

عایقها و فشار قوی

بررسی چکیده‌ی کاربری نرم‌افزار ANSYS

نگارش:

اشکان نیوشا

هومان هوشمندان

استاد: دکتر حبیب قراگوزلو

تابستان ۱۳۸۷

به نام خدا

پیش‌گفتار

«روش عناصر محدود»^۱ یک روش عددی است، که می‌توان آن را برای حل مسائل گوناگون مهندسی در حالت‌های گوناگون مانا، گذرا، خطی یا غیرخطی، مانند تحلیل الکترومغناطیس، تنش، انتقال گرما و جریان سیال به کار گرفت.

نرم‌افزارهایی چون ANSYS، ABAQUS و NASTRAN از نرم‌افزارهای نام‌ساز FEM می‌باشند؛ که ما در این نوشتار، به صورت چکیده به نرم‌افزار ANSYS 9.0 و چگونگی تحلیل الکترومغناطیس در آن پرداخته‌ایم. البته، در این نوشتار به دلیل سادگی، بیشتر بر حالت پایا^۲ و مانای^۳ الکترومغناطیس تأکید کرده‌ایم.

مراحل حل یک مسأله به روش عناصر محدود به صورت زیر است. در گام نخست باید عناصر و جنس آنها^۴ و ویژگی‌های ماده‌های مورد نظر^۵ (مانند گذردهی نسبی [الکتریکی]^۶، تراوایی [مغناطیسی]^۷ و...) را تعریف کرد. در گام دوم باید مدل و شکل مورد نظر را رسم کرد.^۸ در گام سوم باید عناصر محدود را ساخت؛ یا به عبارتی، مدل را «مش‌بندی» کرد.^۹ در گام چهارم، باید بار مورد نظر را به مدل اعمال کرد.^{۱۰} سرانجام نیز باید مدل را حل کرد.^{۱۱} پس از این مراحل، می‌توان پاسخ را به صورت نمودار و شکل نمایش داد.^{۱۲}

در ادامه، به تفصیل به هر یک از مراحل زیر خواهیم پرداخت.

¹ Finite Elements Method

² Static

³ Steady State

⁴ Element Types

⁵ Material Properties

⁶ Relative Permittivity

⁷ Relative Permeability

⁸ Modeling

⁹ Meshing

¹⁰ Loading

¹¹ Solving

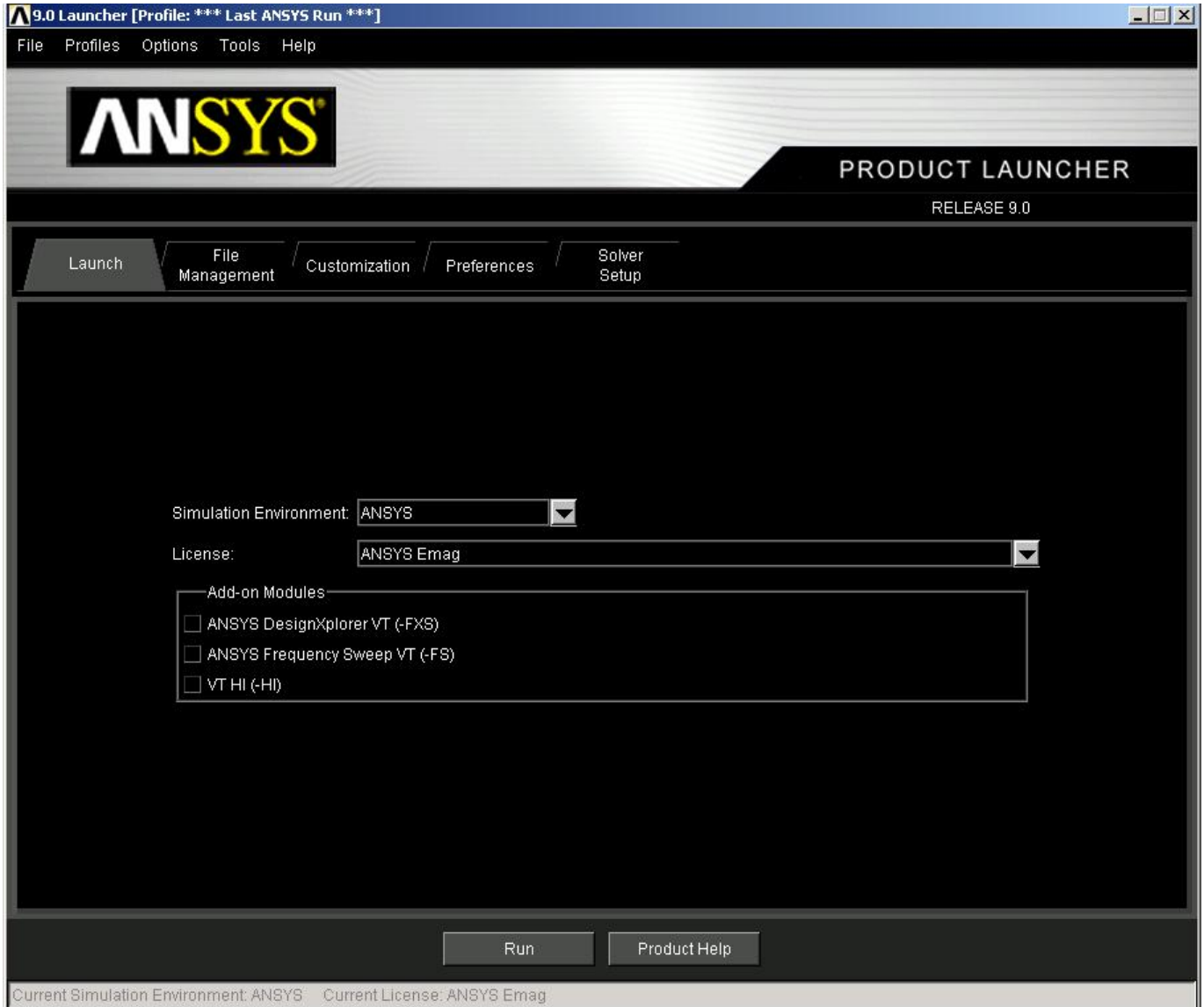
¹² Plotting Results

اجرای نرم افزار

برای اجرای نرم افزار ANSYS، نخست باید تنظیماتی را انجام داد. بنابراین نشانی زیر را دنبال کنید:

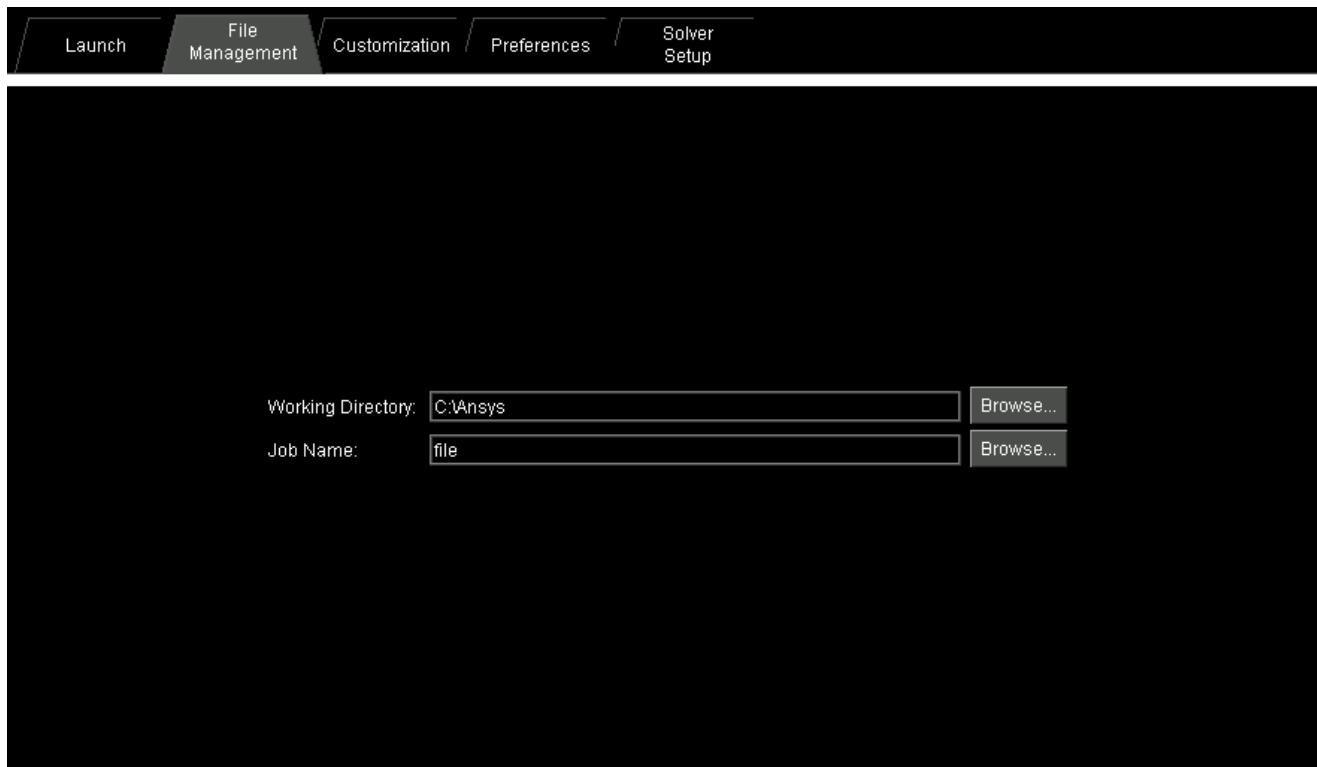
Start> All Programs> ANSYS 9.0> ANSYS Product Launcher

با این کار، پنجره‌ی 9.0 Launcher باز می‌شود.



نرم افزار ANSYS شامل زیرنرم افزارهای گوناگونی برای پوشش نیازهای رشته‌های گوناگون مهندسی است؛ که گزینه‌های درون برنامه را براساس نیاز کاربر بهینه می‌کند. کاربر باید زیرنرم افزار مناسب را پیش از اجرای برنامه، برگزیند. برای مهندسی برق، می‌توان از گزینه‌های ANSYS Multiphysics یا ANSYS Emag بهره برد؛ که مناسب‌تر است. بنابراین، در سربرگ Launch و زیرمنوی ANSYS Emag License را برگزینید. تنظیم دیگر گزینه‌ها اجباری نیست؛ ولی برای آسانی کار در مراحل پیشرفته می‌توان آنها را تنظیم کرد.

