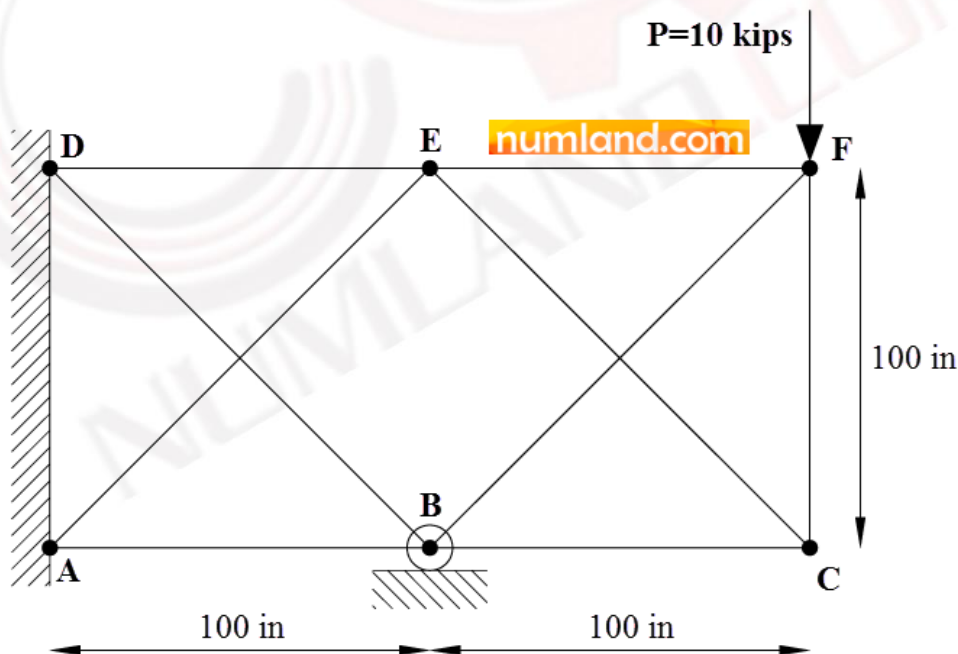


شرح مختصر مسئله:

خرپای دوبعدی نشان داده شده در شکل ۱ را در نظر بگیرید. این خرپا متشکل از ۹ عضو است. دو عضو BF و CE و همچنین اعضای AE و BD بدون اینکه یکدیگر را قطع کنند از روی هم عبور کرده اند یعنی هر یک از این اعضا فقط شامل یک المان هستند. نقاط A و D در یک دیوار عمودی قرار دارند در نتیجه امکان جابه جایی در هیچ راستایی را ندارند. نقطه B تکیه گاه غلتکی است. عضو CF در اثر خطای ساخت به اندازه 0.1 in کوتاه تر از 100 in (یا همان طول 99.9 in) است در نتیجه ابتدا آن را بین نقاط F و C جاسازی می کنیم که در نتیجه این کار، پیش تنش در سازه ایجاد می شود. نیروی عمودی P به نقطه F اعمال شده است. نقطه تکیه گاهی B به اندازه 0.05 in به سمت پایین کشیده می شود و در همان نقطه نگهداشته می شود. کل سازه به اندازه 50 °F گرم می شود در نتیجه تنشهای حرارتی در آن ایجاد می شود. هدف، به دست آوردن مقدار تنش در عضو CF و نیروی تکیه گاهی R_B و مقایسه آنها با نتایج مرجع [1] می باشد. طول اعضا بر حسب اینچ و جنس آنها از فولاد با مدول الاستیسیته

30×10^6 psi و ضریب انبساط حرارتی $\alpha = 6.5 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ F}$ و سطح مقطع 3.33333 in^2 است.



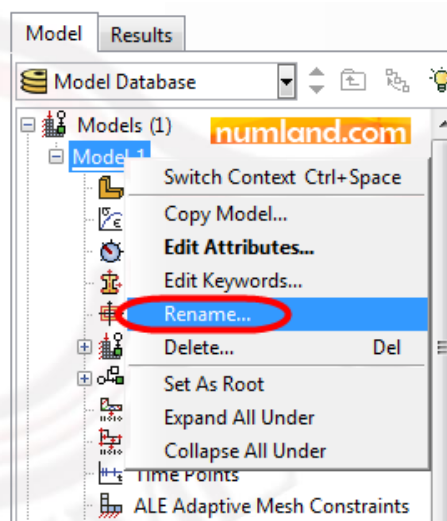
شکل ۱: خرپای ۹ عضوی از نظر استاتیکی نامعین

