

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# تحلیل اجزاء محدود خریای فضایی

نام دانشجو: وحید دهقانی  
شماره دانشجویی: ۹۱۱۰۶۵۸۷۱

نام استاد: جناب آقای دکتر مسلمان

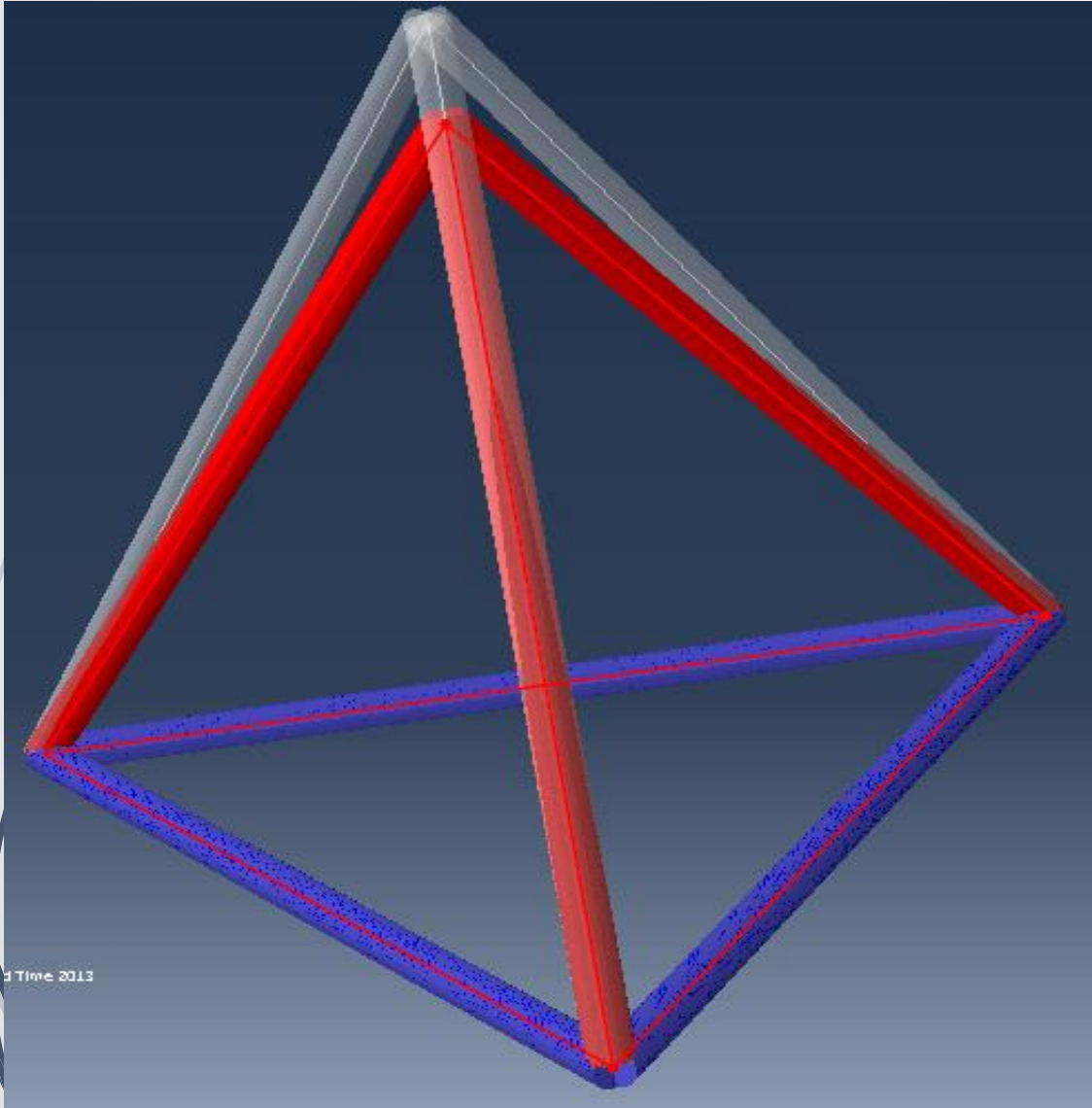
## تحلیل اجزاء محدود خربای فضایی

اگر با شش میله یکسان به طول ۱.۲۲  
خربایی فضایی بسازیم، تحت اثر نیروی قائم  
 $P=100 \text{ kN}$  در گره  $A$  نیروی فشاری عضو  
 $AD$  چقدر است؟

فرضیات مسأله :  $E=200 \times 10^9 \text{ pa}$

$$\nu=0.3$$

$$r=2.5 \text{ cm}$$




کلیک می کنیم.



With Standard/Explicit Model

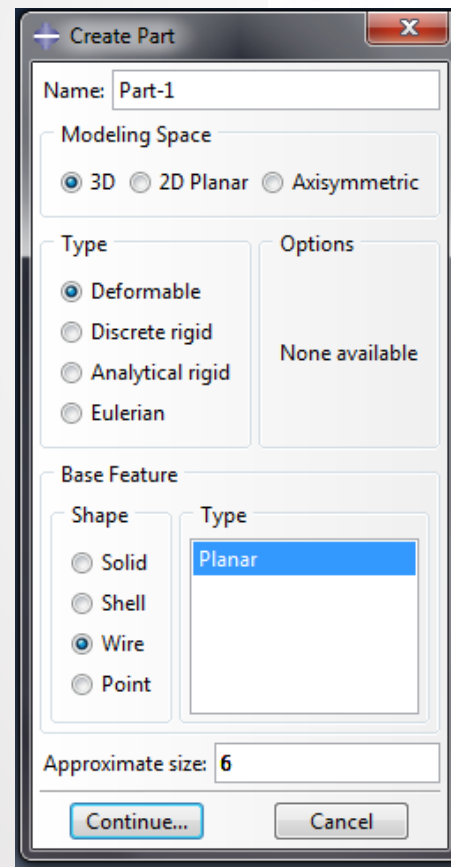
در پنجره باز شده Start Session، روی



با استفاده از کلیک چپ موس روی آیکون  کلیک کنید



در قسمت Name، نامی مناسب برای مدل خردی سه بعدی تایپ می کنیم و در قسمت Modeling Space، فضای ترسیمی 3D را انتخاب می نماییم. در قسمت Type گزینه Deformable را انتخاب کرده و در قسمت Base Feature گزینه Wire را انتخاب می کنیم.

مقدار Approximate size را برابر ۶ قرار داده، تنظیمات مطابق شکل ۱۳-۵ نمایش داده می شوند. روی Continue کلیک می کنیم تا صفحه مختصاتی دوبعدی برای ترسیم هندسه مدل نمایش داده شود.







برای ترسیم هندسه دوبعدی خریای سه بعدی برای راحتی کار با توجه به اینکه طول تمامی اعضای خریا یکسان است، ابتدا شکلی شماتیک از هندسه دوبعدی خریای سه بعدی ترسیم نموده و سپس تمامی طول ها را یکسان می کنیم.

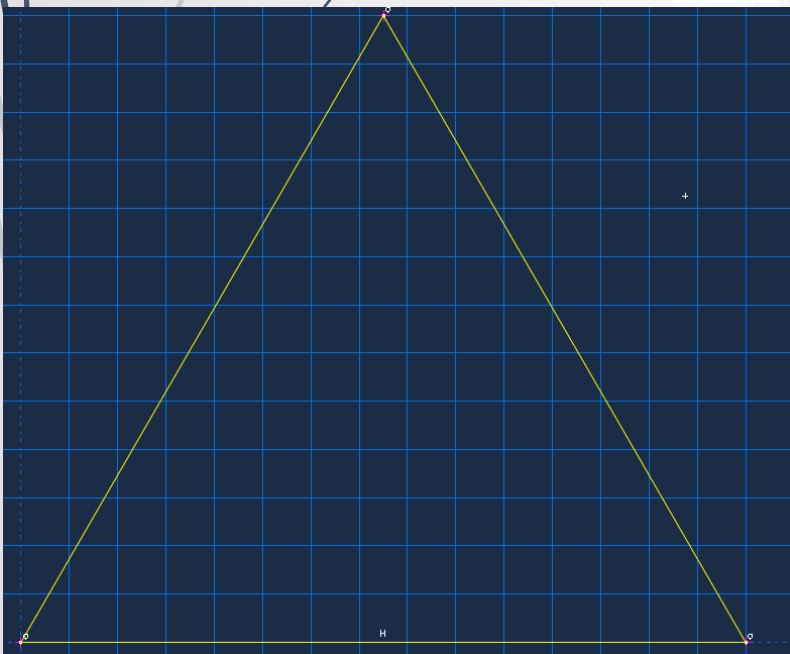
در Prompt area در قسمت   Pick a point--or enter X,Y:  پس از ترسیم شماتیک

