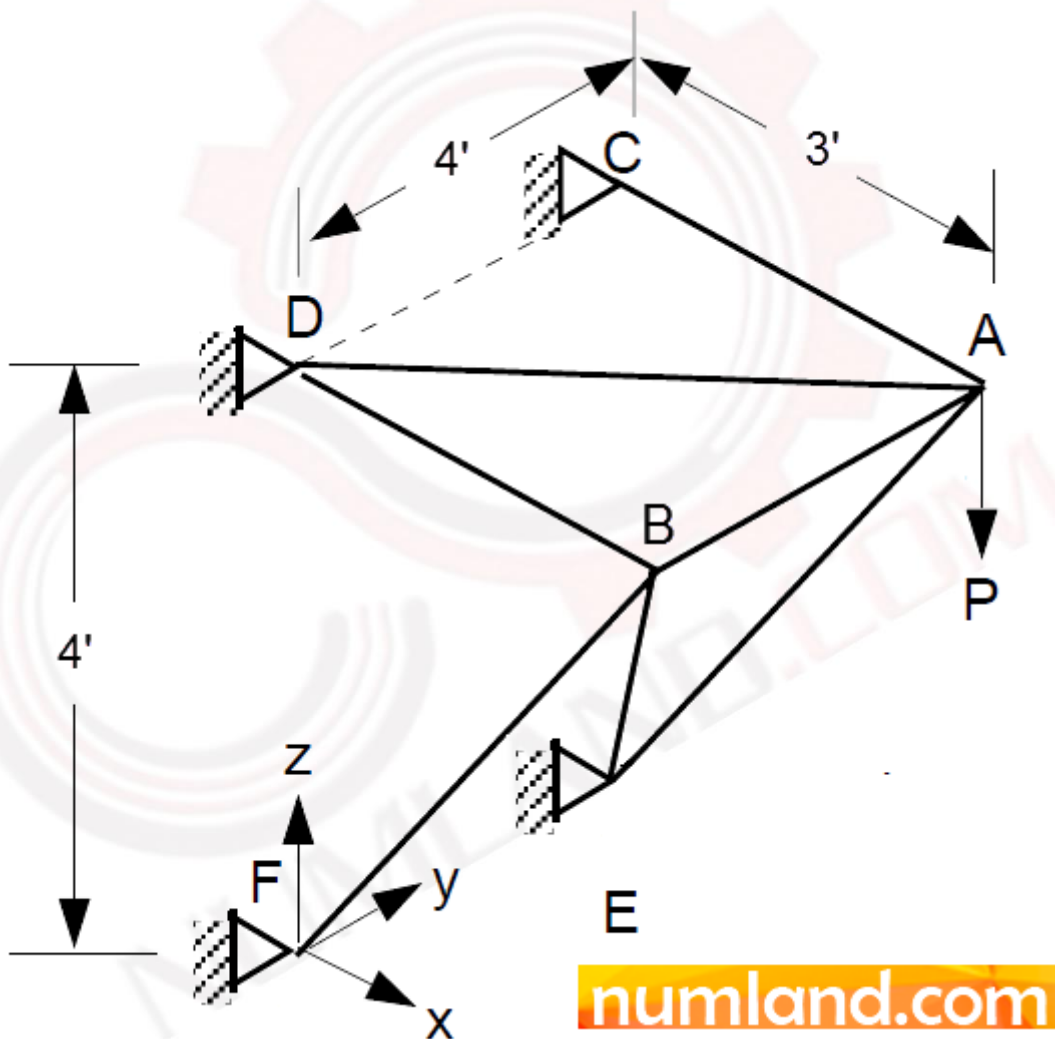


شرح مختصر مسئله:

خرپای نشان داده شده در شکل ۱ متشکل از ۷ عضو را در نظر بگیرید. تکیه گاه های این خرپا در یک دیوار عمودی قرار دارند و امکان جابجایی در هیچ راستایی برای آنها وجود ندارد. نیروی عمودی P در خلاف جهت محور Z به نقطه A اعمال شده است. هدف به دست آوردن میزان تنش در عضو AD و مقایسه آن با نتایج تحلیلی و مرجع [۱] می باشد. طول اعضا بر حسب foot و جنس آنها از فولاد با مدول الاستیسیته 30×10^6 psi و سطح مقطع 1 in^2 است.



شکل ۱: خرپای نامعین استاتیکی دارای ۷ عضو

انتظار ما از شما بعد از مطالعه این درس

- ۱- ایجاد قطعه از نوع Wire
- ۲- مدل سازی براساس واحدهای سیستم انگلیسی (اینچ و پوند)
- ۳- تعریف المان خرابی
- ۴- به دست آوردن تنش در اعضای خرابی
- ۵- به دست آوردن نیروی داخلی هر یک از اعضای خرابی به روش تحلیلی (روش کاستگلیانو)
- ۶- حل معادلات حاصل از روش کاستگلیانو در نرم افزار Maple و حل آنها

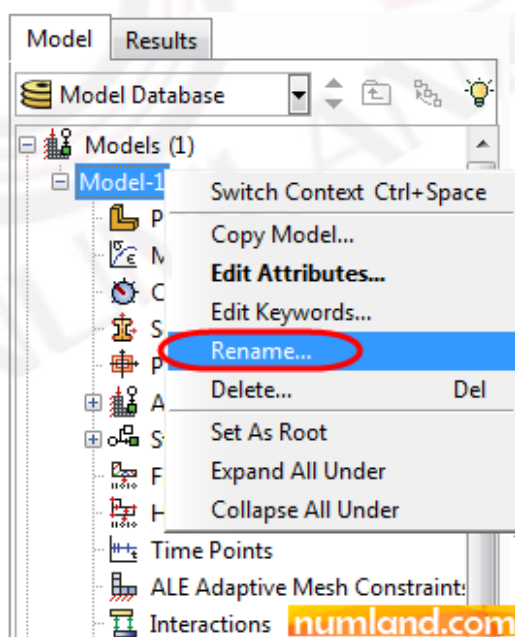
مدل سازی مسئله:

ابتدا نام مدل را توسط یکی از دو روش زیر از Model-1 به 3D truss تغییر دهید:


- ۱- از نوار منو، مسیر زیر را دنبال کنید:

