گردآورنده :

علیرضا بازپرواز

شماره دانشجویی :

۹۸۷۴۱۵۳۶

استاد :

دکتر حبیب الله اکبری

درس :

طراحی اجزا و سازه ماشین ابزار

موضوع پروژه :

تاثیر نوع مواد بکار رفته در بدنه یکی از ماشین ابزار انتخابی بر صلبیت آن

تاریخ :

نیمسال ۳۹۸۲

فهرست

فصل اول : مقدمه ۵
تعریف هدف پروژه :.....۵
تعریف شرایط تکیه گاهی و بارگذاری : ۶
تعریف انواع جنس و استخراج مشخصات هر جنس ۷
تعریف هندسه (طراحی اجزا و اسمبلی) ۹
Column یا ستون یا پایه عمودی ۱۰
Knee Steady یا زانوی ثابت.....۲۴
Knee یا زانویی.....۲۶
Saddle یا زین.....۲۹
Worktable یا میزکار ۳۲
Chuck یا مرغک یا ابزار گیر.....۳۴
Cutterیا ابزار برش یا تیغه ۴۴
اسمبلی یا assembly ۵۹
تعریف جنس برای مدل اسمبل شده ۷۸
فصل دوم : شبیه سازی در نرم افزار کتیا.....۸۱
شبیه سازی استاتیکی ۸۲
جنس آلومینیوم.....۸۲
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۱۰۷
جنس فولاد.....۱۱۰
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۱۱۹
جنس چدن خاکستری ۱۲۲
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۱۳۲

شبیه سازی دینامیکی ۱۳۵
جنس آلومینیوم ۱۳۵
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۱۳۷
جنس فولاد ۱۴۰
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۱۴۲
جنس چدن خاکستری ۱۴۵
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۱۴۷
فصل سوم : شبیه سازی در نرم افزار آباکوس ۱۵۰
شبیه سازی استاتیکی ۱۵۱
جنس آلومینیوم ۱۵۱
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۱۷۷
جنس فولاد ۱۷۹
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۲۰۵
جنس چدن خاکستری ۲۰۷
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۲۳۳
شبیه سازی دینامیکی ۲۳۵
جنس آلومینیوم ۲۳۵
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۲۵۹
جنس فولاد ۲۶۱
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۲۸۴
جنس چدن خاکستری ۲۸۶
استخراج نتایج و مد های فرکانس طبیعی ۳۱۰

مقایسه نتایج ۳۱۲
روش بررسی و مقایسه نتایج ۳۱۲
مقایسه نتایج استاتیکی کتیا ۳۱۳
-تنش ون میزز یا Von Mises stress ۳۱۳
-تنش اصلی یا Principle Stress ۳۱۴
-انحراف یا Displacement ۳۱۵
مقایسه نتایج دینامیکی کتیا ۳۱۶
-تنش ون میزز یا Von Mises stress ۳۱۶
-تنش اصلی یا Principle Stress ۳۱۷
-انحراف یا Displacement ۳۱۸
مقایسه نتایج استاتیکی آباکوس ۳۱۹
-تنش ون میزز یا Von Mises stress ۳۱۹
-تنش اصلی یا Principle Stress ۳۲۰
-انحراف یا Displacement ۳۲۱
مقایسه نتایج دینامیکی آباکوس ۳۲۲
-انحراف یا Displacement ۳۲۲
جمع بندی ۳۲۳
پایان ۳۲۴

فصل اول : مقدمه

تعریف هدف پروژه :

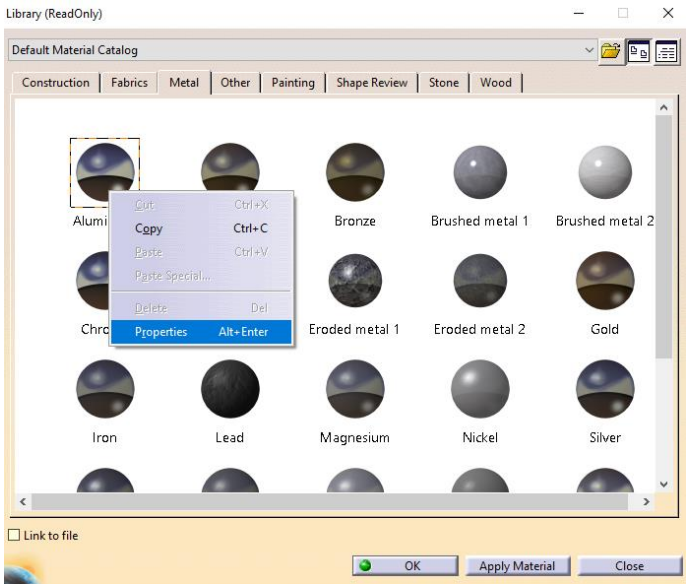
ماشین ابزار انتخابی پروژه ، فرز عمودی است که تصویر آن به صورت زیر می باشد ، هدف از این پروژه در ابتدا مدل سازی اجزا و سپس اسمبل کردن آن و انتخاب سه جنس مختلف برای آن است. سپس صلبیت استاتیکی و دینامیکی برای سه جنس مختلف بررسی و مقایسه می شود .

تعریف شرایط تکیه گاهی و بارگذاری :

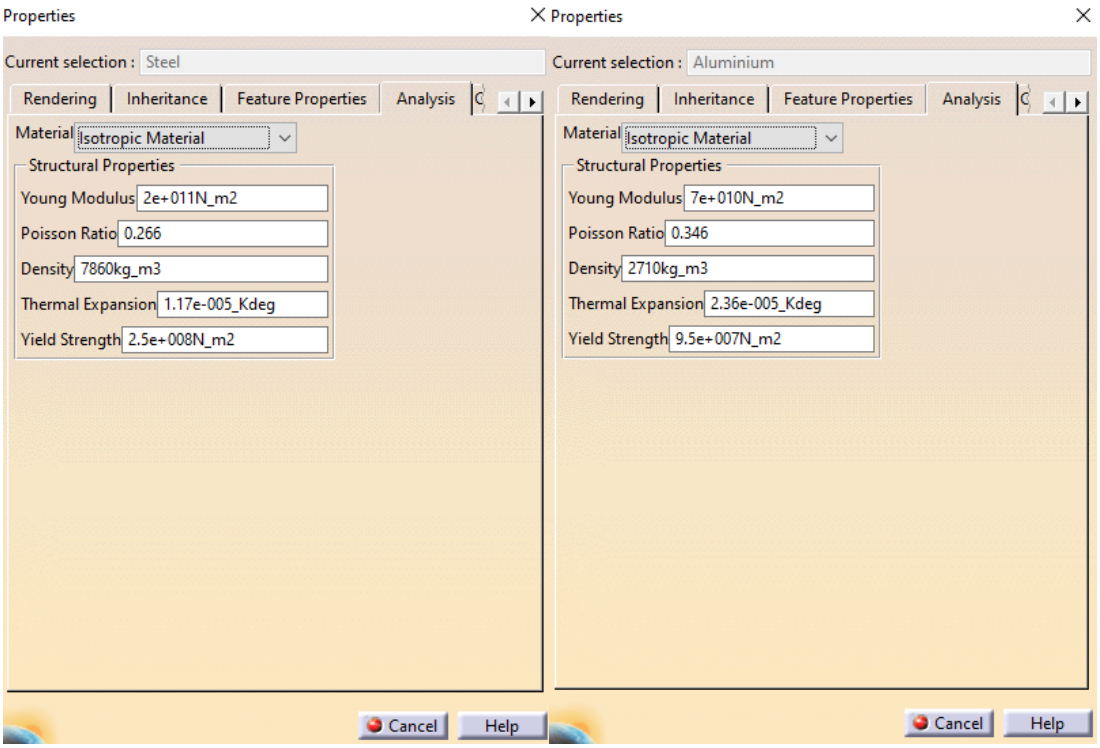
تکیه گاه ماشین ابزار ما به صورت clamp در نظر گرفته می شود و اعمال بارگذاری بر ابزار گیر یا مرغک و یا chuck به صورت سه نیرو مساوی در جهت های x ,y,z به اندازه یک یعنی F = +I^ +J^ +K^ وارد می شود .

تعریف انواع جنس و استخراج مشخصات هر جنس :

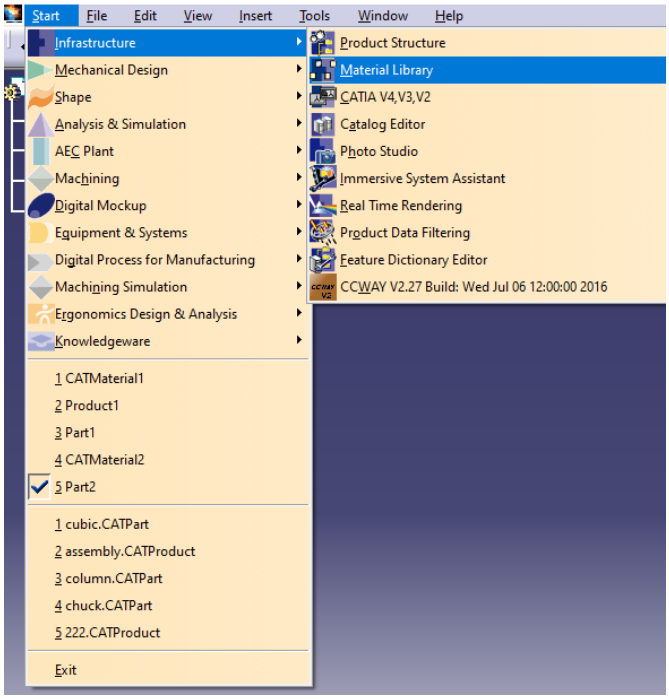
سه جنس انتخابی برای این پروژه ، چدن خاکستری یا Grey cast iron ASTM ٤٠ ، فولاد یا steel و آلومینیم یا aluminum می باشد که در نرم افزار کتیا به صورت پیش فرض برای دوجنس آلومینیوم و فولاد در تب Apply materia با کلیک راست بر روی هر جنس و از properties داریم :



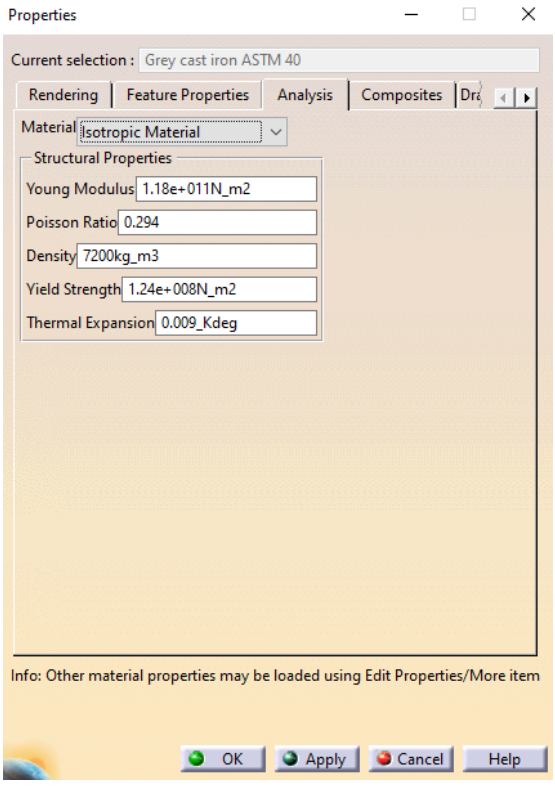
حال برای دو جنس آلومینیم و فولاد داریم :



حال برای چدن خاکستری به دلیل نبود آن در متریال های انتخابی آن را از مسیر زیر ایجاد کردیم :



سپس از طریق new material و با دبل کلیک دکمه چپ موس مشخصات چدن خاکستری به شرح زیر وارد می کنیم :

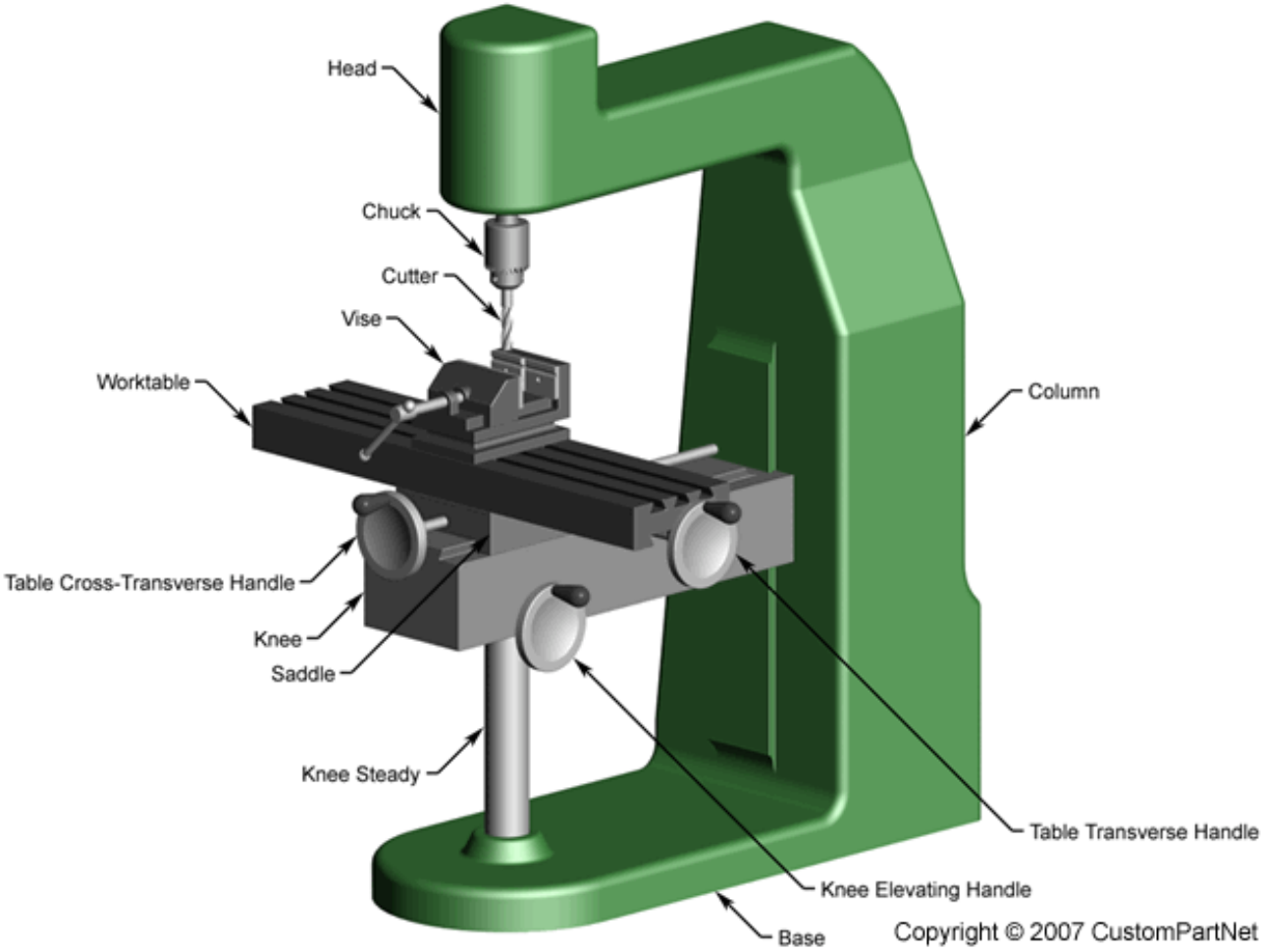


تعریف هندسه (طراحی اجزا و اسمبلی) :

حال در ابتدا به مدل سازی یتک تک اجزا می پردازیم و سپس آن ها را با هم اسمبلی می کنیم . با توجه به شکل زیر که اجزای یک ماشین ابزار فرز عمودی را نشان می دهد و با توجه به اینکه می خواهیم در نرم افزار کتیا و آباکوس شبیه سازی انجام دهیم و در مدل سازی و یا import فایل پارت یا assmbley در آباکوس به دلیل نشناختن برخی فیلت ها و رزوه ها مجبور هستیم برخی ساده سازی ها را انجام دهیم لذا در ابتدا کلیه ی مدل سازی را در نرم افزار کتیا انجام می دهیم و سپس آن را به آباکوس منتقل می کنیم و علت اینکار این است که محیط مدل سازی کتیا از آباکوس کمی قویتر است و علت اینکه در آباکوس فایل ها را منتقل و در آن اصل شبیه سازی را انجام و نتایج را استخراج می کنیم این است که محیط شبیه سازی آباکوس کمی بهتر از کتیا است .

حال بنا به شکل زیر ما به مدل سازی اجزای زیر می پردازیم :

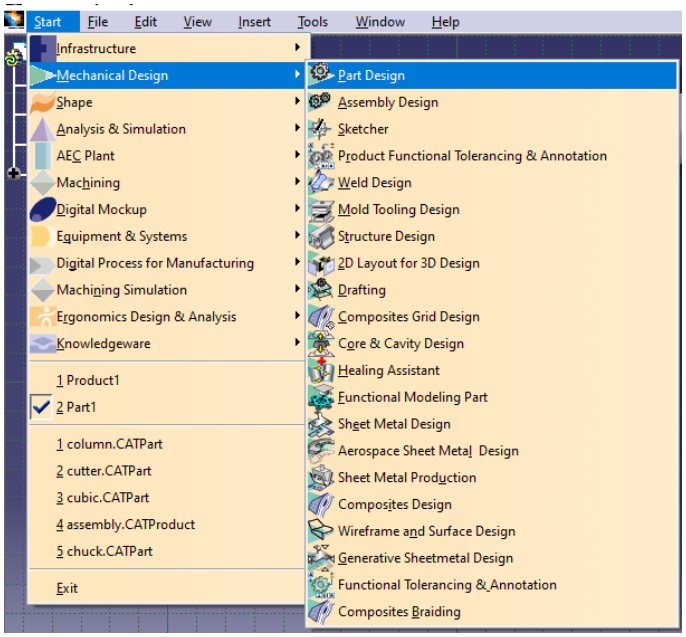
Column - Knee Steady – Knee – Saddle – Worktable – Chuck – Cutter -



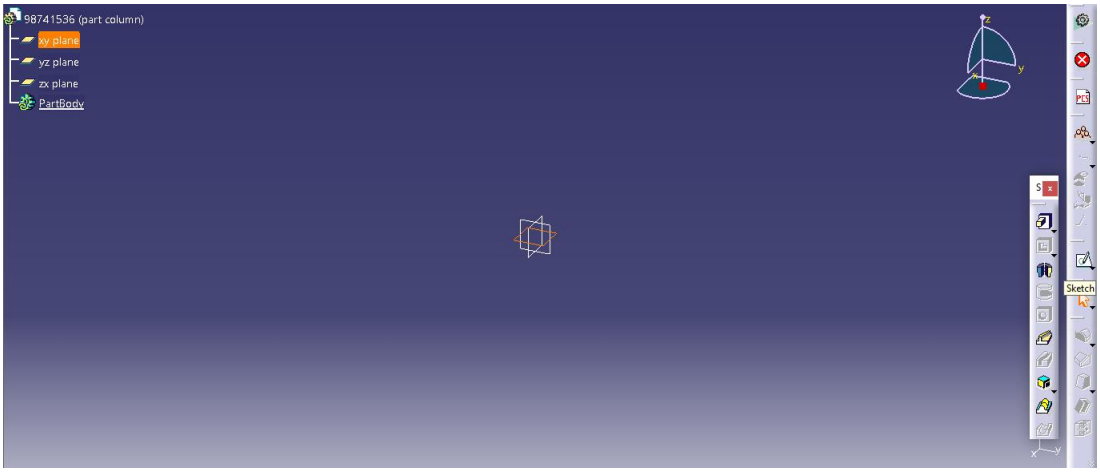
- مدل سازی یا طراحی اجزا یا modeling

Column یا ستون یا پایه عمودی

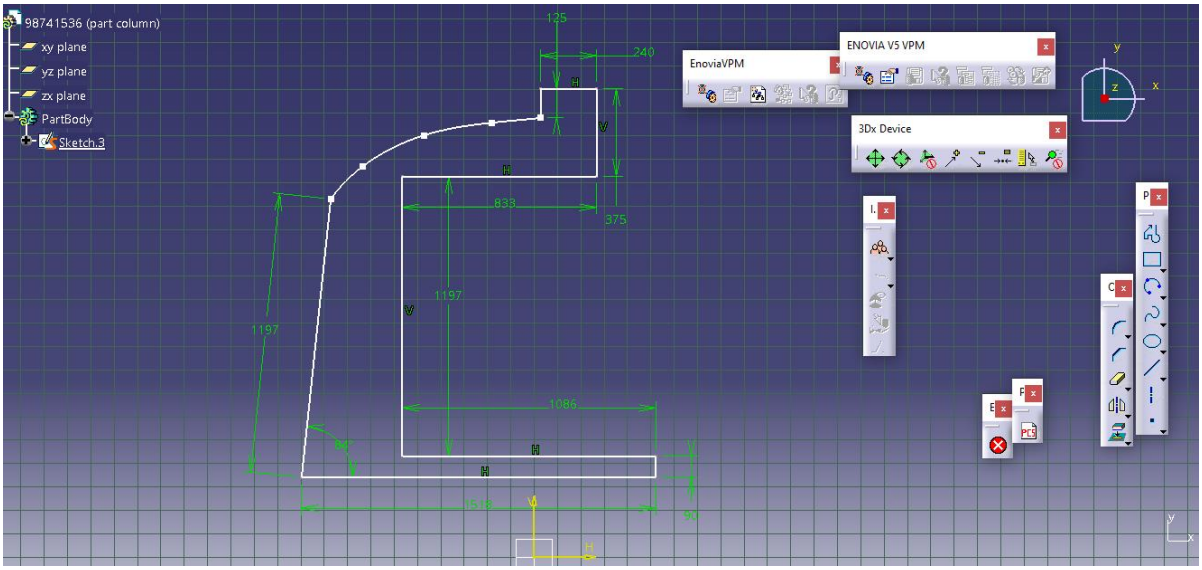
حال وارد محیط پارت در نرم افزار کتیا می شویم :



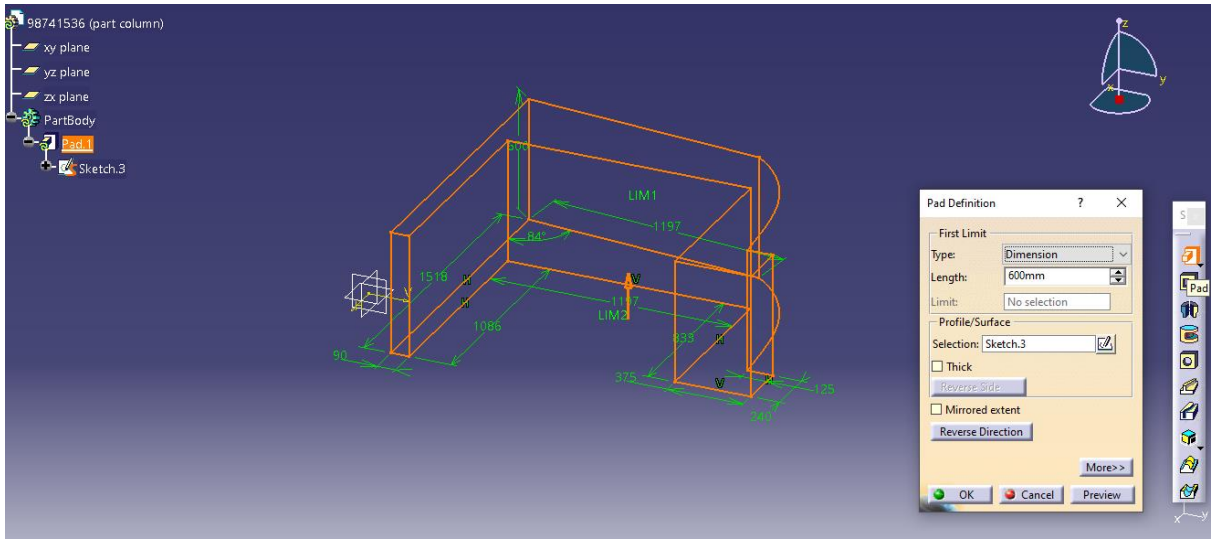
سپس صفحه xy را انتخاب می کنیم و وارد محیط اسکچ می شویم :



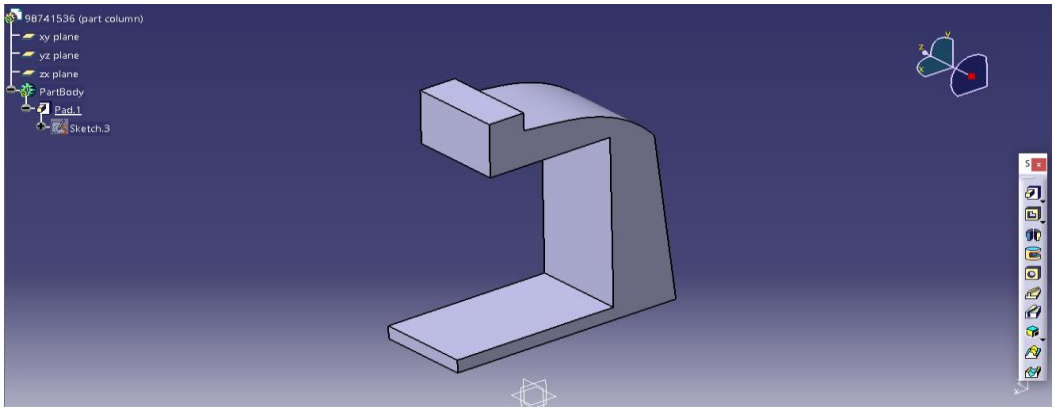
حال اسکچ زیر را با دستورات spline و profile رسم کرده و با دستور constraint definition به اندازه می دهیم :



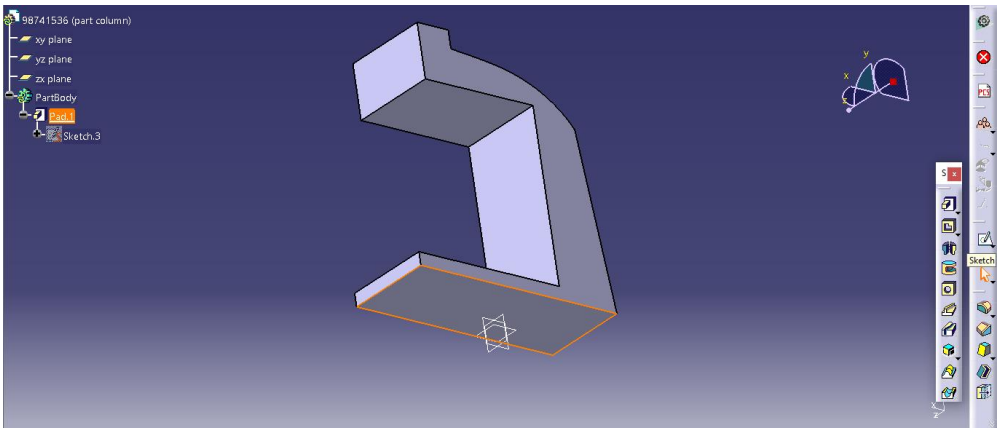
حال با انتخاب Exit Workbench وارد محیط سه بعدی می شویم و از دستور Pad داریم :



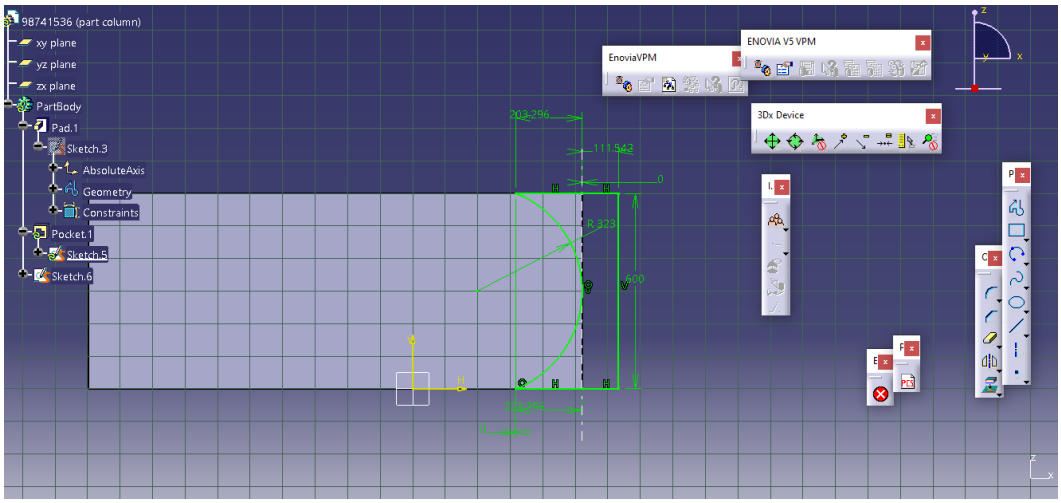
حال با انتخاب اکی داریم :



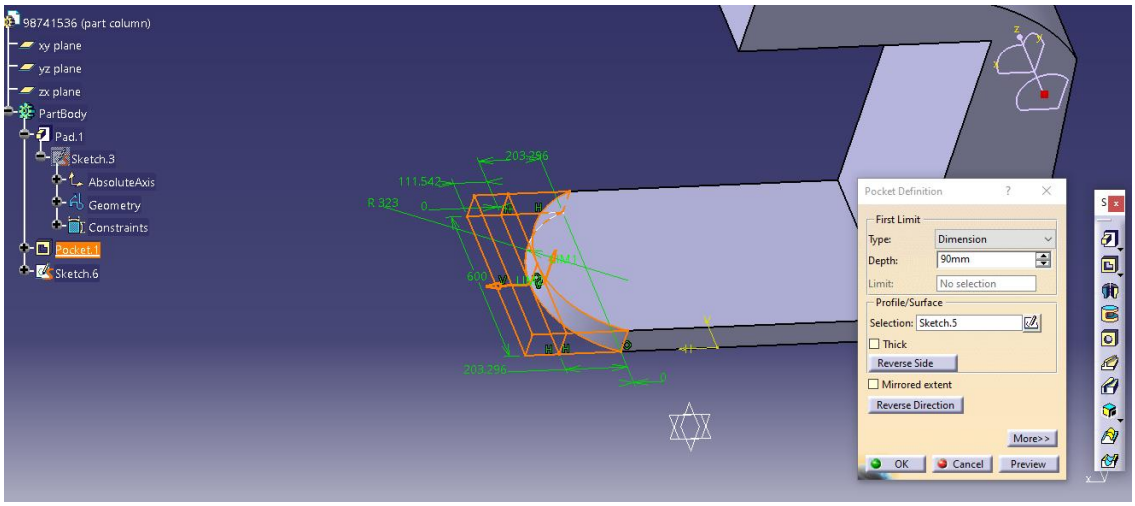
حال با انتخاب صفحه ی مورد نظر و گزینه ی اسکچ به اسکچ آن می رویم :



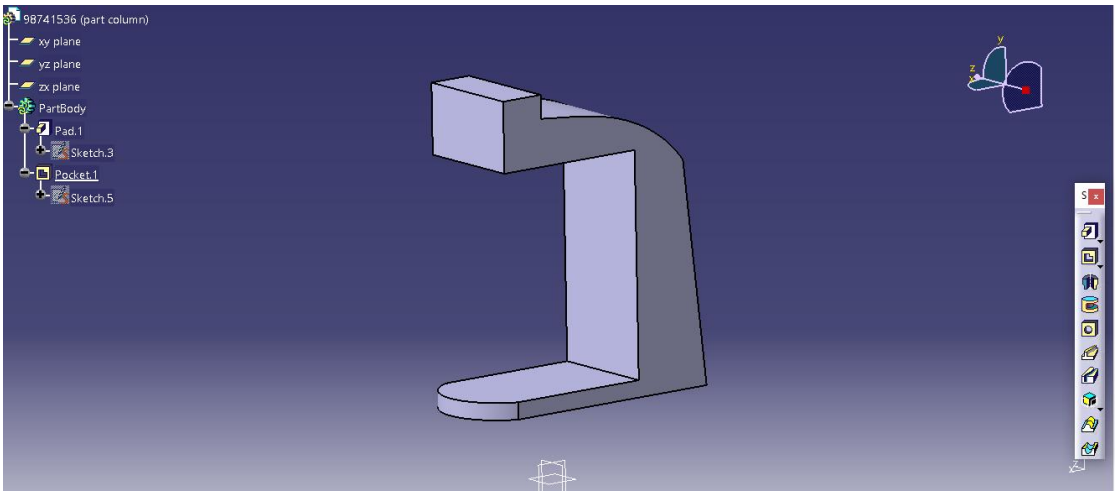
حال سپس اسکچ زیر را رسم می کنیم :



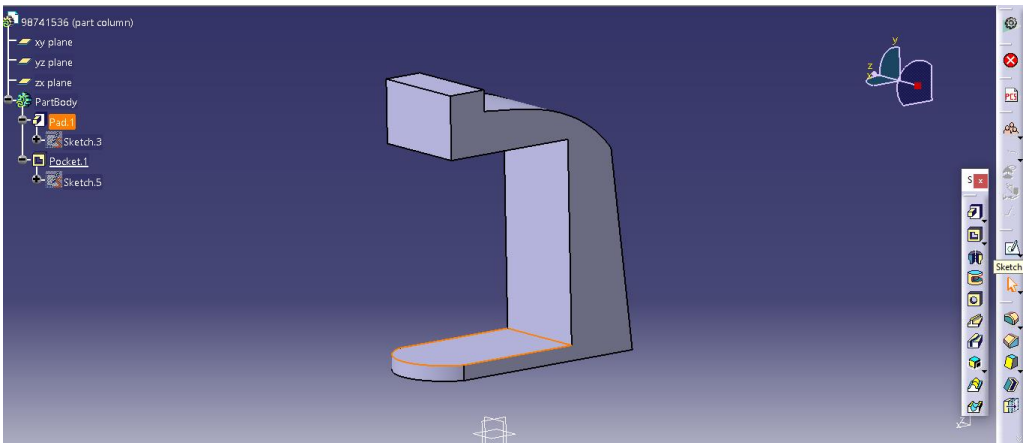
حال با بازگشت به محیط سه بعدی با انتخاب workbench ، دستور pocket را انتخاب می کنیم :



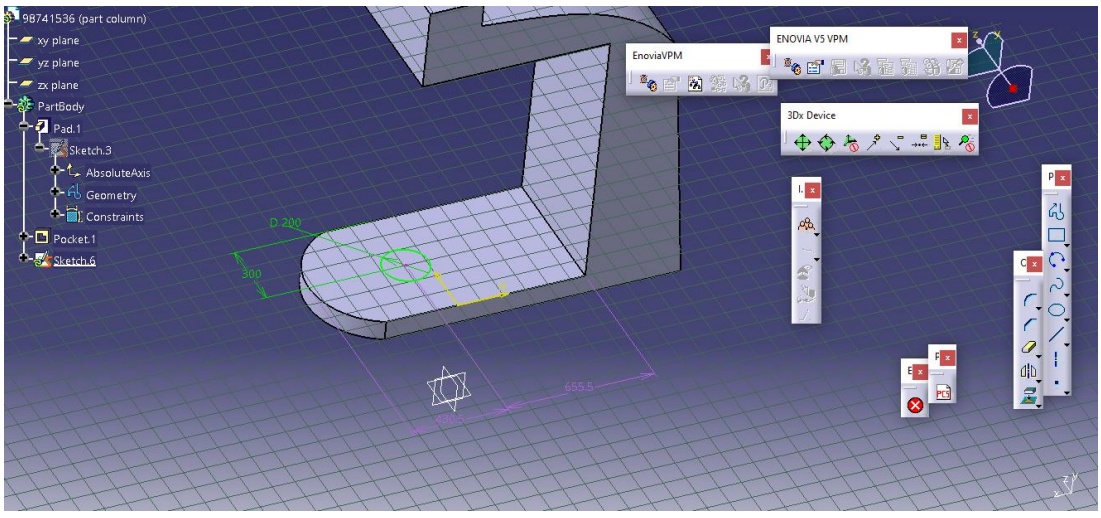
حال داریم :



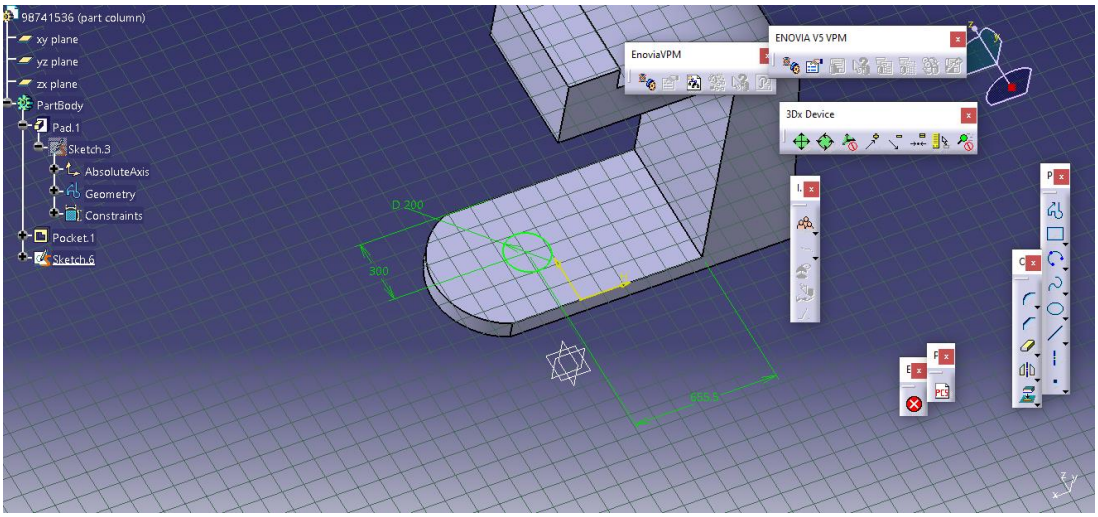
حال با انتخاب صفحه ی زیر به محیط اسکچ می رویم :



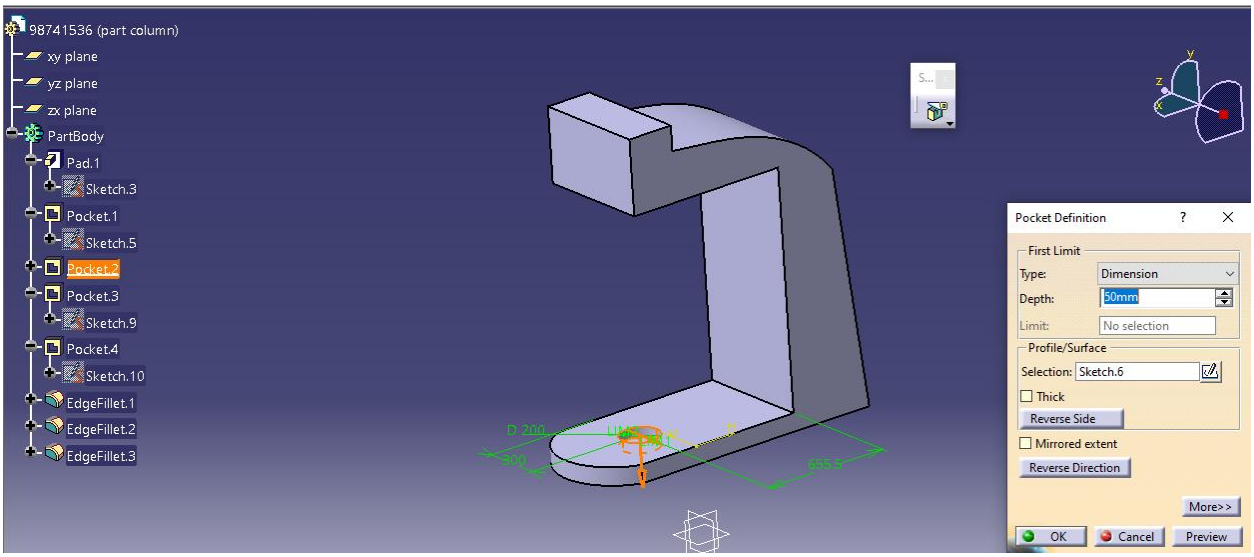
سپس اسکچ زیر را رسم می کنیم :



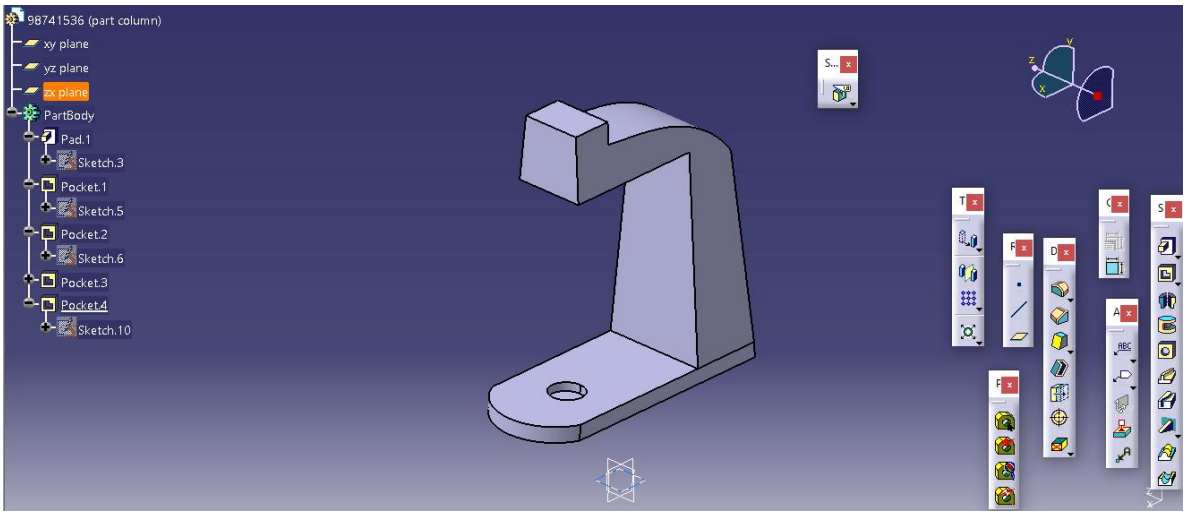
و برای اینکه فولی دیفاین شود داریم :



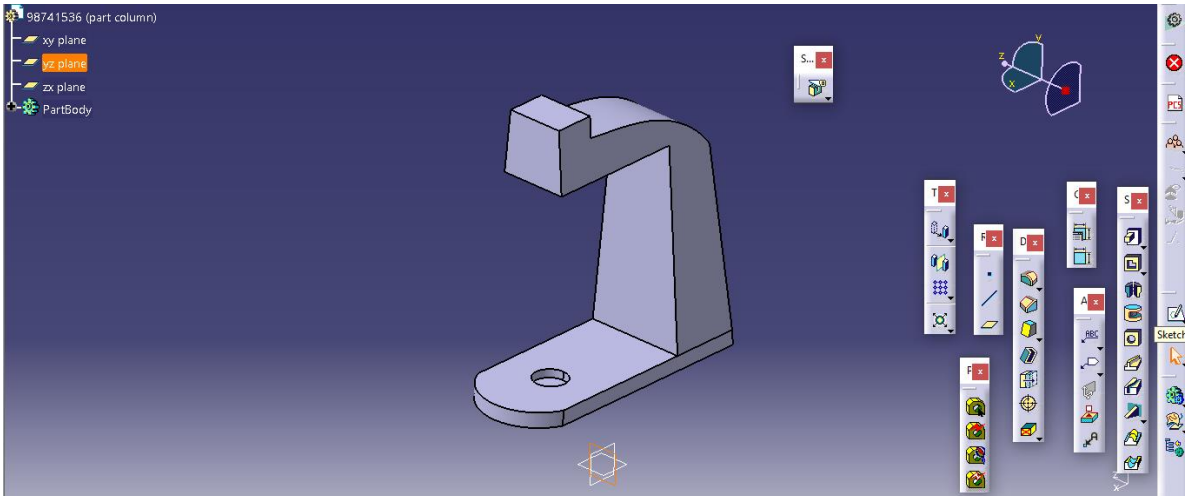
حال به محیط سه بعدی بازگشته و از دستور pocket داریم :



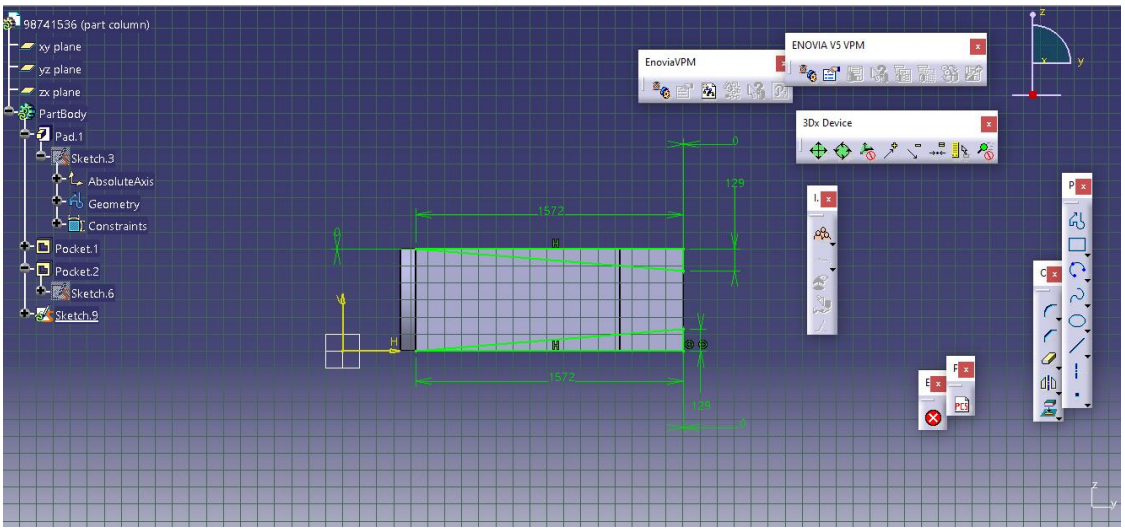
حال داریم :



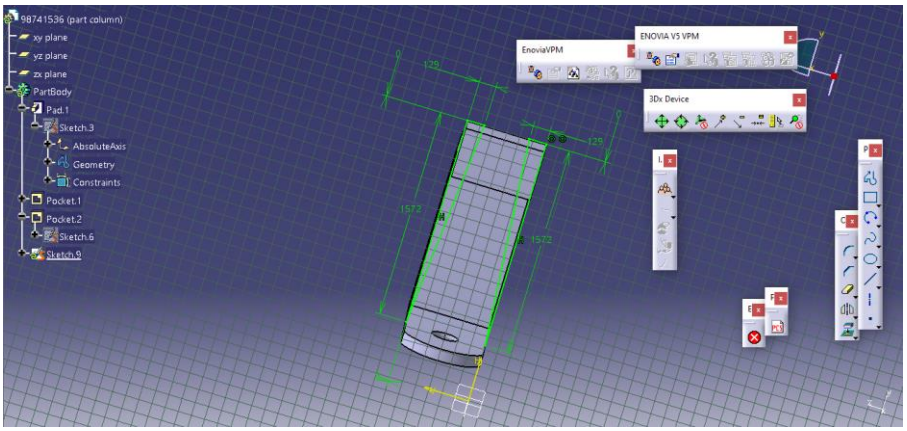
حال سپس با انتخاب صفحه ی yz ، وارد محیط اسکچ می شویم :



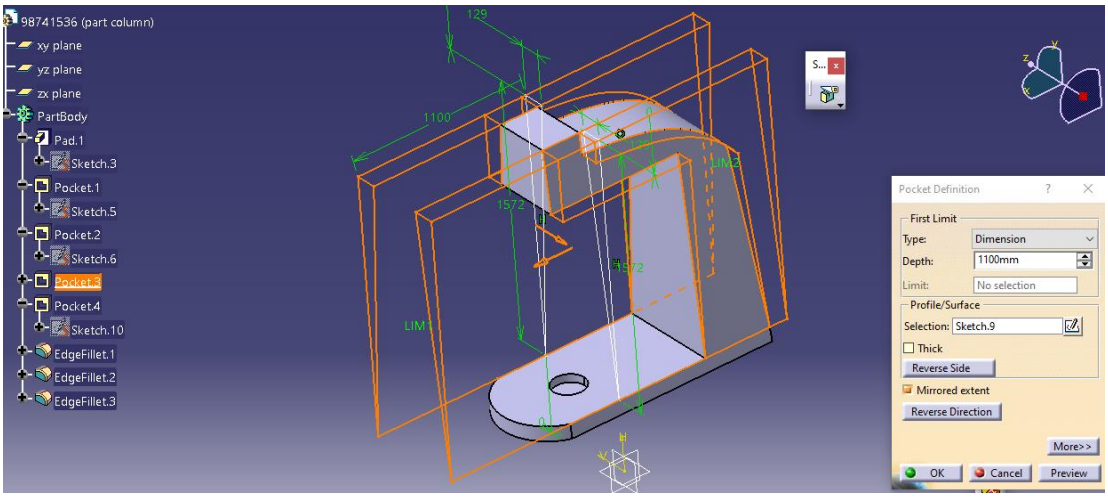
حال با کشیدن اسکچ زیر داریم :



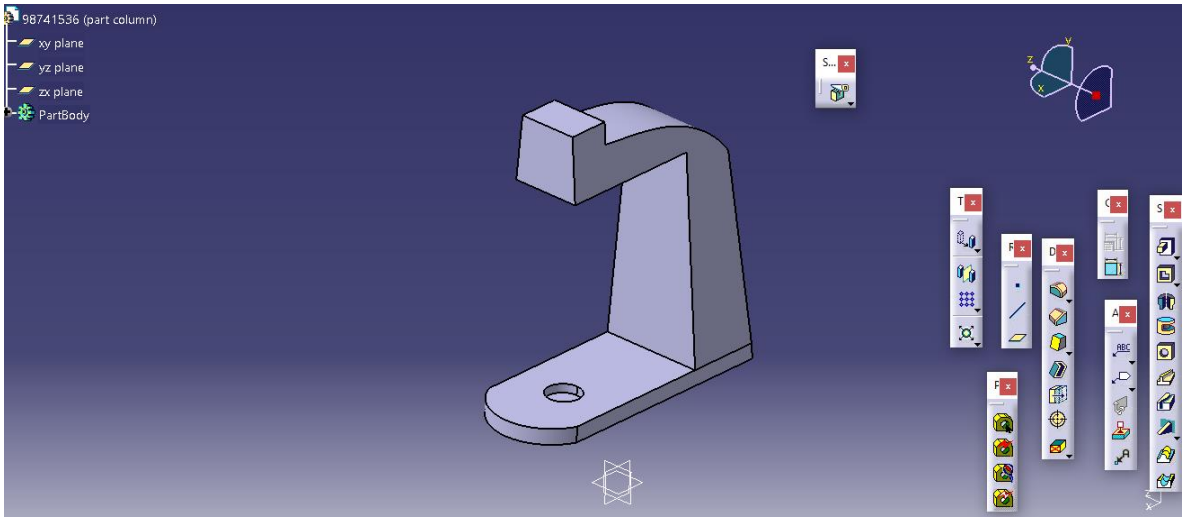
حال از نمایی دیگر :



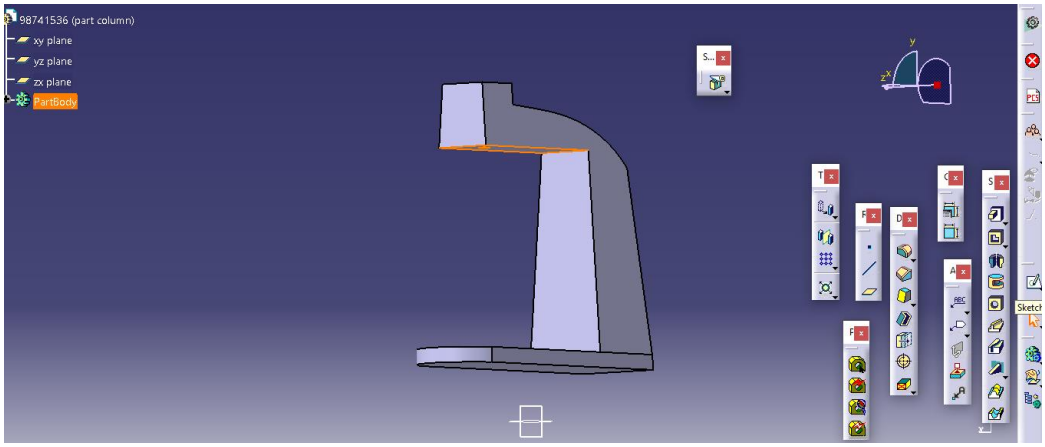
حال به محیط سه بعدی می رویم و از pocket داریم :



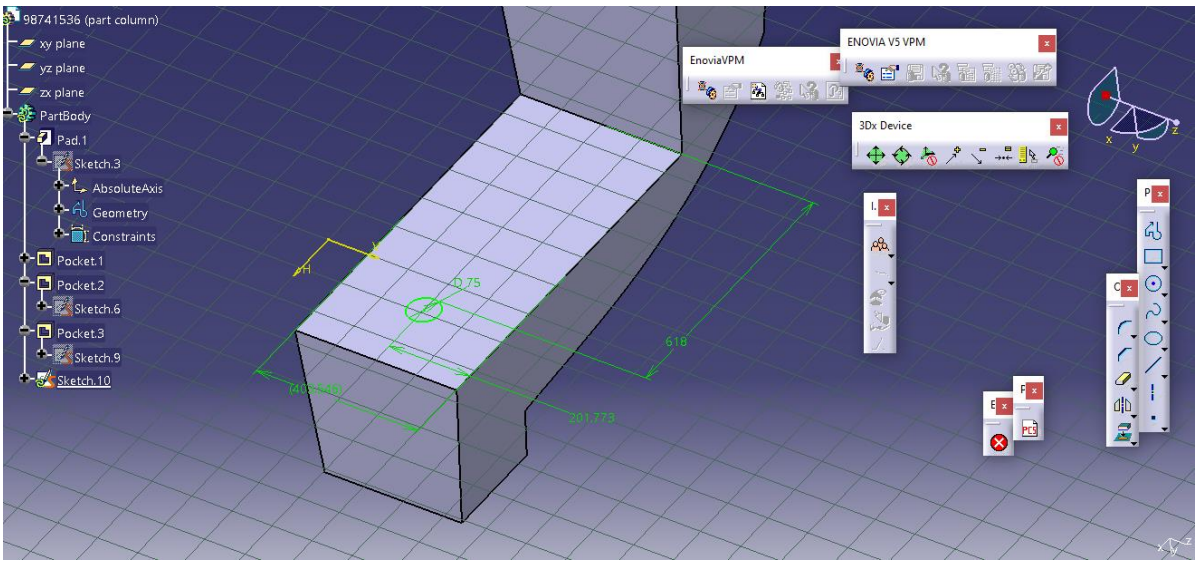
سپس داریم :



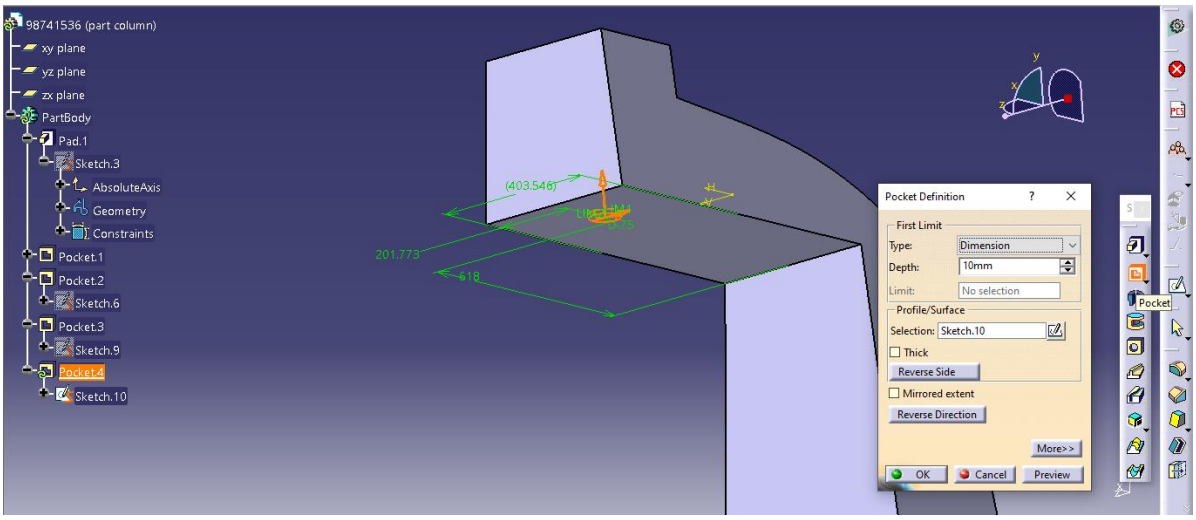
حال با انتخاب صفحه ی زیر به محیط اسکچ می رویم :



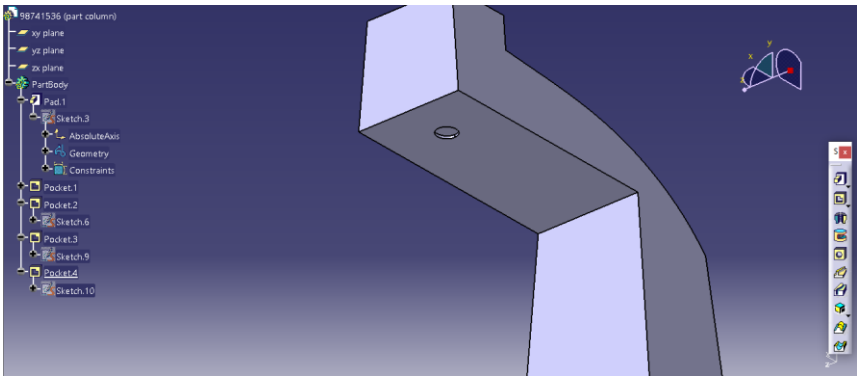
سپس داریم :



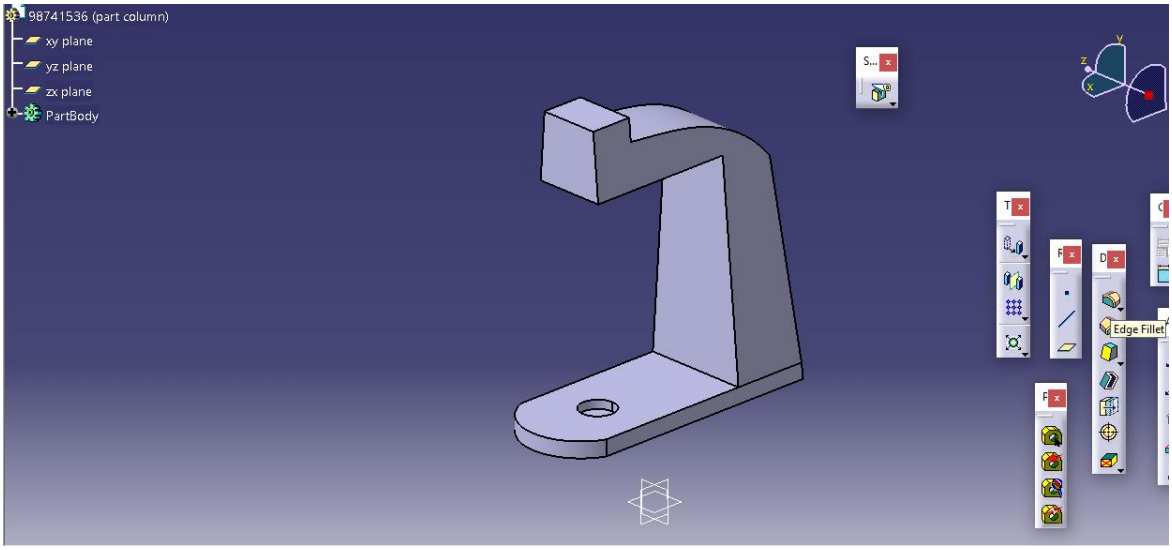
حال با وارد شدن به محیط سه بعدی ، از دستور pocket داریم :



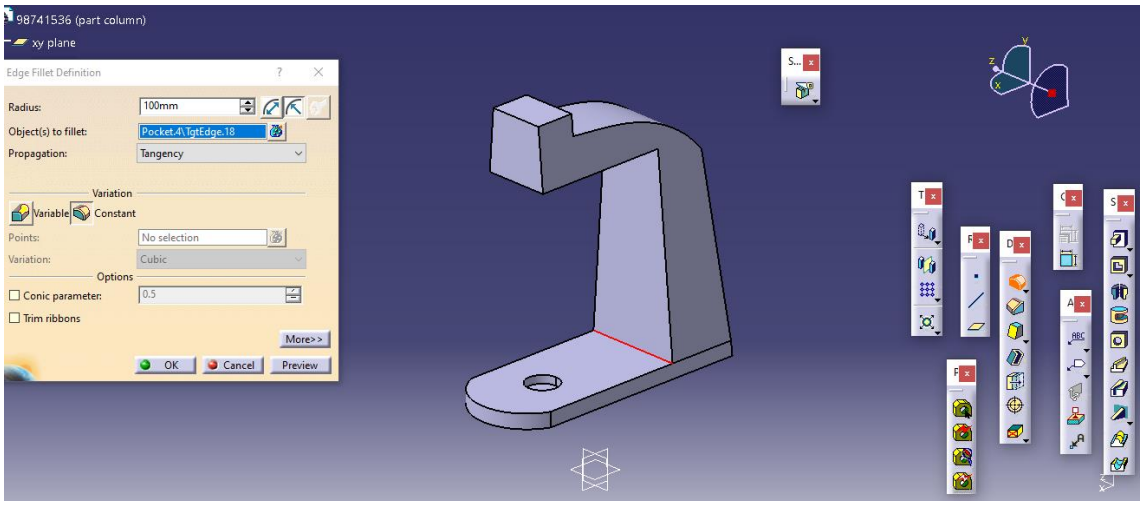
حال داریم :



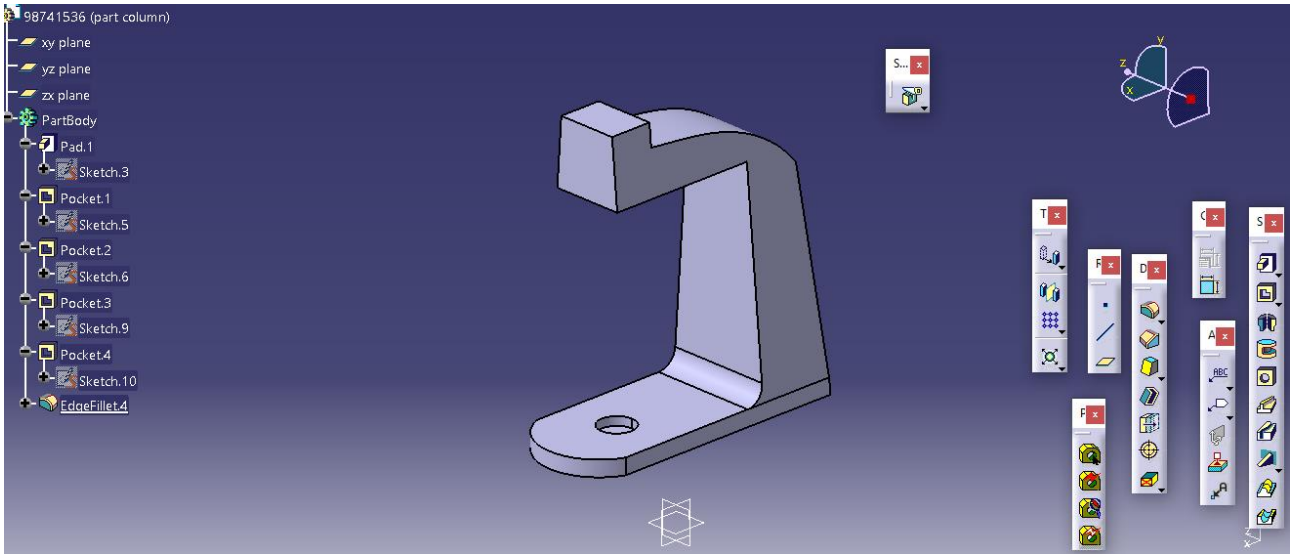
سپس از دستور Edge Fillet داریم :



