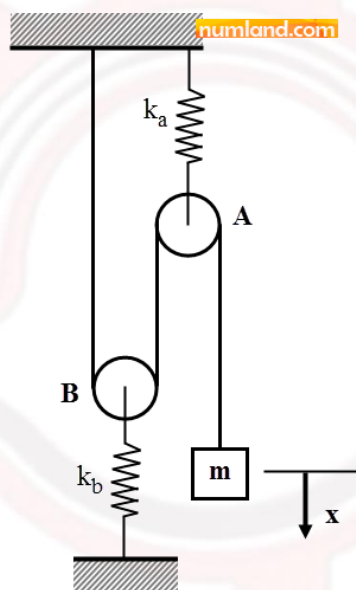


### شرح مختصر مسئله:

سیستم یک درجه آزادی نشان داده شده در شکل را در نظر بگیرید. جرم قرقره ها ناچیز بوده و کابل غیر قابل انبساط است. هدف، به دست آوردن فرکانس طبیعی و شکل مود سیستم و مقایسه آنها با نتایج مرجع [1] می باشد.

$$k_a = 100 \frac{N}{m}, \quad k_b = 150 \frac{N}{m}, \quad m = 3 \text{ kg}$$



شکل ۱: سیستم یک درجه آزادی جرم و فنر شامل ریسمان و قرقره

انتظار ما از شما بعد از مطالعه این درس

- ۱- مدلسازی کابل
- ۲- مدلسازی قرقره
- ۳- تعریف فنر خطی متصل به زمین

## مدلسازی مسئله:

### تعریف Step:

وارد مائزول Step شده و تحلیلی فرکانسی با ۱ مقدار ویژه ایجاد کنید.

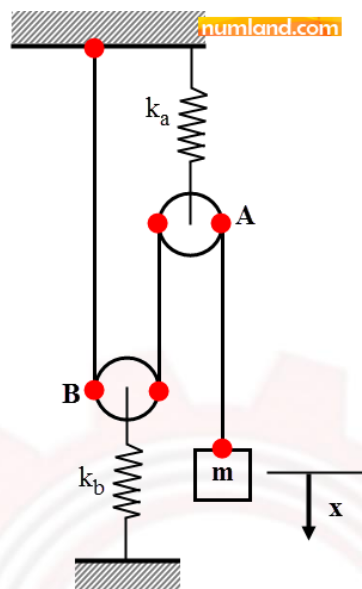
مدل سازی قرقره ها و کابل:

وارد مائزول Interaction شوید. به منظور مدل سازی کابل و قرقره، از نوعی کانکتور به نام Slip Ring استفاده می شود.

### نکته ۱

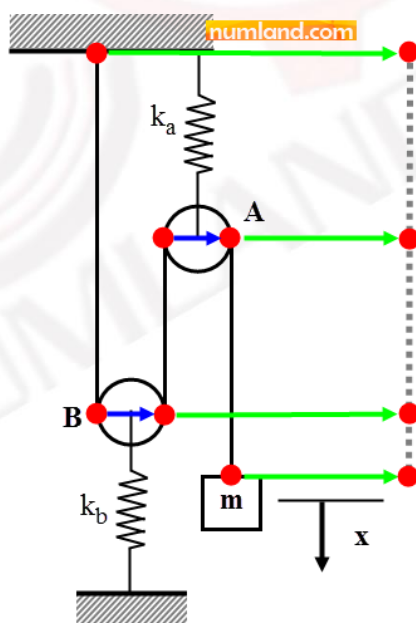
المانهای کانکتور، المانهای بدون مش هستند که برای ایجاد اتصال مکانیکی بین دو نقطه مورد استفاده قرار می گیرند. بعنوان مثال، فنرهای غیر خطی، اجزای مختلف کمر بند ایمنی، تسمه نقاله، لولای درب، کابل و ... با استفاده از کانکتورها مدلسازی می شوند. هر کانکتور متشکل از یک wire می باشد که وابسته به تراز Assembly است و نوع آن با wire موجود در مائزول Part متفاوت است زیرا wire موجود در مائزول Part قابل مش بندی است اما این نوع wire قابلیت مش بندی را ندارد. مانند wire موجود در مائزول Part، باید به این wire نیز یک Section اختصاص داد که در این Section، نوع کانکتور و محورهای مختصات محلی آن و در صورت نیاز، خواص آن باید تعریف شود.

