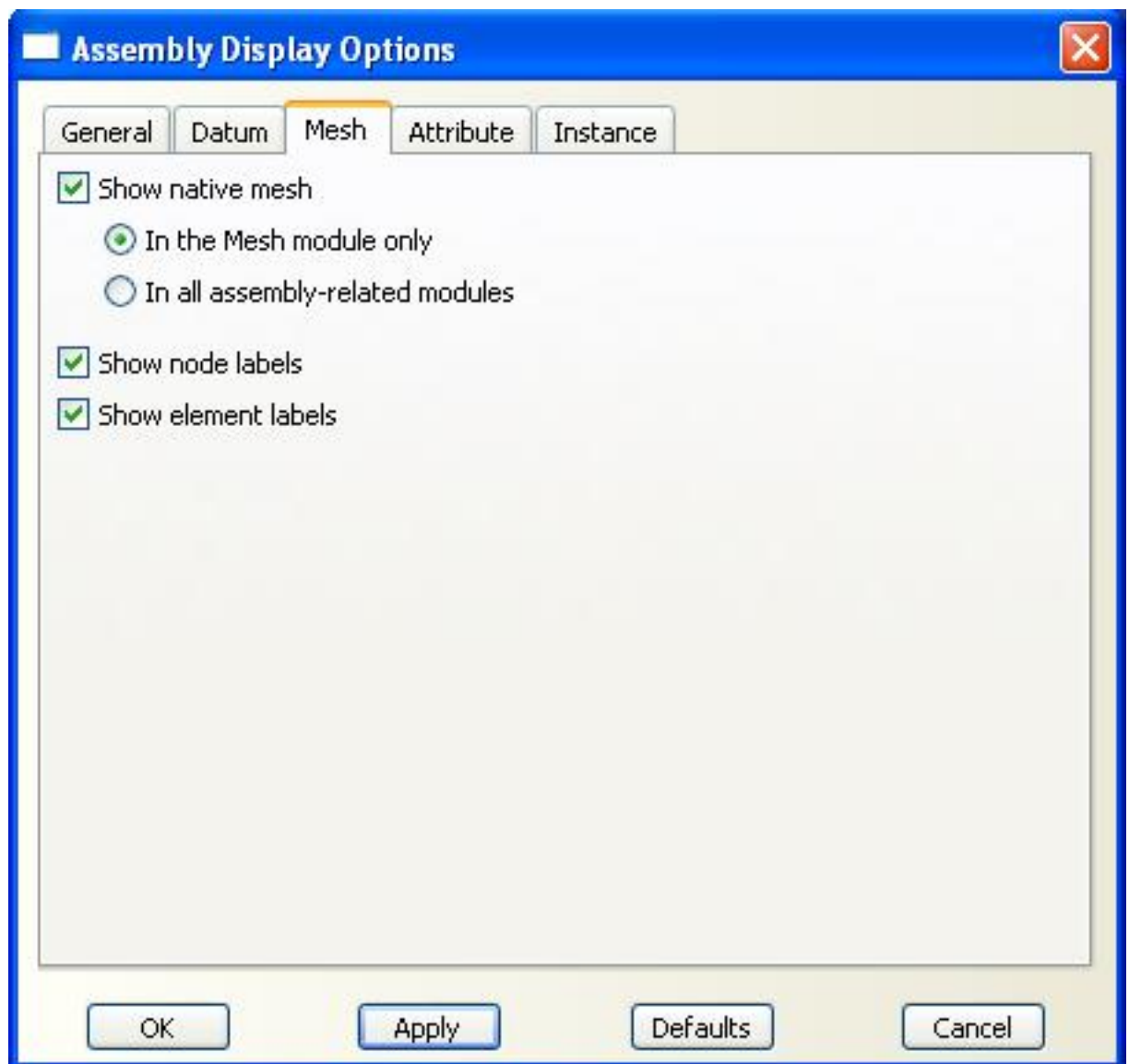
View / Assembly Display Options...



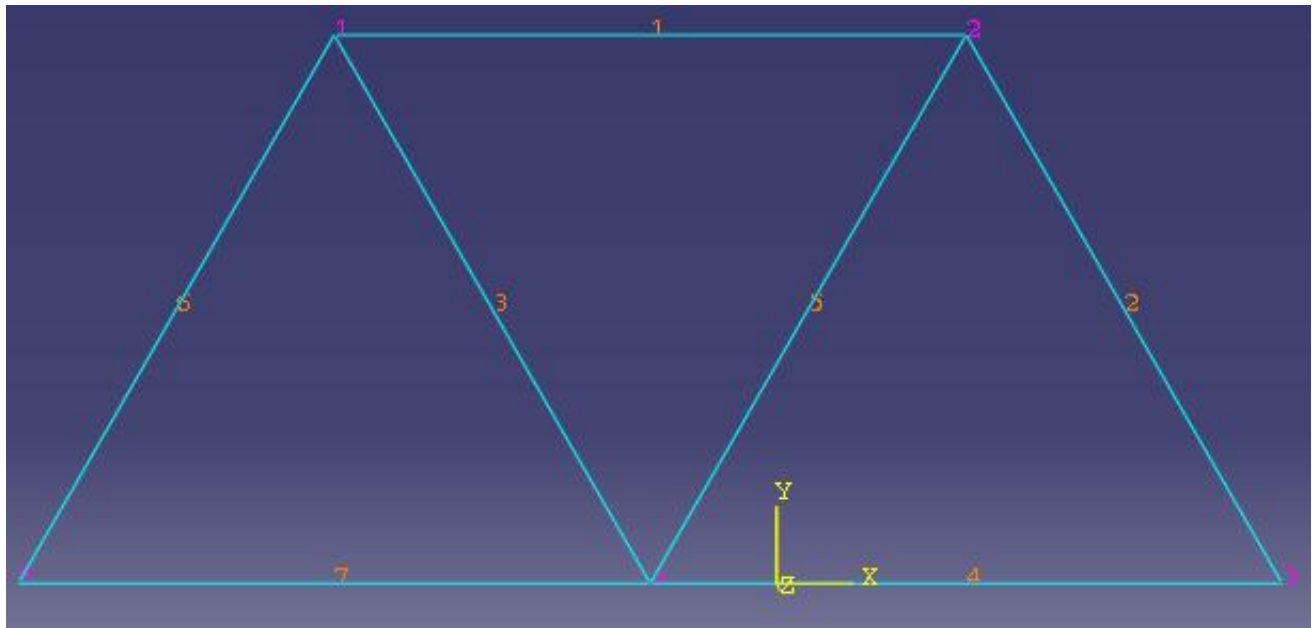
در پنجره Options Display Assembly تیک مربوط به گزینه های زیر را فعال کنید.

Show Node Labels

Show Element Labels



شماره گره ها و المانها روی شکل نشان داده می شود.