در سربرگ **File Management**، در بخش **Working Directory**، می‌توانید نشانی جایی را که نرم‌افزار، پرونده‌هایش را ذخیره می‌کند، انتخاب کنید. در بخش **Job Name** نیز می‌توانید «نام کار» مورد نظر را انتخاب کنید.

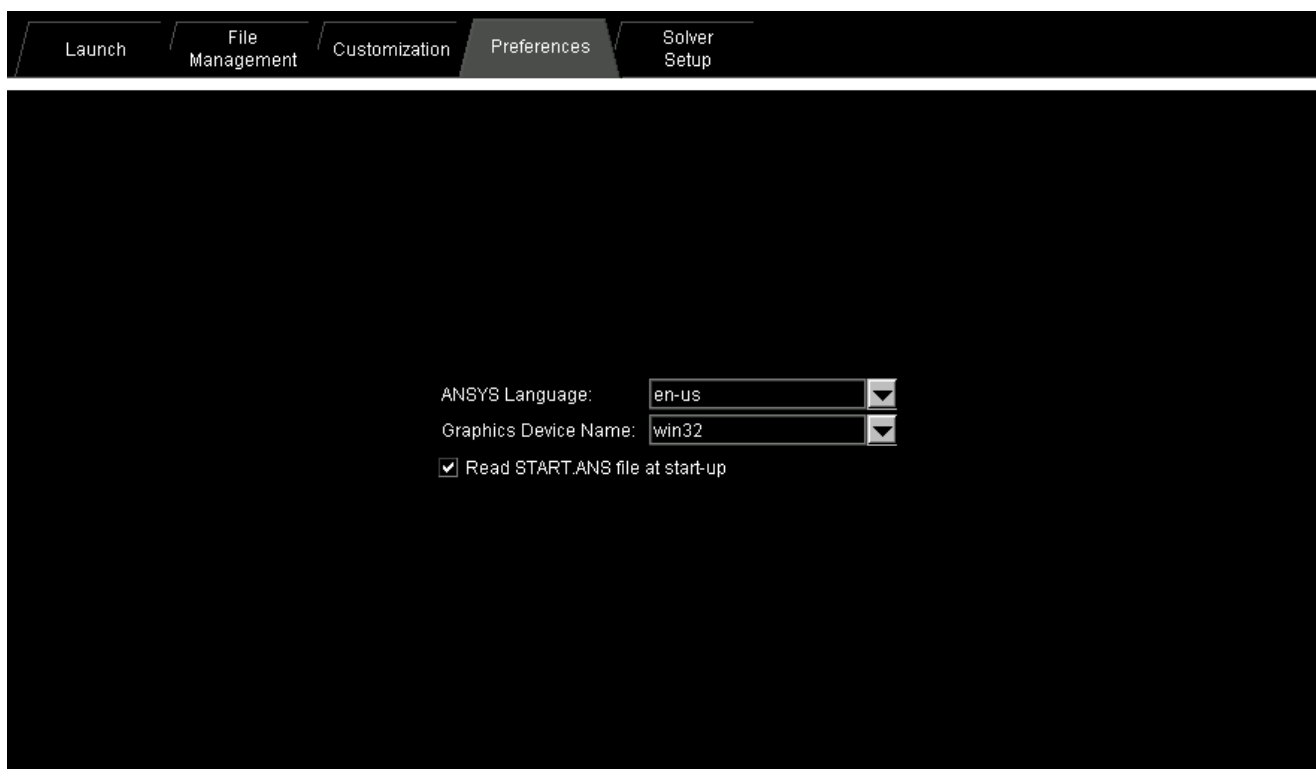


در سربرگ **Customization**، در بخش **Memory Use** با گزیدن **custom memory settings** می‌توانید اندازه‌ی حافظه‌ای از رایانه را که **ANSYS** در اختیار می‌گیرد، به دلخواه تغییر دهید. در بخش **Additional Parameters** می‌توانید پارامترهایی، مانند

$\pi=3.1415$ ، را تعریف کنید و در درون برنامه به جای نوشتن π ، $3/1415$ را تایپ کنید.

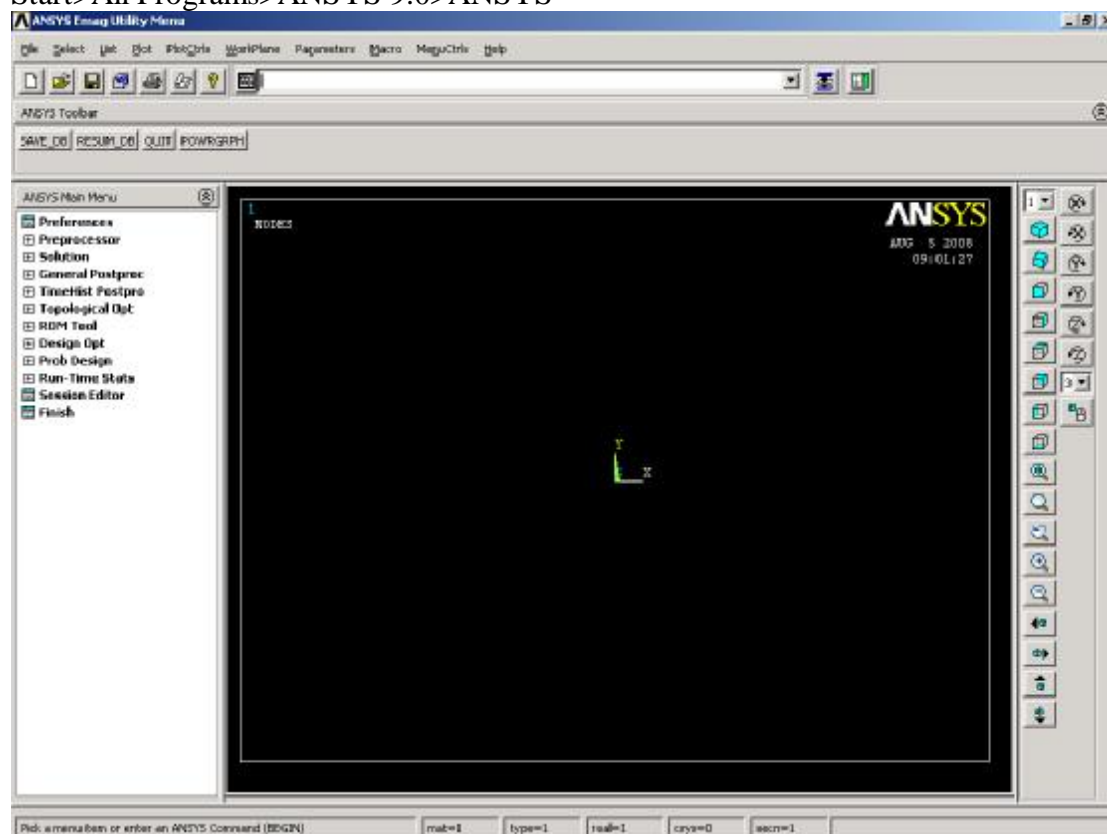
در سربرگ **Preferences**، زبان برنامه و کیفیت رنگ گرافیک آن قابل تنظیم است.

اکنون، پس از اعمال تغییرات و تنظیمات، در پنجره‌ی 9.0 Launcher، دکمه Run را بزنید؛ تا برنامه اجرا شود.



پس از این تنظیمات، دیگر می‌توانید مستقیماً برنامه را از نشانی زیر اجرا کنید:

Start>All Programs>ANSYS 9.0>ANSYS



اجزای برنامه

ANSYS از بخش‌های زیر تشکیل شده است:

File Select List Plot PlotCtrls WorkPlane Parameters Macro MenuCtrls Help

1-1 Menu Bar: شامل زیرمنوهای زیر است:

1-1-1 File: پرکاربردترین گزینه‌های آن عبارتند از:

1-1-1-1 Clear & Start New: همه تنظیمات و تغییرات اعمال شده در

نرم‌افزار را به حالت اولیه بازمی‌گرداند.

1-1-1-2 Change Jobname: نام پروژه را عوض می‌کند.

1-1-1-3 Change Directory: نشانی پوشه‌ای را که نرم‌افزار، پرونده‌هایش را

ذخیره می‌کند، تغییر می‌دهد.

1-1-1-4 Change Title: عنوان پروژه را عوض می‌کند.

1-1-1-5 Resume Jobname.db: پروژه‌ای که هم‌اکنون بر

روی آن کار می‌کنید را دوباره از پرونده‌ی ذخیره شده می‌خواند.

1-1-1-6 Resume from: برای بازکردن کاری ذخیره شده است.

1-1-1-7 Save as Jobname.db: کاری را که هم‌اکنون بر

روی آن کار می‌کنید، (با نام پیش فرض) ذخیره می‌کند.

1-1-1-8 Save as: کاری را که هم‌اکنون بر روی آن کار می‌کنید، با

نام دلخواه دیگری ذخیره می‌کند.

1-1-1-9 Import و Export: برای وارد/صادر کردن پرونده‌ها

از/به نرم‌افزارهایی مانند AutoCAD است.

1-1-1-10 Exit: از ANSYS خارج می‌شود.

1-2-1 Select: برای برگزیدن عناصر گوناگون به کار می‌رود.

1-2-1-1 Entities: برای انتخاب کردن مدل‌های رسم شده به کار

می‌رود.

1-3-1 List

Clear & Start New ...
Change Jobname ...
Change Directory ...
Change Title ...

Resume Jobname.db ...
Resume from ...

Save as Jobname.db
Save as ...
Write DB log file ...

Read Input from ...
Switch Output to ▶

List ▶
File Operations ▶
ANSYS File Options ...

Import ▶
Export ...

Report Generator ...

Exit ...

Entities ...
Component Manager ...
Comp/Assembly ▶
Parts ...

Everything
Everything Below ▶

۱-۴-Plot: برای نشان دادن عناصر رسم شده به دلخواه، استفاده می شود. برای نمونه گاهی، در اثر پاره‌ای عملیات، شکل رسم شده ناقص نمایش داده می شود و ...