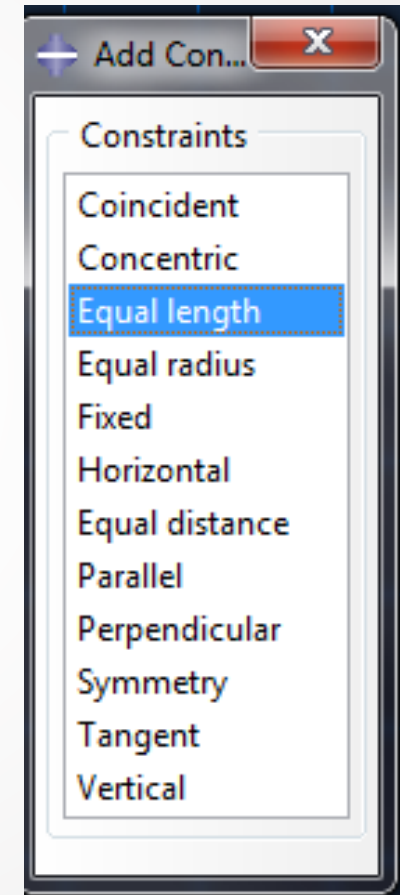
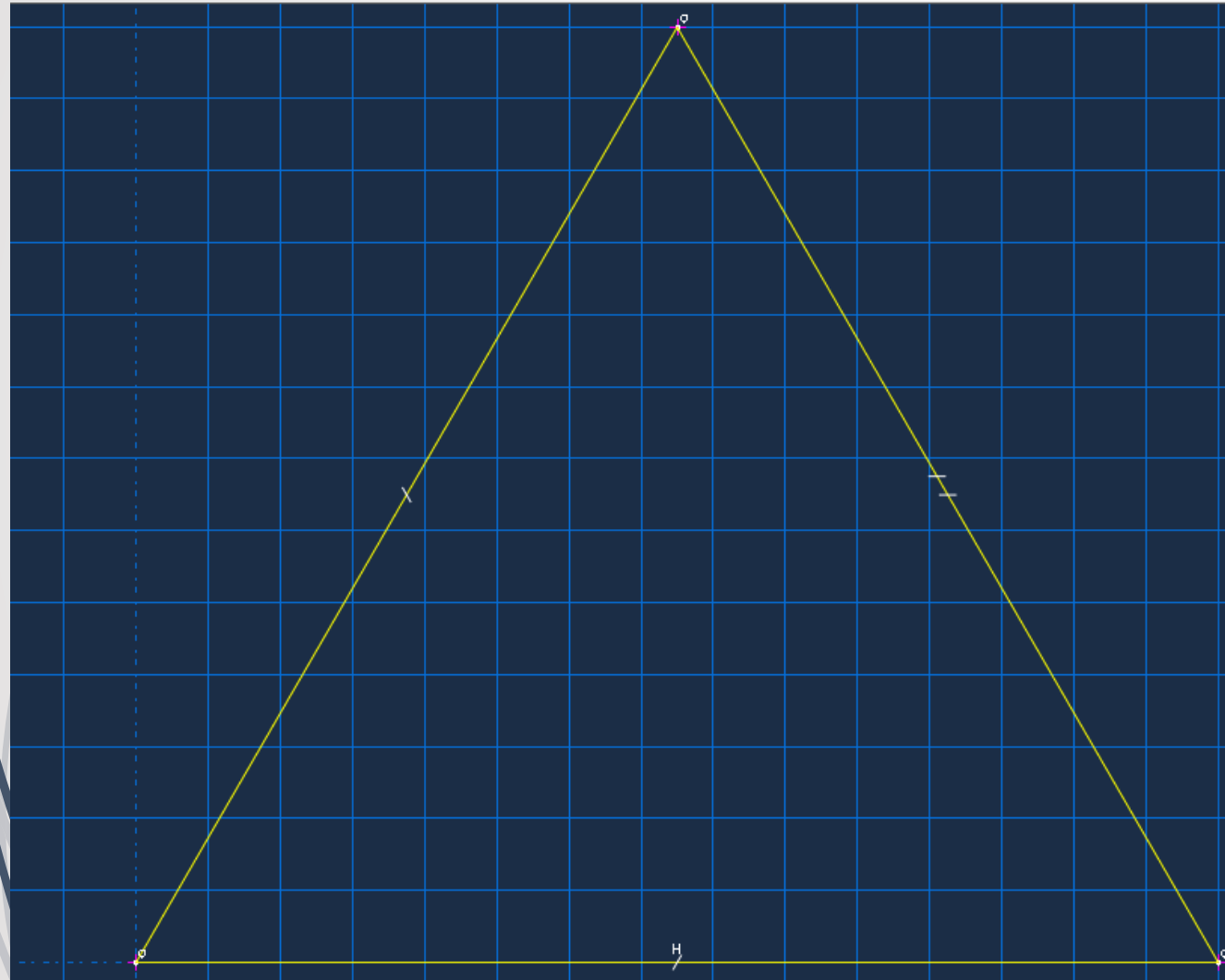
هندسه دوبعدی، در نهایت پس از ترسیم روی  در   Sketch the section for the wire  کلیک کنید.

برای اینکه تمامی نقاط از نمای نزدیکتری دیده شوند، روی آیکون  در نوار ابزار بالا کلیک کنید. (با فشار دادن کلید F6 عملکرد مشابهی مورد انتظار است). پس از مناسب کردن تصویر شکلی مشابه شکل ۱۳-۶ مشاهده می شود.


برای برابر نمودن طول اعضا روی آیکون  کلیک کنید. در پنجره باز شده مشابه شکل ۱۳-۷ با کلیک روی گزینه Equal Length مطابق شکل ۱۳-۸ کلیه اعضای ترسیم شده را انتخاب نموده و سپس در Prompt area در قسمت

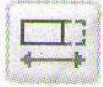
روی   Select the lines for the equal length constraint  کلیک کنید تا شکل ۱۳-۹ نمایش یابد.




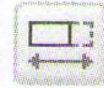


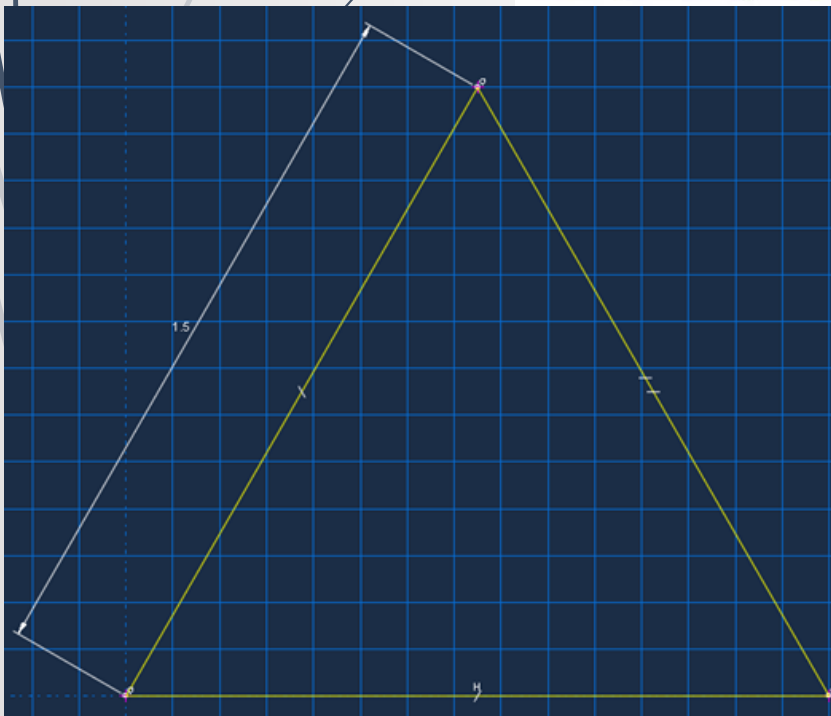
با توجه به اینکه مقدار جذر عدد  $1/5$  برابر طول یکی از اعضا است، لازم است از روشی جدید که در ادامه توضیح داده

می شود استفاده شود. برای اندازه گذاری روی آیکون  کلیک کرده و با انتخاب یکی از اعضا و سپس فشار دادن کلید Enter

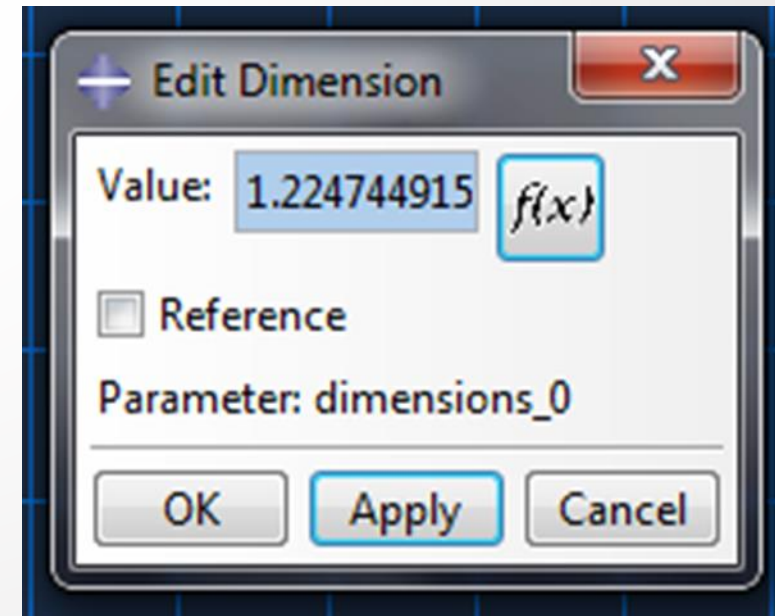
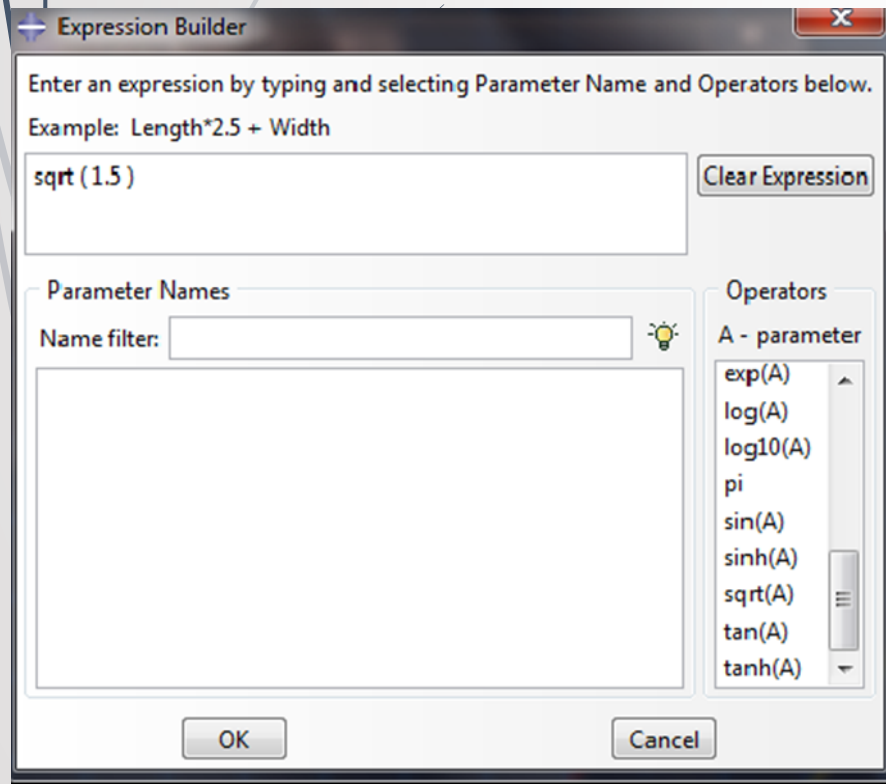
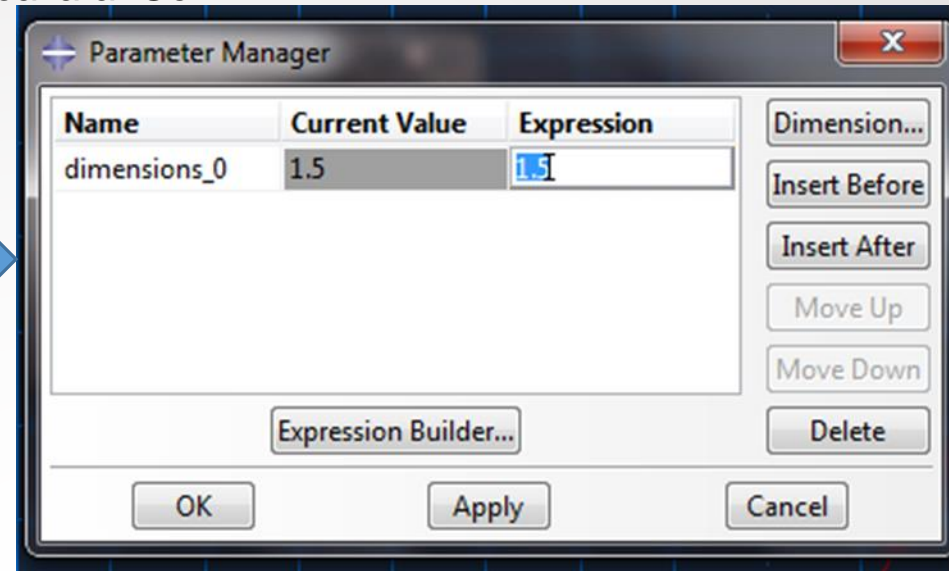
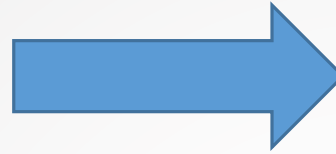
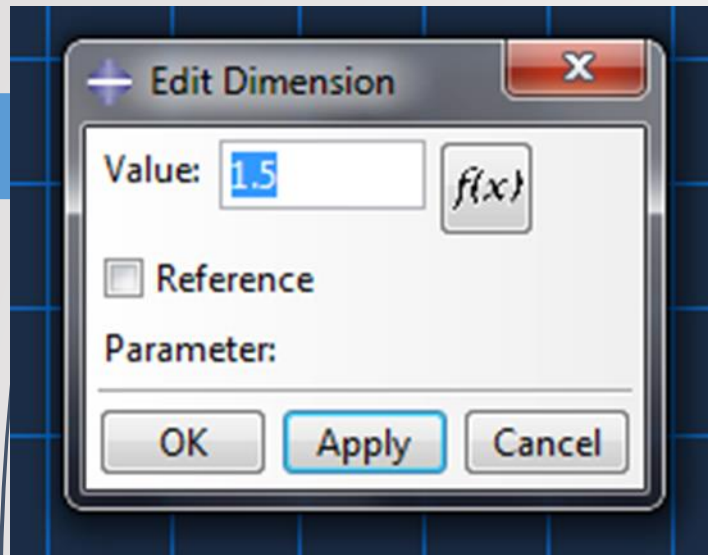
از صفحه کلید مقدار اندازه مورد نظر را قبول کنید. حال روی آیکون  کلیک و سپس خط اندازه گیری شکل را