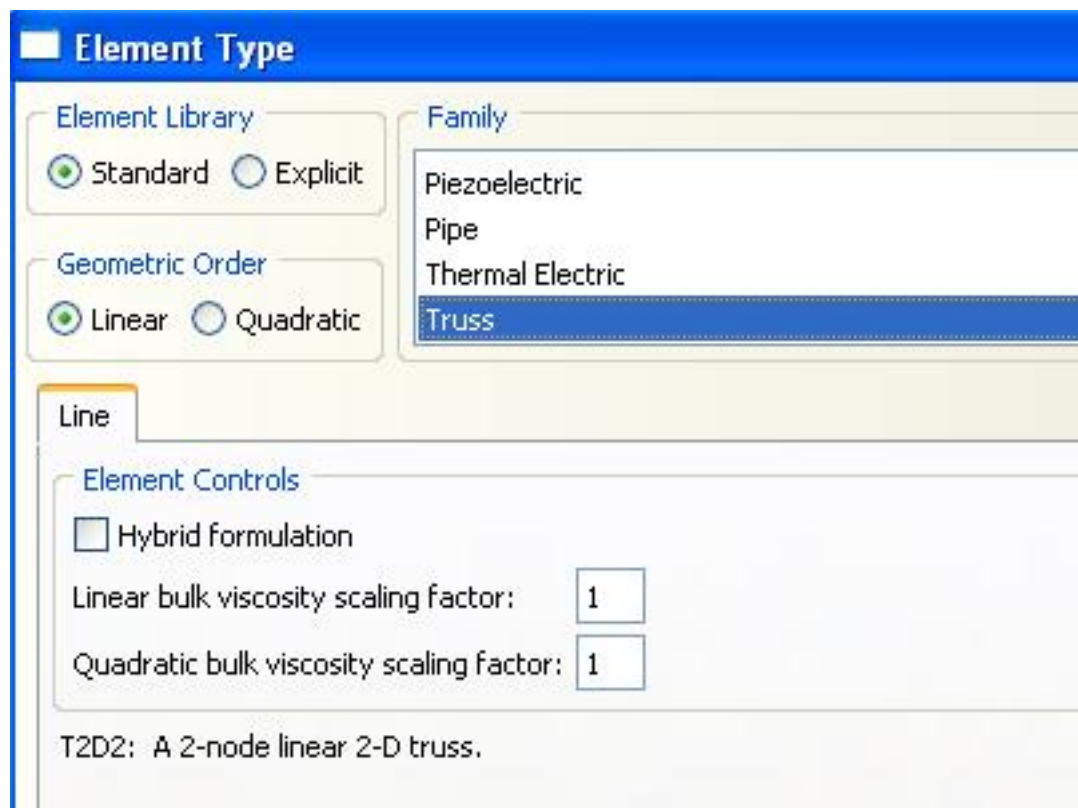
- آیکون

کاری صفحه از المان تایپ دادن نسبت جهت را خرپا اعضای تمام. کنید انتخاب ابزار نوار از را ، Assign Element Type ، انتخاب کرده و Done کنید. در پنجره Type Element تنظیمات زیر را انجام دهید.

Element Library: Standard

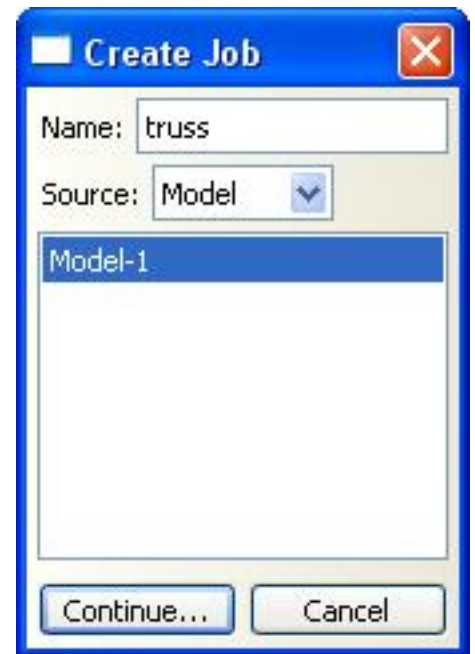
Geometric Order: Linear

Family: Truss



Job

- وارد ماژول Job شوید. در این ماژول یک Job جدید ساخته و اجرا می شود تا نهایتا نتایج تحلیل بدست آید. برای ساخت یک Job جدید روی اولین آیکون،  کلیک کنید. روی Continue کلیک کنید و داده تغییر Truss به را Job نام. کنید کلیک، Create Job،



پنجره Job Edit را بدون تغییر Ok کنید.

Edit Job

Name: truss

Model: Model-1

Description:

Submission General Memory Parallelization Precision

Job Type

☒ Full analysis

☐ Recover (Explicit)

☐ Restart

Run Mode

☒ Background ☐ Queue: ▼ Host name:

Type:

Submit Time

☒ Immediately

☐ Wait: hrs. min.

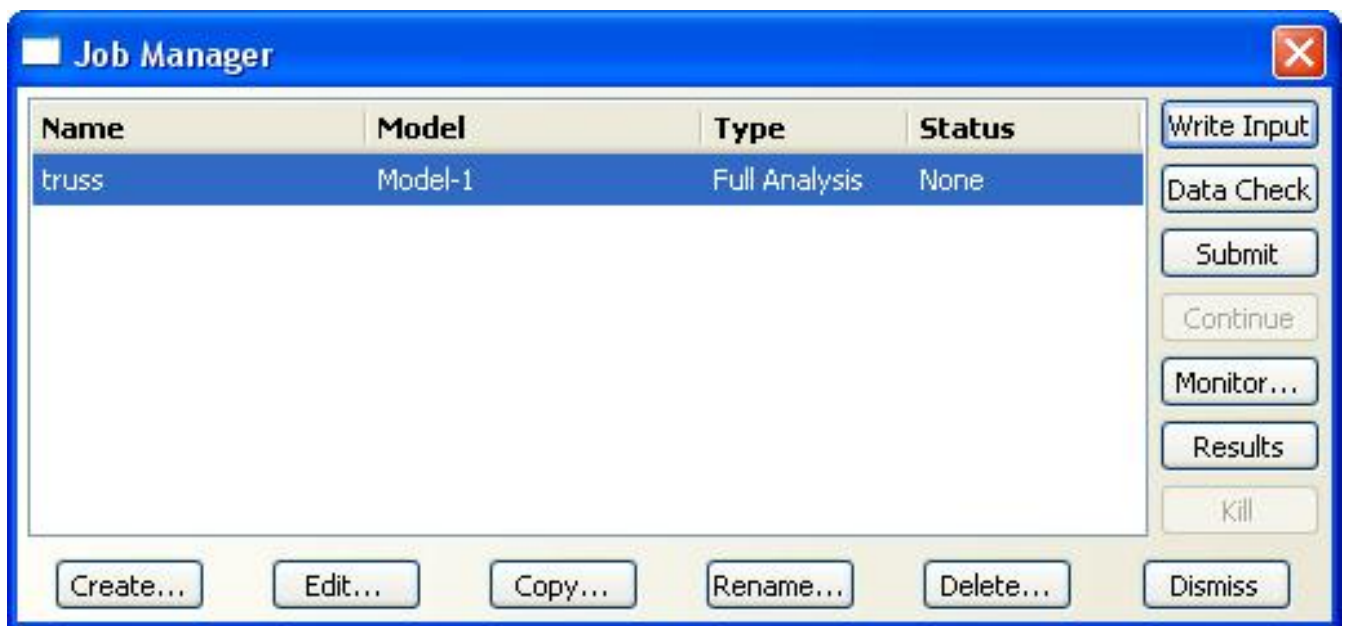
☐ At: Tip...