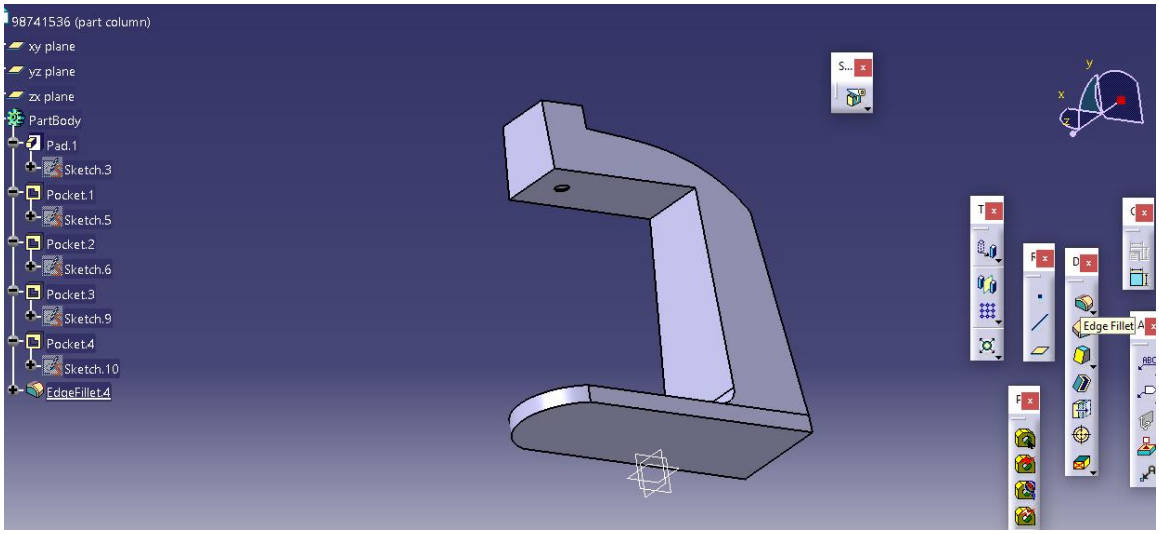
سپس برای انتخاب object fillet لبه یا ادج مورد نظر را به صورت زیر وارد کرده و مقدار آن را مثلا ۱۰۰ میلیمتر وارد می کنیم :



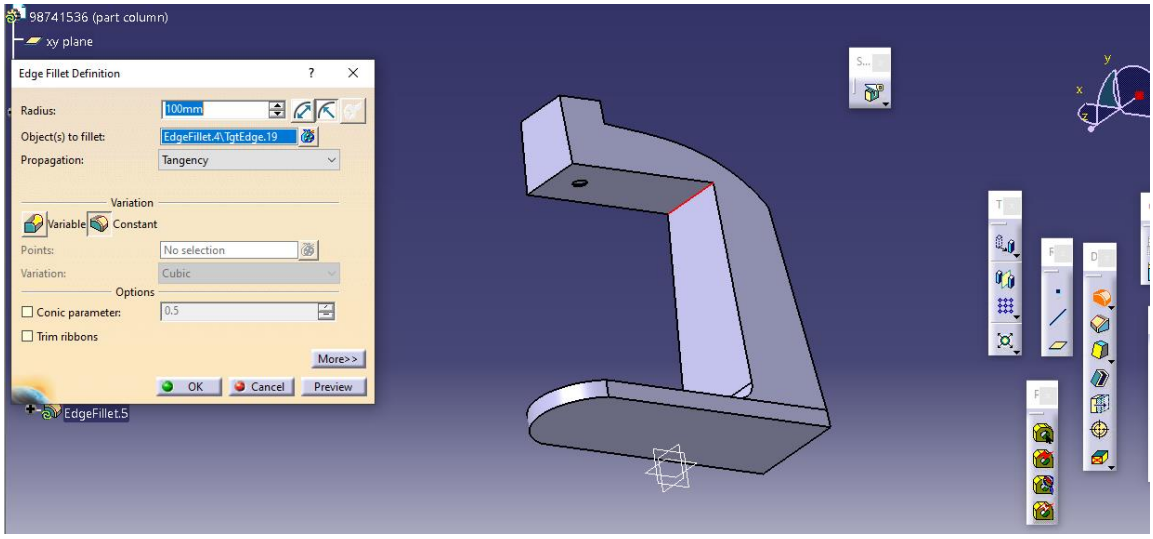
سپس داریم :



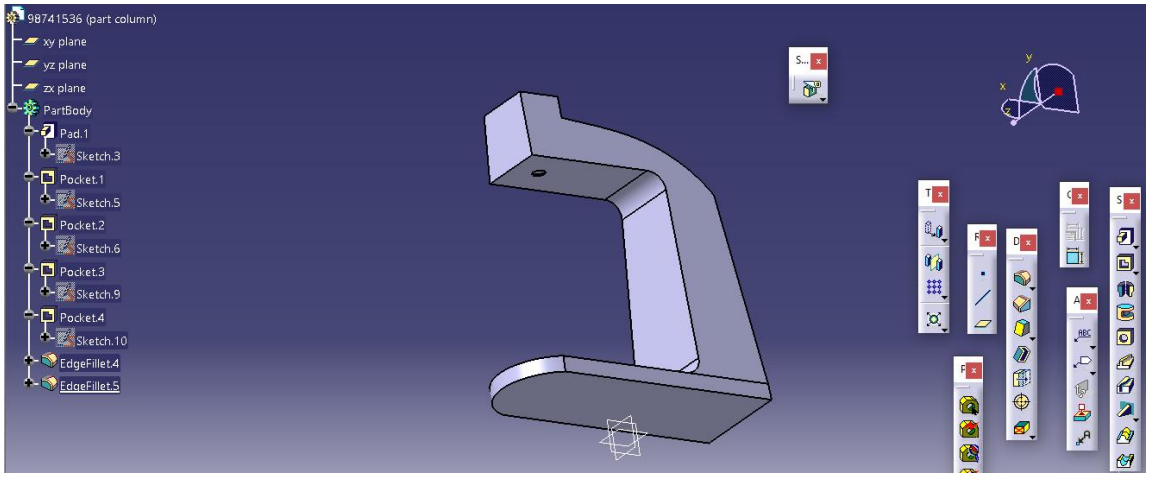
سپس برای لبه یا ادج دیگر ، در ابتدا با انتخاب دستور آن داریم :



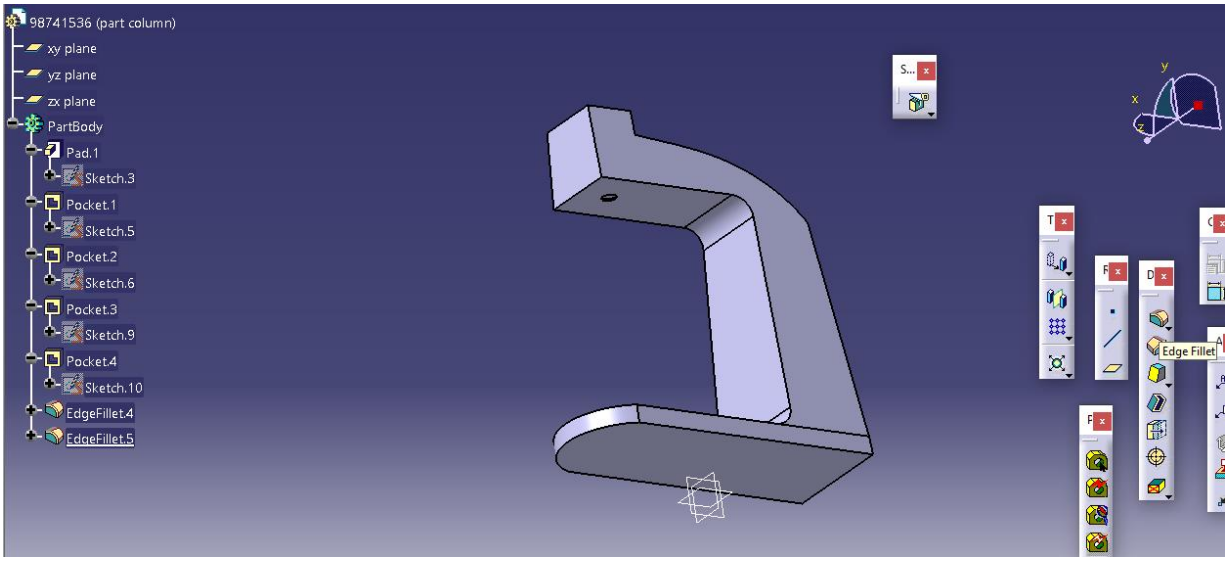
سپس داریم :



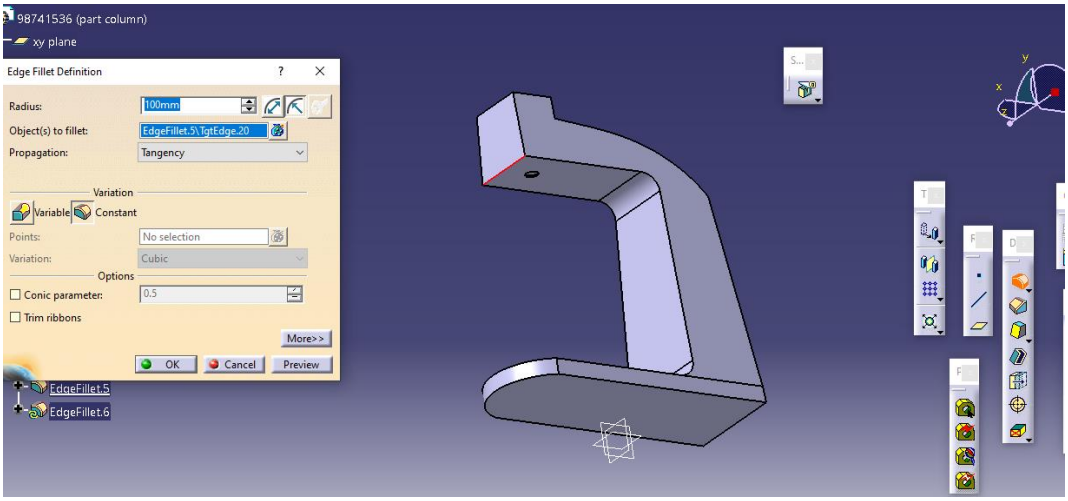
سپس:



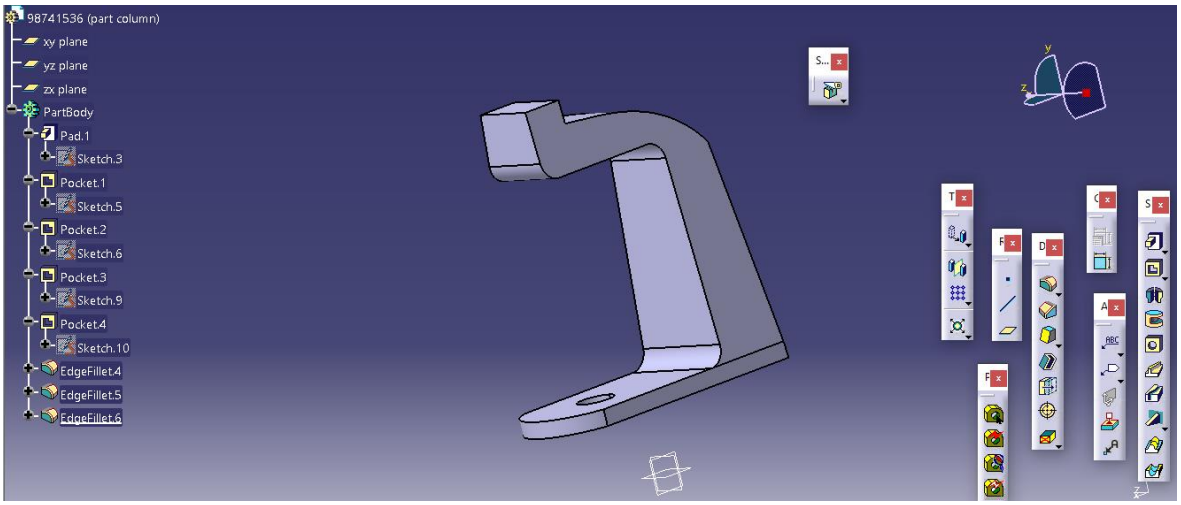
سپس برای لبه ی بعدی داریم :



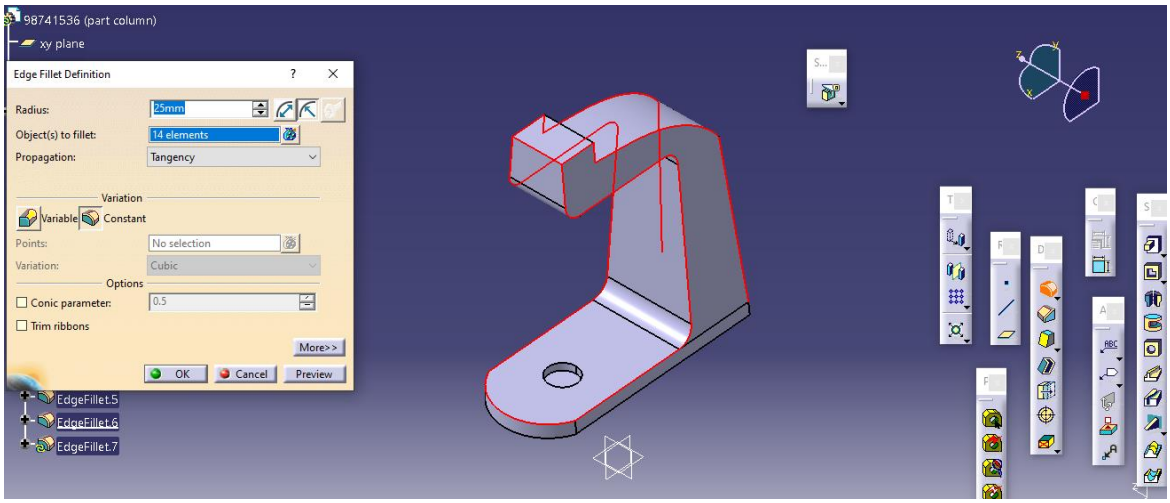
سپس :



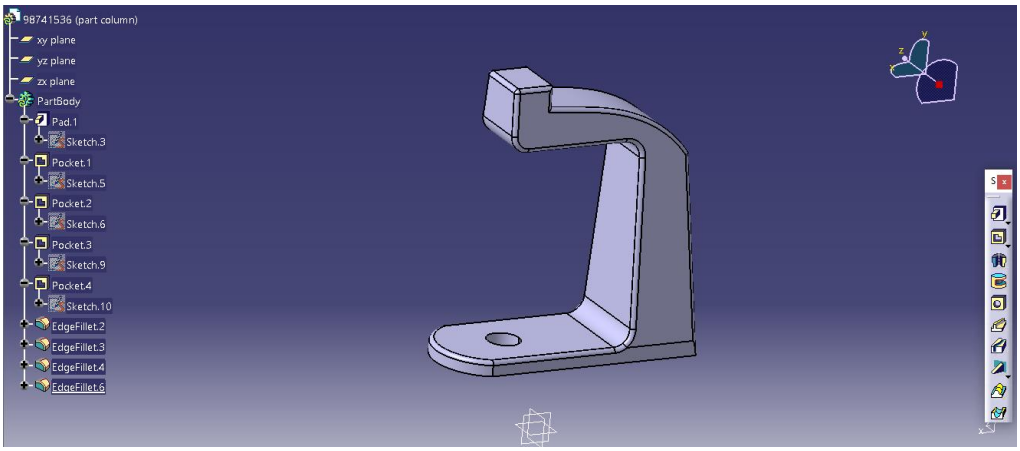
حال داریم :



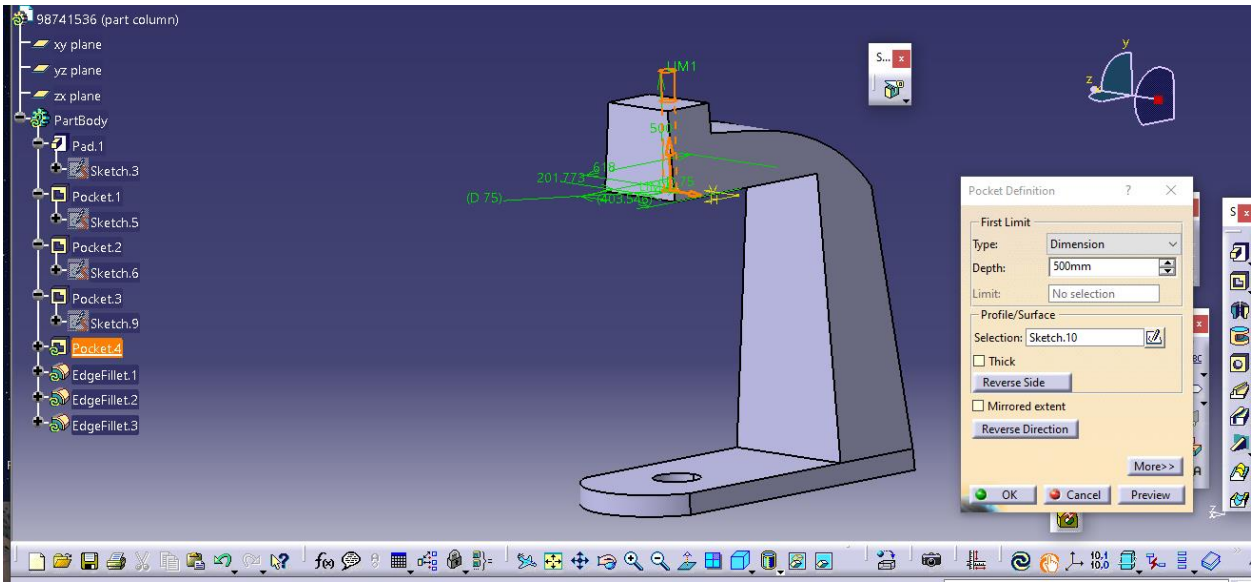
حال به طور مشابه با انتخاب بقییه ی لبه های مدل داریم :



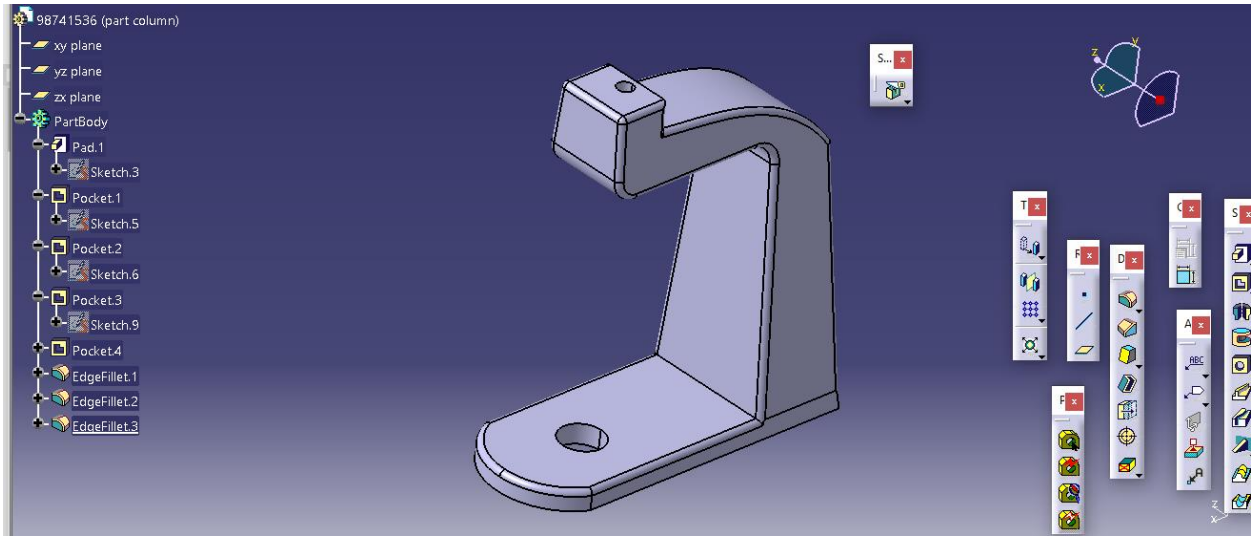
حال داریم :



اصلاحیه مدل column : حال با توجه به شرایط مسله و راحتی بیشتر در شبیه سازی تصمیم بر آن شد که سوراخ pocket در قسمت فوقانی مدل column به صورت سرتاسری باشد یعنی :



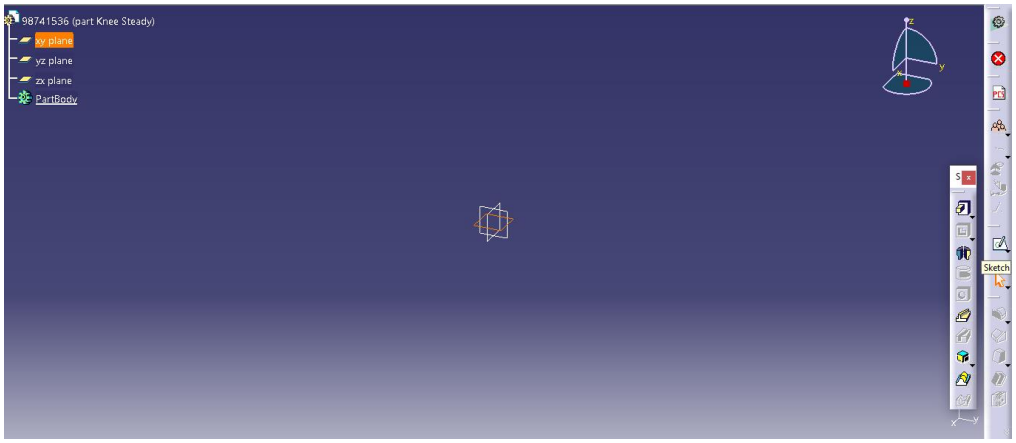
که با انتخاب گزینه ی update داریم :



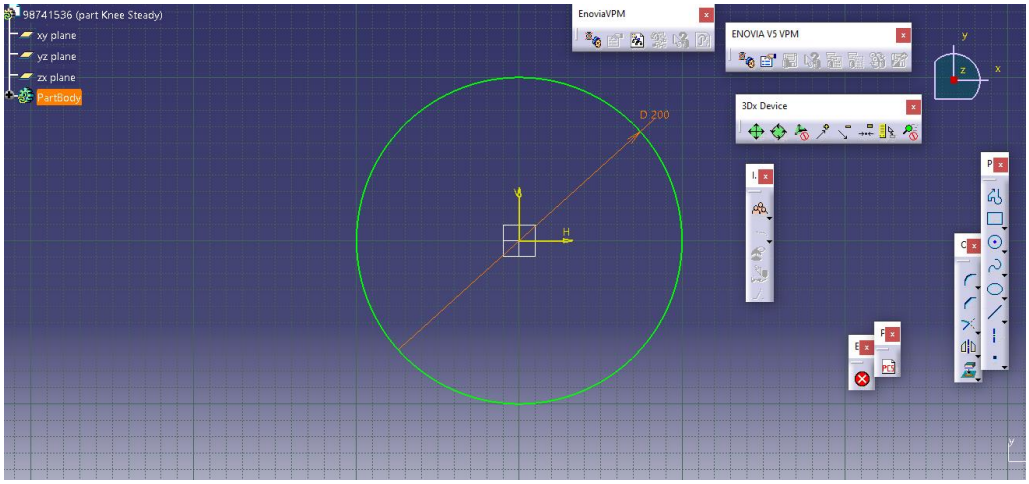
لذا طراحی مدل column به پایان رسید .

Knee Steady یا زانوی ثابت

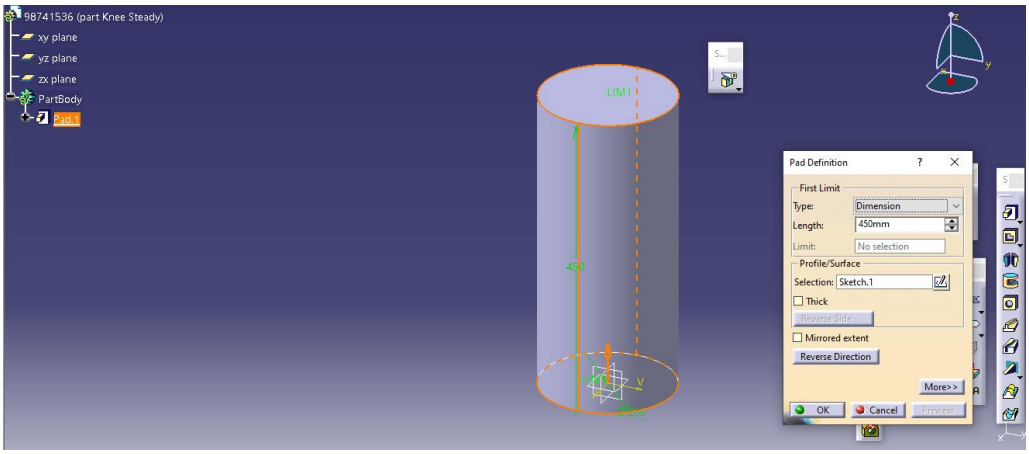
حال با وارد شدن به ماژول پارت ، با انتخاب صفحه ی xy به محیط اسکچ می رویم :



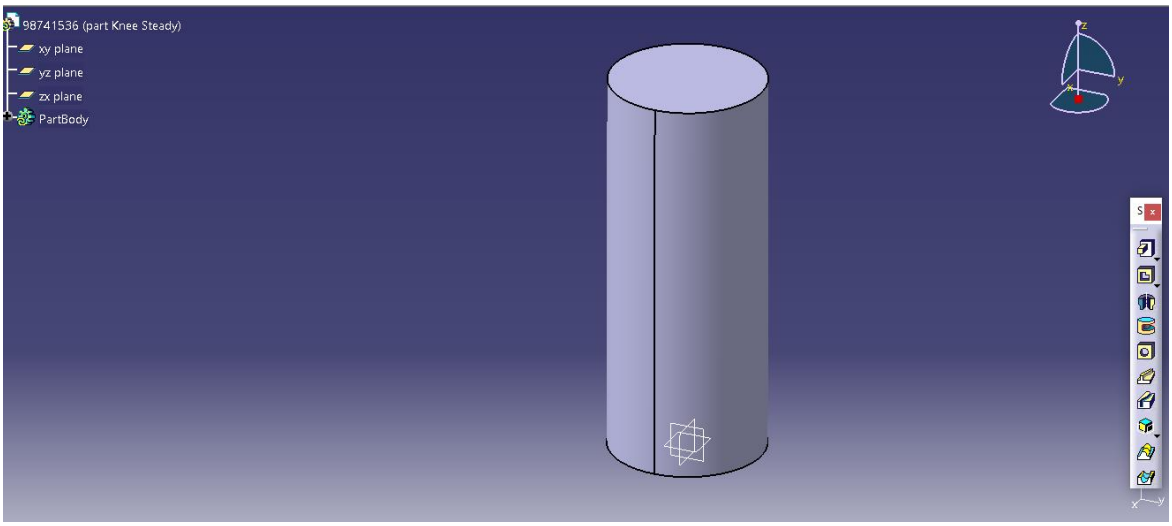
سپس داریم :



سپس با انتخاب گزینه ی Exit Workbench به محیط سه بعدی می رویم و از دستور pad داریم :

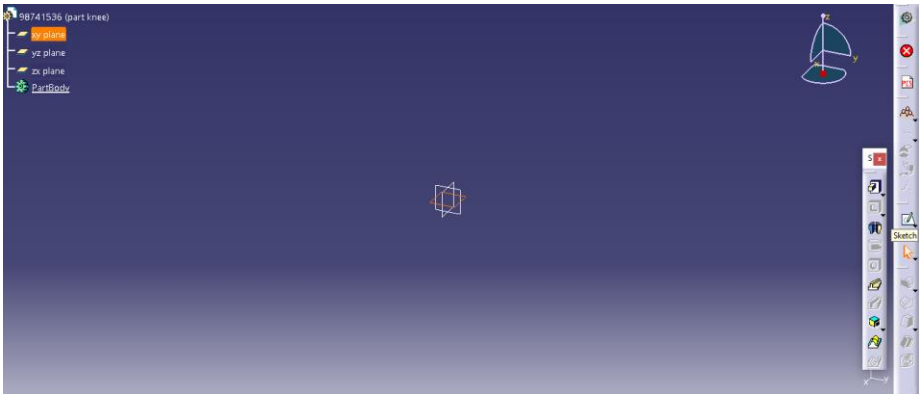


حال داریم :

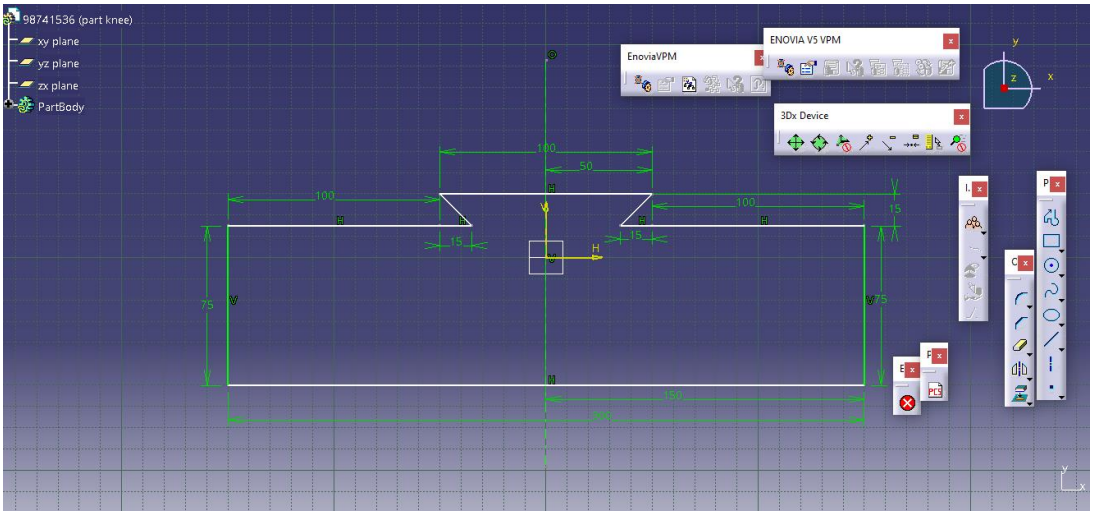

98741536 (part Knee Steady)
xy plane
yz plane
zx plane
PartBody

Knee یا زانویی

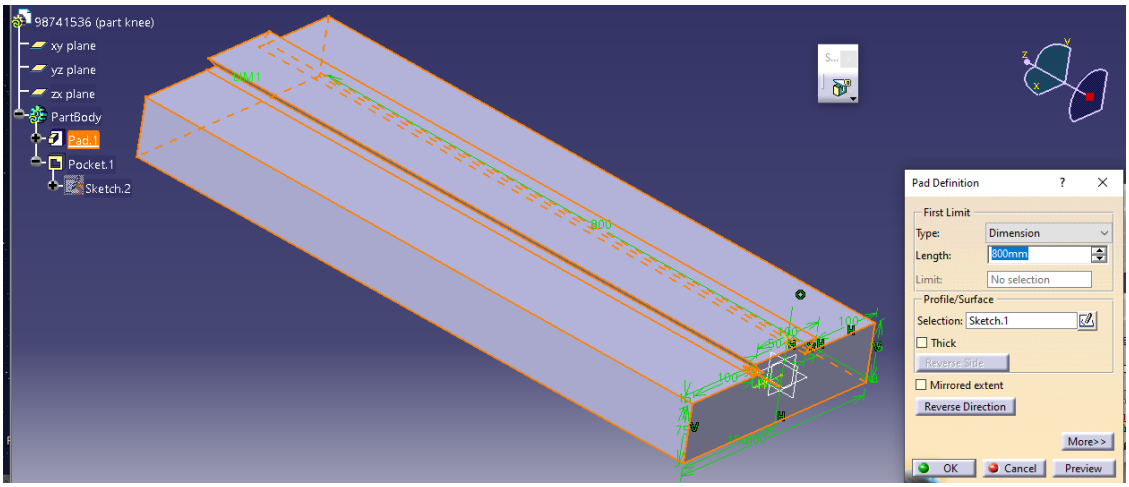
حال با ورود به ماژول پارت ، با انتخاب صفحه ی xy در اسکچ داریم :



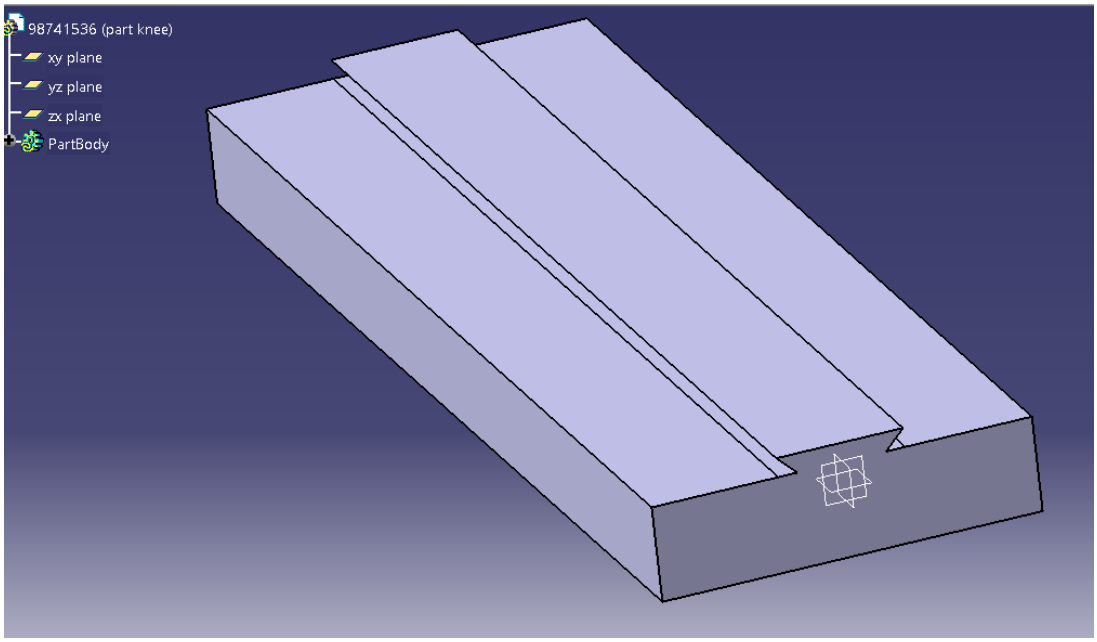
حال داریم :



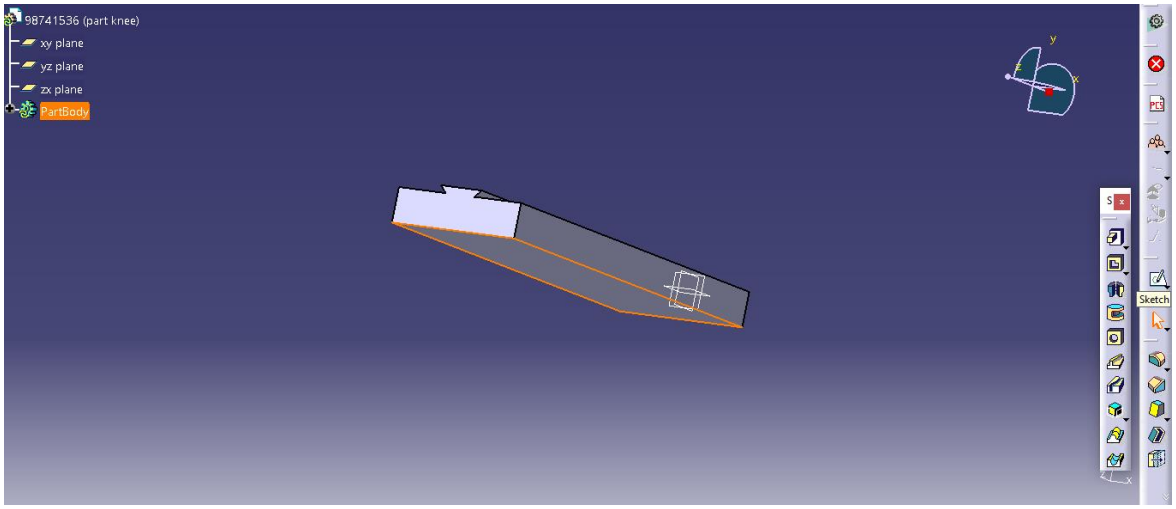
حال با انتخاب گزینه workbench به محیط سه بعدی رفته و داریم :



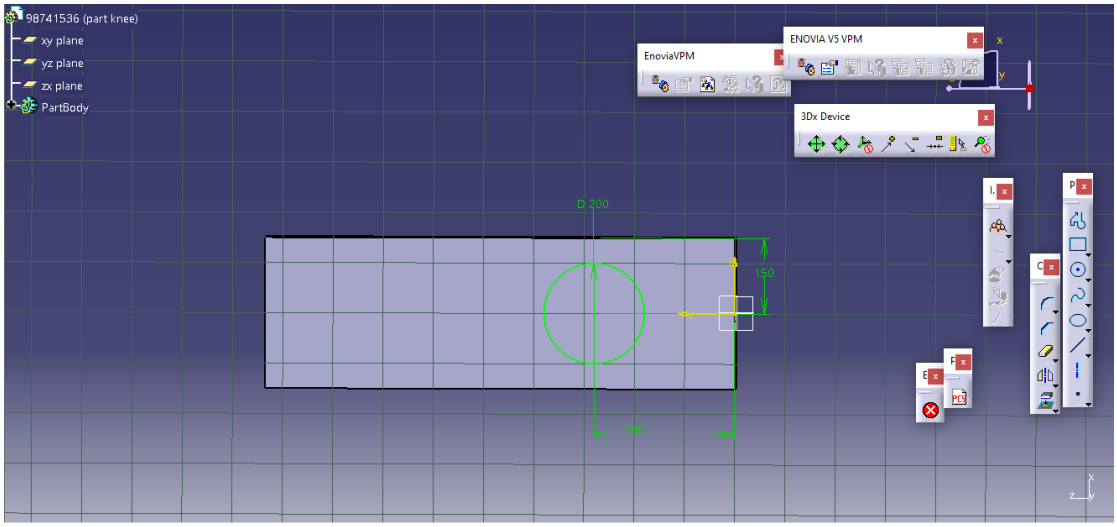
حال داریم :



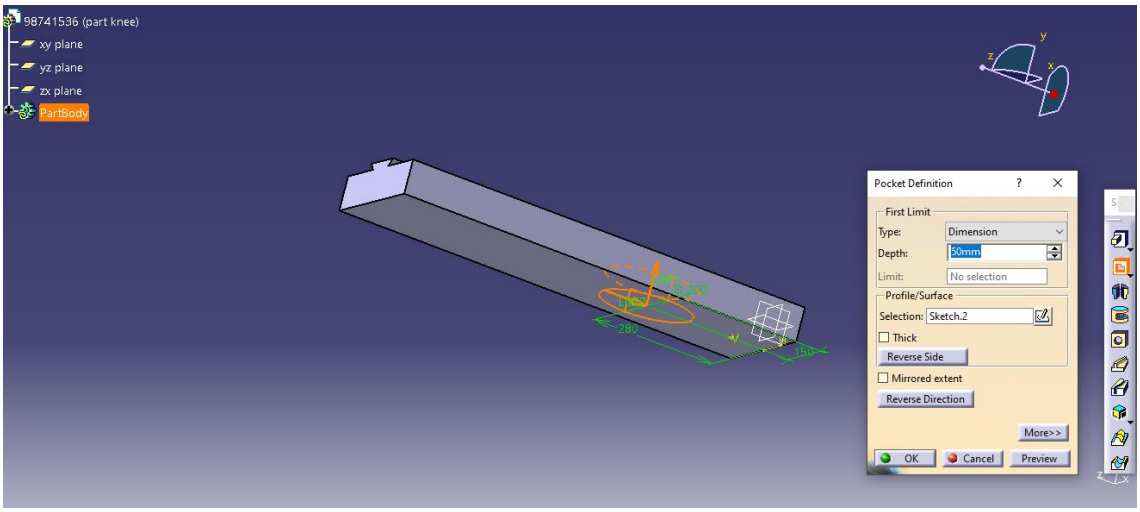
سپس با انتخاب صفحه ی مورد نظر به اسکچ باز می گردیم :



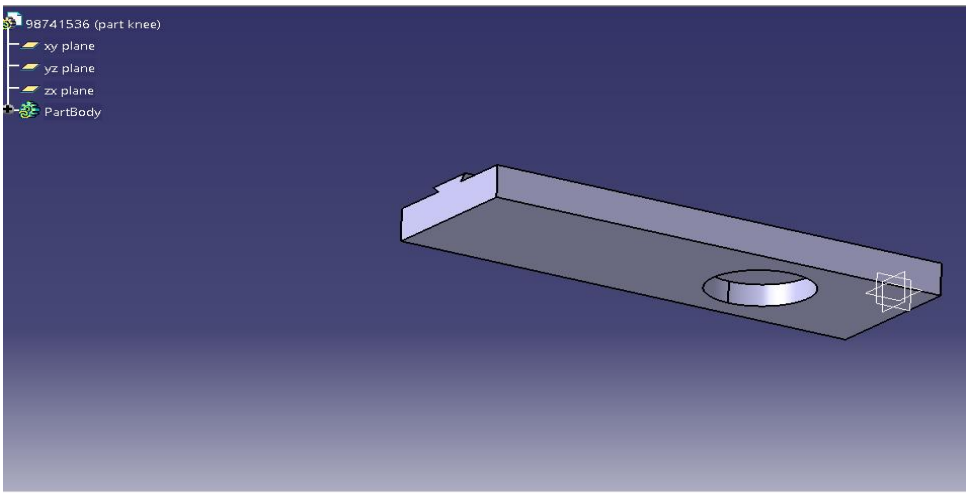
سپس :



سپس با انتخاب Exitworkbench به محیط سه بعدی بازگشته و از دستور pocket داریم :

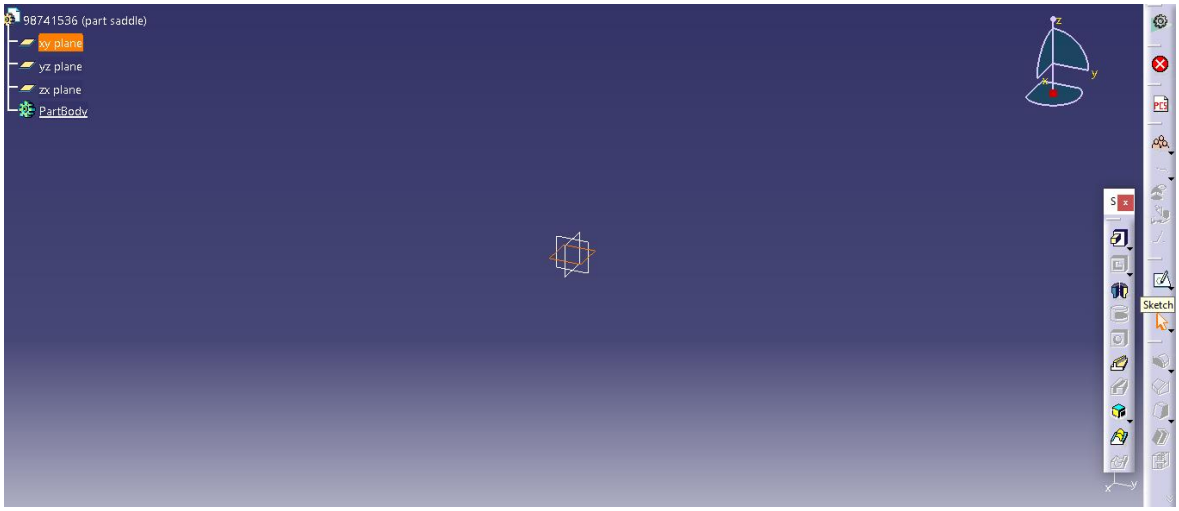


حال داریم :

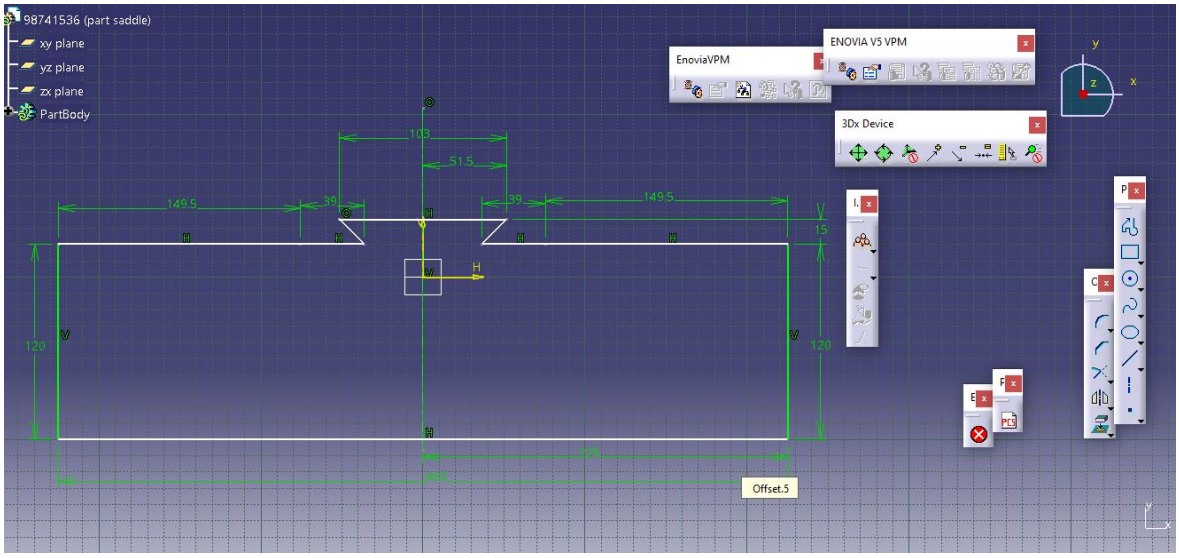


Saddle یا زین

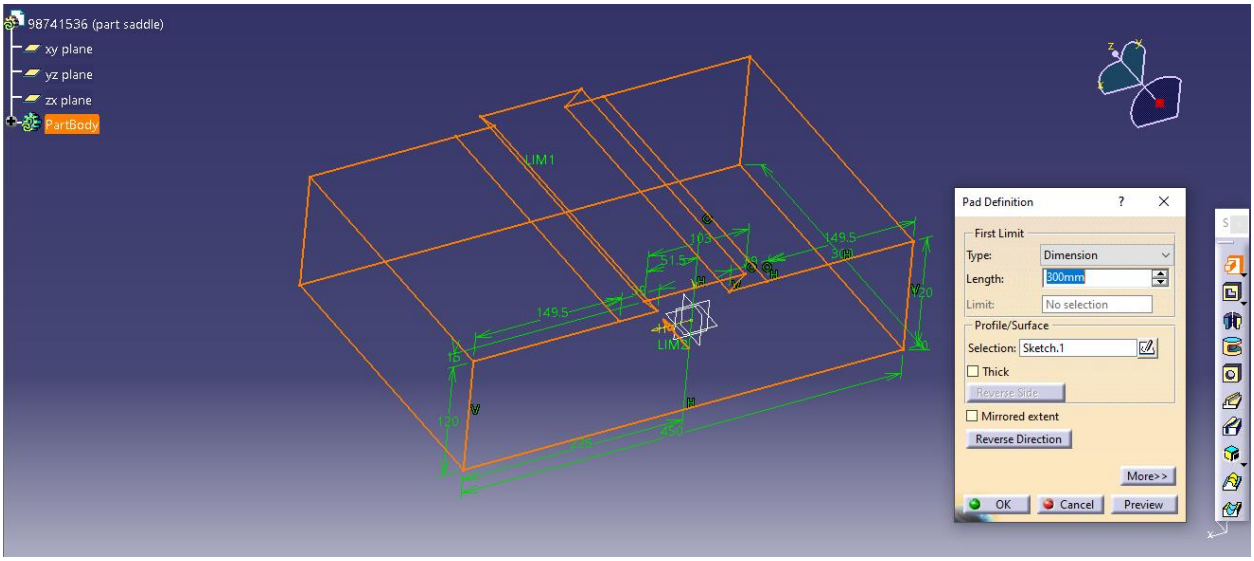
در ابتدا وارد محیط پارت می شویم و با انتخاب صفحه xy به اسکچ می رویم :



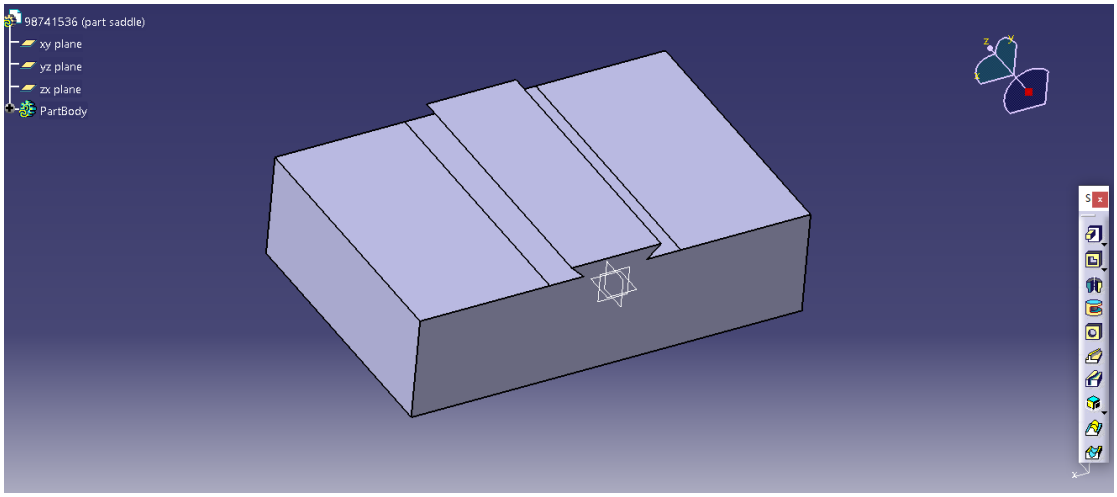
حال داریم :



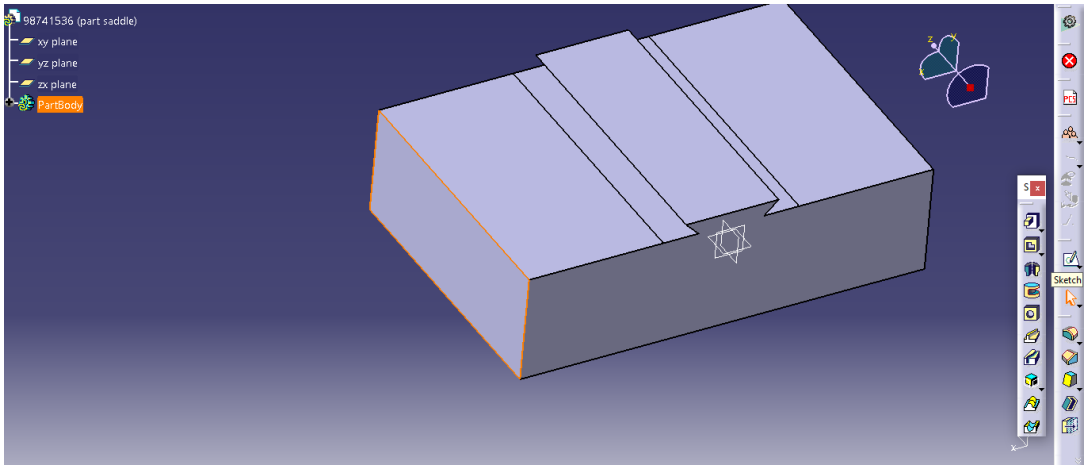
حال سپس با انتخاب Exit workbench به محیط سه بعدی می رویم و از دستور pad داریم :



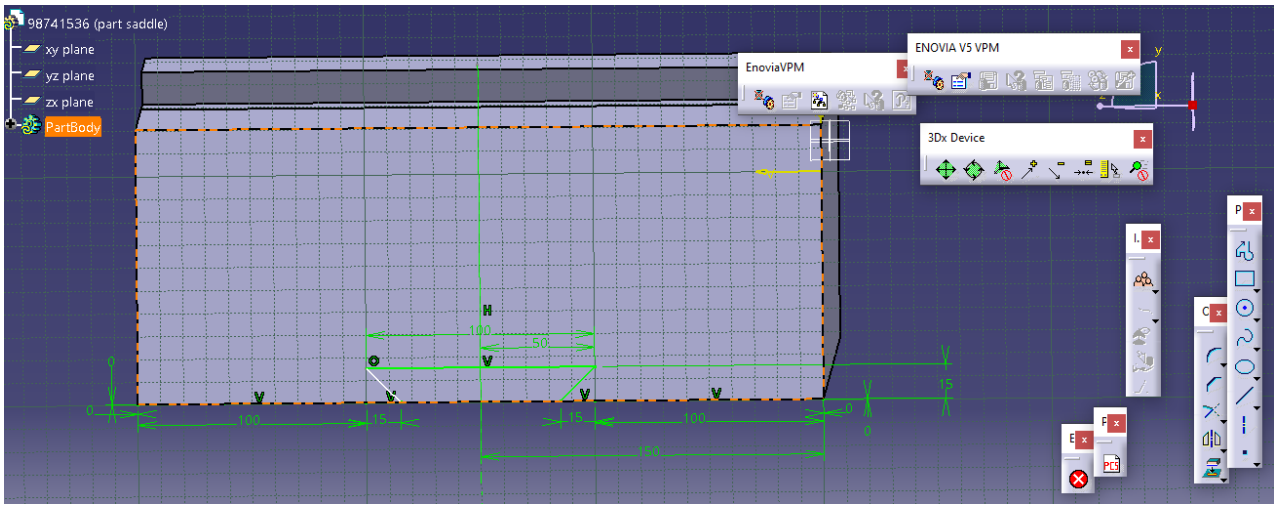
سپس داریم :



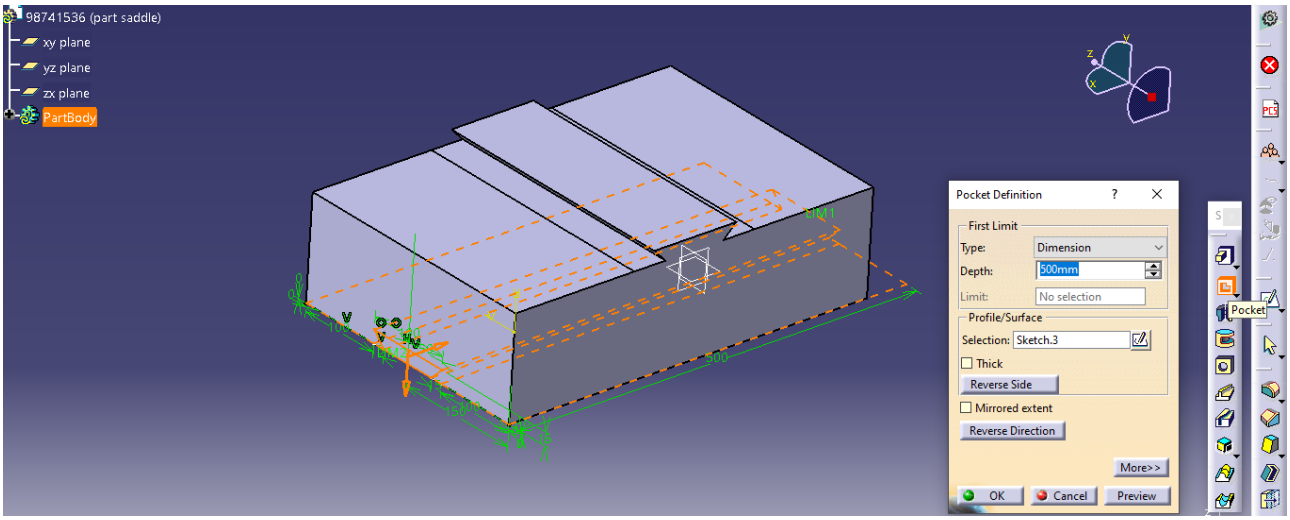
حال با انتخاب صفحه مورد نظر به اسکچ باز می گردیم :



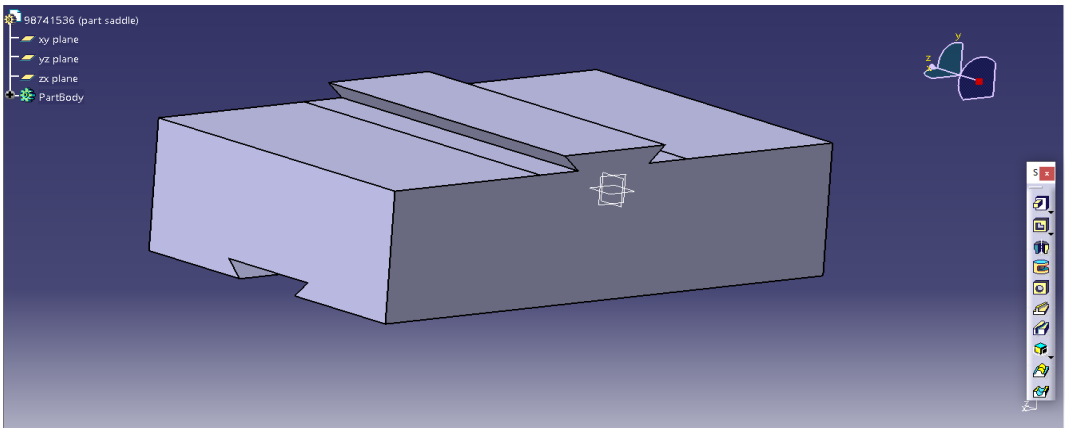
حال داریم :



حال با بازگشت به محیط سه بعدی از دستور pocket داریم :

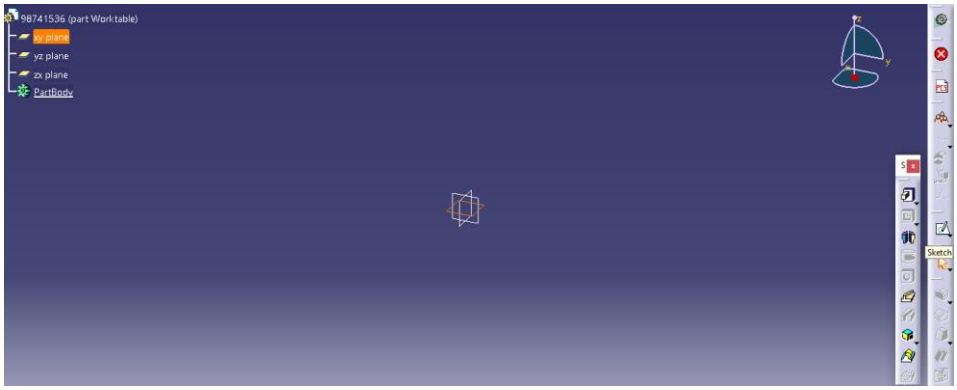


حال داریم :

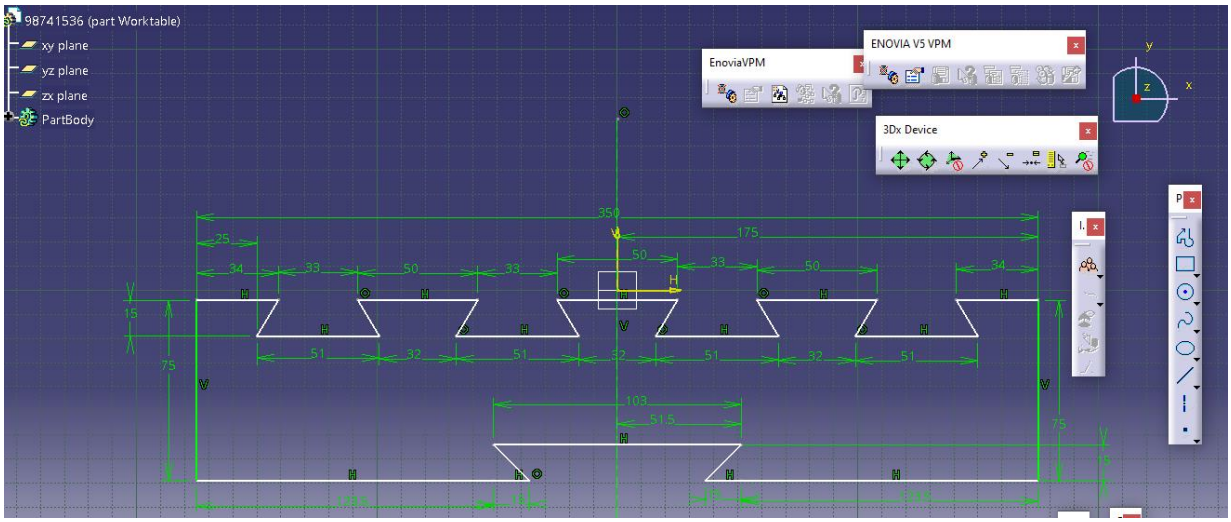


Worktable یا میزکار

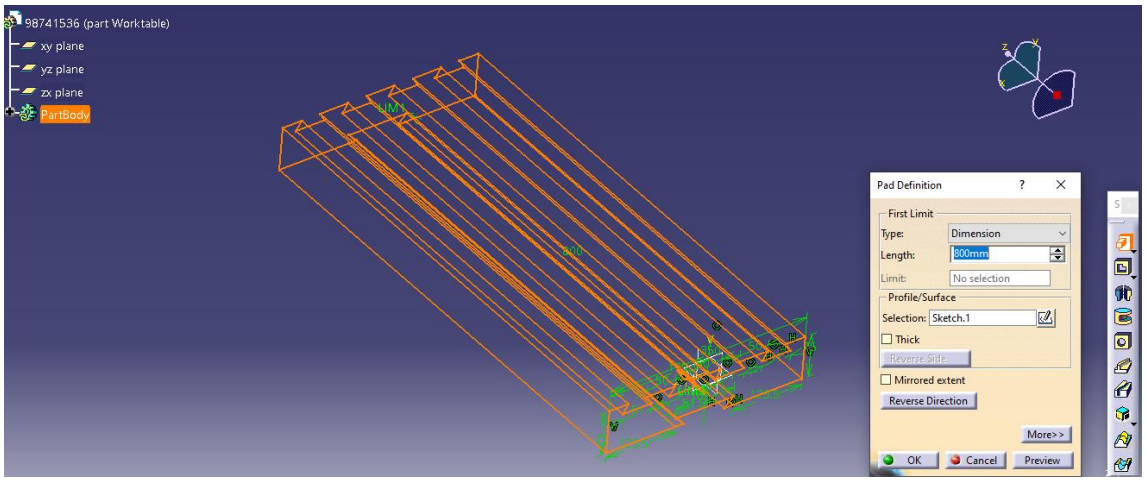
حال از قسمت پارت با انتخاب صفحه ی xy وارد اسکچ می شویم :



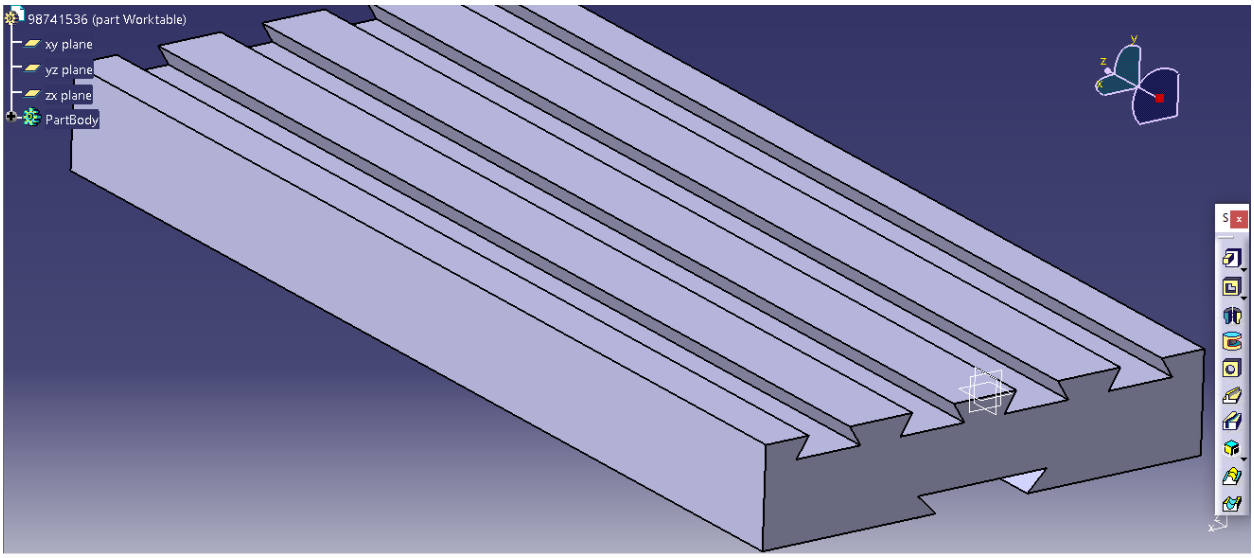
حال اسکچ زیر را رسم می کنیم :