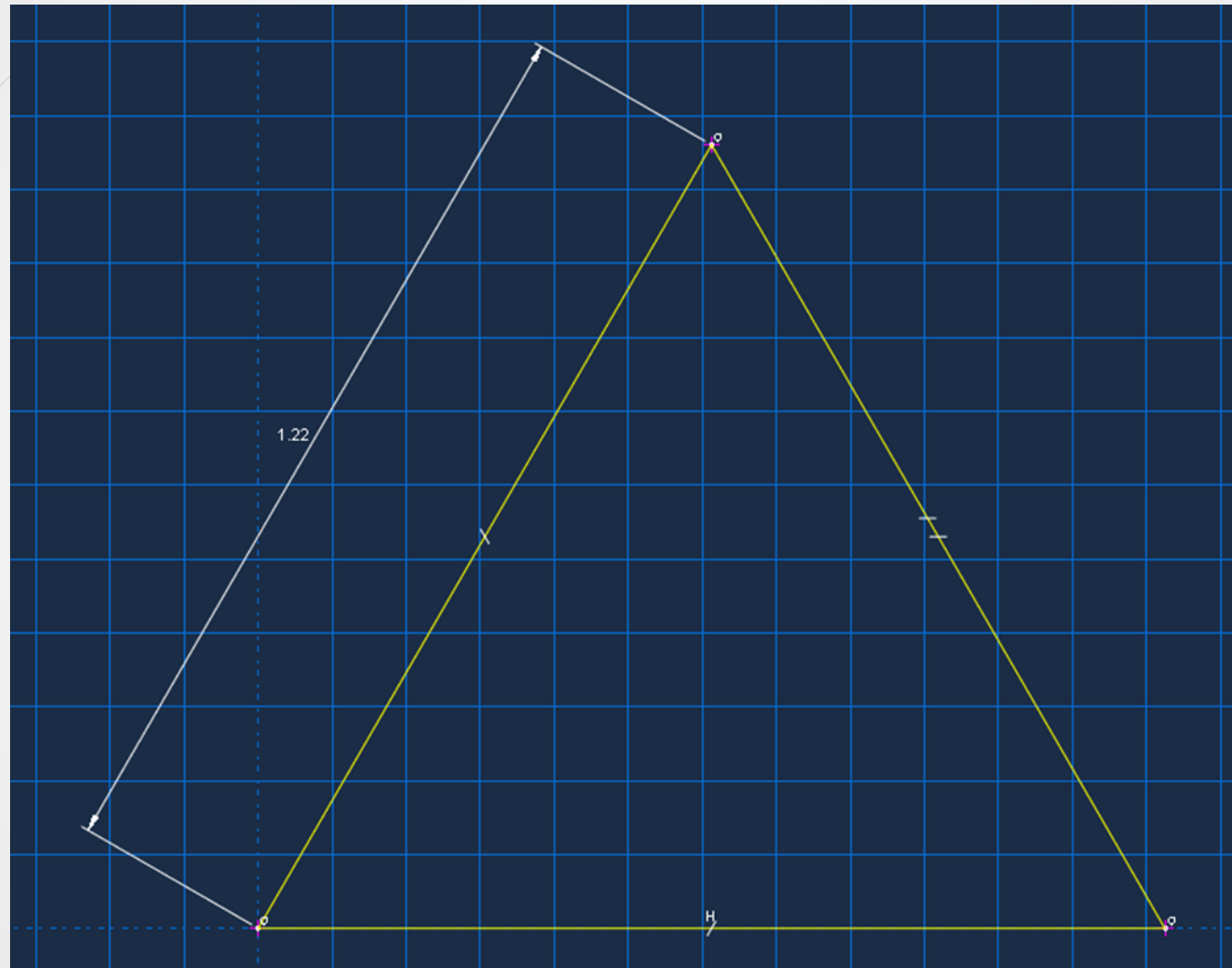
انتخاب کنید. مطابق شکل در پنجره باز شده روی آیکون  کلیک کنید و در پنجره شکل ، با کلیک در قسمت Expression و سپس انتخاب Expression Builder، در پنجره شکل ، مطابق شکل عملگر  $\sqrt{()}$  را انتخاب کرده و سپس عدد  $1/5$  را در داخل پرانتز تایپ نمایید. روی OK کلیک کرده و در پنجره باز شده




شکل مجدداً روی OK کلیک کنید تا مقدار اندازه مورد نظر تثبیت شود. حال اگر روی پنجره  کلیک کنید مانند شکل مقدار دقیق جذر عدد  $1/5$  که اندازه ضلع می باشد نمایش داده می شود. هندسه دوبعدی خریای سه بعدی در شکل نمایش داده شده است.