OK Cancel



جهت اجرای مدل آیکون

شود آغاز تحلیل عملیات تا کنید کلیک Submit کلید روی. کنید اجرا را، Job Manager،



در پنجره Job Manager زیر عنوان Status عبارتی آمده است که بیانگر وضعیت تحلیل مدل می باشد. این عبارتها شامل موارد زیر می شود:

None: عملیات تحلیل هنوز آغاز نشده است.

Submitted: بعد از کلیک روی کلید Submit ظاهر می شود و به معنی آنست که مدل در حال بارگذاری است.

Running: مدل در حال اجرا است.

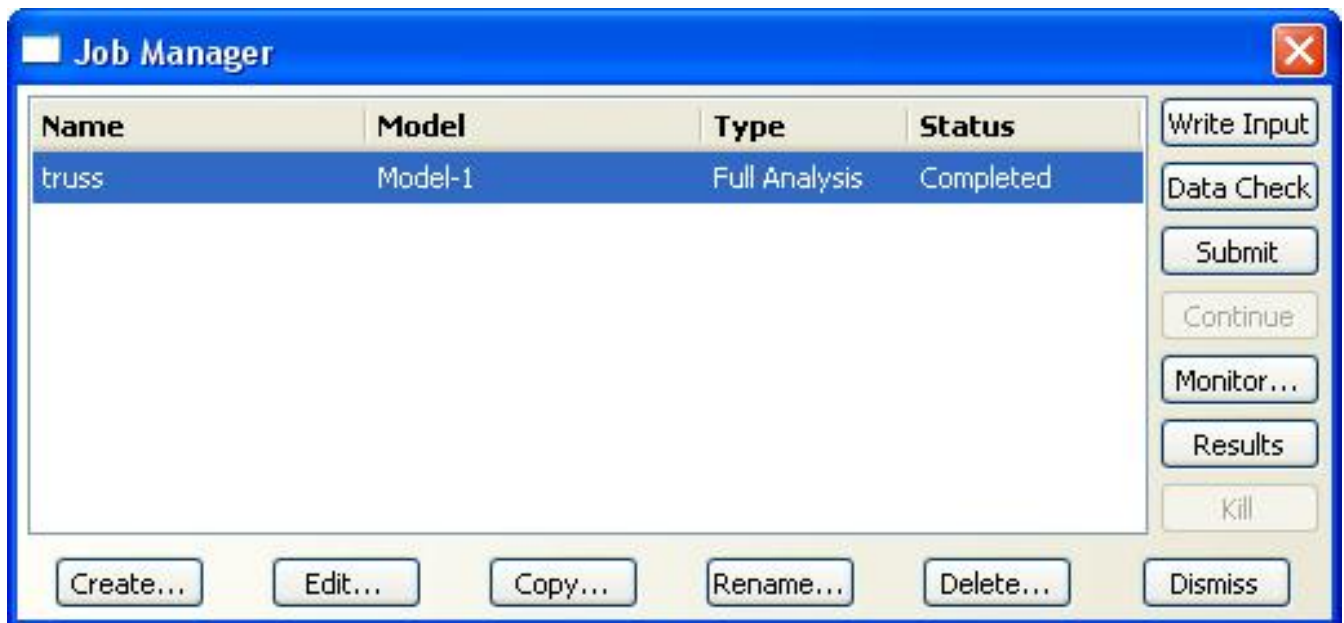
Completed: عملیات تحلیل بدون خطا انجام شده است.

Aborted: به دلیل وجود خطا در مدل، عملیات تحلیل انجام نشده است.

Terminated: به دلیل وجود خطا در مدل، عملیات تحلیل انجام نشده است و یا اینکه عملیات تحلیل توسط کاربر متوقف

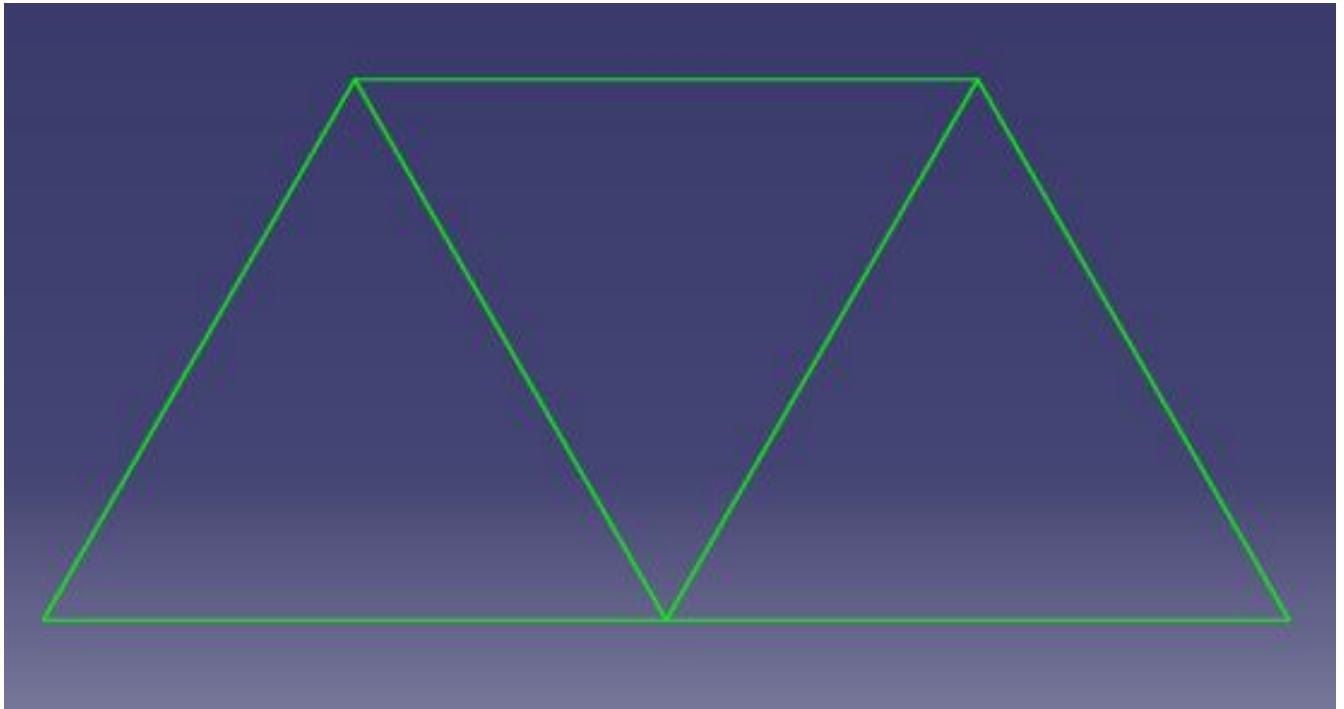
شده است.