انتظار ما از شما بعد از مطالعه این درس


- ۱- آشنایی با مسائل دو بعدی
- ۲- مدلسازی اعضا به گونه ای که بدون تقاطع از روی هم عبور کنند
- ۳- عدم رعایت مائول ها در مدلسازی و استفاده از مائول مناسب بنا به صلاحدید
- ۴- اعمال جابجایی به یک گره
- ۵- اعمال بار متمرکز به یک گره
- ۶- اعمال تغییر دما به اعضا و ایجاد تنش حرارتی
- ۷- ایجاد تنش اولیه در سازه در اثر خطای ساخت یکی از اعضا

مدلسازی مسئله:

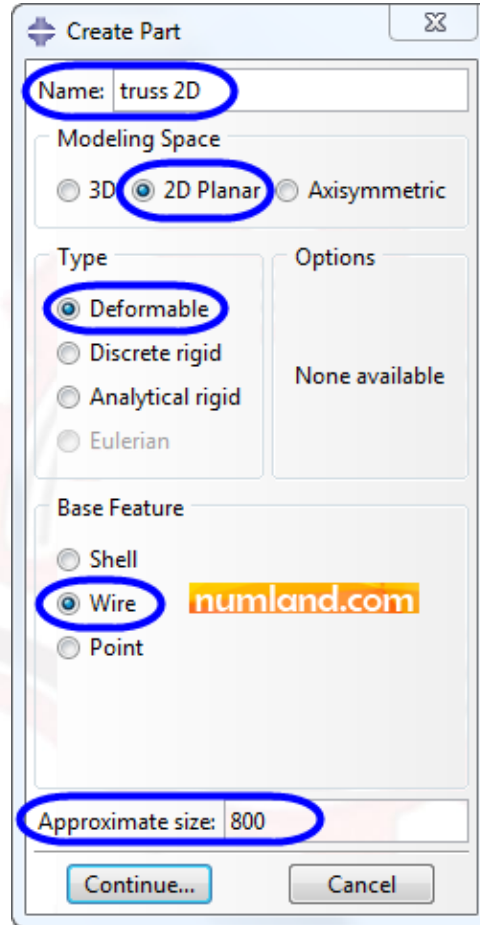
ابتدا مانند شکل ۲، از طریق درخت مدل نام مدل را از Model-1 به 2D truss تغییر دهید.




شکل ۲: تغییر نام مدل از طریق درخت مدل

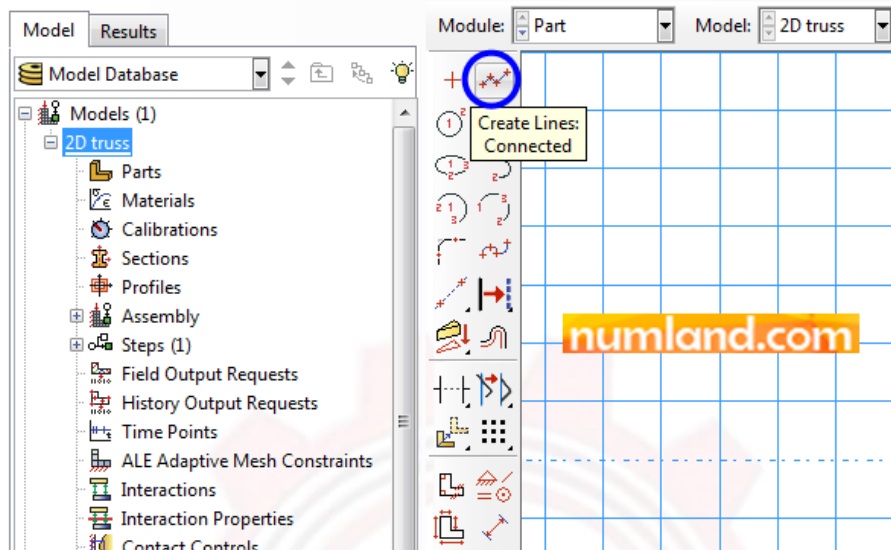
روی آیکن  (Create Part) کلیک کرده و مانند شکل ۳، پنجره باز شده را کامل کنید. از آنجایی که خرپای مورد نظر دو بعدی است در نتیجه در قسمت Modeling Space گزینه 2D Planar انتخاب شده است. در این پنجره گزینه Approximate size برای مشخص کردن اندازه صفحه ترسیم می باشد که معمولاً ۴ برابر حداکثر اندازه موجود در مدل انتخاب می شود تا Sketch مورد نظر در مرکز صفحه به طور کامل نشان داده شود. با توجه به اینکه در خرپای

نشان داده شده حداکثر اندازه مدل برابر ۲۰۰ است مقدار آن را ۸۰۰ وارد کنید. سپس روی دکمه Continue کلیک کنید.