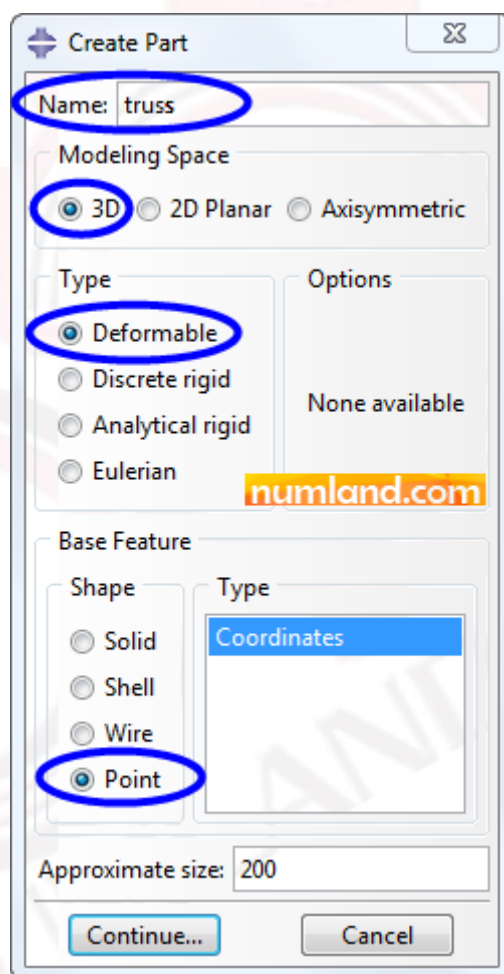
Model > Rename > Model-1

- ۲- مانند شکل ۲، در درخت مدل روی Model-1 کلیک راست کرده و گزینه Rename را انتخاب کنید.



شکل ۲: تغییر نام مدل از طریق درخت مدل

روی آیکون  (Create Part) کلیک کرده و مانند شکل ۳، پنجره باز شده را کامل کنید. معمولاً در مدلسازی خرپاهای سه بعدی بهتر است یک نقطه از آن را بعنوان نقطه شروع ایجاد کرده و سپس نقاط دیگر را ایجاد کنیم و با اتصال این نقاط به هم، خرپای مورد نظر را تولید کنیم. از آنجایی که خرپای مورد نظر سه بعدی می باشد در نتیجه در قسمت Modeling Space گزینه 3D انتخاب شده است. در نهایت روی دکمه Continue کلیک کنید.



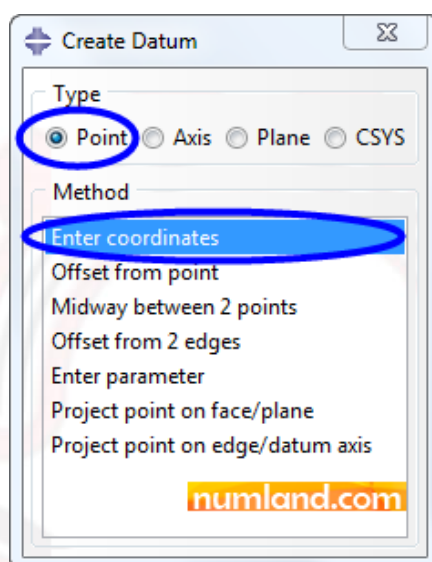
شکل ۳: پنجره Create Part و گزینه های انتخاب شده در آن

در قسمت اعلان، مختصات نقطه به طور پیش فرض (0,0,0) می باشد. همین مختصات را قبول کرده و کلید Enter را فشار دهید. به این ترتیب قطعه مورد نظر که در اینجا یک Reference Point است در فضای سه بعدی ایجاد می شود. برای ایجاد محل مفاصل اعضای

خرپا از دستور Datum Point استفاده می کنیم. بدین منظور از نوار منو، مسیر زیر را اجرا کنید:

Tools > Datum

در پنجره باز شده گزینه های نشان داده شده در شکل ۴ را انتخاب کنید.





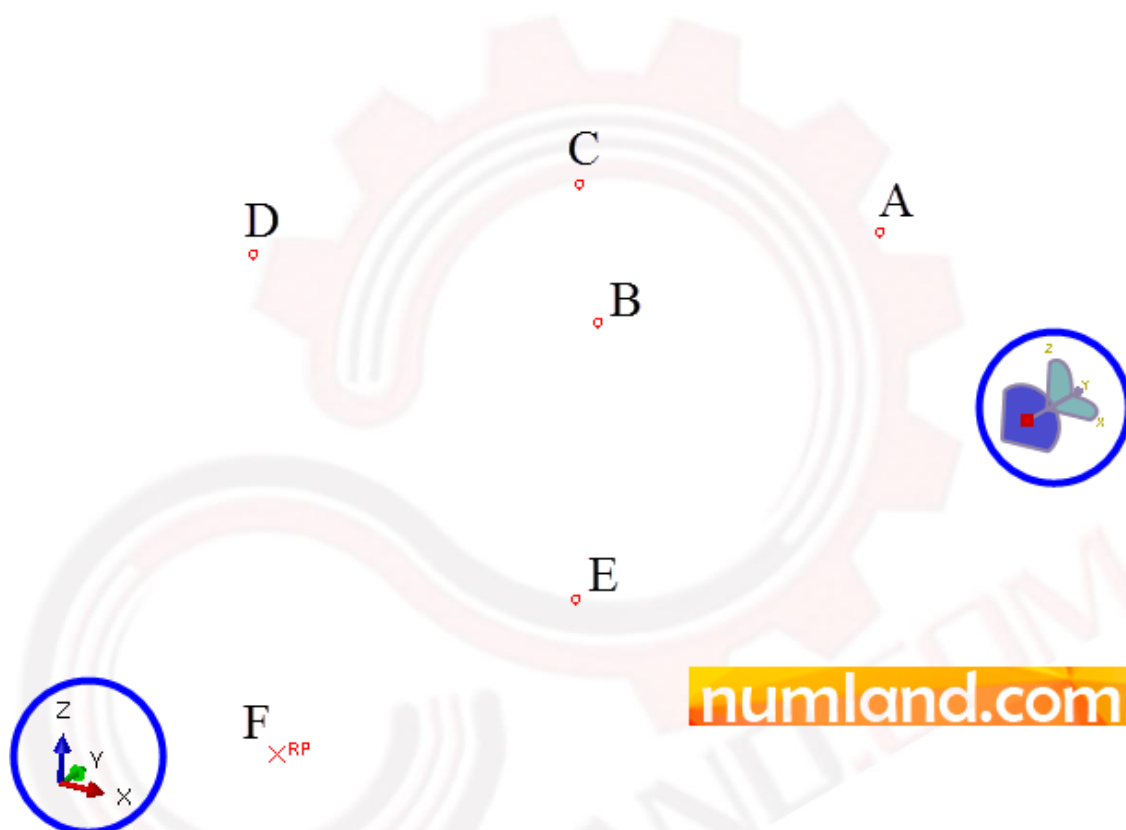
شکل ۴: پنجره Create Datum و گزینه های انتخاب شده در آن

