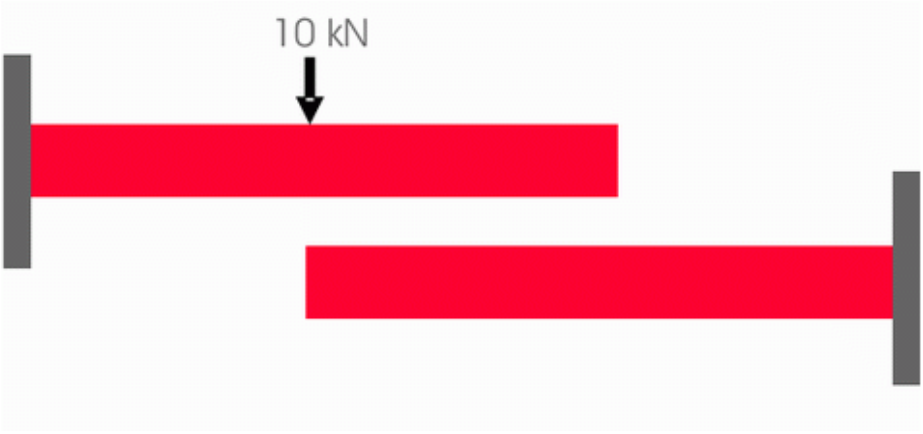
مثال المان های تماسی

-مقدمه

این آموزش با استفاده از انسیس 10 کامل شده که هدف آن توصیف چگونگی تماس المان ها برای شبیه سازی واکنش دو تیر است زمانی که آنها در تماس با یکدیگر هستند.

تیرها به صورت زیر نشان داده شده است: 100mm طول و 10mm*10mm سطح مقطع آن هاست.مدول یانگ آن ها 200GPa است و دو تیر در دو انتها ثابت شده اند.بار 10KN به مرکز تیر بالایی اعمال می شود که باعث خم شدن و تماس به تیر پایینی می شود.



-پیش پردازش:تعریف مسئله

1-مشخص کردن عنوان برای مسئله

Utility Menu > File > Change Title ...

```
/title, Contact Elements
```

2-باز کردن منوی پیش پردازش

ANSYS Main Menu > Preprocessor

```
/PREP7
```

3-تعریف مساحت

Preprocessor > Modeling > Create > Area > Rectangle > By 2 Corners

BLC4,WP X, WP Y, Width, Height

همانطور که در جدول زیر شرح داده شده ما 2 تا مستطیل تعریف می کنیم:

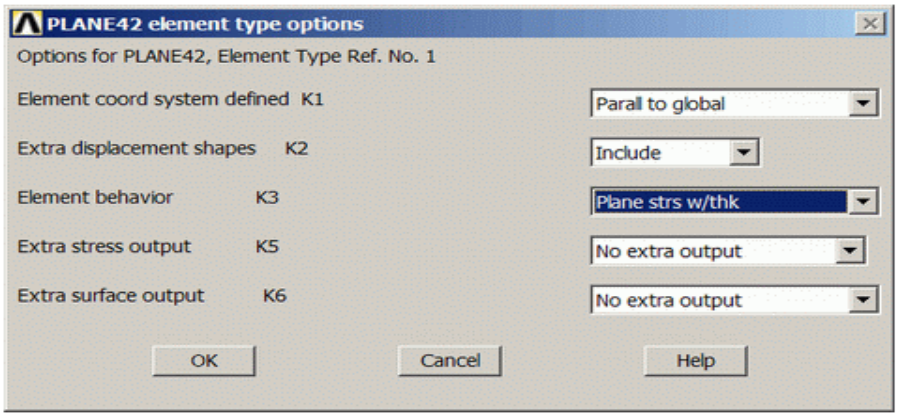
مستطیل	متغیرها(WP X,WP Y, ارتفاع,عرض)
1	(0,15,100,10)
2	(50,0,100,10)

4-تعریف نوع المان

- Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

برای این مسئله ما از المان PLANE42 (Solid, Quad 4node 42) استفاده می کنیم.این المان برای هر گره 2درجه آزادی دارد.(حرکت در جهت X و Y)

- زمانی که پنجره ی Element Types هنوز باز است،روی گزینه ی Options کلیک کنید،گزینه ی مقابل **Element behavior K3** را به Plane strs w/thk تغییر دهید(به صورت زیر). این کار ضخامتی را برای المان ها قرار می دهد.



5-تعریف ثابت های واقعی

Preprocessor > Real Constants... > Add...

در پنجره ی 'Real Constants for PLANE42' خواص هندسی زیر را وارد کنید:

I. ضخامت THK: 10

این کار یک تیر با ضخامت 10mm را تعریف می کند.

6-تعریف خواص ماده المان

Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic

در پنجره ای که باز می شود خواص هندسی زیر را برای فولاد وارد کنید:

i. مدول یانگ EX: 200000

ii. نسبت پواسون PRXY: 0.3

7-تعریف اندازه مشبندی

Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Areas > All Lines...

برای این مثال ما از المان با طول لبه ی 2mm استفاده می کنیم.