۱-۵-PlotCtrls: برای کنترل و اعمال تغییرات در نمایش مدل کشیده شده به کار می رود و گزینه‌های مهم آن عبارتند از:

۱-۵-۱-Pan Zoom Rotate: برای نمایش مدل از زوایای گوناگون، بزرگ‌نمایی و کوچک‌نمایی و همچنین چرخاندن زاویه‌ی نمایش مدل استفاده

می شود.



۱-۵-۲-Numbering: برای روشن یا خاموش کردن نمایش

شماره‌ی نقطه کلید^۱ها، خط^۲ها، رُویه^۳ها، حجم^۴ها، گره^۵ها و ... به کار می رود؛ که کاربرد بسیاری در مدل‌های پیچیده دارد.

۱-۵-۳-Capture Image: برای ذخیره‌ی نمودارها و شکل‌های

پاسخ، که در صفحه، نمایش داده شده است، می باشد.

۱-۵-۴-Restore Image: برای گشودن دوباره و بازیابی

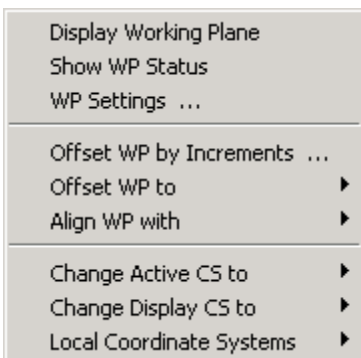
نمودارها و شکل‌های پاسخ ذخیره شده می باشد.

۱-۶-WorkPlane: برای تغییر صفحه‌ی مختصات، انتقال آن به

نقطه‌ی دیگر و (غیر)فعال کردن صفحه‌ی مختصات فرعی است.

۱-۶-۱-Display Working Plane: صفحه‌ی مختصات

فرعی را نمایش می دهد.



۱-۶-۲-Show WP Status: اطلاعات صفحه‌ی

مختصات فرعی، مکان و گونه‌ی آن (کاتزی، استوانه‌ای یا کروی) را نشان می دهد.

۱-۶-۳-WP Settings: تنظیمات صفحه‌ی مختصات

فرعی است.

۱-۶-۴-Offset WP by Increments: برای انتقال

¹ Keypoint
² Line
³ Area
⁴ Volume
⁵ Node

یا چرخاندن صفحه‌ی مختصات فرعی به کار می‌رود.

۱-۶-۵-Offset WP to: صفحه‌ی مختصات فرعی را به نقاط ویژه‌ای مانند

نقطه‌کلیدها، مبدأ مختصات اصلی یا نقاط دلخواه دیگر انتقال می‌دهد.

۱-۶-۶-Change Active CS to: برای تبدیل گونه «سامانه‌ی مختصات»^۱

فعال، به حالت‌های کارتزی، استوانه‌ای یا کروی و همچنین به صفحه‌ی مختصات

فرعی به کار می‌رود.

۱-۶-۷-Change Display CS to: برای تبدیل نمایش گونه‌ی سامانه‌ی

مختصات فعال به حالت‌های کارتزی، استوانه‌ای یا کروی کار می‌رود.

۲- Standard Toolbar

شامل دکمه‌های New Analysis، برای پاک کردن کار کنونی و انجام پروژه‌ای نو؛ Open

ANSYS File، برای گشودن کاری ذخیره شده؛ Save Analysis، برای ذخیره‌ی کار کنونی؛

Pan-Zoom-Rotate، برای گشودن پنجره‌ی مربوطه، برای نمایش مدل از زوایای گوناگون،

بزرگ‌نمایی و کوچک‌نمایی و همچنین چرخاندن زاویه‌ی نمایش مدل؛ Image Capture،

Report Generator و ANSYS Help است.



۳- ANSYS Command Input

برای وارد کردن دستورهای لازم در خط فرمان برنامه است.



۴- Pan-Zoom-Rotate Sidebar

برای دسترسی مستقیم به گزینه‌های Pan، Zoom، و Rotate است.

۵- ANSYS 9.0 Output window

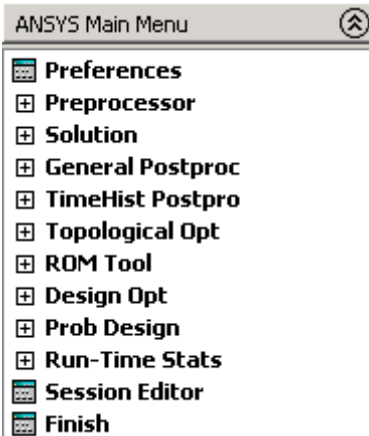
پنجره‌ای از MS-DOS است، که برای نمایش پیام‌های برنامه به کار می‌رود. این پنجره،

خارج از نرم‌افزار اصلی و در کنار آن باز می‌شود.

۶- ANSYS Graphics

¹ Coordinate System

صفحه‌ی (مشکی‌رنگ) گرافیکی، که مدل رسم‌شده در آن نمایش داده می‌شود.



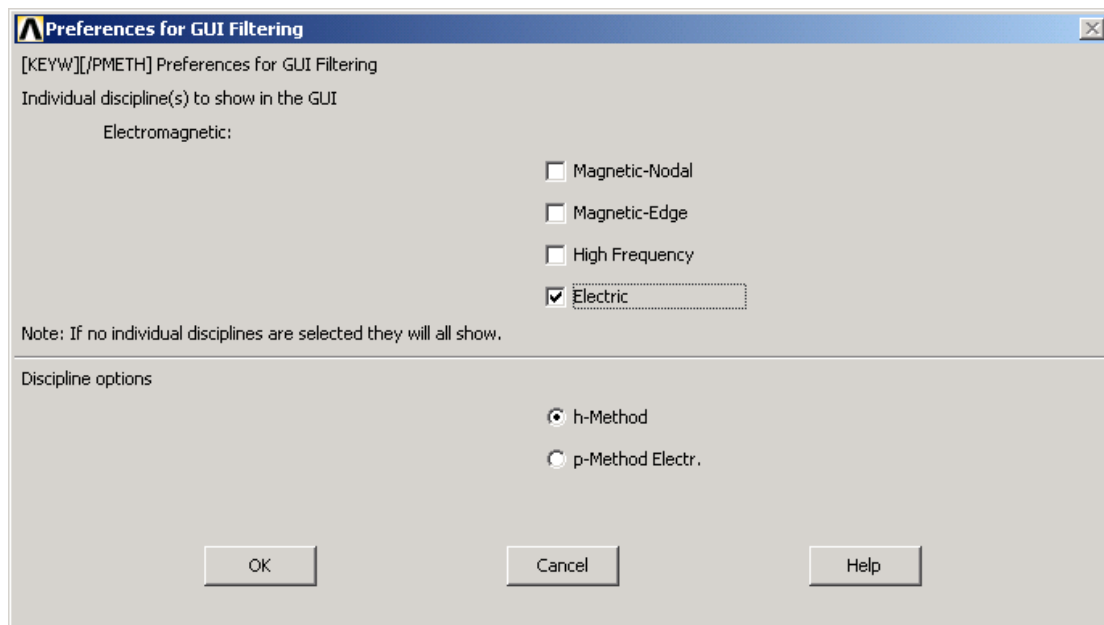
ANSYS Main Menu – ۷

مهمترین بخش نرم‌افزار است و همه‌ی فرآیندهای لازم، بر روی مدل، از این بخش انجام می‌شود؛ که می‌توان آن را به سه دسته‌ی پیش‌پردازش^۱، پردازش (حل)^۲ و پس‌پردازش^۳ تقسیم کرد. در پایین به پرکاربردترین گزینه‌ها پرداخته شده‌است.

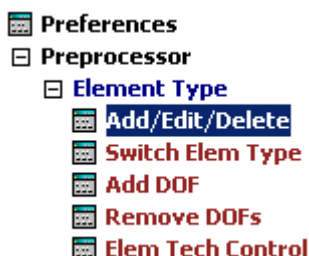
Preferences – ۱-۷

از این جا، برای آسانی کار، نرم‌افزار با توجه به گونه‌ی تحلیل و

انتخاب گزینه‌ی مربوطه، همه‌ی گزینه‌های مربوط به دیگر تحلیل‌ها را فیلتر کرده و نشان نمی‌دهد.



Preprocessor – ۲-۷ :Element Type – ۱-۲-۷



Add/Edit/Delete – ۱-۱-۲-۷: از این بخش، جنس

عناصر به کار رفته در مدل انتخاب می‌شود. موارد انتخابی، براساس گونه‌ی تحلیل (الکترومغناطیس، تنش و ...)، دو بُعدی یا سه بُعدی بودن و مجهول‌ها (ولتاژ و ...) فرق می‌کند. برای اطلاعات بیشتر در این باره می‌توانید به بخش

¹ Preprocessor
² Solution
³ Postprocessor

کمک نرم افزار مراجعه کنید.

- ☑ Preferences
- ☑ Preprocessor
 - ⊕ Element Type
 - ⊕ Real Constants
 - ☑ Material Props
 - ⊕ Material Library
 - ☑ Temperature Units
 - ☑ Electromag Units
 - ☑ Material Models
 - ☑ Change Mat Num
 - ☑ Write to File
 - ☑ Read from File

☑-☑-☑:Material Props

☑-☑-☑:Material Models

ویژگی های ماده های مدل (مانند گذردهی نسبی [الکتریکی]، تراوایی [مغناطیسی] و...) را تنظیم می کند.

☑-☑-☑:Modeling

☑-☑-☑:Create

برای ایجاد عناصر و شکل های مدل به کار می رود. این شکل ها شامل نقطه کلیدها، خطها، سطحها و رویه ها و حجم ها می باشد. این عناصر بر اساس نقاط، اندازه و ... قابل رسم هستند.