با توجه به اینکه مدول الاستیسیته برحسب $\frac{lb}{in^2}$ می باشد در نتیجه باید طول را به اینچ و نیرو را به پوند تبدیل کنیم. ازینرو مختصات مفاصل اعضای خرابی در جدول ۱ بر حسب اینچ داده شده است که بایستی آن ها را در قسمت اعلان به ترتیب وارد کنید و هر بار دکمه Enter صفحه کلید را فشار دهید (فقط مختصات را وارد کنید، نام نقطه فقط جهت اطلاع داده شده است). به این ترتیب تعداد ۶ نقطه در Viewport نشان داده خواهد شد.


جدول ۱: مختصات مفاصل موجود در خرابی

Points Names	Coordinates
A	(36,48,48)
B	(36,0,48)
C	(0,48,48)
D	(0,0,48)
E	(0,48,0)

در انتها دکمه ESC صفحه کلید را فشار دهید تا از دستور ایجاد Datum point خارج شوید. برای دیدن کل نقاط روی آیکن  (Auto-Fit View) کلیک کنید. سعی کنید با چرخاندن مدل توسط آیکن  (Rotate View) در جعبه ابزار View Manipulation، نقاط را همراه با سیستم مختصات نشان داده شده در شکل ۵ قرار دهید تا انتخاب آن ها راحت تر انجام شود.

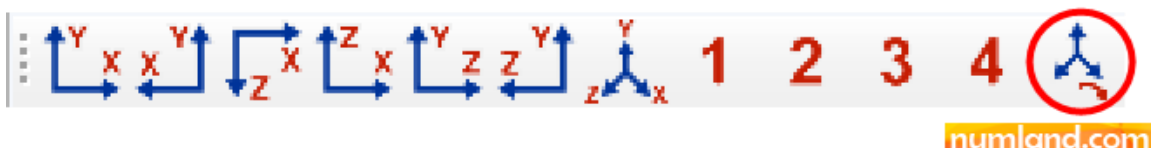


شکل ۵: راستای محورهای مختصات برای انتخاب نقاط

پیش از ادامه کار، زاویه دید مورد نظر را ذخیره می کنیم تا در مراحل بعدی به راحتی در همین زاویه دید قرار بگیریم. برای این کار همانطور که در شکل ۶ نشان داده شده است، در جعبه ابزار Views روی آیکن  (Save View) کلیک کنید. (چنانچه این جعبه ابزار را مشاهده نمی کنید، برای اضافه کردن آن، از نوار منوها مسیر زیر را اجرا کنید:

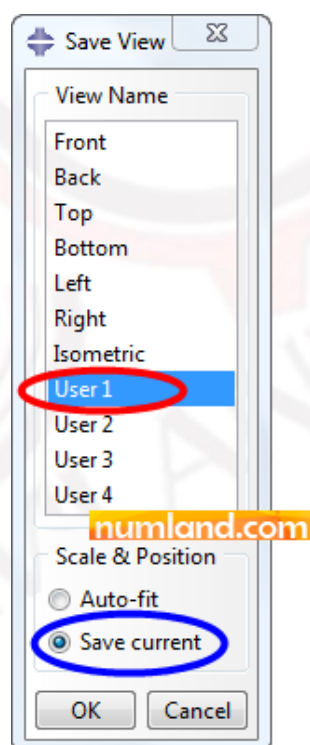
Tools > Customize

سپس در پنجره باز شده، گزینه Views را انتخاب کنید.



شکل ۶: آیکون مورد نظر در جعبه ابزار Views

مانند شکل ۷، گزینه های پنجره باز شده را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید. به این ترتیب زاویه دید مورد نظر در آیکون ¹ (Apply User 1 View) ذخیره می شود و با کلیک روی آن، در هر ماثولی که قرار داشته باشید در زاویه دید ذخیره شده قرار می گیرید.

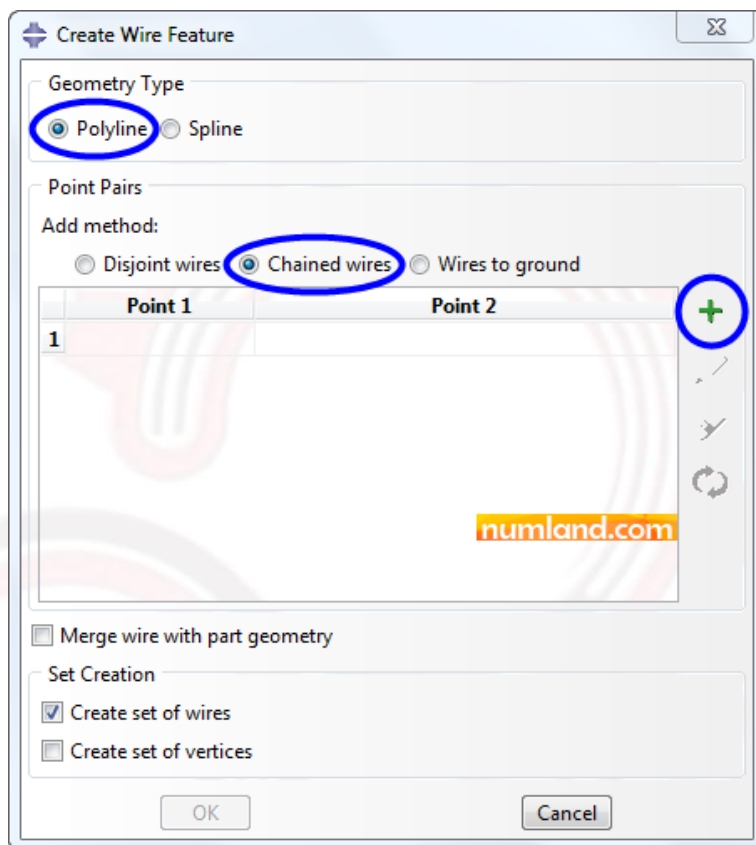


شکل ۷: گزینه های انتخاب شده برای ذخیره زاویه دید مورد نظر

در این مرحله، اعضای خرپا را ایجاد می کنیم. از نوار منو، دستور زیر را اجرا کنید.