حال با انتخاب Exitworkbench وارد محیط سه بعدی می شویم و از دستور pad داریم :

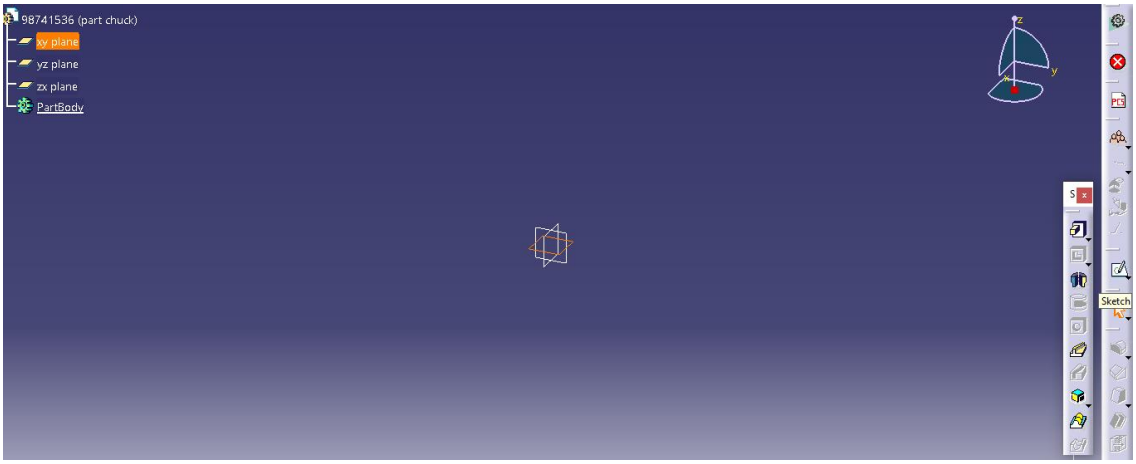


حال داریم :

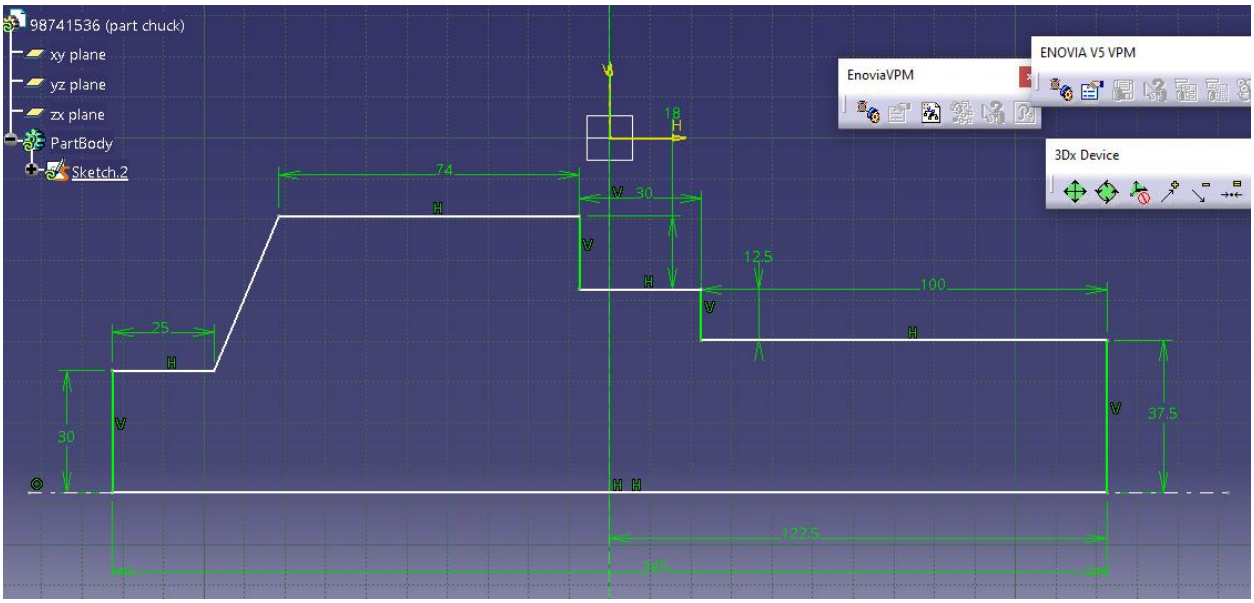

98741536 (part Worktable)
xy plane
yz plane
zx plane
PartBody

Chuck یا مرغک یا ابزار گیر

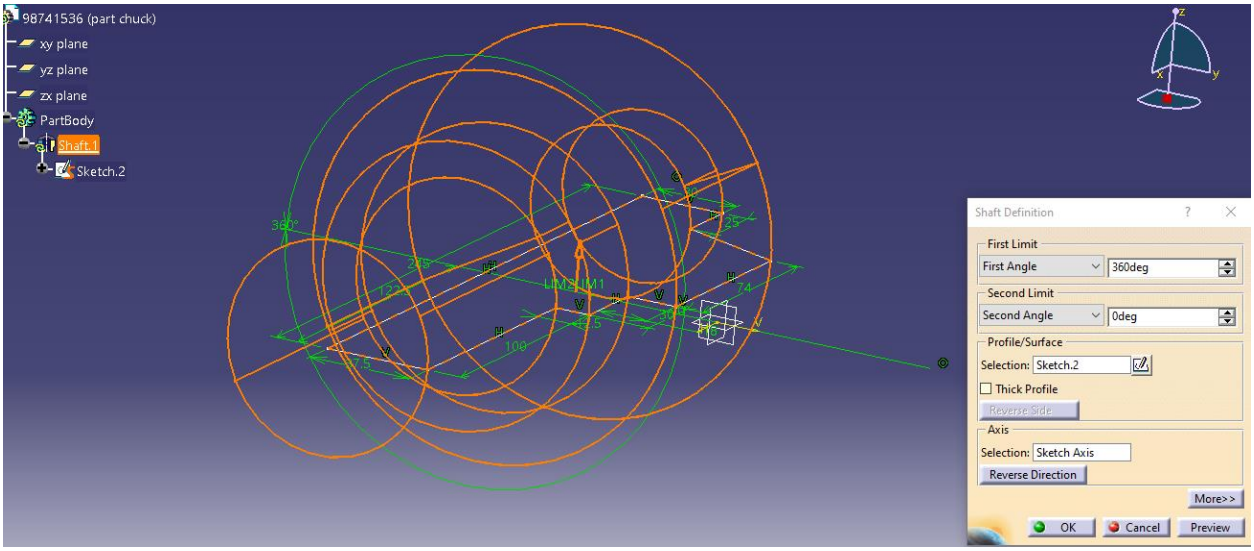
حال در محیط پارت با انتخاب صفحه xy وارد اسکچ می شویم :



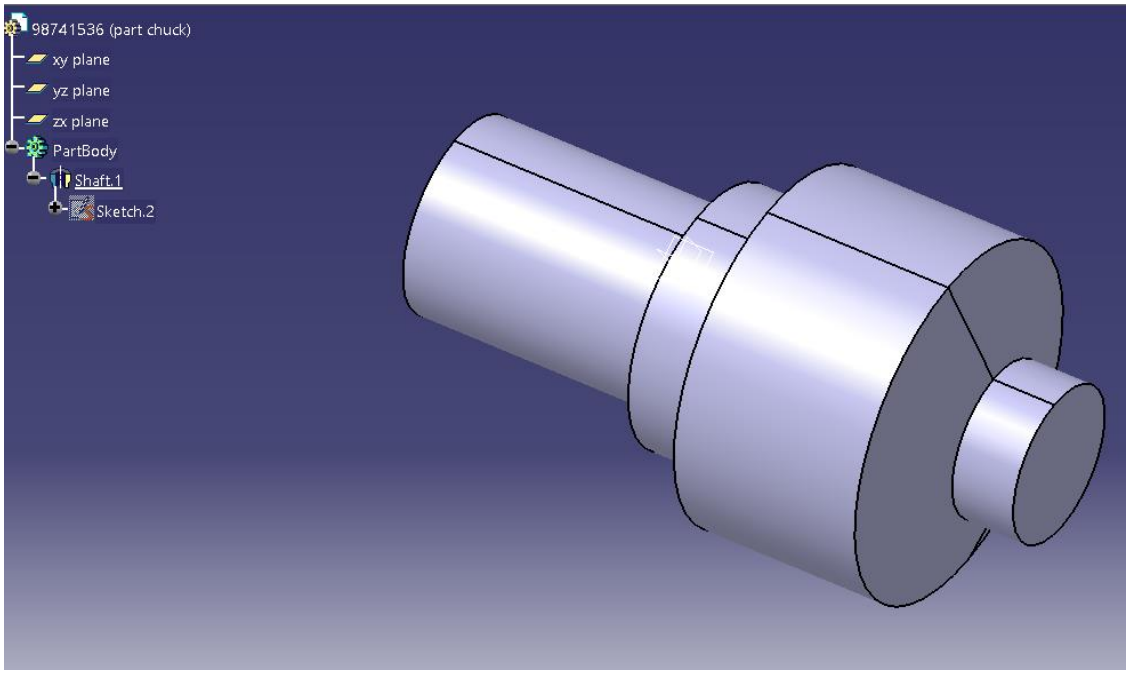
حال سپس اسکچ زیر را ترسیم می کنیم :



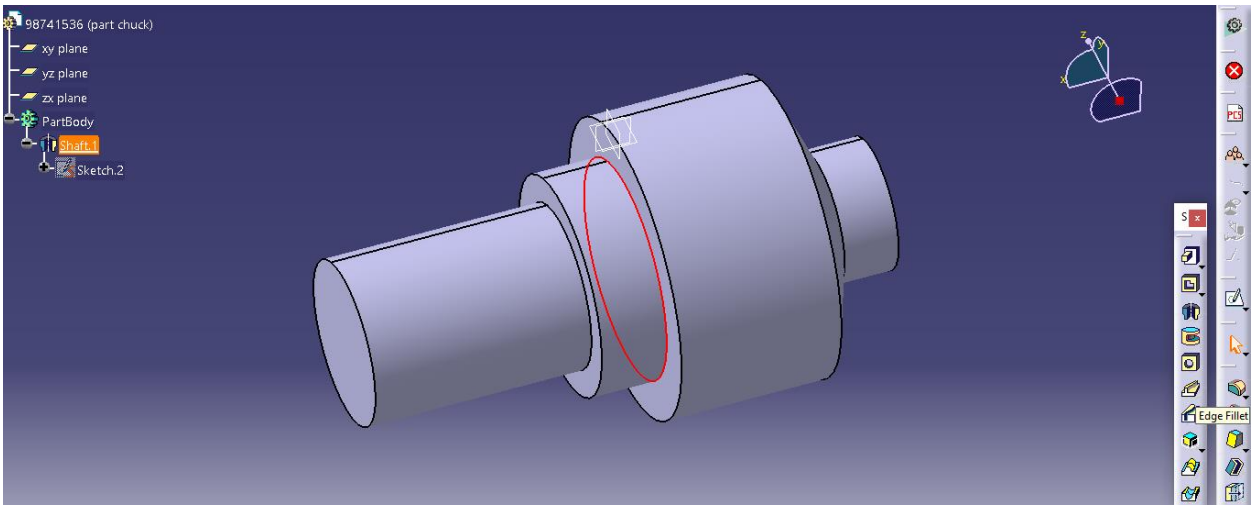
حال سپس با انتخاب Exitworbench به محیط سه بعدی رفته و با انتخاب دستور shaft داریم :



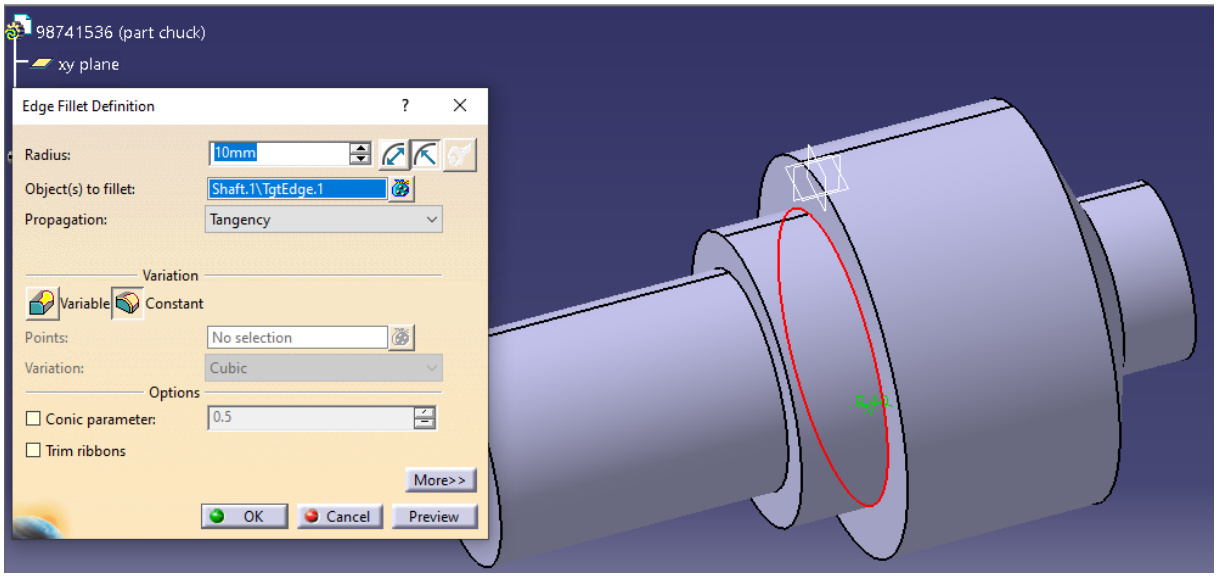
حال با انتخاب ok داریم :



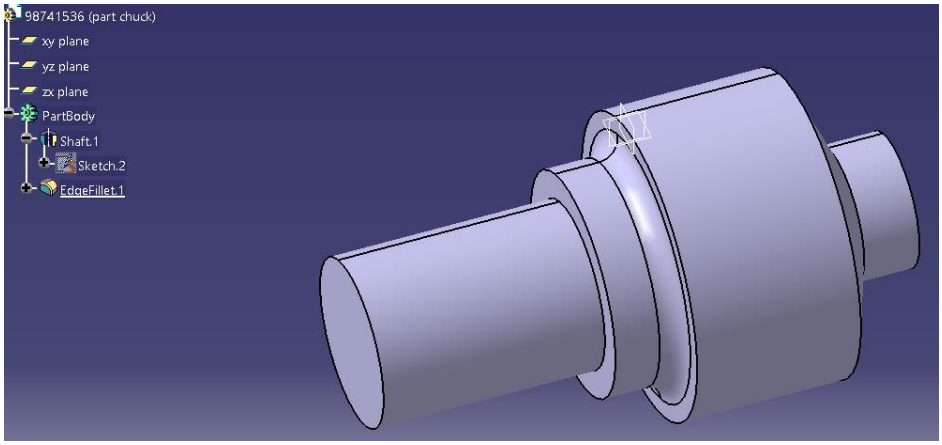
حال با انتخاب لبه یا ادج مورد نظرداریم :



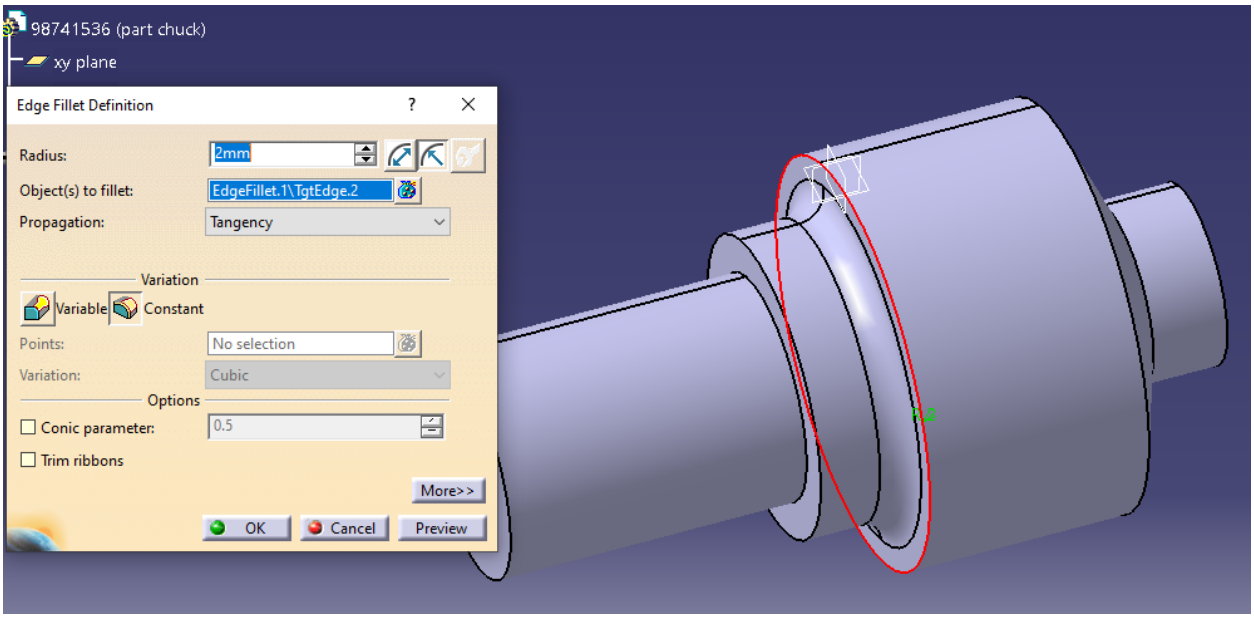
حال از دستور Edge Fillet ، با شعاع ۱۰ میلیمتر داریم :



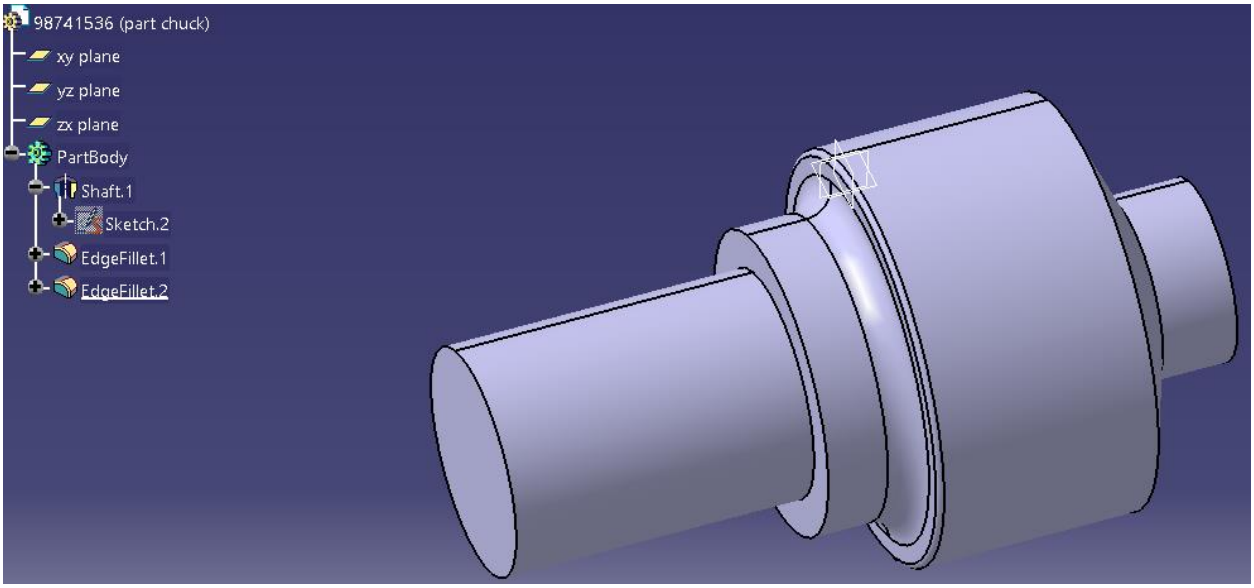
حال با انتخاب ok داریم :



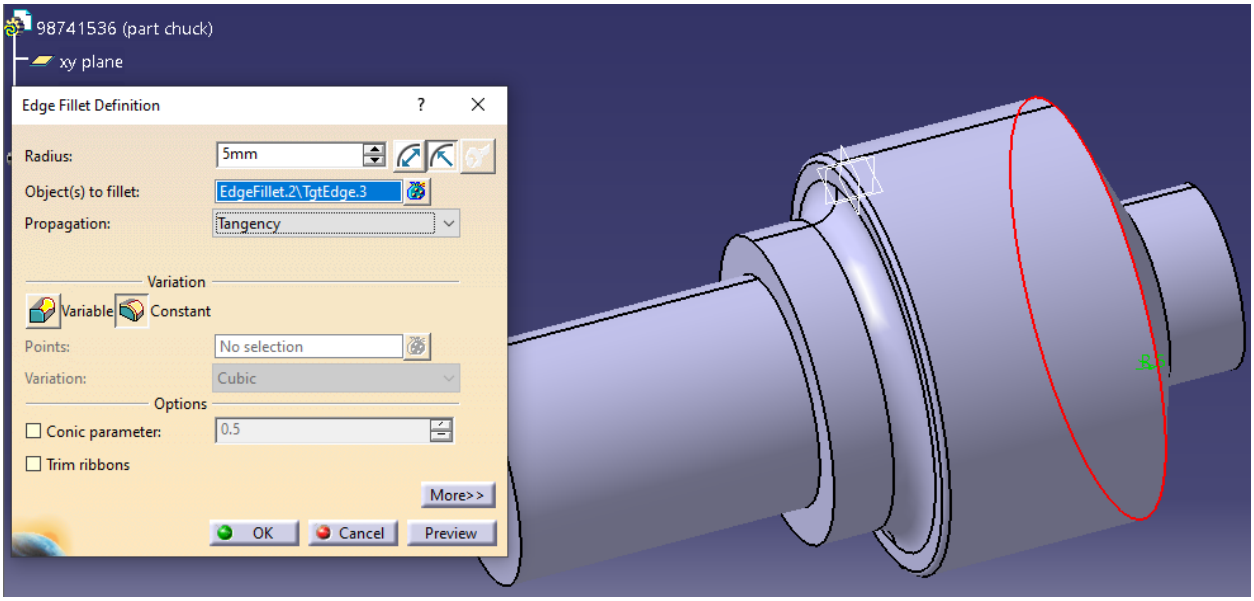
حال به طور مشابه برای ادج یا لبه ی بعدی داریم :



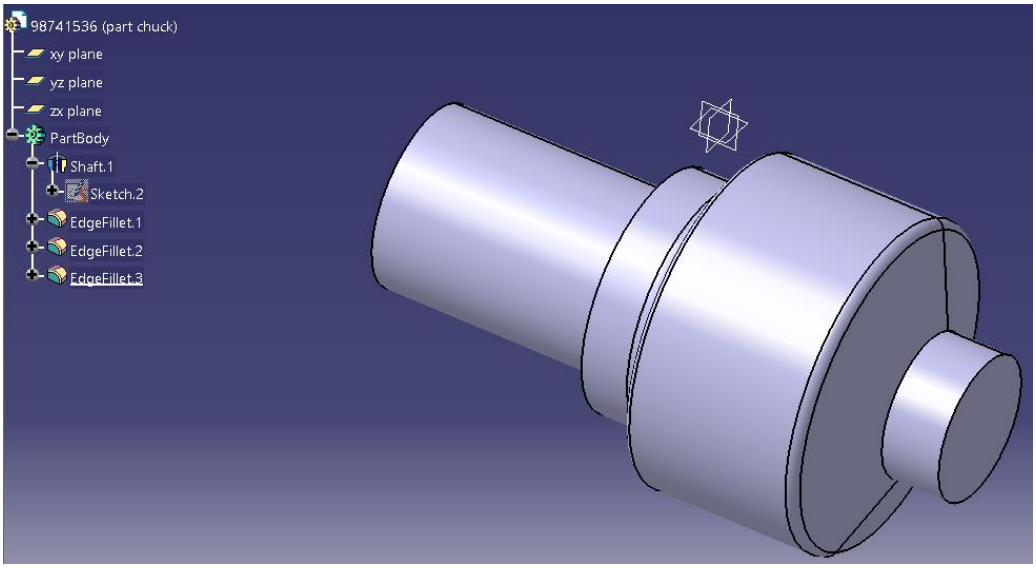
سپس داریم :



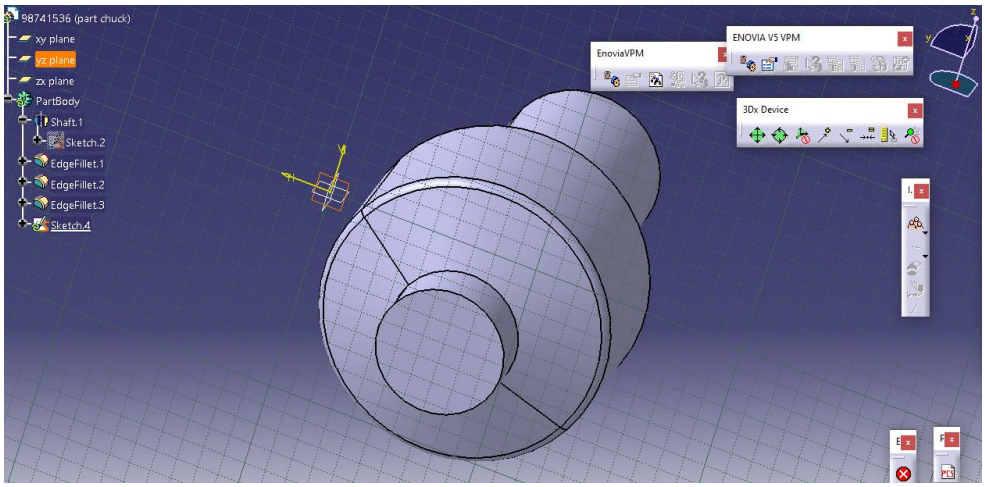
حال به طور مشابه برای لبه یا ادج بعدی هم داریم :



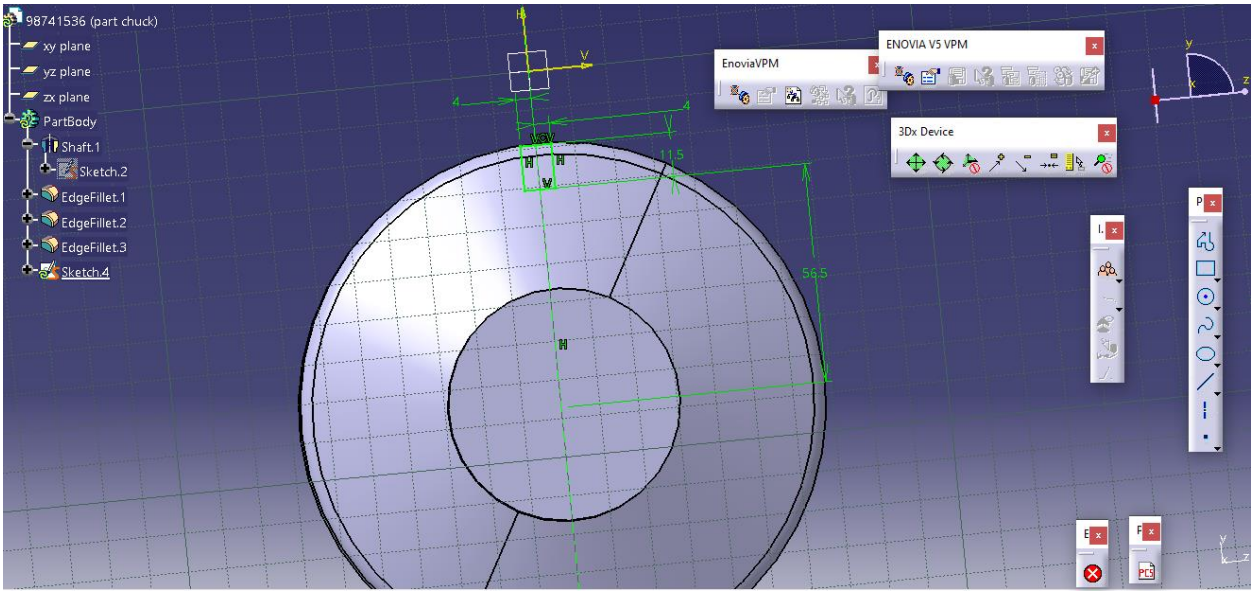
سپس :



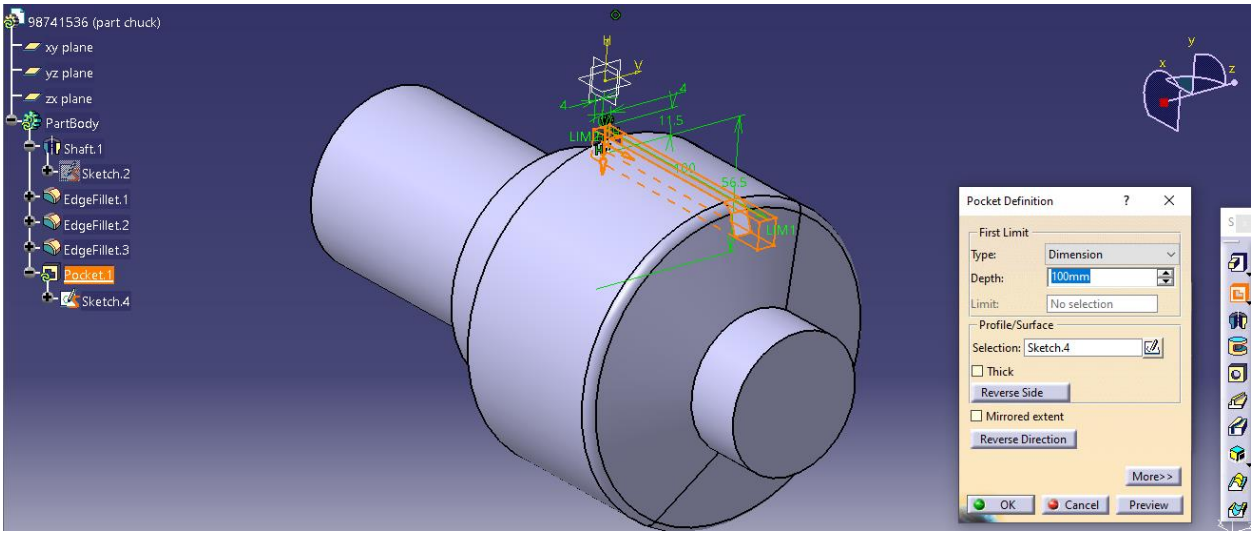
حال با انتخاب صفحه yz وارد اسکچ می شویم :



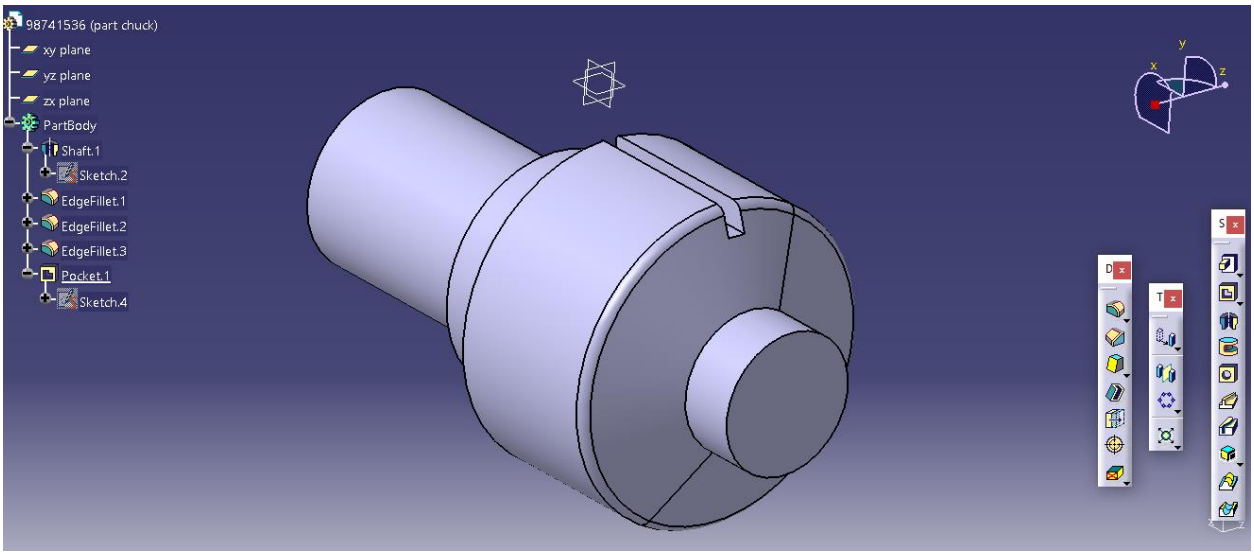
اسکچ زیر را رسم می کنیم :



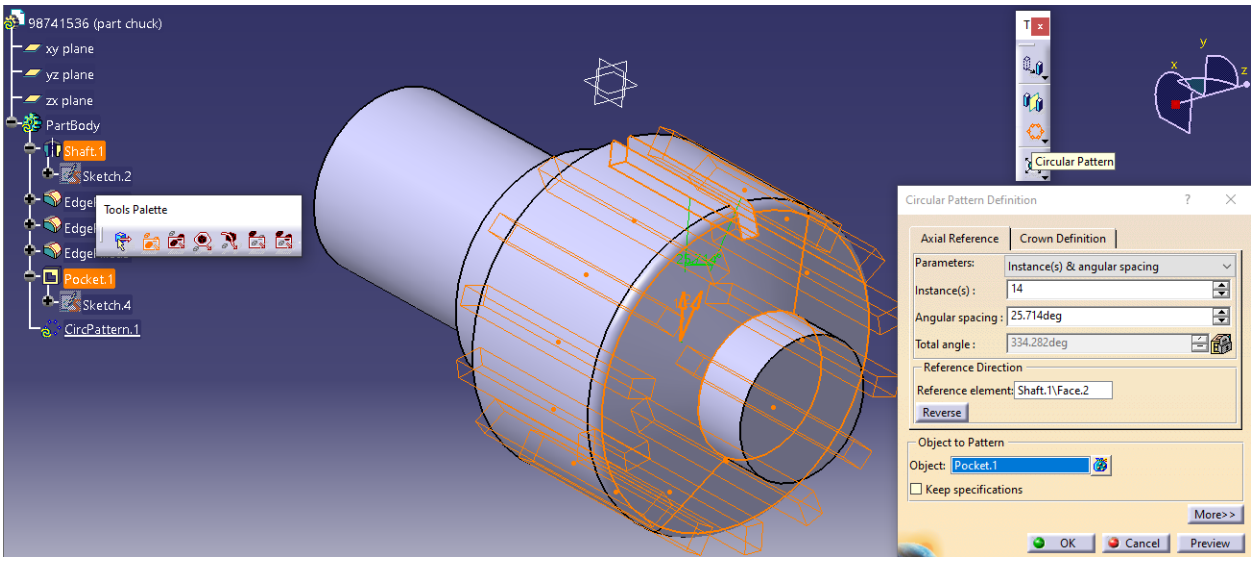
سپس با انتخاب Exit workbench به محیط سه بعدی بازگشته و دستور pocket را انتخاب می کنیم :



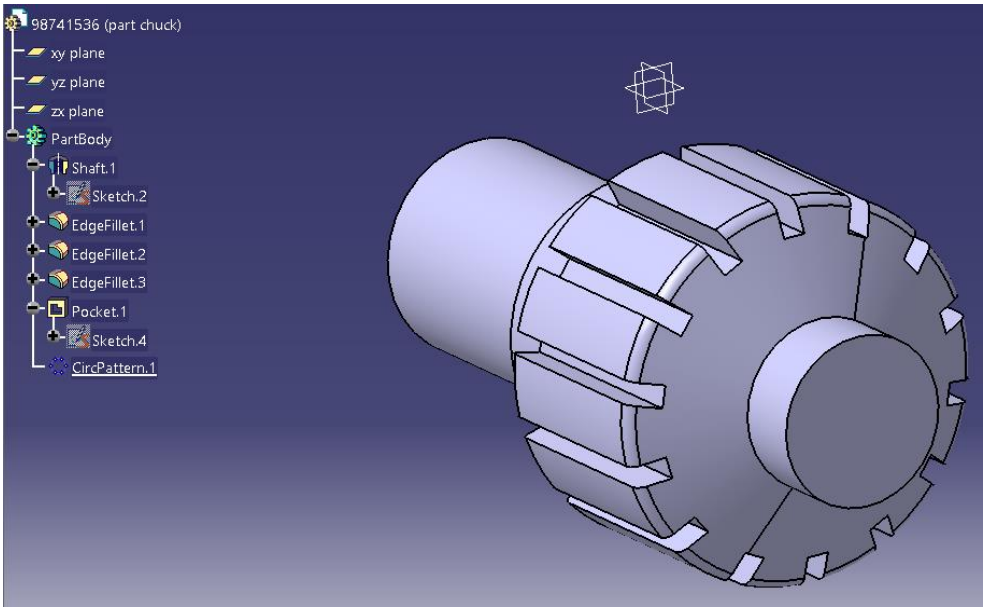
سپس داریم :



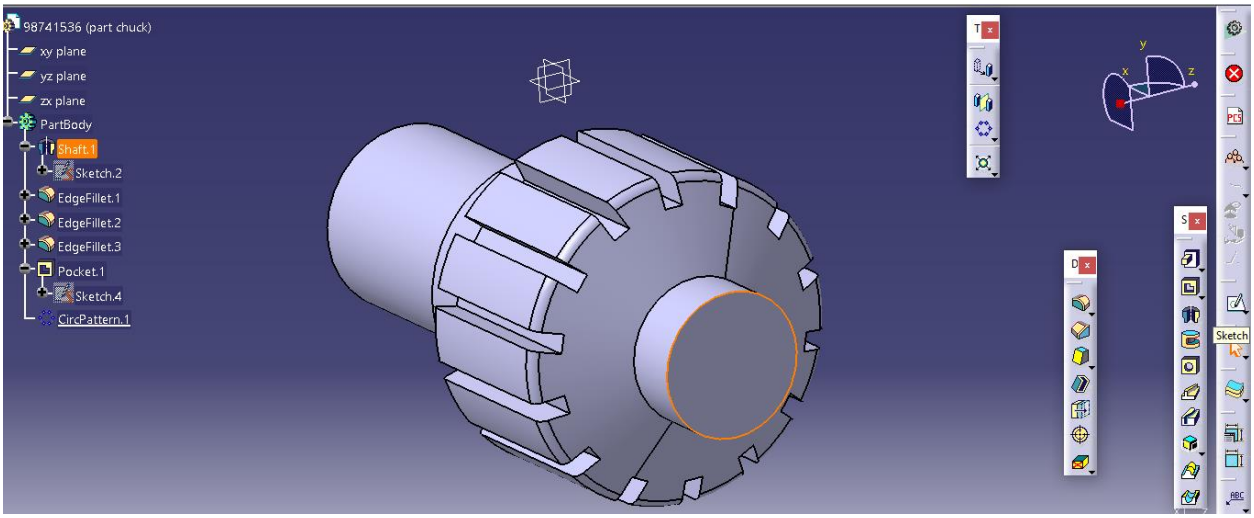
حال با انتخاب دستور Circula pattern در محیط سه بعدی داریم :



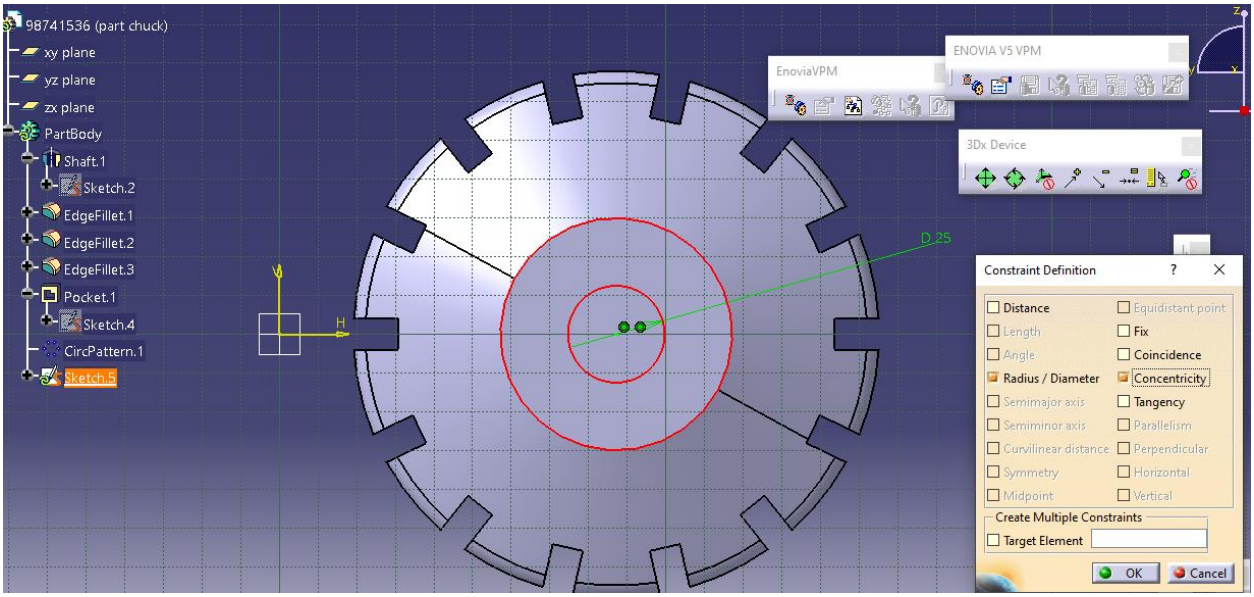
حال داریم :



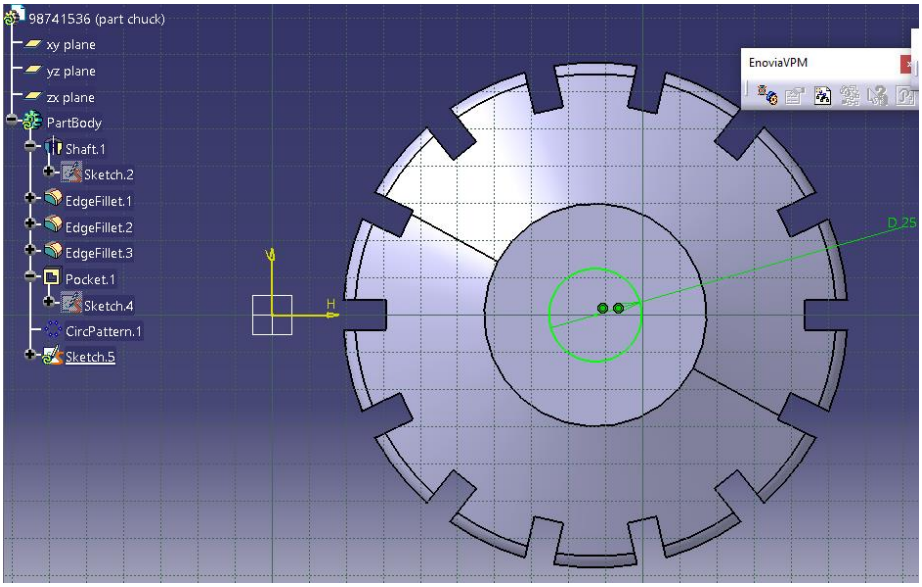
حال با انتخاب صفحه ی مورد نظر وارد اسکچ می شویم :



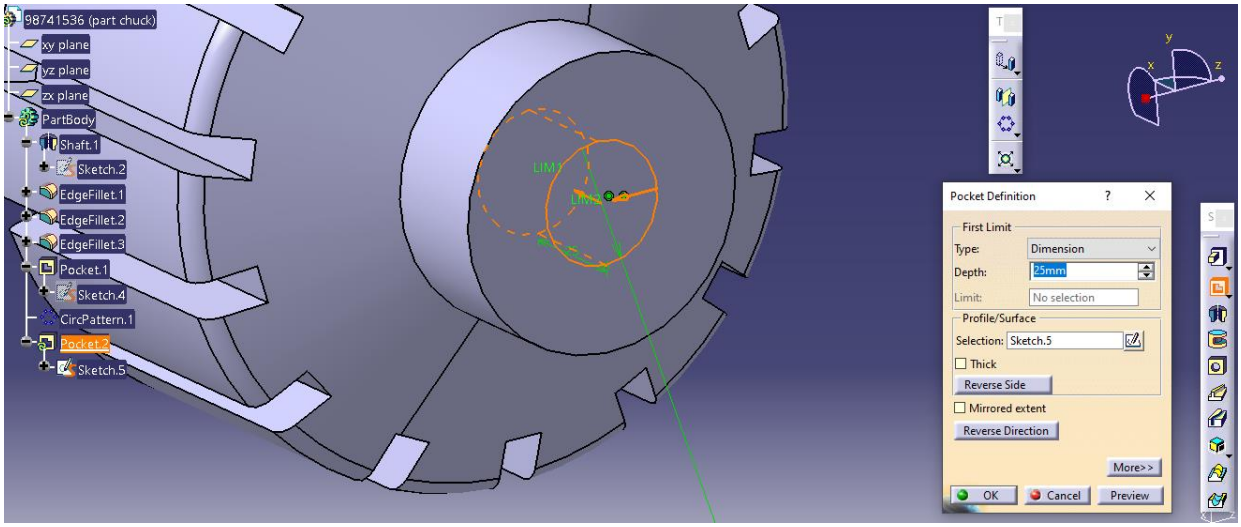
سپس دایره ای به قطر ۲۵ میلیمتر رسم و با دستور constraint definition قید هم مرکز بودن یا concentricity را می دهیم یعنی داریم :



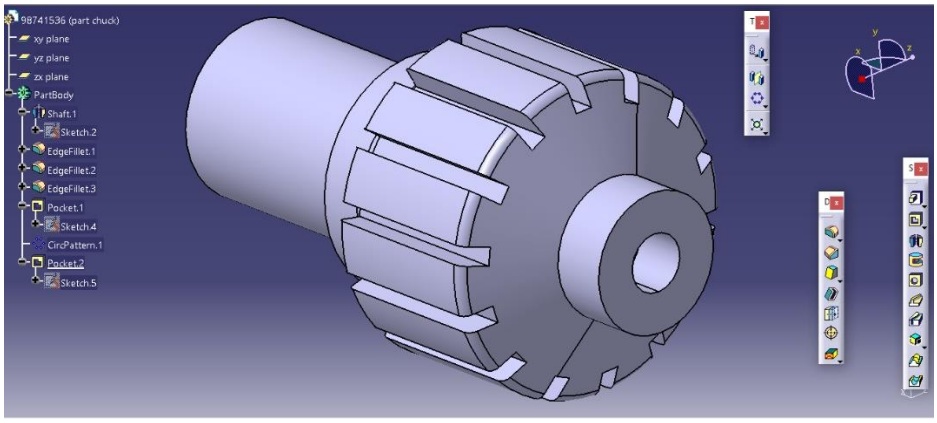
حال داریم :



حال با انتخاب Exitworkbench به محیط سه بعدی رفته و از دستور pocket داریم :

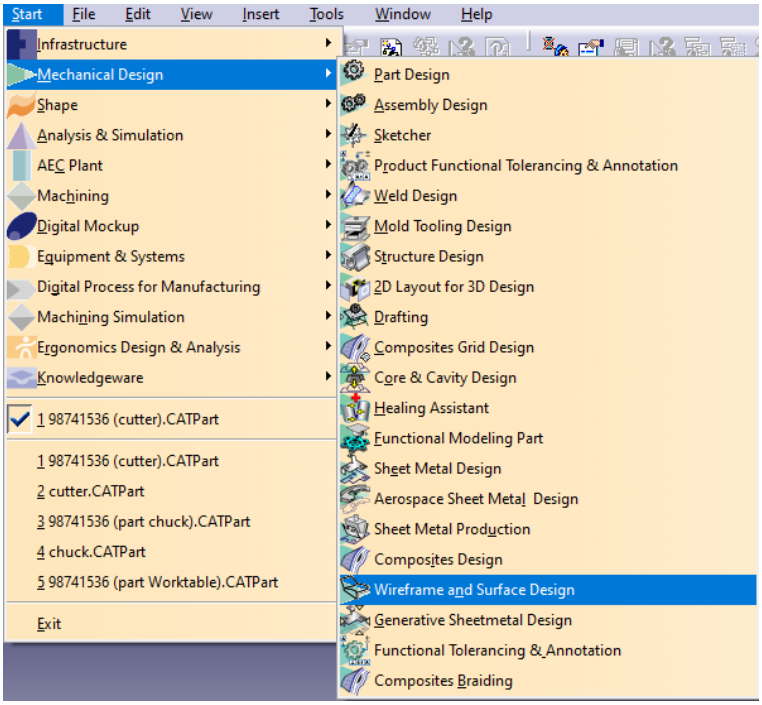


حال داریم :

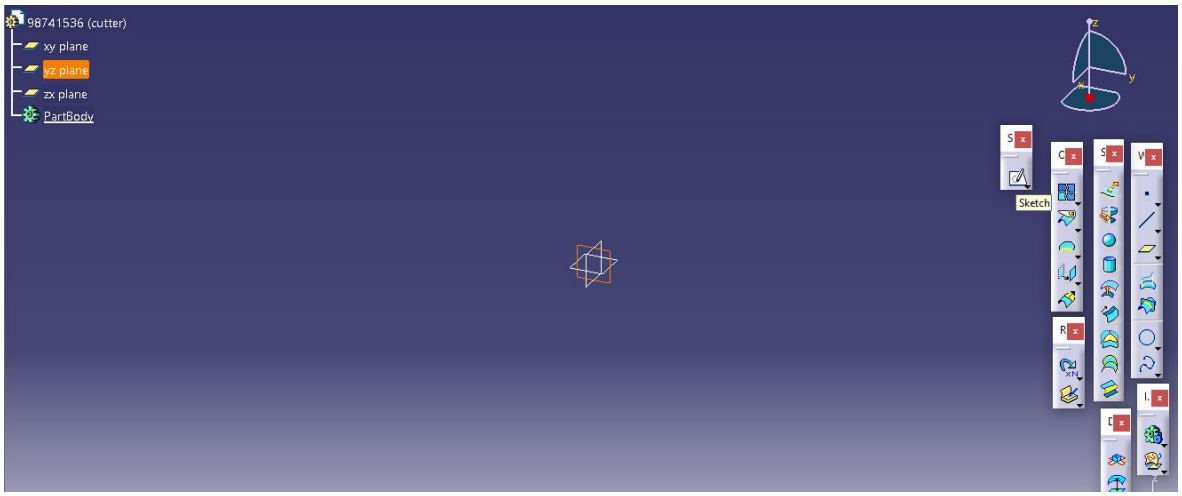


Cutter یا ابزار برش یا تیغه

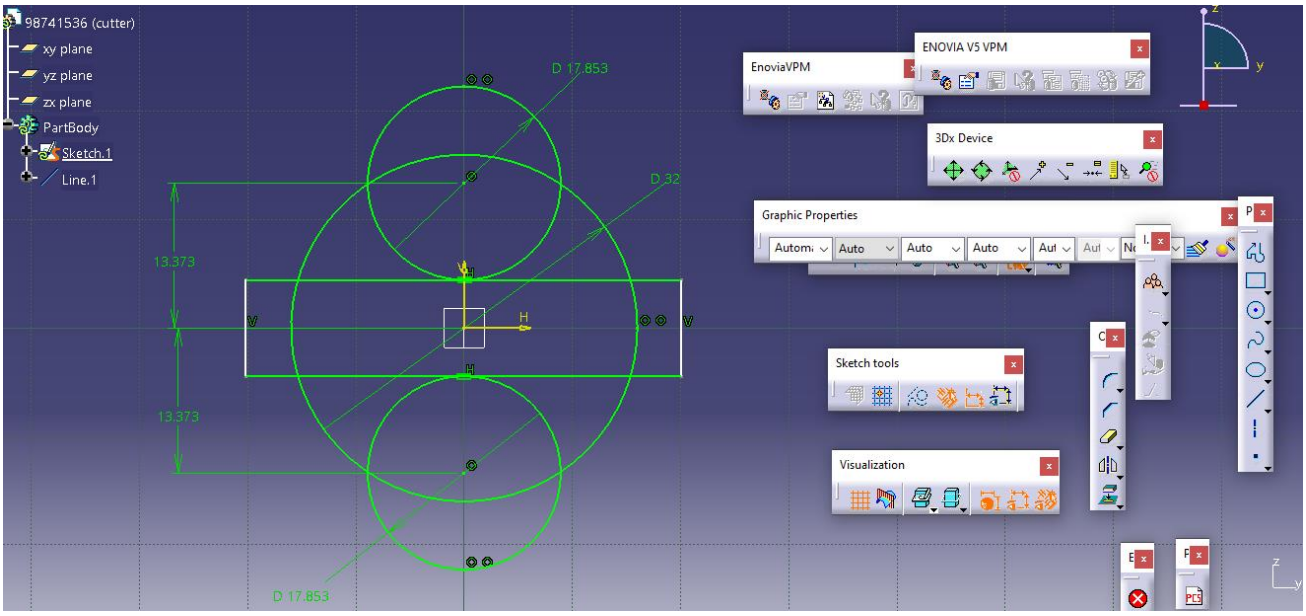
حال در ابتدا از مسیر زیر به محیط Wierframe and Surface Design می شویم :



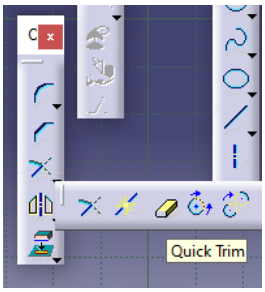
سپس با انتخاب صفحه yz وارد اسکچ می شویم :



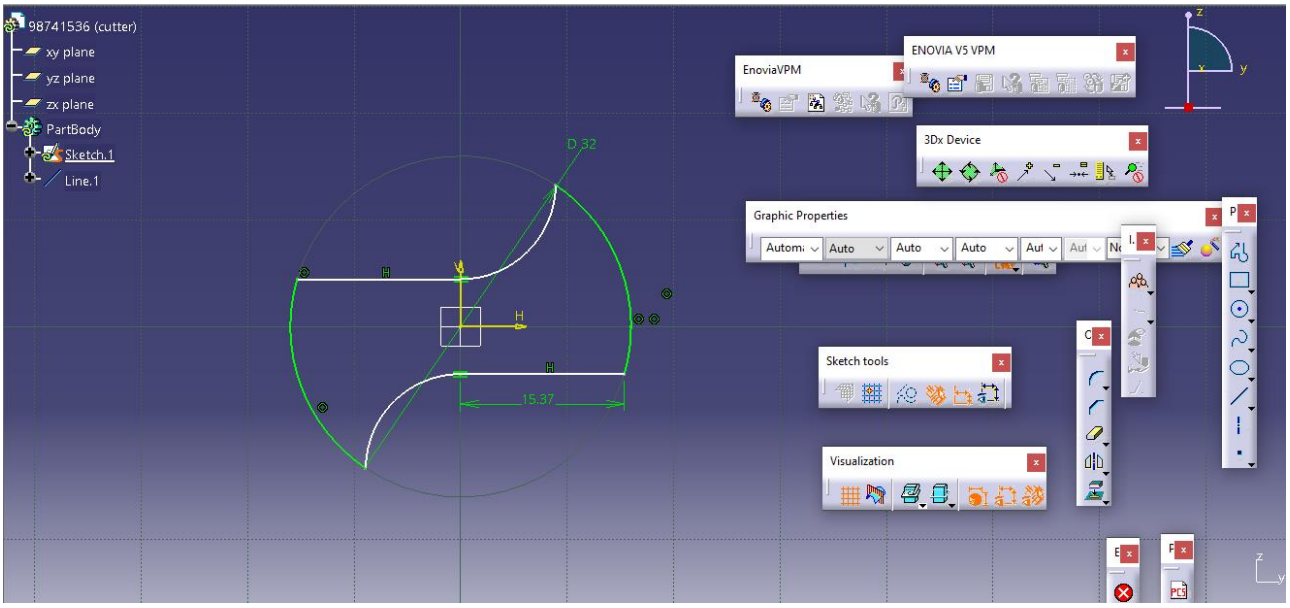
سپس اسکچ زیر را رسم می کنیم :



حال با استفاده از دستور Quick Trim داریم :

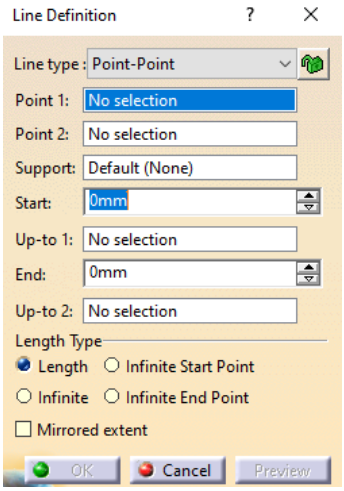


سپس :

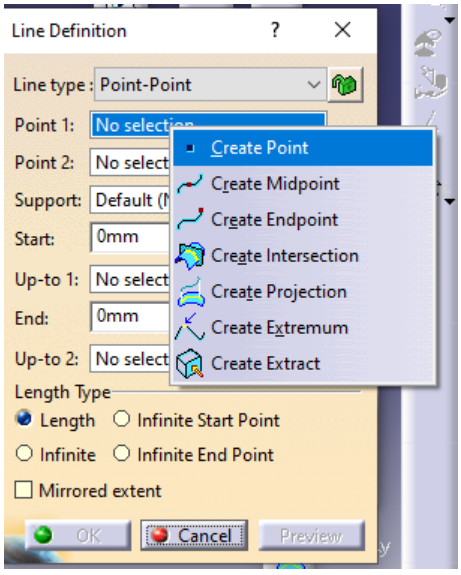


سپس با انتخاب دستور line در جعبه ابزار wireframe داریم :

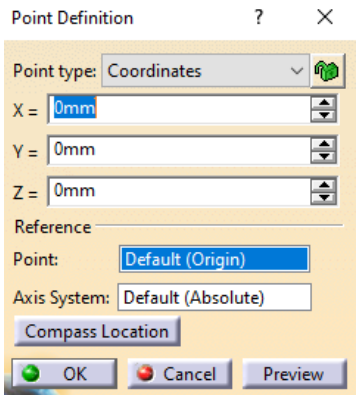
سپس :



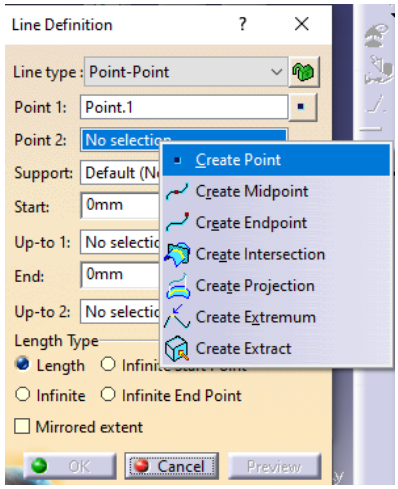
حال برای تعریف نقطه اول با کلیک راست بر روی مستطیل آبی جلوی point ۱ داریم :



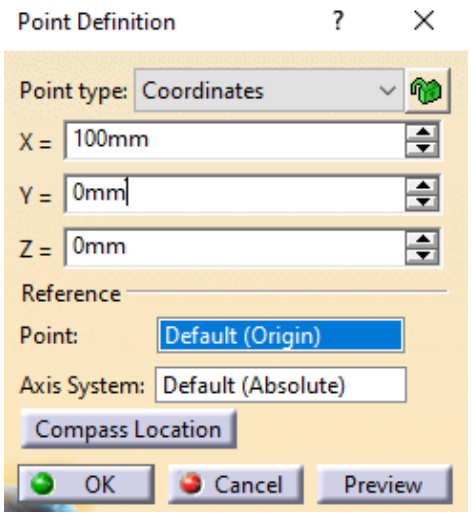
حال نقطه ی اول را به صورت زیر تعریف می کنیم :



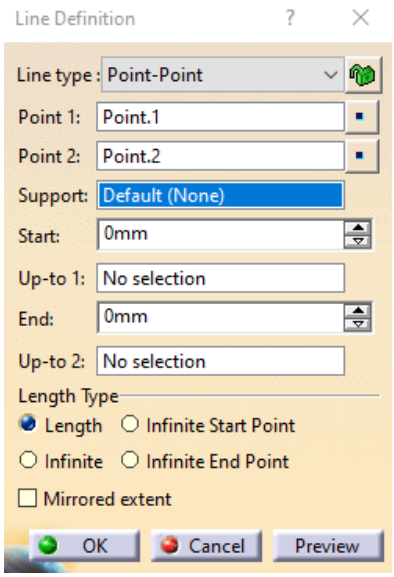
حال با ok کردن به سراغ تعریف نقطه ی دوم به صورت مشابه می رویم :



سپس :

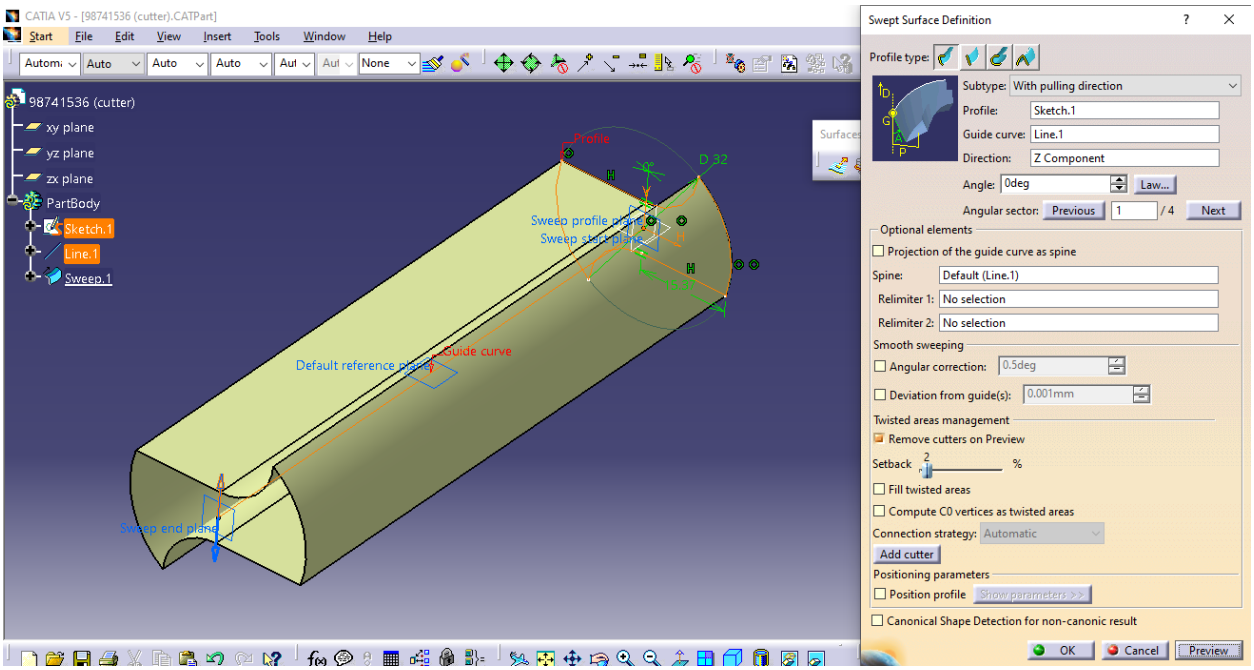


حال داریم :

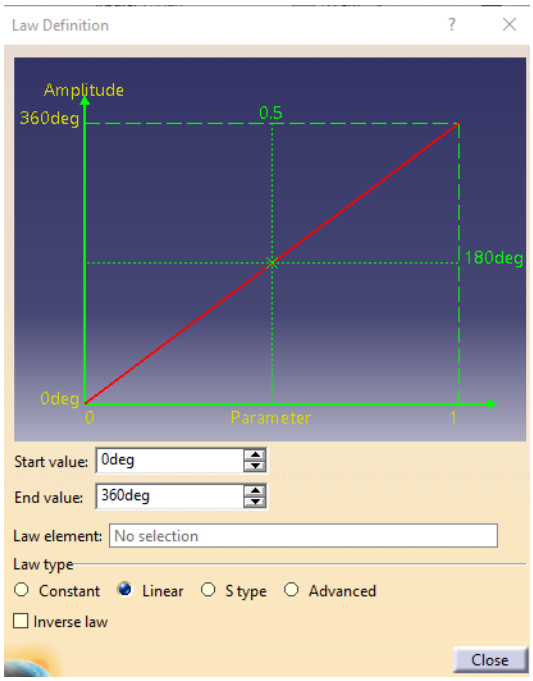


لذا با okکردن یک خط به وسیله ی ایجاد دو نقطه ترسیم کردیم .