- هنگامی که پیغام Completed را دریافت کردید روی Results کلیک کنید تا جهت مشاهده نتایج وارد ماژول Visualization شود.



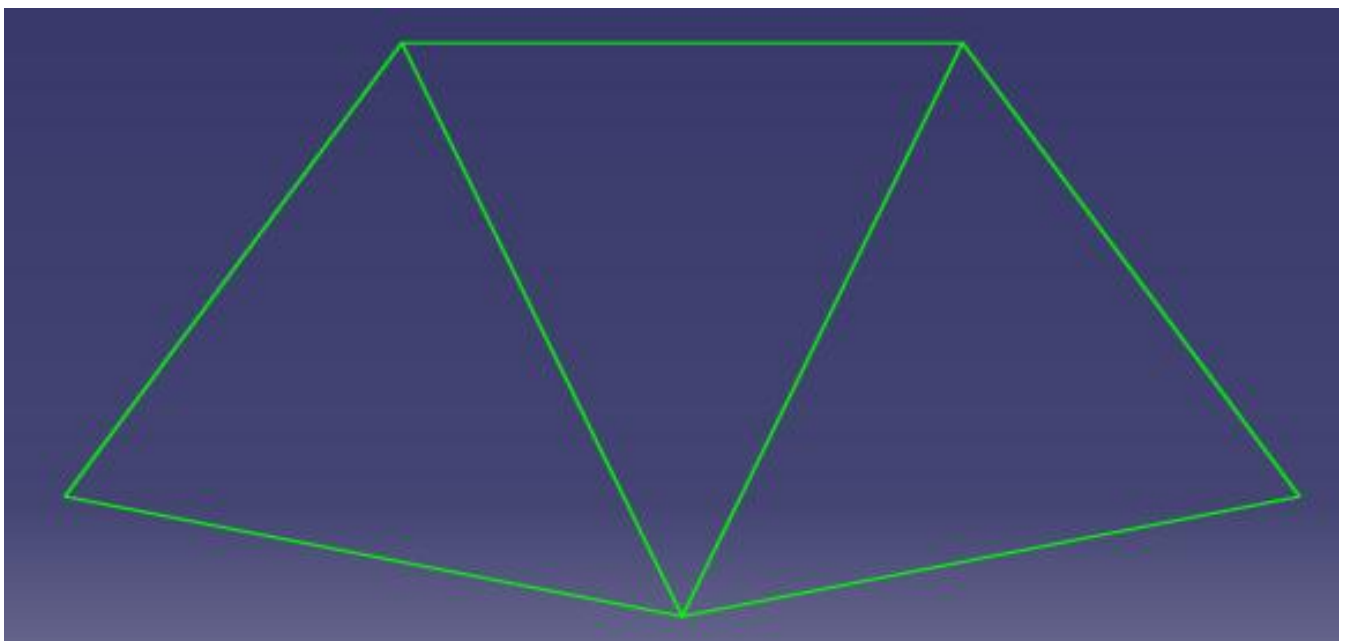
Visualization

- در ماژول Visualization شما قادر خواهید بود تا نتایج تحلیل را به صورت تصویری مشاهده کنید و یا گزارش عددی از نتایج ایجاد کنید.



برای مشاهده وضعیت تغییر شکل یافته مدل روی آیکون

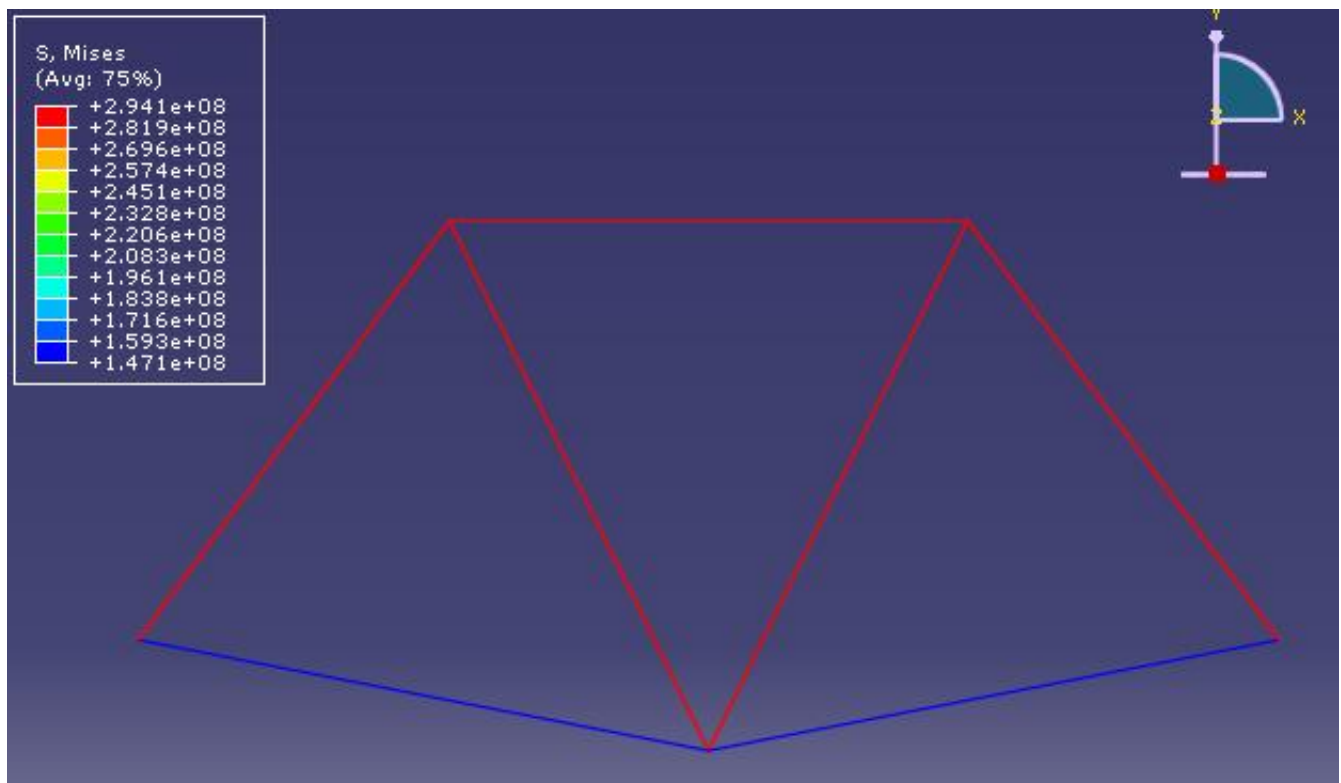
،Plot Deformed Shape، کلیک کنید.