8-مشبندی

Preprocessor > Meshing > Mesh > Areas > Free > click 'Pick All'

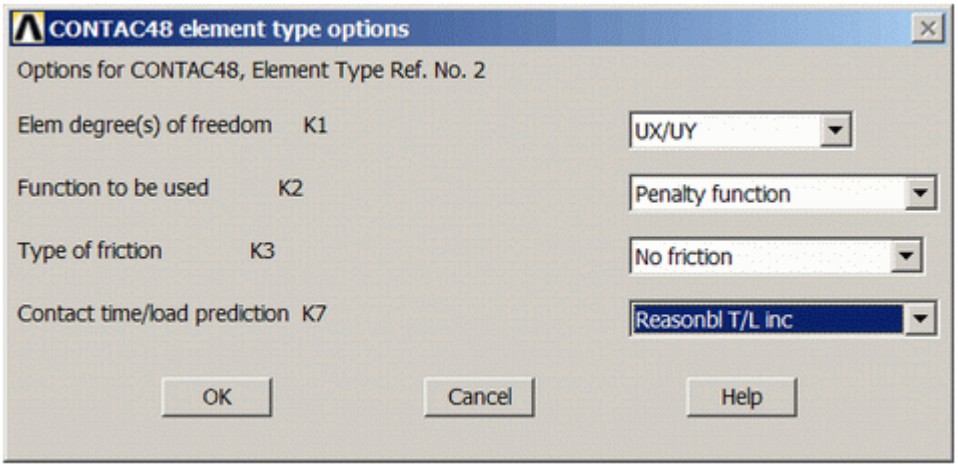
9-تعریف نوع تماس المان

- Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

برای این مثال ما از المان CONTAC48 (Contact, pt-to-surf 48) استفاده می کنیم.این المان برای نشان دادن تماس و حالت کشویی بین دو سطح (یا یک گره و یک سطح)در حالت دو بعدی استفاده می شود.این المان دارای دو درجه آزادی برای هر گره می باشد.(حرکت در راستای X و Y)

تماس وقتی اتفاق می افتد که گره تماسی در خط مورد نظر نفوذ کند.

- زمانی که پنجره ی Element Types هنوز باز است روی گزینه ی Options کلیک کنید و گزینه ی مقابل **Contact time/load prediction K7** را به Reasonabl T/L inc تغییر دهید.این یک مرحله ی مهم است.



این مهم است که توجه داشته باشید المان های CONTAC48 در فضای بین دو سطح توسط کاربر ایجاد شده است.المان های تماسی ممکن است به آرامی "crushed" شوند.بنابراین انسیس می تواند زمانی که دو سطح تعیین شده تماس داشته باشند را محاسبه کند.المان های تماسی دیگر مانندCONTA175 به یک المان هدف مانندTARGE169 نیاز دارندتا عمل کنند.

زمانی که در آنالیز خود از المان های تماسی استفاده می شود لازم است بدانیم که المان ها چگونه کار می کنند.کمک فایل انسیس دارای اطلاعاتی مفید در مورد المان های تماسی است.

10-تعریف ثابت های واقعی برای تماس المان ها

Preprocessor > Real Constants... > Add...

در پنجره ی 'Real Constants for CONTAC48' مشخصات زیر را وارد کنید:

i. Normal contact stiffness KN:200000

زمانی که یک سطح با سطح دیگری در تماس است انسیس به صورت عددی یک فنر با سفتی KN را بین این دو سطح قرار می دهد.انسیس مقدار بین 0.01 و 100 بار مدول یانگ برای مواد توصیه می کند.از آنجا که این حالت ارتجاعی فنر بسیار سفت است رفتار مدل مانند دو سطحی ست که در تماس هستند.این مقدار KN می تواند تاثیر زیادی روی حل شما داشته باشد.بنابراین برای تشخیص درستی یا نادرستی راه حل در مورد تماس المان ها لازم است به فایل راهنما مراجعه کنید. بهترین راه حل این است که با مقدار کم KN شرع کنید و چگونگی حل را ببینید. اگر نفوذ

بیش از حد وجود داشته باشد شما باید مقدار KN را افزایش دهید و اگر تنها برای یک مرحله راه حل های مشابه تکرار شود شما باید مقدار KN را کاهش دهید.

ii. تلرانس طول مورد نظر TOLS :10

ثابت واقعی TOLS برای اضافه کردن یک تلرانس کوچکی مورد استفاده قرار می گیرد که طول مورد نظر را افزایش دهد.این ثابت برای مسئله هایی که تماس گره در گره اتفاق می افتد مفید است.

ثابت های واقعی دیگر می توانند در مدلسازی اصطکاک کشویی ،تلرانس و ...استفاده شوند.

اطلاعات در مورد این ثابت ها در فایل راهنما موجود است.

11-تعریف گره ها برای ایجاد تماس المان ها

بر خلاف مش بندی معمولی که برای اکثر المان ها استفاده می شود،المان های تماسی باید با روشی متفاوت تعریف شوند.مجموعه ای از گره هایی که در تماس هستند باید تعریف شوند و برای ساختن المان های لازم استفاده شوند.انسیس توصیه های زیادی در مورد گره های انتخابی دارد و اینکه آیا آن ها باید به عنوان گره های target (هدف)عمل کنندیا گره های source (مرجع).

در این مسئله گره های مرجع آنهایی هستند که در تماس با سطح دیگر حرکت خواهند کرد،گره های هدف در تماس هستند.

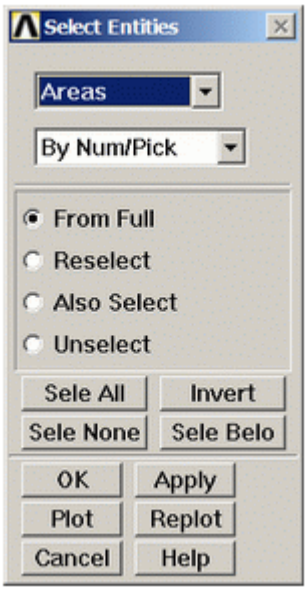
این مشخصات هنگام استفاده از مشبندی المان تماسی به صورت خودکار برای اطمینان از تماس بین سطوح مدل مهم هستند.درک بالا از چگونگی کار المان ها در هنگام استفاده از المان های تماسی برای آنالیز خود مهم است.