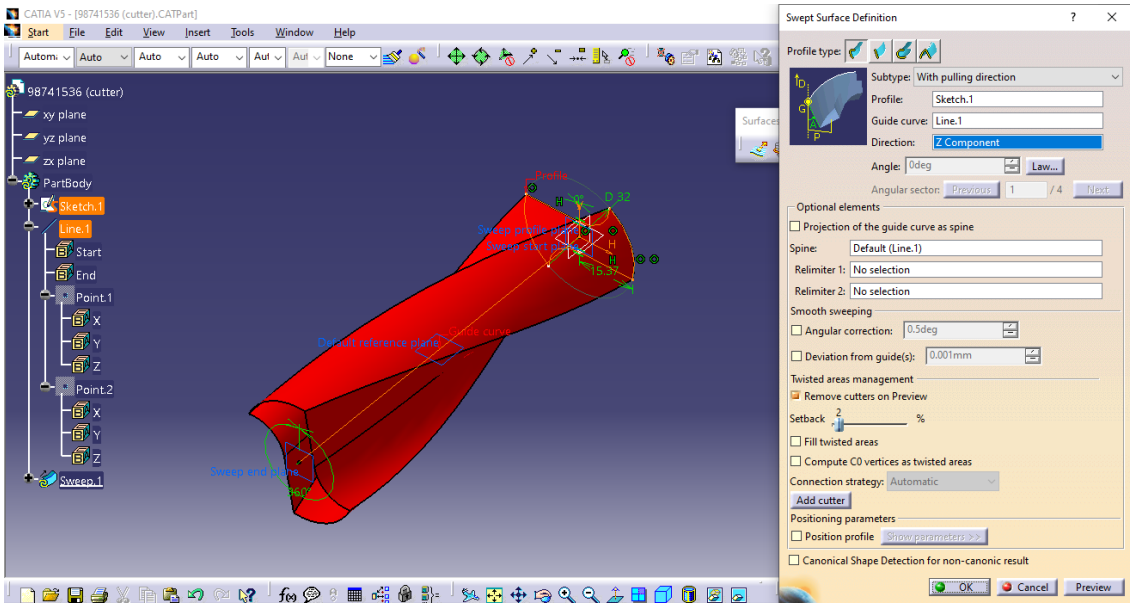
حال وارد دستور sweep از جعبه ابزار surfaces می شویم و با انتخاب پروفیل و خط راهنما و محور zبه عنوان Guide curve و انتخاب preview داریم :



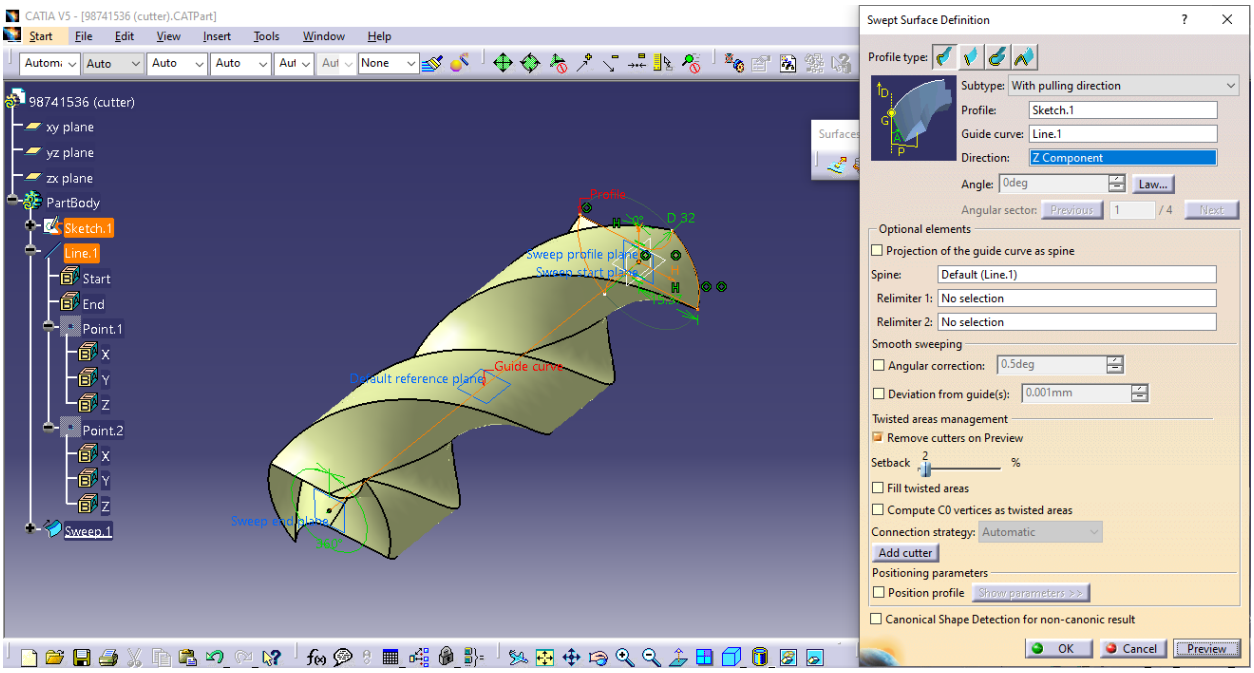
حال در قسمت angle وارد law می شویم لذا داریم :



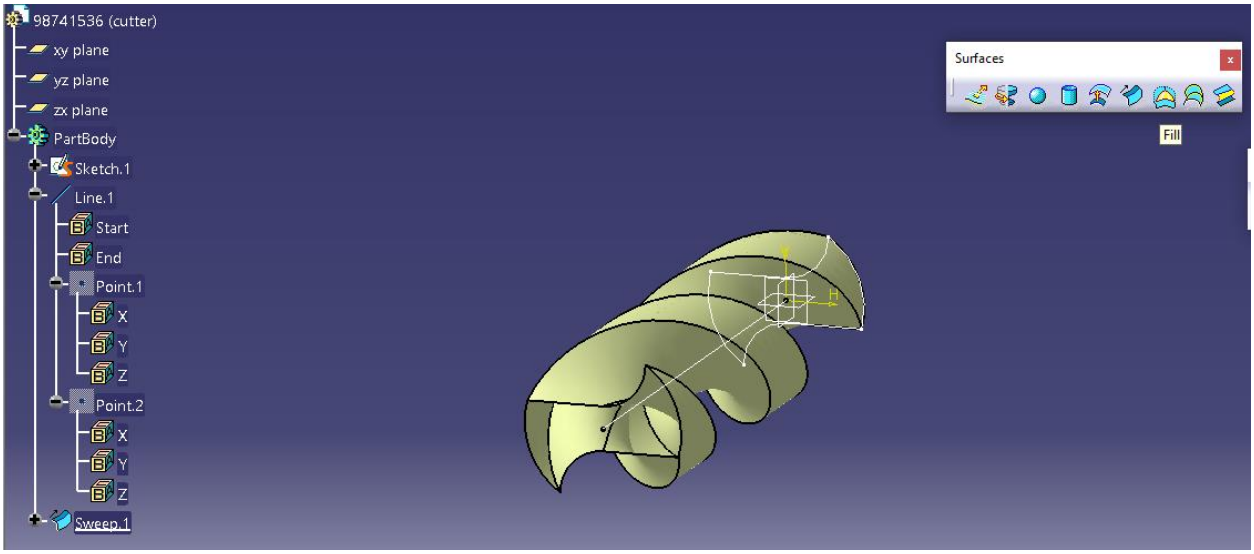
حال داریم :



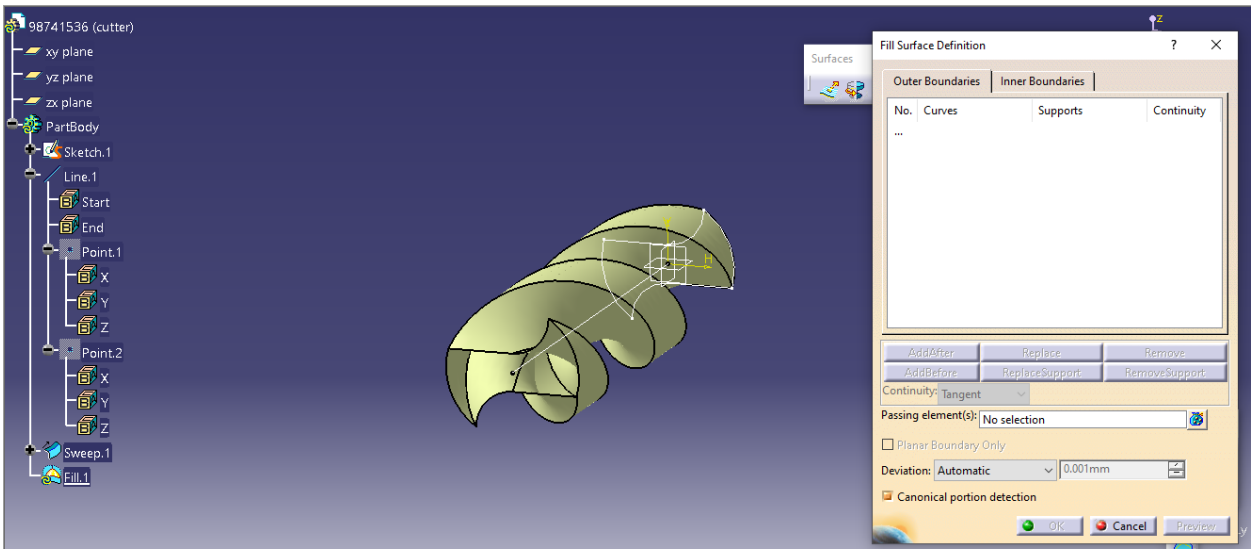
که با انتخاب preview داریم :



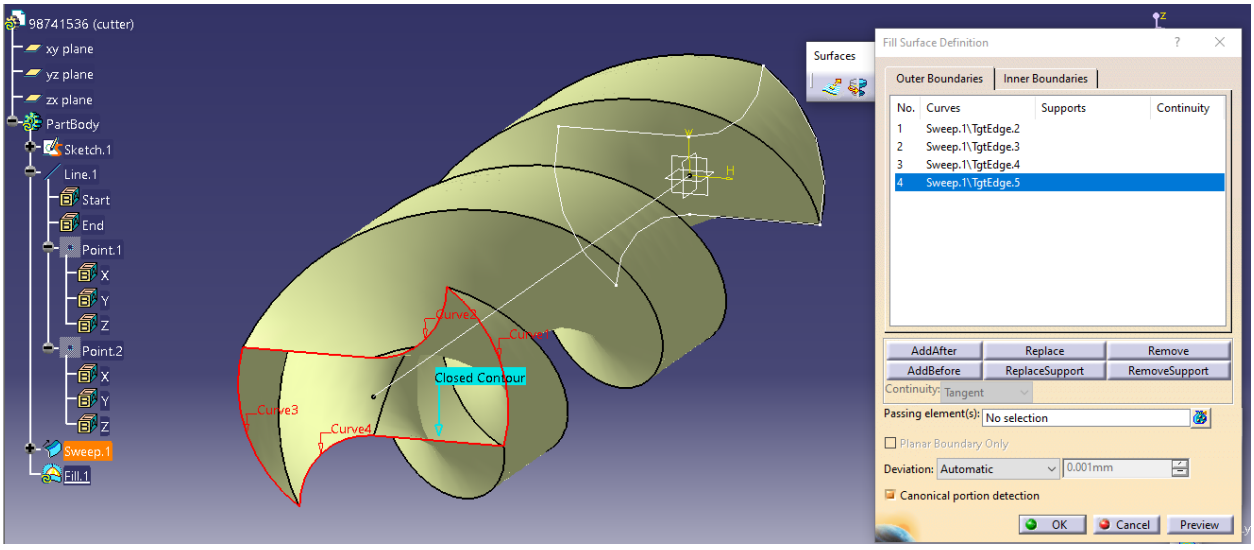
حال با اکی کردن ، از دستور Fill داریم :



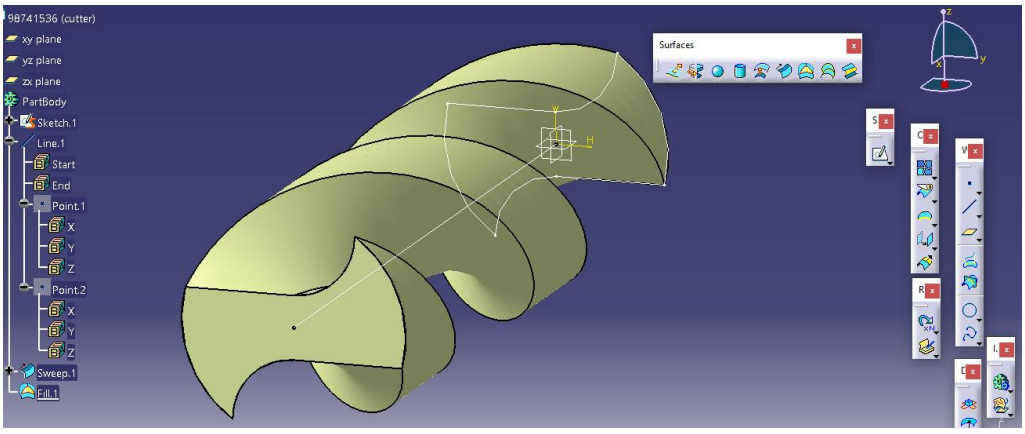
حال داریم :



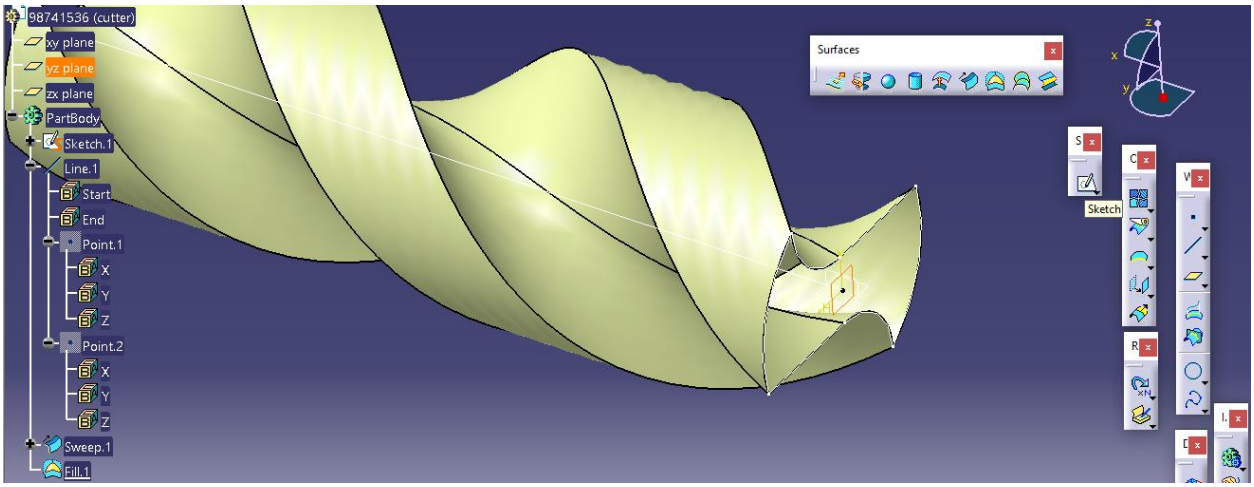
حال با انتخاب ادج ها یا لبه های سر cutter داریم :



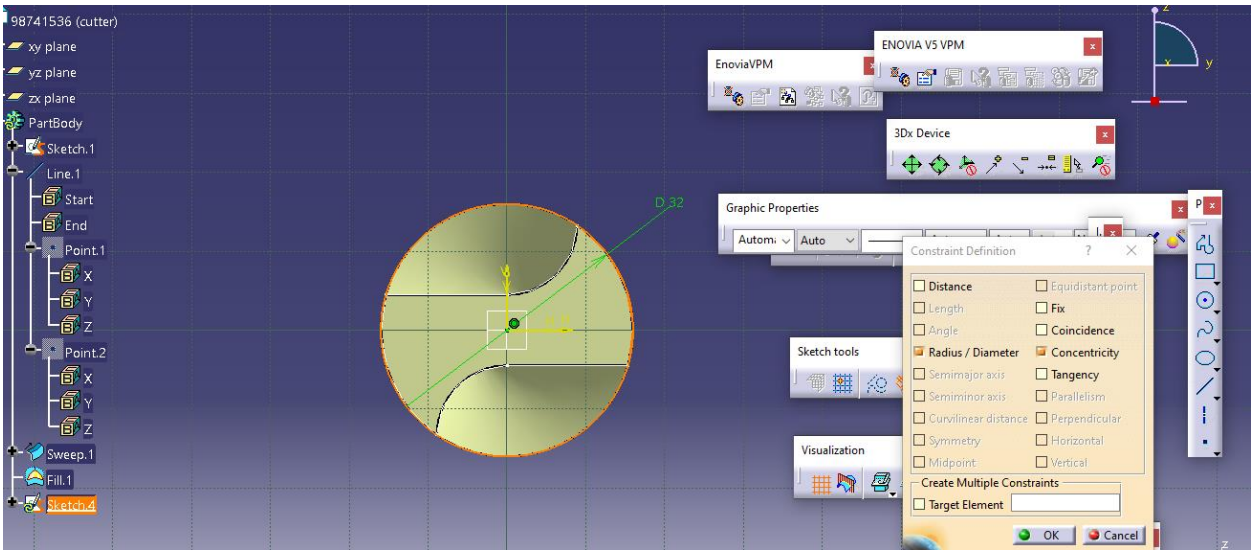
حال با اکی کردن داریم :



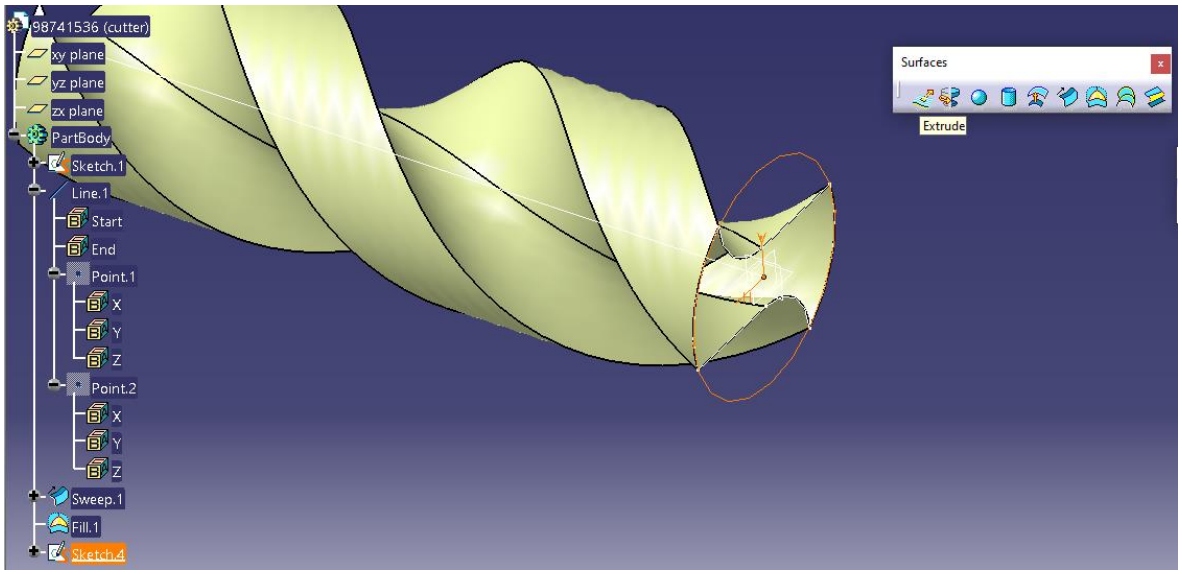
حال اگر با انتخاب صفحه مورد نظر به اسکچ برویم :



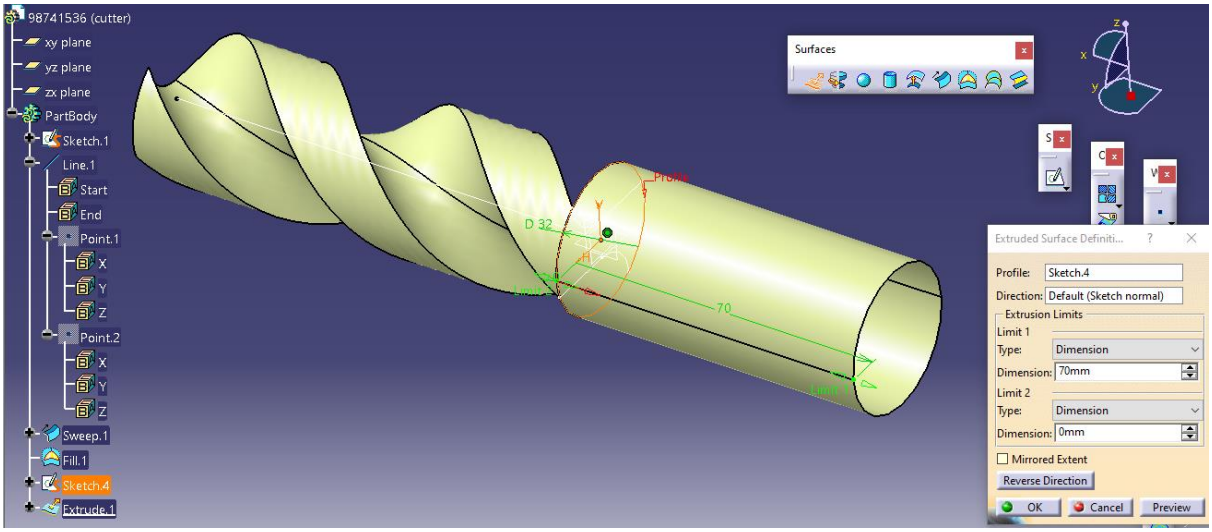
حال با ترسیم اسکچ زیر داریم :



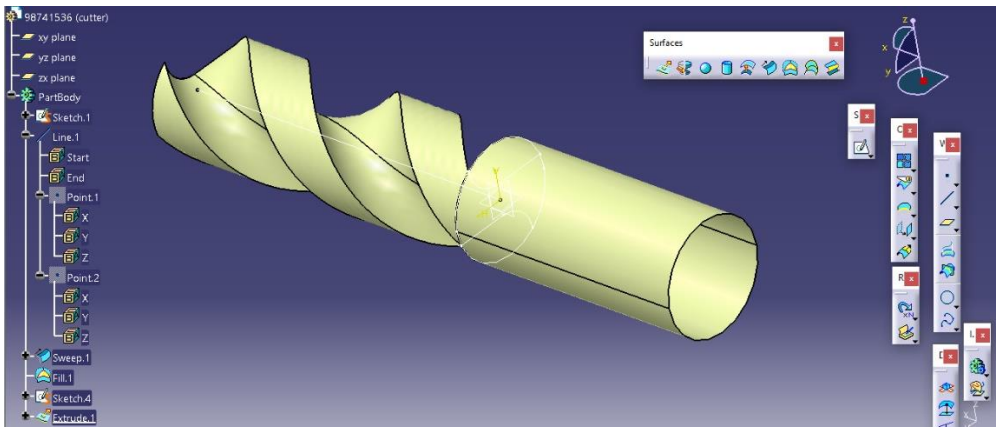
حال با ok کردن و بازگشت به محیط سه بعدی با انتخاب Exitworkbench ، از دستور Extrude داریم :



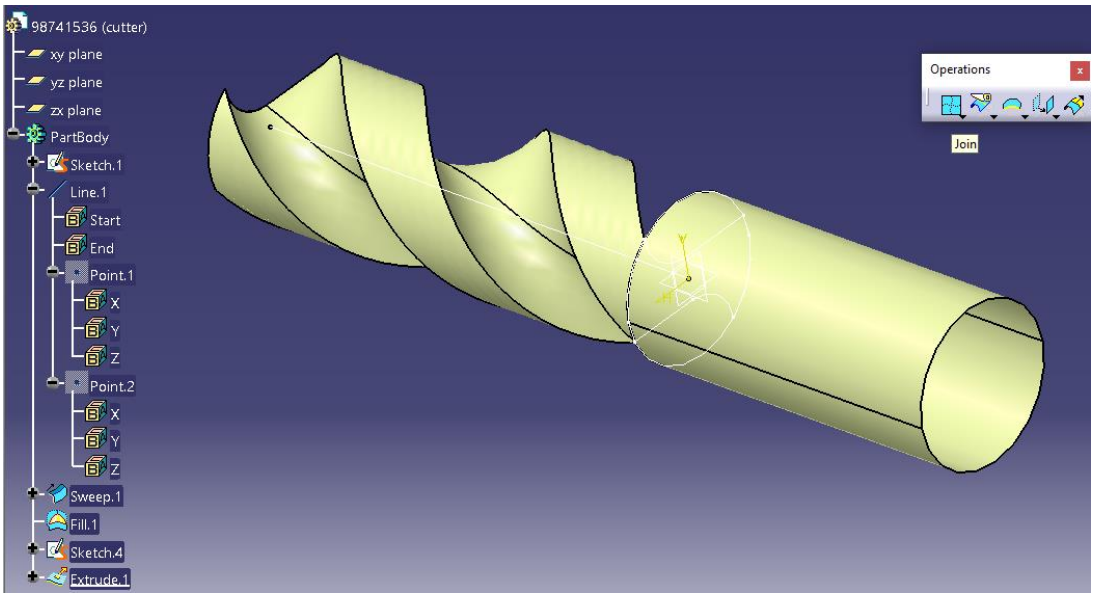
حال داریم :



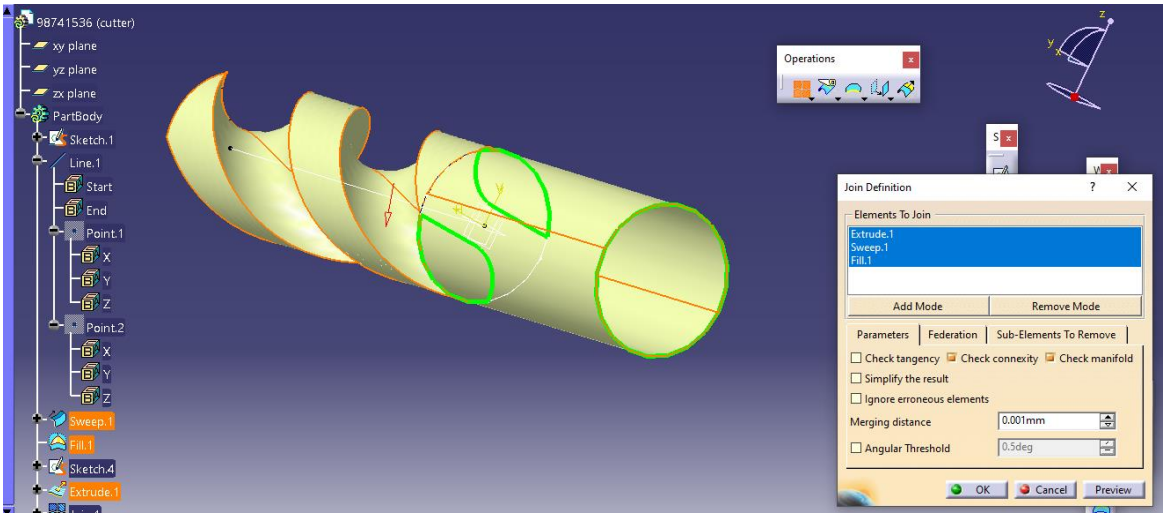
حال داریم :



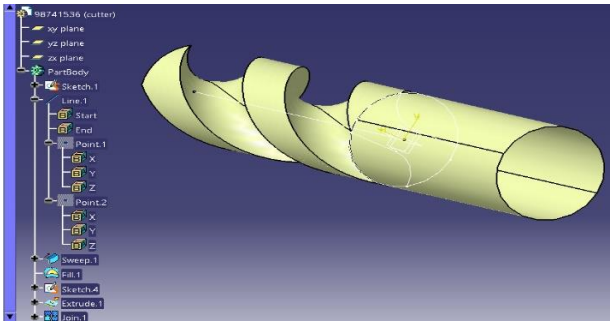
حال از دستور join در جعبه ابزار operation داریم :



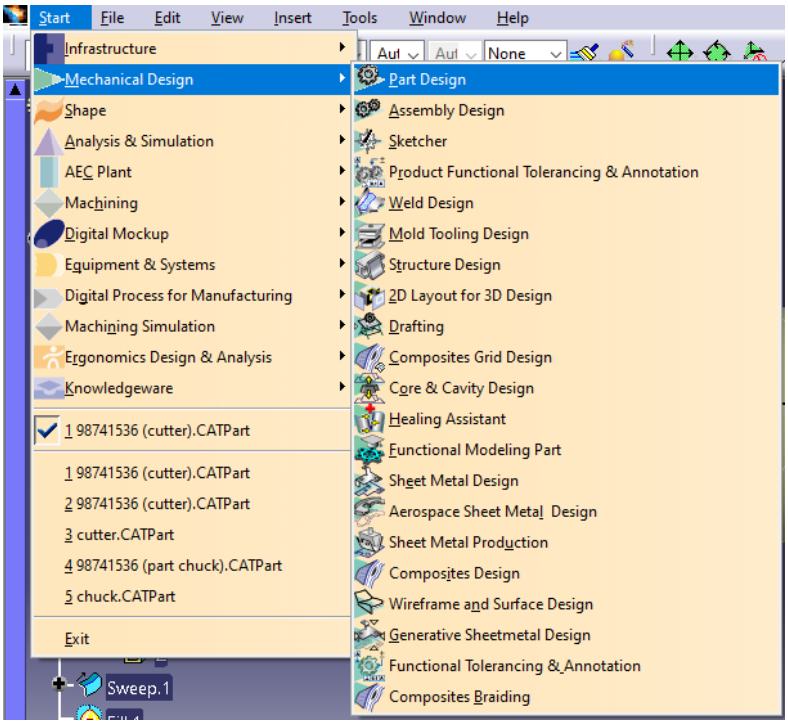
حال از طریق نوار ابزار دارختی extrude , sweep و fill را انتخاب می کنیم :



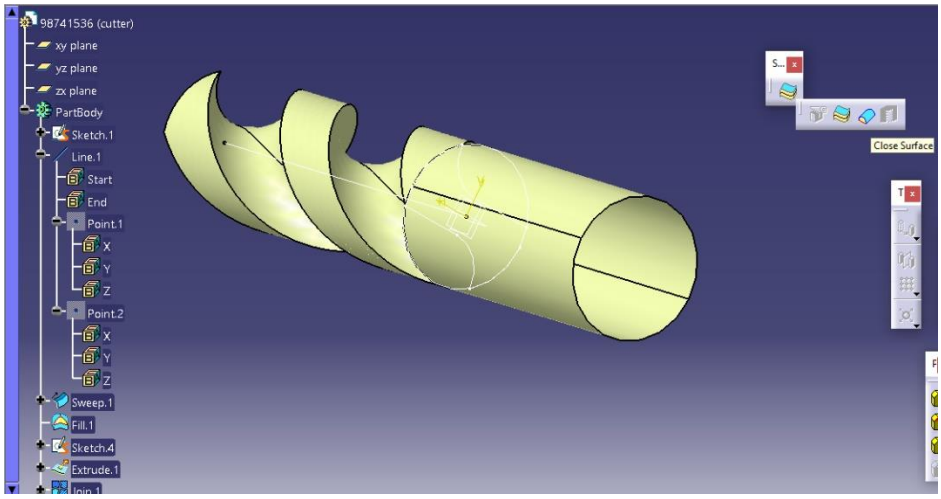
حال داریم :



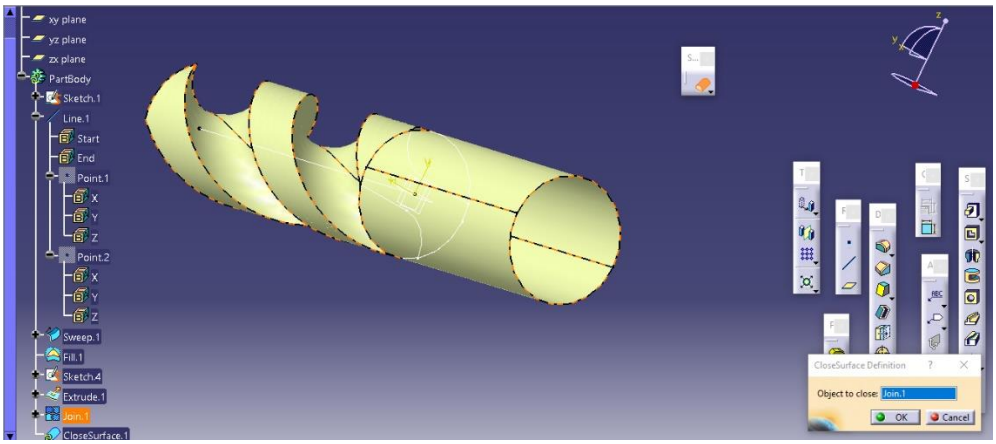
حال از طریق مسیر زیر به محیط part design می رویم :



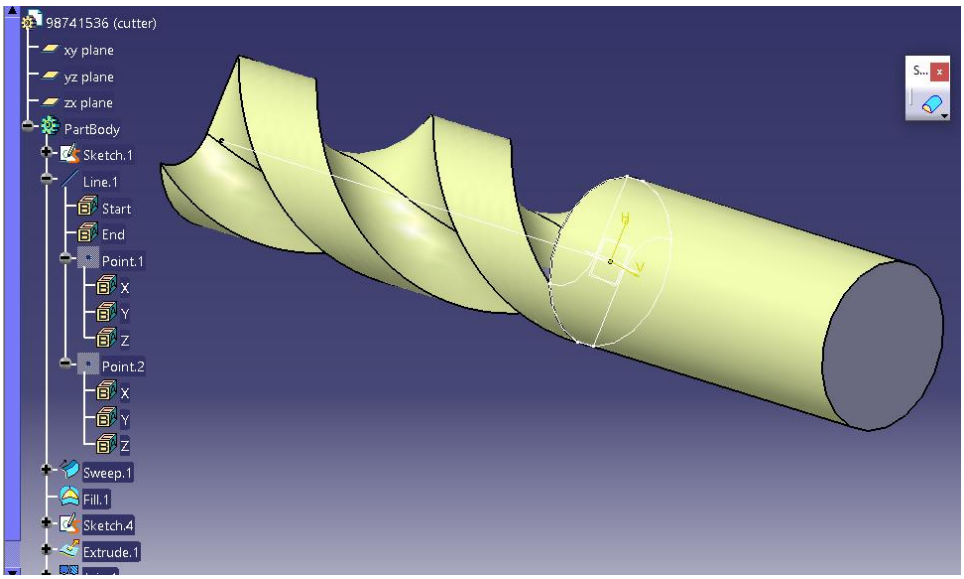
حال از دستور close surface داریم :



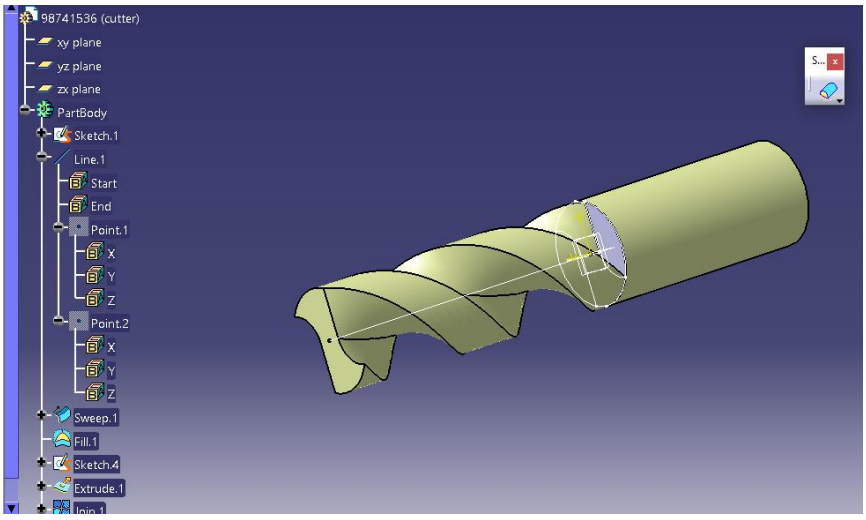
حال از طریق نوار ابزار درختی با انتخاب join داریم :



حال داریم :

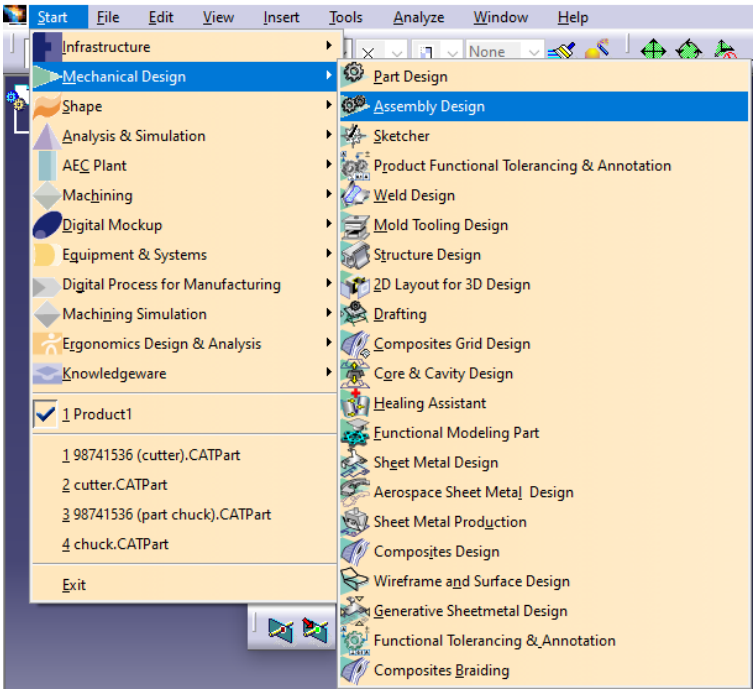


از نمایی دیگر :



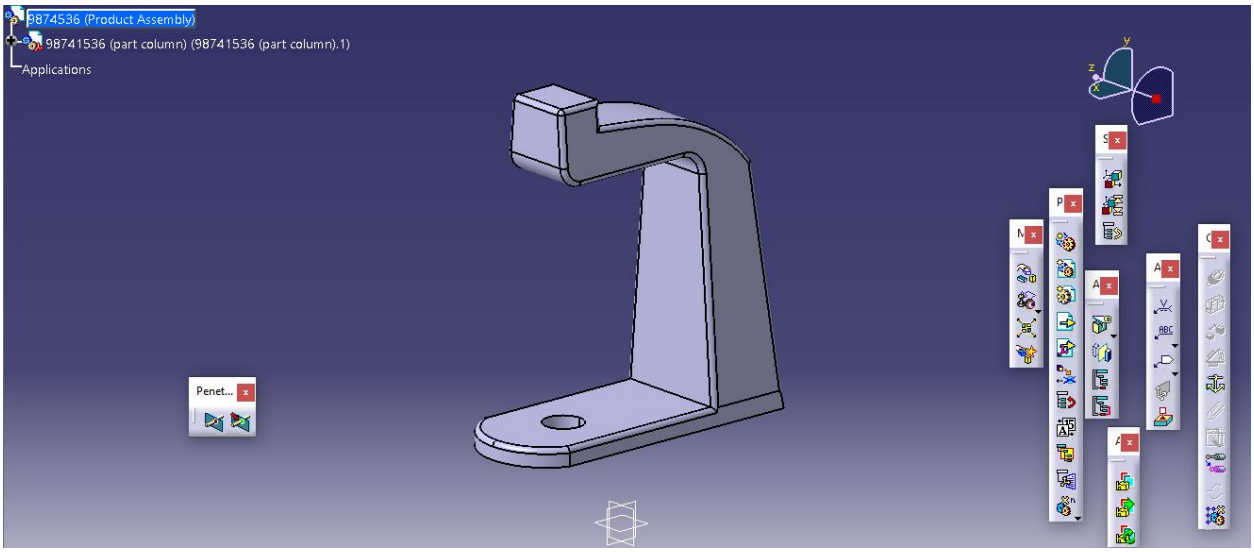
- اسمبلی یا Assembly

حال از طریق مسیر زیر به محیط Assembly Design می شویم :

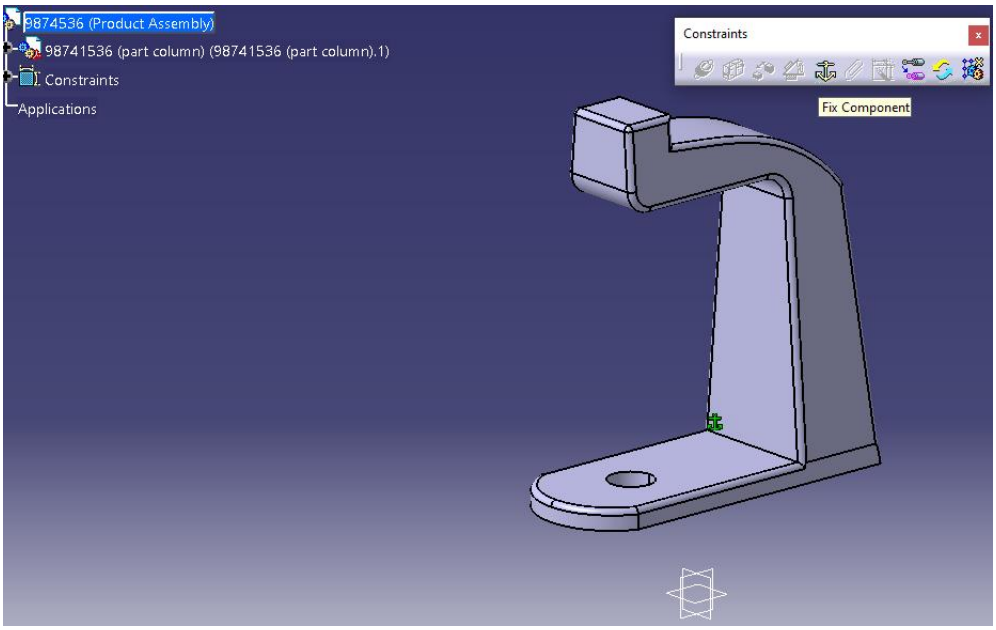


حال با از دستور Existing components داریم :

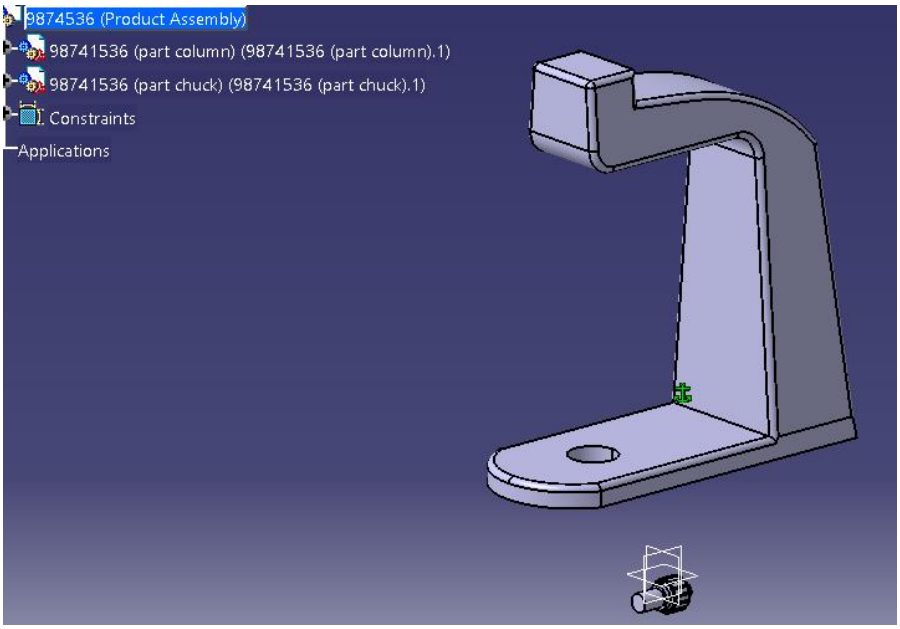
حال Column را وارد می کنیم :



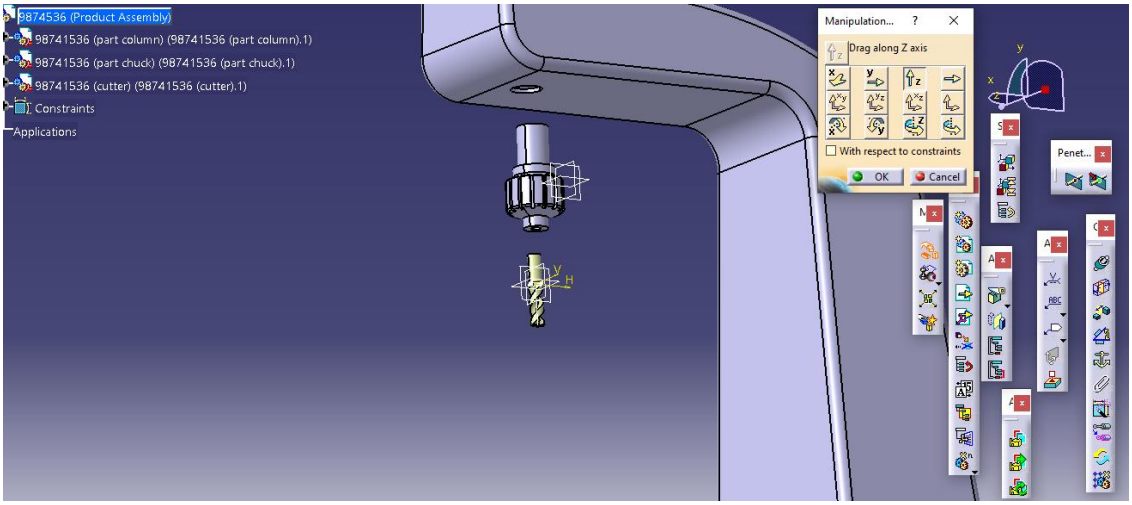
حال از دستور Fix Components از جعبه ابزار Cnstraint آن را فیکس می کنیم :



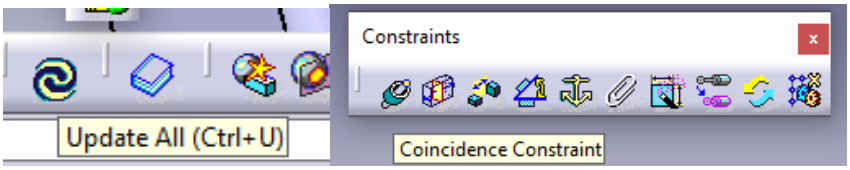
حال دو جزء بعدی ، chuck و cutter را وارد می کنیم :



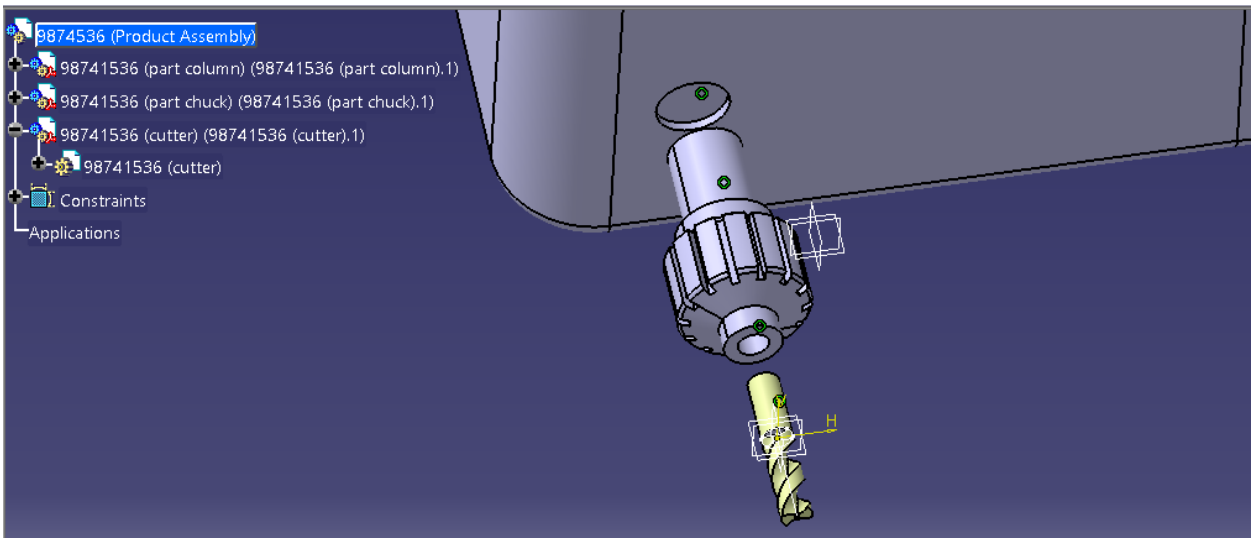
سپس با دستور Manipulation داریم :



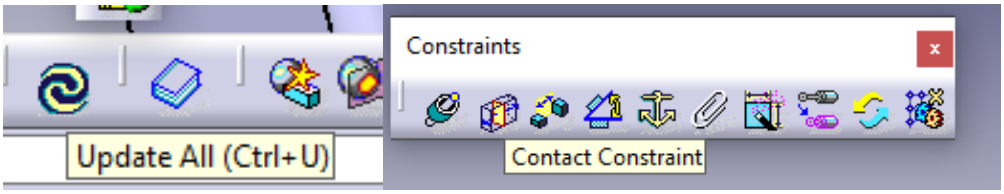
حال با دستور Coincidence Constraint ، با انتخاب محور های دوران متقارن اجزای cutter و chuck و سوراخ در column و انتخاب گزینه ی update هر سه تا با هم هم محور می شوند یعنی :



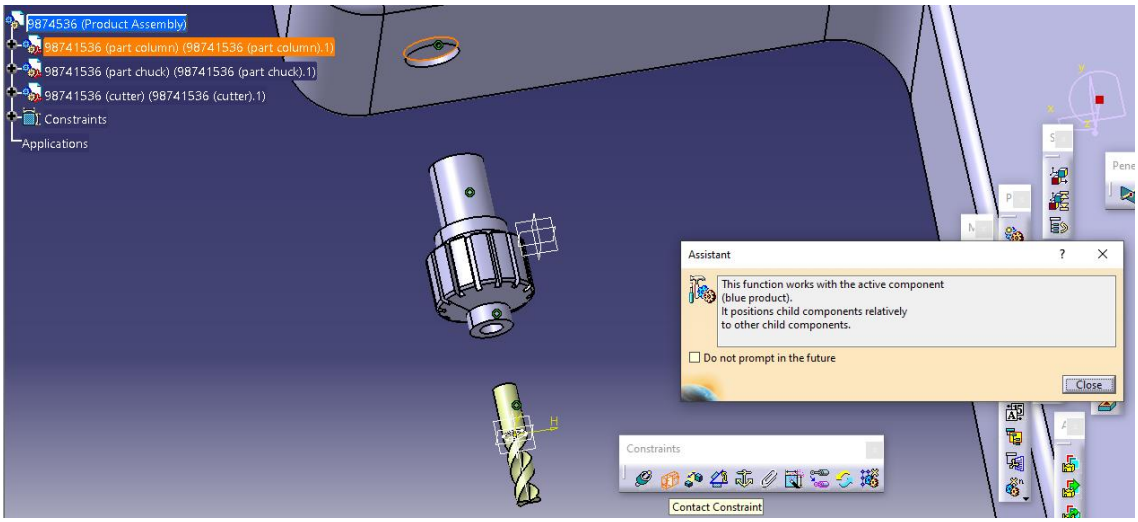
سپس :



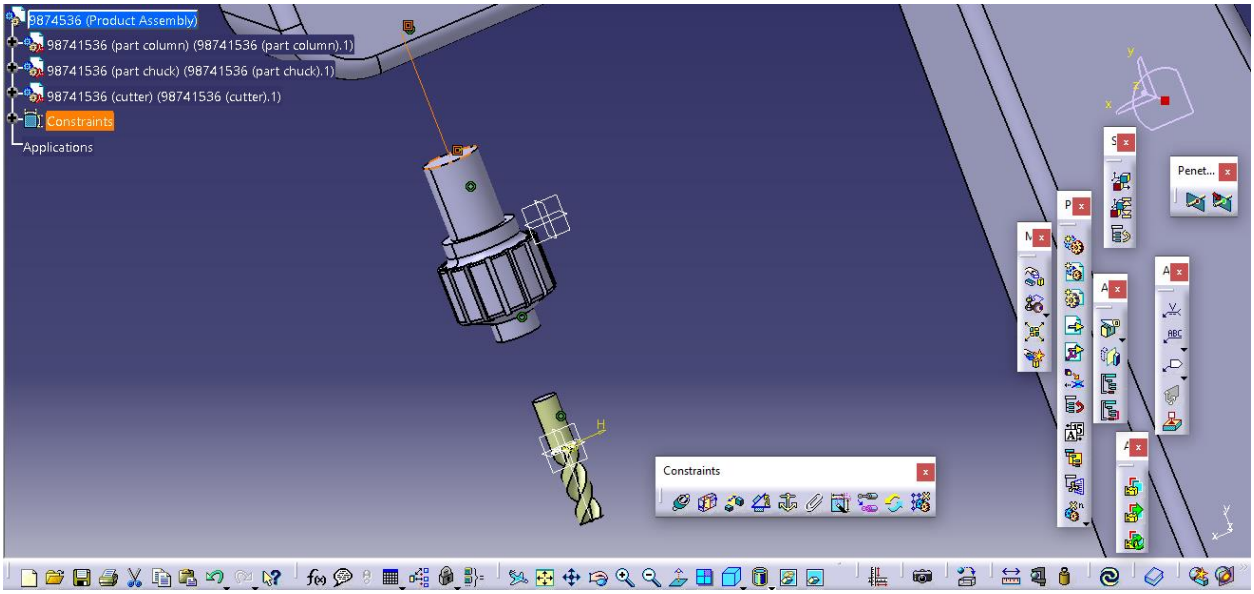
حال از دستور Contact Constraint و با انتخاب دو صفحه ی مورد نظر و آپدیت به یکدیگر مماس یا تماس یا در اصطلاح می چسبند یعنی :



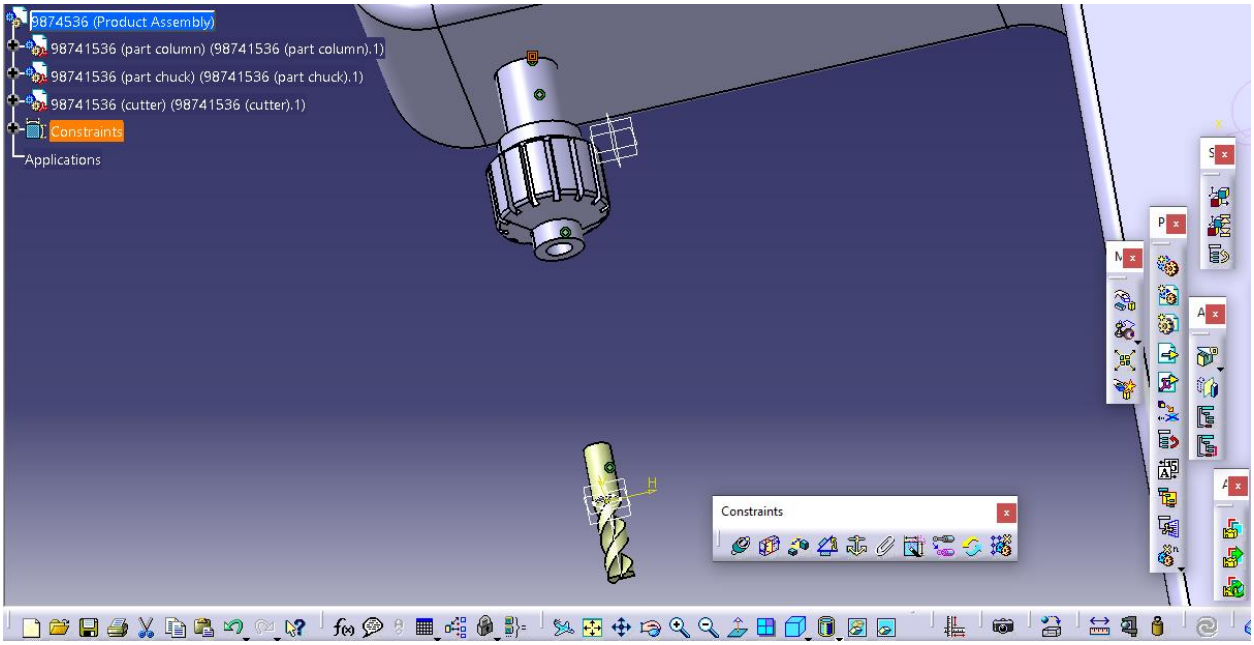
یعنی مثلا با انتخاب دستور contact constraint و انتخاب صفحه اول که مثلا صفحه ی داخلی سوراخ در column باشد :



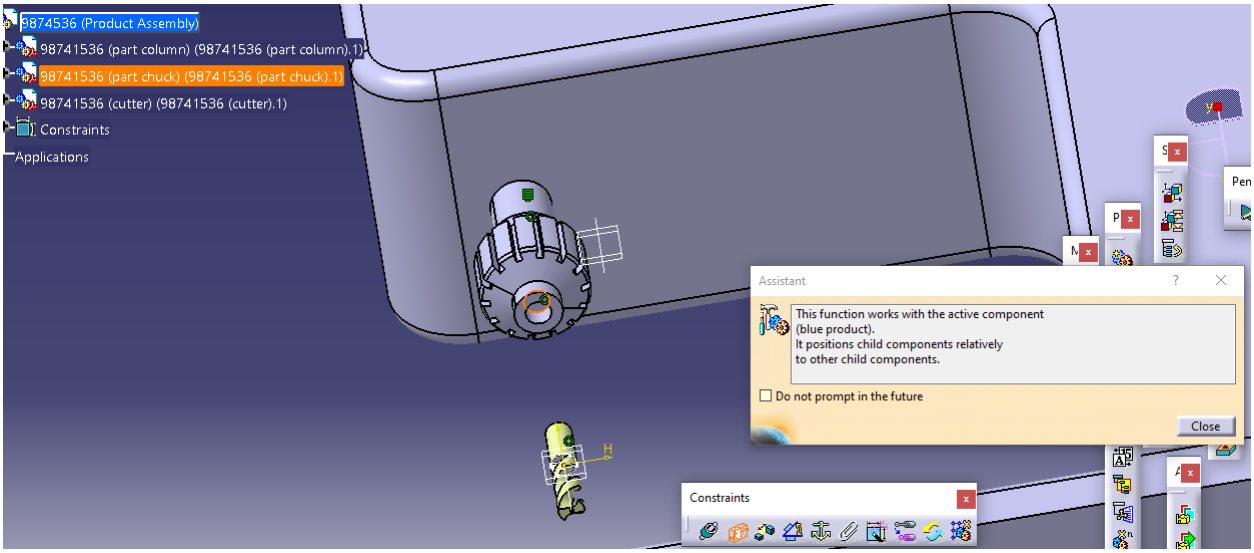
سپس به عنوان صفحه ی دوم صفحه ی بالایی chuck را انتخاب می کنیم :



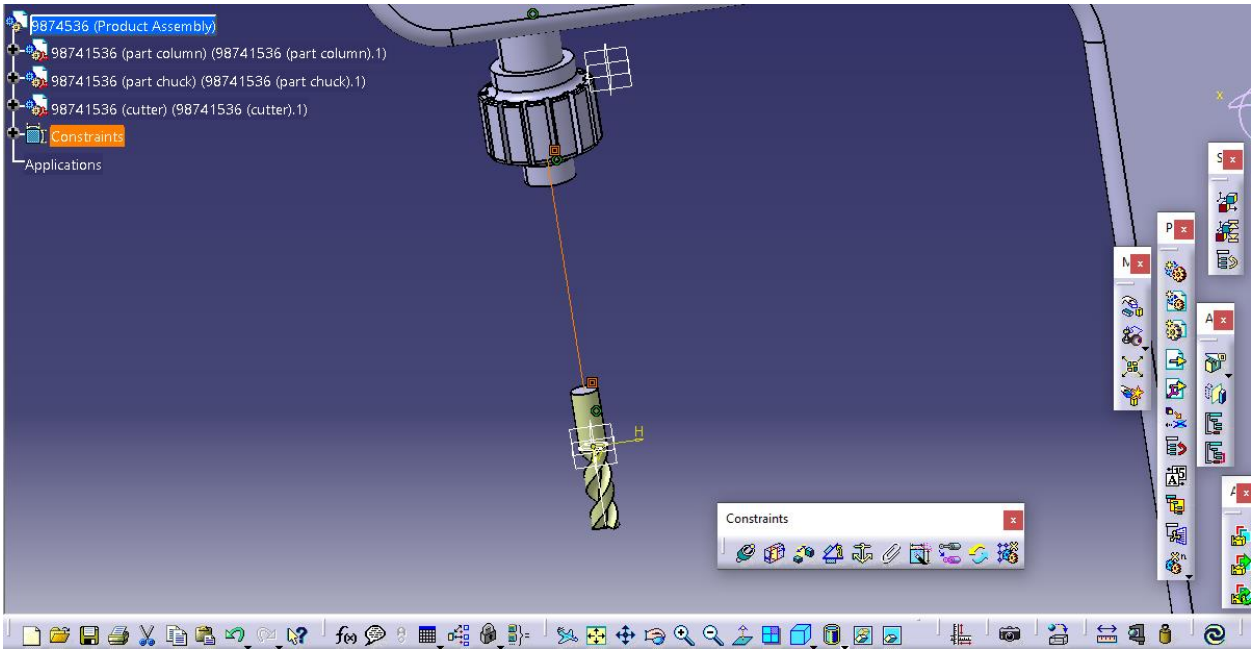
حال با انتخاب گزینه ی update داریم :



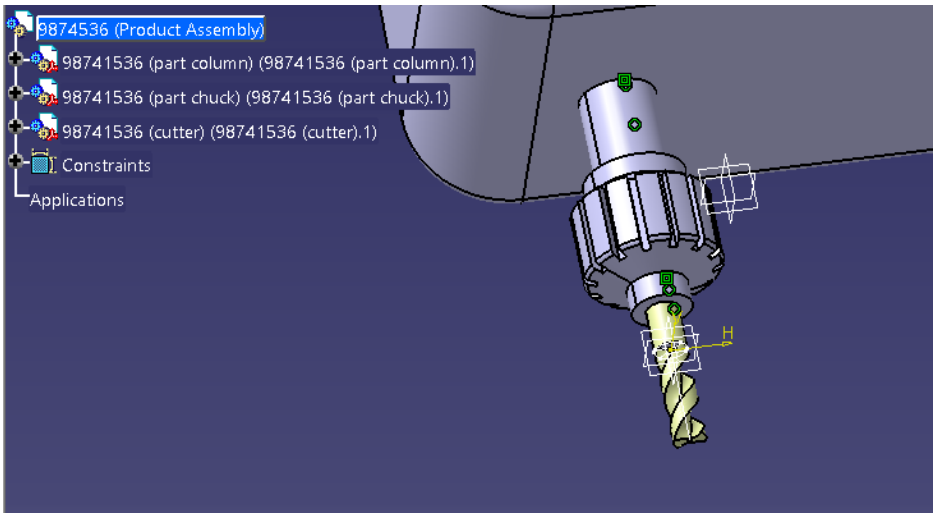
حال به طور مشابه ، در ابتدا با انتخاب دستور contact constraint و سپس با انتخاب صفحه ی داخلی سوراخ سر chuck به عنوان صفحه ی اول داریم :