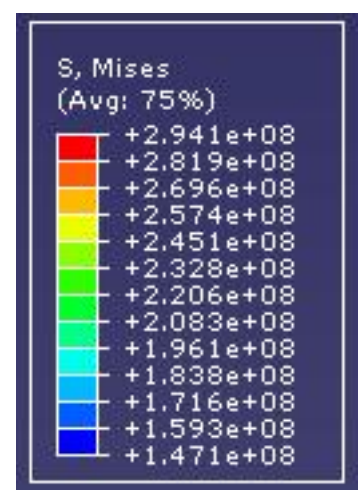


جهت مشاهده نتایج آنالیز به صورت رنگی (contour) در مدل تغییر شکل یافته روی آیکون


کلیک کنید، Plot Contours On Deformed Shape.

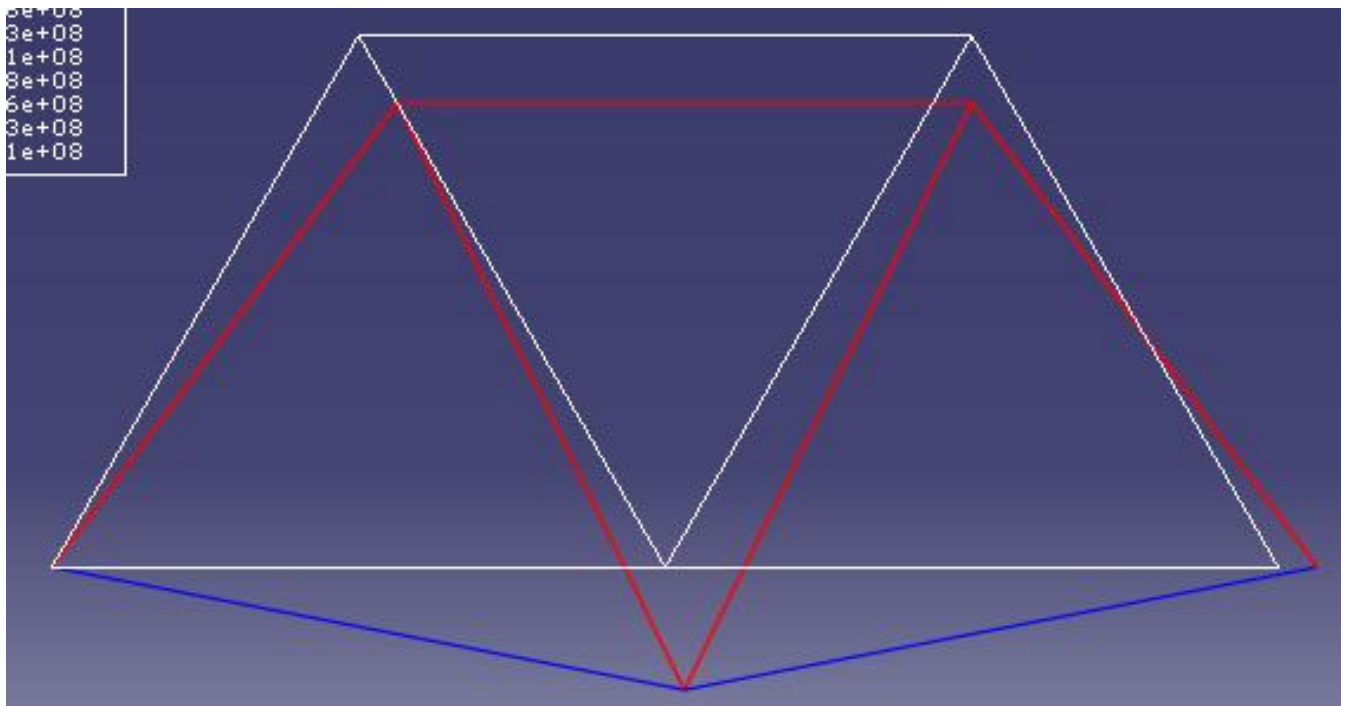


در گوشه کانتور نمایش داده شده راهنمای رنگها قرار دارد. نمایش کانتوری نتایج یکی از متداولترین شیوه های نمایش نتایج است. در این روش هر رنگ در مدل بیانگر مقدار مشخصی از نتیجه است.



با توجه به آنکه دستگاه مورد بررسی مساله خرپا، متریک بود لذا مقادیر عددی نشان داده شده در راهنمای رنگها بر اساس پاسکال می باشد. بیشترین میزان تنش فن مایسس در حدود 294 MPa با رنگ قرمز در شکل نشان داده شده است و کمترین میزان تنش 147 MPa با رنگ آبی نمایش داده شده است. این مقادیر در هر رایانه به میزان بسیار ناچیزی ممکن است متفاوت باشد.

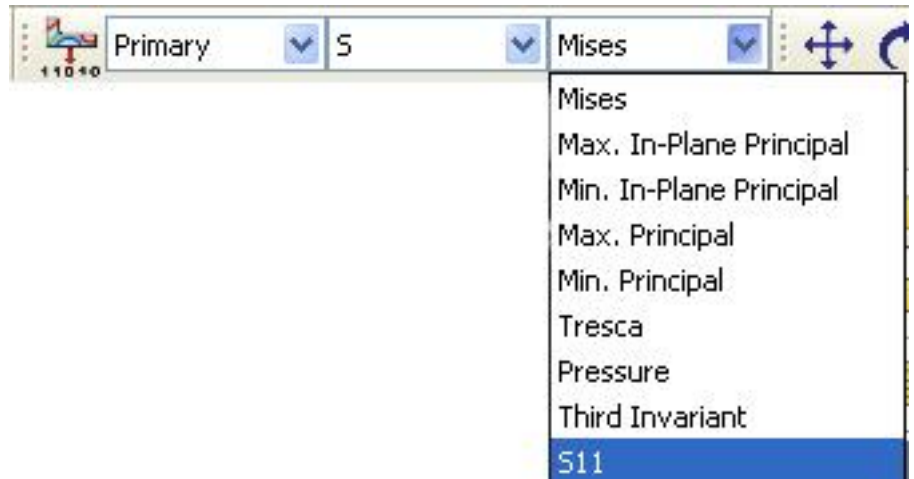
- می توان چندین شیوه نمایش را همزمان در کنار هم روی صفحه تصویر نمایش داد. برای این کار روی آیکون  آیکون روی هستید تنش کانتورهای نمایش انتخاب روی که حالتی در. نمائید کلیک، Allow Multiple Plot States، نمایش هم با آنرا اولیه حالت هم و خرپا یافته شکل تغییر کانتورهای همزمان تا کنید کلیک، Plot Undeformed Shape، دهد.