در فرآیند مدل سازی، ابتدا مسیر عبور کابل توسط Reference Point ها تعریف و پس از آن این نقاط با کانکتور Slip Ring به یکدیگر متصل می شوند. بخاطر صلب بودن قرقره ها، در اولین نگاه، RP های مربوط به کابل می تواند مانند نقاط قرمز رنگ شکل ۲ در نظر گرفته شود.



شکل ۲: نقاط عبور کابل

اما در صورتی که بیشتر به هندسه مسئله دقت کنید، متوجه می شوید که قطر قرقره ها هیچ تاثیری روی نسبت حرکت جرم و جابجایی فنرها نخواهد داشت. پس می توان از فاصله افقی بین نقاط روی قرقره ها صرف نظر کرد و RP ها را مشابه شکل ۳ در یک راستا در مدل ایجاد نمود.




شکل ۳: ایجاد RP ها در یک راستا با توجه به عدم تاثیر فواصل افقی در جواب مسئله

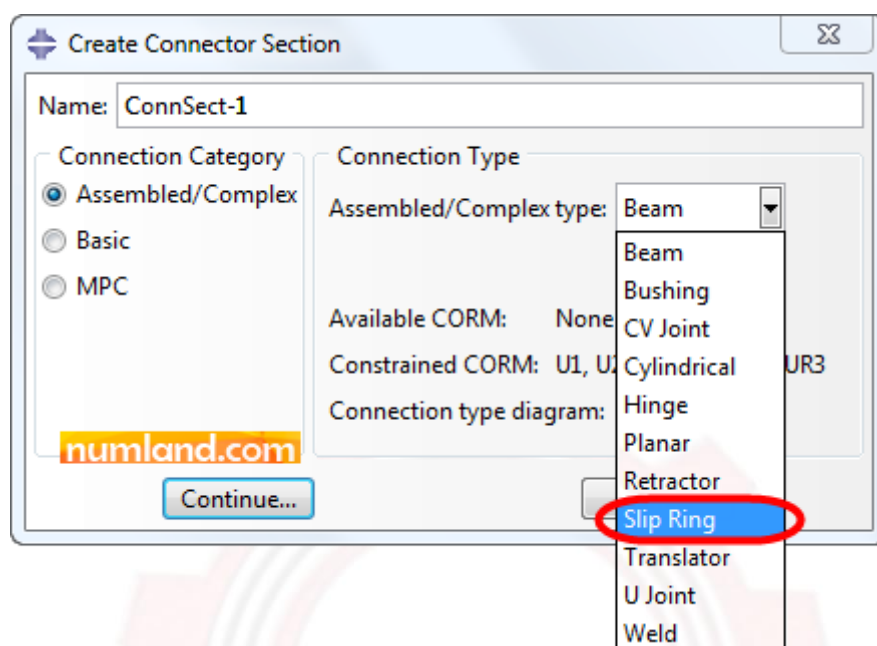
همچنین چون کابل بدون جرم است، فاصله عمودی RP ها نیز در تعریف مسئله اهمیتی نخواهد داشت. لذا بر اساس مسیری که کابل طی می کند، چهار RP به مختصات  $(0,0)$ ،  $(0,-)$

1)، (0،-0.5) و (0،-1.2)، که به ترتیب مربوط به نقطه شروع کابل، قرقره B، قرقره A و جرم m (نقطه انتهای کابل) هستند، ایجاد می کنیم. شکل ۴ این نقاط را در Viewport نمایش می دهد.