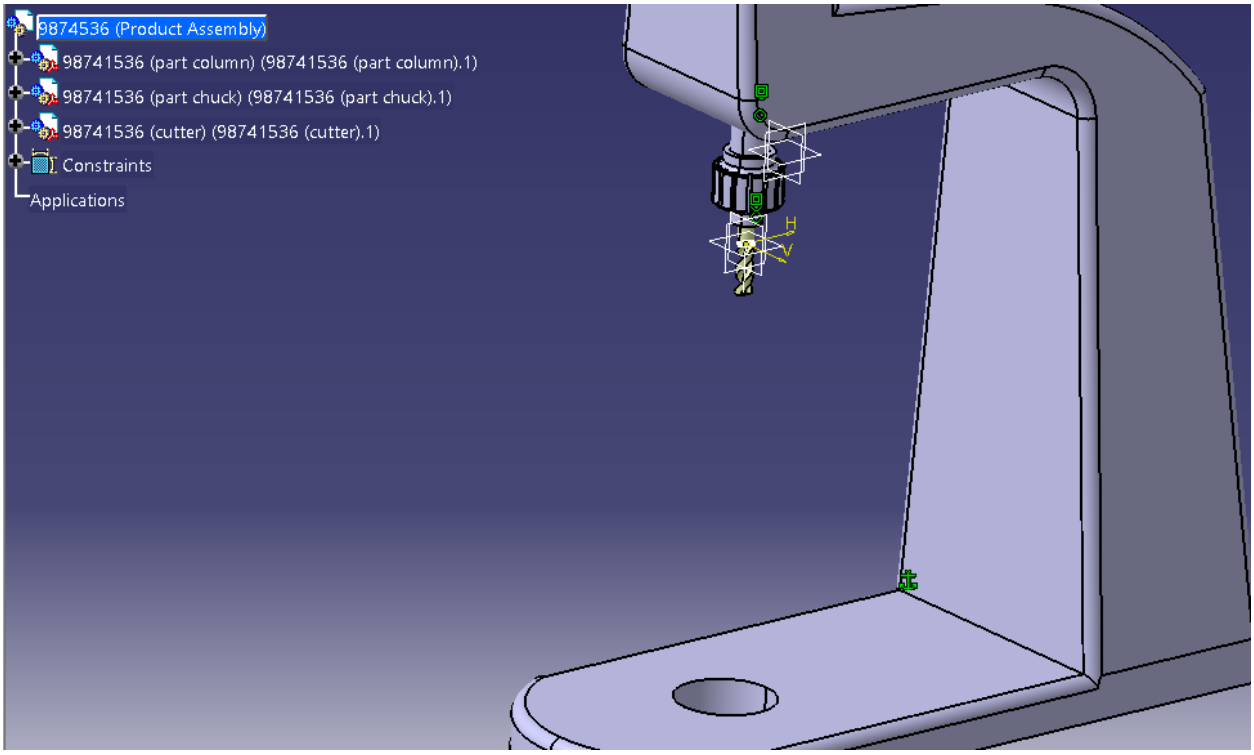
سپس با انتخاب صفحه ی بالایی cutte داریم :



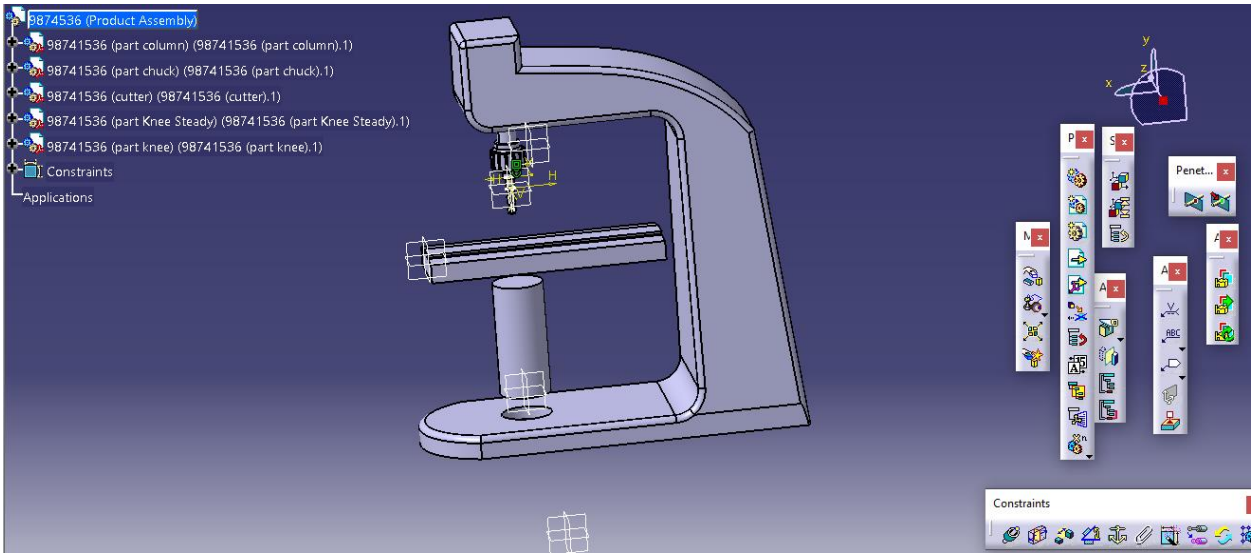
حال سپس با انتخاب گزینه ی update داریم :



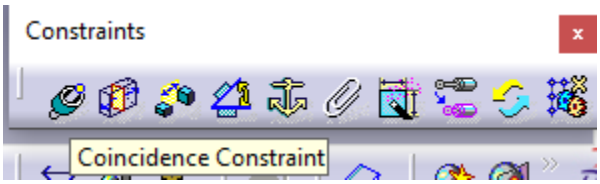
حال در کل تا این مرحله داریم :



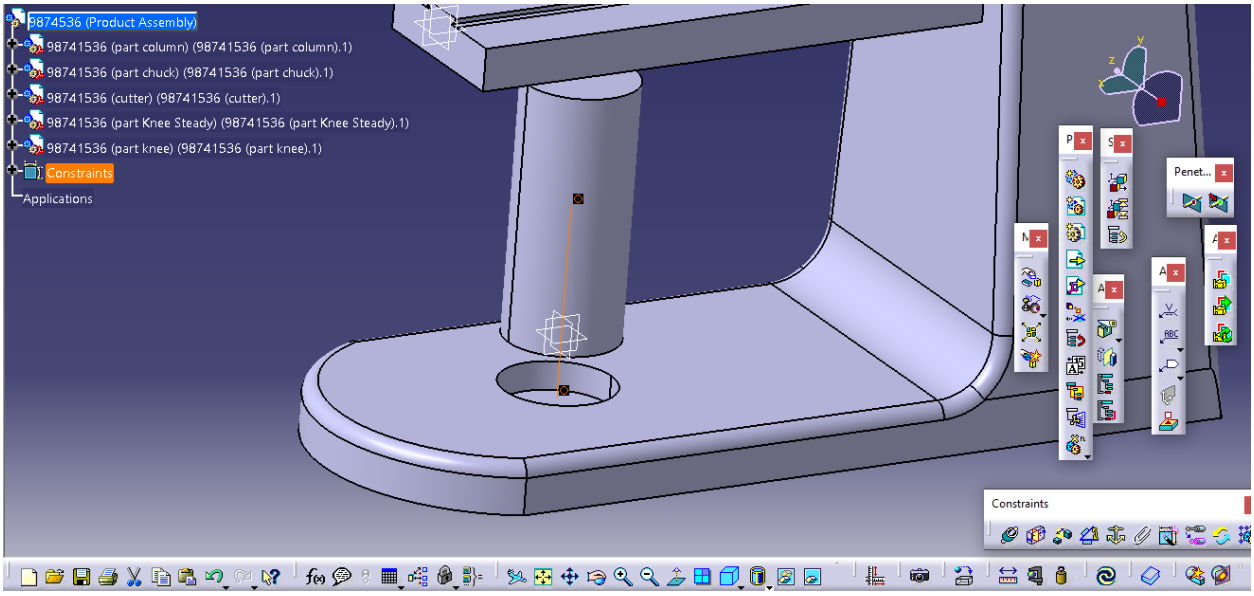
حال سپس اجزاء دیگر Knee و Knee steady را وارد می کنیم :



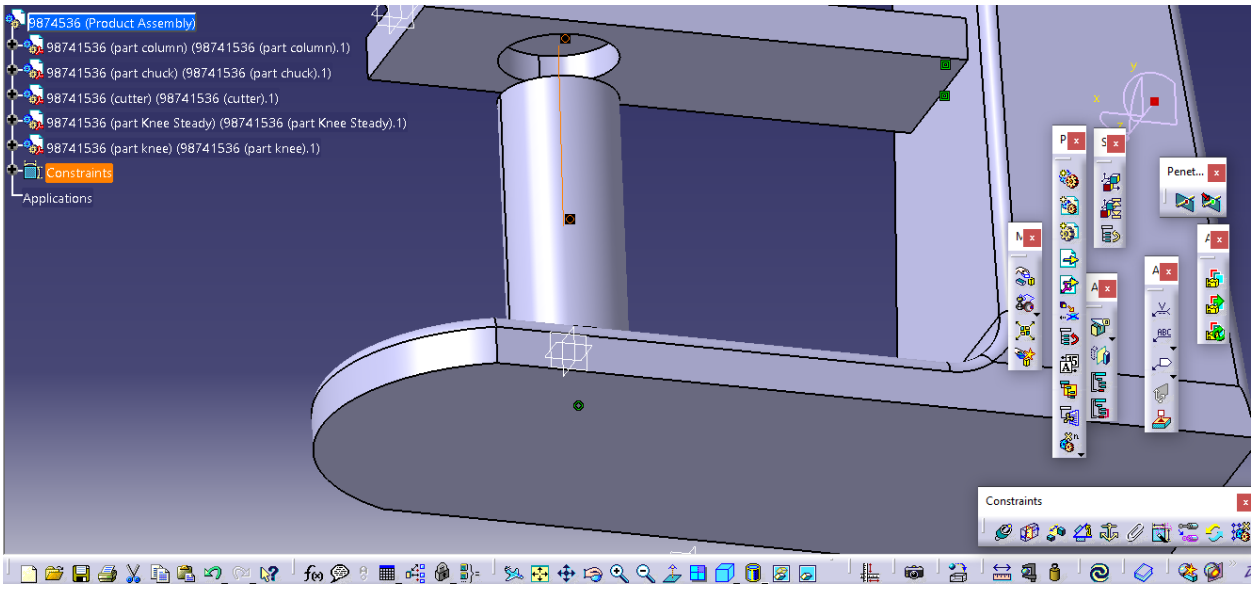
سپس با استفاده از دستور Coincidence Constraint یعنی :



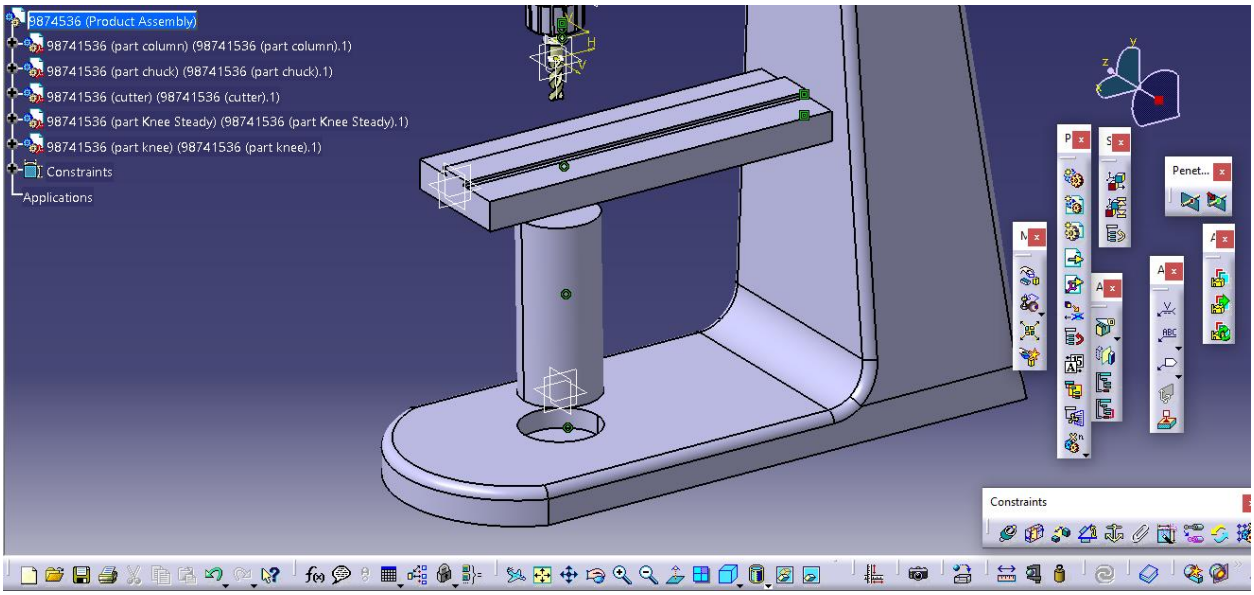
حال با انتخاب این دستور ، می توانیم knee steady و سوراخ در کف column و سوراخ در صفحه ی زیر knee را به صورت انتخاب محور هر کدام از آن ها هم محور کنیم یعنی داریم :



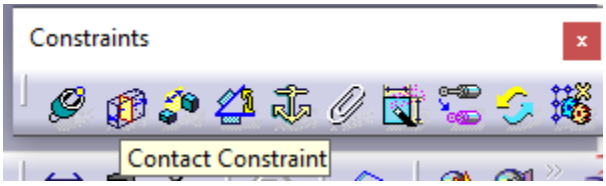
حال update را می زنیم و به سراغ انتخاب محور knee steady با knee می رویم :



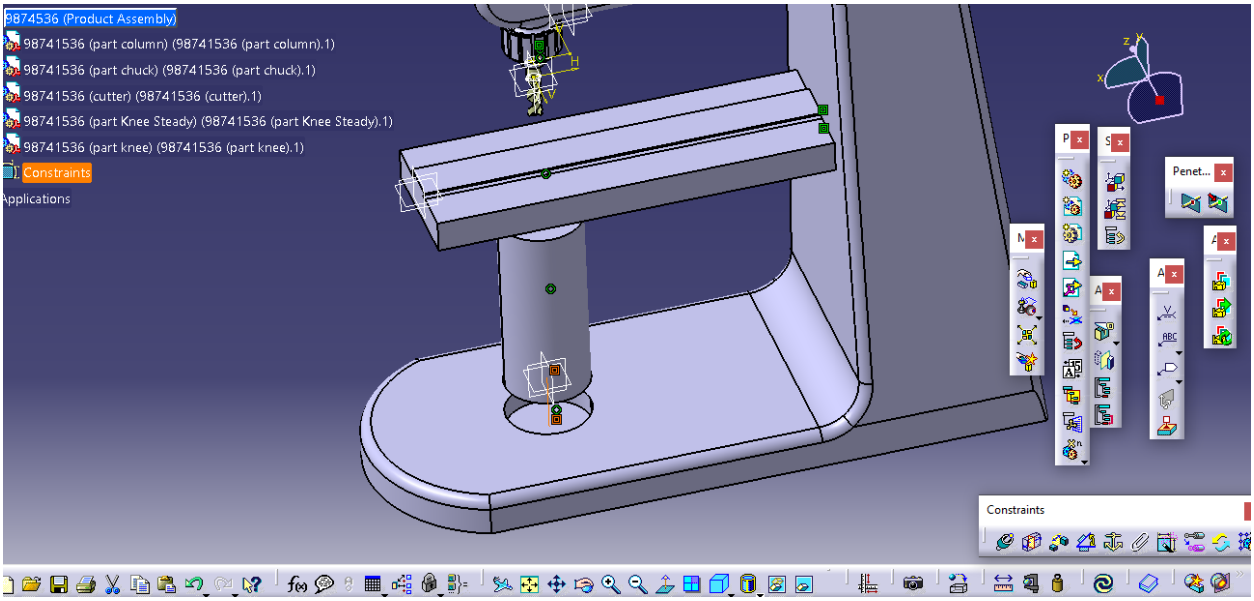
حال با انتخاب update ، هر سه تا هم محور می شوند یعنی :



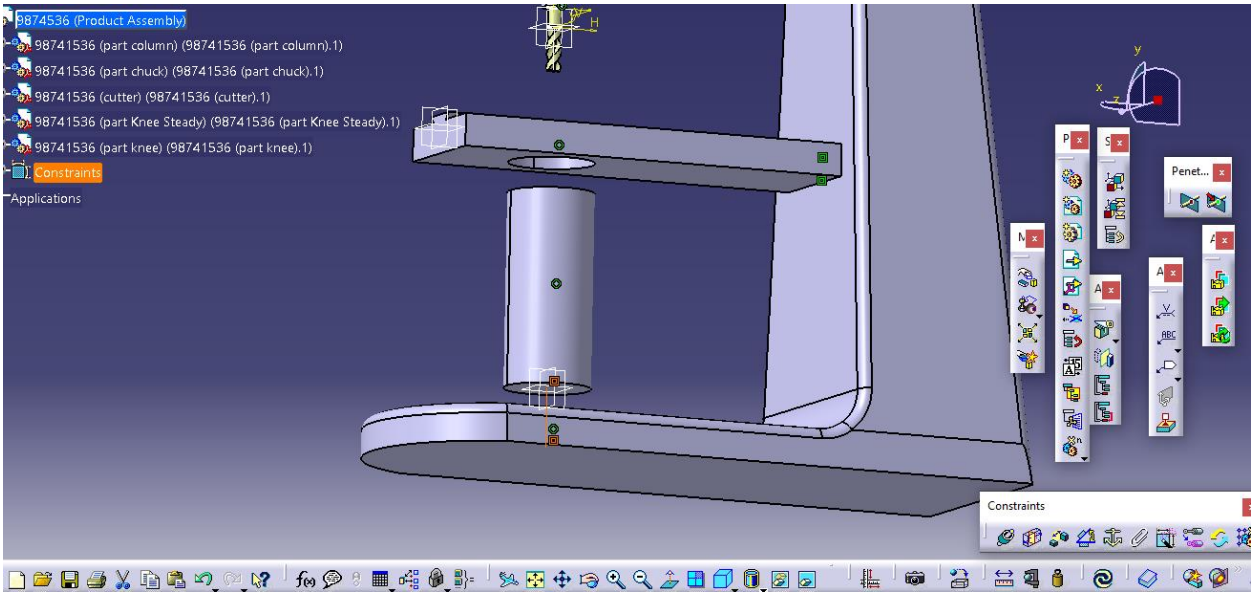
حال با انتخاب دستور Contact Constraint یعنی :



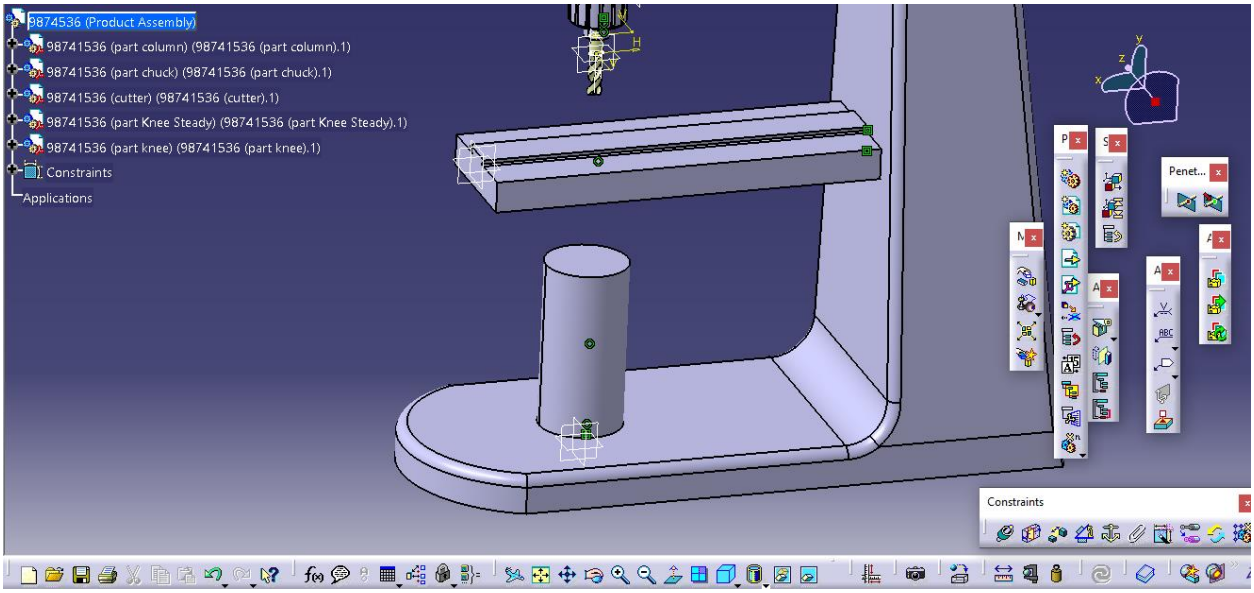
حال صفحه ی داخلی سوراخ در کف column و صفحه ی زیر knee steady را به صورت زیر انتخاب کرده:



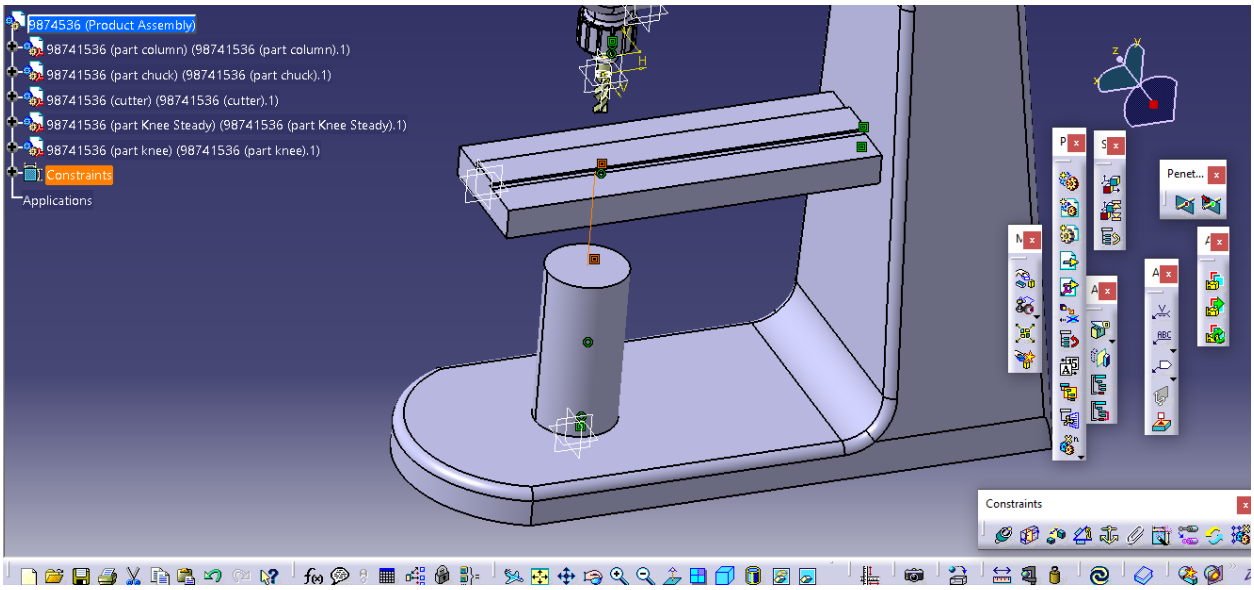
از نمای دیگر :



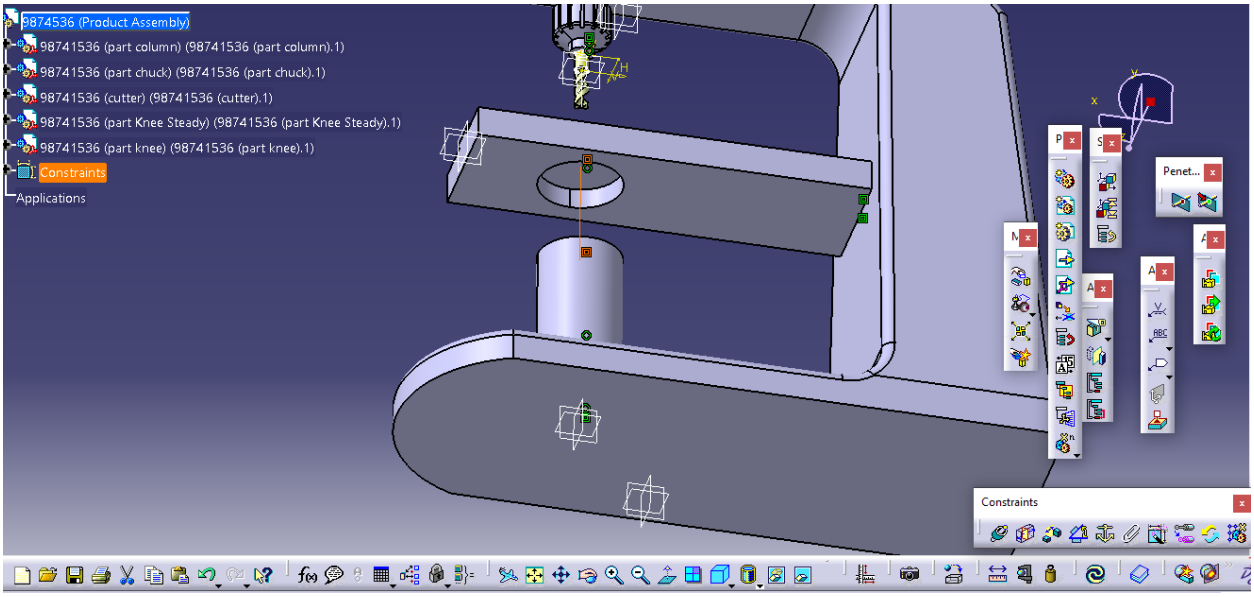
حال با انتخاب update داریم :



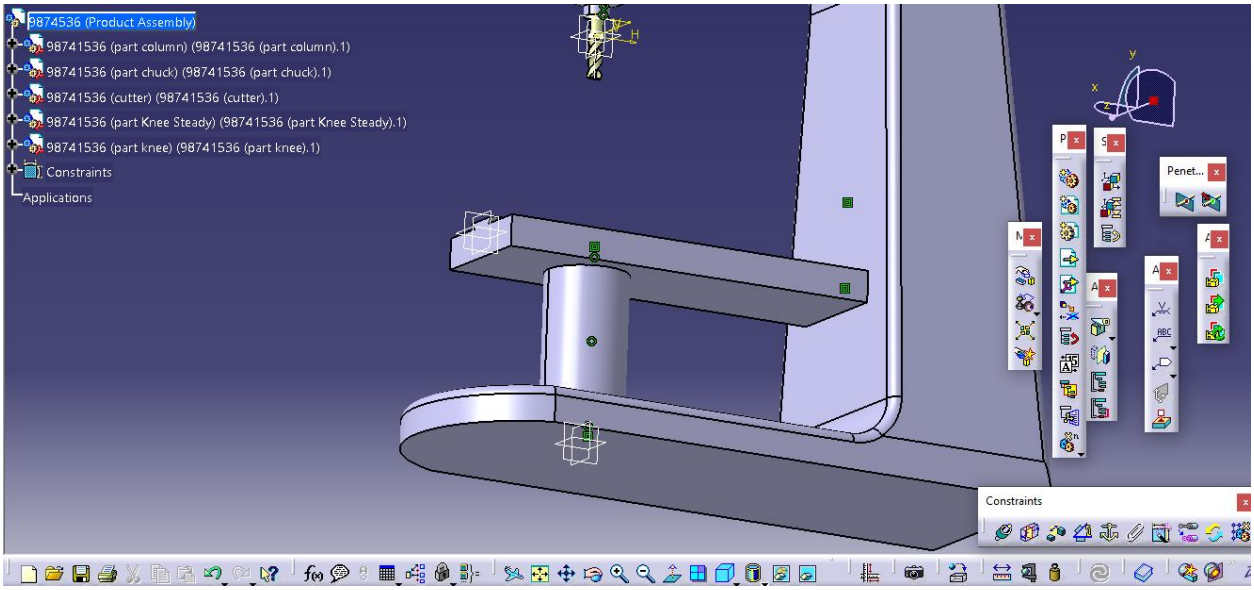
حال به طور مشابه ، با انتخاب دستور contact constraint و انتخاب صفحه ی بالایی knee sraedy و صفحه ی داخلی بالایی سوراخ knee داریم :



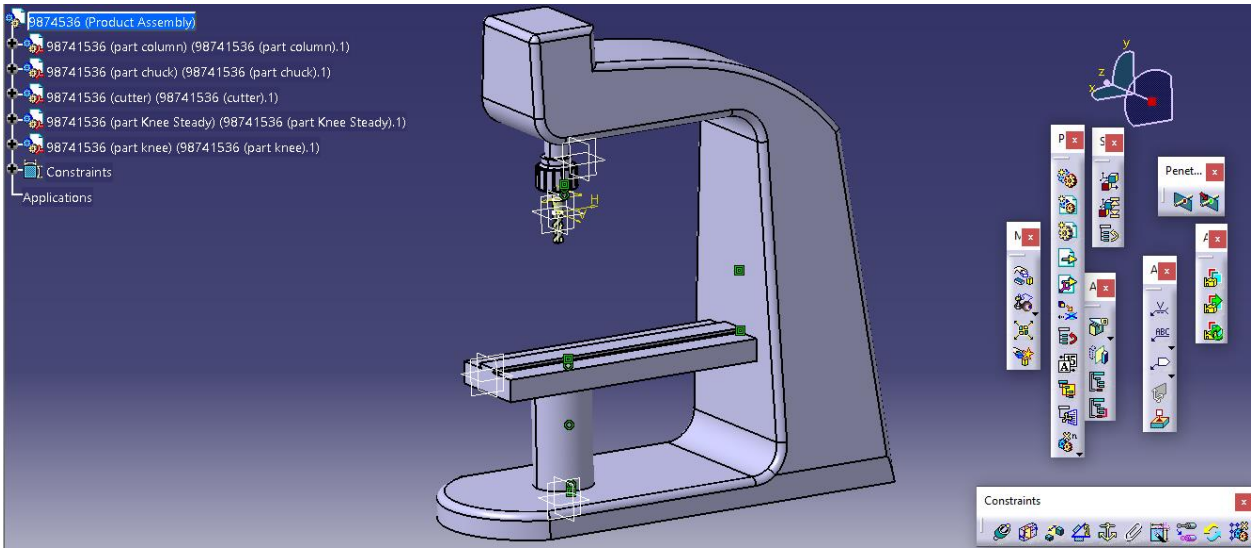
از نمایی دیگر :



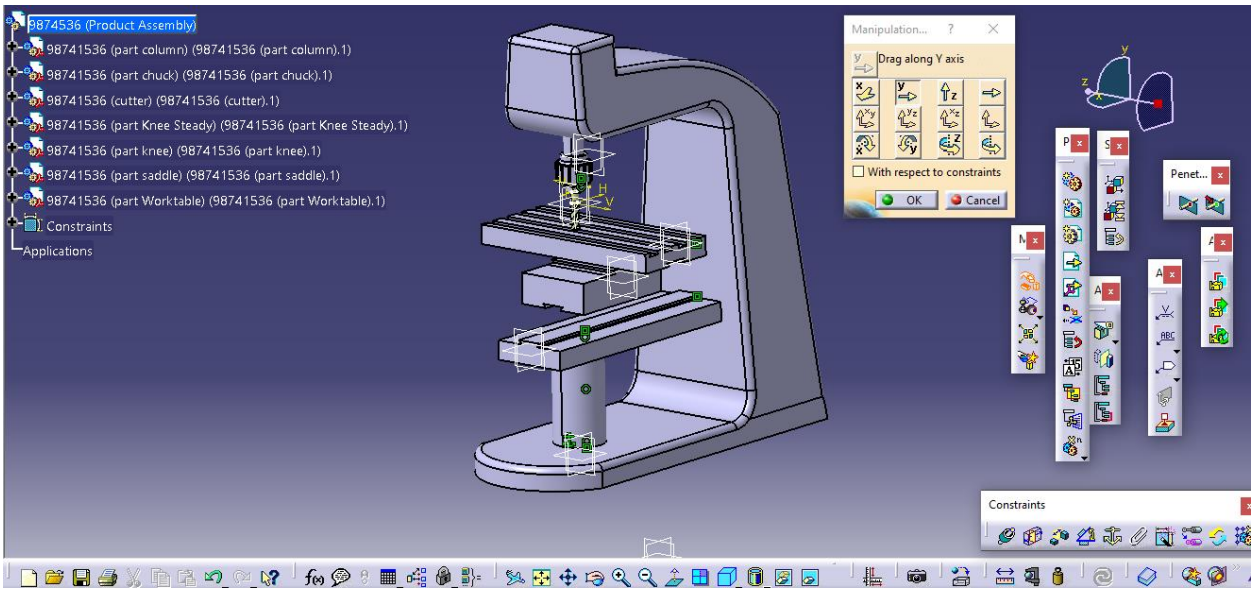
حال با انتخاب update داریم :



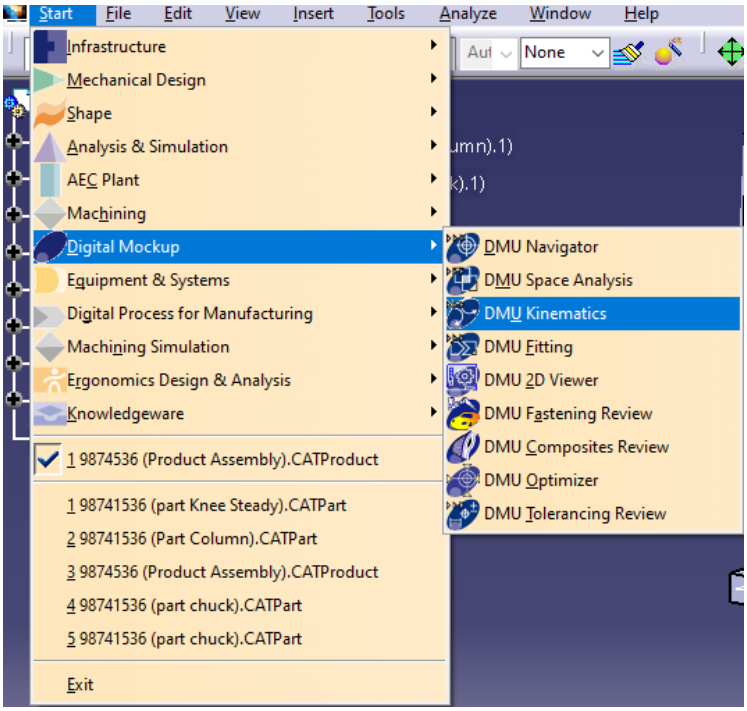
حال سپس در کل تا اینجا داریم :



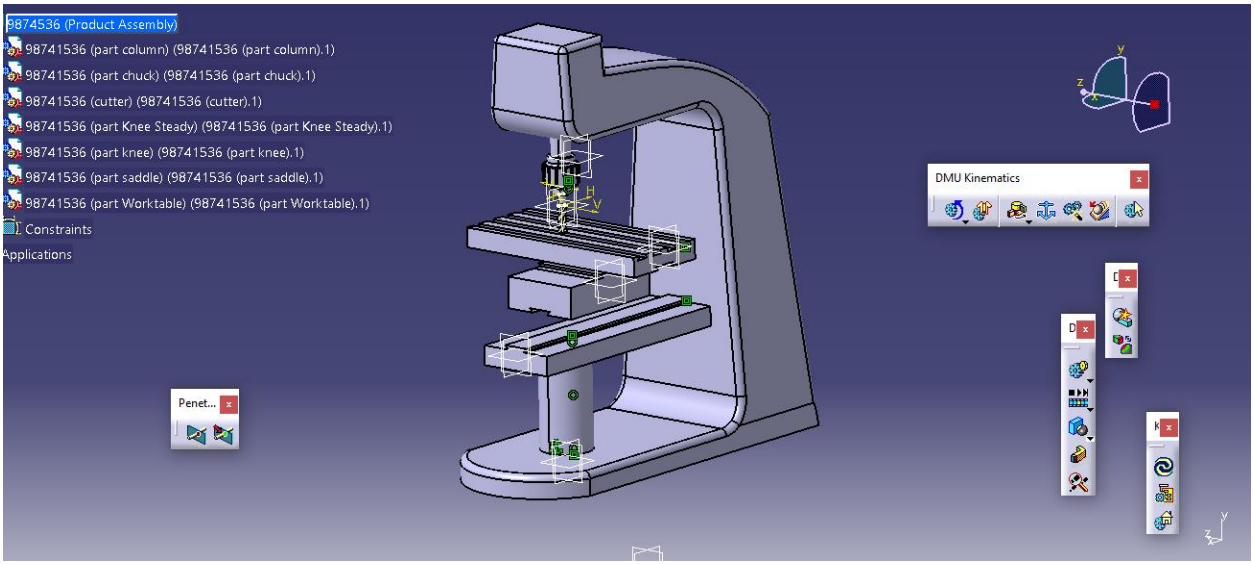
حال اجزاء دیگر یعنی saddle و worktable را وارد کرد و با دستور Manipulation به صورت زیر داریم :



حال با ok کردن آن ، از طریق مسیر زیر وارد محیط Kinematic Assembly می شویم :

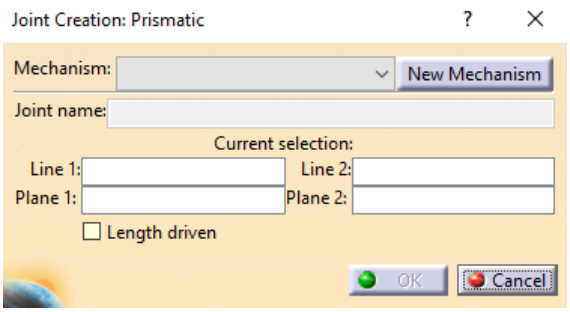


حال داریم :

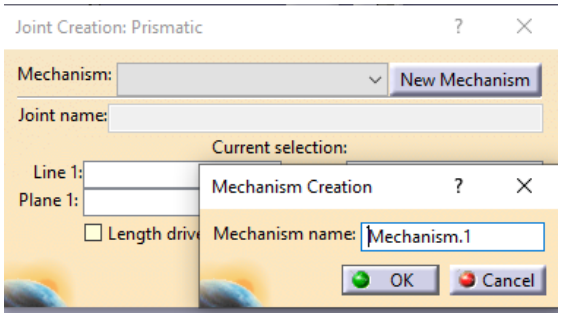


حال از طریق جعبه ابزار DMU Kinematic ، دستور Prismatic Joint را انتخاب می کنیم ، یعنی :

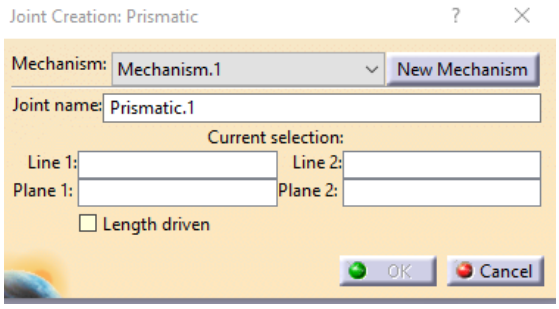
حال در این دستور داریم :



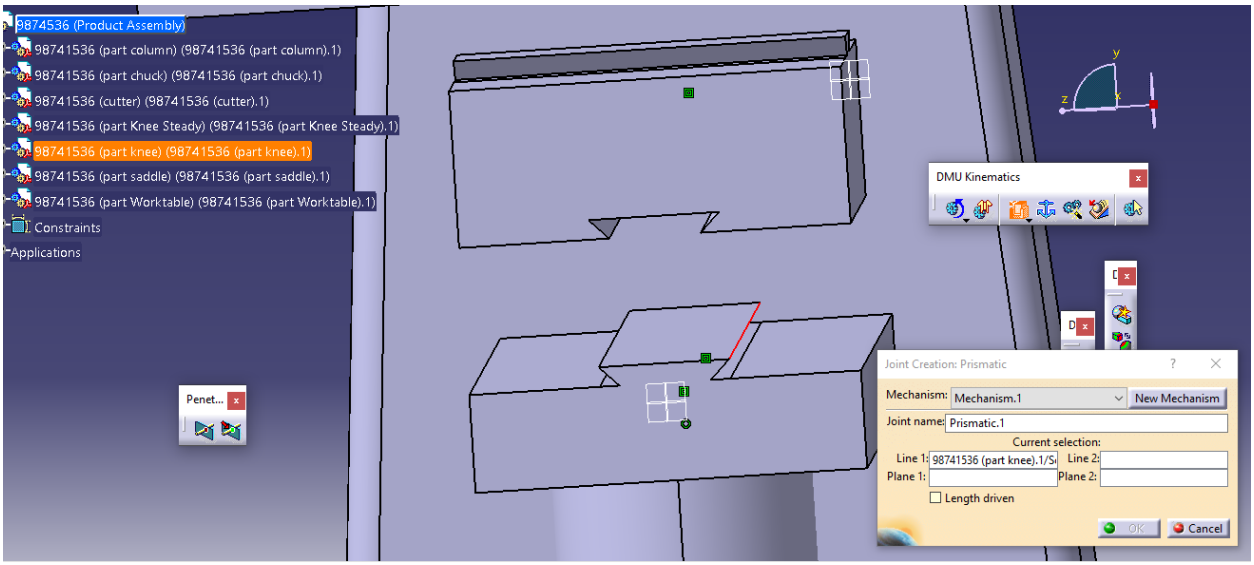
حال در ابتدا با انتخاب New Mechanism ، یک مکانیزم جدید ایجاد می کنیم :



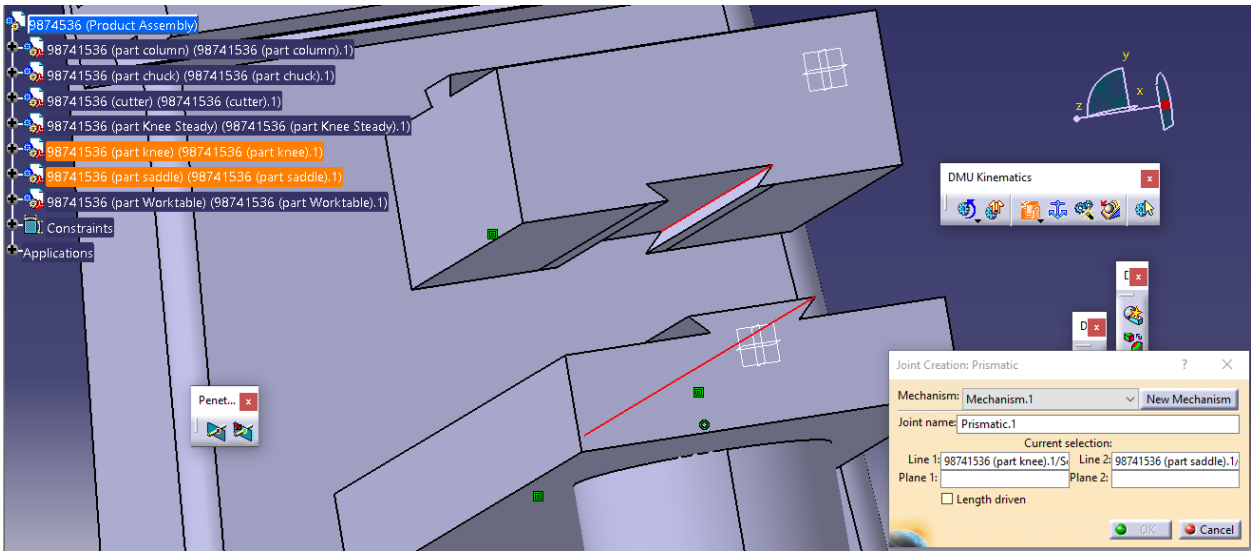
حال با ok کردن داریم :



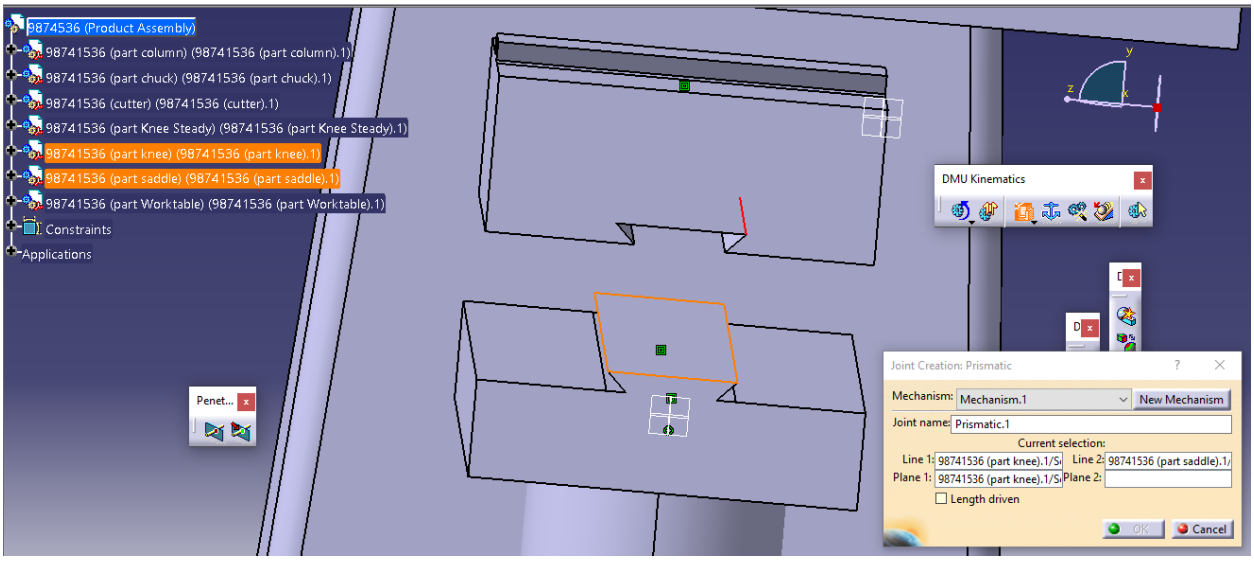
حال با انتخاب Line ۱ یعنی با دبل کلیک بر روی مستطیل سفید جلوی آن می توان آن را انتخاب کرد یعنی Line ۱ را از knee و Line ۲ را به صورت متناظر از saddle داریم یعنی اول با انتخاب Line ۱ خط زیر را انتخاب می کنیم :



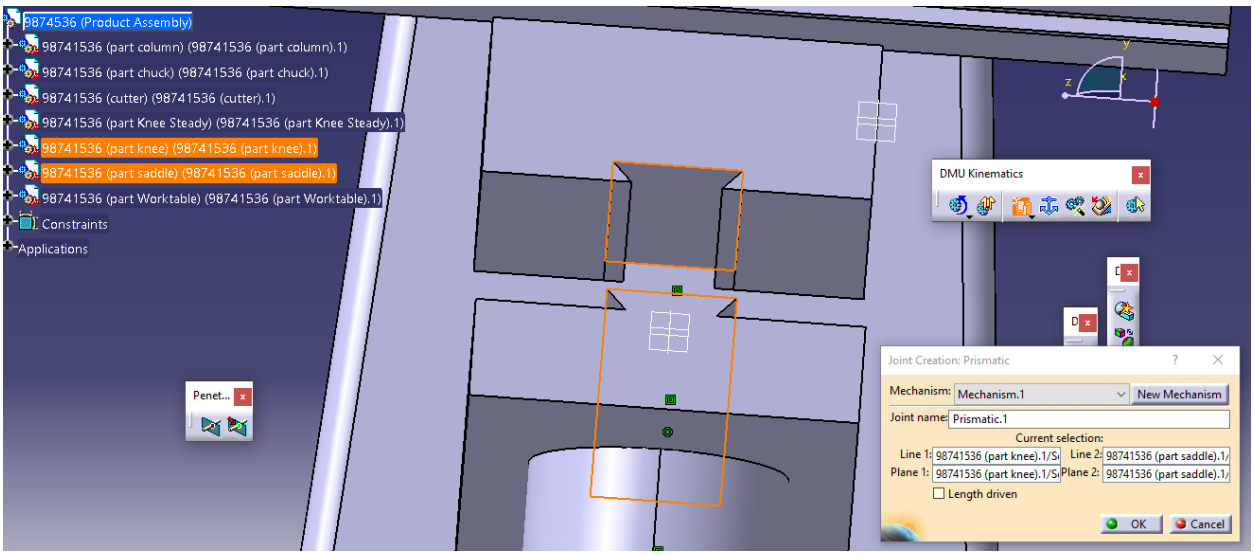
سپس Line ۲ را از saddle انتخاب می کنیم :



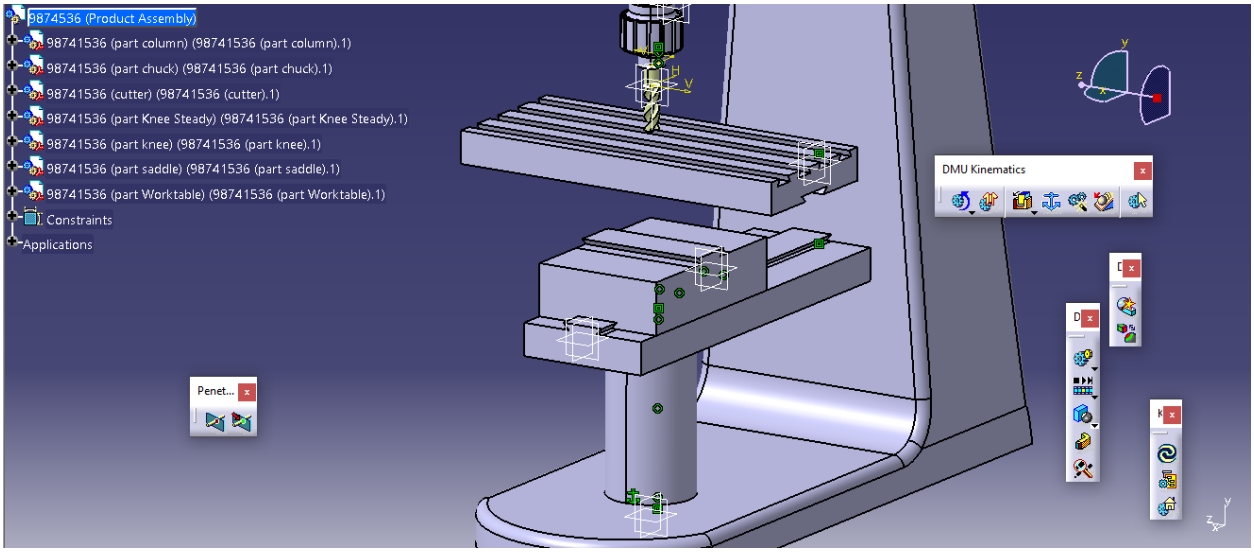
حال با انتخاب صفحه ی Plane ۱ از knee داریم :



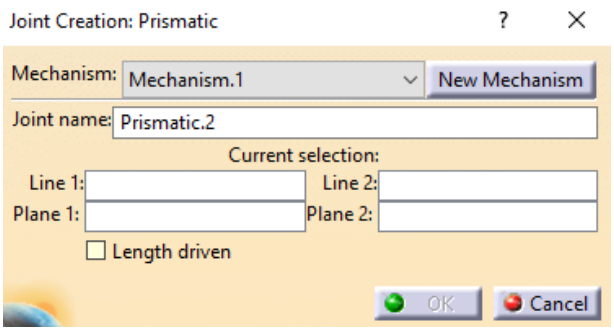
سپس با انتخاب صفحه Plane ۲ از saddle داریم :



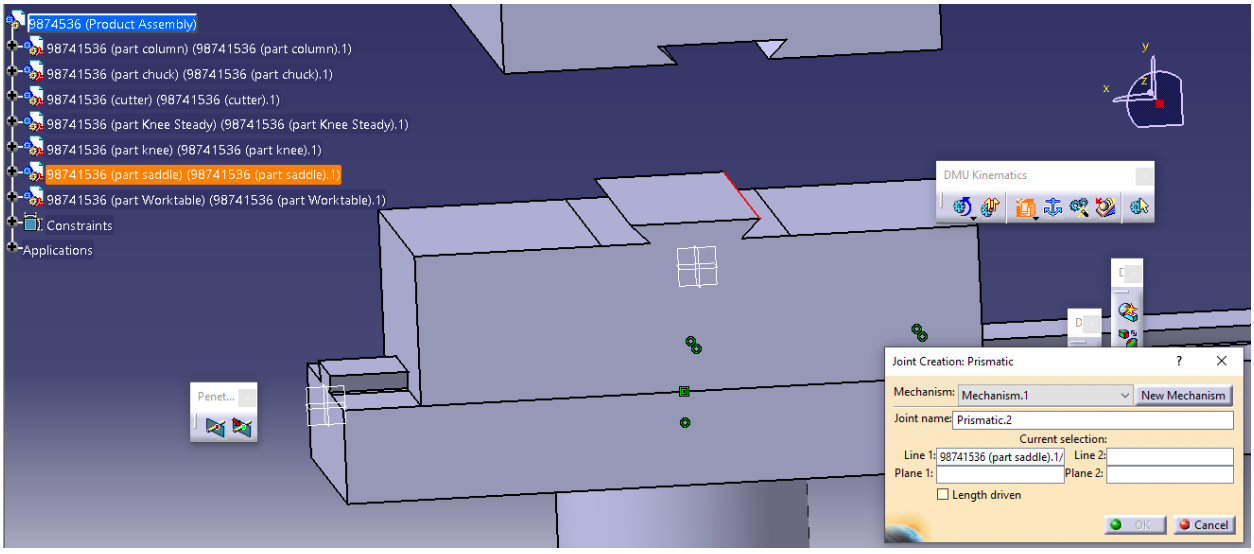
حال با ok کردن داریم :



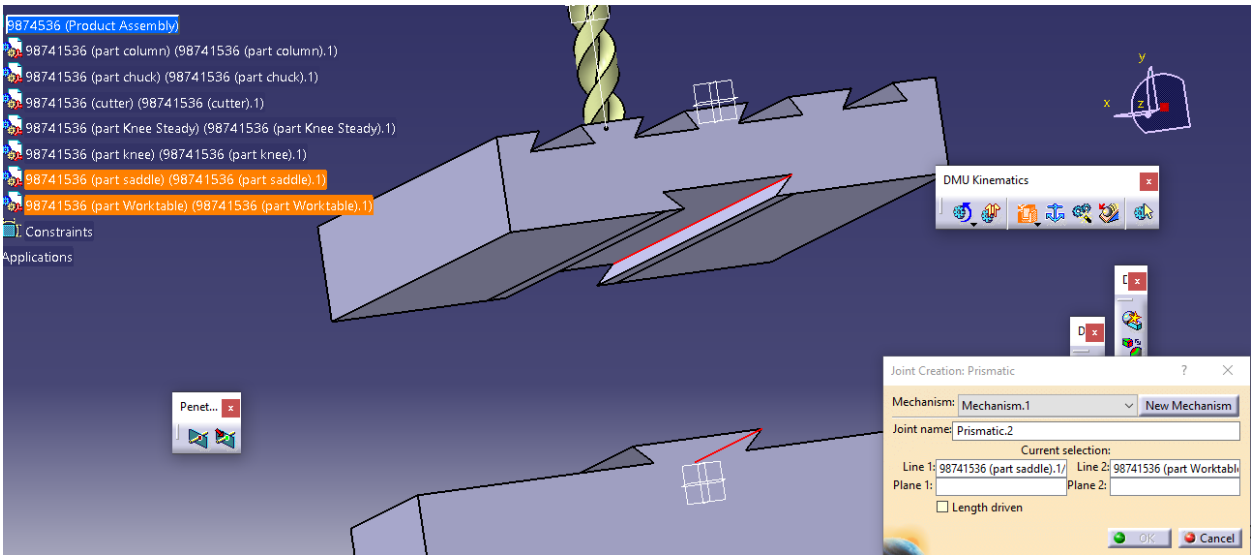
حال به طور مشابه برای worktable و saddle داریم یعنی در ابتدا با انتخاب دستور Prismatic Joint داریم :



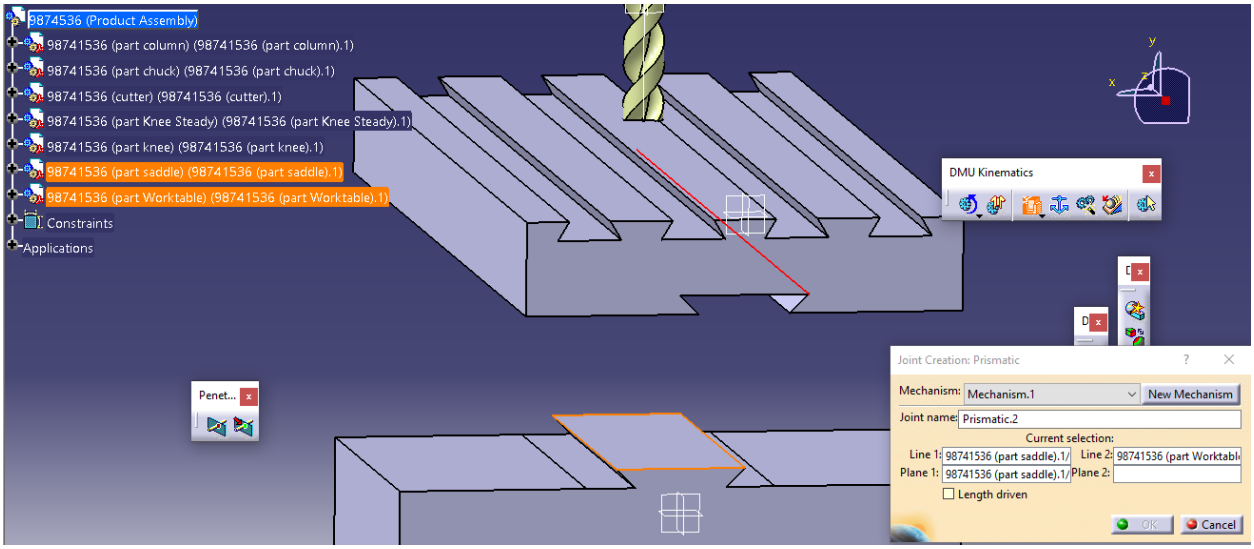
حال در همان مکانیزم ۱ ، ولی در Prismatic ۲ ، ما در ابتدا خط Line را از saadle انتخاب می کنیم :



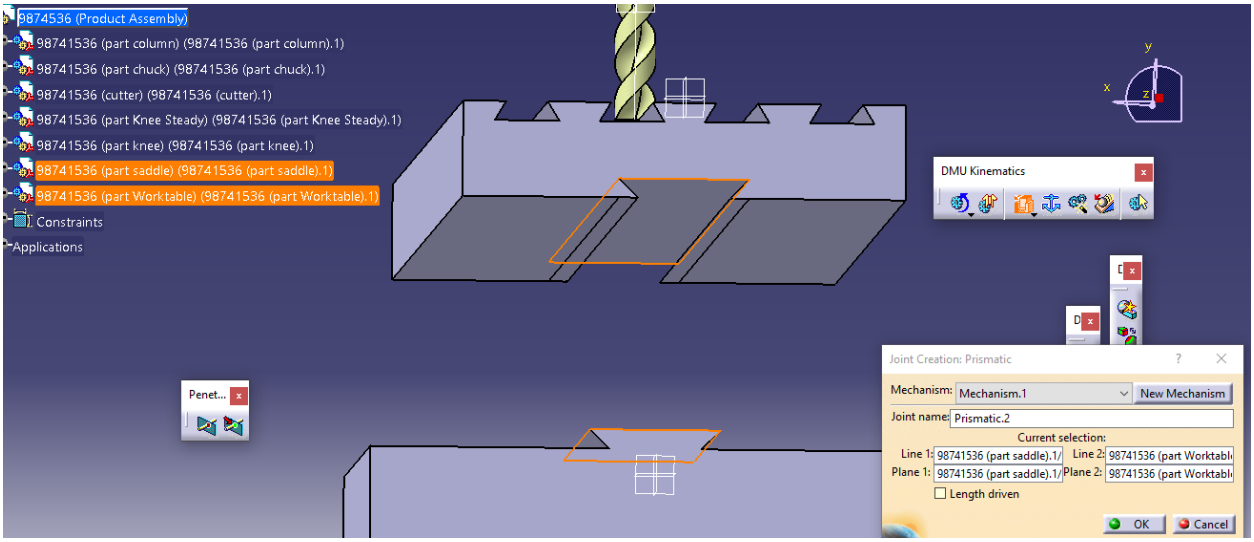
سپس برای خط Line ۲ از worktable به صورت متناظر داریم :



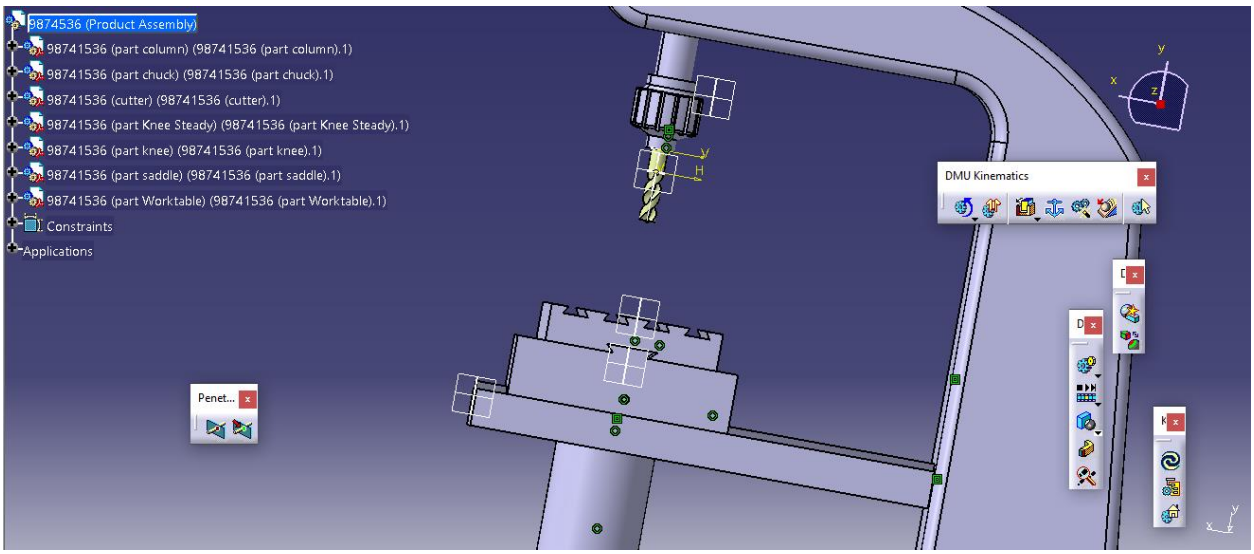
حال برای صفحه ی Plane ۱ از saddle داریم :



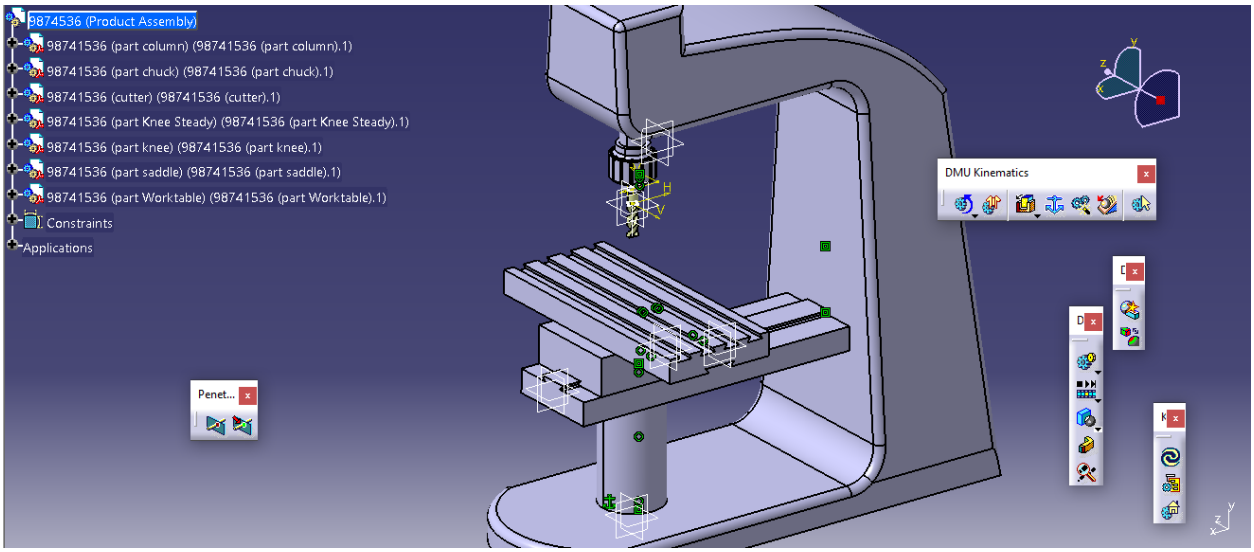
حال برای صفحه ی Plane ۲ از worktable داریم :



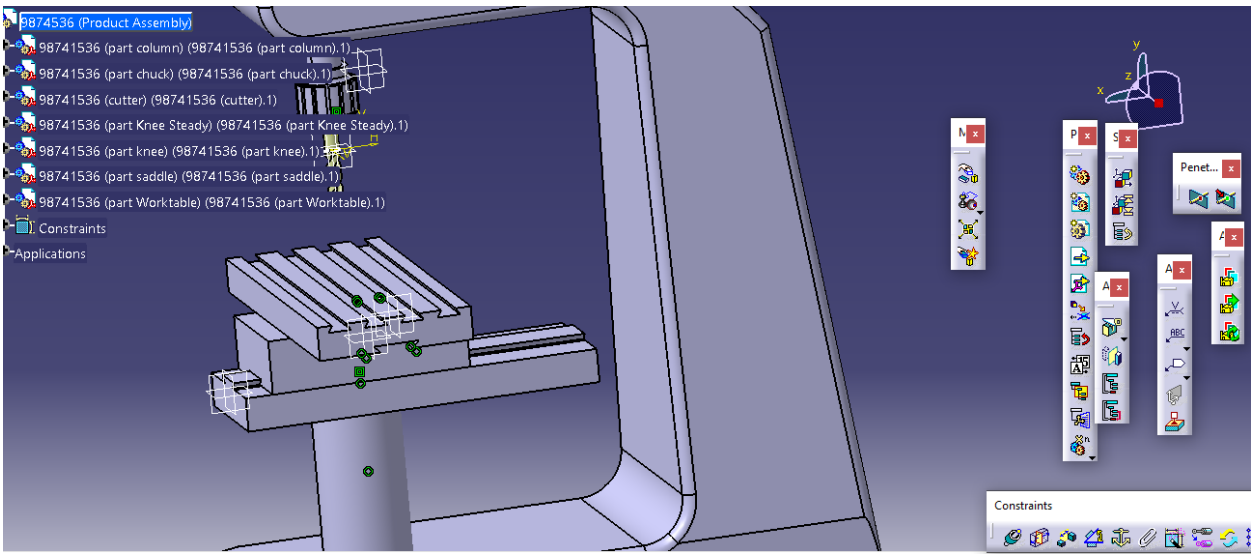
حال با ok کردن داریم :



حال در کل ، برای کل مدل داریم :



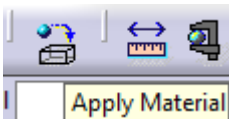
حال با توجه به شرایط تماسی در مدل ، برای تحلیل بهتر نتایج ، تصمیم گرفته شد که تماس افقی knee با columnحذف شود و اندازه ی pad در knee ۸۰۰ باشد و قید contact constraint را نیز حذف می کنیم یعنی شکل قبل به این صورت می شود :



حال در کل مدل ما کامل شده است .