شکل ۳: پنجره Create Part و گزینه های انتخاب شده در آن

مانند شکل ۴، روی آیکون  (Create Lines: Connected) کلیک کنید.



شکل ۴: انتخاب آیکون رسم خط برای رسم اعضای خرپا

به دلیل اینکه عضو CF کوتاهتر از مقدار اصلی 100 in است در نتیجه رسم خرپا در دو مرحله انجام می شود و نمی توان با یکبار استفاده از آیکون  (Create Lines: Connected) خرپا را ایجاد کرد. مرحله اول، رسم سه عضو از اعضای خرپا، یعنی اعضای AB و BC و CF می باشد. برای رسم این اعضا، به ترتیب مختصات ۴ نقطه داده شده در جدول ۱ را در قسمت اعلان وارد کرده و هر بار کلید Enter را فشار دهید. در انتها کلید Esc صفحه کلید را فشار دهید تا از دستور رسم خط خارج شوید (نقطه F' به اندازه 0.1 in از نقطه F فاصله دارد).

جدول ۱: مختصات داده شده برای رسم ۳ عضو از اعضای خرپا


Point	Coordinate
A	(0,0)
B	(100,0)
C	(200,0)
F'	(200,99.9)

به این ترتیب طرح نشان داده شده در شکل ۵ ایجاد می شود.

numland.com




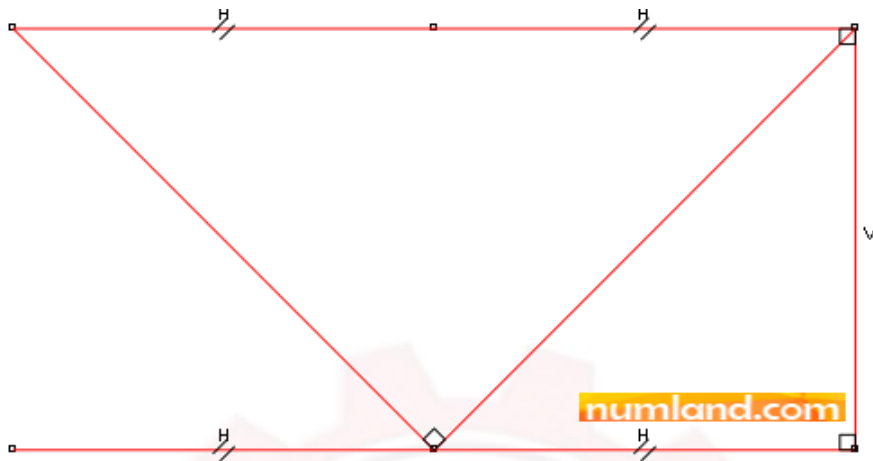
شکل ۵: Sketch مربوط به قسمت اول خرابی شامل اعضای AB و BC و CF'

مجدداً روی آیکون  (Create Lines: Connected) کلیک کنید. برای رسم اعضای باقیمانده، به ترتیب مختصات ۵ نقطه داده شده در جدول ۲ را در قسمت اعلان وارد کرده و هر بار کلید Enter را فشار دهید. در انتها نیز کلید Esc صفحه کلید را فشار دهید.

جدول ۲: مختصات داده شده برای رسم اعضای باقیمانده

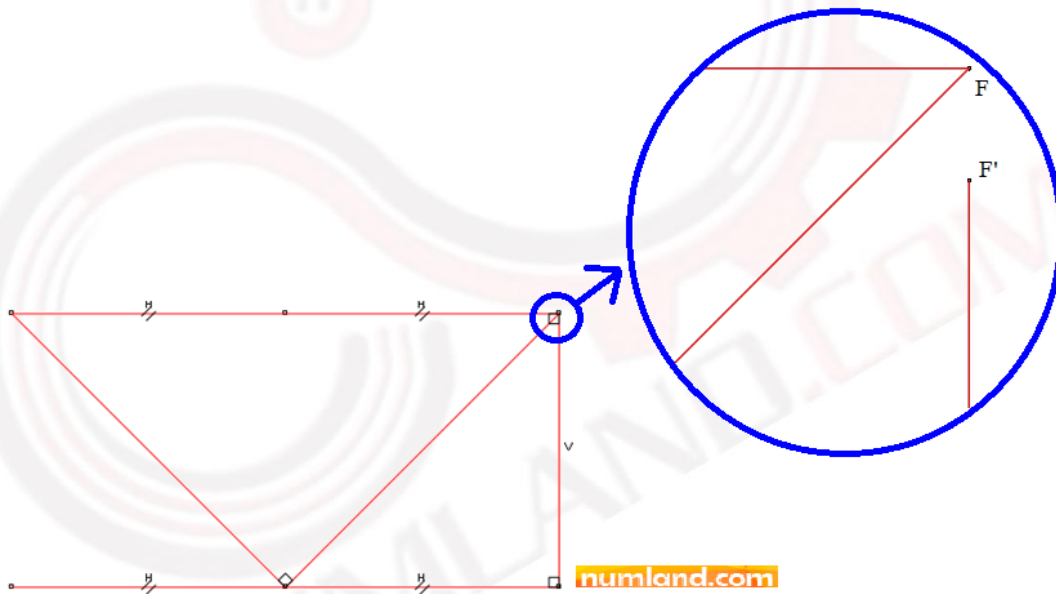
Point	Coordinate
F	(200,100)
E	(100,100)
D	(0,100)
B	(100,0)
F	(200,100)