☑-☑-☑:Operate

- ☑ Preferences
- ☑ Preprocessor
 - ⊕ Element Type
 - ⊕ Real Constants
 - ⊕ Material Props
 - ⊕ Sections
 - ☑ Modeling
 - ⊕ Create
 - ⊕ Operate
 - ⊕ Move / Modify
 - ⊕ Copy
 - ⊕ Reflect
 - ⊕ Check Geom
 - ⊕ Delete
 - ⊕ Cyclic Sector
 - ☑ Genl plane strn
 - ☑ Update Geom

☑-☑-☑:Boolean

این زیربخش، شامل عملگرهای بولی است؛ که بسیار پرکاربردند و برای کاستن^۱/افزودن^۲ عناصر از/به یکدیگر، چسباندن^۳ آنها به یکدیگر، تقسیم^۴ عناصر (حجم با رویه، رویه با خط و ...) و یکپارچه کردن^۵ عناصر به کار می رود. باید توجه داشت که مورد آخر، بسیار مهم است؛ چرا که در صورت اعمال نکردن این نکته، (در بسیاری از موارد)، پاسخ نادرست بدست می آید.

☑-☑-☑:Delete

از این زیر بخش می توان عناصر ناخواسته را پاک کرد. برای این کار کافی است گزینه ی مناسب را فشار دهید، تا پنجره ی گزینش^۶ باز

¹ Subtract
² Add
³ Glue
⁴ Divide
⁵ Overlap
⁶ Pick

شود. اکنون با اشاره‌گر، یکبار روی عنصر کلیک کنید تا انتخاب شود و تغییر رنگ دهد، حال، با فشردن OK، عنصر حذف می‌شود.

- ☐ Preferences
 - ☐ Preprocessor
 - ☐ Element Type
 - ☐ Real Constants
 - ☐ Material Props
 - ☐ Sections
 - ☐ Modeling
 - ☐ Meshing
 - ☐ Mesh Attributes
 - ☐ Default Attribs
 - ☐ All Keypoints
 - ☐ Picked KPs
 - ☐ All Lines
 - ☐ Picked Lines
 - ☐ All Areas
 - ☐ Picked Areas
 - ☐ All Volumes
 - ☐ Picked Volumes
 - ☐ Volume Brick Orient
 - ☐ MeshTool
 - ☐ Size Cntrls
 - ☐ Mesher Opts
 - ☐ Concatenate
 - ☐ Mesh
 - ☐ Modify Mesh
 - ☐ Check Mesh
 - ☐ Clear

7-2-4: Meshing

7-2-4-1: Mesh Attributes

از مهمترین زیربخش‌ها است؛ که در آن ویژگی‌های هر بخش مدل را به آن اعمال می‌کنیم.

7-2-4-2: MeshTool

مش‌بندی به کار می‌رود.

در این پنجره، بخش دوم از بالا، برای تنظیم اندازه‌ی مش‌هاست. با گزیدن Smart Size، هرچه میله‌ی پیمایش^۱ به Fine نزدیک‌تر باشد، اندازه‌ی مش‌ها کوچکتر و طبعاً، پاسخ پایانی دقیق‌تر است.

در بخش سوم از بالا نیز، در منوی کیره‌کیره‌ای Mesh، گونه‌ی عناصر (نقطه‌کلیدها، خط‌ها، رویه‌ها و حجم‌ها)، در پایین آن گونه‌ی مش‌بندی و در زیر آن خودکار یا دستی بودن

مش‌بندی را برمی‌گزینیم. دانستن این نکته لازم است، که برای مش‌بندی دستی، عنصر مورد نظر از مدل، باید حتماً ۴ ضلع داشته باشد؛ در غیر این صورت، باید از طریق عملگرهای بولی، اضلاع آن را به ۴ ضلع رساند.

7-2-4-3: Clear

برای پاک‌کردن مش‌ها استفاده می‌شود.

7-2-5: Loads

در این مرحله، بارهای لازم به مدل اعمال می‌شود.

7-3: Solution

برای پردازش و حل مسأله به کار می‌رود.

7-4: General Postproc

برای نمایش پاسخ‌های گوناگون به کار می‌رود.

¹ Scroll

۷-۵-Finish: پس از پایان مسأله، این دکمه فشرده می‌شود.

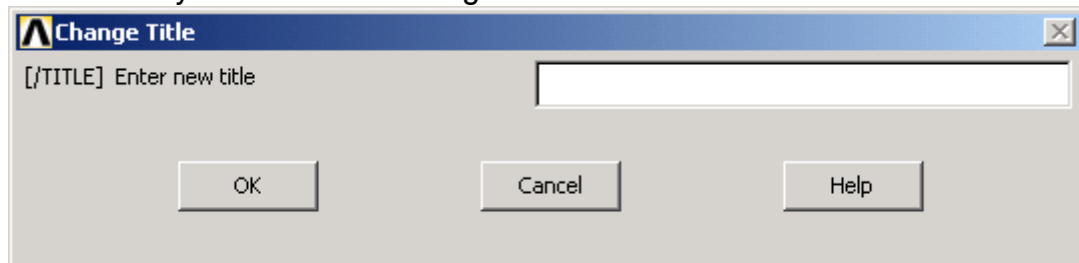
حل یک مسأله‌ی الکترواستاتیکِ دو بُعدی (روش گرافیکی)

در زیر خطوط میدان و (سطوح هم‌پتانسیل برای یک رسانای گِرد به مرکز $(0,0)$ cm و شعاع 2 cm با $\epsilon_r = 1000$ (F/m) و ولتاژ 10 kV و رسانای گِرد دیگری به مرکز $(6,0)$ cm و شعاع 1 cm با $\epsilon_r = 1000$ (F/m) و ولتاژ 0 kV در درون دایره‌ای از هوا $\epsilon_r = 1$ (F/m) به مرکز $(3,0)$ cm و شعاع 12 cm تحلیل شده و نمودار آن رسم شده‌است. (برای وجود داشتن و در نتیجه، دیدن خطوط میدان و (سطوح هم‌پتانسیل، حتماً باید در پیرامون رسانا، ماده وجود داشته باشد؛ که در اینجا ماده‌ی ما هوا است. آشکار است که هوای پیرامونی را با هر شکلی (کُره، مکعب، دایره، مربع) می‌توان مدل‌سازی کرد. دلیل ما در اینجا برای گزینش دایره، تنها سادگی کار است.)

گام ۱: آغاز تحلیل

نخست از نشانی زیر، در پنجره‌ی **Change Title** عنوان تحلیل را به **Two Cylindrical Conductors in Air** تغییر دهید:

Choose Utility Menu> File> Change Title



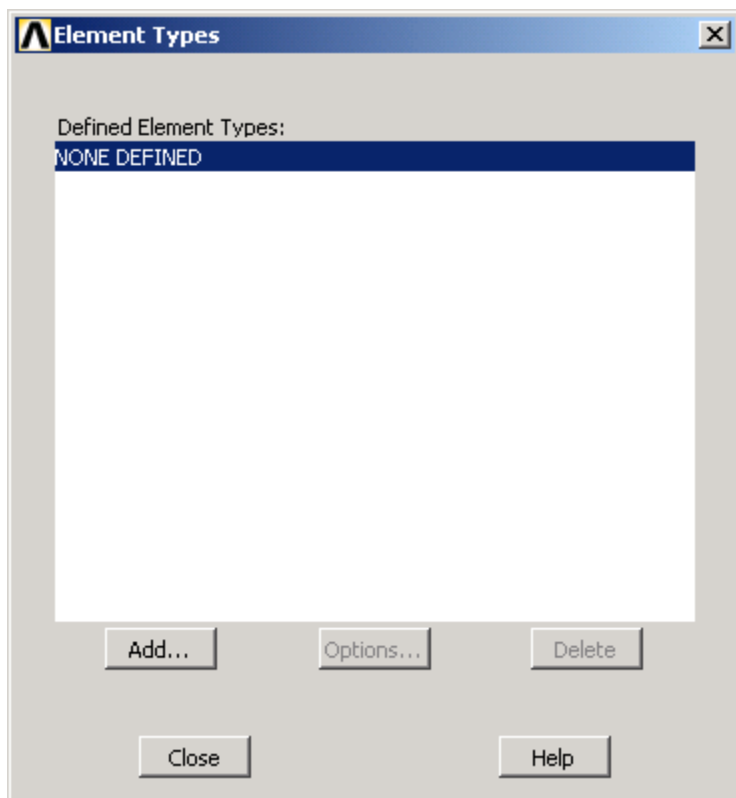
سپس از نشانی زیر، گزینه‌های بی‌استفاده برای این تحلیل را فیلتر کنید. در پنجره‌ی **Preferences for GUI Filtering** در بخش **Electric**، گزینه‌ی **Electric** را تیک بزنید و **OK** را فشار دهید:

Choose Main Menu> Preferences

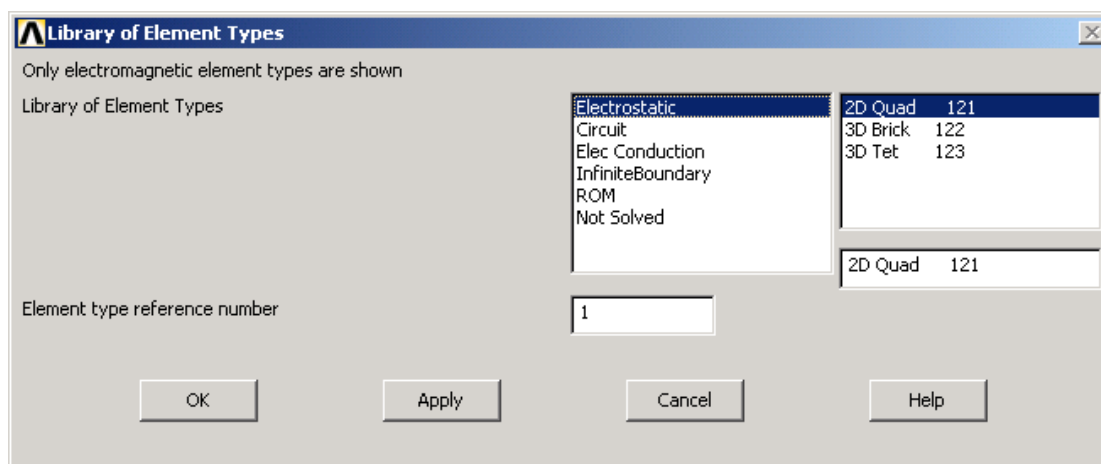
گام ۲: تعیین Element Types

در این تحلیل از المان **PLANE121** درجه‌ی دو بُعدی بهره می‌بریم.