شکل ۴: چهار نقطه تعریف شده برای مدل سازی کابل

در مرحله بعد می توان کانکتورهای Slip Ring را روی این نقاط تعریف نمود. بدین منظور ابتدا يك Section از این نوع کانکتور ایجاد می کنیم. روی آیکون  (Create Connector Section) کلیک کرده و مانند شکل ۵، در پنجره باز شده از لیست باز شو گزینه Slip Ring را انتخاب نمایید. سپس روی دکمه Continue کلیک کنید.

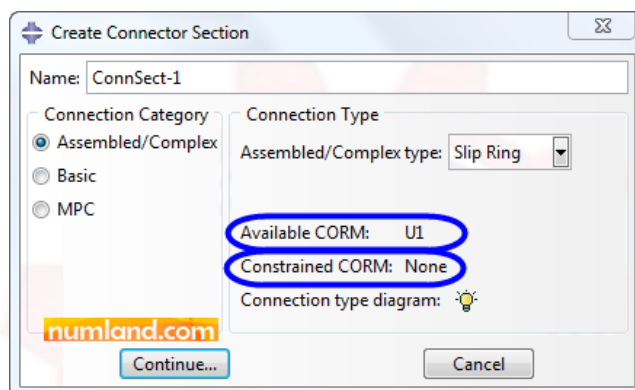


شکل ۵: انتخاب گزینه Slip Ring از لیست بازشو




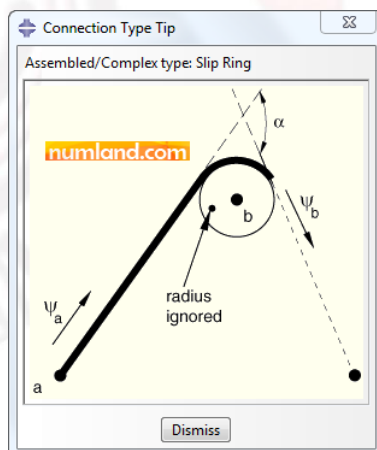
## نکته ۲

در این پنجره مانند شکل (الف)، در قسمت Available CORM عبارت U1 نوشته شده است یعنی فقط درجه آزادی نسبی U1 برای آن فعال است. در قسمت Constrained CORM عبارت None نوشته شده است یعنی درجات آزادی دیگری ندارد.



شکل الف: گزینه های موجود در Connector از نوع Slip Ring

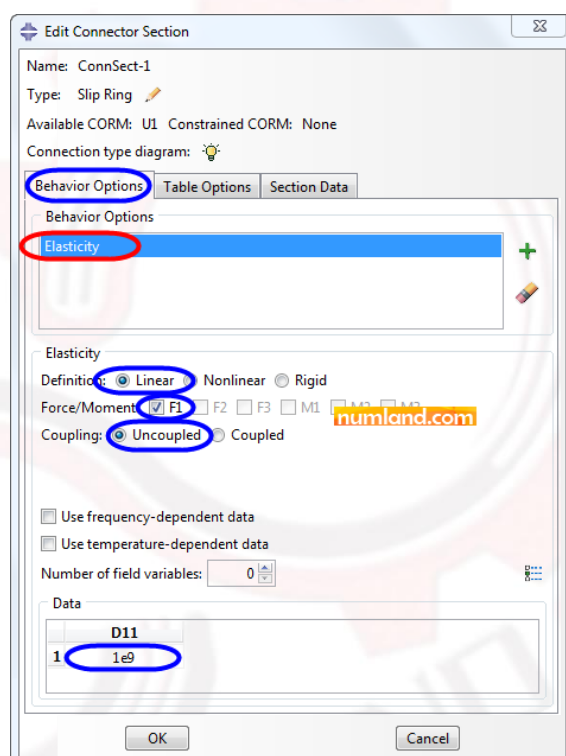
برای مشاهده شکل کانکتور، روی آیکون  (Show diagram) کلیک کنید. شکل (ب)، نمایانگر شکل کانکتور از نوع Slip Ring می باشد که نقطه a را به نقطه b متصل می کند. همچنین مشاهده می کنید که در این اتصال، از شعاع قرقره صرف نظر شده است.