ابتدا گره های منبع انتخاب خواهد شد.

- Utility Menu > Select > Entities..

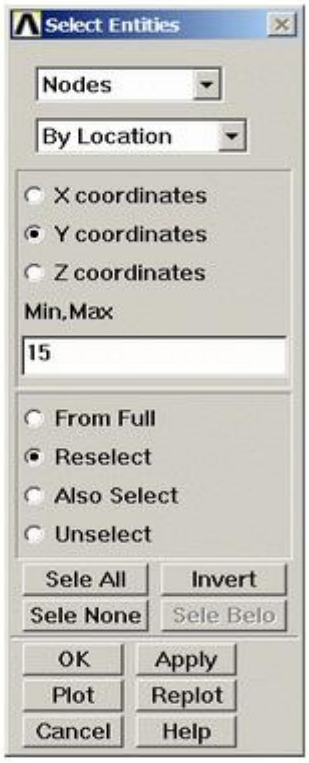
گزینه های **Areas** و **By Num/Pick** را از منوی زیر انتخاب کنید. از 4 گزینه ی زیر **From Full** را انتخاب کنید و روی کلمه ی ok کلیک کنید.تیر بالایی را انتخاب کنید و روی ok کلیک کنید.

این کار هر گره ای را که در چند مرحله ی بعدی از تیر بالایی انتخاب شود را تضمین خواهد کرد.با وجود این زمانی که هندسه پیچیده است شما ممکن است سهوا یک گره از سطح اشتباه را انتخاب کنید و این از جمله مشکلات در طول تولید المان است.



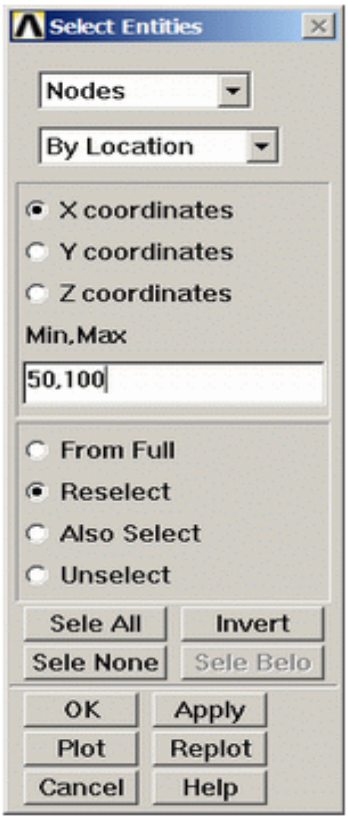
- Utility Menu > Select > Entities…

گزینه های **Nodes** و **By Location** را از منوی زیر انتخاب کنید. **Y coordinates** و **Reselect** را از پنجره ی زیر انتخاب کنید و عدد 15 را وارد کنید و روی ok کلیک کنید. با این کار همه ی گره ها در طول پایین تیر بالایی انتخاب می شود.



- Utility Menu > Select > Entities...

گزینه های **Nodes** و **By Location** را از منوی زیر انتخاب کنید.**X coordinates** و **Reselect** را از گزینه های زیر فعال کنید و اعداد 50,100 را وارد کنید. با این کار گره های بالای تیر پایین انتخاب خواهد شد.



- حالا اگر شما گره های انتخاب شده را لیست کنید:**Utility Menu > List > Nodes...**

شما فقط باید گره های زیر را داشته باشید.

NLIST Command

File

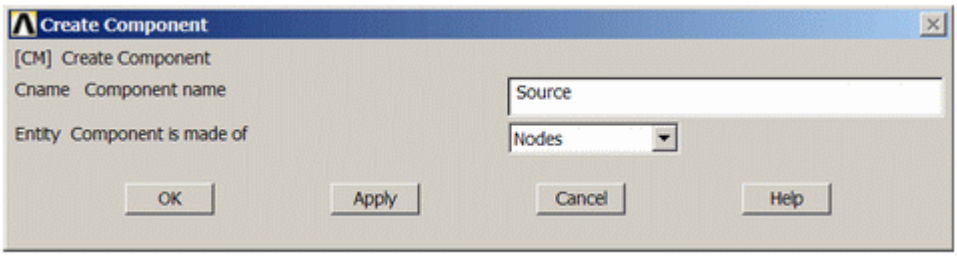
```
LIST ALL SELECTED NODES.   DSYS=  0
SORT TABLE ON  NODE  NODE  NODE

  NODE        X           Y           Z          THXY      THYZ      THZX
    307     50.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    309     52.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    310     54.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    311     56.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    312     58.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    313     60.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    314     62.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    315     64.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    316     66.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    317     68.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    318     70.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    319     72.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    320     74.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    321     76.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    322     78.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    323     80.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    324     82.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    325     84.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    326     86.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    327     88.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00

  NODE        X           Y           Z          THXY      THYZ      THZX
    328     90.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    329     92.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    330     94.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    331     96.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    332     98.000      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
    333     100.00      15.000      0.0000        0.00      0.00      0.00
```

این مهم است که تعداد گره هایی که شما برای ایجاد المان های تماسی استفاده می کنید،محدود کنید.اگر شما تعداد زیادی المان های تماسی داشته باشید ،زمان محاسبات برای رسیدن به حل طولانی می شود.در این مورد این فقط گره ها هستند که می توانند باعث تماس با تیر پایینی شوند،آن هایی که درست بالای آن هستند.بنابراین تنها گره هایی که ما استفاده می کنیم برای ایجاد المان های تماسی ،آن ها هستند.