Choose Main Menu> Preprocessor> Element Type> Add/Edit/Delete



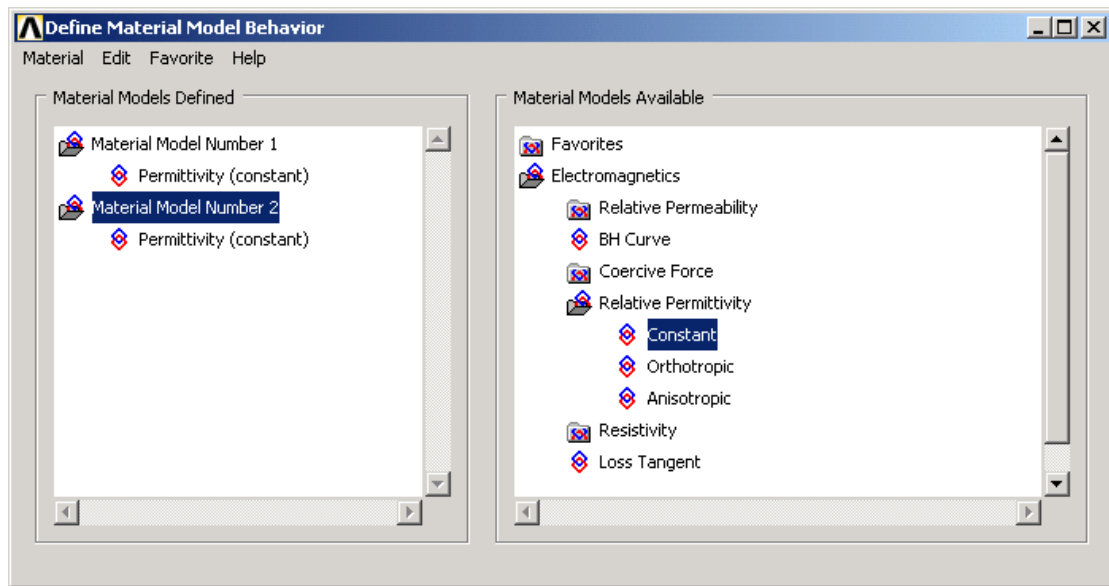
پنجره‌ی Element Types نمایش داده می‌شود. اکنون، دکمه‌ی Add را فشار دهید، تا جعبه‌ی محاوره‌ای Library of Element Types نمایش داده شود. اکنون در بخش Library of Element Types بر روی Electrostatic کلیک کرده و در دریاچه‌ی دوم، 2D Quad 121 را برگزینید. اکنون دکمه‌ی OK را بفشارید تا به پنجره‌ی Element Types بازگردید. خواهید دید که المان برگزیده، شماره‌ی ۱ خواهد بود. در صورتی که بیش از یک نوع المان برای تحلیل نیاز بود، المان‌های دیگری را نیز انتخاب می‌کردیم.



گام ۳: تعیین Material Properties

از نشانی زیر جعبه‌ی محاوره‌ای Define Material Model Behavior را بیاورید:

Main Menu > Preprocessor > Material Props > Material Models



در دريچه‌ی Material Models Available، به ترتيب بر Electromagnetic، Relative Permittivity و Constant (دو بار) کلیک کنید. در پنجره‌ی بازشده، برای مقدار PERX (گذردهی نسبی)، عدد ۱۰۰۰ را بنویسید و OK کنید.

اکنون باید ماده‌ی دیگری نیز با گذردهی نسبی ۱۰۰۰ تعریف کنیم. برای این کار، در پنجره‌ی Define Material Model Behavior، از منوی Material، زیرمنوی New Model را بفشارید و در جعبه‌ی محاوره‌ای بازشده، شماره‌ی ماده‌ی نو (پیش‌فرض ۲) را وارد کرده و OK را بزنید. حال، ماده‌ی نو در دريچه‌ی Material Models Defined واردشده است. فرآیند بالا را یکبار نیز برای این ماده تکرار کنید.

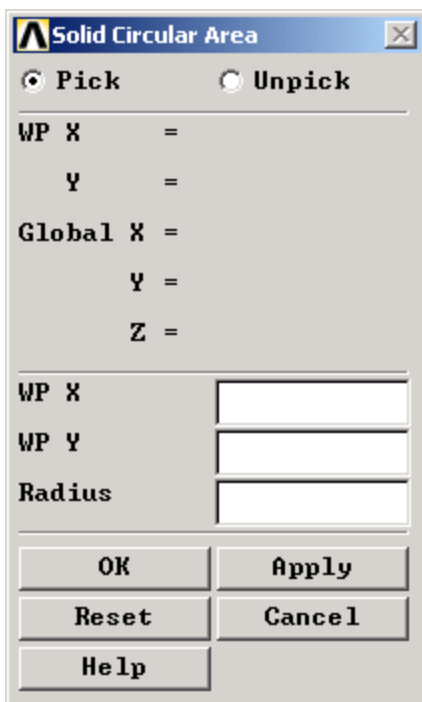
یکبار نیز ماده‌ای (شماره‌ی ۳) با گذردهی نسبی ۱ (هوا) تعریف کنید. اکنون، از پنجره‌ی Define Material Model خارج شوید.

گام ۴: ایجاد اشکال

برای این تحلیل، ما نیاز به سه دایره داریم. نشانی زیر را دنبال کنید:

Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Circle > Solid Circle

در پنجره‌ی Solid Circular Areas، در دريچه‌های WP X و WP Y مختصات مرکز و در Radius شعاع دایره‌ی نخست را وارد کرده و دکمه‌ی Apply را بفشارید. اکنون، دایره‌ی نخست رسم شده است. بار دیگر در همان پنجره، مختصات دو دایره‌ی دیگر را وارد کرده و



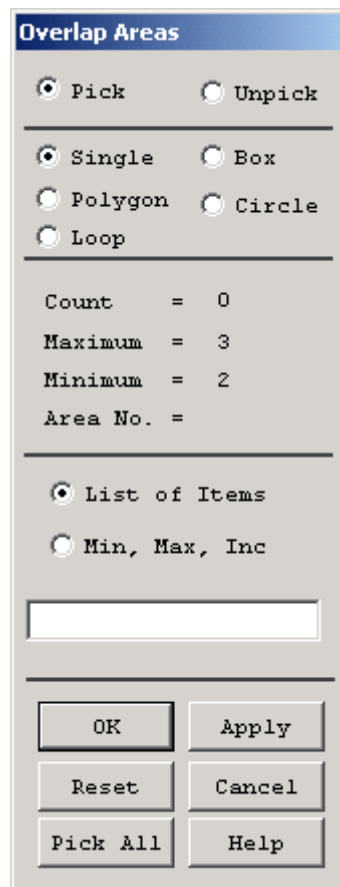
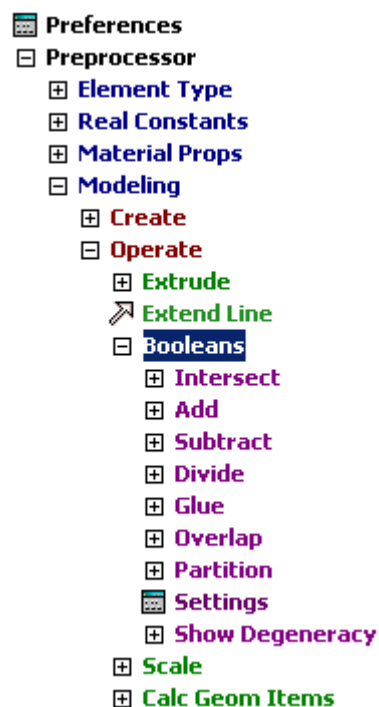
سرانجام دکمه‌ی OK را بزنید. حال، سه دایره‌ی ما رسم شده‌است؛ که بزرگترین دایره، دایره‌های دیگر را در بر می‌گیرد. دقت کنید که اندازه‌ها و مختصات را بر حسب "سامانه‌ی بین‌المللی" یکاها (در این جا متر) وارد نمایید.

گام ۵: Overlap کردن رویه‌ها (مهم)

اکنون، باید با **Overlap** کردن به نرم‌افزار بشناسانیم که بزرگترین دایره، دایره‌های دیگر را در بر می‌گیرد. برای این کار نشانی زیر را دنبال کنید:

Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Overlap > Areas
در پایین پنجره‌ی **Overlap Areas** دکمه‌ی **Pick All** را بفشارید. (اگر این دکمه را نمی‌بینید، پنجره را با موشواره کمی بالاتر بکشید.)

برای بهتر دیدن رویه‌ها می‌توانید از منوی **PlotCtrls** و زیرمنوی **Numbering**، در پنجره‌ی **Plot Numbering Controls**، گزینه‌ی **Area numbers** را تیک بزنید. حال برای ذخیره‌کردن مدل ساخته‌شده روی **ANSYS Toolbar** دکمه‌ی **SAVE_DB** را بفشارید.



گام ۶: Assign Attributes to the Areas (مهم)

در این گام، نخست ویژگی رسانای ۱۰ kV (شماره ۱)، سپس رسانای خنثی (شماره ۲) و سرانجام هوا (شماره ۳) را تعیین می‌کنیم. نشانی زیر را دنبال کنید:

Main Menu > Preprocessor > Meshing > Mesh Attributes > Picked Areas

هنگامی که پنجره‌ی گزینش Area Attributes شد، نخست با موشواره بر روی رسانای

بزرگتر کلیک کرده؛ تا انتخاب‌شده و رنگ آن تغییر کند. دکمه‌ی OK را بزنید. در پنجره‌ی Area

Attributes، در Material number شماره‌ی ۱ (گذردهی ۱۰۰۰) و در Element type

number، 1 PLANE121 را انتخاب کرده و OK را بزنید.

بار دیگر این کار را برای رسانای کوچکتر (شماره‌ی ۲) انجام دهید؛ اما، این بار در

Material number شماره‌ی ۲ (گذردهی ۱۰۰۰) را برگزینید.

یکبار دیگر، بزرگترین دایره (، هوا)، را به روش بالا انتخاب کرده و این بار در در

Material number شماره‌ی ۳ (گذردهی ۱) و در Element type number، 1

PLANE121 را انتخاب کنید.