سوال: اگر به راهنمای رنگها (Legend) دقت کنید تمامی مقادیر نشان داده شده مثبت هستند. در حالی که در بعضی نقاط کشش و در بعضی نقاط فشار وجود دارد. علت این امر چیست؟

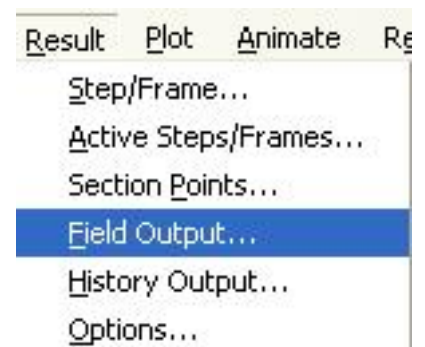
جواب: اگر کمی در راهنمای رنگ دقت کنید همانطور که ذکر شد این مقادیر تنش میسس را نشان می دهد. تنش میسس معیاری از مجموعه تنشهای کششی- فشاری و تنشهای برشی است و علامت ندارد. بحث مربوط به کشش و فشار در

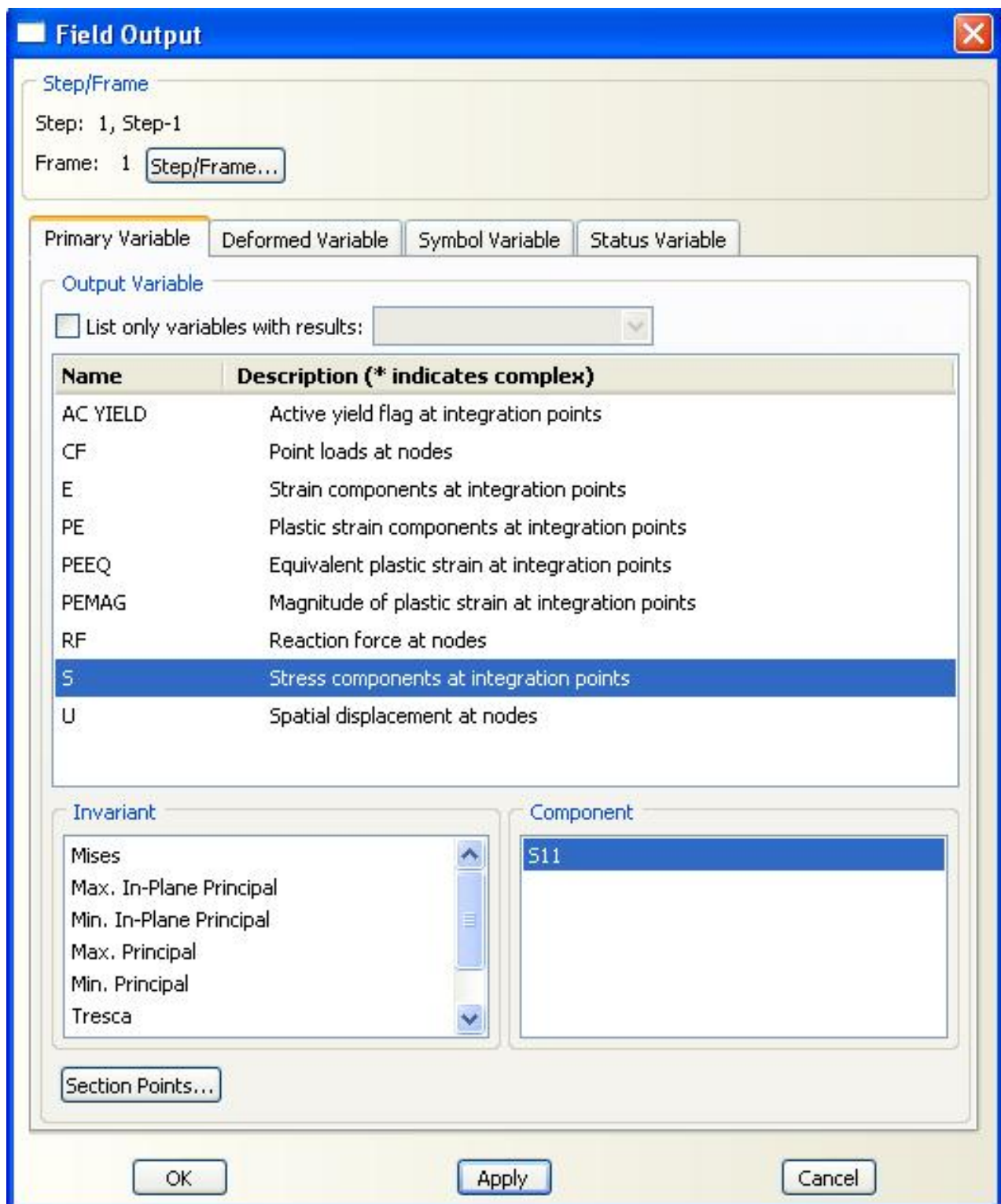
تانسور تنش مطرح می شود. برای مشاهده تنشهای اصلی در صورتی که از ورژن 6.9 به بالا استفاده می کنید مطابق شکل کنید انتخاب را S11



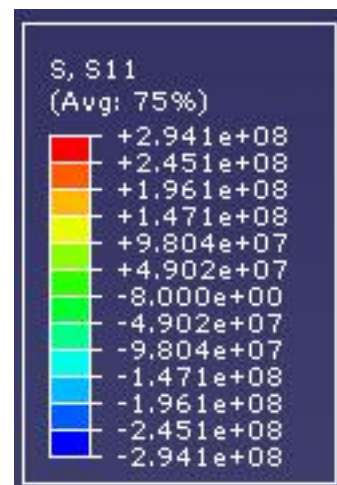
و در صورتی که از ورژنهای پایتتر استفاده می کنید طبق روش زیر عمل کنید.

Results / Field Output




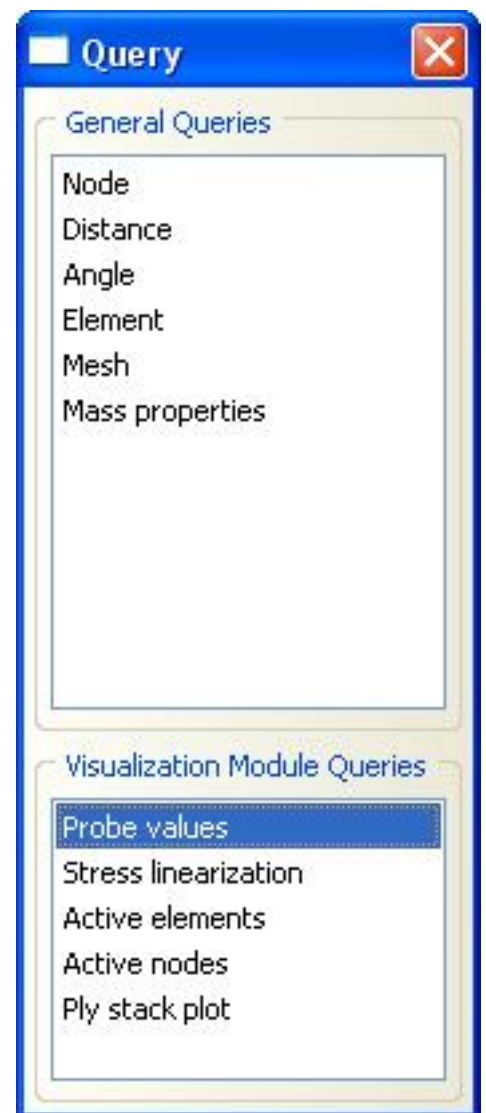


در پنجره Output Field شما می توانید خروجی مورد نظر خود را جهت نمایش انتخاب کنید. بطور پیش فرض نرم افزار تنش میس را به عنوان خروجی نمایش می دهد. جهت مشاهده تنش ها S11 را انتخاب و Ok کنید. به راهنمای رنگ توجه کنید.