- Utility Menu > Select > Comp/Assembly > Create Component

گزینه ی component name را مانند زیر Source وارد کنید و روی ok کلیک کنید.

اکنون ما می توانیم از این قسمت ،Source ، استفاده کنیم به عنوان یک لیست از گره هایی که در دیگر کارها استفاده می شوند. این کار می تواند در برنامه های کاربردی دیگر بسیار مفید باشد.



اکنون گره های هدف را انتخاب کنید.

با استفاده از روش مشابه فوق ،گره ها را روی تیر پایین درست زیر تیر بالایی انتخاب کنید.باید مطمئن باشید که همه ی گره ها قبل از شروع دیگر انتخاب ها ،انتخاب شدند.این کار با باز کردن منوی ، **Utility Menu** > **Select** > **Entities...** ،کلیک روی دکمه ی **Also Select** ،کلیک روی دکمه ی **Sele All** انجام می شود.

- برای انتخاب ناحیه ،روی ناحیه ی پایین کلیک کنید.
- Y coordinate ،10 است.
- X coordinates از 50تا 100 متفاوت است.

هنگام ایجاد این قسمت ،نام را **Target** وارد کنید.

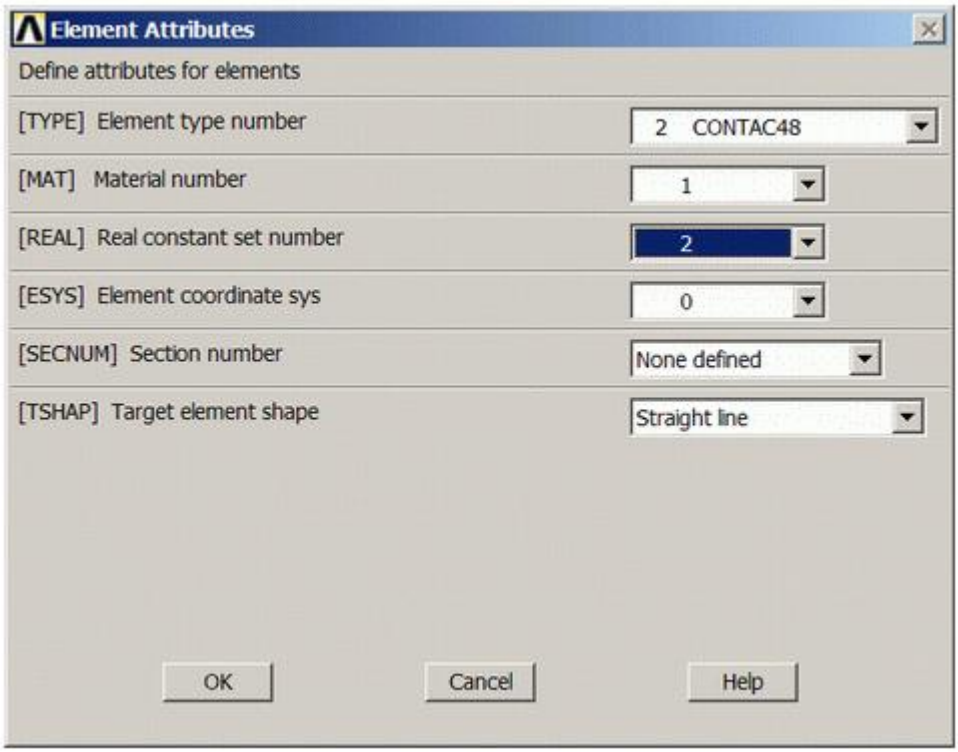
مهم: باید مطمئن باشید که همه ی گره ها قبل از ادامه انتخاب شده باشند. این کار با باز کردن منوی ، **Utility Menu** > **Select** > **Entities...** ،کلیک روی دکمه ی **Also Select** ،کلیک روی دکمه ی **Sele All** انجام می شود.

12-ایجاد المان های تماسی

Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Elem Attributes

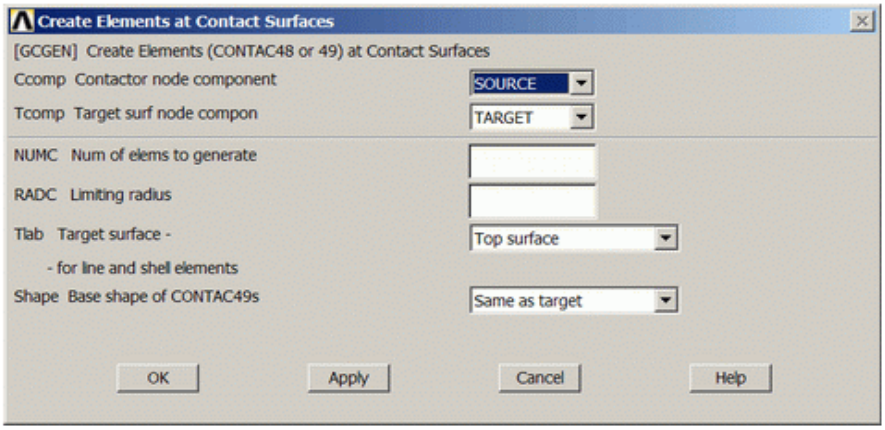
پنجره را همانطور که در زیر نشان داده شده ،پر کنید.