(اگر در آغاز، تنها دو گونه ماده، یکی با گذردهی نسبی ۱۰۰۰ و دیگری ۱ تعریف می‌کردیم،

می‌توانستیم دو رسانا را با هم انتخاب کرده و ویژگی‌هایشان را هم‌زمان اعمال کنیم. در این

صورت، در استفاده از بعضی از امکانات نرم‌افزار (مانند Select Entities) محدودیت‌هایی ایجاد

می‌شد. برای انتخاب دو عنصر با هم، کافی است پس از گزیدن نخستین عنصر، به جای OK،

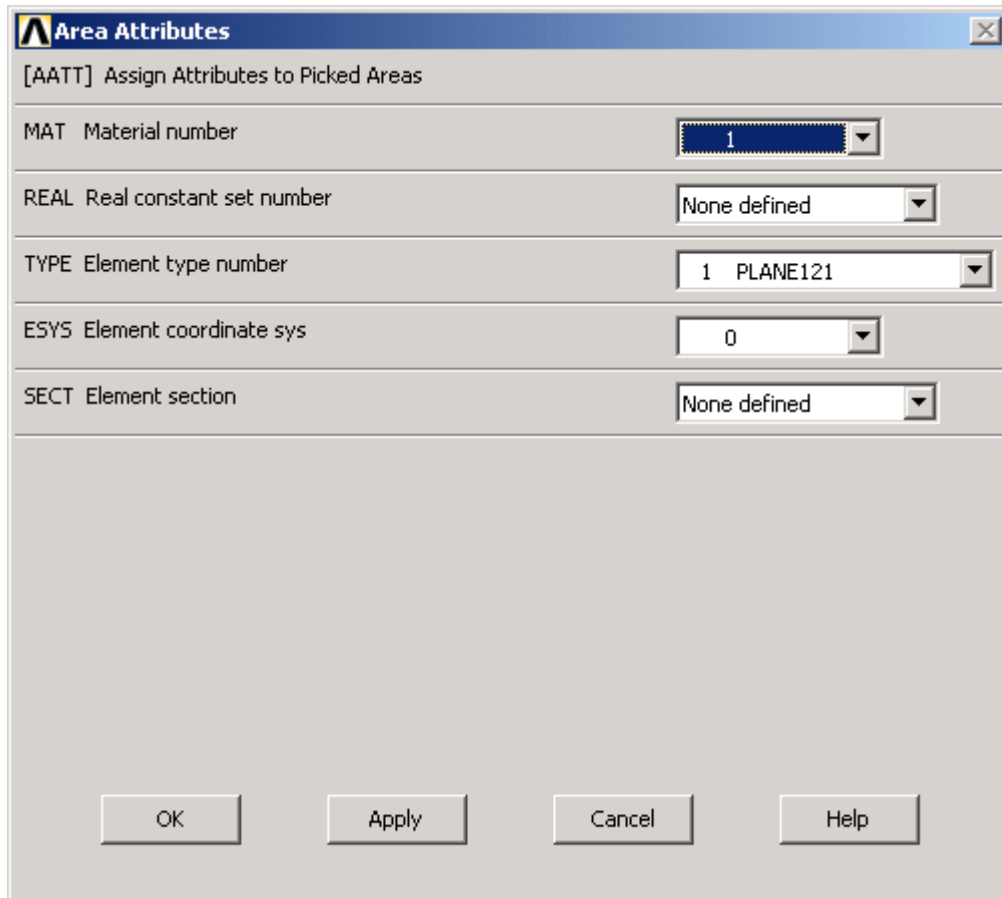
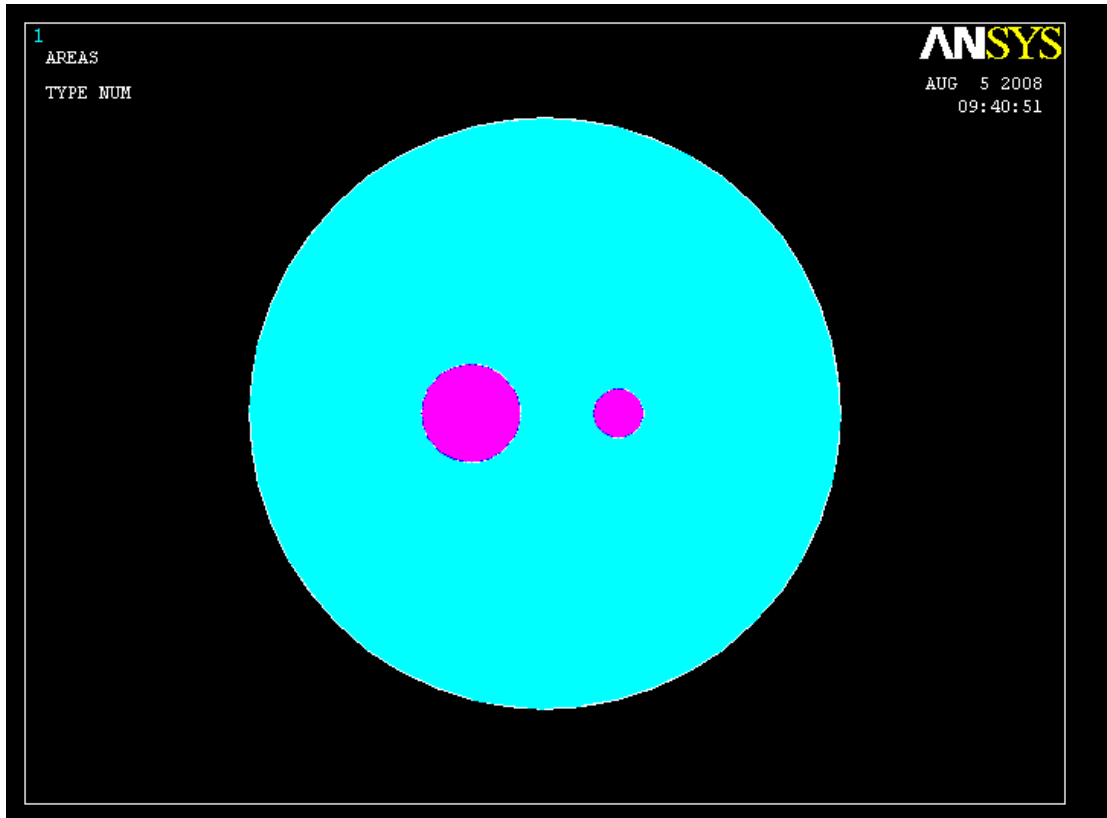
دکمه‌ی Apply را زده و عنصر دوم را انتخاب کرد و سرانجام دکمه‌ی OK را فشرد.) (اگر هنگام

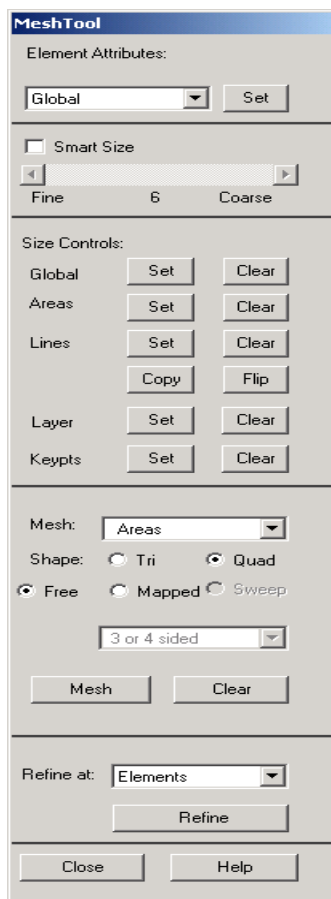
انتخاب یک سطح، سطحی دیگر به اشتباه انتخاب شد، پس از انتخاب دکمه‌ی رادیویی Unpick

یا کلیک راست، سطح اشتباه را دوباره کلیک کنید، تا از انتخاب خارج شود و بار دیگر پس از

انتخاب Pick یا کلیک راست، سطح درست را برگزینید. از کلید Reset نیز می‌توانید برای از

سرگیری انتخاب، استفاده کنید.)





گام ۷: مش بندی مدل

برای این کار نشانی زیر را دنبال کنید:

Main Menu> Preprocessor> Meshing> MeshTool

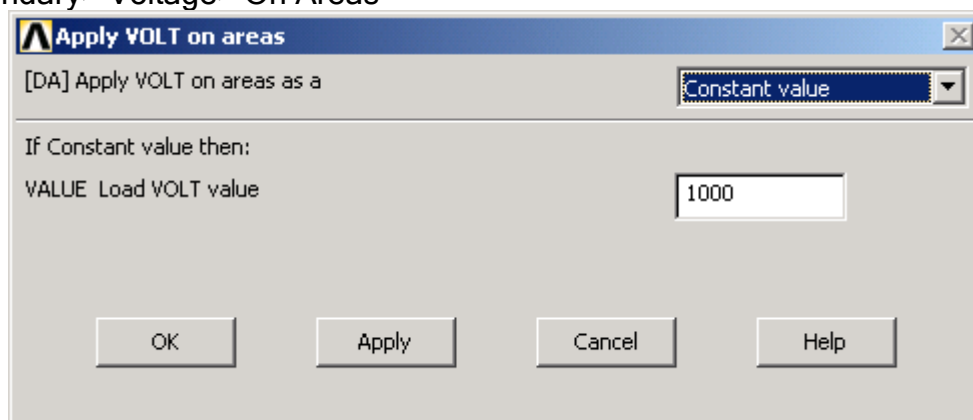
در پنجره MeshTool، SmartSizing را روشن کرده و میله‌ی پیمایش آن را روی ۱ (کوچکترین اندازه‌ی مش‌ها) قرار دهید. در دریچه‌ی Mesh، Areas را برگزیده و ¹Quad (درجه‌ی ۲) را به Tri (درجه‌ی ۳) تبدیل کرده و Free (مش‌بندی خودکار) را تغییر ندهید. (برای مش‌بندی دستی از گزینه‌ی Mapped استفاده می‌شود.) اکنون با فشردن دکمه‌ی Mesh، پنجره‌ی گزینشی Mesh Areas باز می‌شود. در این جا، دکمه‌ی Pick All را فشار دهید؛ تا مدل، مش‌بندی شود.