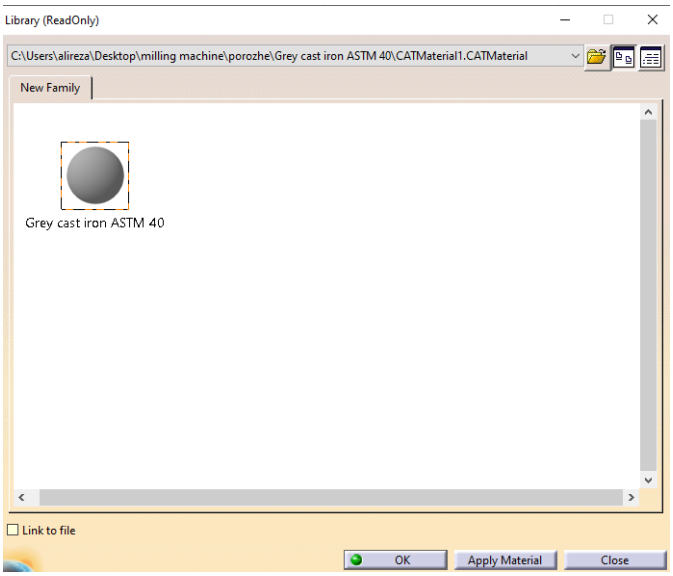
تعریف جنس برای مدل اسمبل شده

حال در محیط Assembly Design ، از دستور Apply Material می توان برای Part Body یعنی کل مدل ، جنس انتخاب کرد :

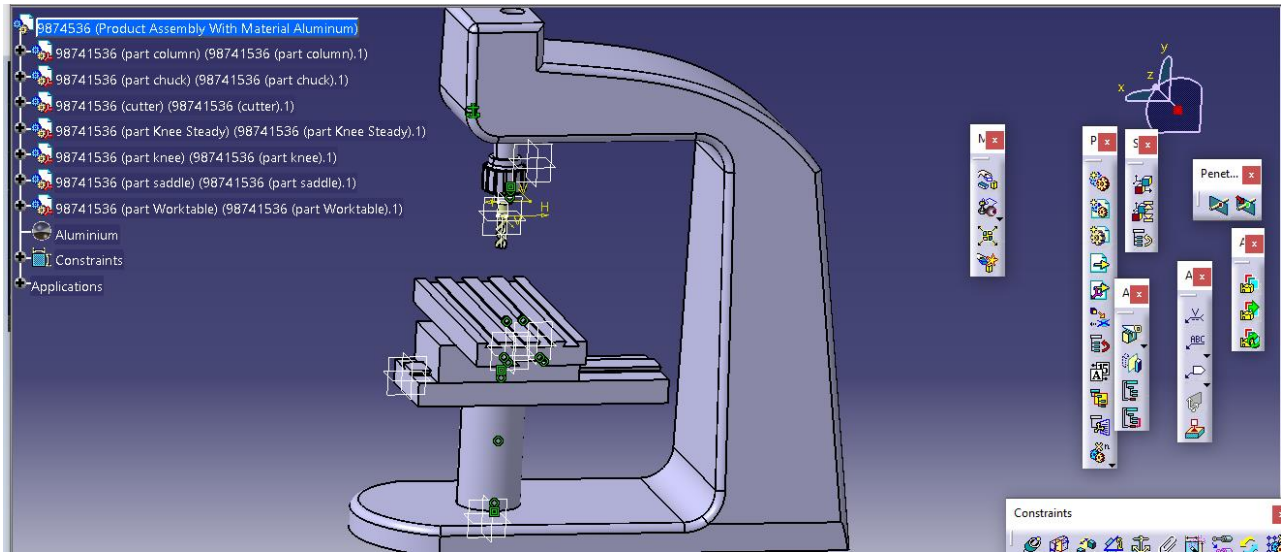


-چدن خاکستری یا Grey Cast Iron ASTM ٤٠

حال با انتخاب متریال چدن تعریف شده در قسمت های قبل ، ما فقط آن را انتخاب می کنیم :

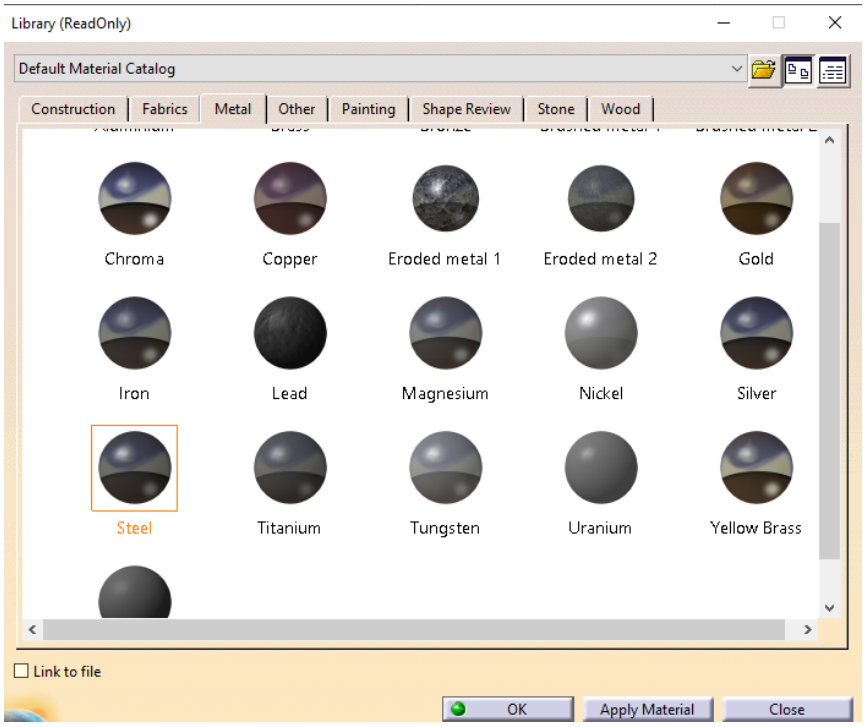


حال داریم :

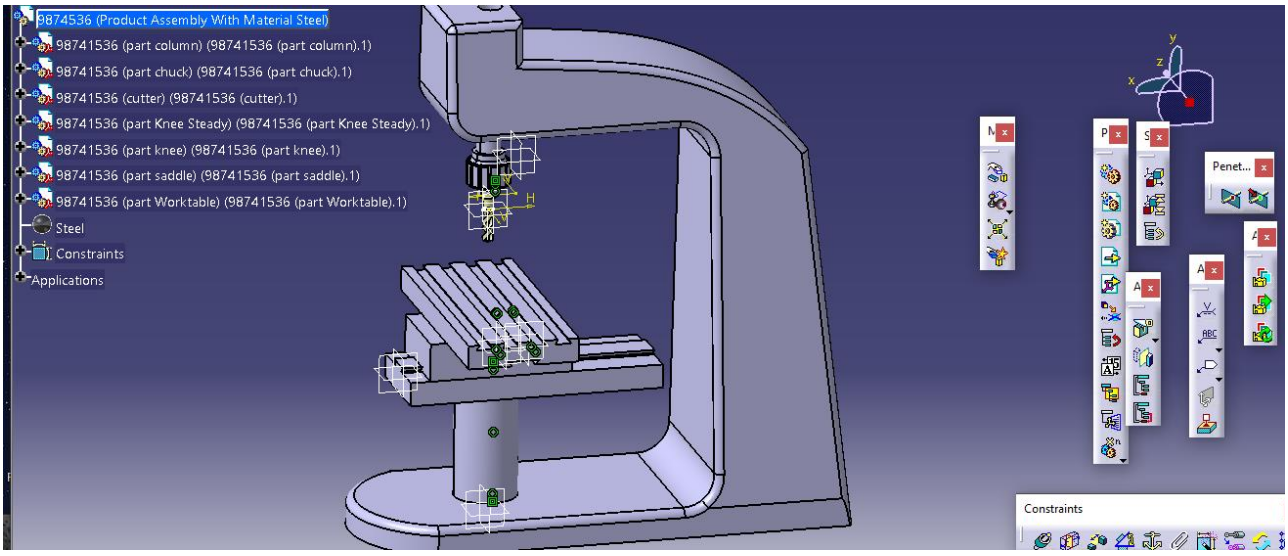


-فولاد یا Steel

حال در محیط Assembly Design با انتخاب متریال فولاد که پیش فرض در سربرگ metal موجود است:

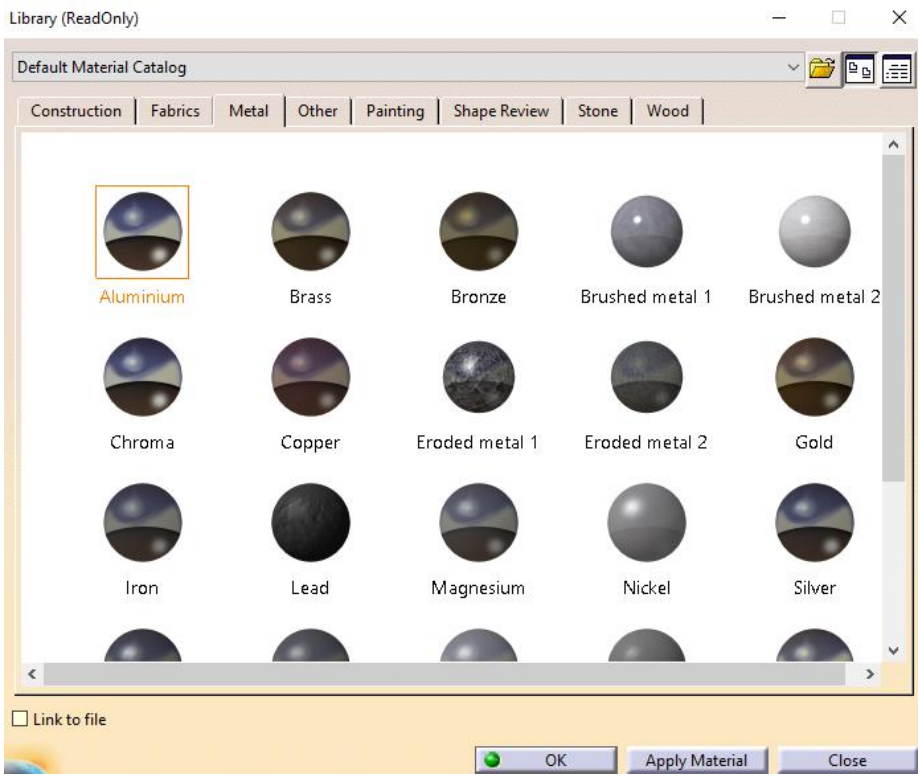


حال داریم :

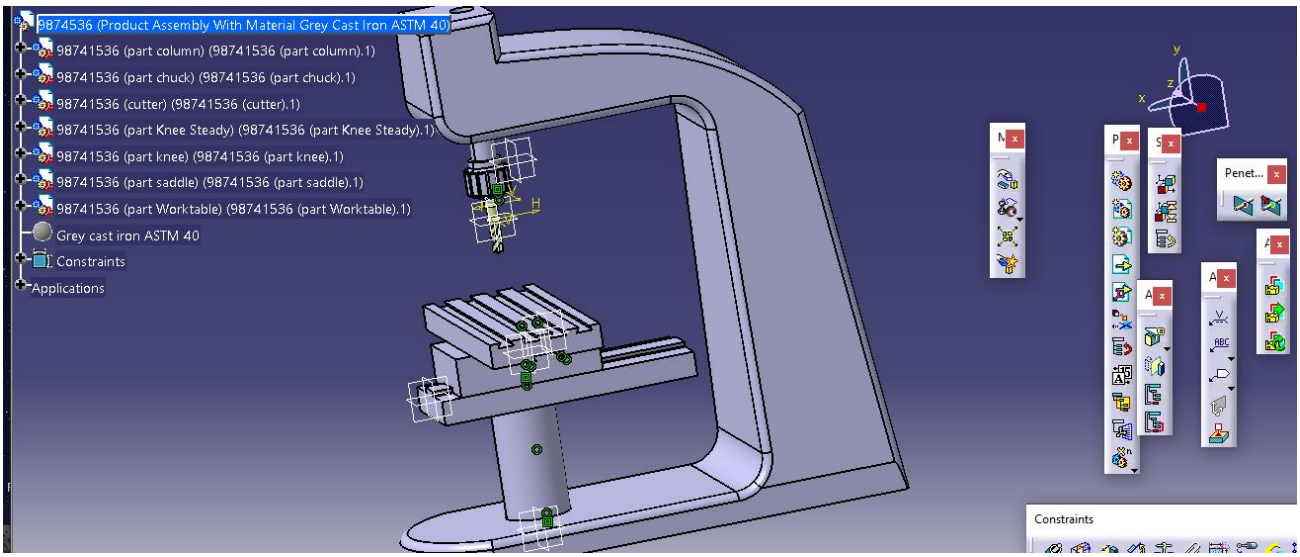


-آلومینیم یا Aluminum

حال در محیط Assembly Design با انتخاب متریال آلومینیم که پیش فرض در سربرگ metal موجود است:

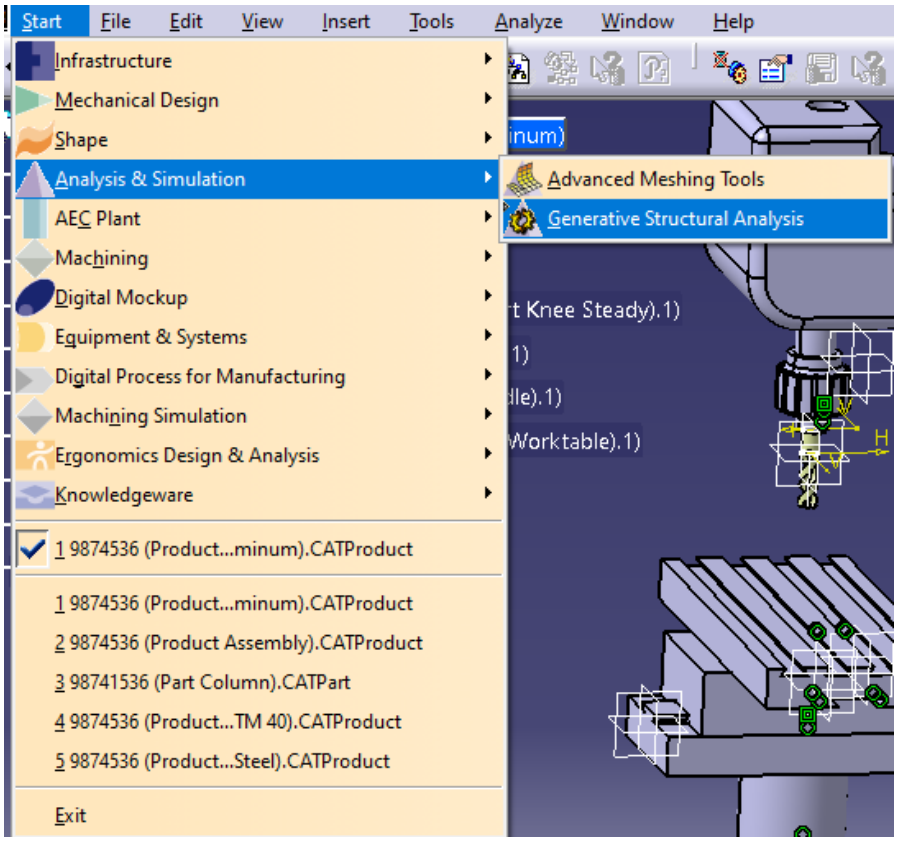


سپس داریم :



فصل دوم : شبیه سازی در نرم افزار کتیا

حال برای وارد شدن به محیط شبیه سازی در نرم افزار کتیا یعنی Generative Structural Analysis از طریق مسیر زیر اقدام می کنیم :

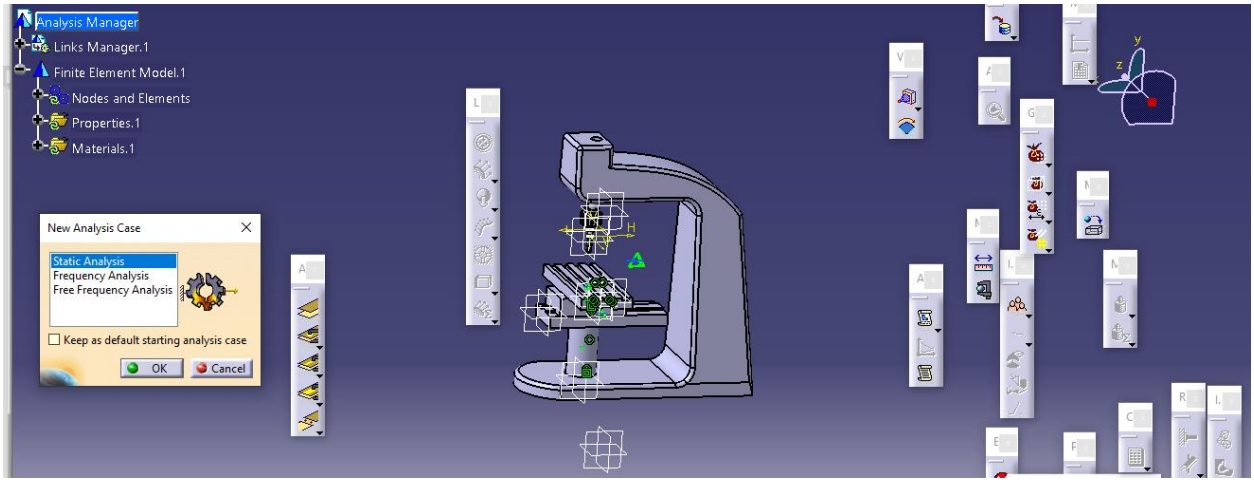


حال در این شبیه سازی ، ما شبیه سازی استاتیکی و دینامیکی را در نظر می گیریم . که برای هر جنس یک نوع بارگذاری ، به صورت +۱نیوتن نیرو در هر سه راستا یعنی F = +I^ +j^ +K^ است .

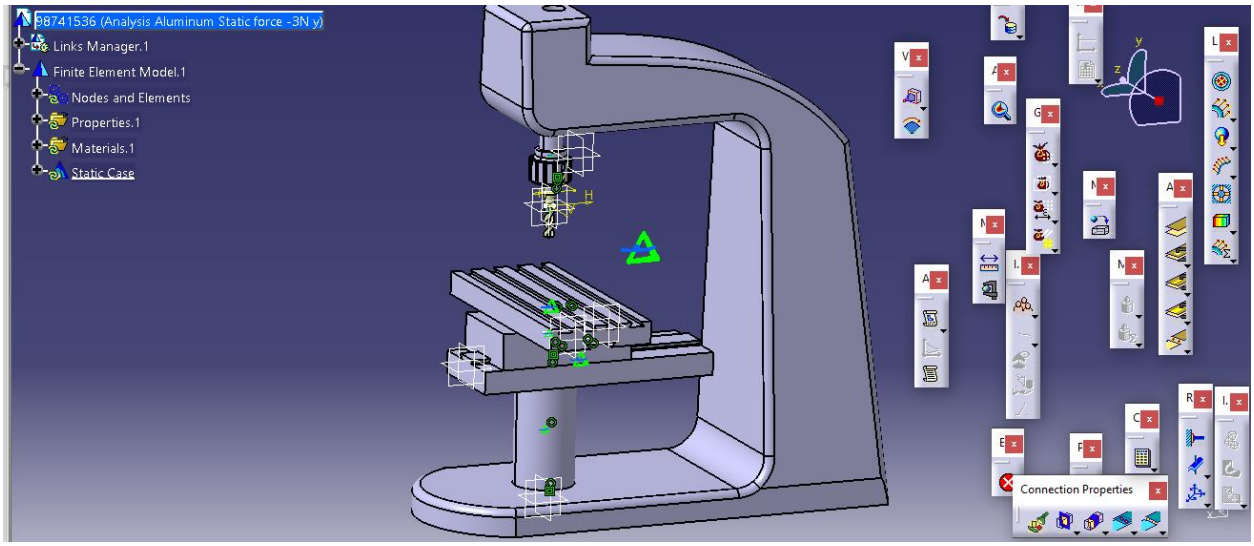
شبیه سازی استاتیکی

- جنس آلومینیم

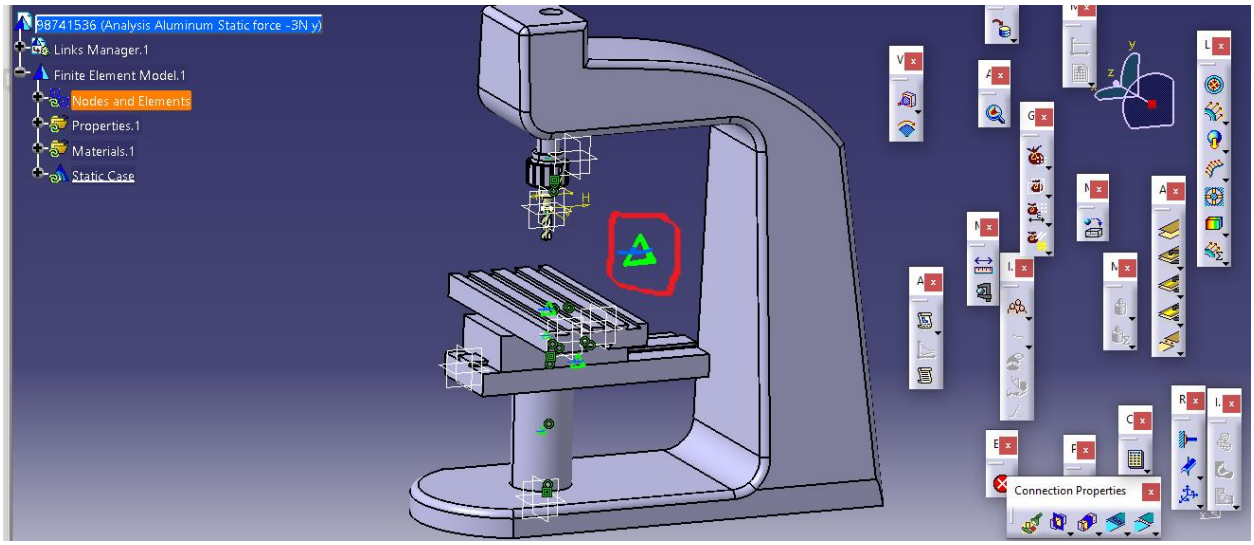
حال در ابتدا داریم :



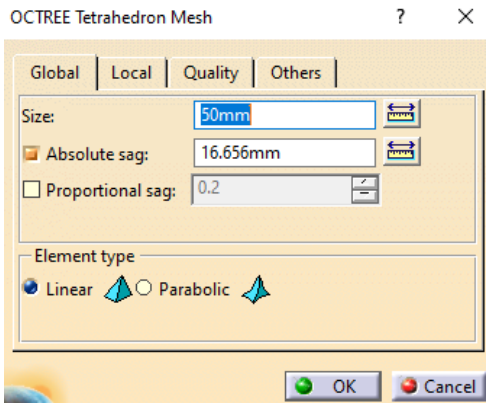
سپس با okکردن ، و تغییر نام داریم :



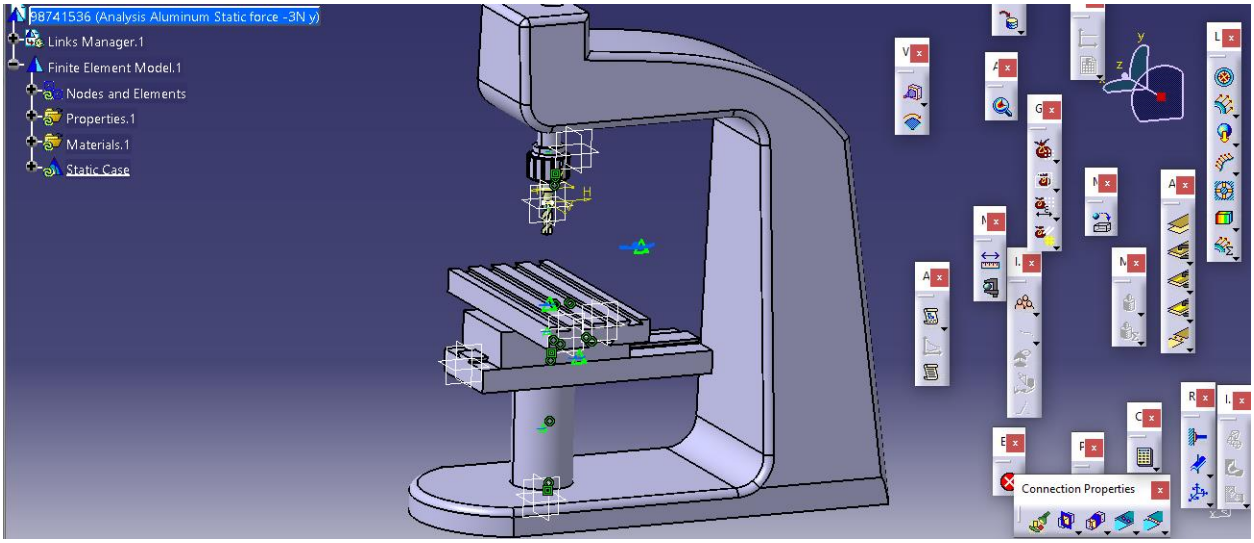
حال در ابتدا باید اندازه ی مش را تعیین کنیم لذا بر روی منشور سبز رنگ دبل کلیک کرده یعنی :



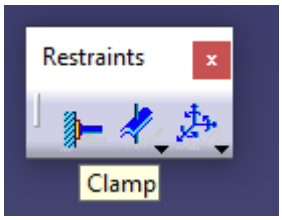
حال داریم :



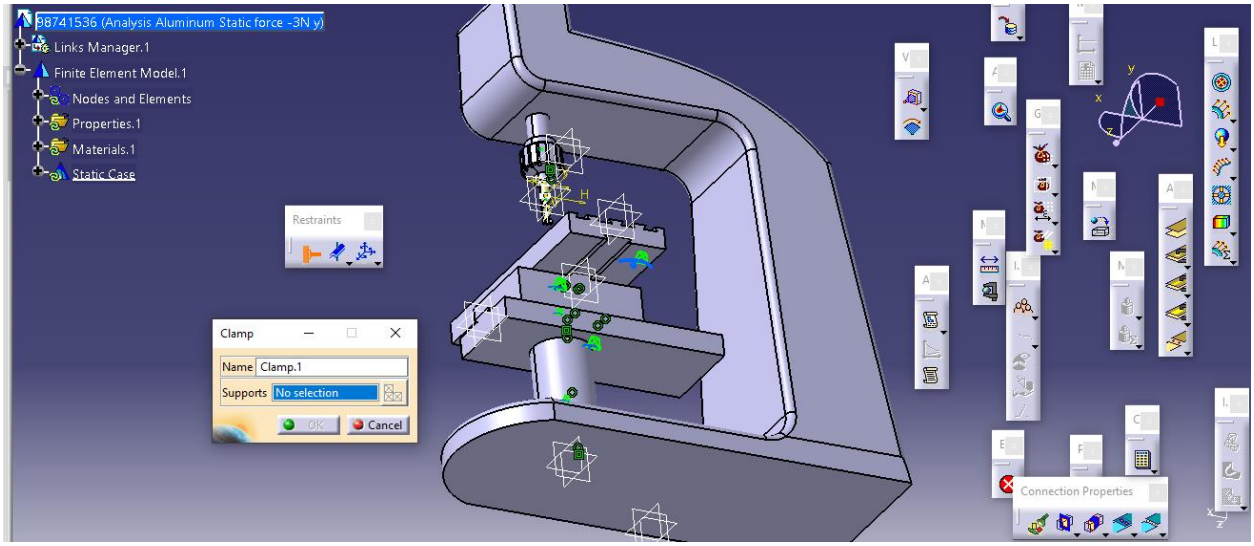
حال با okکردن داریم :



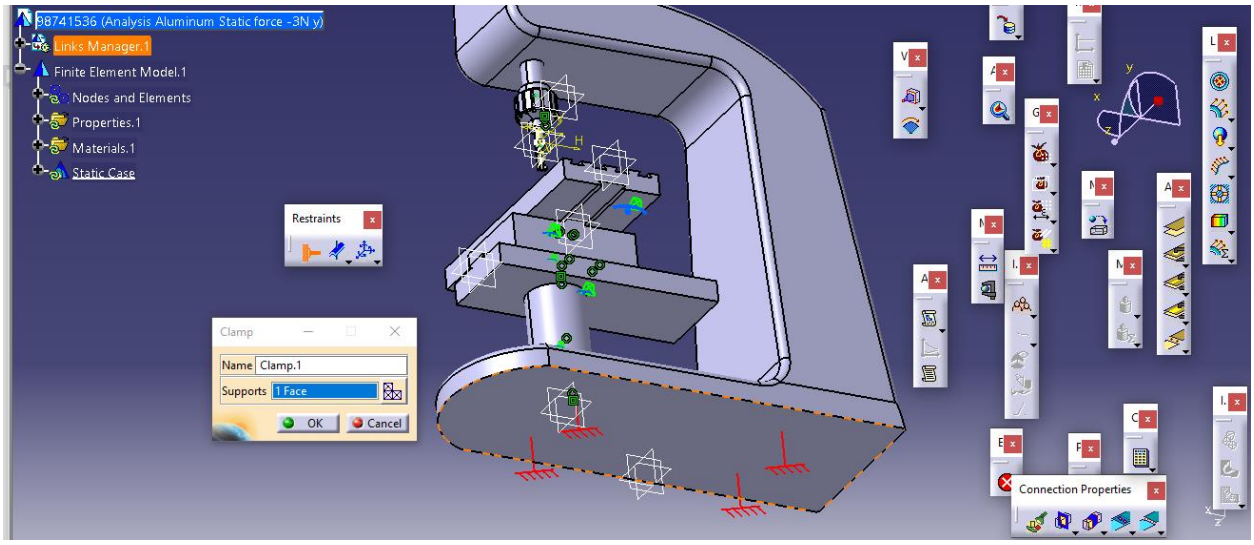
حال سپس برای تعیین شرایط تکیه گاهی از جعبه ابزار Restraints دستور Clamp را انتخاب می کنیم :



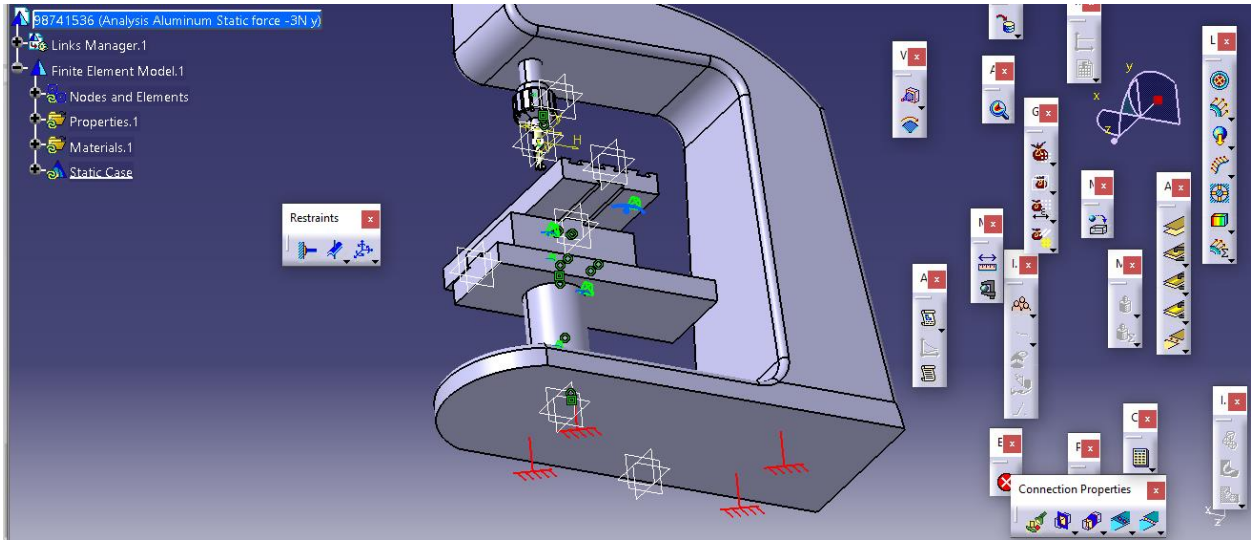
حال با باز شدن دستور داریم :



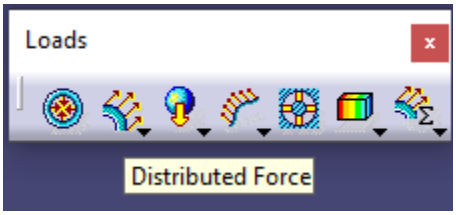
حال با انتخاب صفحه ی مورد نظر داریم :



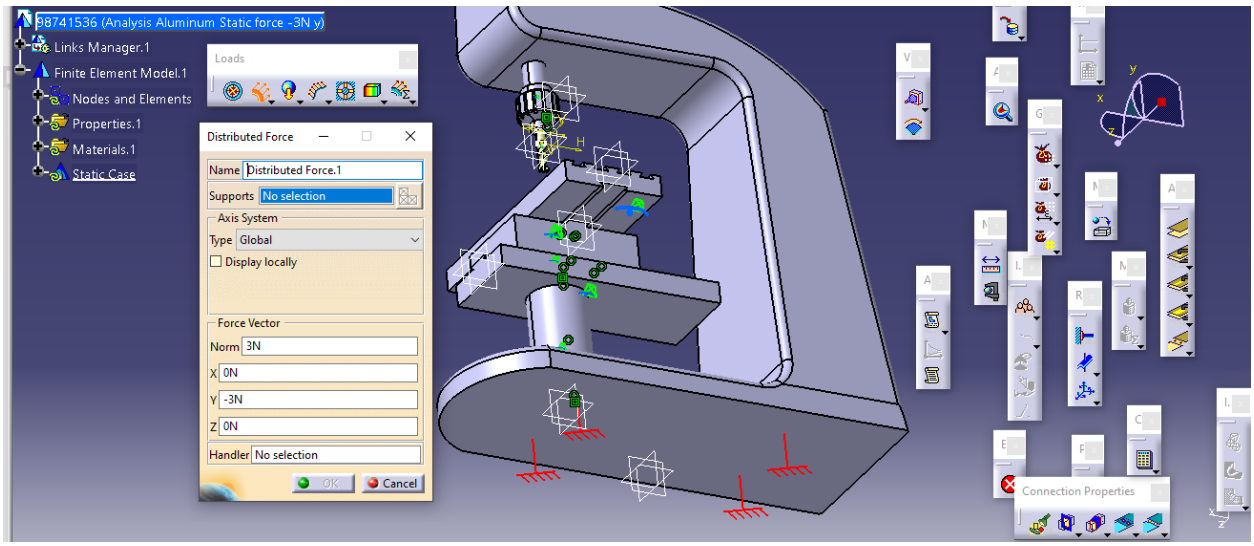
حال با okکردن داریم :



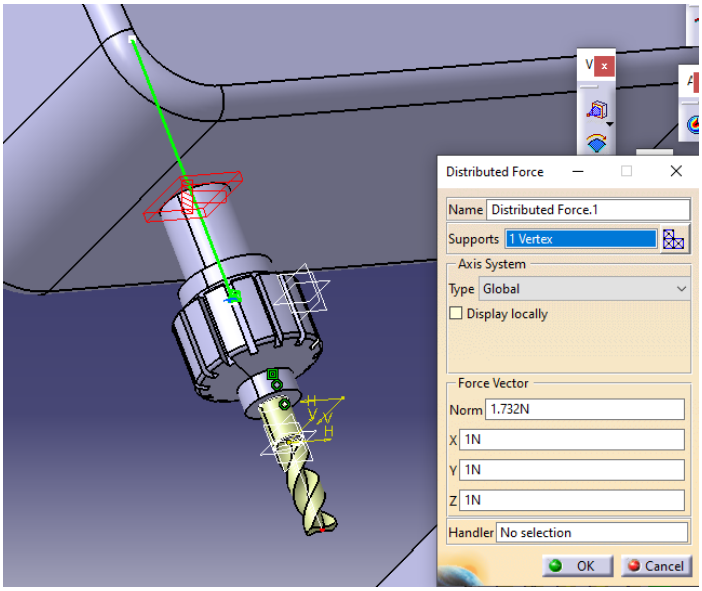
حال به سراغ جعبه ابزار Load می رویم و با انتخاب دستور Distributed Forces داریم :



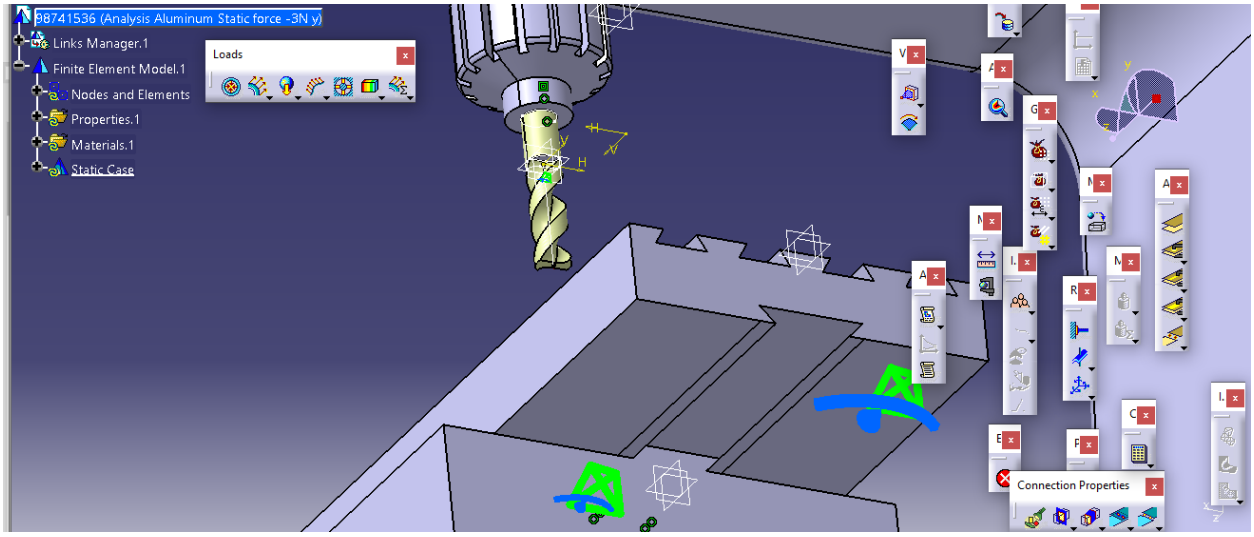
سپس محل اثر نیرو را مثلا نوک مته در نظر می گیریم یعنی با انتخاب دستور ، تب زیر باز می شود که با دبل کلیک چپ بر روی سطر Supportیعنی بر روی مستطیل آبی جلوی آن داریم :



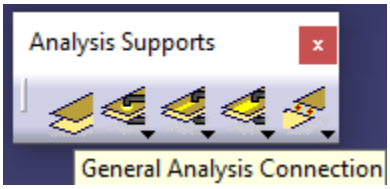
حال محل اثر نیرو را نوک مته و همچنین مقادیر نیرو را انتخاب می کنیم :



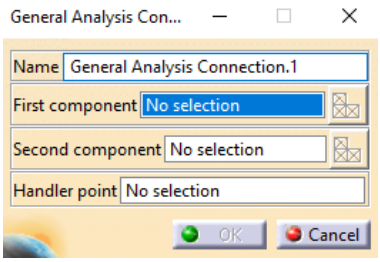
حال سپس :



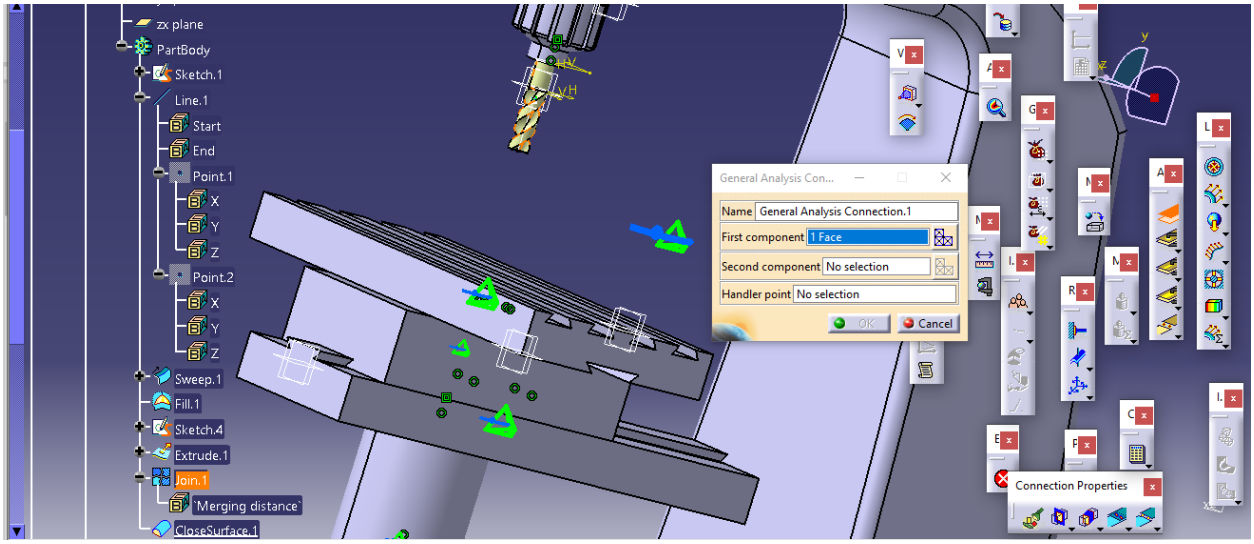
سپس برای تعریف تماس بین اجزا باید از طریق جعبه ابزار Analysis Supports وارد دستور General Analysis Connection شویم یعنی :



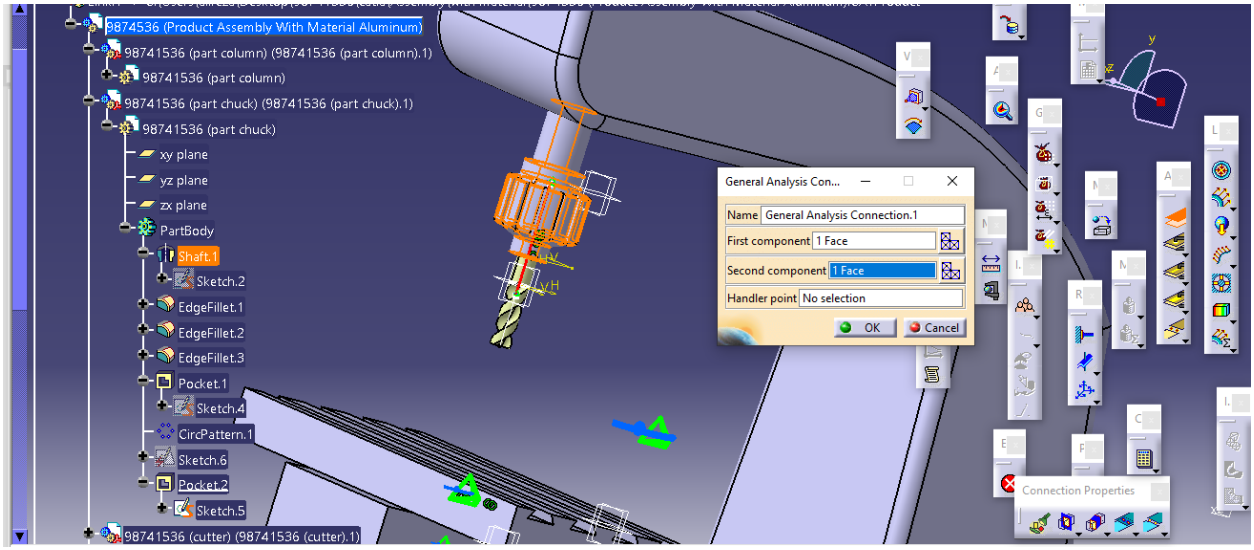
سپس داریم :



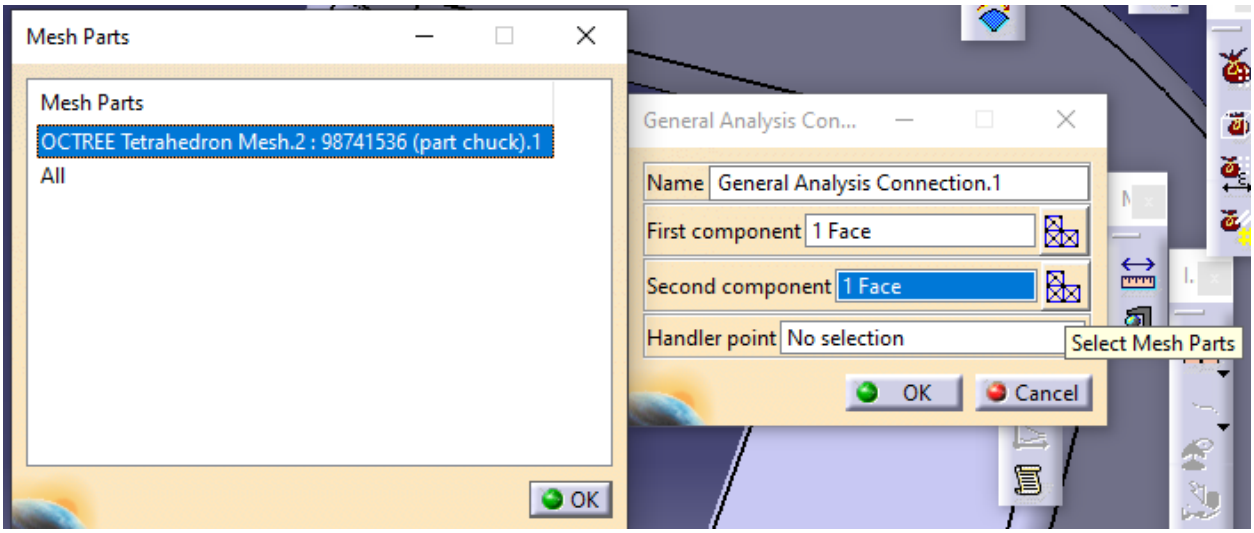
حال در ابتدا تماس بین Cutter و Chuck را تعریف می کنیم یعنی برای انتخاب First component باید از طریق نوار ابزار ، جزء Cutter را به صورت زیر انتخاب کنیم :



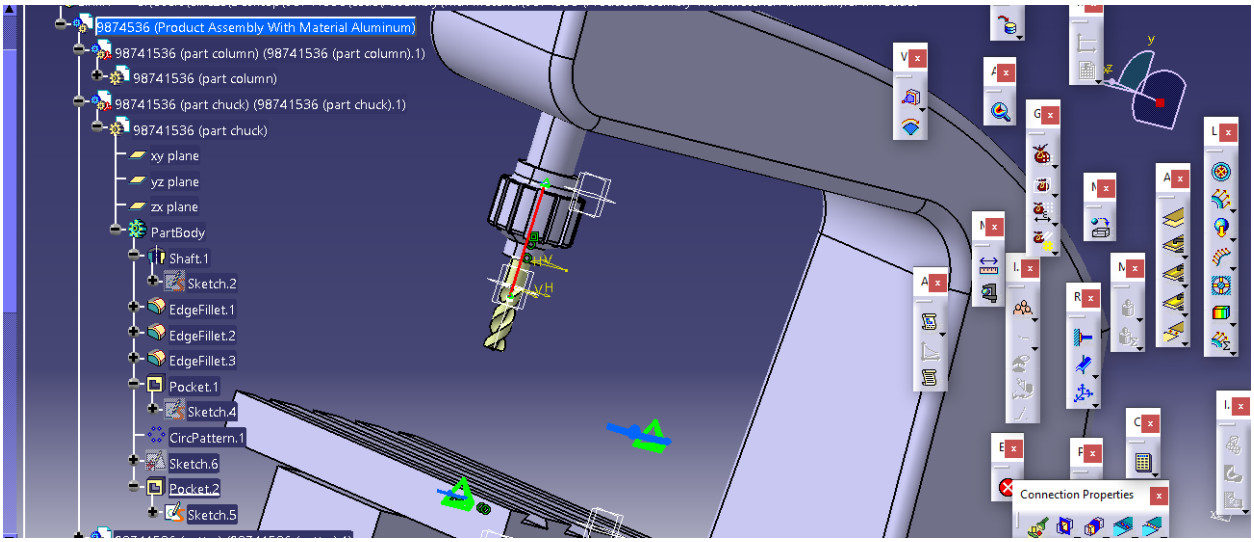
حال به سراغ انتخاب جزء Chuck یعنی برای سطر Second component به صورت زیر از نوار ابزار درختی داریم :



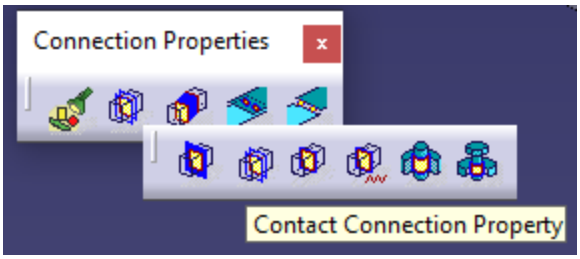
حال برای این سطر یعنی Second component بعد از انتخاب جزء باید از طریق گزینه ی انتخاب مش در جلوی سطر آن به صورت زیر عمل کنیم :



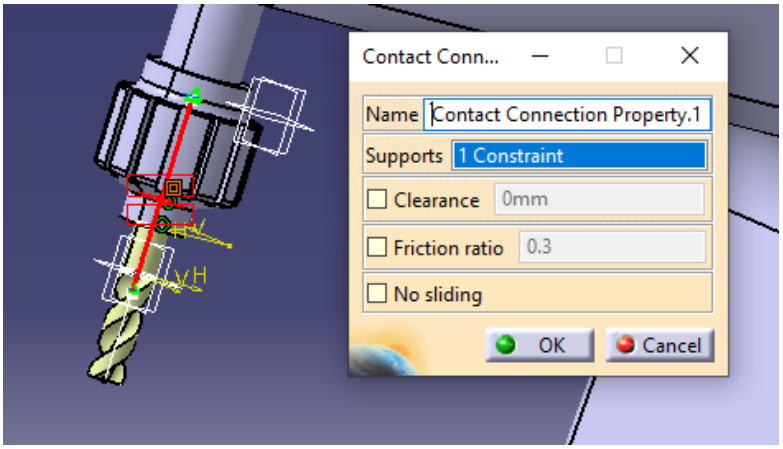
حال با okکردن پمجره ی انتخاب مش و سپس با okکردن تب قبلی داریم :



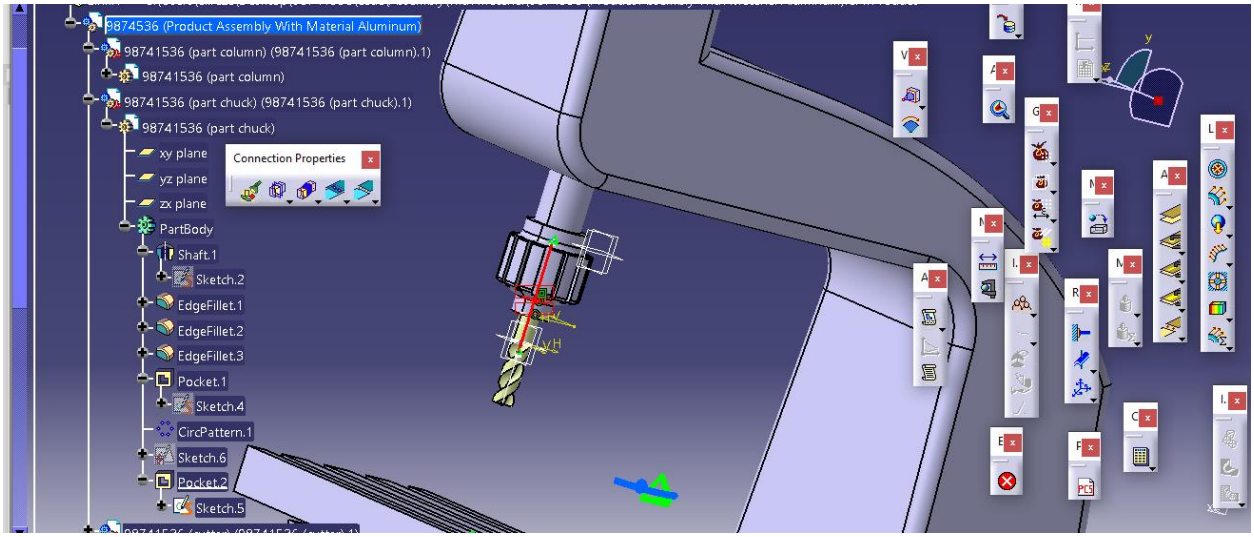
حال از طریق جعبه ابزار Connection Properties وارد دستور Contact Connection Property می شویم :



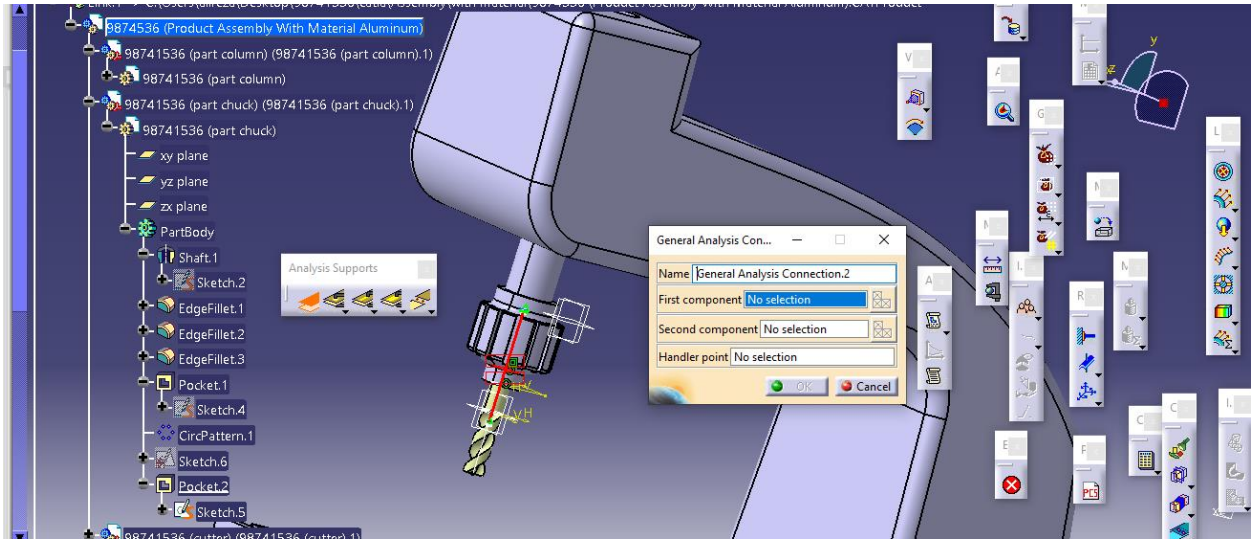
سپس داریم :



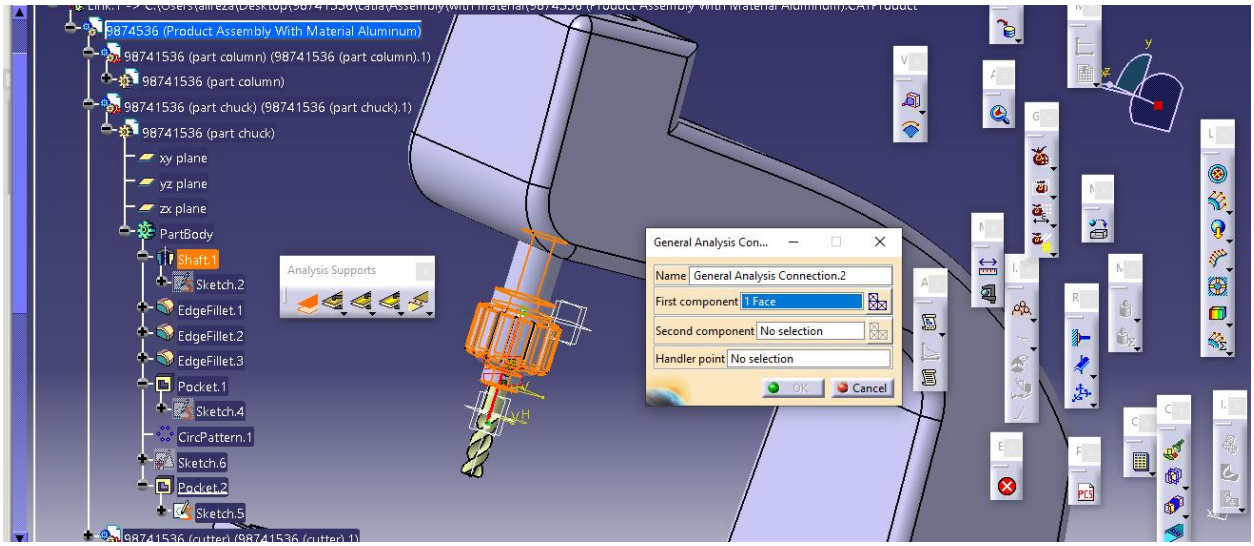
سپس داریم :



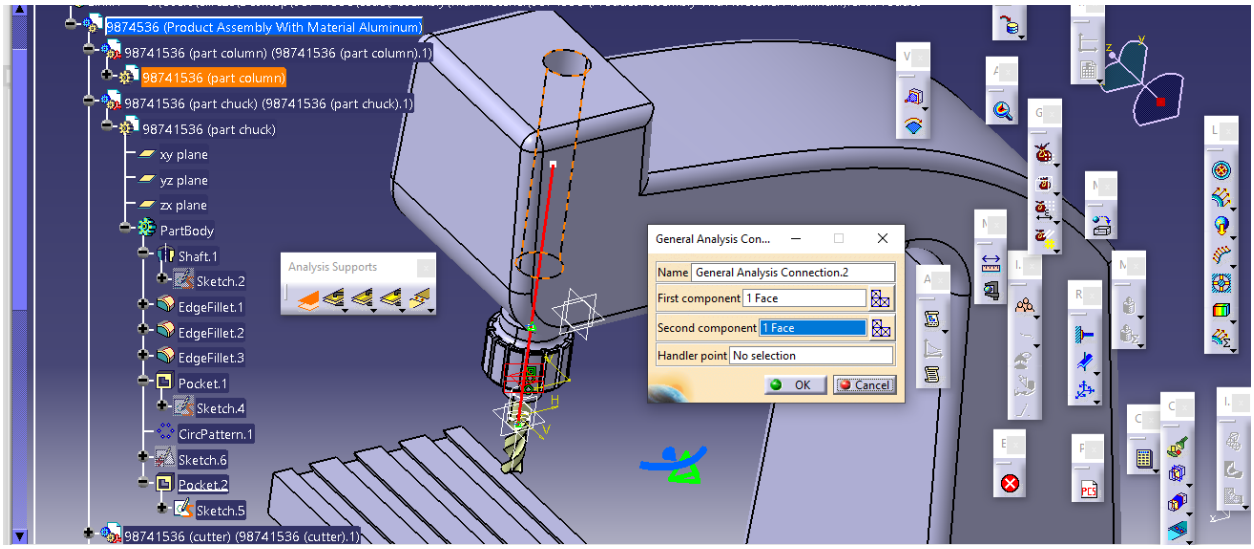
حال به سراغ تعریف تماس بین Chuck و Column می رویم یعنی داریم به صورت مشابه از دستور