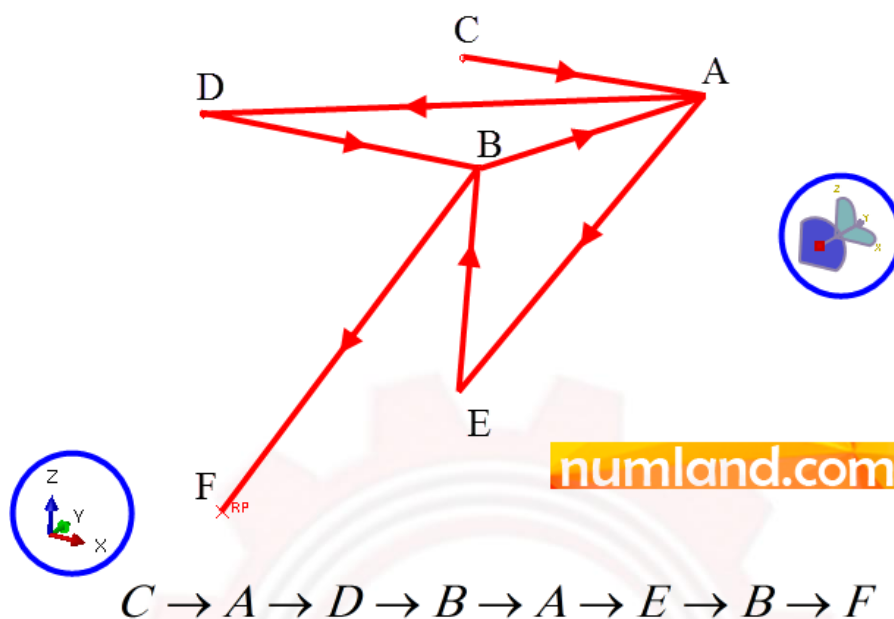
Shape > Wire > Point to Point

در پنجره Create Wire Feature، که در شکل ۸ نشان داده شده است، گزینه Polyline، ترسیم خط و گزینه Spline ترسیم منحنی اسپیلاین می کند. گزینه Chained wires خطوط ترسیمی را متصل به هم رسم می کند. آیکون + (Add) برای اضافه کردن خطوط (wire) به مدل، مورد استفاده قرار می گیرد.



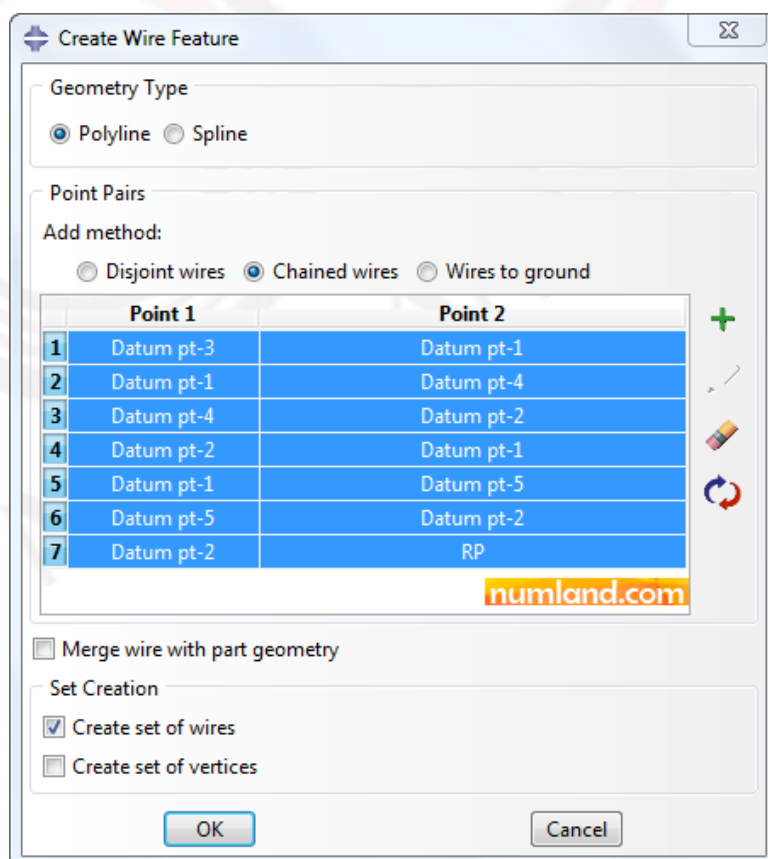
شکل ۸: پنجره Create Wire Feature و گزینه های انتخاب شده

مانند شکل ۸ روی آیکون + (Add) کلیک کرده و نقاط موجود در Viewport را به ترتیبی که در شکل ۹ آورده شده است انتخاب کنید.



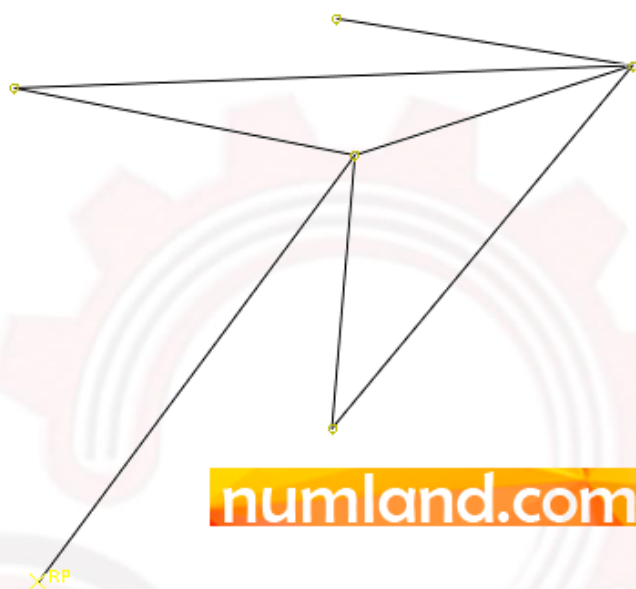
شکل ۹: ترتیب انتخاب نقاط در فضای سه بعدی برای رسم خرابی

پس از انتخاب آخرین نقطه (RP)، در قسمت اعلان روی دکمه Done کلیک کنید. پنجره Create Wire Feature باید مانند شکل ۱۰ شود.