شکل ب: نمای کانکتور از نوع Slip Ring

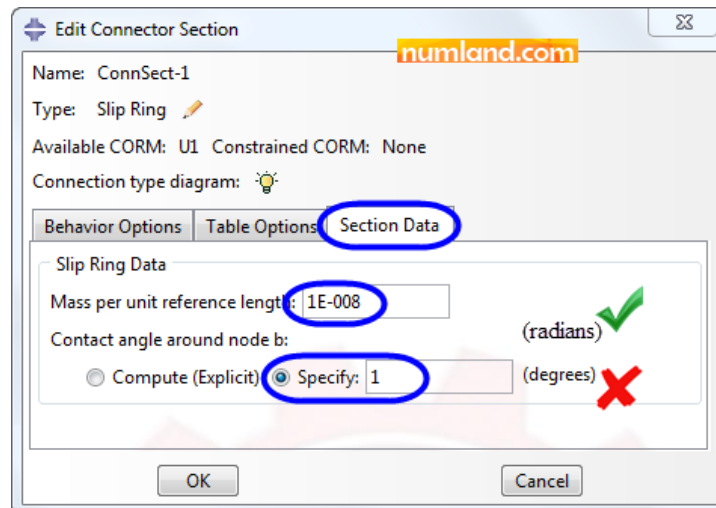
$\alpha$  زاویه بین دو قسمت کابل عبوری از نقطه b می باشد و هنگامی که بین قرقره و کابل اصطکاکی وجود نداشته باشد مقدار آن در تحلیل بی تاثیر است.

در پنجره باز شده روی آیکون + (Add) کلیک کرده و گزینه Elasticity را انتخاب کنید. گزینه های مشخص شده در شکل ۶ را انتخاب نموده و در قسمت D11 عدد  $1e9$  را که معادل  $10^9$  است وارد کنید. این عدد سختی کابل است و واحد آن نیرو بر واحد طول (در اینجا N/m) می باشد. این عدد را بزرگ در نظر گرفته ایم تا تغییر طول کابل ناچیز شود و در نتایج تحلیل تاثیری نداشته باشد. توجه داشته باشید که رابطه نیرو-جابجایی کابل بصورت خطی (Linear) در نظر گرفته شده است.




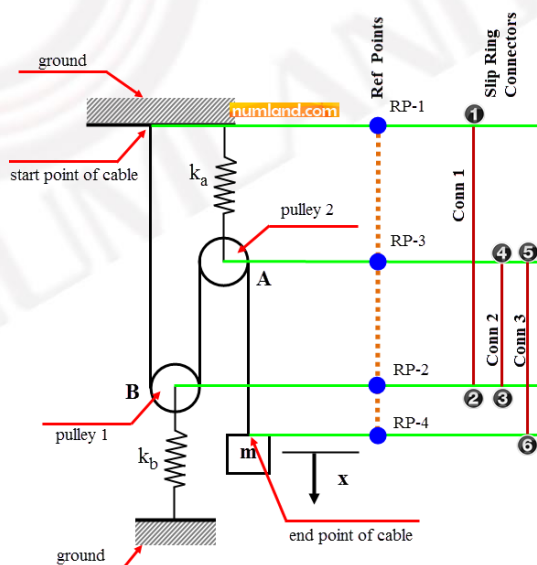
شکل ۶: گزینه های انتخاب شده برای تعریف سختی کابل

در برگه Section Data، گزینه های مشخص شده در شکل ۷ را کامل کنید. گزینه Mass per unit reference length جرم بر واحد طول کابل است. البته این پارامتر در مسائل ارتعاشاتی در نظر گرفته نخواهد شد و مقدار آن فرقی در جواب ایجاد نمی کند. گزینه Contact angle around node b همان زاویه  $\alpha$  است که به دلیل عدم وجود اصطکاک بین قرقره و کابل، تاثیری در نتایج ندارد و ما زاویه ۱ رادیان را در نظر گرفته ایم. نکته اینکه این زاویه بر حسب رادیان است و در نرم افزار به اشتباه واحد آن درجه نشان داده شده است.