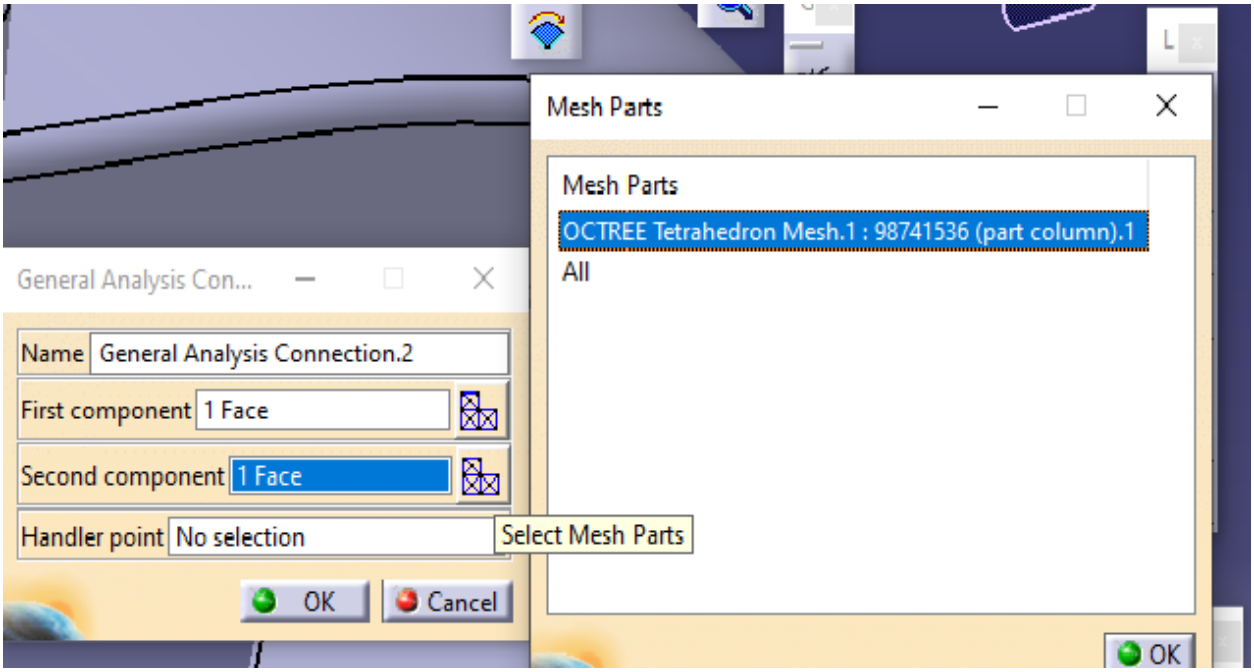
که برای First Component جزء Chuckرا به صورت زیر انتخاب کرده :



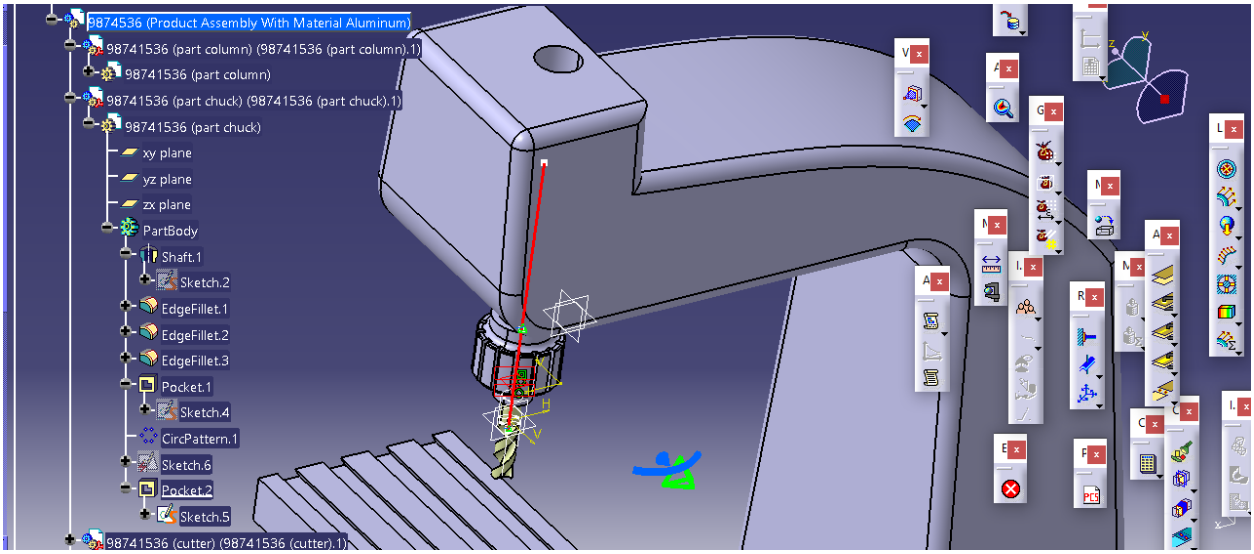
حال به سراغ سطر دوم یا Second component رفته و برای آن سطح داخلی سوراخ را به صورت زیر انتخاب می کنیم :



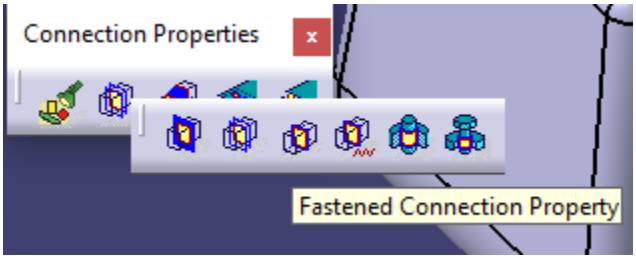
حال سپس با انتخاب مش Second component به طور مشابه داریم :



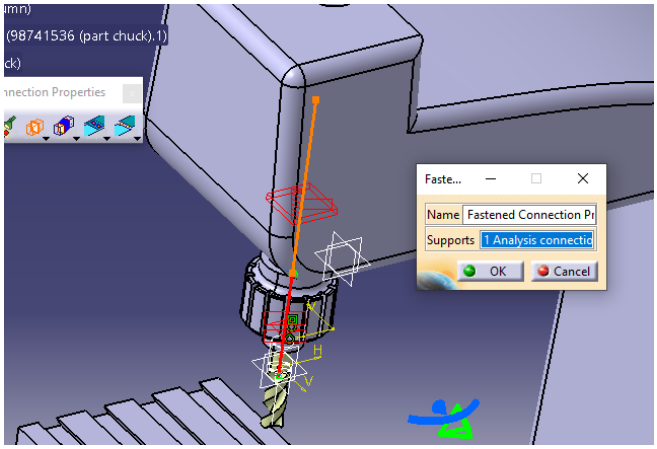
سپس داریم :



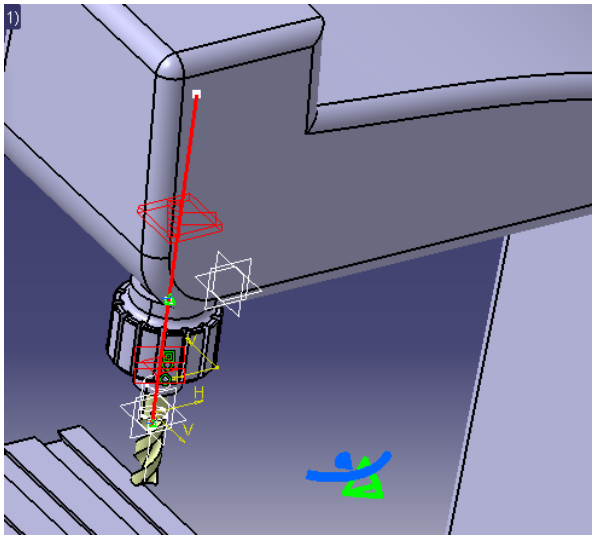
حال سپس با انتخاب دستور زیر داریم :



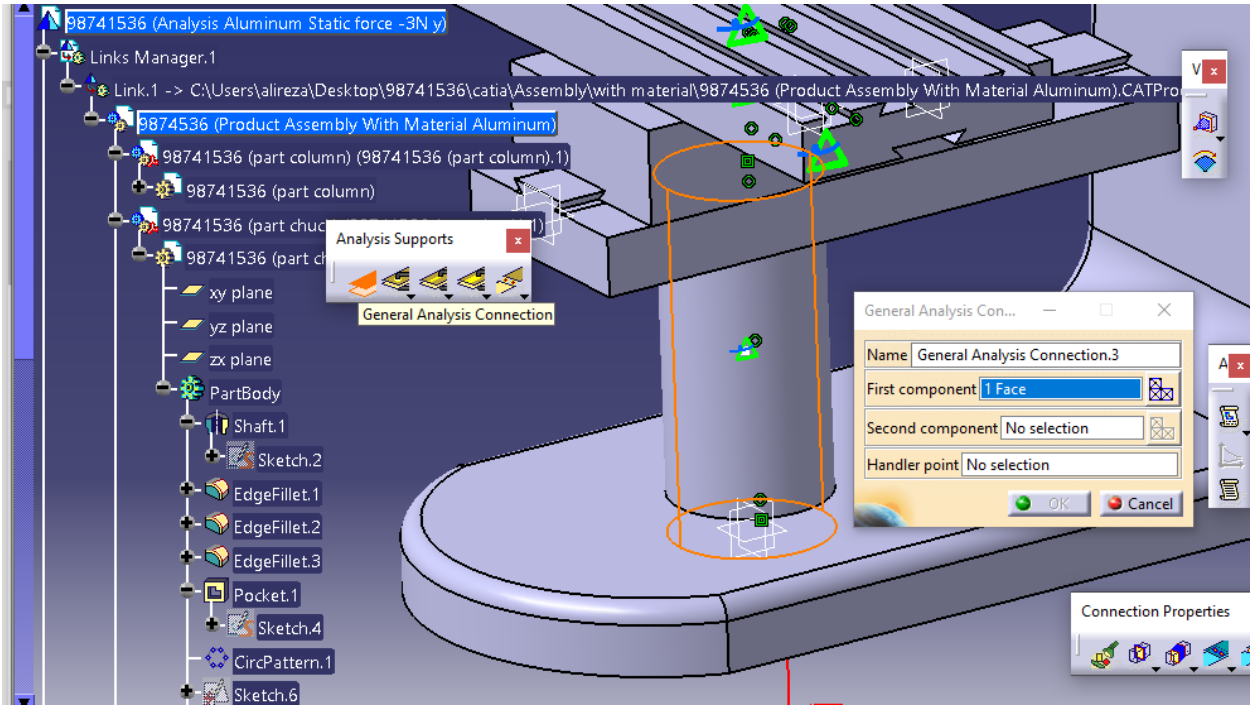
سپس :



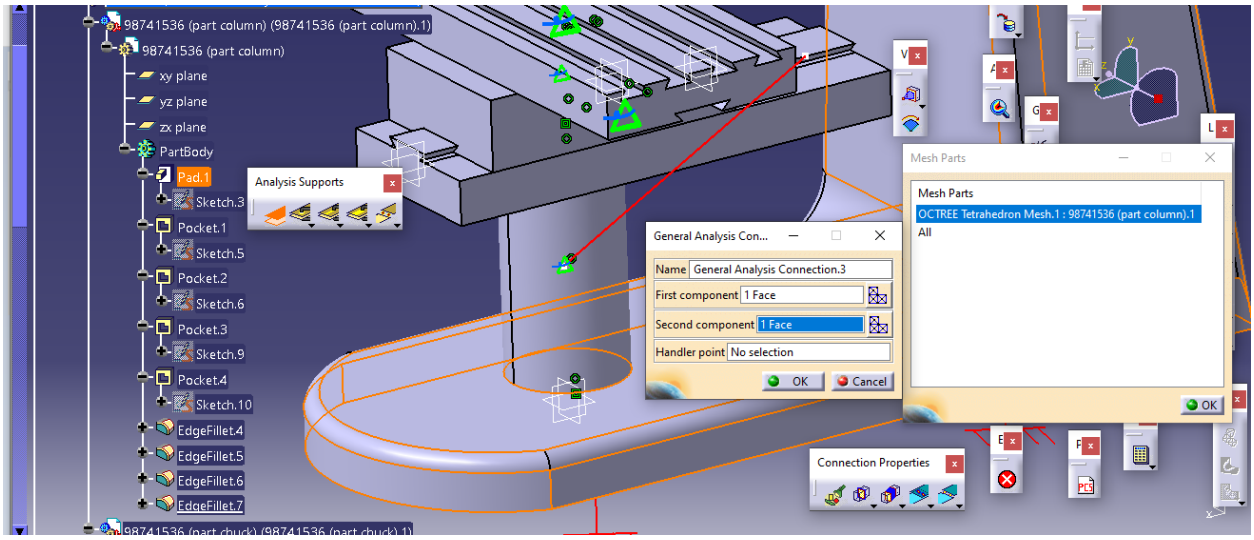
سپس با okکردن داریم :



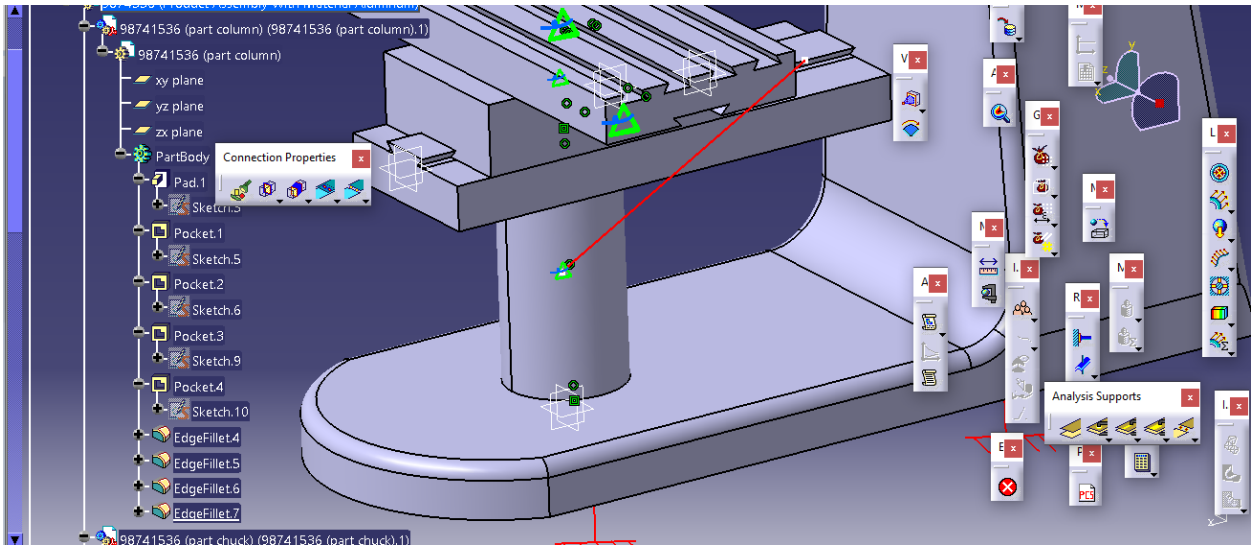
سپس به سراغ تعریف تماس بین Column و knee steady می رویم که در ابتدا از دستور General Analysis Connection داریم ، لذا First second را انتخاب می کنیم :



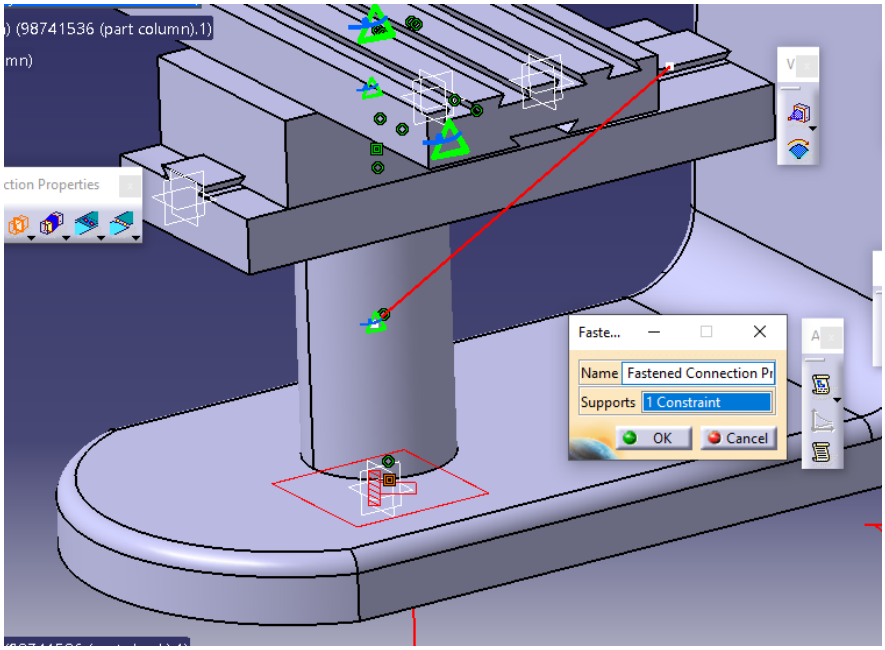
سپس برای second component داریم و سپس مش آن را هم انتخاب کرده :



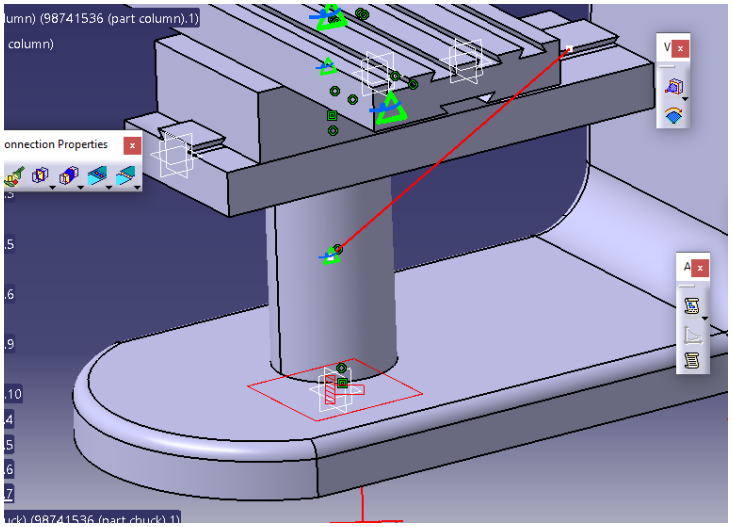
حال داریم :



سپس به سراغ دستور Fastend connection property می رویم :

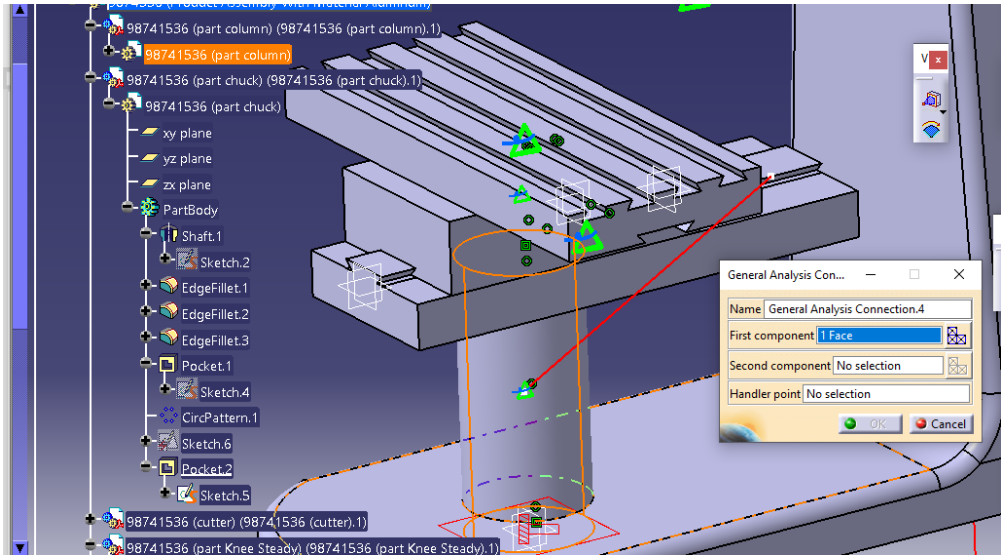


سپس داریم :

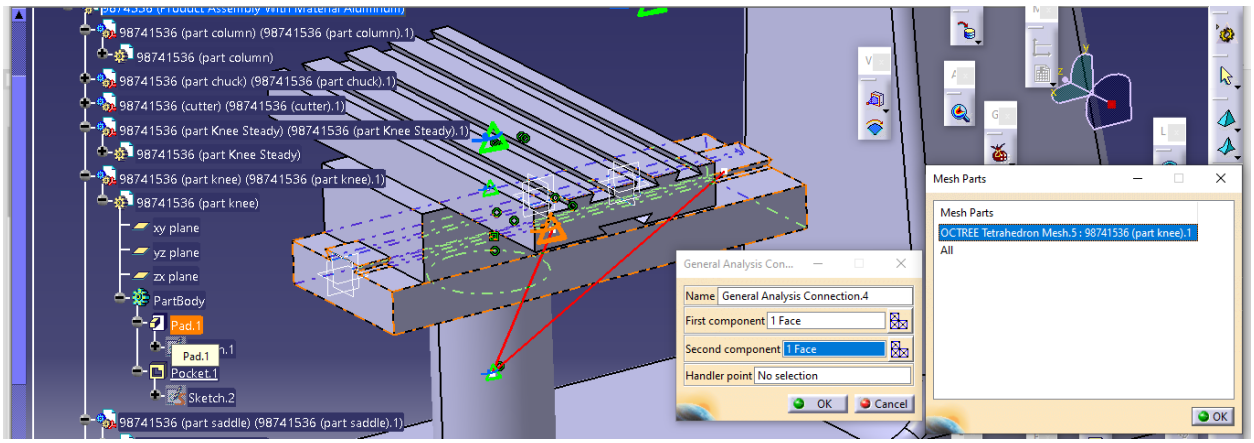


حال به طور مشابه برای تماس knee steady با saddle از دستور general analysis connection

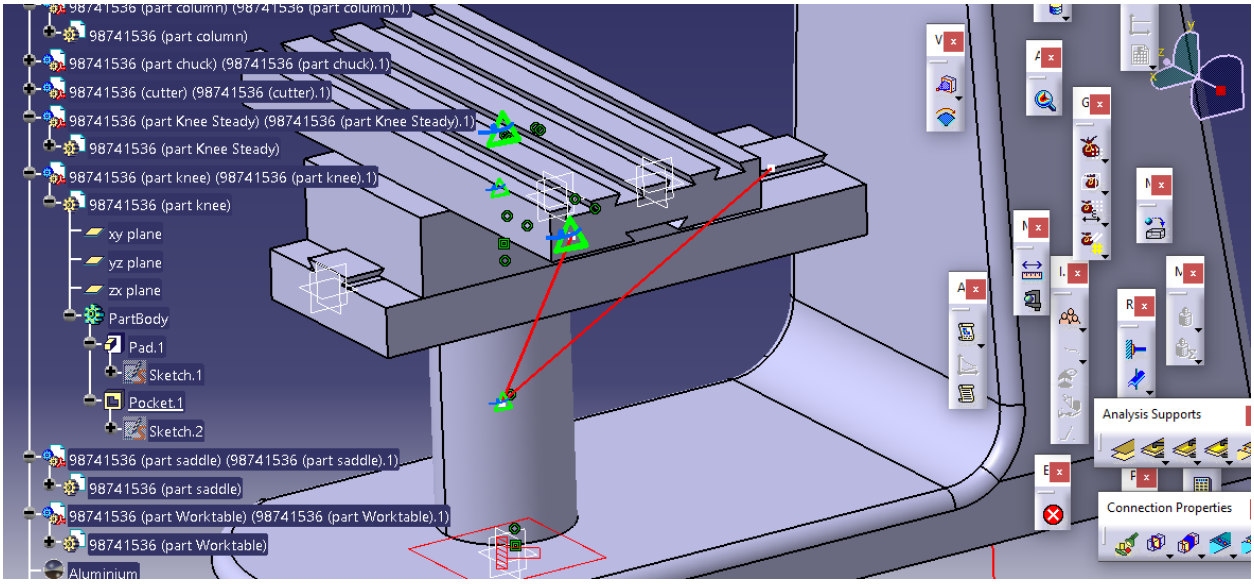
برای first copmpnent ، knee steady را انتخاب می کنیم یعنی داریم :



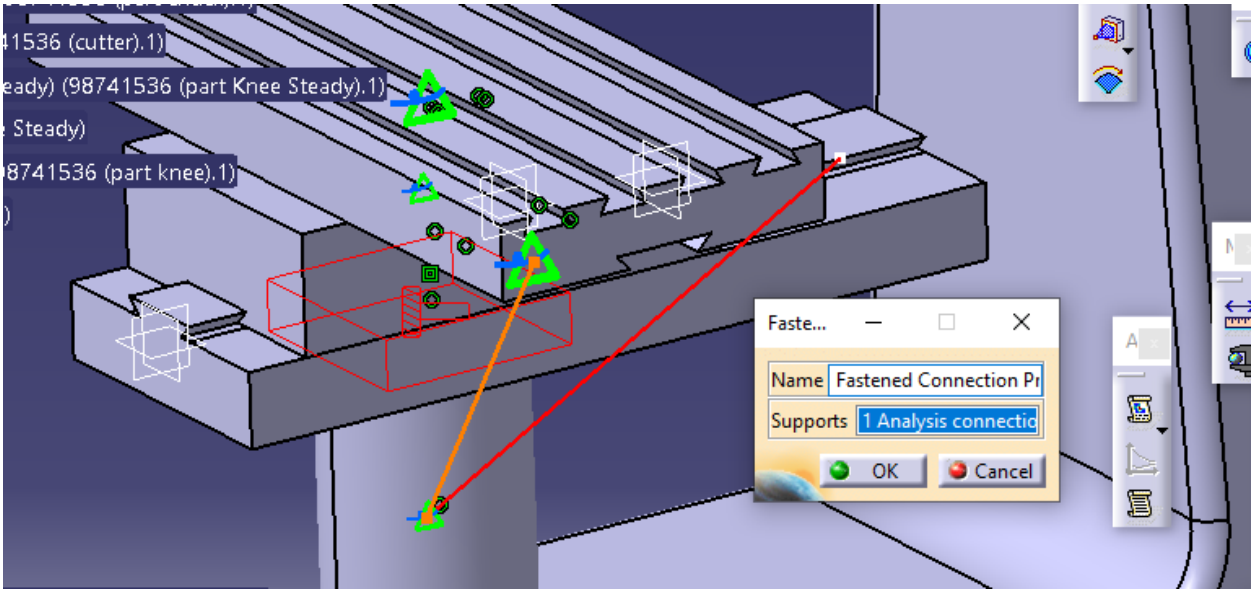
سپس با انتخاب knee به عنوان دومی داریم و انتخاب مش آن داریم :



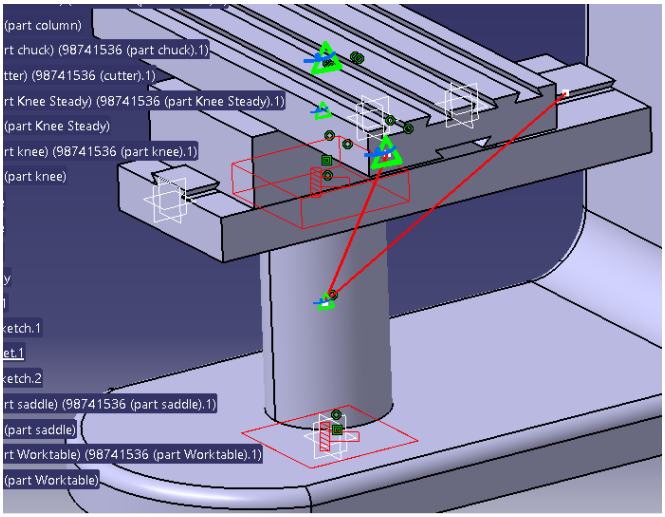
سپس داریم :



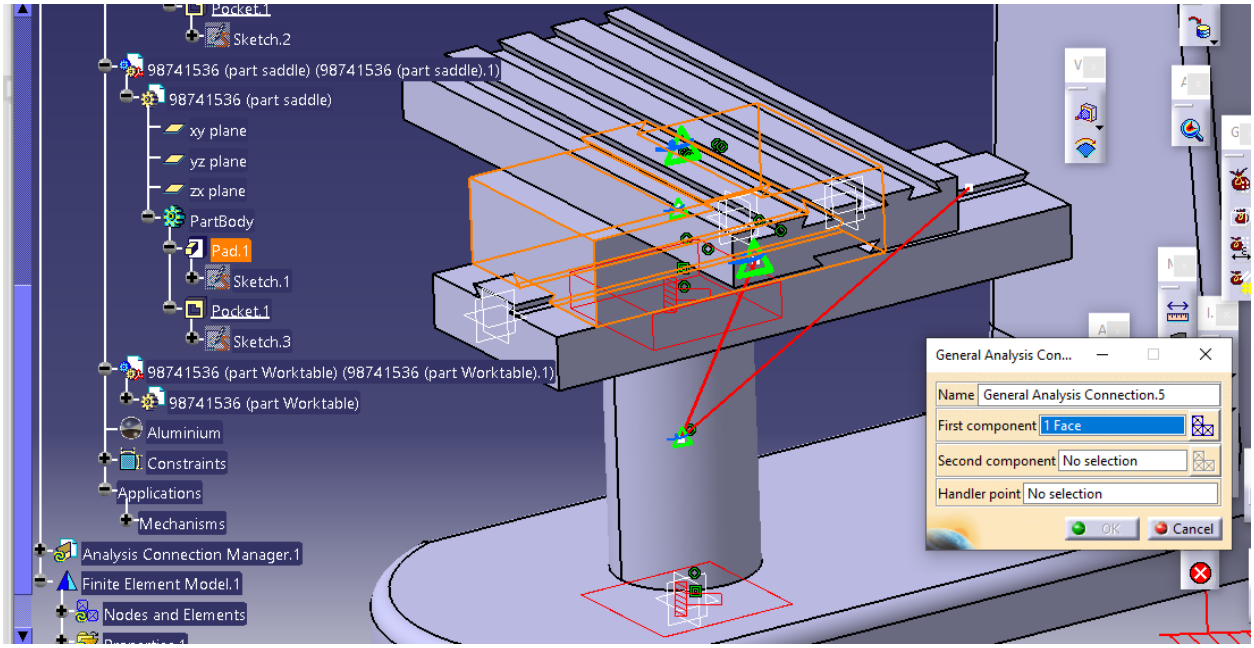
حال fastend connectionرا به صورت زیر تعریف می کنیم :



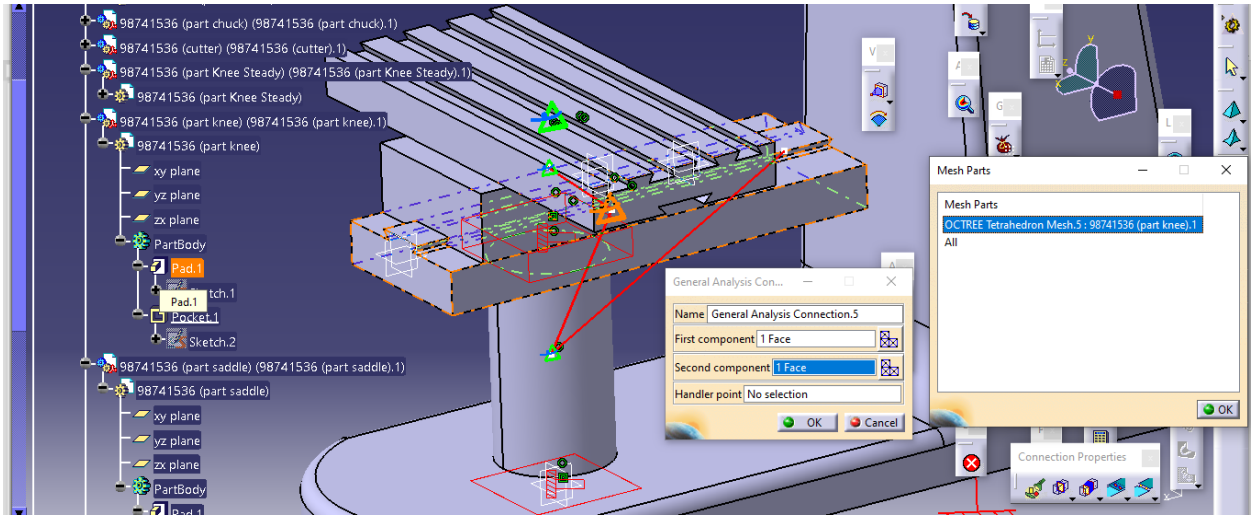
حال داریم :



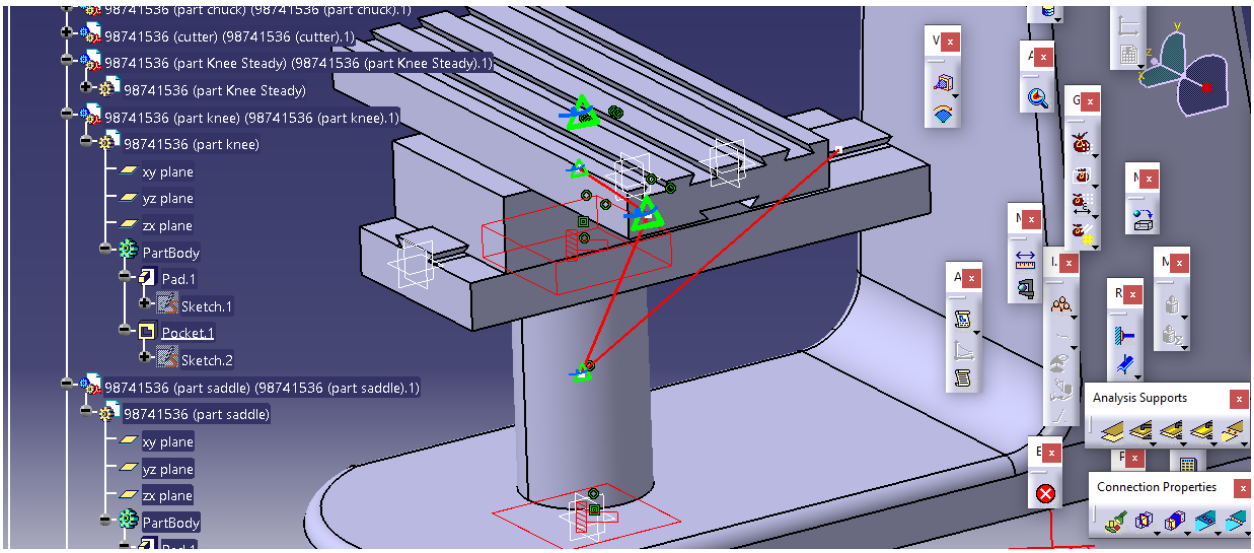
حال به سراغ تعریف تماس بین knee با saddle می رویم یعنی از general analysis connection داریم :



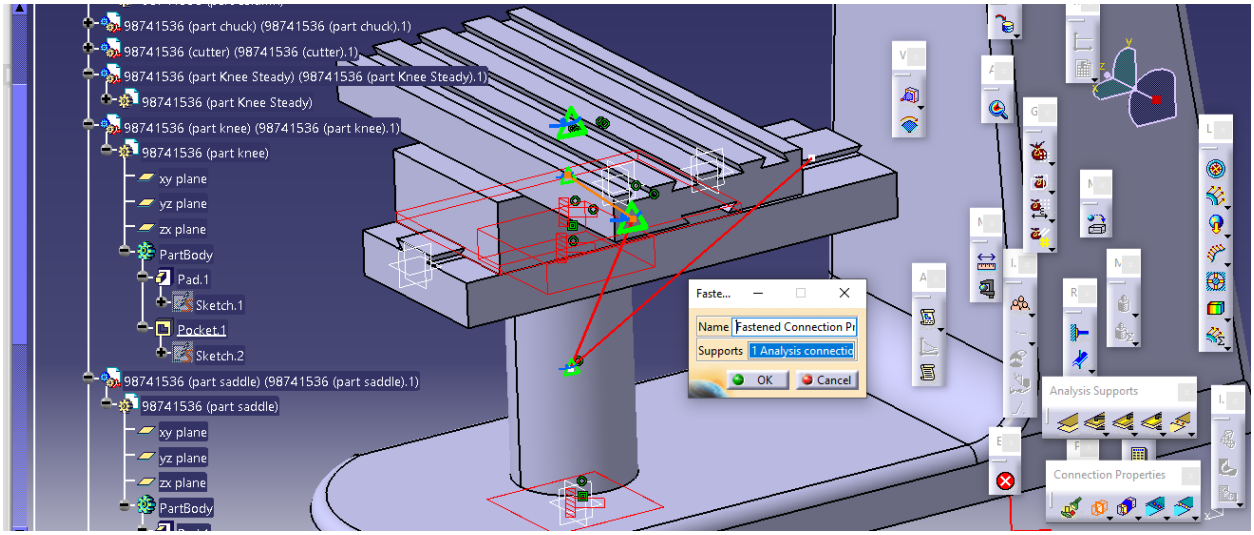
حال سپس به سراغ second component می رویم و از نوار ابزار آن را انتخاب و مش آن را نیز تعریف می کنیم :



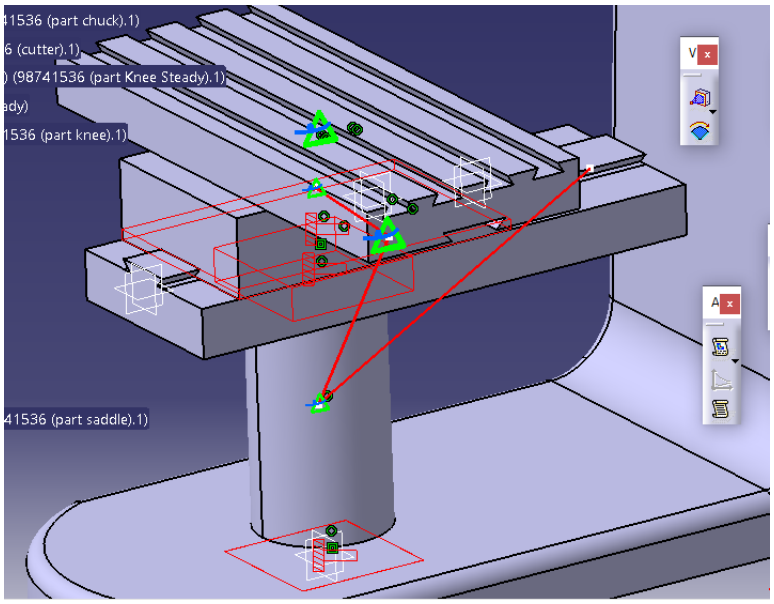
سپس داریم :



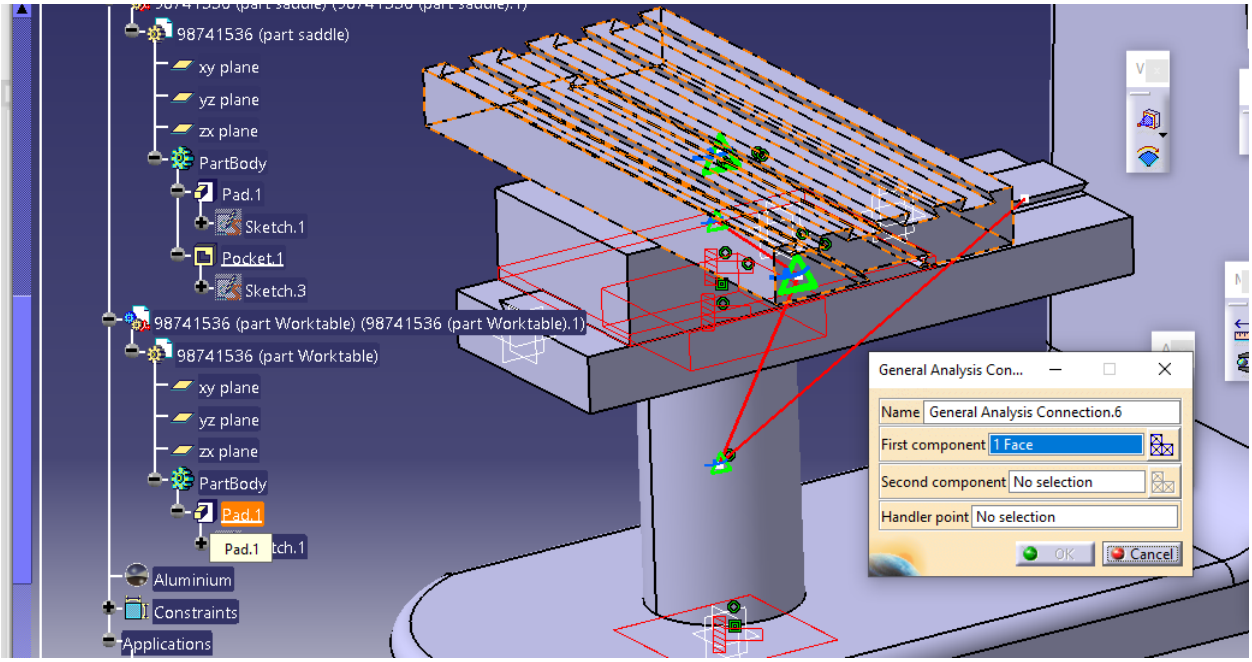
سپس از دستور fastend connection داریم :



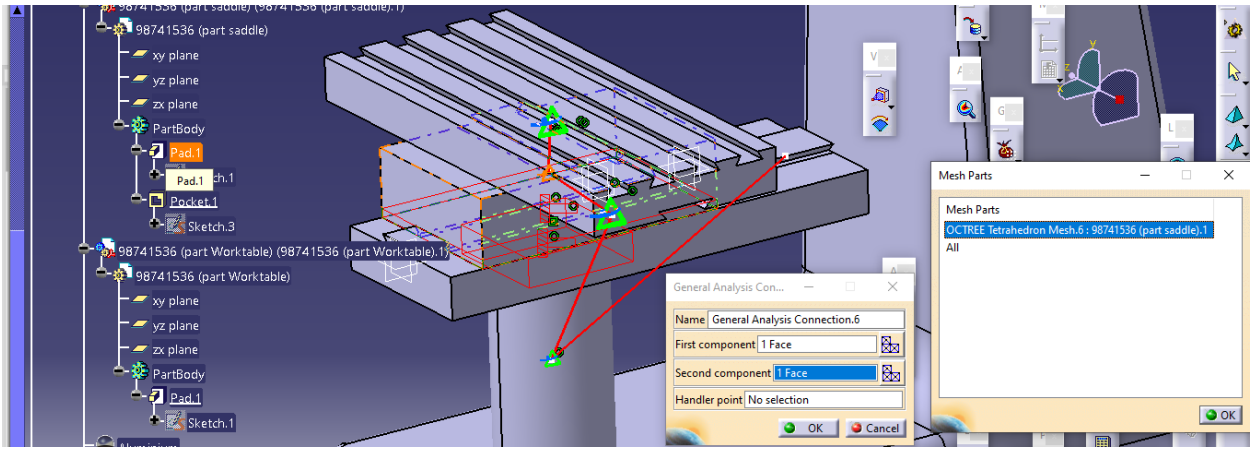
سپس داریم :



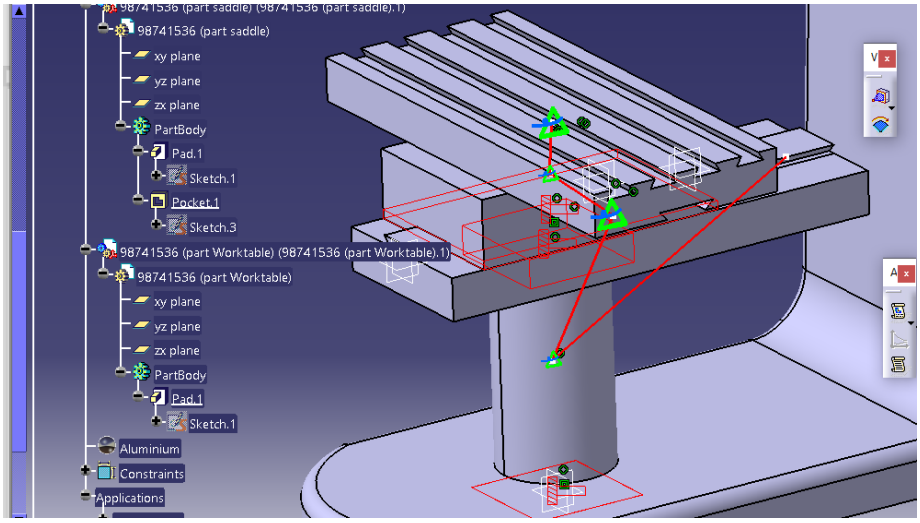
حال به سراغ تعریف تماس بین saddle و worktable می رویم یعنی از دستور general analysis connection داریم با انتخاب worktableبه عنوان first component داریم :



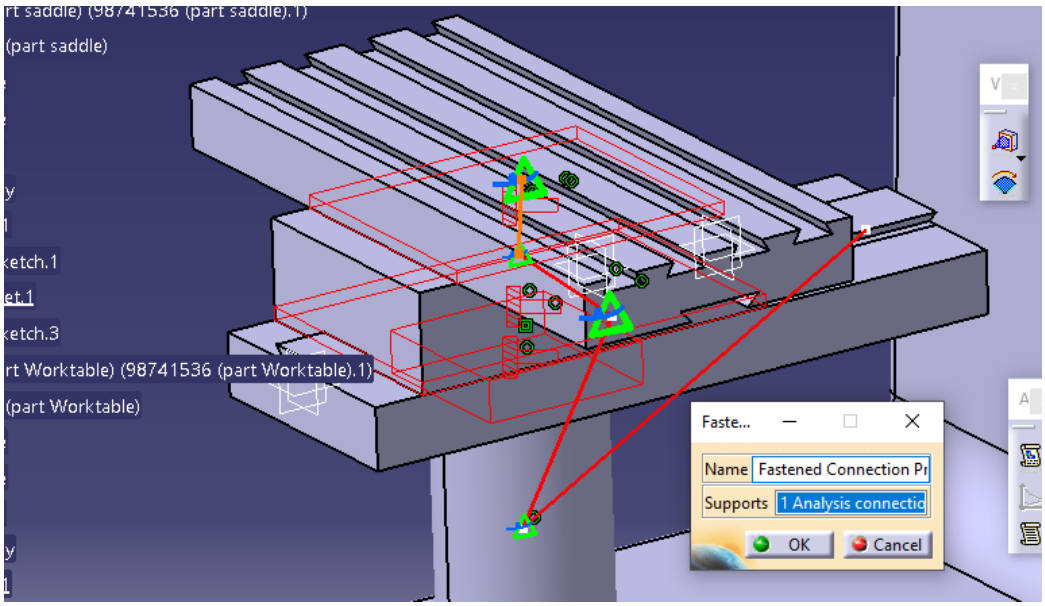
سپس با انتخاب saddleبه عنوان second component و انتخاب مش آن داریم :



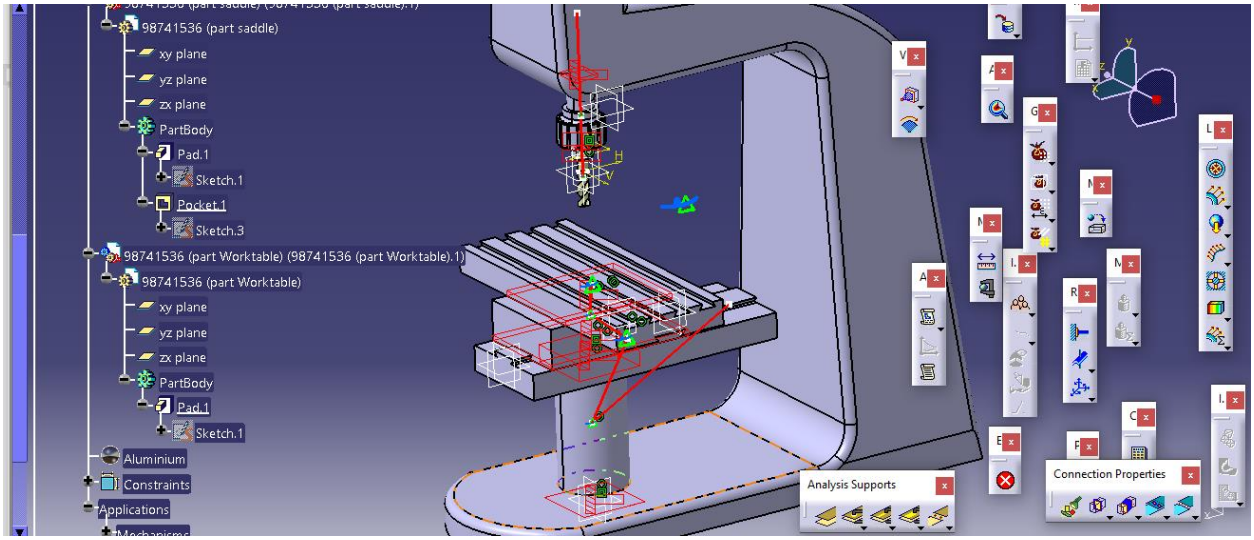
سپس داریم :



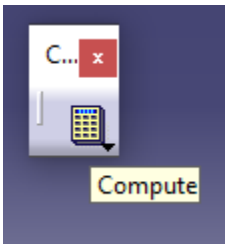
حال از fastend connection داریم :



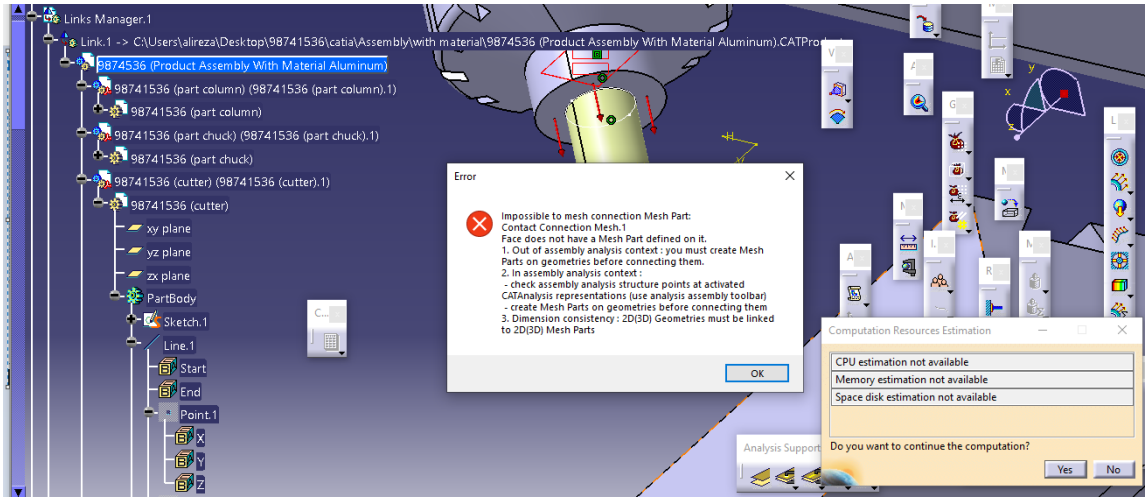
حال با اکی کردم آن در کل داریم :



حال از دستور compute یعنی :

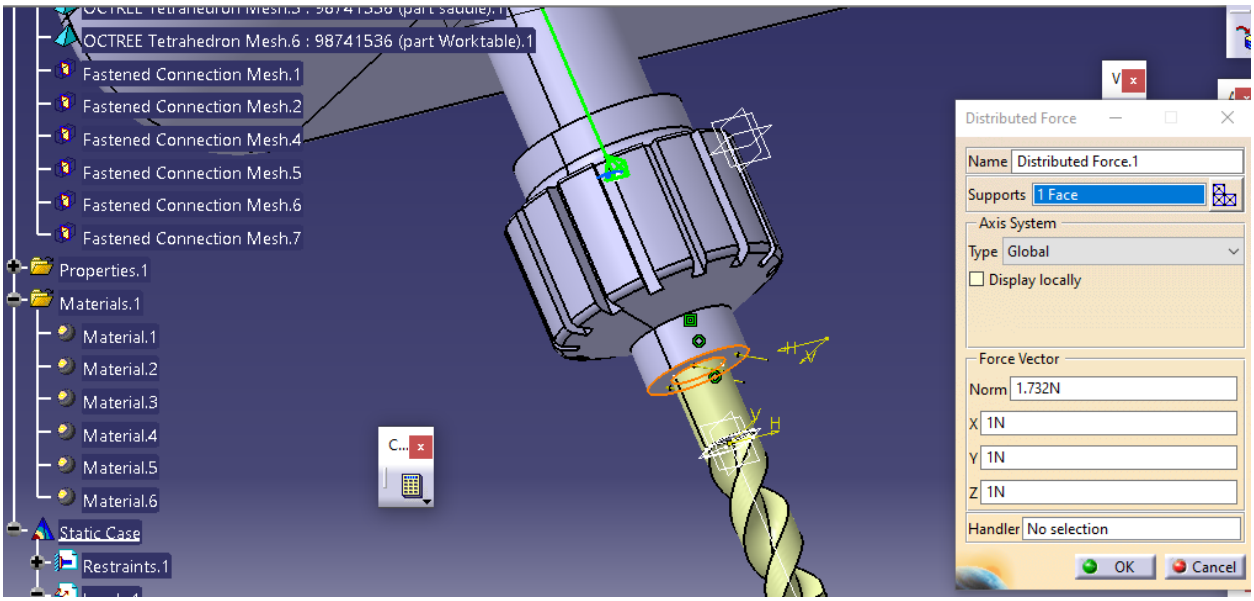


حال سپس به ارور زیر بر می خوریم که داریم :

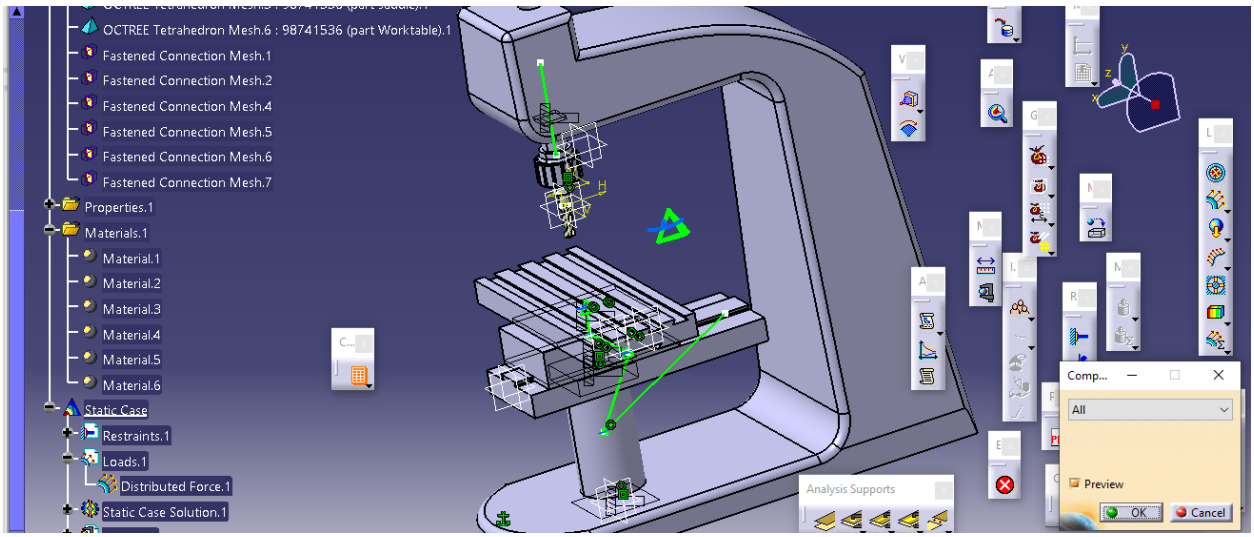


لذا به ناچار چون نمی توان Cutter یا مته را مش زد به ناچار کل آن را حذف و نیرو را به سر chuck اعمال می کنیم یعنی مش و تعریف تماس را که برای Cutter و تماس Cutter با Chuck داشتیم را از نوار ابزار درختی حذف کردیم ، حال یعنی در شبیه سازی فقط اجزای که مش می خورند را نشان می دهد و یعنی

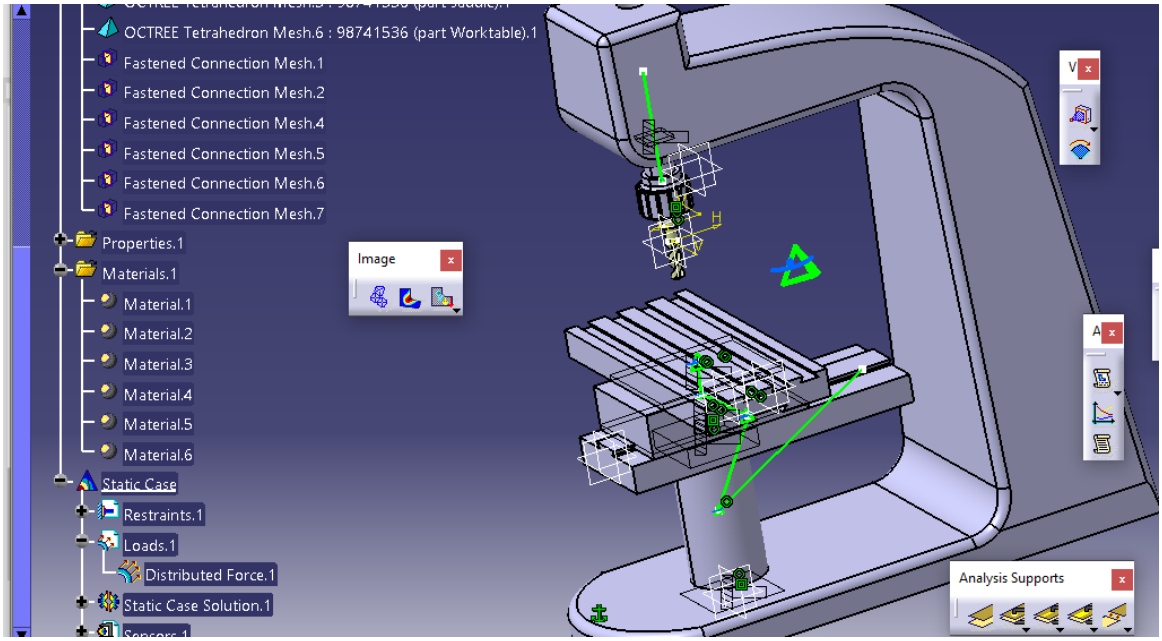
Cutter را کلا نشان نمی دهد یعنی محل اعمال بارگذاری را بر روی صفحه ی تحتانی Chuck قرار می دهیم یعنی داریم :



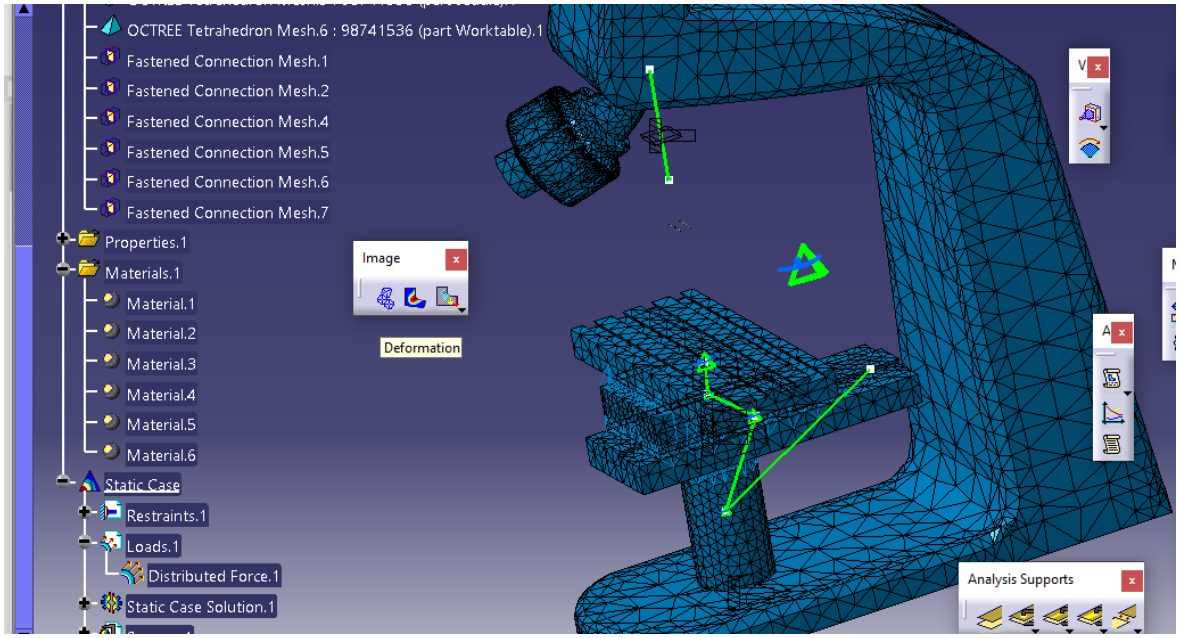
حال با اعمال تغییرات ذکر شده در سطر های قبل ، سپس با انتخاب گزینه ی Compute به محیط شبیه سازی می رویم :



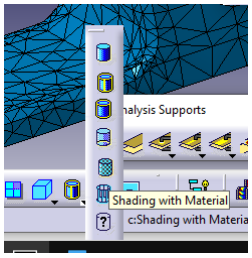
حال با انتخاب ok داریم :



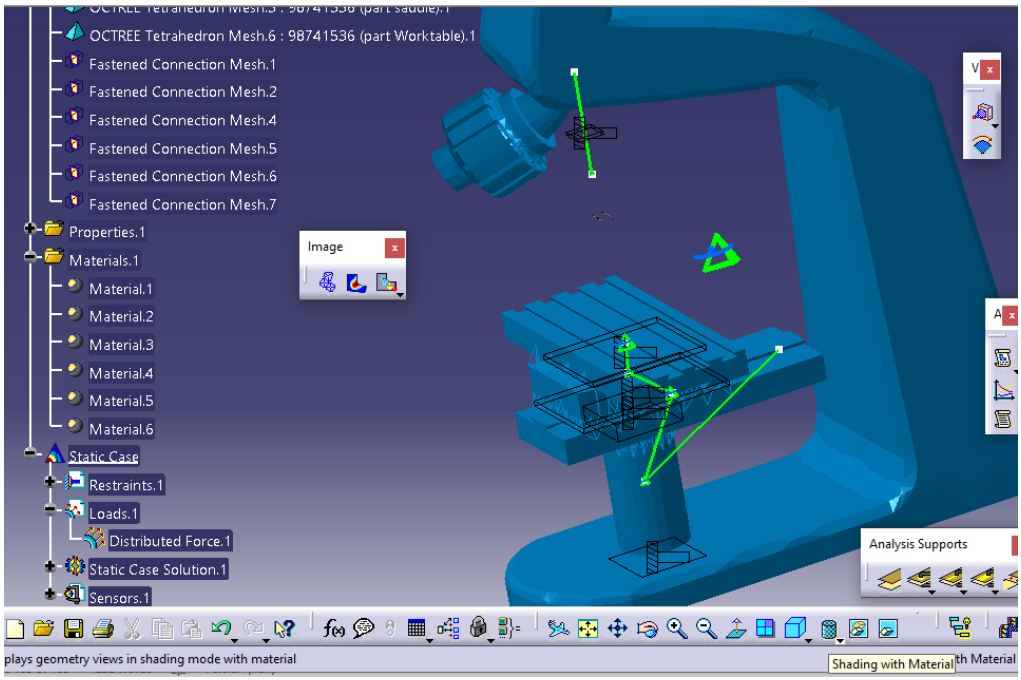
حال در جعبه ابزار Image ما با انتخاب دستور Deformation می توانیم به شبیه سازی برویم :



حال می توان از Shading With Material تغیرات را مشاهده کرد :



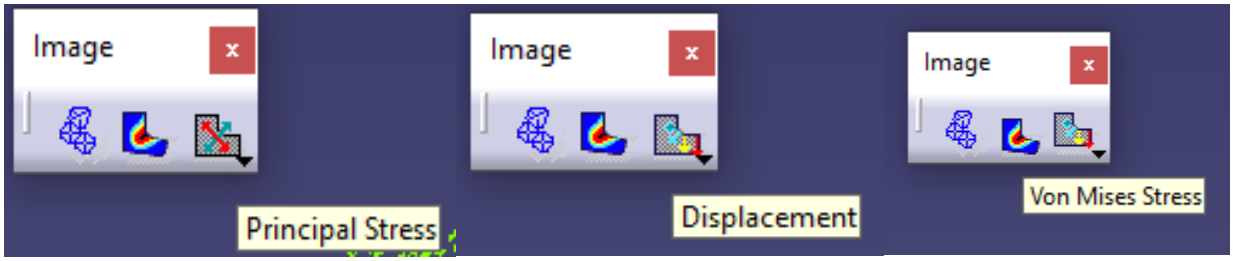
سپس :



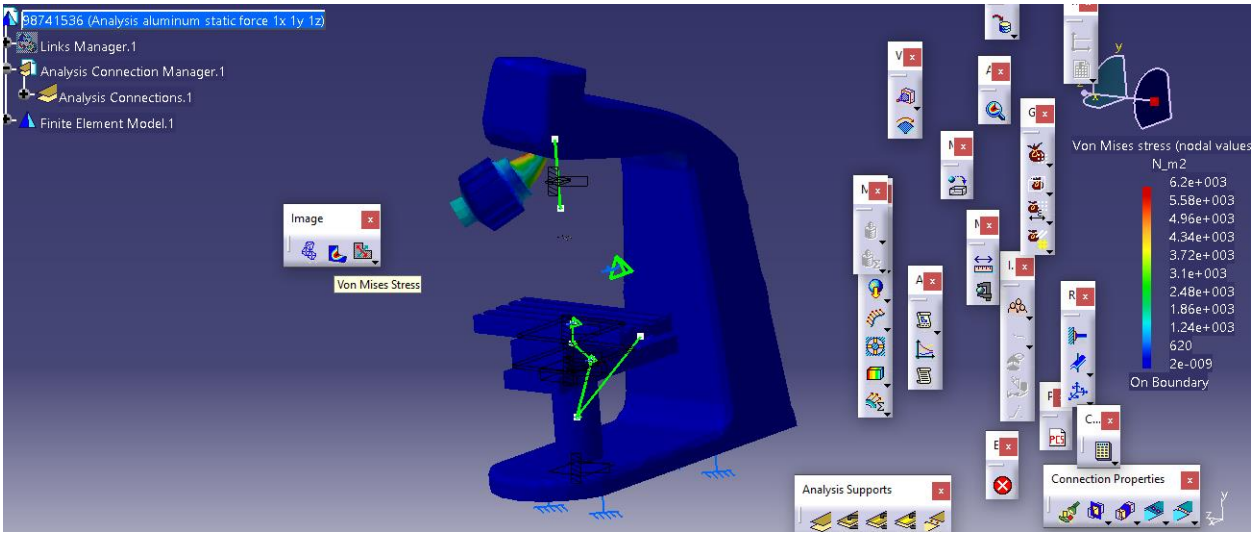
حال با توجه به اتمام شبیه سازی به سراغ استخراج نتایج می رویم .