این کار تضمین می کند که انسیس می داند شما با المان های تماسی و ثابت های واقعی سر و کار دارید.

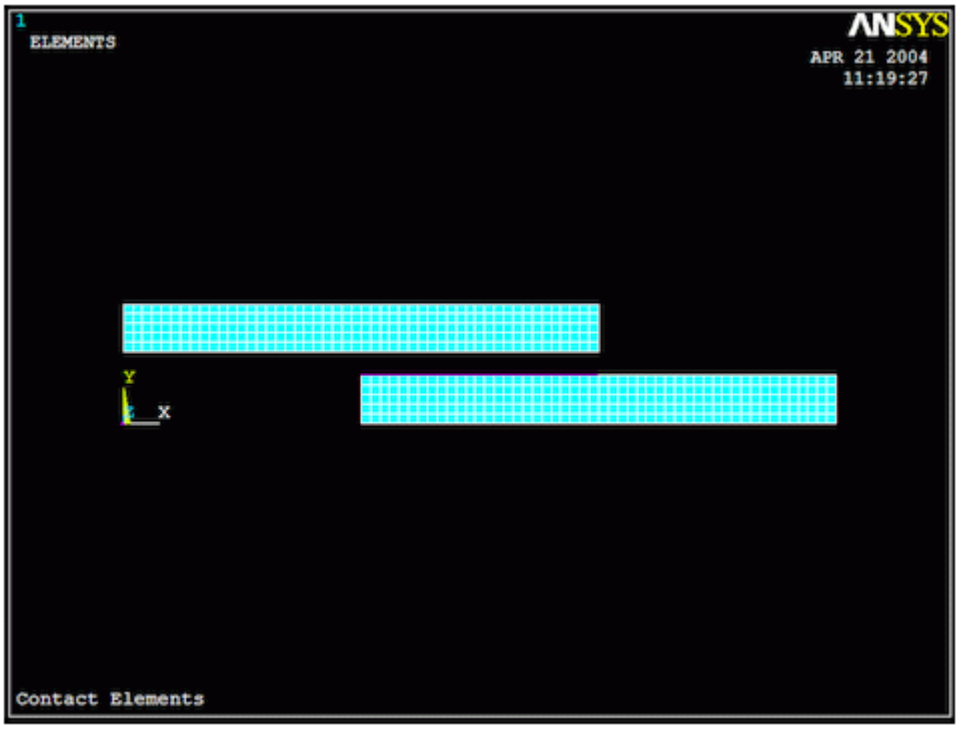


Main Menu > Preprocessor > Modeling> Create > Elements > Surf / Contact > Node to Surf

با انجام مراحل بالا پنجره ی زیر باز می شود. از منوی اول (Ccomp) ،SOURCE و از منوی دوم (Tcomp) ،TARGET را انتخاب کنید. بقیه ی قسمت ها بدون تغییر باقی بماند.



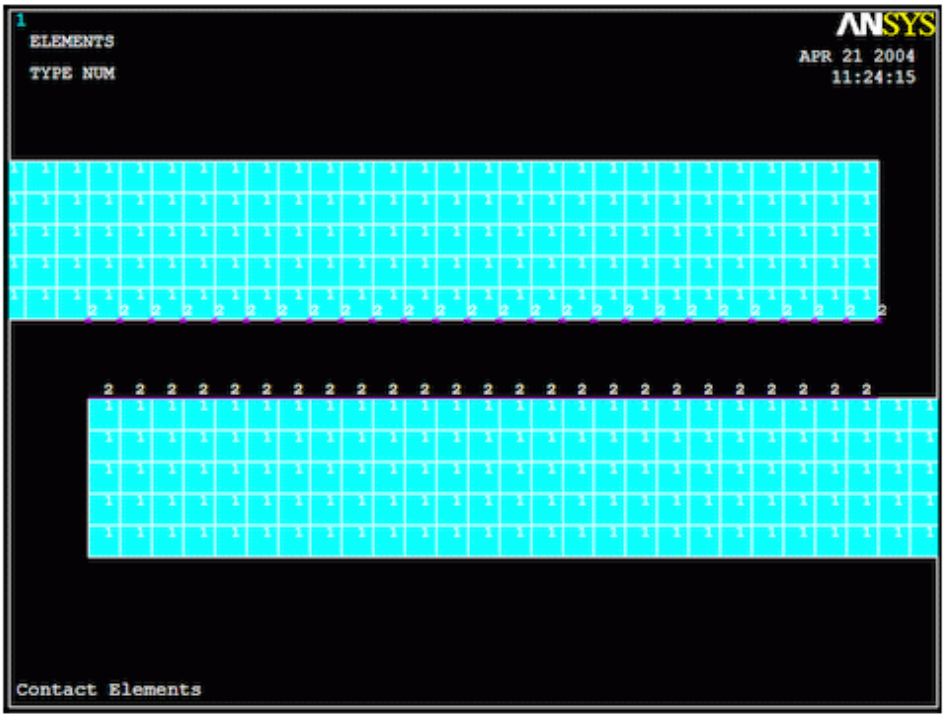
در این مرحله مدل شما باید مانند زیر به نظر برسد.