مدل مورد نظر در شکل ۶ نشان داده شده است. برای قرار گرفتن کامل طرح در صفحه، روی آیکون  (Auto-Fit View) کلیک کنید. توجه داشته باشید که دو عضو از این مدل رسم نشده است زیرا چنانچه آنها را رسم کنید در هنگام مش بندی، در محل تقاطع عضوها، گره ایجاد می شود و یک عضو تبدیل به دو عضو خواهد شد و شکل مسئله اشتباه می شود. این دو عضو را در ماژول مش به صورت المان ایجاد خواهیم کرد.




شکل ۶: طرح ایجاد شده در محیط Sketch

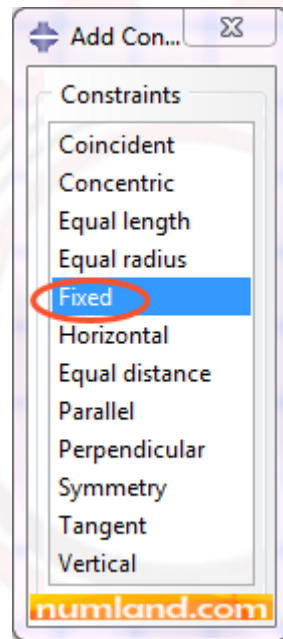
برای درک بهتر کوتاهی عضو CF، محل نقطه F و F' در شکل ۷ بزرگنمایی شده است.



شکل ۷: بزرگنمایی ناحیه مربوط به نقاط F و F' برای مشاهده فاصله بین آنها

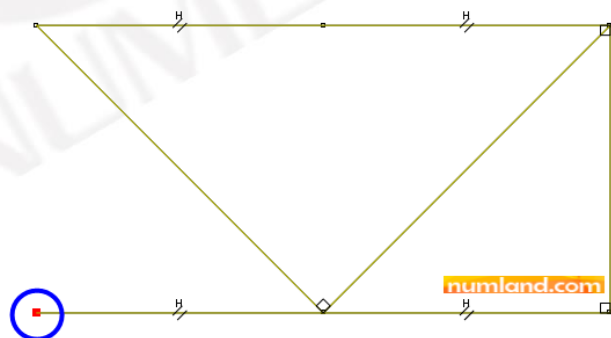
نکته ۱

همیشه بهتر است طرحی را که رسم کرده اید توسط ابزار اندازه گذاری و همچنین اعمال قیدها به طور کامل مقید کنید تا از جابجایی آن در صفحه جلوگیری شود. برای این منظور روی آیکون  (Add Constraint) کلیک کنید. مانند شکل (الف)، در پنجره باز شده گزینه Fixed را انتخاب نمایید.




شکل الف: پنجره Add Constraint

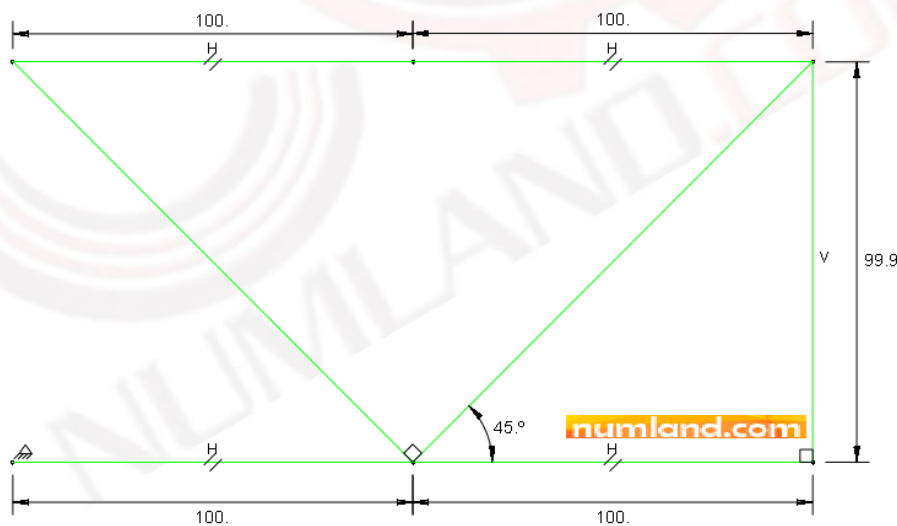
نقطه نشان داده شده در شکل (ب) را انتخاب کرده و روی دکمه Done در قسمت اعلان کلیک کنید.