شکل ۱۰ : نقاط انتخاب شده برای ایجاد خرپا

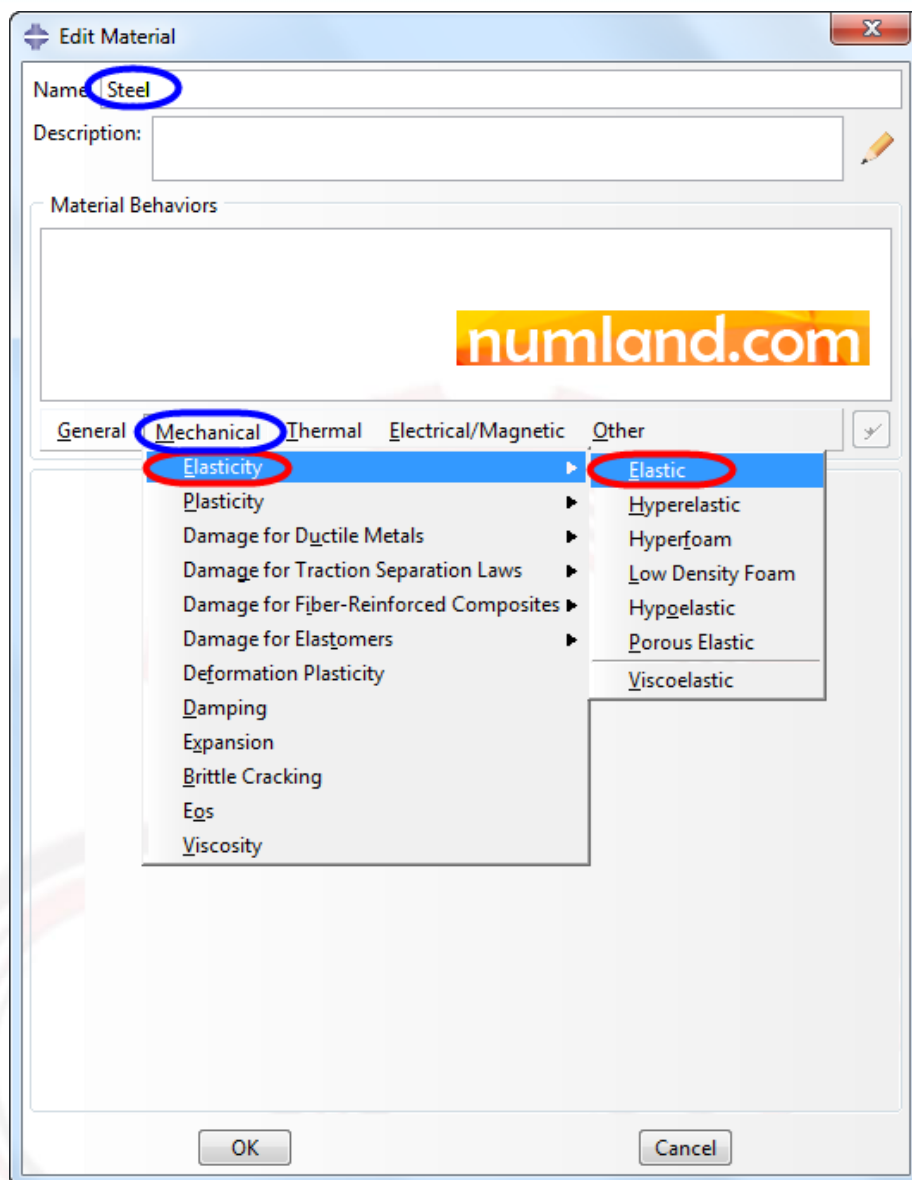
روی دکمه OK کلیک کنید. خرپای ایجاد شده در شکل ۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۱۱ : خرپای حاصل از اتصال نقاط به یکدیگر

تعریف خواص ماده:

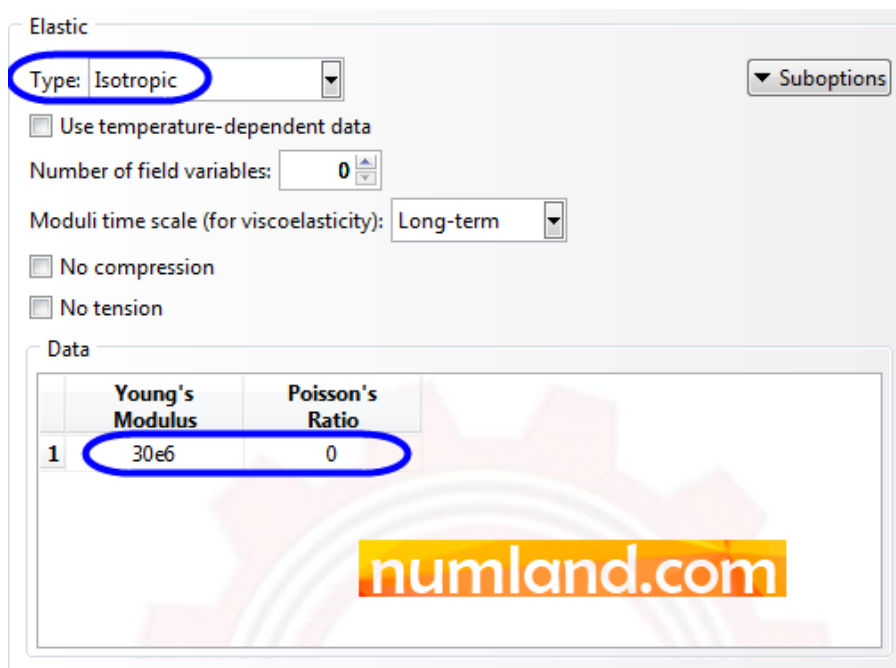
به منظور ایجاد خواص مکانیکی ماده که در این درس فولاد در نظر گرفته شده است، وارد مائزول Property شوید. روی آیکون σ/ϵ (Create Material) کلیک کنید. نام ماده را Steel وارد کرده و برای تعریف مدول الاستیسیته، مسیر نشان داده شده در شکل ۱۲ را اجرا کنید.



شکل ۱۲ : مسیر تعریف مدول الاستیسیته در پنجره Edit Material

مقادیر نشان داده شده در شکل ۱۳ را در قسمت های مورد نظر وارد کنید. یادآوری می

کنیم که مدول الاستیسیته را بر حسب $\frac{lb}{in^2}$ در نظر گرفته ایم. توجه داشته باشید که نماد e در اکثر نرم افزارهای مهندسی، معادل «ده به توان» می باشد.