متاسفانه المان های تماسی نمی توانند روی صفحه نمایش ترسیم شوند. اگر شما می خواهید می توانید المان ها را رسم کنید(Utility Menu > Plot > Elements) . و شماره ی المان ها را مشخص کنید:

(Utility Menu > PlotCtrls > Numbering > Elem/Attrib numbering > Element Type Numbers)

اگر شما روی تماس ناحیه ها زوم کنید،می توانید ستاره های کوچک بنفش (گره های تماسی) و خط های نازک بنفش (المان های مورد نظر ما)شماره ی 2 که مطابق با المان های تماسی است،همانطور که در زیر نشان داده شده را مشاهده کنید.



مرحله ی پیش پردازش اکنون کامل شد.

-مرحله ی Solution :تعیین بارگذاری و حل مسئله

1-تعریف نوع آنالیز

Solution > Analysis Type > New Analysis > Static

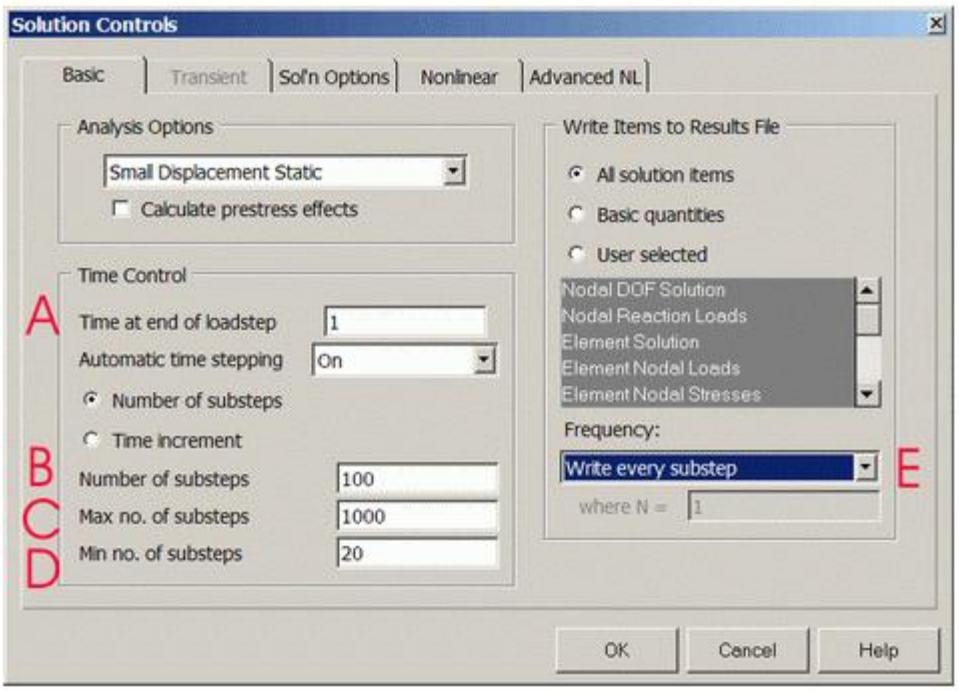
```
ANTYPE,0
```

2-تنظیم قسمت کنترل راه حل

- انتخاب کنید:

Solution > Analysis Type > Sol'n Control...

پنجره ی زیر باز می شود:



مطمئن باشید که تغییرات زیر در سربرگ 'Basic' انجام شود(همانطور که در بالا نشان داده شده است)

A) باید Automatic time stepping روی ”On“ باشد.مراحل زمانی به صورت خودکار توانایی مشخص کردن تعداد مناسب برای تفکیک مراحل بارگذاری را به انسیس می دهد.کاهش تعداد مرحله ،معمولا دقت بهتر را نشان می دهد.با این وجود مدتی طول می کشد.

ویژگی مرحله زمان به صورت خودکار تعیین کردن یک توازن مناسب است.این ویژگی همچنین ویژگی دوبخشی انسیس را فعال می کند که اگر حل مسئله ناموفق باشد ،مسئله Recovery می شود.

B)در قسمت number of substeps عدد 100 را وارد کنید.این کار مرحله ی اولیه را برای $1/100^{th}$ کل بار تنظیم می کند.

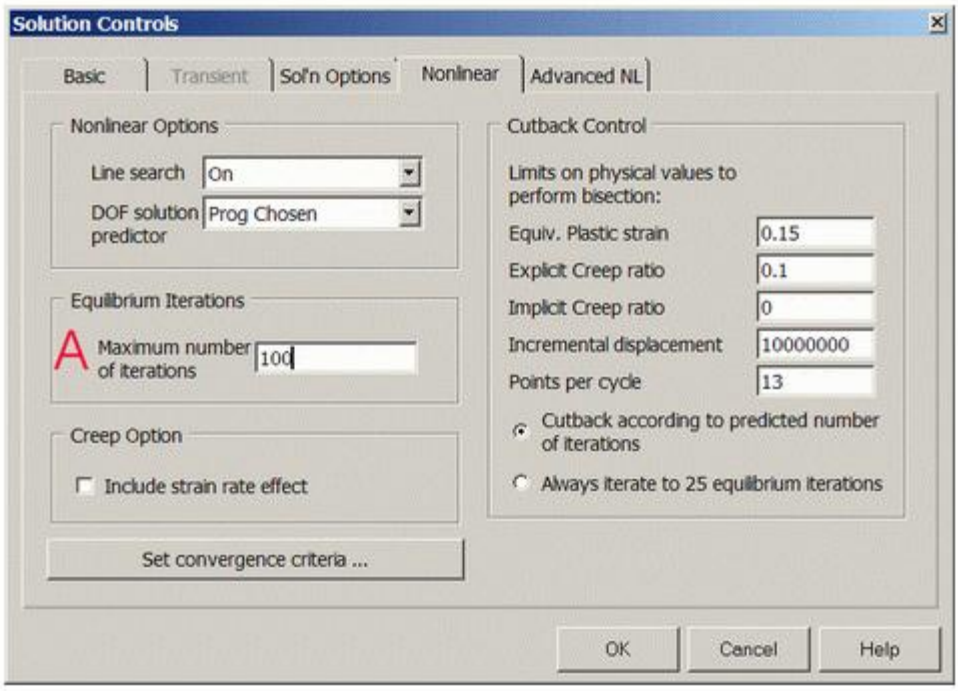
C) قسمت Max no.of Substeps را 1000 وارد کنید. این کار اگر حل مسئله بعد از 1000 مرحله انجام نشود ،برنامه را متوقف می کند.