شکل ب: نقطه انتخاب شده برای اعمال قید Fixed

به این ترتیب علامت مثلثی شکل در کنار آن ظاهر می شود که نشان دهنده ثابت شدن این نقطه است. برای اندازه گذاری اعضا، روی آیکون  (Add Dimension) کلیک کرده و عضو قائم سمت راست را انتخاب کنید. همان طور که مشاهده می کنید قید اندازه در کنار آن نشان داده می شود. در نقطه ای کنار عضو کلیک کنید تا محل قرارگیری قید اندازه مشخص شود.

همان طور که مشاهده می کنید در قسمت اعلان اندازه آن 99.9 نشان داده می شود. با فشار کلید Enter صفحه کلید، مقدار آن را قبول کنید تا اندازه آن نهایی شود. به همین ترتیب برای سایر اعضای نشان داده شده در شکل (پ) همین روند را تکرار کنید. برای اندازه گذاری زاویه، ابتدا عضو مورب و سپس عضو افقی مجاور آن را انتخاب کنید. پس از اعمال این اندازه ها، رنگ طرح به سبز تغییر خواهد کرد که نشان دهنده تعریف کامل طرح یا اصطلاحاً fully defined شدن آن است. چنانچه اندازه های بیشتری روی طرح اعمال شود رنگ آن به صورتی تغییر می کند که نشان دهنده مقید شدن بیش از حد طرح یا اصطلاحاً over defined شدن آن می باشد و برای رفع آن باید تعدادی از قیدها را حذف کرد. برای خروج از دستور اندازه گذاری، دکمه Esc صفحه کلید را فشار دهید.

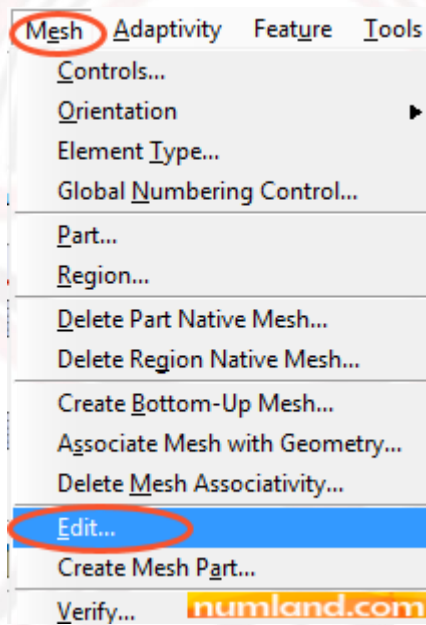


شکل پ: اعضای اندازه گذاری شده در طرح دو بعدی

روی دکمه Done در قسمت اعلان کلیک کنید تا از صفحه طراحی خارج شوید.

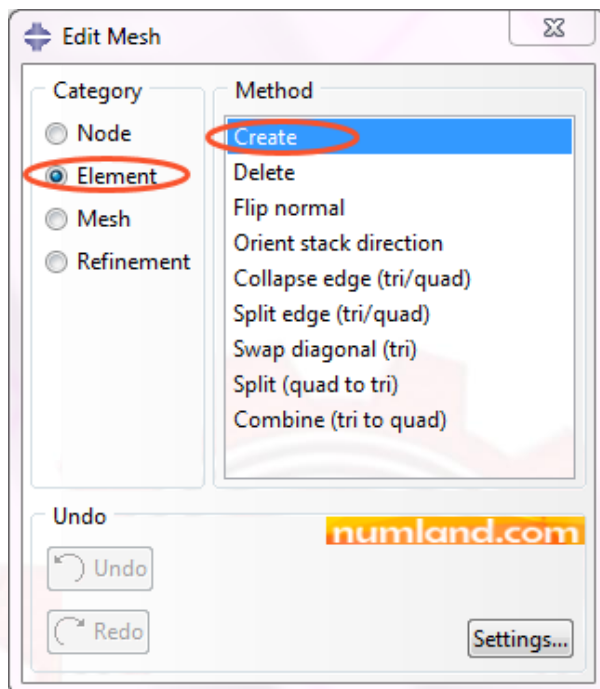
مش بندی قطعه:

دو عضوی که در طرح دو بعدی ایجاد نکردیم در ماژول Mesh ایجاد می شوند. وارد ماژول Mesh شوید. برای ایجاد اعضای باقیمانده ابتدا باید خریا را مش بندی کنیم. مانند شکل ۱ ۳ در درس اول، روی هر عضو خریا فقط یک المان ایجاد کنید. با کلیک روی آیکون (Mesh Part) و انتخاب گزینه Yes در قسمت اعلان، خریا را مش بندی کنید. قبل از تغییر نوع المان ها به المان Truss، دو عضو باقیمانده را ایجاد می کنیم. از نوار منوها مانند شکل ۸ مسیر نشان داده شده را اجرا کنید.

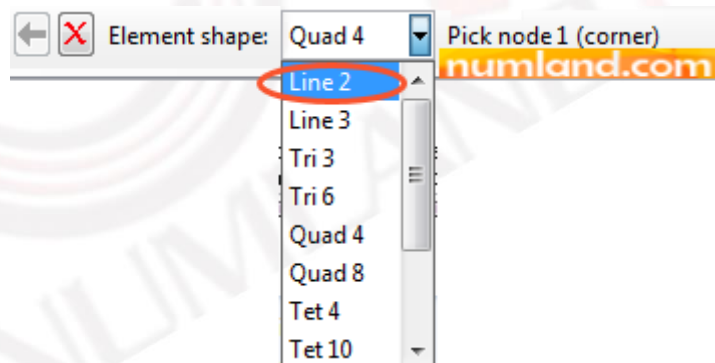


شکل ۸: مسیر نشان داده شده برای ایجاد دو عضو باقیمانده خریا

مانند شکل ۹، در پنجره باز شده گزینه های نشان داده شده را انتخاب کنید.

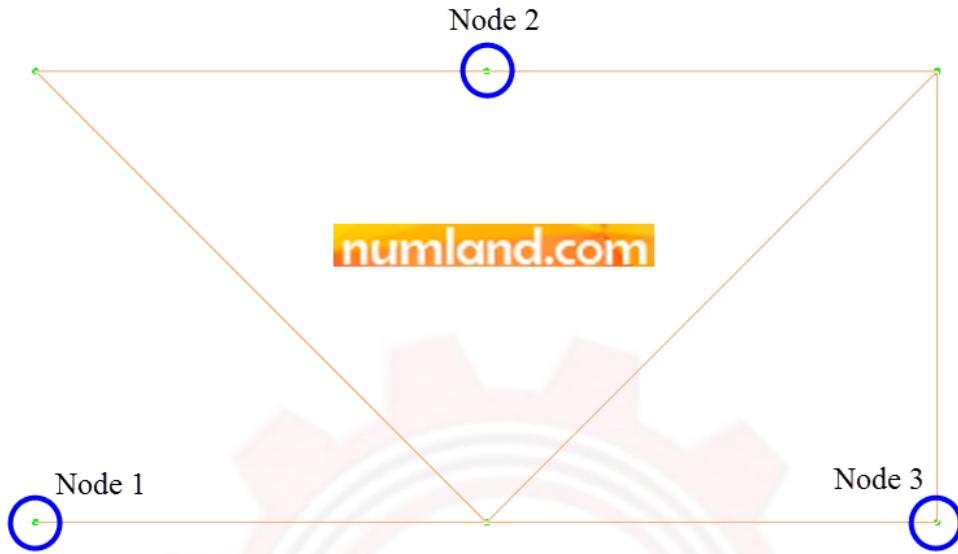


شکل ۹: گزینه های مشخص شده در پنجره Edit Mesh برای ایجاد دو عضو باقیمانده همان طور که در شکل ۱۰ نشان داده شده است در قسمت اعلان، گزینه Line 2 را از لیست باز شو انتخاب کنید. دلیل انتخاب این گزینه این است که المان های خرپا در این مسئله از نوع المان های خطی با دو گره هستند.