گام ۸: اعمال بار شرایط مرزی

اکنون نوبت آن است که بار لازم را بر رویه‌ها اعمال کنیم. در این جا ما

باید ولتاژ را بر رویه‌ها اعمال کنیم. برای این کار، نشانی زیر را برگزینید:

Main Menu> Preprocessor> Loads> Define Loads> Apply> Electric> Boundary> Voltage> On Areas



اکنون پنجره‌ی گزینش Apply VOLT on Areas گشوده شده است. رویه‌ی ۱ (رسانای بزرگتر) را کلیک کنید، تا انتخاب شده و تغییر رنگ دهد و دکمه‌ی OK را بفشارید. در پنجره‌ی Apply VOLT on areas در بخش Apply VOLT on areas as a Constant، بار برگزیده و در بخش Load VOLT value مقدار ۱۰۰۰۰ (در SI) را وارد نمایید. بار دیگر همین کار را برای رسانای کوچکتر انجام داده، اما، این بار، مقدار ۰ ولت را به آن اعمال کنید.

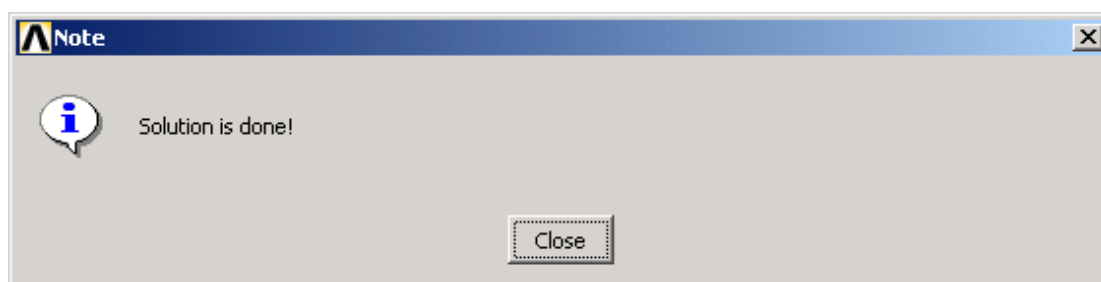
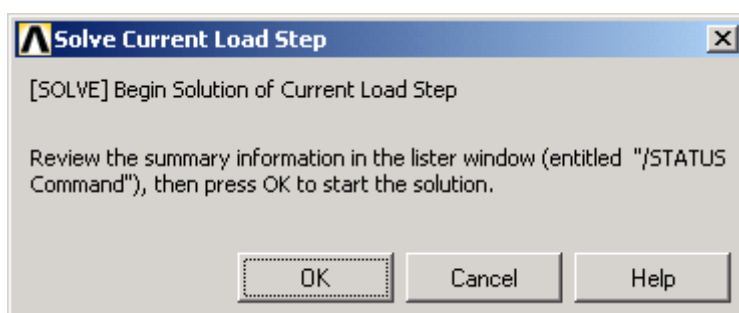
¹ Quadratic

گام ۹: پردازش و حل مدل

نشانی زیر را برگزینید:

Main Menu> Solution> Current LS¹

اکنون اطلاعات مدل در پنجره‌ای با عنوان /Status Command نمایش داده شده است. آن را بررسی کرده و در صورت درستی اطلاعات، ببندید و اگر نادرست است، مراحل بالا را دوباره بپیمایید. در پنجره‌ی Solve Current Load Step، OK را بزنید؛ تا نرم‌افزار، پردازش مدل را بی‌آغازد. پس از پایان پردازش و حل، پیغام Solution is done! زیر عنوان Note نشان داده می‌شود. Close را بفشارید. اکنون ANSYS آماده است تا پاسخ را به شکل دلخواه، در اختیار شما قرار دهد.



گام ۱۰: نمایش اطلاعات و پاسخ تحلیل

برای نمایش (کانتور^۲) پتانسیل الکتریکی، نشانی زیر را دنبال کنید:

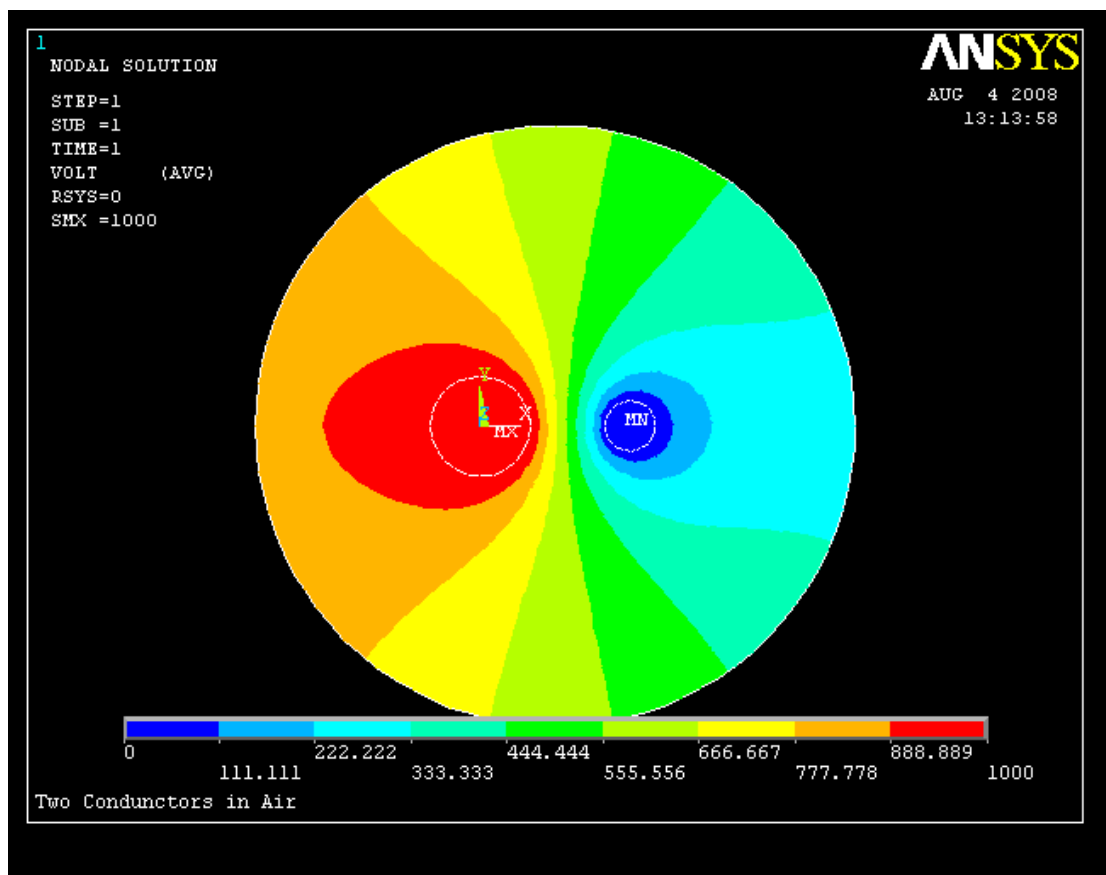
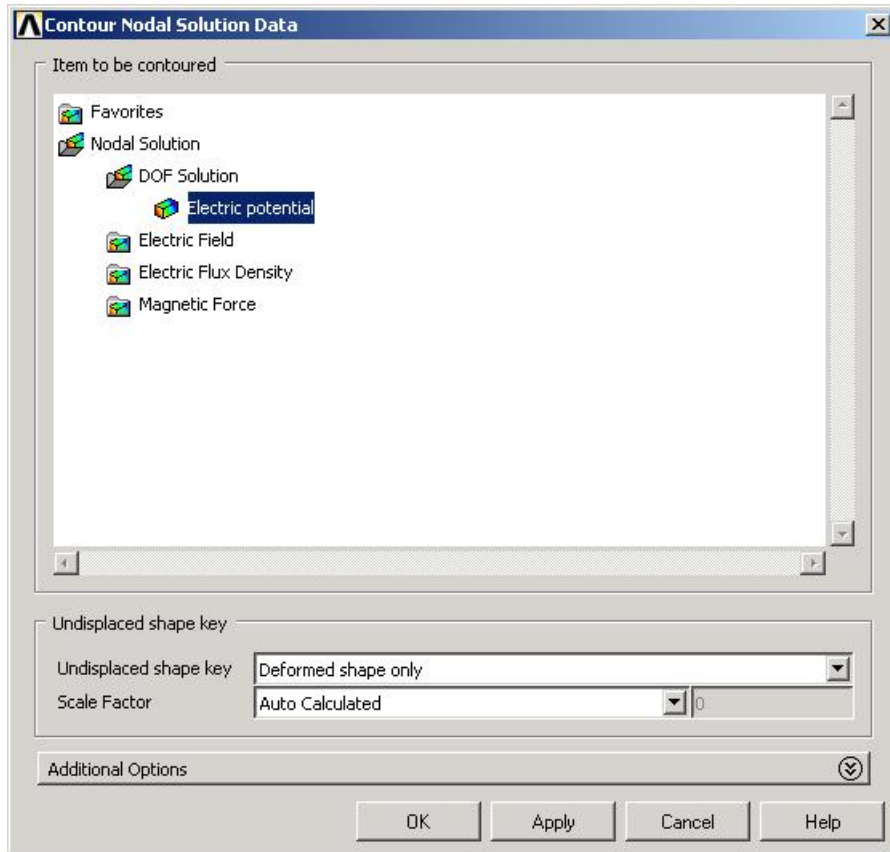
Main Menu> General Postproc> Plot Results> Contour Plot> Nodal Solu

در پنجره‌ی Contour Nodal Solution Data، در دریچه‌ی Items to be contoured، به ترتیب Nodal Solution، DOF^۳ و Electric potential را کلیک کرده و دکمه‌ی OK را بزنید. اکنون سطوح هم‌پتانسیل نمایش داده می‌شود. این عکس را می‌توانید از طریق Capture Image، در منوی PlotCtrls، ذخیره کنید.