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	30e6	0

numland.com

شکل ۱۳: وارد کردن مدول الاستیسیته و نسبت پواسون صفر در خاصیت الاستیک

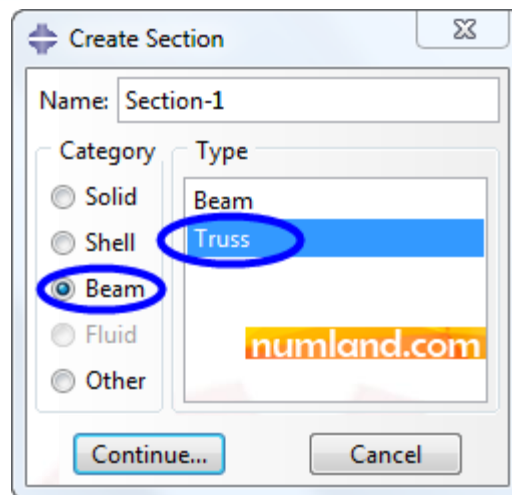
روی دکمه OK کلیک کنید تا خاصیت الاستیک فولاد تعریف شود.

برای ایجاد Section روی آیکون  (Create Section) کلیک کنید.

نکته ۱

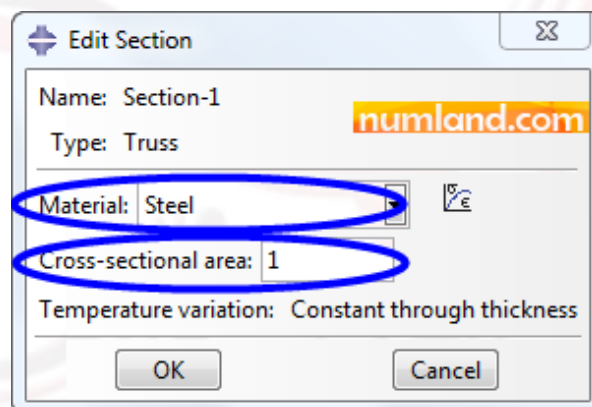
برای اختصاص خواص ماده و خصوصیات هندسه (شامل اندازه سطح مقطع خرابی، شکل سطح مقطع تیر، ضخامت پوسته و ...) نیاز به تعریف Section داریم. در ماژول Property، این دستور برای مشخص کردن مواد در بخشهای مختلف مدل بکار می رود. بعنوان مثال میله ای را در نظر بگیرید که نیمی از آن فولاد و نیم دیگر آن آلومینیوم باشد. در این مورد باید دو Section تعریف کنید که هر کدام شامل یکی از دو ماده فولاد و آلومینیوم باشد. توجه داشته باشید که چنانچه در اعضای خرابی، سطح مقطع اعضا با هم متفاوت باشد با وجود همجنس بودن همه اعضا، باید به تعداد سطح مقطع ها Section تعریف شود.

در پنجره باز شده گزینه های نشان داده شده در شکل ۱۴ را انتخاب نموده و روی دکمه Continue کلیک کنید.




شکل ۱۴: گزینه های انتخاب شده برای تعریف Section اعضای خردا

همانطور که در شکل ۱۵ نشان داده شده است، به طور پیش فرض ماده با نام Steel انتخاب شده است. سطح مقطع را در قسمت Cross-sectional area برابر 1 in^2 وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

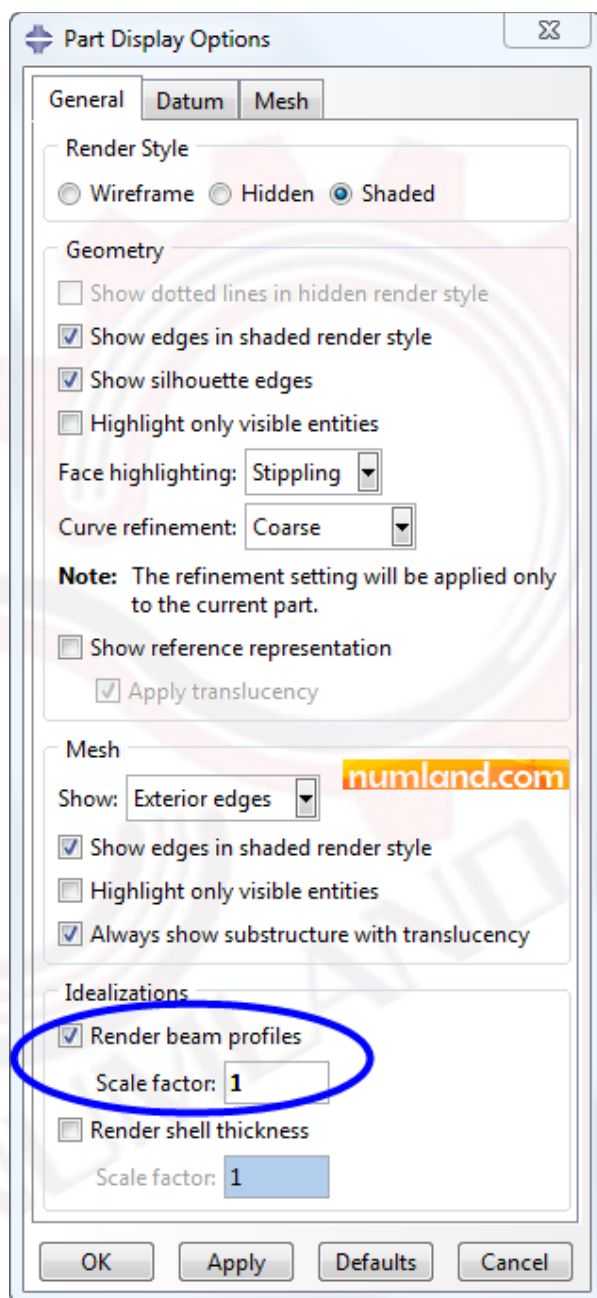


شکل ۱۵: مشخص کردن نام ماده و سطح مقطع اعضای خردا

برای اختصاص دادن Section ایجاد شده به اعضای خردا، روی آیکن Assign  (Assign Section) کلیک کنید. با درگ کل خردا، تمامی اعضا را انتخاب نموده و در قسمت اعلان روی دکمه Done کلیک کنید. در پنجره Edit Section Assignment نیز روی دکمه OK کلیک کنید. به این ترتیب تمامی اعضای خردا از جنس فولاد تعریف می شوند. برای مشاهده نسبت سطح مقطع به ابعاد خردا، از نوار منو مسیر زیر را اجرا کنید:

View > Part Display Options

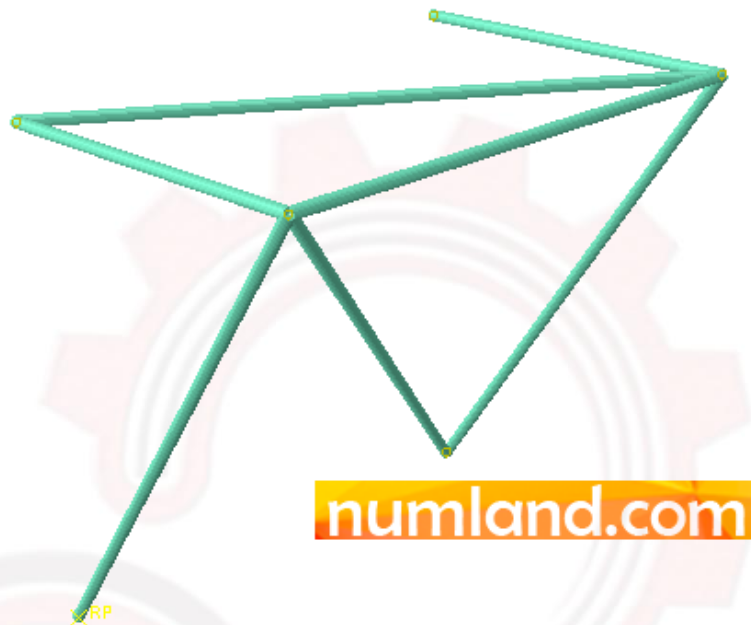
مانند شکل ۱۶، گزینه Render beam profiles را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.



شکل ۱۶: انتخاب گزینه مورد نظر برای نمایش سطح مقطع اعضای خرپا


شکل ۱۷ اعضای خرپا را در حالتی که نمایش سطح مقطع فعال است نشان می دهد. توجه داشته باشید که گزینه Scale factor هنگامی که برابر ۱ باشد نسبت سطح مقطع به ابعاد

بصورت واقعی نشان داده می شود اما با تغییر این مقدار، می توان این نسبت را کم یا زیاد نمود.



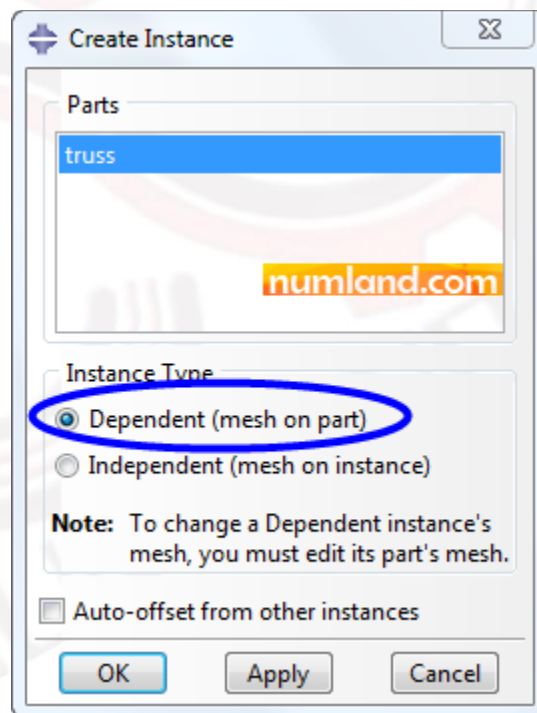
شکل ۱۷: نمایش سطح مقطع اعضای خرپا با ضریب مقیاس ۱

مونتاز خرپا در محیط Assembly:

وارد ماکرول Assembly شوید. روی آیکون  (Instance Part) کلیک کنید. مطابق شکل ۱۸ در حالی که گزینه Dependent (mesh on part) در حالت انتخاب قرار دارد روی دکمه OK کلیک کنید. در این حالت قطعه انتخاب شده (truss) در صفحه مونتاز نشان داده می شود.

نکته ۲



گزینه (mesh on part) Dependent هنگامی استفاده می شود که بخواهید مش بندی در تراز part انجام شود و معمولاً زمانی استفاده می شود که از یک قطعه چند نمونه وارد مژول Assembly کرده باشید. در این صورت، با مش بندی قطعه در تراز part، کل نمونه ها در مژول Assembly دارای مش خواهند شد. برعکس، زمانی که قرار است از یک قطعه فقط یک نمونه در مژول Assembly داشته باشید بهتر است قطعه بصورت Independent (mesh on instance) وارد شود که طبیعتاً مش بندی آن در تراز assembly انجام خواهد شد. مفهوم «تراز» در ادامه مطالب در مژول مش بندی قطعه بیان می شود. در اینجا عمداً خریا را بصورت Dependent وارد مژول Assembly کردیم تا با مفهوم جابجایی بین تراز part و assembly آشنا شویم.

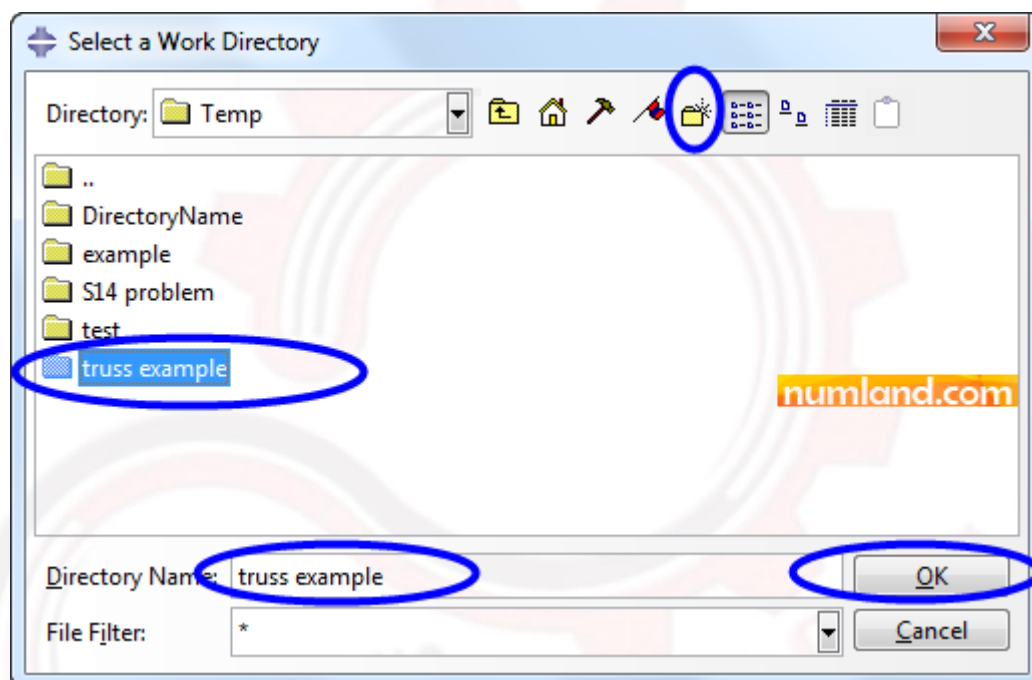


شکل ۱۸: گزینه مورد نظر برای موتناژ خریا در محیط Assembly

قبل از ادامه کار، مدل را در پوشه مخصوصی ذخیره می کنیم. برای این کار از نوار منو، مسیر زیر را دنبال کنید:

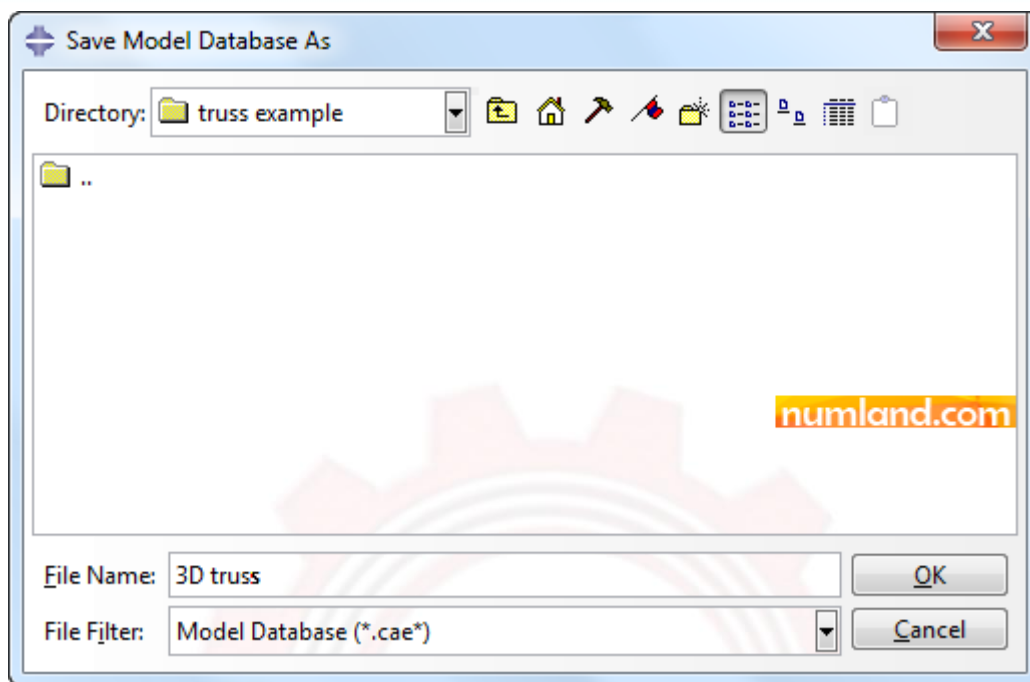
File > Set Work Directory

در پنجره باز شده روی آیکون  (Select) کلیک کنید. مانند شکل ۱۹، در پنجره باز شده مسیر مورد نظر خود را انتخاب کرده و توسط آیکون  (Create new directory) پوشه ای با نام truss example ایجاد کنید. سپس پوشه ایجاد شده را انتخاب کنید. (روی آن دابل کلیک نکنید).



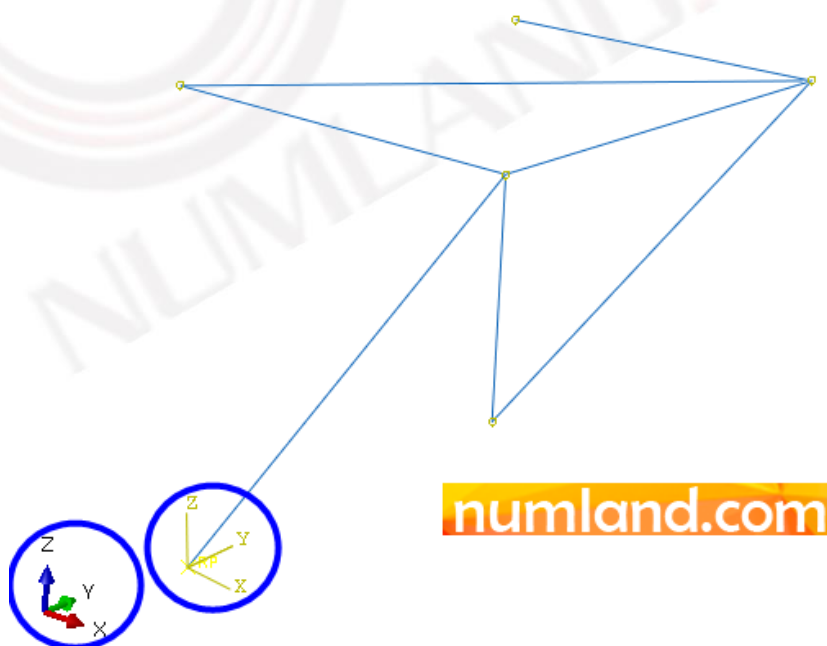
شکل ۱۹: انتخاب گزینه های مورد نظر برای انتخاب مسیر ذخیره فایل

سپس روی دکمه OK در هر دو پنجره کلیک کنید تا مسیر انتخاب شده بعنوان مسیر ذخیره خروجی ها انتخاب شود. به این ترتیب تمامی فایل های این مدل (فایل مدل سازی و فایل های خروجی حاصل از تحلیل) در این پوشه ذخیره می شوند. حال می توانید مدل را مانند شکل ۲۰ با نام 3D truss در پوشه مورد نظر ذخیره کنید.



شکل ۲۰: ذخیره مدل با نام 3D truss در مسیر مورد نظر

پیش از ادامه کار، مجدداً روی آیکون ¹ (Apply User 1 View) کلیک کنید تا خرپا در وضعیت شکل ۱ قرار گیرد. در این حالت، اعمال شرایط مرزی و بارگذاری روی مدل راحت تر انجام می شود. شکل ۲۱، خرپا را در محیط Assembly به همراه سیستم مختصات کارتزین نشان می دهد.



شکل ۲۱: خرپا و راستای محوره‌های مختصات در حالت موتاثر

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.