تنشهای کششی و فشاری به ترتیب با مقادیر مثبت و منفی مشخص شده است. جهت مشاهده سایر نتایج مثل جابجایی ها یا نیروهای عکس العمل تکیه گاهی مشابه روال گفته شده U و RF را از پنجره Output Field انتخاب کنید.

- در ماژول Visualization همانطور که از نامش پیداست و مشاهده کردید نتایج به صورت تصویری نمایش داده می شوند. اما در بسیاری از موارد لازم است تا مقادیر نتایج به صورت عددی و در قالب یک جدول وجود داشته باشد. برای بدست آوردن مقادیر عددی به صورت انتخابی از آیکون  استفاده می شود.



با انتخاب values Probe پنجره آن باز می شود. در صورتی که گزینه مربوط به تنش علامت نخورده است آنرا به حالت انتخاب در آورید. حال با انتخاب هر المان در صفحه نمایش مقدار آن در جدول مقادیر ذخیره می گردد.

Probe Values

Field Output...

Step: 1, Step-1

Frame: 1

Field output variable for Probe: S, S11 (Not averaged)

Probe Values

☒ Select from viewport ☐ Key-in label

Probe: Position:

☒ Part Instance
☒ Element ID
☒ Type
☐ Nodes
☒ S, S11 (Not averaged)

Click MB1 while probing to store values in the table below.

Selected Probe Values

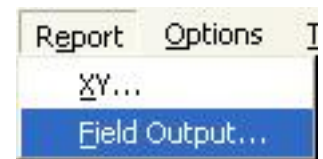
Click MB3 for table options.

Part Instance	Element ID	Type	Nodes	S, S11 (Not averaged)
TRUSS-1	7	T2D2		2.94116e+08
TRUSS-1	4	T2D2		1.47058e+08
TRUSS-1	1	T2D2		-2.94116e+08

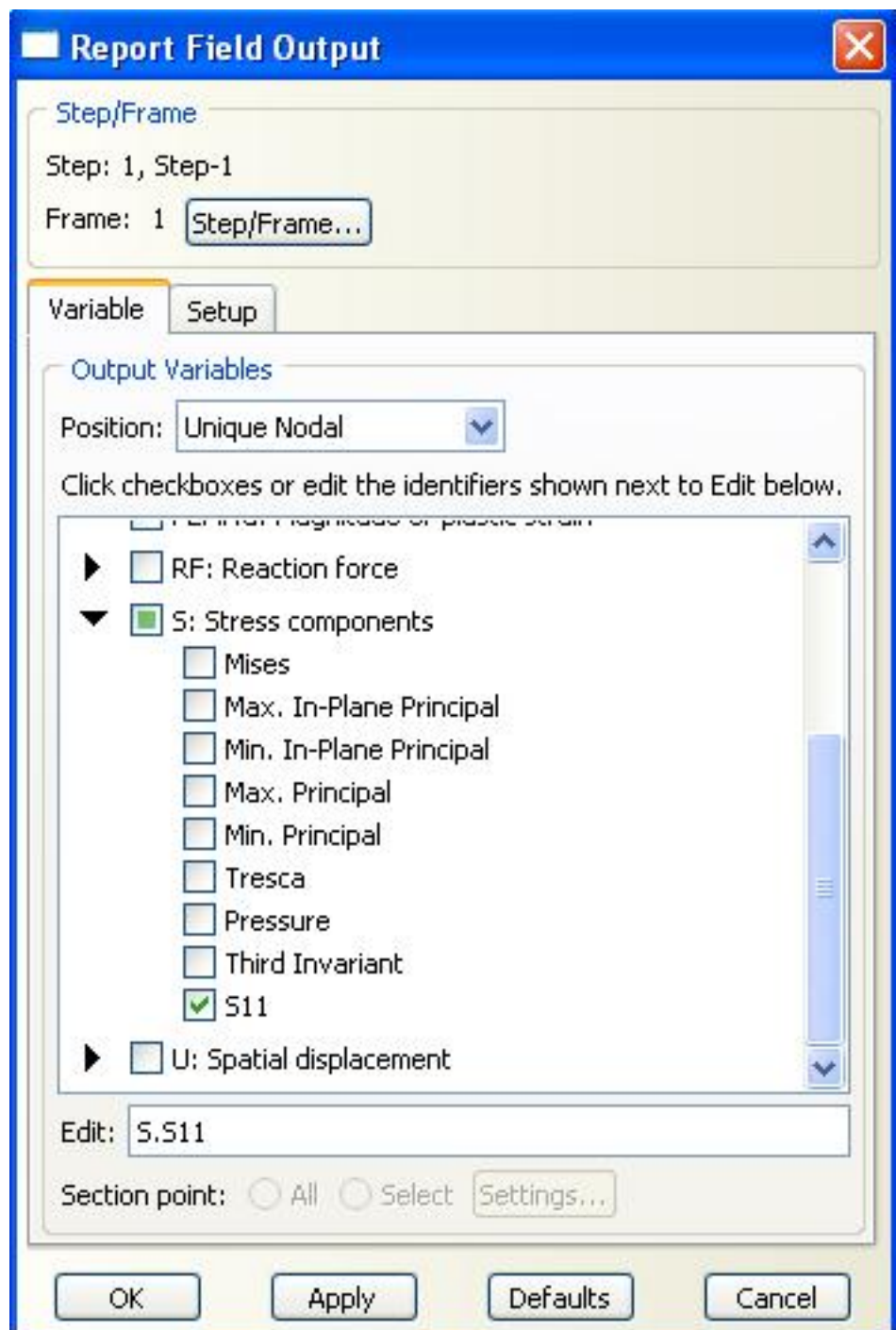
با استفاده از گزینه File to Write می توانید این مقادیر را بصورت جدول ذخیره کنید.

- در صورتی که می خواهید تمامی مقادیر به صورت یک جا و در یک فایل ذخیره شود از Report استفاده کنید.