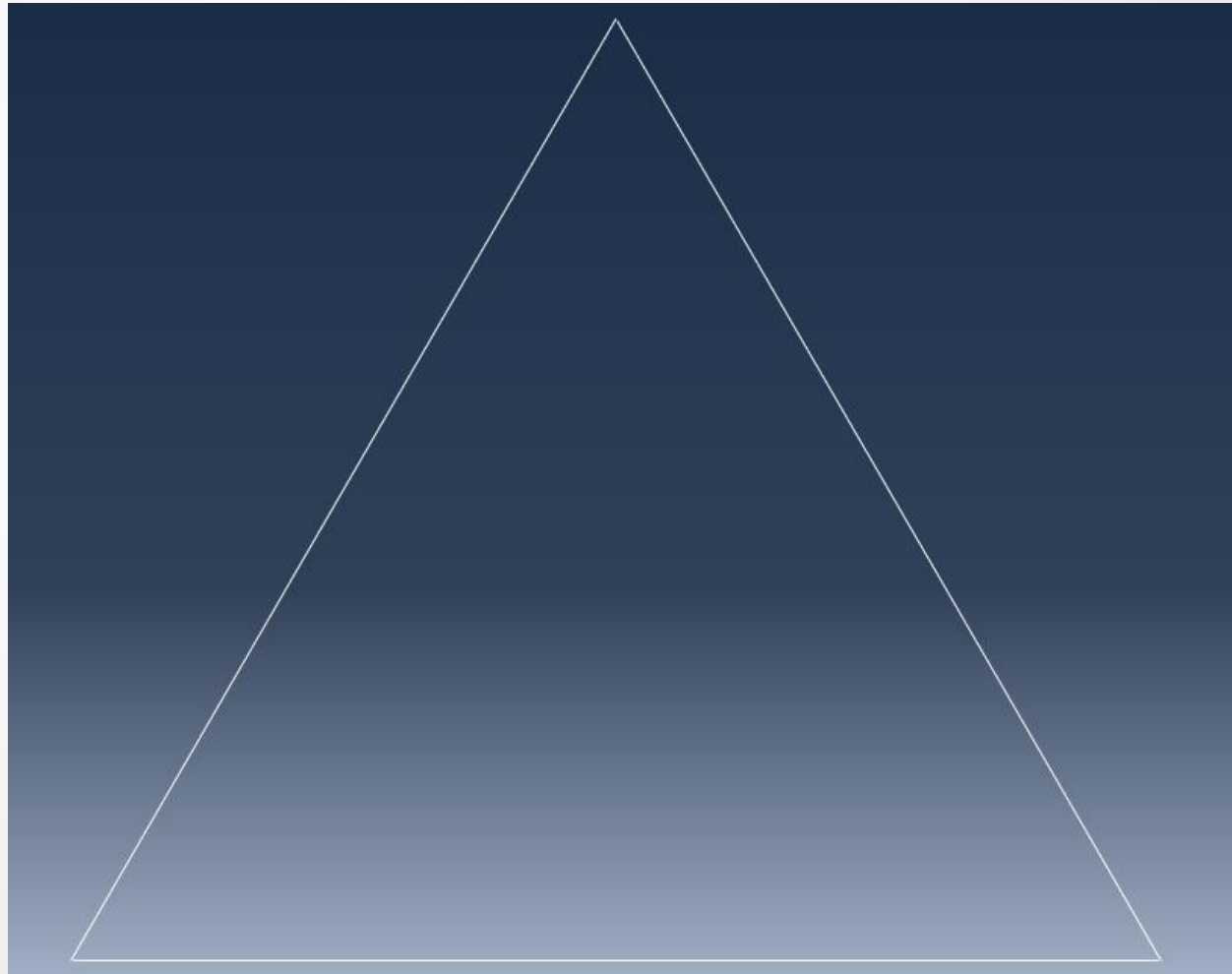



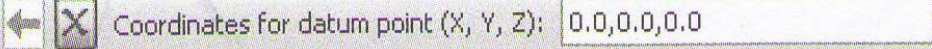



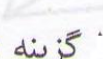

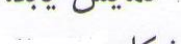

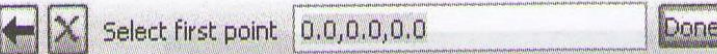

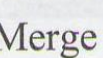






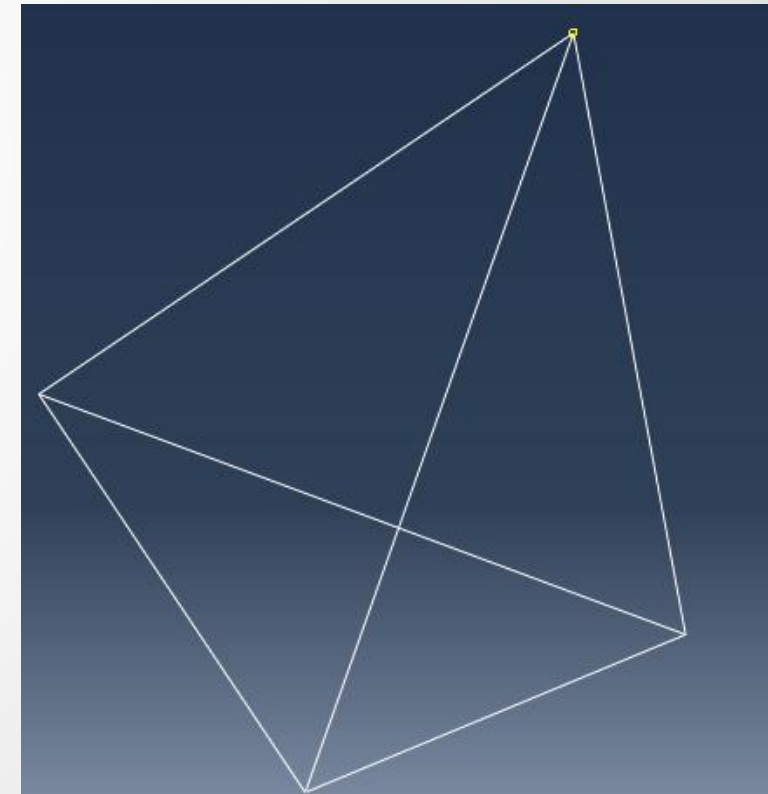
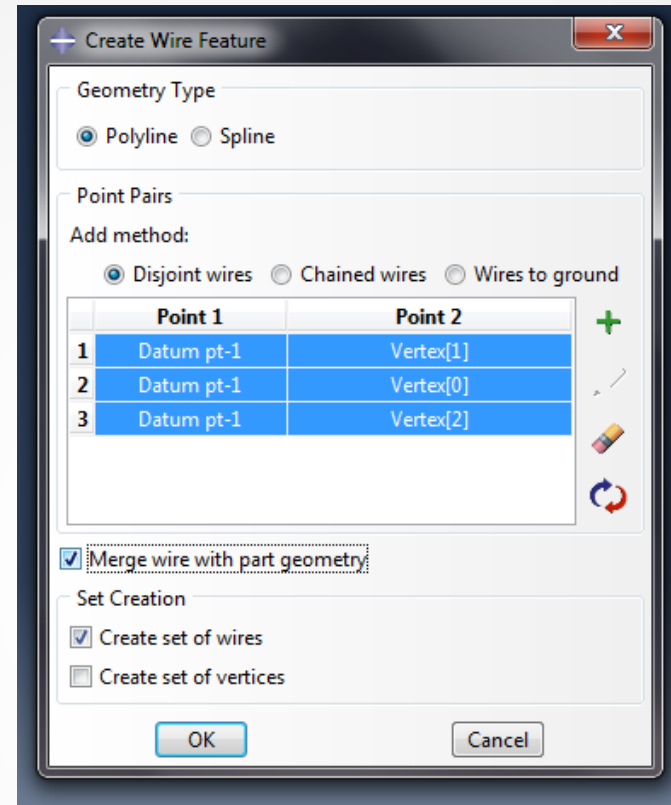
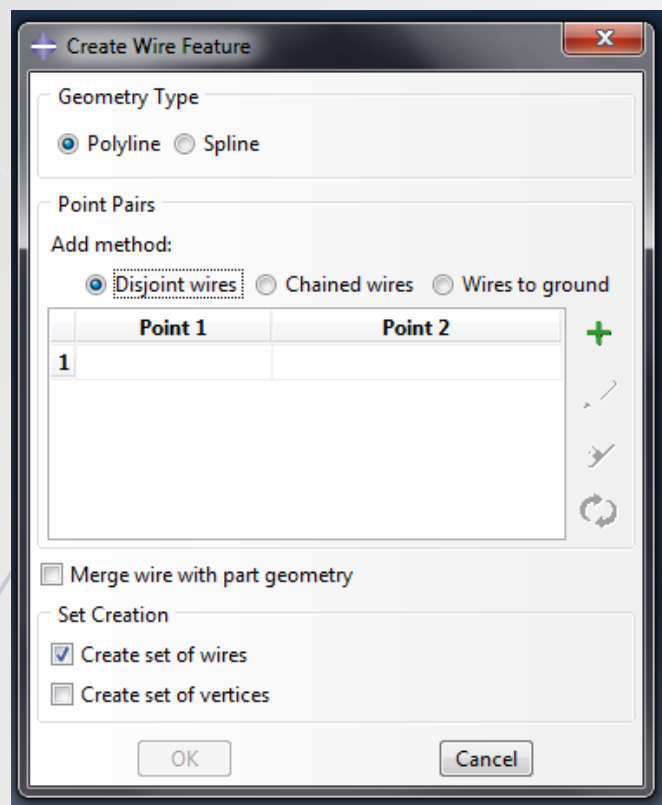


برای تأیید نهایی هندسه مدل روی Done در   Sketch the section for the wire  در Prompt area کلیک کنید. به صورت اتوماتیک صفحه ترسیم بسته شده و شکلی مطابق شکل نمایش داده می شود.




حال باید که هندسه ترسیم شده را به شکل خرابای سه بعدی ترسیم کنیم. برای این کار روی آیکون  کلیک کرده و در قسمت  Coordinates for datum point (X, Y, Z): 0,0,0,0,0,0 مختصات  $(L/2, H/3, -1)$  را مطابق صورت مسئله وارد کنید. در این مسئله مقدار  $L$  و  $H$  به ترتیب برابر  $1/224745$  و  $1/06066$  می باشد که با استفاده از قضایای هندسه برای اینکه طول شش میله یکسان باشند، باید مختصات نقطه مذکور رعایت شود. حال برای تکمیل مدل خرابای سه بعدی روی آیکون  کلیک کرده و موس را روی آن چند ثانیه نگاه دارید تا  نمایش یابد. روی آیکون  کلیک کرده و نهایتاً در پنجره باز شده مشابه شکل  گزینه Disjoint wires را فعال نموده روی آیکون  کلیک کنید. حال ابتدا نقطه  $A$  و سپس نقطه  $B$  را انتخاب نموده تا شکلی مانند شکل  نمایش یابد. به همین ترتیب به ترتیب نقاط  $A$  و سپس  $C$  و در نهایت نقاط  $A$  و سپس  $D$  را انتخاب نمایید تا شکلی مانند شکل  ترسیم شود. در Prompt area در قسمت  روی  کلیک کرده و در پنجره باز شده شکل  گزینه Merge wire with part geometry را انتخاب نمایید و روی  کلیک کنید تا شکلی مانند شکل  نمایش یابد.





## تعریف مشخصات مصالح

به منظور تعریف مشخصات مصالح برای این مدل، با انتخاب مازول Property از لیست مازول ها به مازول Property رفته و برای تعریف مصالح روی آیکون  کلیک کنید. سپس در پنجره Edit Material مشخصات مصالح را مطابق صورت مسئله وارد نمایید.

ابتدا لازم است نام Steel را برای مصالح خود انتخاب کرده، چگالی را نیز با کلیک روی General و سپس Density مطابق شکل وارد نمایید. مشخصات وارد شده مطابق شکل های نشان داده می شود. سپس گزینه Mechanical و گزینه Elasticity، کلیک نمایید. در نهایت مطابق شکل روی گزینه Elastic کلیک کرده و در قسمت Data مطابق صورت مسئله مدول الاستیسیته و نسبت پواسون را وارد نمایید.

$$E = 200 \text{ GPa}, \nu = 0.3, \rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

روی OK کلیک نمایید. اکنون مصالح مدل تعریف شده است.