¹ Load Step

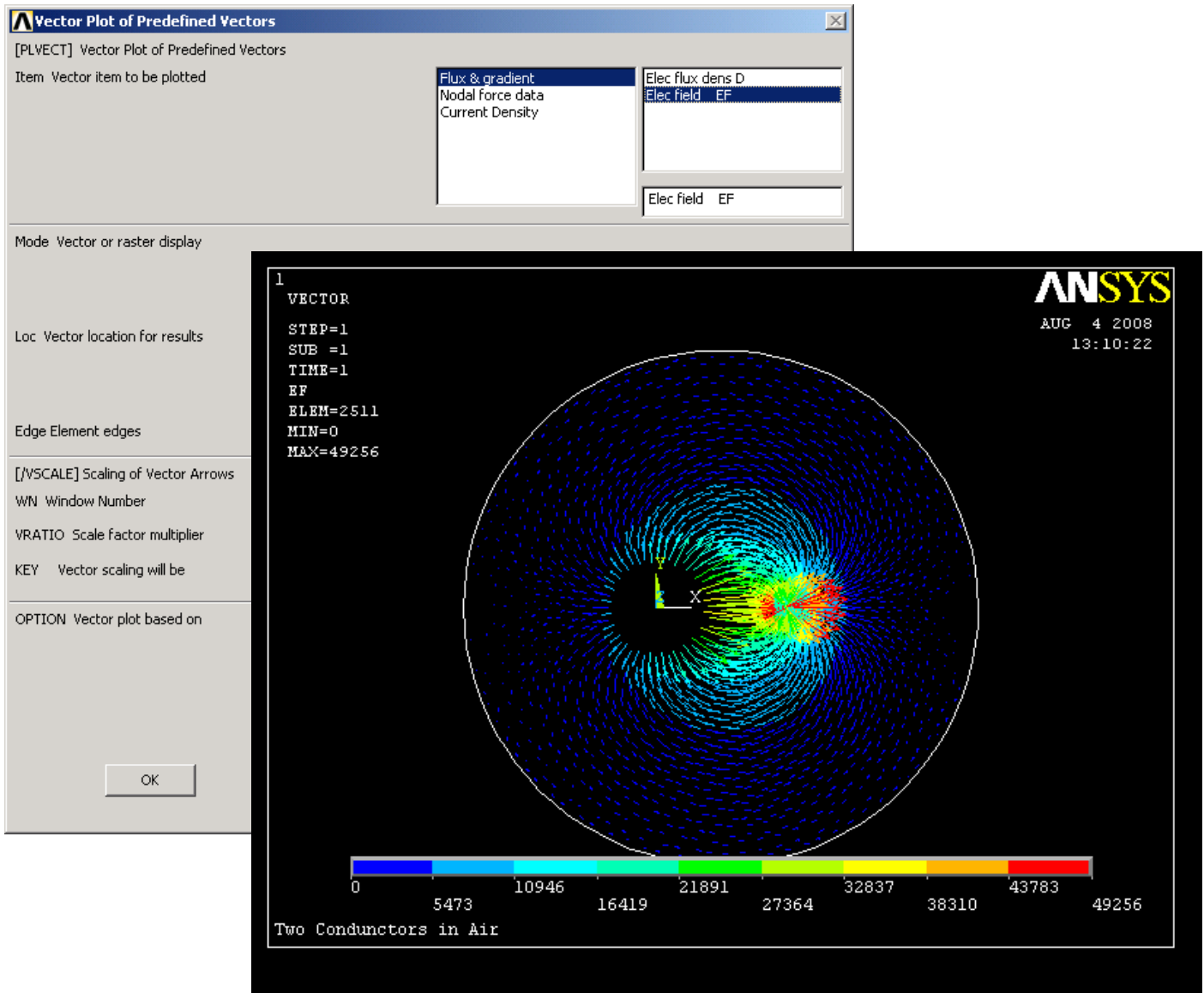
² Contour

³ Degree of Freedom



برای نمایش میدان الکتریکی به نشانی زیر بروید:

Main Menu> General Postproc> Plot Results> Vector Plot> Predefined
Vector item to be plotted در دریاچه‌ی Vector Plot of Predefined Vectors،
Flux & Gradient، plotted و در دریاچه‌ی بعدی Electric field را انتخاب کنید و OK را
بزنید. اکنون، میدان الکتریکی نیز نمایش داده می‌شود.



گام ۱۱: پایان و خروج

Main Menu> Finish

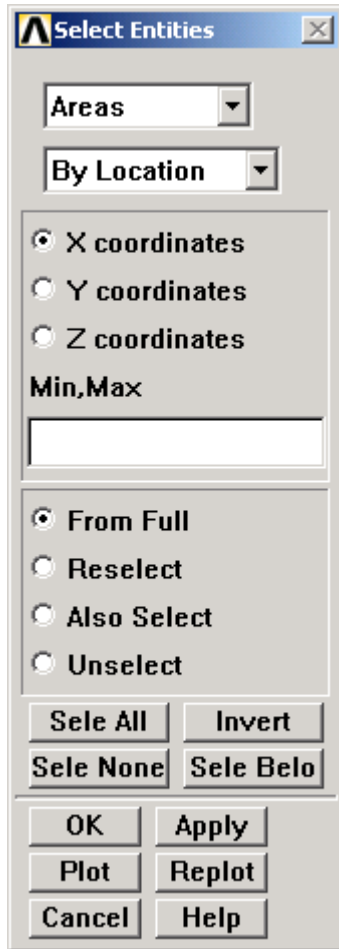
از منوی File، Exit را کلیک کرده و Quit - No Save! را برگزینید.

• آشکار است که راه‌کار ارایه‌شده در بالا، تنها ویژه‌ی این مسأله است و مسائل دیگر از

فرآیندی متفاوت حل می‌شوند.

آشنایی با دیگر بخش‌هایی از نرم‌افزار

پنجره‌ی Select Entities



گاهی که انتخاب عنصری ویژه، سخت باشد، می‌توان از این روش، آن را برگزید.

برای نمونه، شما مربعی با ویژگی $-1 \leq x \leq +1$ و $-2 \leq y \leq +2$ دارید. برای انتخاب آن چنین عمل کنید: در پنجره‌ی Select Entities (از منوی Select)، در بخش بالا، Areas و در پایین آن By Location و سپس X coordinates و دکمه‌ی رادیویی From Full را انتخاب کنید. در دریچه‌ی Min,Max، $-1, +1$ را نوشته و Apply را بفشارید. اکنون Y coordinates و دکمه‌ی رادیویی Also Select را انتخاب کرده و این بار در دریچه‌ی Min,Max، $-2, +2$ را نوشته و OK را بفشارید. اکنون رویه‌ی بالا انتخاب شده است.

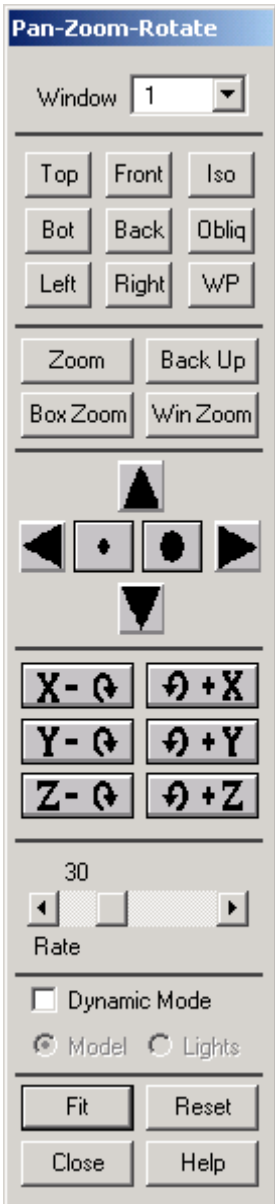
در مسأله‌ی بالا نیز می‌توانستیم، برای انتخاب عنصرها، به

این صورت عمل کنیم: در پنجره‌ی Select Entities، در بخش بالا، Areas و در پایین آن By Attributes و سپس دکمه‌های رادیویی Material num و From Full را انتخاب کنید، اکنون در دریچه‌ی Min,Max,Inc، شماره‌ی عنصر مورد نظر (۱، رسانای بزرگ؛ ۲ رسانای کوچک یا ۳ هوا) را بنویسید؛ تا انتخاب شود.

پنجره‌ی Pan-Zoom-Rotate

این پنجره برای تغییر زاویه‌ی دید، بزرگ‌نمایی و کوچک‌نمایی و چرخاندن زاویه‌ی نمایش مدل است.

در بالاترین بخش، شماره‌ی پنجره‌ی را که تغییرات بر آن وارد می‌شود، برمی‌گزینیم. (البته در صورتی که دیگر پنجره‌ها فعال شده باشد. برای فعال کردن دیگر پنجره‌ها، از منوی PlotCtrls، زیر منوی Windows Controls، Windows On or Off را کلیک کنید.)



در بخش دوم، زاویه‌ی دیدن مدل را می‌توانید انتخاب کنید؛ که به شرح زیر است:

- Top (بالا): نمایش مدل از بالا؛ یعنی، بخش +Y.
 - Bot¹ (پایین): نمایش مدل از پایین.
 - Left (چپ): نمایش مدل از چپ.
 - Front (جلو): نمایش مدل از جلو؛ یعنی، بخش +Z.
 - Back (پشت): نمایش مدل از پشت.
 - Right (راست): نمایش مدل از راست؛ یعنی، بخش +X.
 - Iso² (هم‌اندازه): نمایش مدل از بخش بالا و راست؛ از $(x = 1, y = 1, z = 1)$.
 - Oblique (اُریب): نمایش اریب مدل؛ از $(x = 1, y = 2, z = 3)$.
 - WP (صفحه‌ی مختصات): نمایش مدل از دید صفحه‌ی مختصات.
- در بخش سوم تنظیمات بزرگ‌نمایی و کوچک‌نمایی را می‌توانید تغییر دهید.
- در بخش چهارم، \bullet/\circ برای بزرگ/کوچک‌نمایی و اشاره‌گرها، برای حرکت دادن نقطه‌ی دید هستند.
- بخش پنجم نیز برای چرخاندن زاویه دید مدل است.

پایان

اشکان نیوشا

AsNewsha@gmail.com

<http://AshkanN.tripod.com>

هومان هوشمندان

¹ Bottom

² Isometric