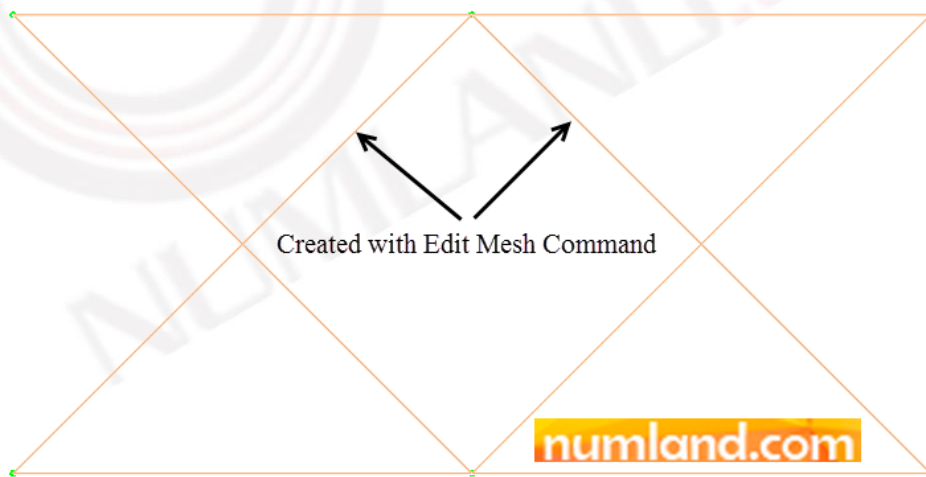
شکل ۱۰: انتخاب گزینه Line 2 برای ایجاد دو عضو باقیمانده

برای ایجاد اولین عضو، مانند شکل ۱۱ ابتدا گره ۱ و سپس گره ۲ را انتخاب کنید. توجه داشته باشید که در قسمت اعلان پیامی مبنی بر انتخاب هر یک از گره ها به شما داده می شود.



شکل ۱۱: گره های مشخص شده برای ایجاد المان ها

پس از انتخاب گره ۲، در قسمت اعلان پیامی مبنی بر تأیید انتخاب دو گره به شما داده می شود. روی دکمه OK کلیک کنید تا اولین المان به این روش ایجاد شود. مجدداً ابتدا گره ۲ و سپس گره ۳ را انتخاب کرده و در قسمت اعلان روی دکمه OK کلیک کنید تا المان دوم نیز ایجاد شود. خریای تکمیل شده در شکل ۱۲ نشان داده شده است. توجه داشته باشید که المان های مورد نظر هیچ گونه تداخلی با سایر المان ها ندارند. پنجره های اضافه را ببندید.



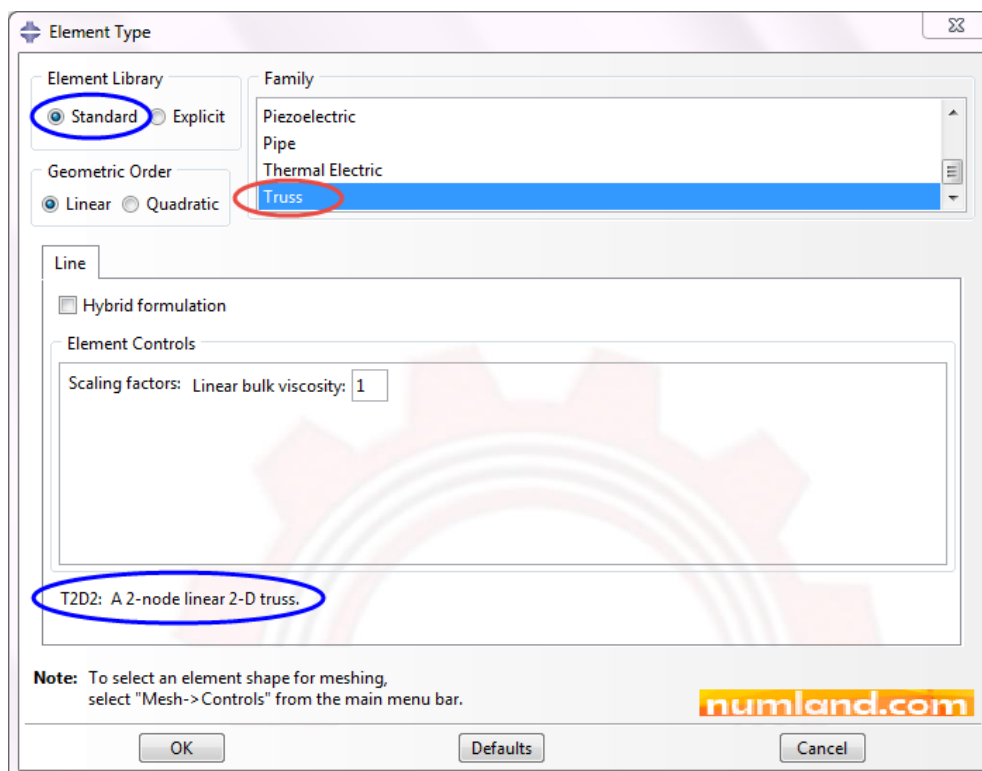
شکل ۱۲: دو المان ایجاد شده به روش Edit Mesh

اکنون برای تغییر نوع المان ها به المان Truss، روی آیکون  (Assign Element Type) کلیک کنید. همان طور که مشاهده می کنید مانند شکل ۱۳، در قسمت اعلان بر خلاف درس اول، لیست بازشویی وجود دارد که در آن دو نوع ناحیه قابل انتخاب است. گزینه geometry به هر چیزی گفته می شود که در مائول Part ایجاد شده است و گزینه orphan mesh به گره ها و المان هایی گفته می شود که به صورت دستی (گزینه Edit Mesh) یا از طریق import کردن یک مدل مش بندی شده به نرم افزار وارد می شوند و چون در این مدل هر دو گزینه وجود دارد لیست بازشو به شما نشان داده می شود.