**Edit Material**

Name: steel

Description:

Material Behaviors

Density

General Mechanical Thermal Other

Density

Distribution: Uniform

☐ Use temperature-dependent data

Number of field variables: 0

Data

	Mass Density
1	7850

OK Cancel

**Edit Material**

Name: steel

Description:

Material Behaviors

Density Elastic

General Mechanical Thermal Other

Elastic

Type: Isotropic

☐ Use temperature-dependent data

Number of field variables: 0

Moduli time scale (for viscoelasticity): Long-term




☐ No compression

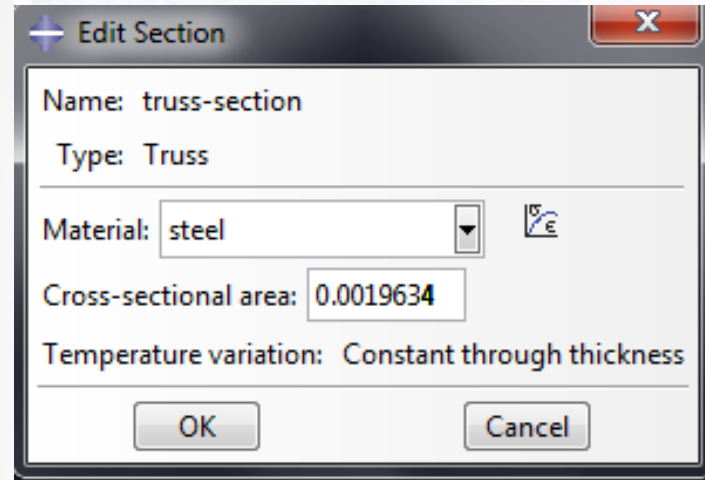
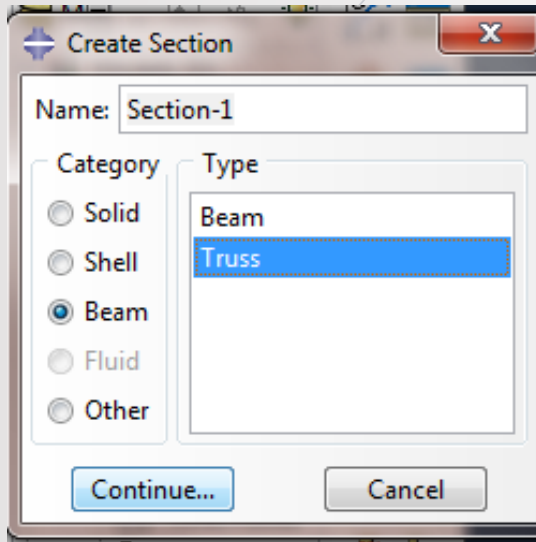
☐ No tension

Data

	Young's Modulus	Poisson's Ratio
1	200e9	0.3

OK Cancel

حال باید با کلیک روی آیکون  در پنجره باز شده Create Section، مطابق شکل  نام Section را Truss-Section قرار داده و گروه قطعه را Beam و از نوع Truss، انتخاب کرده روی Continue، کلیک کنید. اکنون مطابق شکل  در پنجره Edit Section در قسمت Material پیش فرض Steel انتخاب شده است زیرا تنها مصالح تعریف شده در این مثال می باشد در غیر این صورت باید مصالح مورد نظر را انتخاب نمود.





حال باید مقطع یا مقاطع تعریف شده را به هندسه ترسیم شده که اعضای خرپا می‌باشند، اختصاص دهیم. برای این کار



روی آیکون کلیک کرده و با پایین نگاه داشتن کلیک چپ موس و ترسیم کادری تمامی اعضا را انتخاب کرده، (در صورتی که تمامی اعضا به درستی انتخاب شوند اعضای نشان داده شده به رنگ قرمز نشان داده می‌شوند)، روی Done در



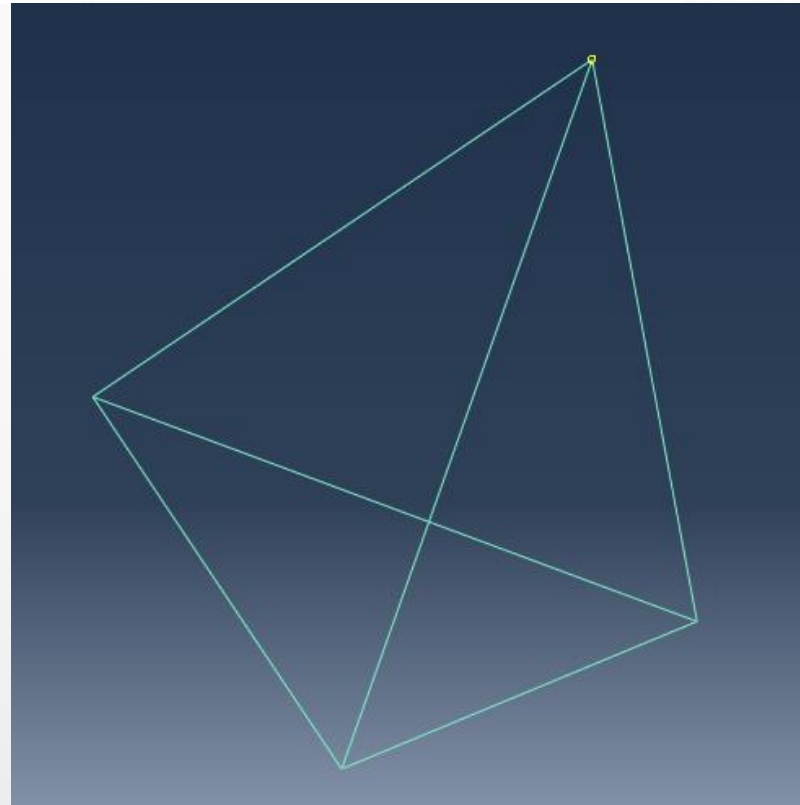
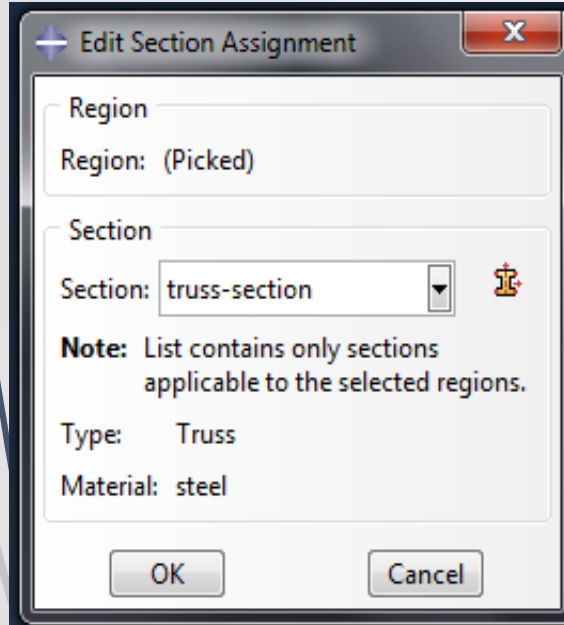
Select the regions to be assigned a section Done


Prompt area

کلیک نمایید تا مطابق شکل پنجره Edit

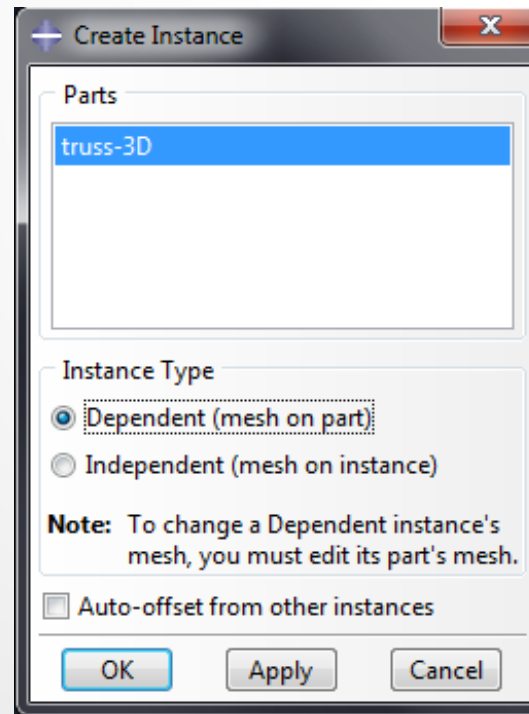
Section Assignment نمایش داده شود. در قسمت Section، Truss Section را انتخاب کرده و روی OK کلیک

نمایید. در این قسمت مشخصات تعریف شده برای مصالح به آنها اختصاص یافته و مطابق شکل نمایش داده می‌شود و به رنگ سبز درمی‌آیند.




به ماژول Assembly رفته و با کلیک روی آیکون ، مطابق شکل ۱۳-۳۵ در پنجره Create Instance، در قسمت Truss-3D, Parts را انتخاب نموده و روی OK کلیک نمایید. در صورتی که این مرحله به درستی انجام شود مطابق شکل ۱۳-۳۶ خریا به رنگ آبی درمی آید.