D)قسمت Min no.of substeps را 20 وارد کنید.

E) مطمئن باشید که همه ی قسمت های راه حل برای نتایج فایل نوشته شوند.

قسمت های زیر باید در سربرگ 'Nonlinear' تنظیم شوند: (همانطور که در زیر نشان داده شده است)

A) باید قسمت Maximum Number of Iterations روی 100 تنظیم شود.



نکته: چندین قسمت وجود دارد که نباید تغییر کند و باید روی پیش فرض باشد. برای اطلاعات بیشتر در مورد این دستورات help را در خط دستوری تایپ کنید.

این مقادیر قسمت solution control در تعیین موفقیت یا شکست تجزیه و تحلیل شما بسیار مهم هستند.این مهم است که تعداد نسبتا بزرگی برای مراحل ابتدایی انتخاب کنیم تا مطمئن باشیم که مدل به درستی تعریف شده است .شما می توانید برای بهینه سازی زمان محاسبات تعداد مراحل را کاهش دهید.همچنین اگر ماکزیمم تعداد مراحل یا تکرار بیش از حد کم باشد،انسیس ممکن است قبل از اینکه به حل درستی برسید،آنالیز مسئله را متوقف کند.

3-اعمال قیدها

Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Lines

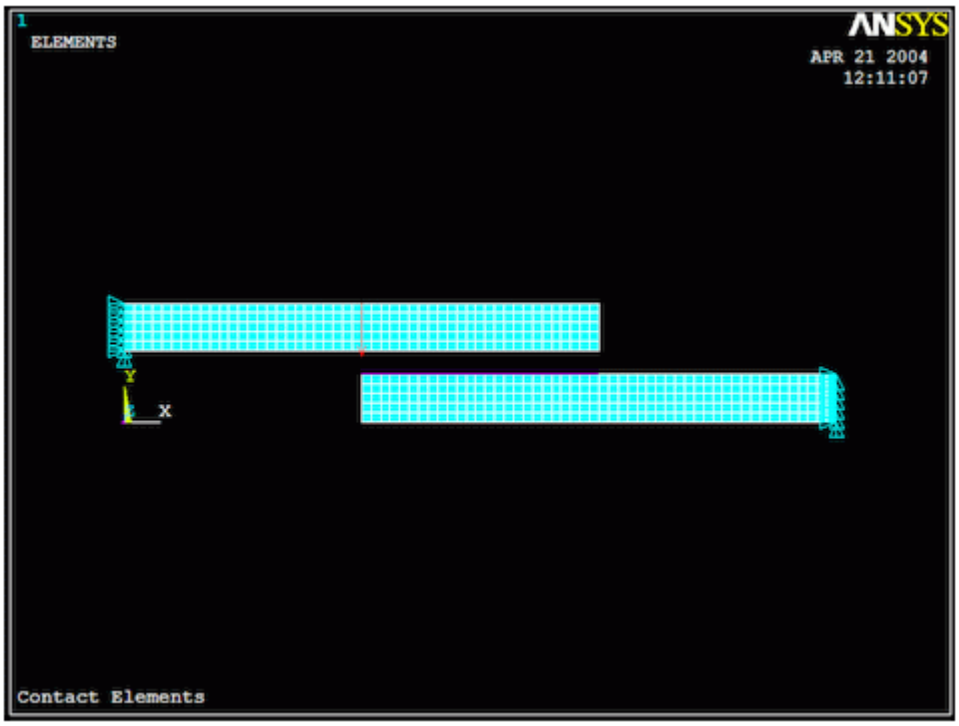
انتهای چپ تیر بالایی و انتهای راست تیر پایینی را ثابت کنید.(به عنوان مثال all Dof ثابت شود)

4-اعمال بارها

Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Moment > On Nodes

یک بار 10000- را در جهت Y روی مرکز سطح بالایی تیر بالا اعمال کنید.این یک بار نقطه ای روی یک سطح در حالت دو بعدی است .این نوع از بارگذاری از آنجاییکه باعث یک تکینگی می شود،نباید استفاده شود.بنابراین ما از یک بار نقطه ای برای سادگی استفاده می کنیم.

بار و قیدهای اعمال شده باید به صورت زیر باشد :



5-حل سیستم

Solution > Solve > Current LS

SOLVE

-پس پردازش:مشاهده نتایج

1-باز کردن منوی پس پردازش

ANSYS Main Menu > General Postproc

/POST1

2-تنظیم مقیاس گرافیکی

Utility Menu > PlotCtrls > Style > Displacement Scaling

روی دکمه ی **1.0 (true scale)** کلیک کنید سپس ok بزنید.این کار خیلی مهم است.