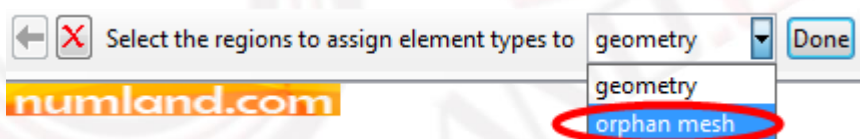
شکل ۱۳: لیست بازشو مبنی بر انتخاب نوع ناحیه مش بندی شده

در حالی که گزینه geometry انتخاب شده است کل خرپا را با درگ موس انتخاب کنید. همان طور که مشاهده می کنید فقط اعضای از خرپا انتخاب می شوند که در مائول Part ایجاد شده اند. روی دکمه Done در قسمت اعلان کلیک کنید. مانند شکل ۱۴، گزینه Truss را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.



شکل ۱۴: تعریف المان Truss در پنجره Element Type

برای تغییر المان های ایجاد شده به روش Edit Mesh، مانند شکل ۱۵، در قسمت اعلان از لیست باز شو گزینه orphan mesh را انتخاب کنید.



شکل ۱۵: انتخاب گزینه orphan mesh از لیست باز شو

کل خرپا را با درگ موس انتخاب کنید. همان طور که مشاهده می کنید فقط دو المان ایجاد شده به روش Edit Mesh انتخاب می شوند. با کلیک روی دکمه Done در قسمت اعلان، مانند قبل نوع المان ها را به Truss تغییر دهید.

تعریف خواص ماده:

وارد مائول Property شوید. جنس تمامی میله ها از فولاد است. مانند شکل های ۱۲ و ۱۳ در درس اول، ماده ای با نام Steel با مدول الاستیسیته 30×10^6 psi و نسبت پواسون صفر

دوست گرامی

از اینکه این صفحه را تا اینجا دنبال کرده اید بسیار متشکریم.

امیدواریم با مطالعه و بکارگیری این بخش، نکات مهمی از فرایند شبیه سازی مسائل استاتیکی در نرم افزار آباکوس را آموخته باشید.

با خرید این درس و دسترسی به تمام مطالب آن می توانید به محیط تحلیل مسائل استاتیکی در نرم افزار آباکوس مسلط شده و مسائل دانشگاهی و صنعتی خود را در این حوزه به راحتی بررسی نمایید.

فراموش نکنیم، دانشی که در درس استاتیک فراگرفته اید شما را تنها با مبحث استاتیک در مهندسی مکانیک و عمران آشنا کرده است. که این به هیچ وجه برای حل مسائل صنعتی و پروژه های پیچیده دانشگاهی کافی نیست.

اما خبر خوب این است که با تعمیم این دانش به روش اجزاء محدود و نرم افزار آباکوس، که محبوبترین و مجهزترین ابزار در این حوزه است، می توانید به راحتی از پس مسائل مذکور برآیید.

به منظور رضایت حداکثری شما دوست عزیز، این درس و کلیه دروس ارائه شده در وب سایت NUMLAND.COM دارای ضمانت بازگشت وجه ۶ ماهه است.

یعنی شما بدون هیچ گونه نگرانی می توانید تا ۶ ماه پس از خرید آن را مطالعه نمایید و در صورت عدم رضایت از محتوای خریداری شده، وجه پرداختی، تمام و کمال و بدون هیچ سوال و جوابی ظرف مدت ۴۸ ساعت به حساب بانکی شما واریز خواهد شد.

اگر هر گونه سوال یا ابهامی در این درس برای شما وجود داشت، می توانید در همین صفحه در بخش نظرات آن را مطرح نمایید. ما در اسرع وقت پاسخ گوی شما هستیم. همچنین برای این منظور می توانید با شماره ۰۲۶-۳۲۸ ۲۶ ۳۵۷ نیز از ساعت ۸ تا ۲۳ تماس بگیرید.

در صورتی که علاقه مند به ادامه فراگیری این آموزش و نکات تکمیلی آن هستید؛ پس از ثبت نام، روی دکمه [افزودن به سبد خرید](#) در همین صفحه کلیک نمایید.