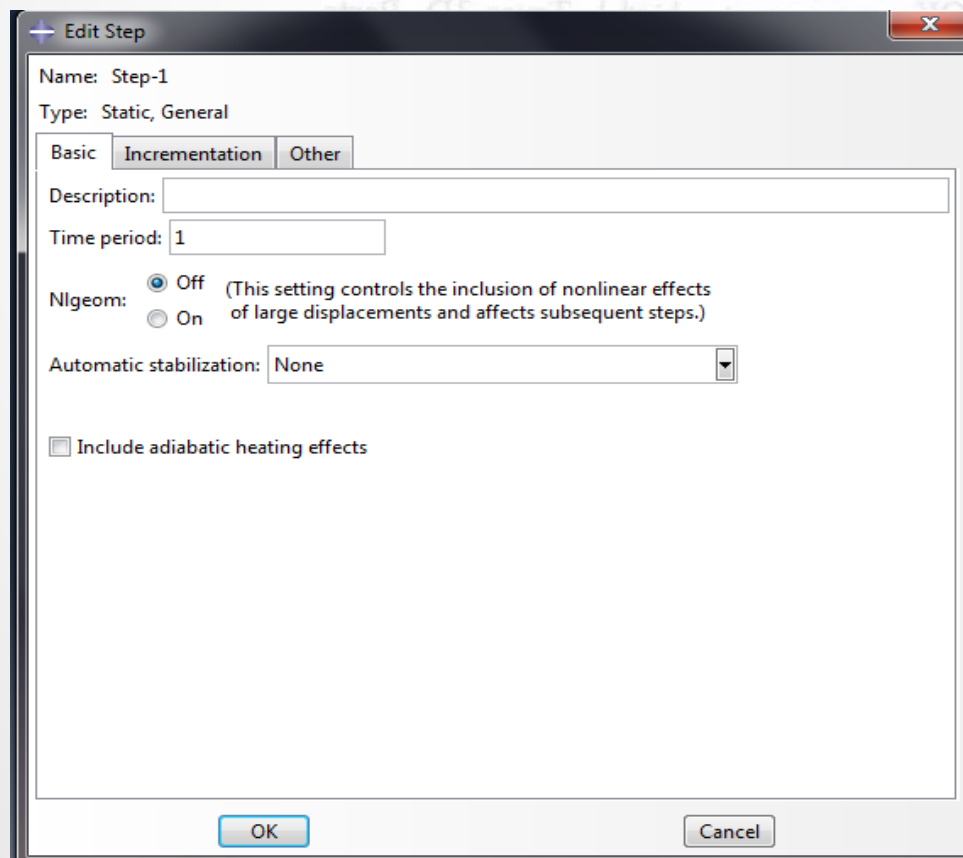
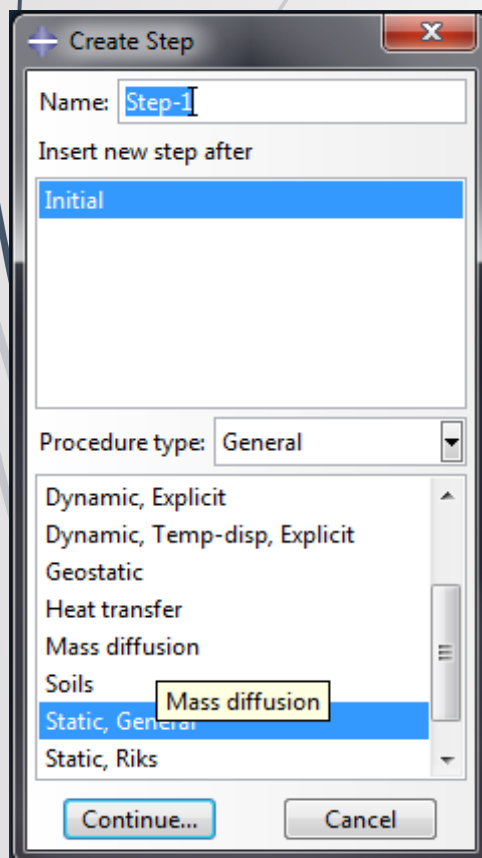
در این قسمت از پیش پردازش لازم است مدل ذخیره شود. با کلیک روی File و سپس Save As نامی مناسب برای فایل تایپ کرده و روی OK کلیک کنید. بهتر است که پس از هر مرحله فایل مورد نظر ذخیره شود تا در صورت مشکلات احتمالی فایل مورد نظر ذخیره شده باشد و قابل بازیابی باشد.



## تعریف مراحل تحلیل




در این مرحله به تعریف Step می‌پردازیم. به وسیله Step کاربر نوع بارگذاری را که می‌تواند استاتیکی یا دینامیکی باشد انتخاب می‌کند. همچنین قیده‌های تکیه‌گاهی و نیروها را می‌توان در یک Step خاص تعریف کرد. به ماژول Step بروید.

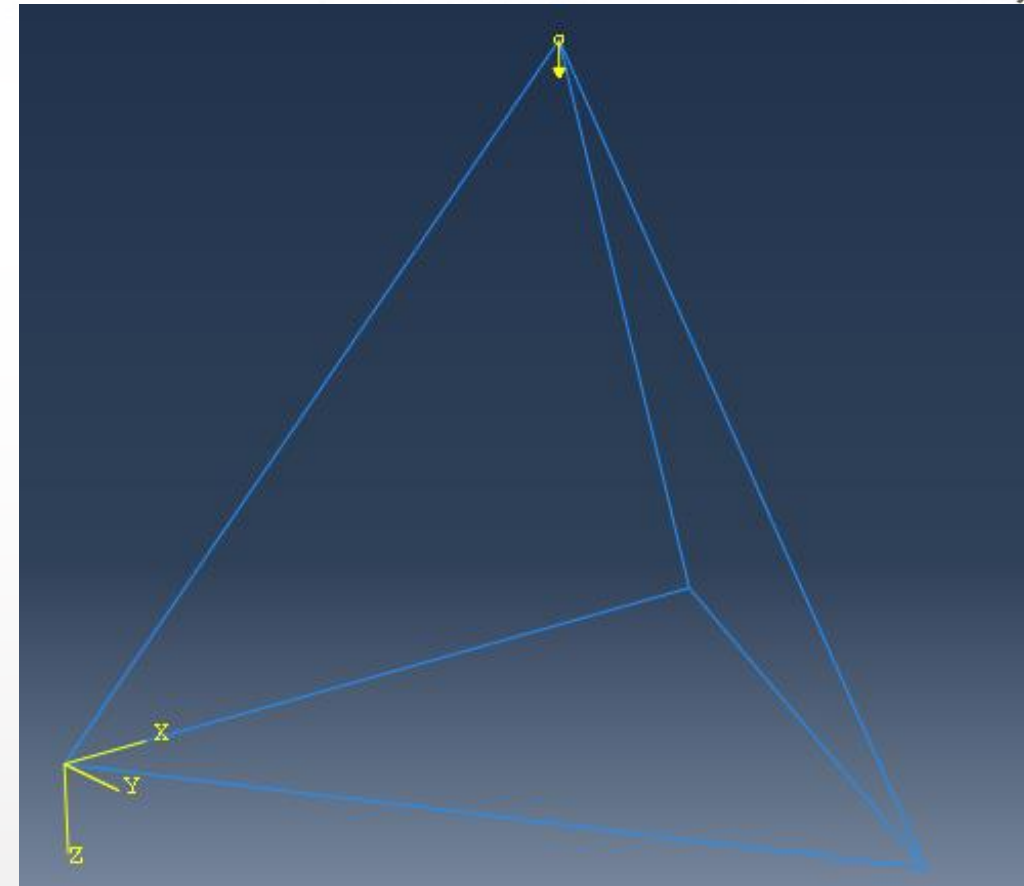
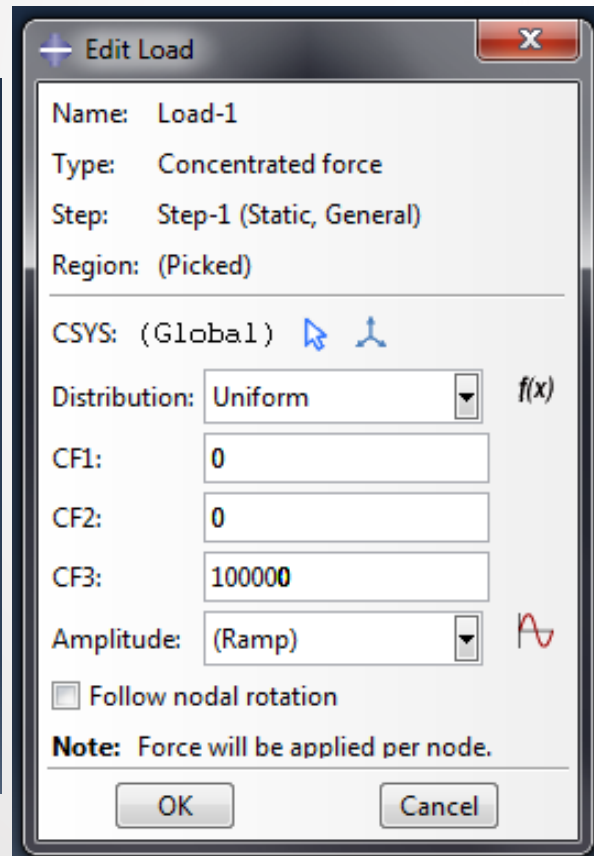
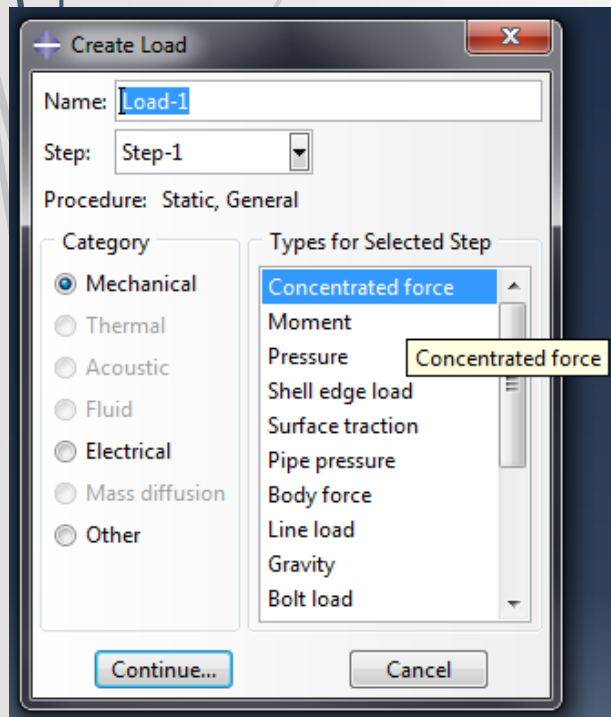
در جعبه ابزار روی آیکون  کلیک کنید و مطابق شکل در پنجره باز شده گزینه Static, General را انتخاب کرده و روی Continue کلیک کنید. در پنجره باز شده Edit Step مطابق شکل مقادیر پیش فرض نرم افزار را پذیرفته و روی OK کلیک کنید.






# بارگذاری و شرایط تکیه گاهی

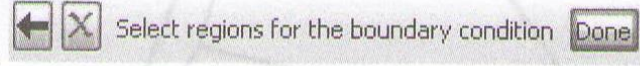
به ماژول Load رفته و برای تعریف بارگذاری روی آیکون  کلیک نمایید. در پنجره باز شده شکل نوع بار را که در این مسئله به صورت خطی Concentrated force می باشد تعیین می کنیم. Continue را زده سپس نقطه فوقانی خرپا را مانند شکل انتخاب کنید. سپس در Prompt area در قسمت  Select points for the load  روی Done کلیک نمایید. مانند شکل در Edit Load مقدار بار را که در جهت خلاف مثبت محور Z که همان محور عمود بر صفحه است، می باشد منفی مقدار وارد شده، وارد کرده و OK را کلیک می کنیم. خرپای فضایی به صورت شکل خواهد شد.