اگر قسمت مقیاس تغییر مکان آن روی پیش فرض باشد المان های تماسی کار نمی کنند و بارهای مکرر به نظر می رسد که گره های تماسی شما در میان المان های مورد نظر قرار گرفته است.

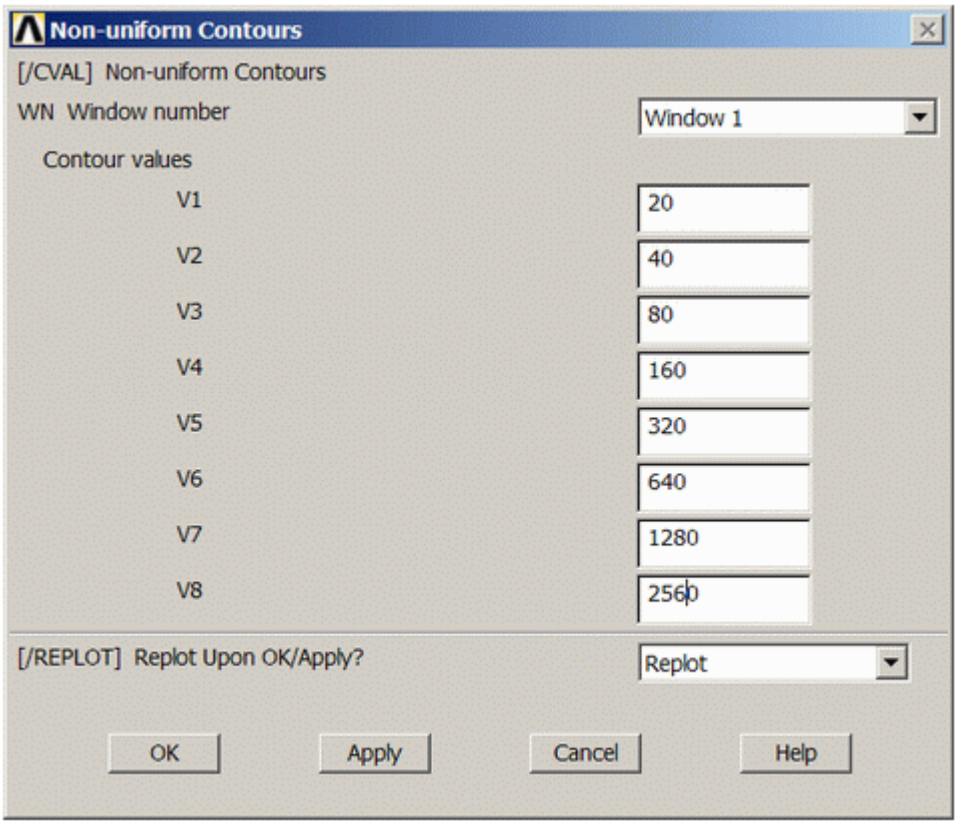
3-نمایش توزیع تنش در تیر

General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solu > Stress > von Mises

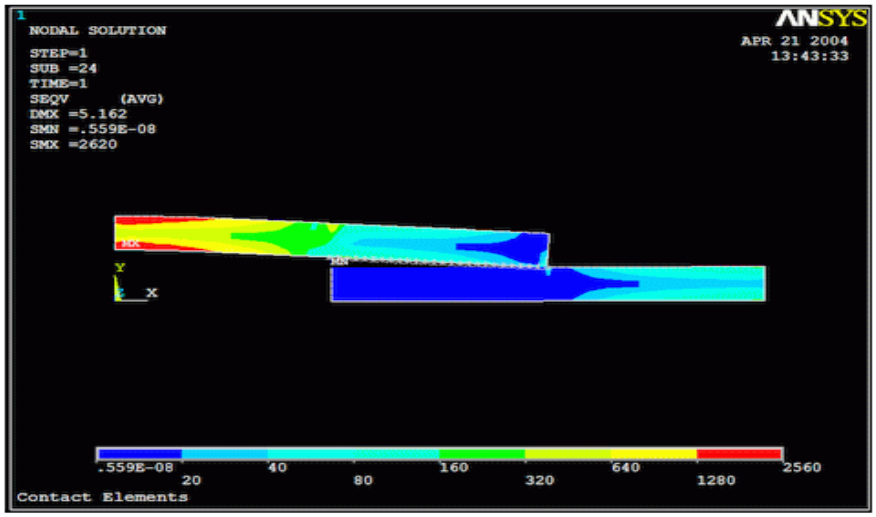
4-تنظیم مقیاس شکل

Utility Menu > PlotCtrls > Style > Contours > Non-Uniform Contours

پنجره ی باز شده را همانطور که در زیر نشان داده شده پر کنید:



این کار باید طرح توزیع تنش زیر را نمایش دهد:



همانطور که در شکل دیده می شود ،بار روی تیر بالایی باعث ایجاد انحراف و تماس با تیر پایینی می شود و توزیع تنش در هر دو تیر را به وجود می آورد.

-فایل دستورالعمل حل

مثال بالا با استفاده از یک رابط کاربر گرافیکی یا GUI و دستور زبان انسیس حل شده است.این مثال همچنین با استفاده از دستور زبان انسیس حل شده که شما ممکن است آن را جستجو کنید.نسخه ی HTML.را باز کنید,کد را در یک ویرایشگر متن کپی و آن را در کامپیوتر خود ذخیره کنید.اکنون به **'File > Read input from...'** بروید و فایل را انتخاب کنید,نسخه PDF. موجود برای چاپ است.