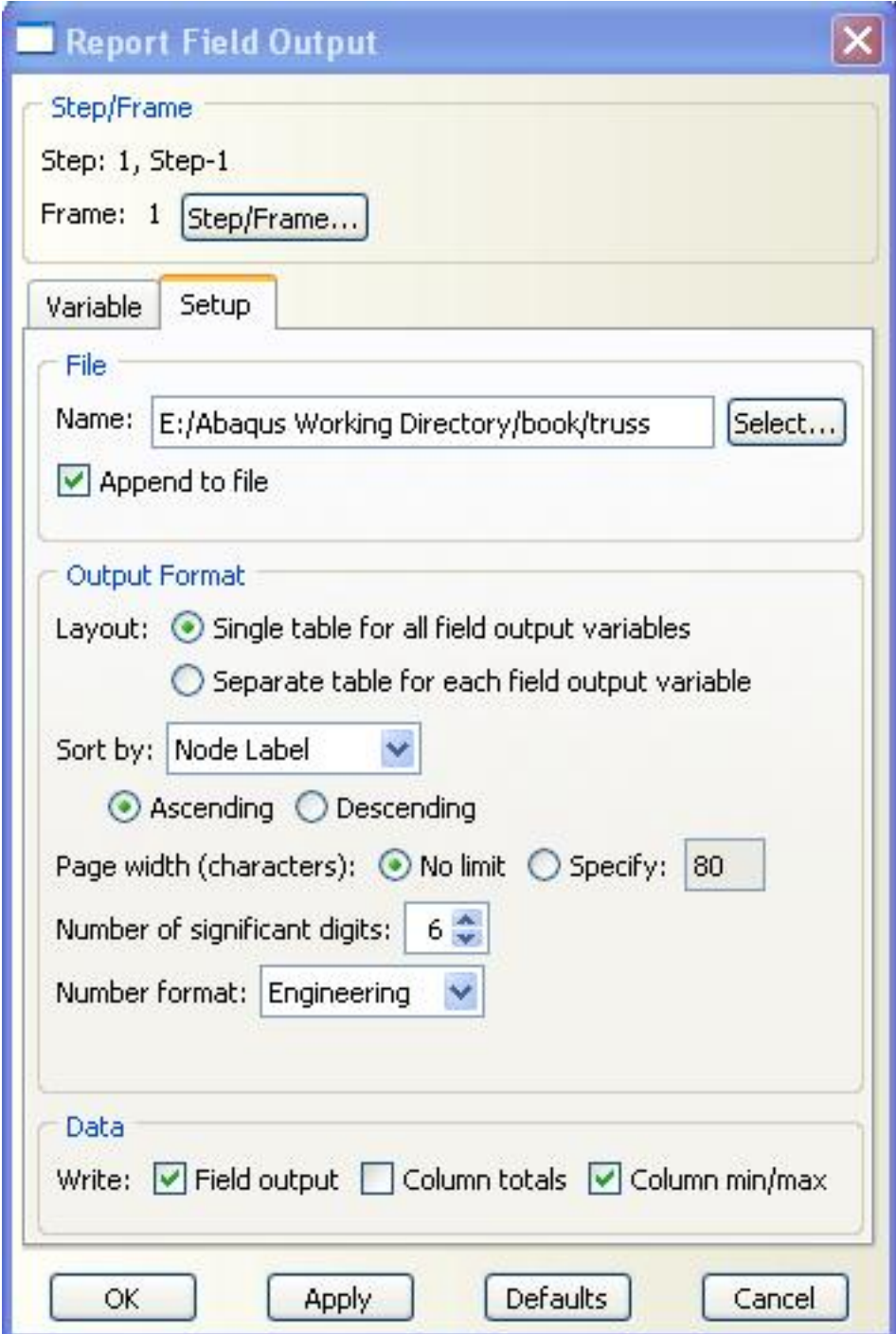
Report / Field Output



در پنجره Output Field Report ابتدا به زبانه Setup بروید در قسمت File نام و آدرس مناسبی جهت ذخیره کردن نتایج عددی تعیین کنید. حال به زبانه Variable برگردید. تنظیم Position را در وضعیت Nodal Unique قرار دهید و از زیر مجموعه های تنش، S11 را انتخاب کنید.



دوباره به زبانه Setup بروید. در قسمت Data گزینه Totals Column را از حالت انتخاب خارج و Apply کنید.



Report Field Output

Step/Frame
 Step: 1, Step-1
 Frame: 1

Variable **Setup**

File
 Name:
☒ Append to file

Output Format
 Layout: ☒ Single table for all field output variables
☐ Separate table for each field output variable
 Sort by:
☒ Ascending ☐ Descending
 Page width (characters): ☒ No limit ☐ Specify:
 Number of significant digits:
 Number format:

Data
 Write: ☒ Field output ☐ Column totals ☒ Column min/max

مجدداً به زبانه Variable رفته و این بار U، Magnitude را انتخاب کنید. s را از حالت انتخاب خارج کرده و مجدداً Apply کنید.



را Column Totals گزینه Data قسمت در. بروید Setup زبانه به. کنید انتخاب را RF2 و کرده خارج انتخاب حالت از را U به حالت انتخاب در آورید و این بار Ok کنید.

حال به آدرسی که برای ذخیره کردن فایل نتایج تعیین کرده بودید بروید و فایل نتایج را با یکی از نرم افزارهای ویرایش متن مثل Notepad باز کنید. این فایل متنی شامل 3 جدول برای مقادیر تنش، جابجایی و نیروی عکس العمل تکیه گاهی می باشد.

Node S.S11

Label @Loc 1

1 -98,0388E+06

2 -98,0388E+06

3 -73,5291E+06

4 220.587E+06

5 -73.5291E+06

Minimum -98.0388E+06

At Node 1

Maximum 220.587E+06

At Node 4

Node U,Magnitude

Label @Loc 1

1 2.94116E-03

2 2.54712E-03

3 1,47058E-03

4 4,72726E-03

5 5,E-33

Minimum 5,E-33

At Node 5

Maximum 4,72726E-03

At Node 4

Node RF,RF2

Label @Loc 1

1 0.

2 0.

3 5.E+03

4 0.

5 5.E+03

Minimum 0.

At Node 4

Maximum 5.E+03

At Node 5

Total 10.E+03

همانطور که ملاحظه می کنید در جدول اول مقادیر تنش S11 برای المانها آورده شده است. در جدول دوم جابجایی گره ها آمده است و در جدول سوم نیروهای عکس العمل و مجموع آنها آمده است.

یک راه ساده برای کنترل جواب مقایسه بین میزان نیروی عکس العمل تکیه گاهها و نیروی اعمال شده بر روی خرپا است.

نیروی اعمالی روی خرپا 10 kN بود و مجموع نیروهای عکس العمل نیز 03+E,10 یعنی همان 10 kN بدست آمده است.

برای دیدن آموزش های بیشتر در این زمینه می توانید به آدرس زیر مراجعه فرمایید:

<http://softcivil.ir/main/?cat=160>