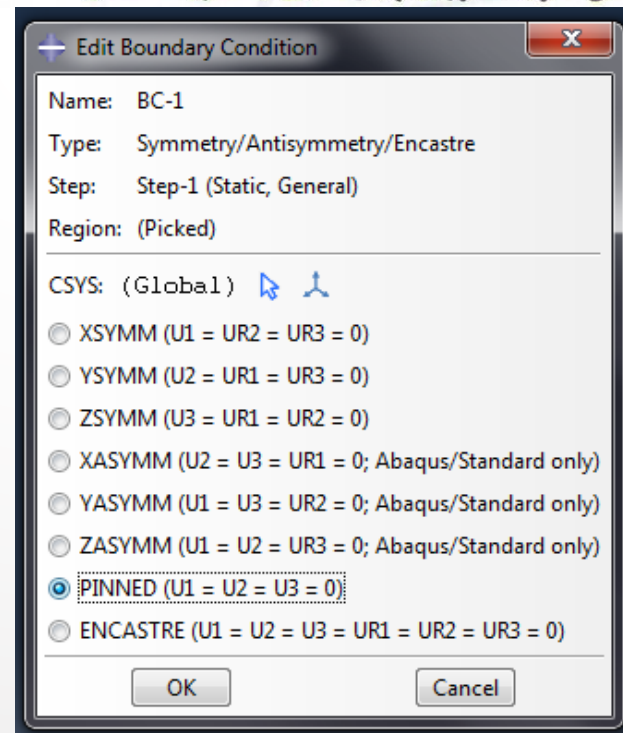
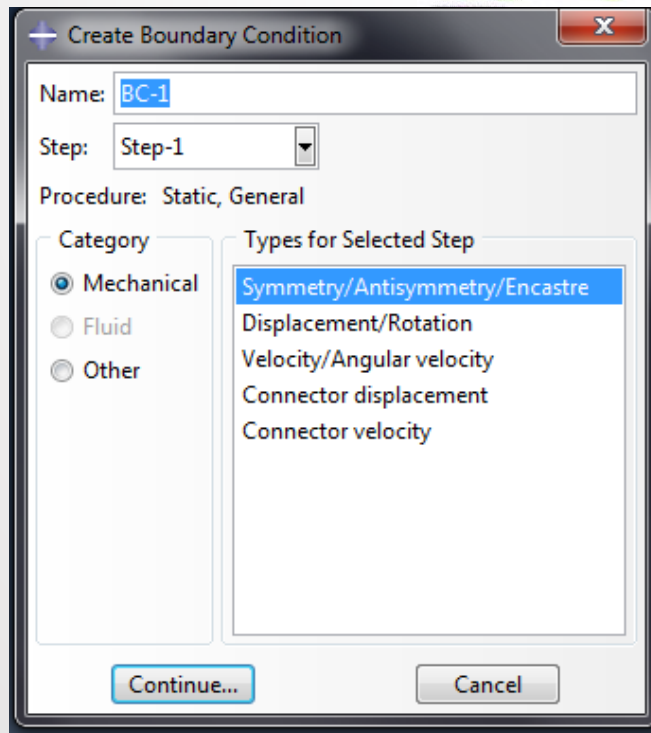




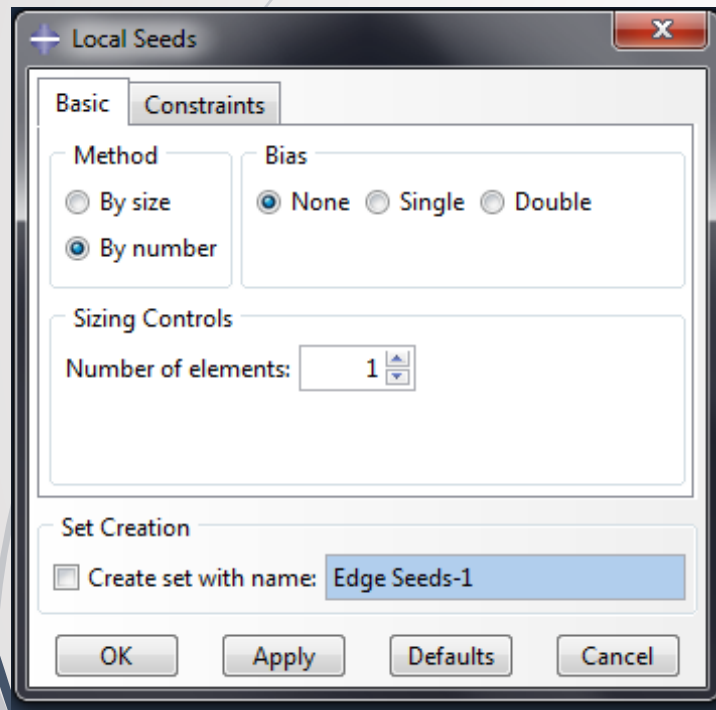
سه شرط مرزی یکسان وجود دارد که باید به مدل اعمال شود. همان طوری که در صورت مسئله مشخص بود هر سه

تکیه گاه از نوع مفصلی هستند. برای تعریف شرایط تکیه گاهی روی آیکون  کلیک نمایید. سه شرط مرزی مشابه وجود دارد که باید به مدل اعمال شود. همان طوری که در صورت مسئله مشخص بود هر دو تکیه گاه از نوع گیردار می باشند. مطابق شکل در پنجره باز شده Create Boundary Condition در قسمت Category، Mechanical و در قسمت Types for Selected Step، Symmetry/Antisymmetry/Encastrه را انتخاب کرده و روی Continue کلیک کنید. با پایین نگاه داشتن کلید Shift از صفحه کلید، کلیه نقاط تکیه گاهی را مانند شکل

صفحه در Prompt area در قسمت  روی Done کلیک کنید. در پنجره باز شده Edit Boundary Condition مانند شکل گزینه Pinned به معنای تکیه گاه مفصلی در فضا را انتخاب نموده و روی OK کلیک کنید. شکل نهایی پس از اعمال شرایط مرزی و بارگذاری به صورت شکل



## مش بندی



به منظور ایجاد مش اجزاء محدود برای هندسه مدل به ماژول مش رفته در Context bar

Module: Mesh Model: Model-1 Object: ☐ Assembly ☒ Part: Truss-3D



تغییر دهید و روی آیکن Module: Mesh Model: Model-1 Object: ☒ Assembly ☐ Part:

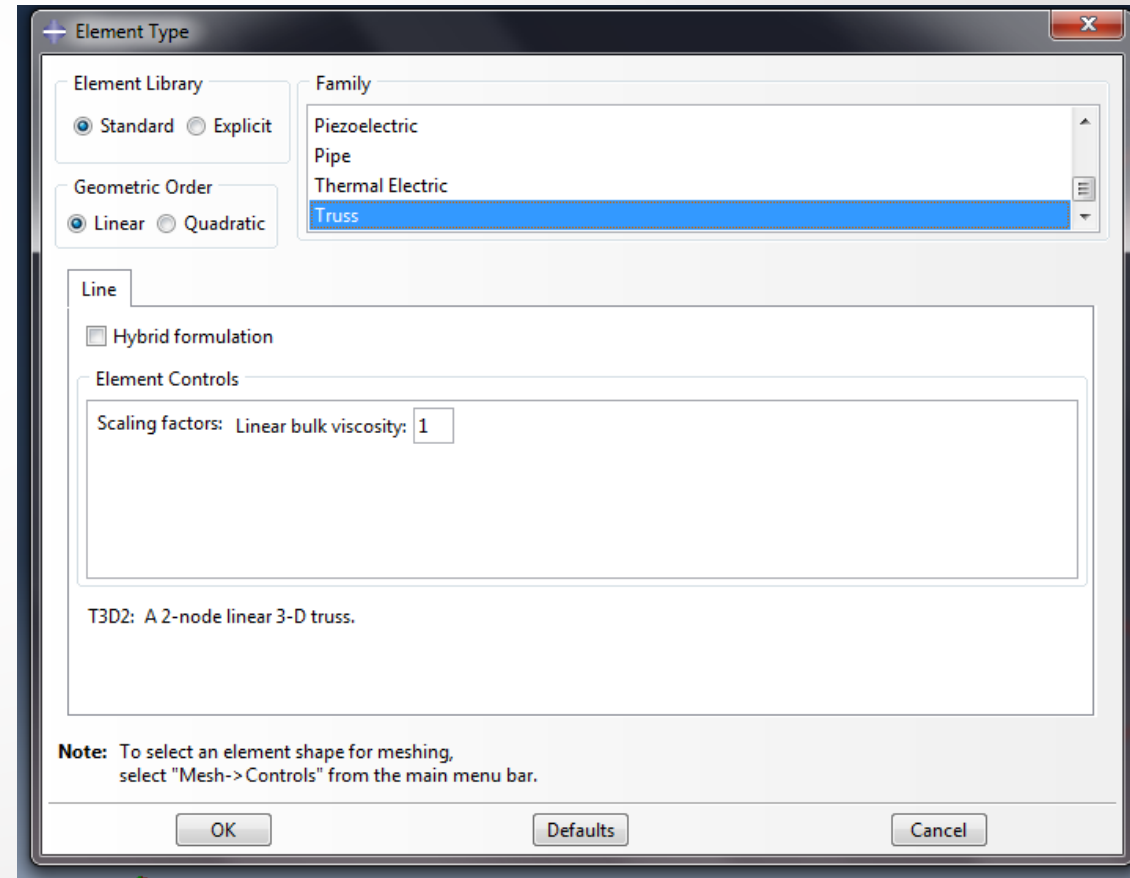
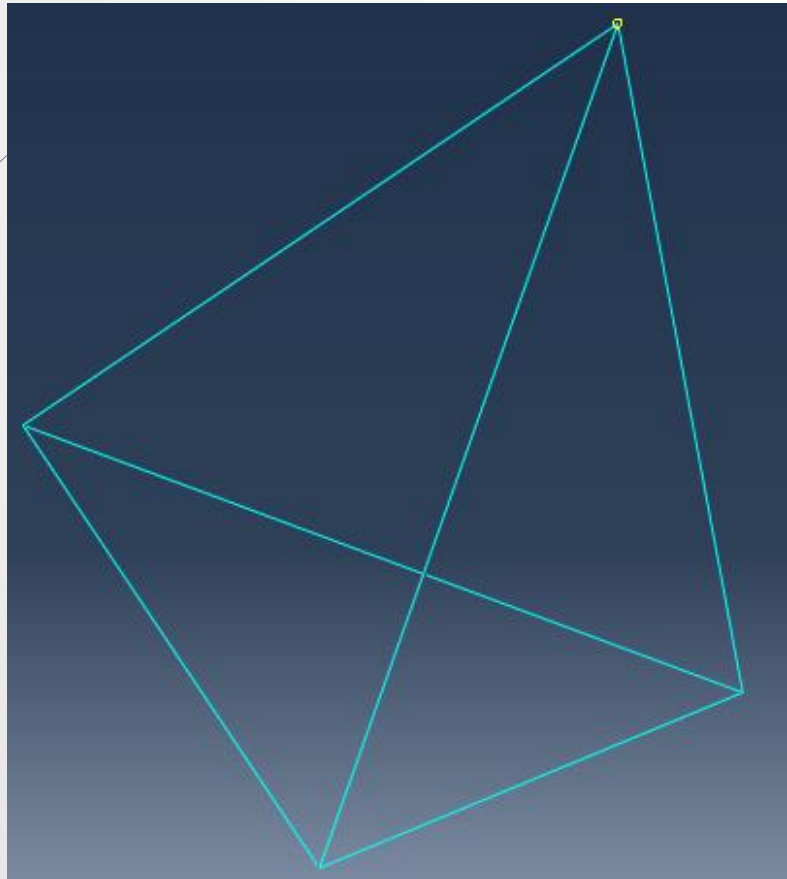
کلیک کنید. با پایین نگاه داشتن کلیک چپ موس و انتخاب تمامی اعضای خرپا، شکل Prompt area در

روی Done کلیک کنید و در Select the regions to be assigned local seeds individually Done Use single-bias picking

پنجره باز شده Local Seeds، گزینه By number را انتخاب نموده و Number of elements را مطابق شکل برابر ۱ قرار دهید. روی OK کلیک کنید. با انجام این کار هر عضو خرپا برابر یک المان قرار می گیرد به همین دلیل عدد یک را برابر تعداد المان ها در هر عضو قرار می دهیم.