شکل ۷: تعریف زاویه تماس و جرم بر واحد طول کابل در برگه Section Data

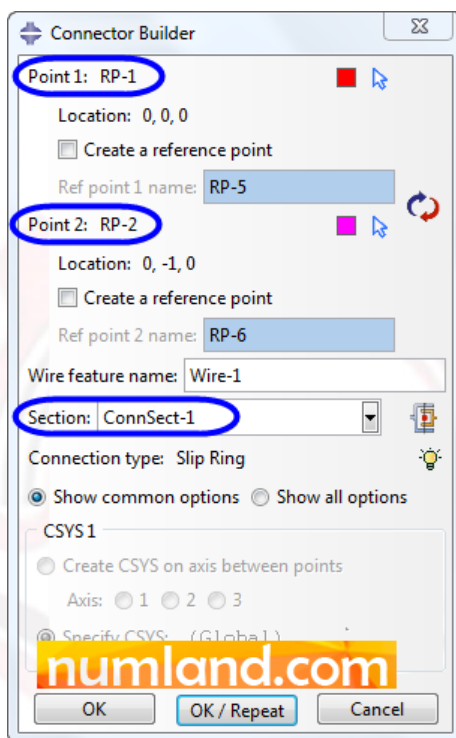
روی دکمه OK کلیک کنید. برای ایجاد کانکتور، نیاز به ایجاد wire بین دو نقطه داریم. برای ایجاد wire، روی آیکن  (Connector Builder) کلیک کنید. در نوار اعلان پیامی مبنی بر انتخاب اولین نقطه کانکتور به شما داده می شود. نقطه RP-1 را انتخاب کنید. پس از انتخاب اولین نقطه، در نوار اعلان پیام انتخاب دومین نقطه نیز داده می شود. نقطه RP-2 را انتخاب کنید. به این ترتیب، پنجره Connector Builder باز می شود. در هنگام تعریف کانکتور ها دقت کنید که نقاط را به همان ترتیب که کابل از آن ها عبور کرده است انتخاب کنید. برای درک بهتر این موضوع، به ترتیب نشان داده شده در شکل ۸ توجه کنید.



شکل ۸: ایجاد سه کانکتور از نوع Slip Ring روی نقاط RP-1 تا RP-4



اکنون در حالی که در پنجره Connector Builder، گزینه های نشان داده شده در شکل ۹ انتخاب شده است روی دکمه OK/Repeat کلیک کنید تا دستور ایجاد Connector Builder مجدداً اجرا شود.



شکل ۹: گزینه های انتخاب شده در پنجره Connector Builder

برای ایجاد کانکتور دوم، ابتدا نقطه RP-2 و سپس RP-3 را انتخاب کنید و این کانکتور را نیز ایجاد کنید. به همین ترتیب ابتدا RP-3 و سپس RP-4 را نیز انتخاب کنید تا سومین کانکتور نیز ایجاد شود. در پنجره سومین کانکتور روی دکمه OK کلیک کنید تا دستور ایجاد کانکتور متوقف شود.

### تعریف جریان مواد در کابل:

وارد مائول Load شوید. به منظور تکمیل فرآیند مدل سازی کابل، بایستی جریان مواد کابل (Material Flow) را نیز تعریف نماییم. همانگونه که در شکل ۱۰ مشاهده می شود، برای تعریف این مورد بایستی نقاط متناظر ابتدا و انتهای کابل را انتخاب کنیم. این دستور به نرم افزار می فهماند که کابل از کدام نقطه شروع می شود و پس از عبور از روی کدام نقاط به نقطه انتها می رسد.

## 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 ارتعاشاتی در نرم افزار آباکوس را آموخته باشید.

با خرید این درس و دسترسی به تمام مطالب آن می توانید به محیط تحلیل مسائل ارتعاشاتی 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 ارتعاشات فرا گرفته اید شما را تنها با مبحث ارتعاشات در مهندسی مکانیک 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.