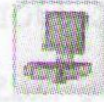


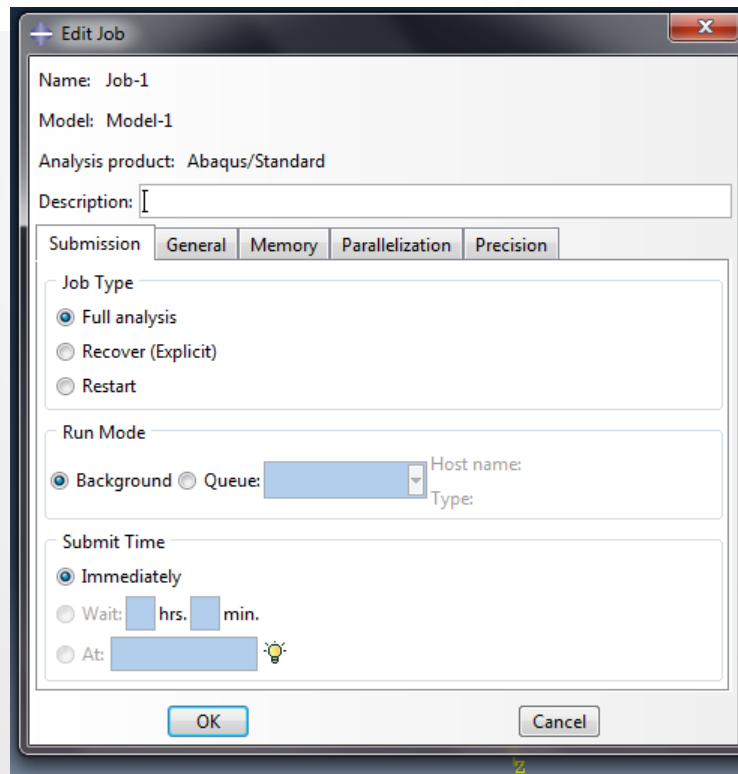
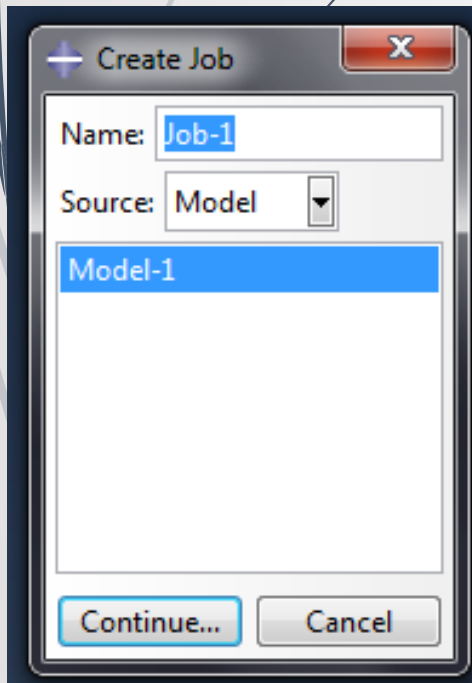
برای مش بندی روی آیکون  کلیک کرده و در Prompt area Yes کلیک کنید. در صورت درست طی کردن مراحل فوق مطابق شکل سازه به رنگ سبز درمی آید. حال روی آیکون  کلیک کرده و با پایین نگاه داشتن کلیک چپ موس و انتخاب تمامی اعضای خرپا در قسمت روی Done کلیک کنید. در پنجره باز شده مطابق شکل Family را از Beam به Truss تغییر داده و روی OK کلیک کنید. نام المان مورد نظر T3D2 می باشد



## ایجاد یک Job

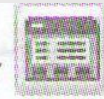
در این مرحله مدل ساخته شده که تحت بارگذاری مورد نظر قرار گرفته است توسط نرم افزار تحلیل می شود. این مرحله، مرحله پردازش مدل می باشد.

به منظور ایجاد یک Job جدید روی آیکون  کلیک کرده، مطابق شکل در صفحه Create Job نامی مناسب برای آن انتخاب کرده، اکنون روی Continue کلیک کنید. در پنجره باز شده Edit Job مانند شکل مقادیر پیش فرض را پذیرفته و روی OK کلیک کنید.



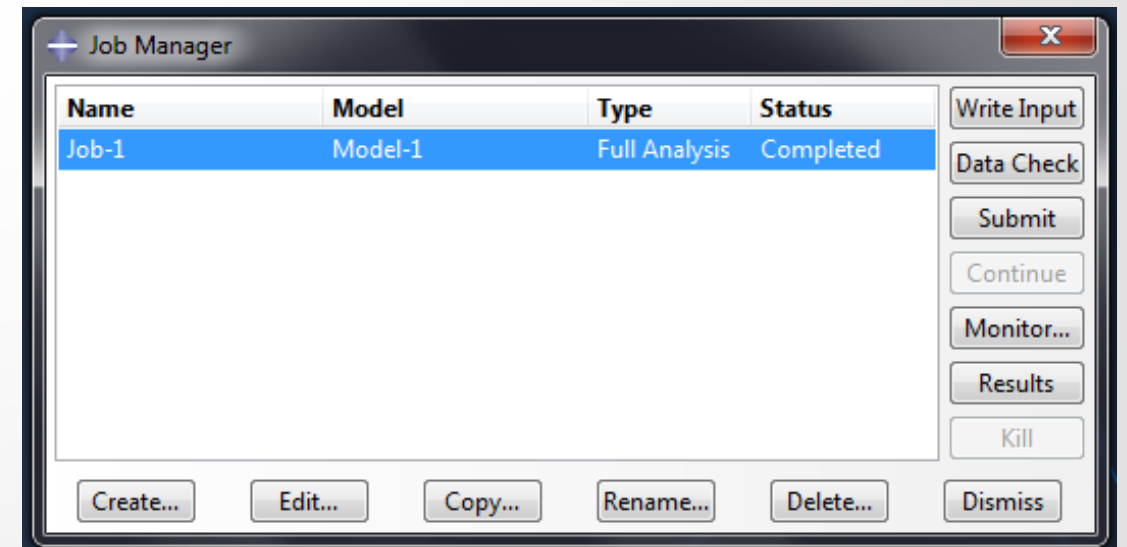
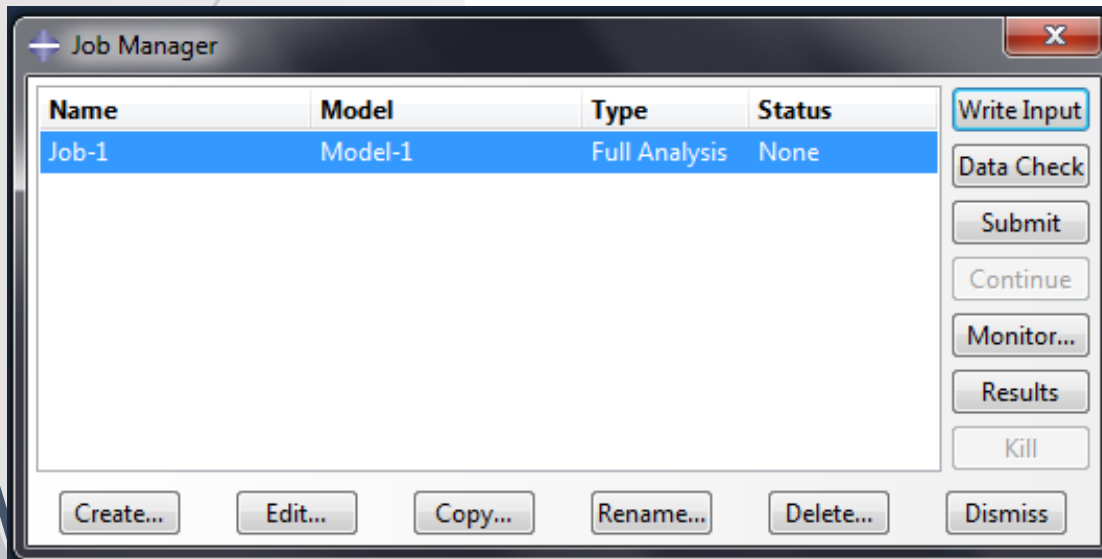


## پردازش مدل



باز شود. در پنجره باز شده روی Submit کلیک داده شود. در نهایت مطابق شکل

کلیک می‌کنیم، تا پنجره‌ای مشابه شکل  
کرده و صبر می‌کنیم تا پیغام‌هایی در Message Area مطابق شکل  
Completed را مشاهده نماییم.



قابلیتی جدید که برای نمایش المان‌های Truss در نسخه ۶.۱۱ Abaqus اضافه شده است قابلیت نمایش سه‌بعدی در نتایج است. برای مشاهده سه‌بعدی نتایج از نوار فهرست انتخاب نرم‌افزار در ماژول Visualization روی View و سپس ODB Display Options کلیک کرده، در پنجره باز شده در سربرگ General گزینه Render beam profiles



را فعال کنید. اکنون شکلی مانند شکل ۱ مشاهده می‌شود. برای دیدن در حالت سه‌بعدی با کلیک روی آیکون

شکلی مانند شکل مشاهده می‌شود.