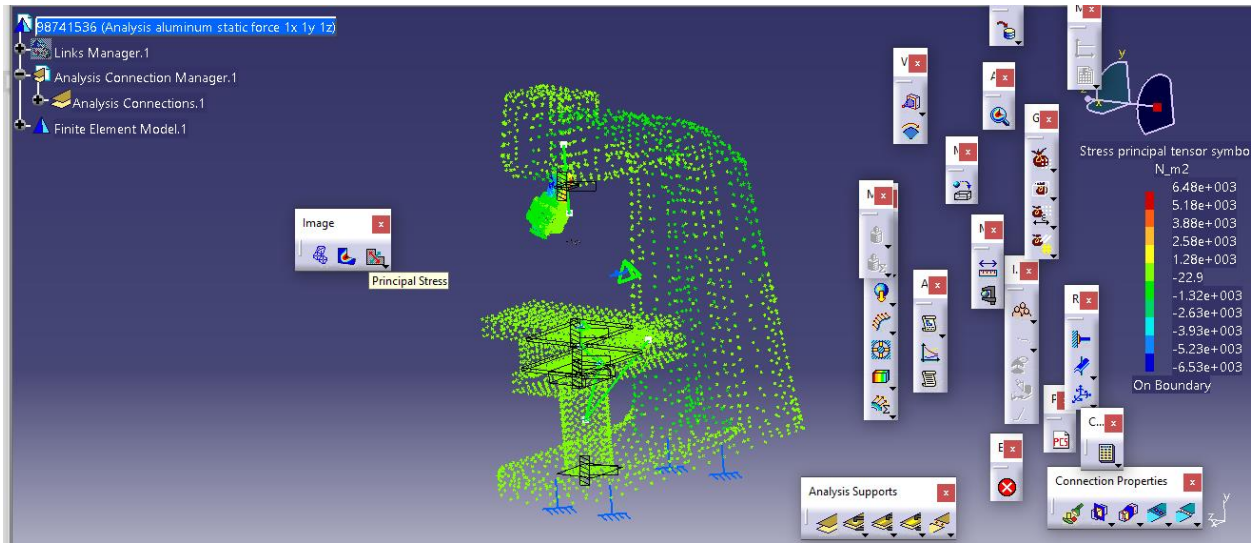
استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

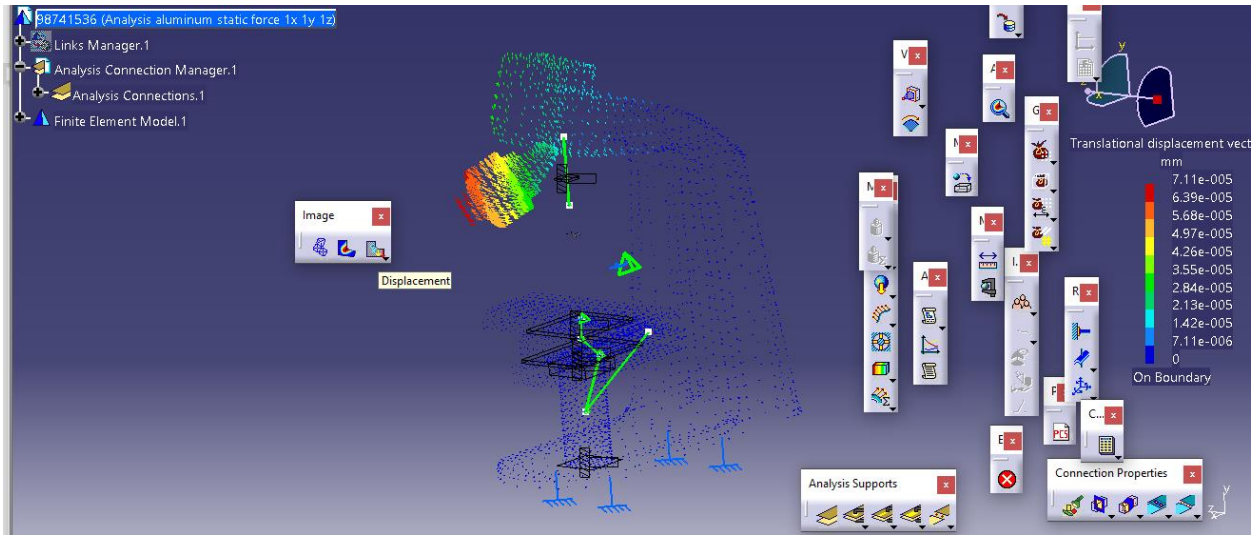
حال با توجه به انتخاب نوع خروجی مورد استفاده ی ما ، می توان انحراف یا Displacement ، تنش اصلی یا Principl Stress و تنش ون میزز یا Von Mises Stress را انتخاب کرد :



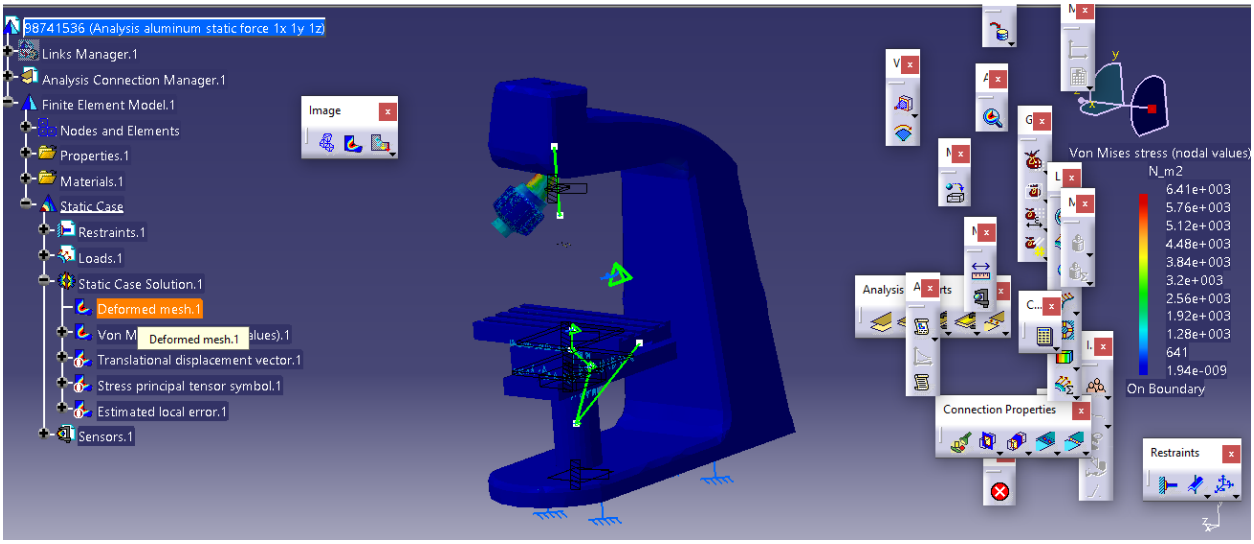
حال خروجی ها به شرح زیر است :



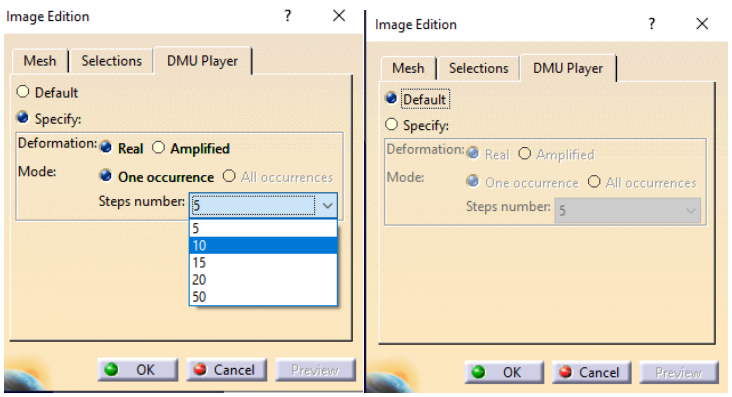




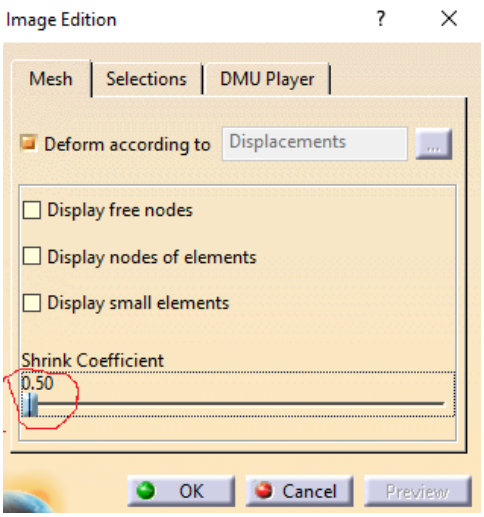
حال از طریق مسیر زیر مدهای فرکانس طبیعی را استخراج می کنیم :



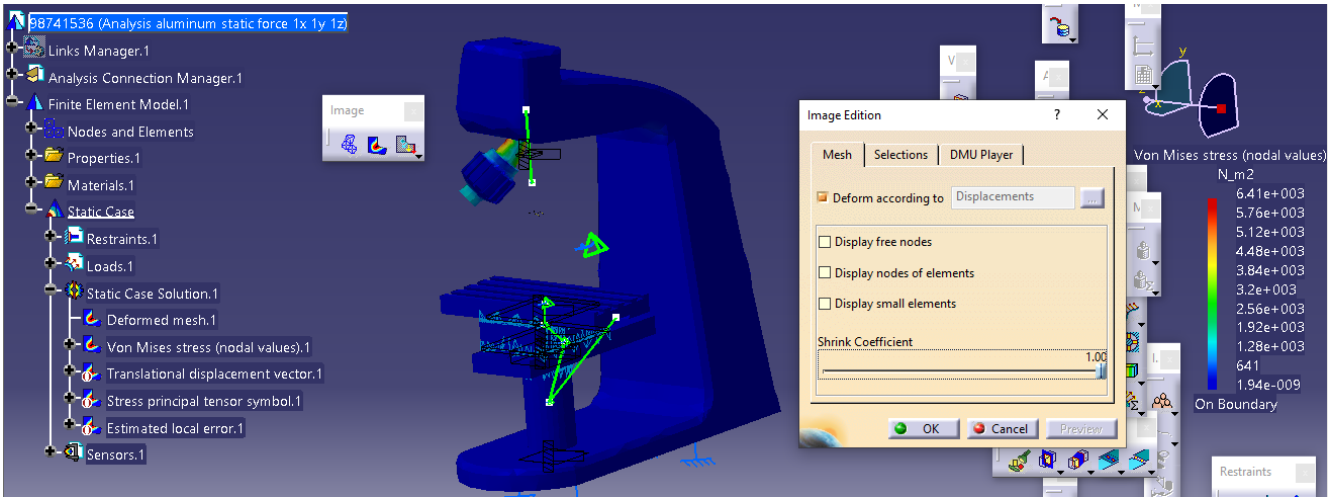
سپس از تب Image Edition با انتخاب specify ، mode یا مد تعداد مد های فرکانس طبیعی را ۱۰ وارد می کنیم :



حال با بازگشت به سربرگ mesh می توان با حرکت دادن لغزنده ، ۱۰ مد فرکانس طبیعی را مشاهده کرد که شامل (۱.۰۰ – ۰.۹۵ – ۰.۹ – ۰.۸۵ – ۰.۸ – ۰.۷۵ – ۰.۷ – ۰.۶۵ – ۰.۶ – ۰.۵۵ – ۰.۵) می باشد :



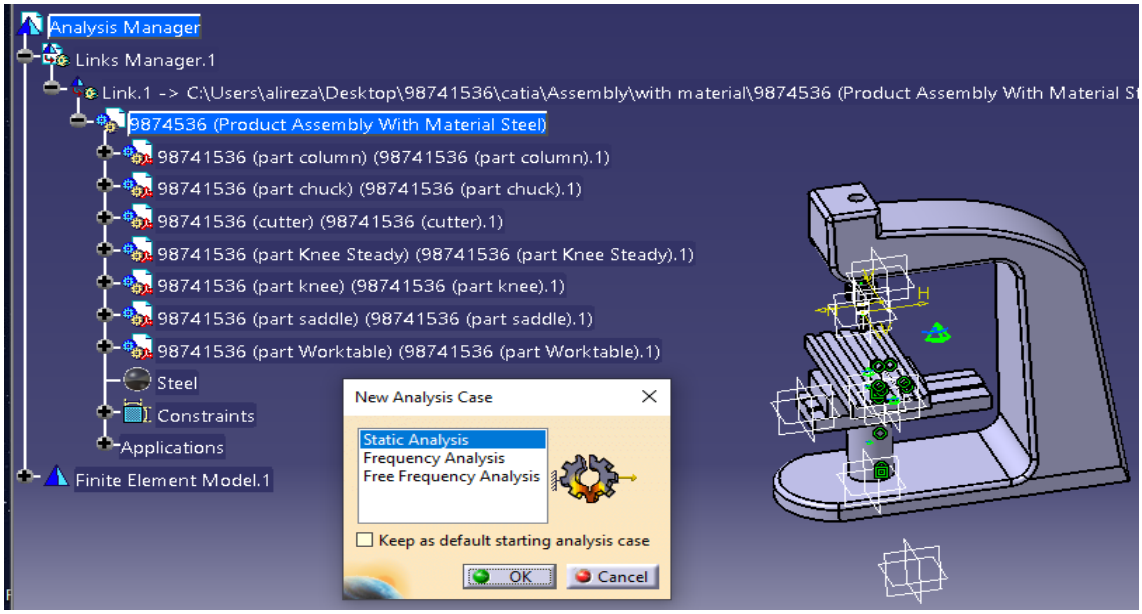
حال ما آخرین فرکانس طبیعی ۱.۰۰ را در نظر می گیریم :



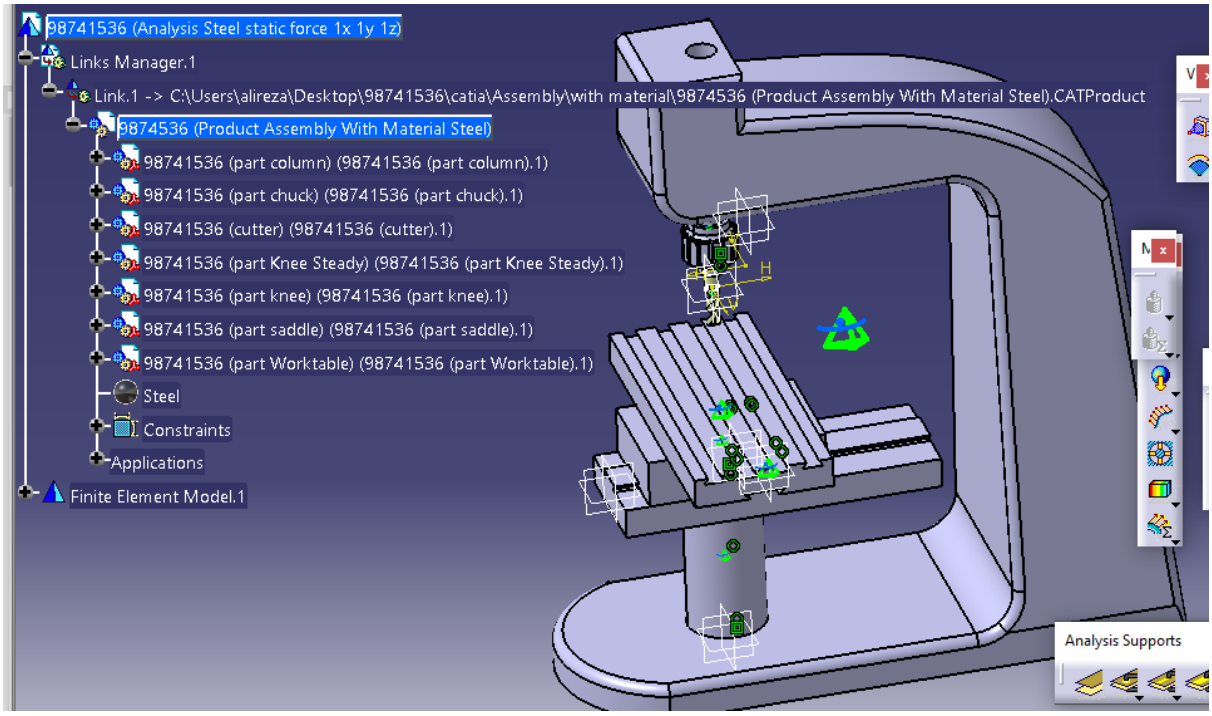
اتمام شبیه سازی این قسمت .

-جنس فولاد یا Steel

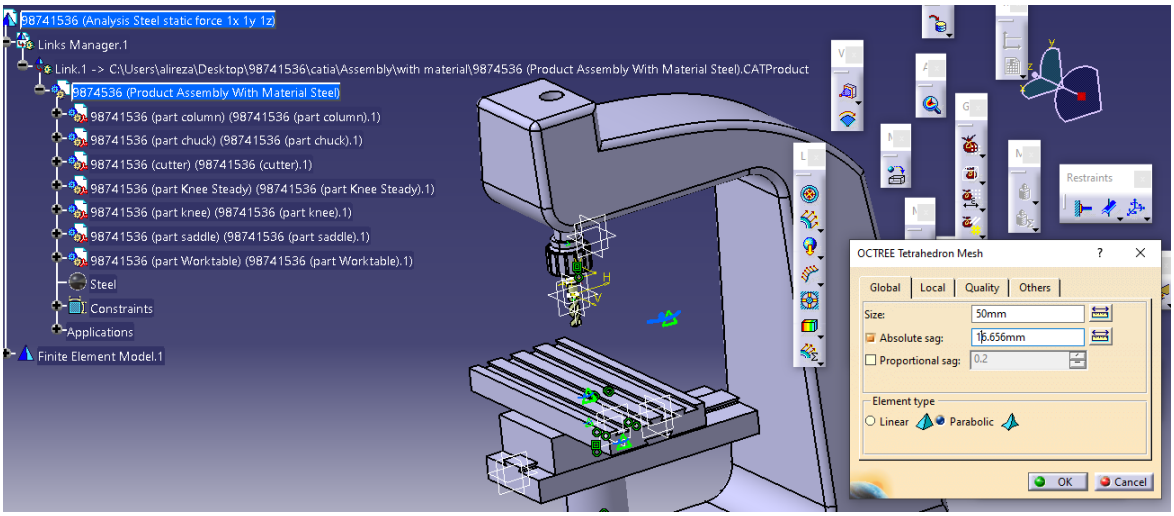
در ابتدا با ورود به محیط شبیه سازی داریم :



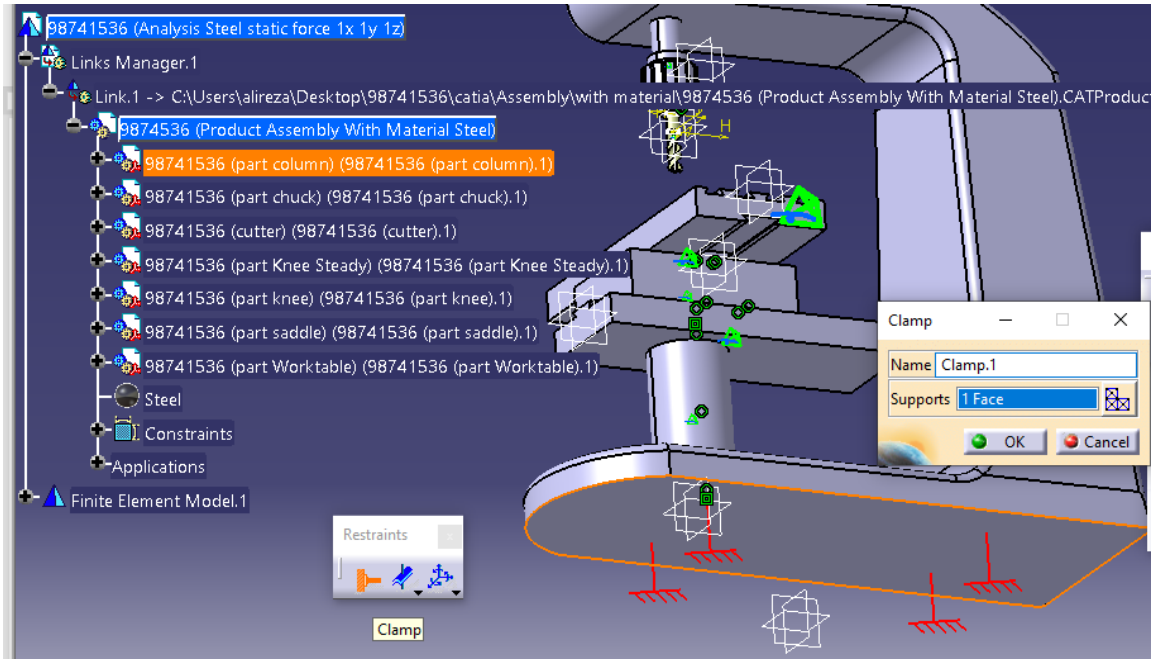
سپس با okکردن و تغییر نام فایل داریم :



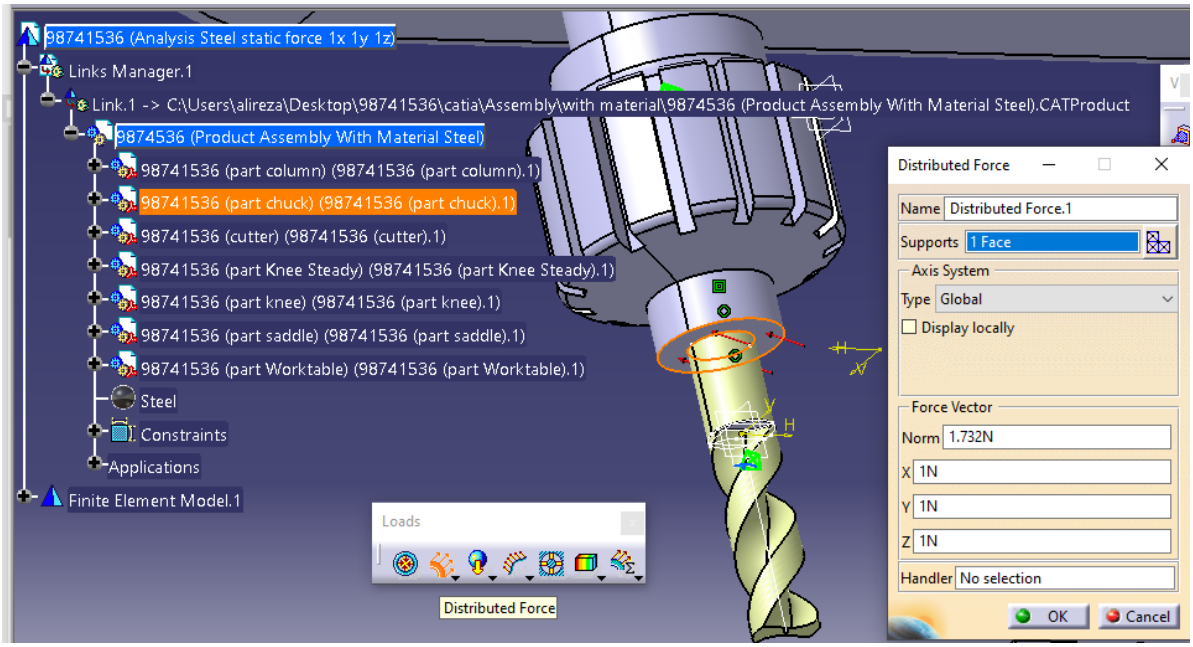
حال مش را تغییر می دهیم :



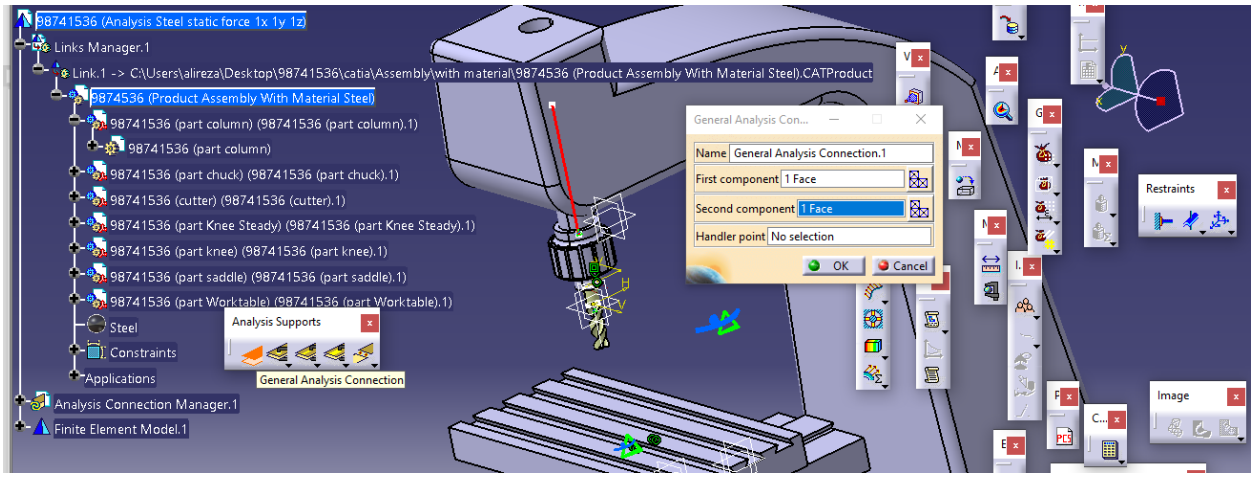
سپس به طور مشابه با جنس آلومینیم از مسیر مشابه ی شبیه سازی انجام می شود ، یعنی اعمال شرایط تکیه گاهی به صورت زیر انجام می شود :



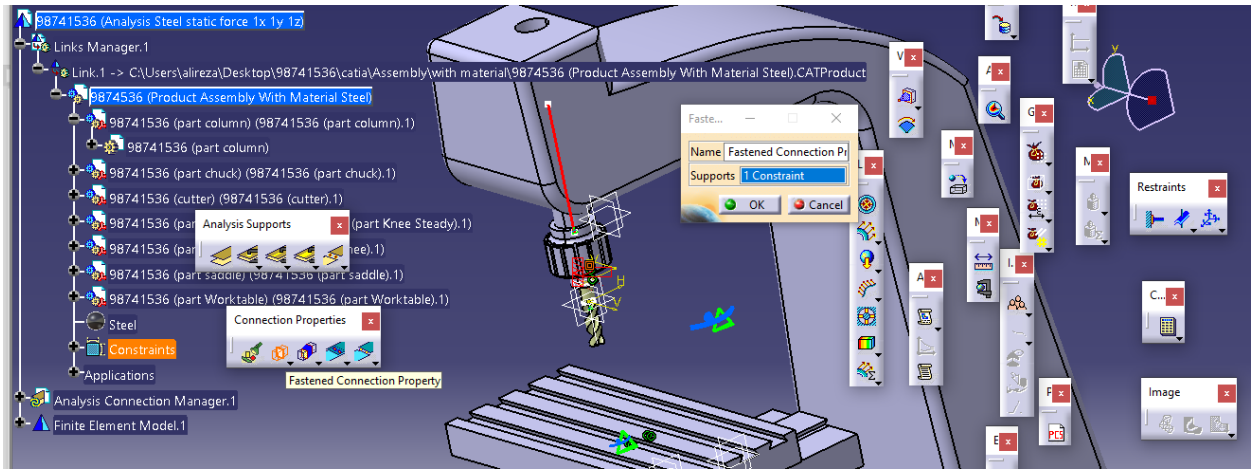
سپس اعمال بارگذاری به صورت زیر اعمال می شود :



سپس به سراغ تعریف شرایط تماس بین هر دو اجزا می رویم که با توجه به مش نخوردن مته یا cutter آن را مش نمی زنیم یعنی در ابتدا شرایط تماس chuck و column را به صورت زیر اعمال می کنیم :

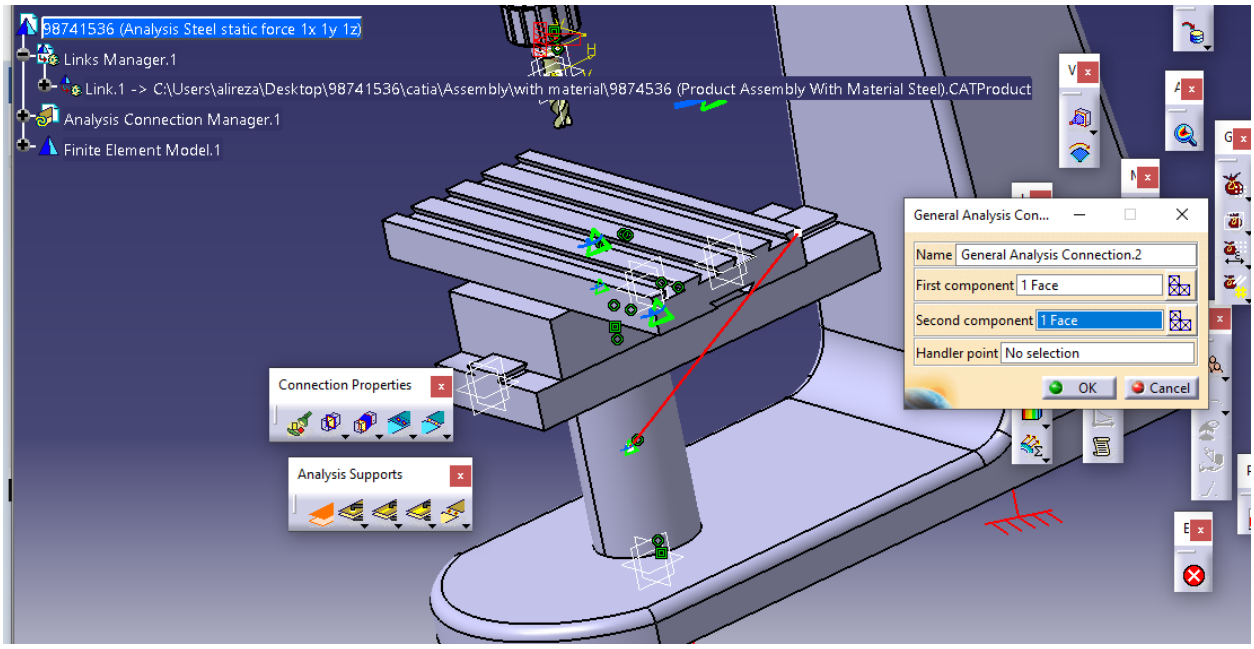


سپس :

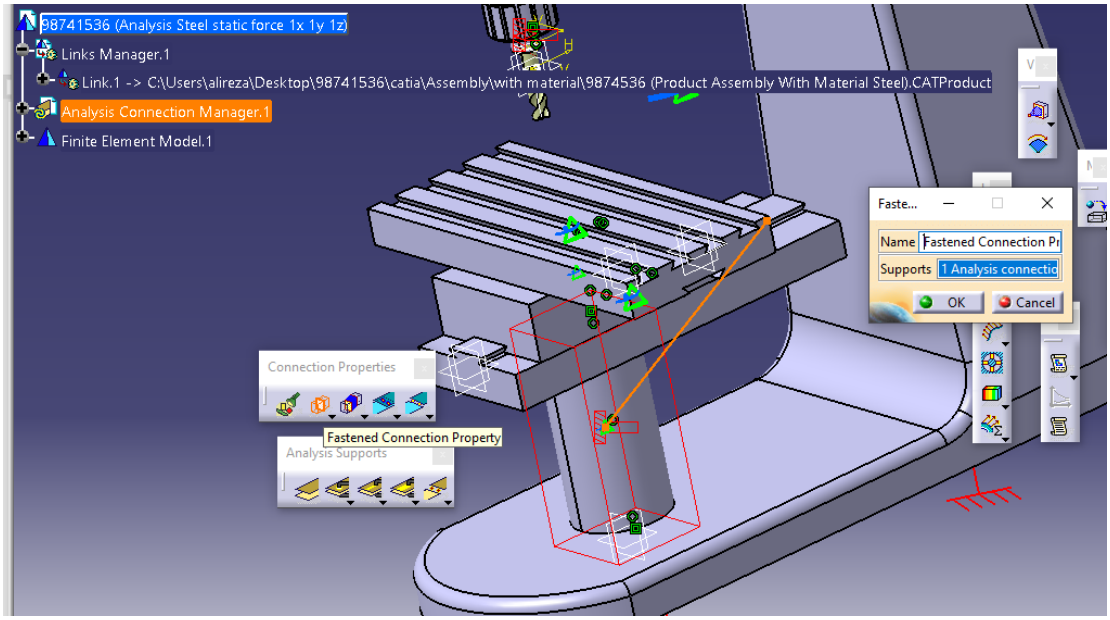


حال تایید آن اعمال شزایط برای این دو جزء به اتمام می رسد حال به سراغ column و knee steady

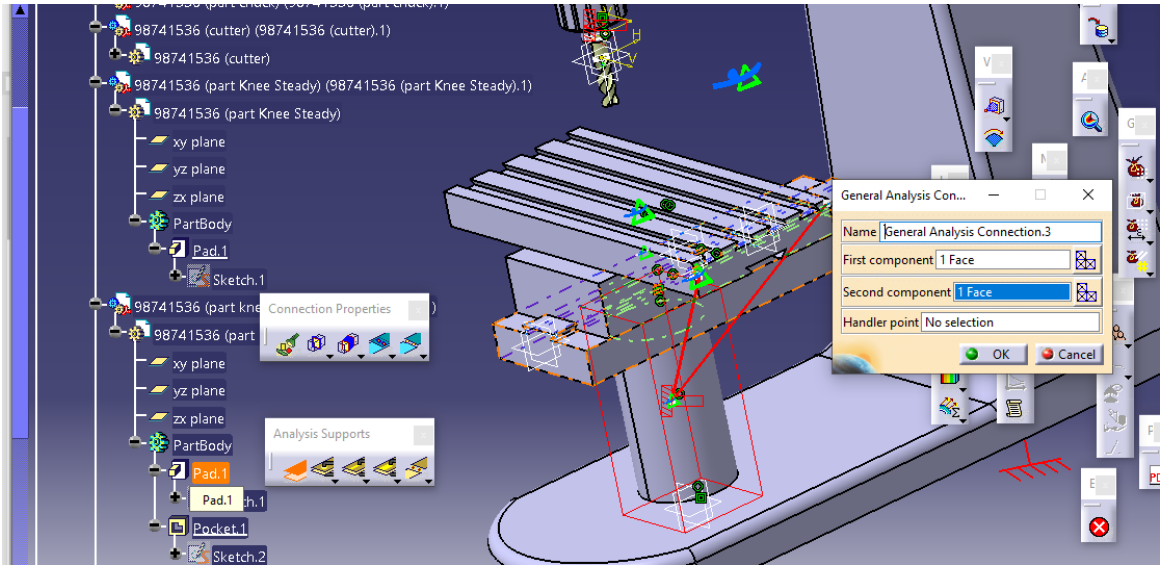
می رویم :



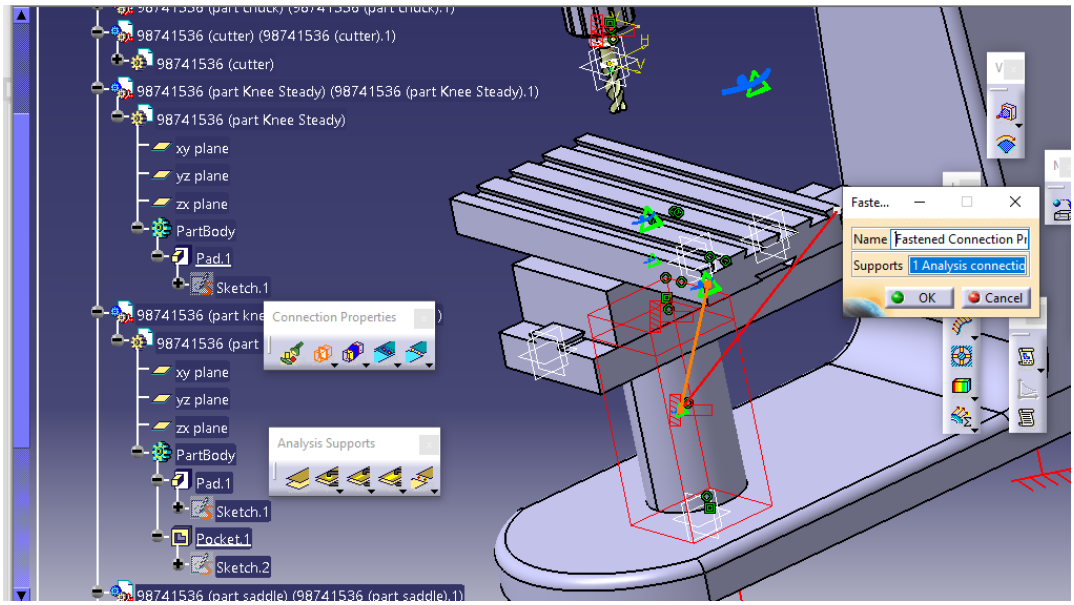
سپس :



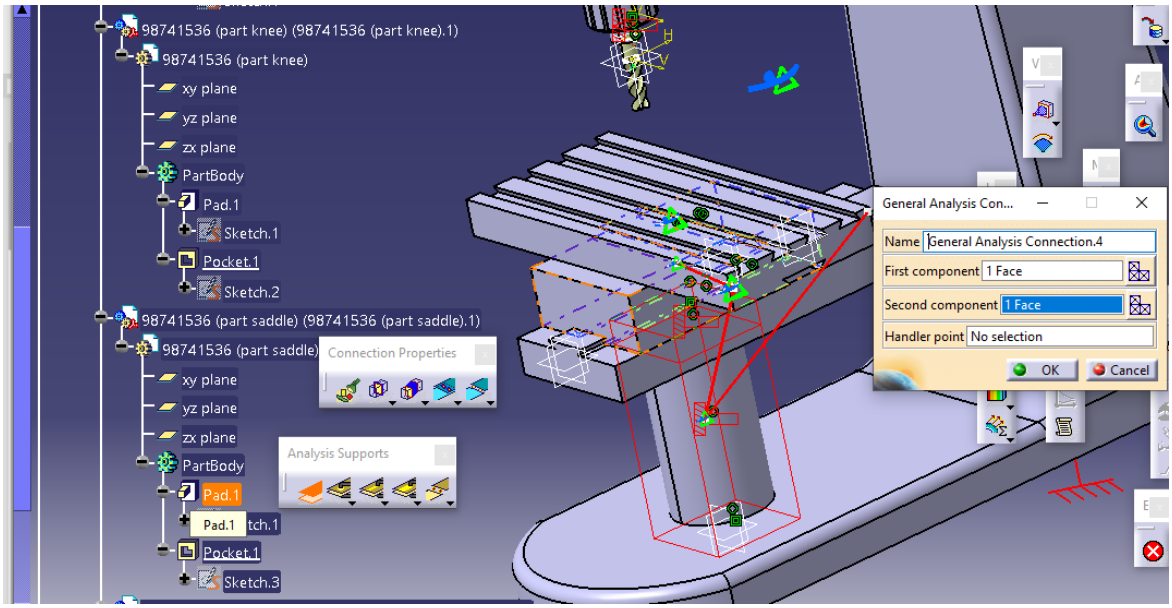
سپس با تایید آن به سراغ سرایط مرزی knee و knee steady می رویم :



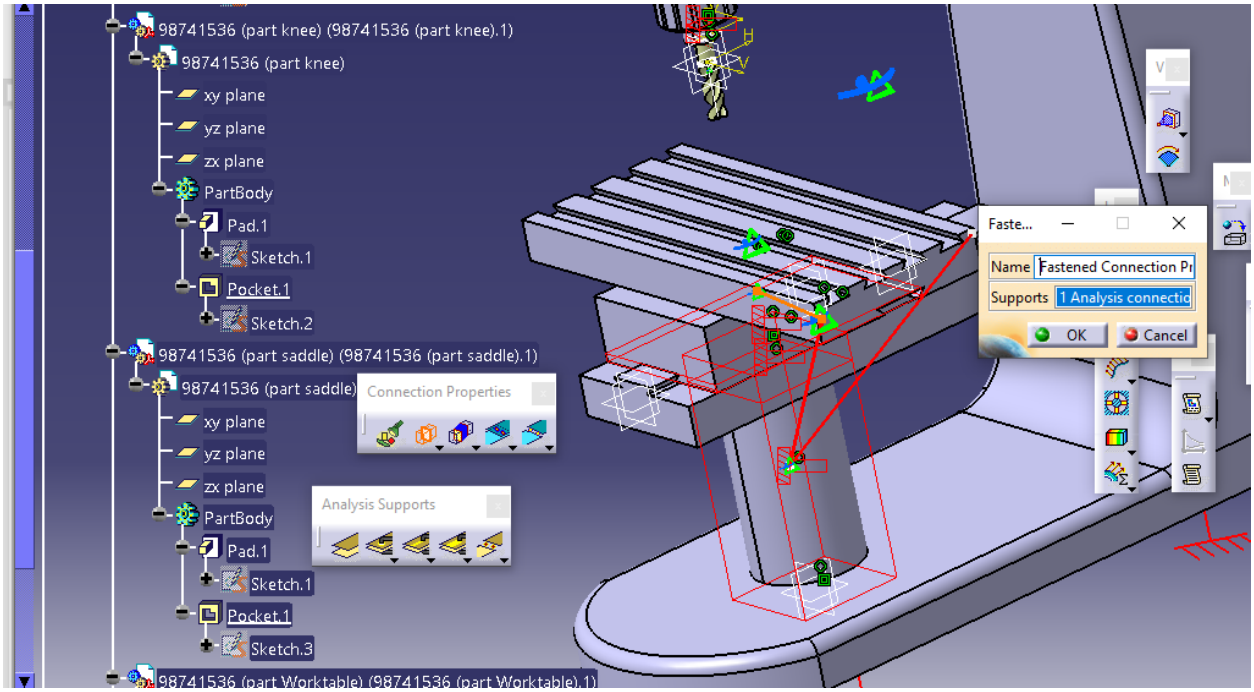
سپس :



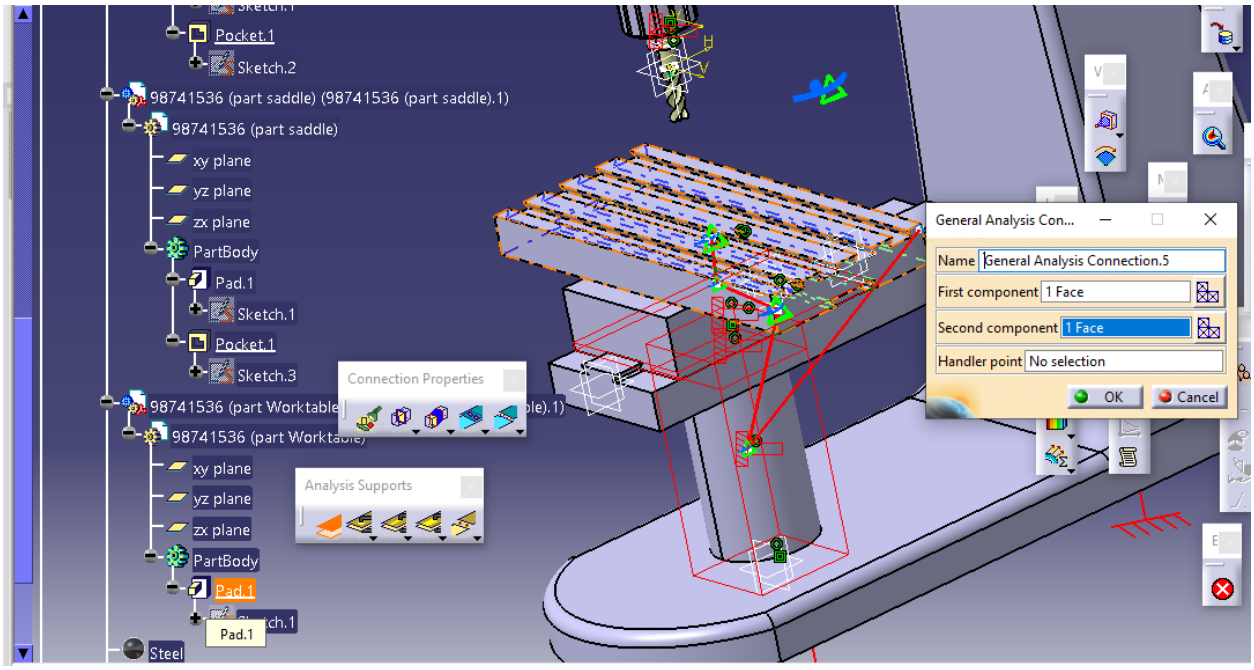
سپس به سراغ knee و saddle می رویم :



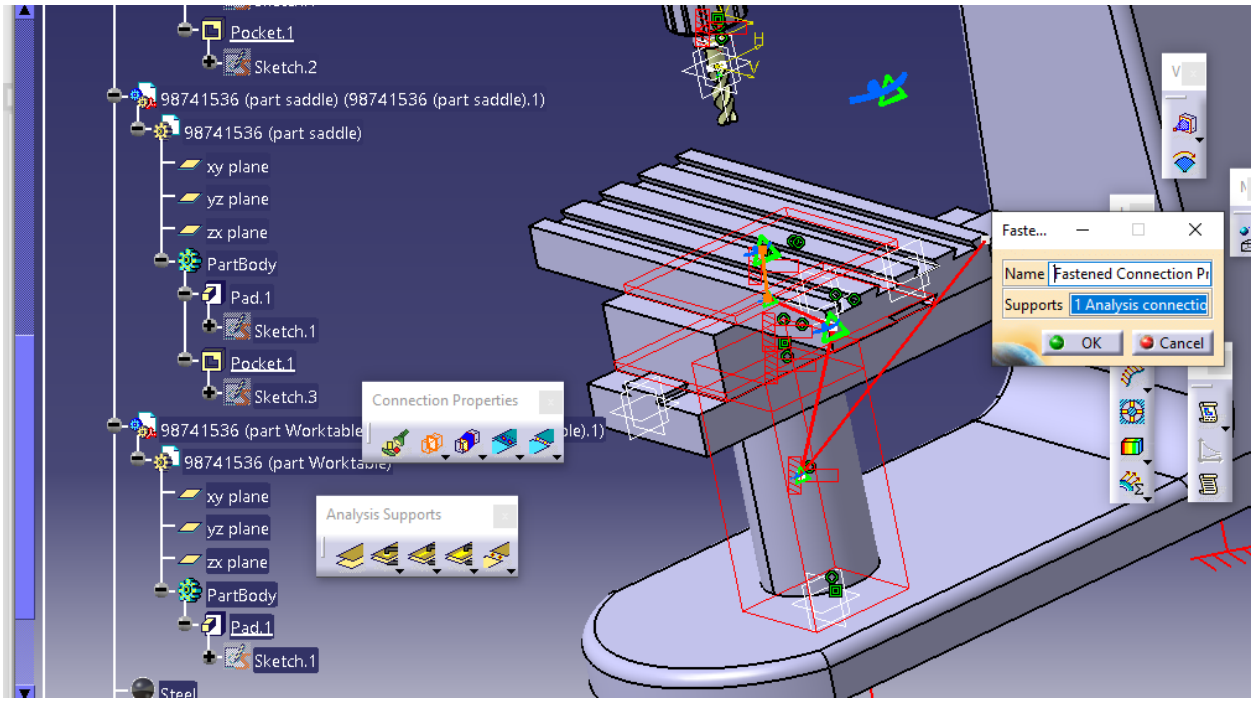
سپس :



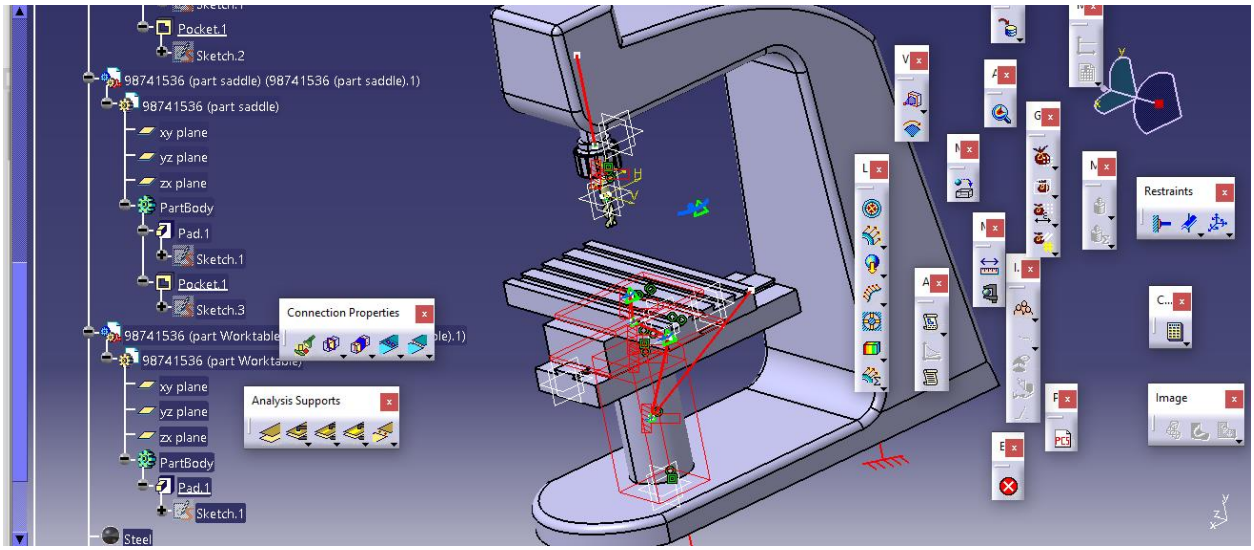
حال به سراغ worktable , saddle می رویم :



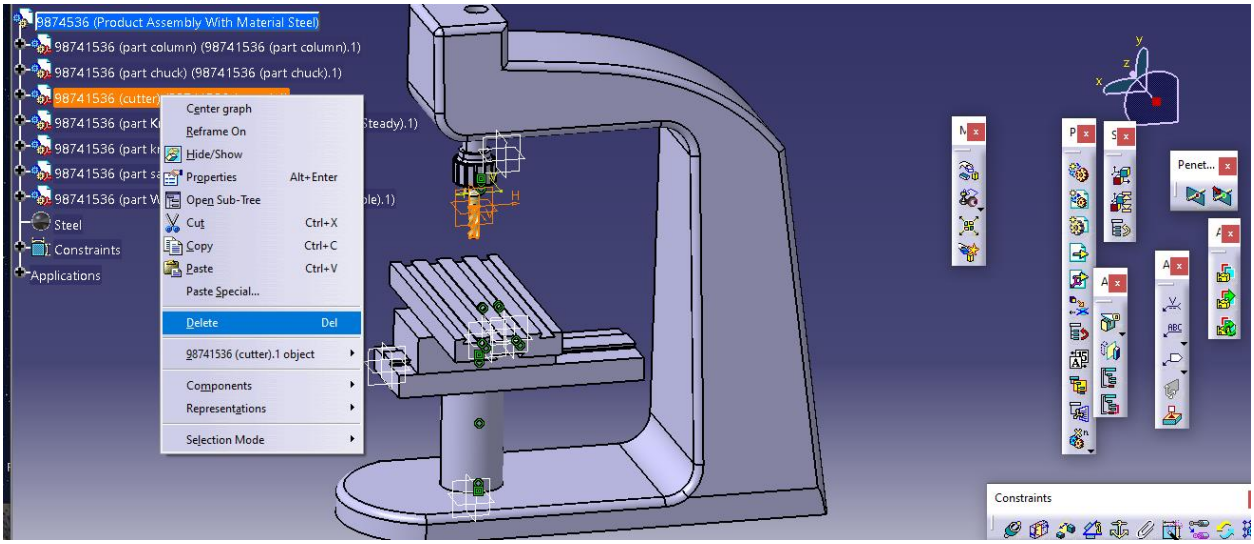
سپس :



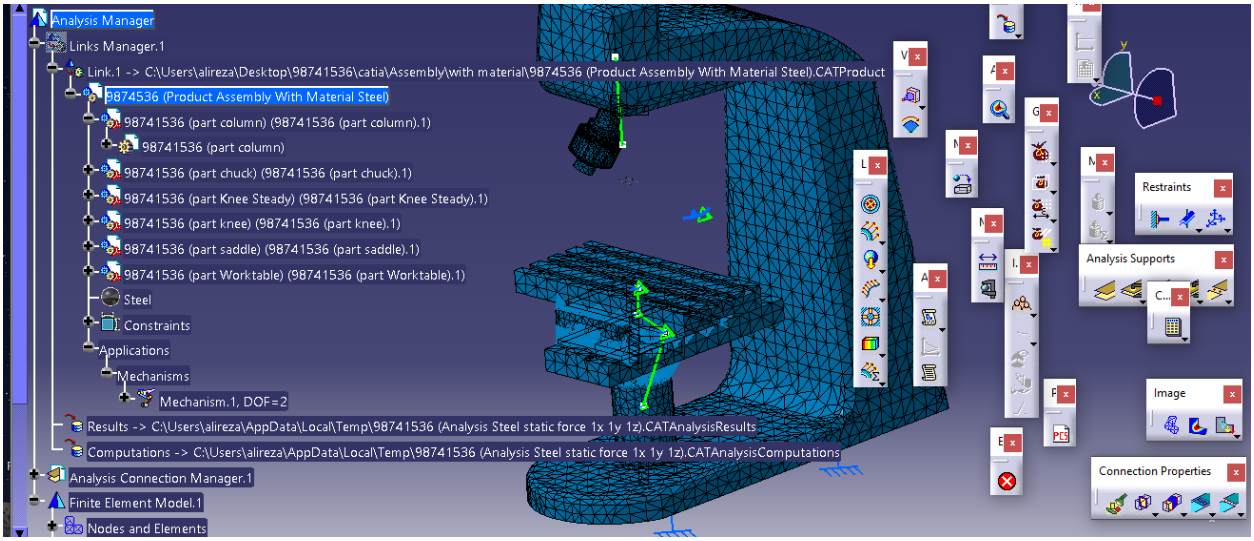
حال در کل داریم :



حال با توجه به مش نخوردن cutter ناچار به حذف آن می شویم :



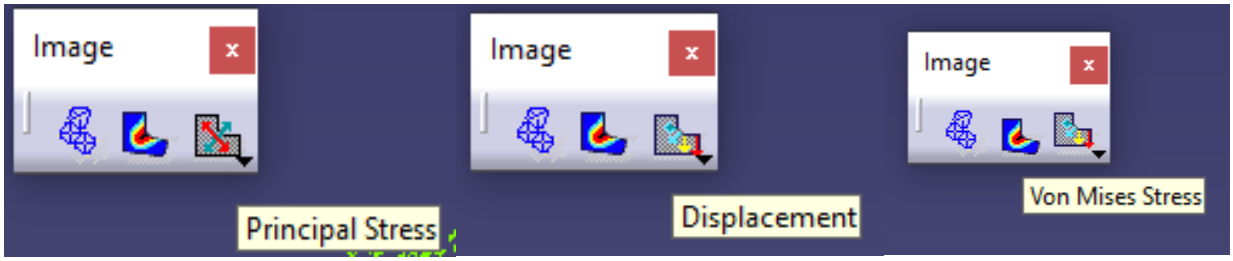
حال برای شبیه سازی داریم :



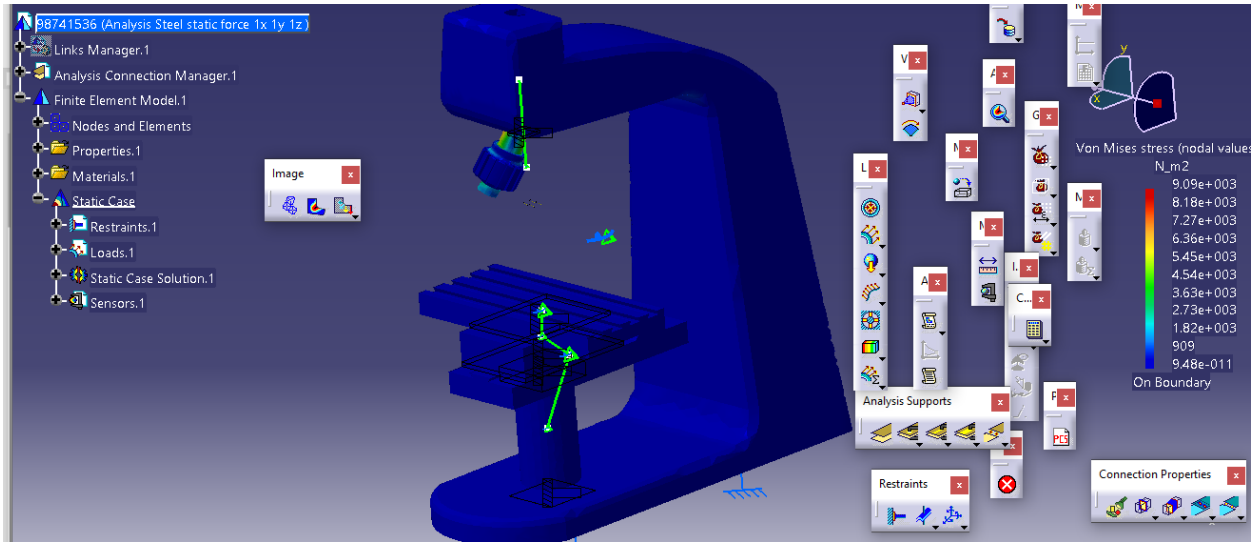
حال با اتمام شبیه سازی به سراغ استخراج نتایج می رویم.

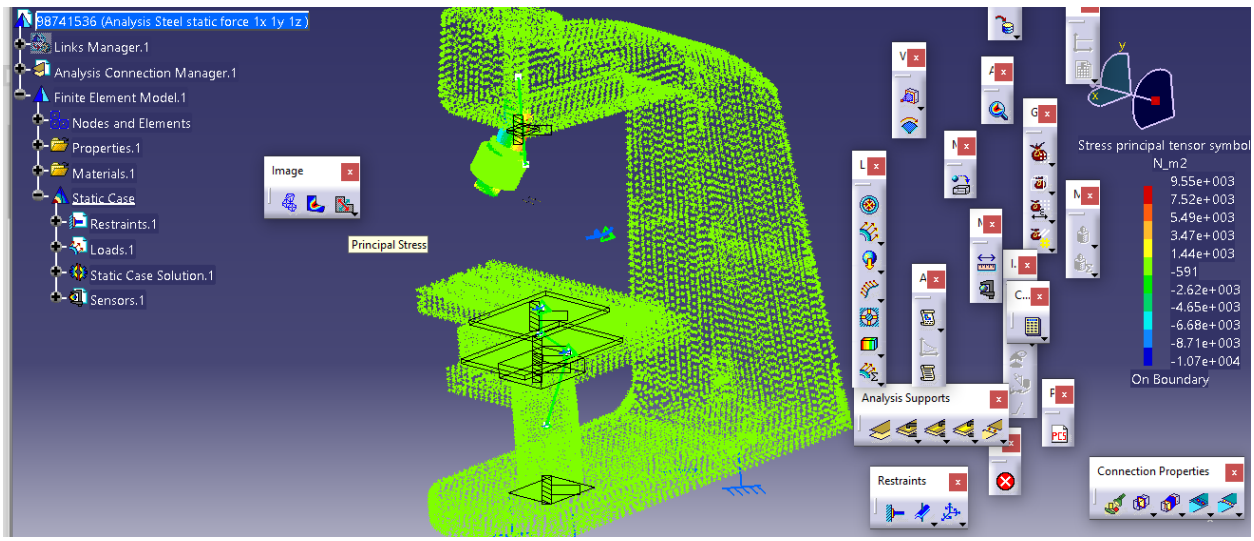
استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

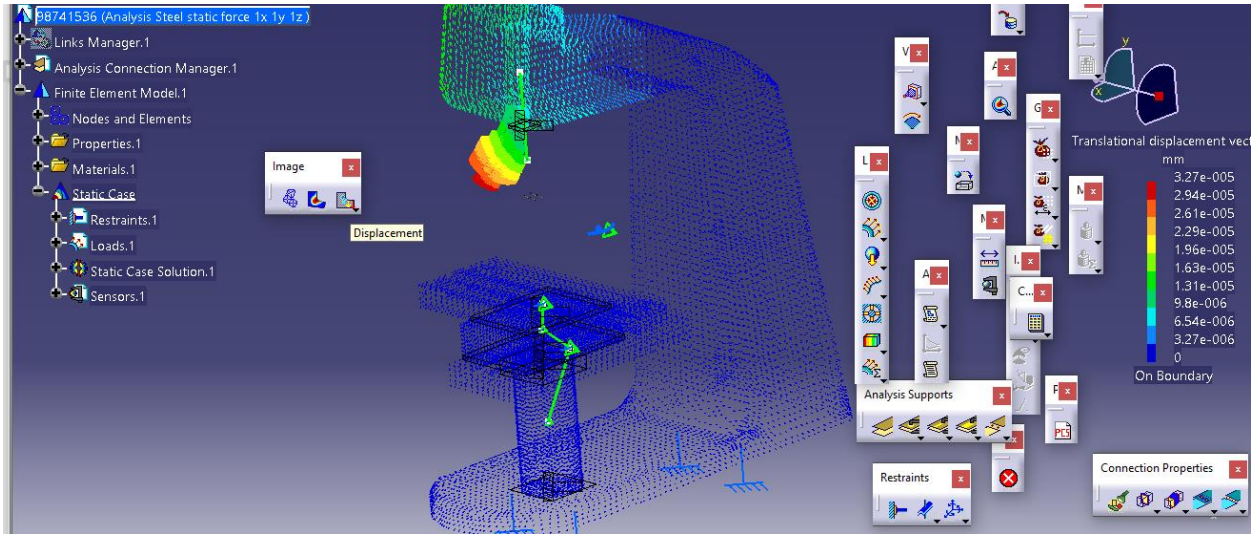
حال با توجه به انتخاب نوع خروجی مورد استفاده ی ما ، می توان انحراف یا Displacement ، تنش اصلی یا Principl Stress و تنش ون میزز یا Von Mises Stress را انتخاب کرد :



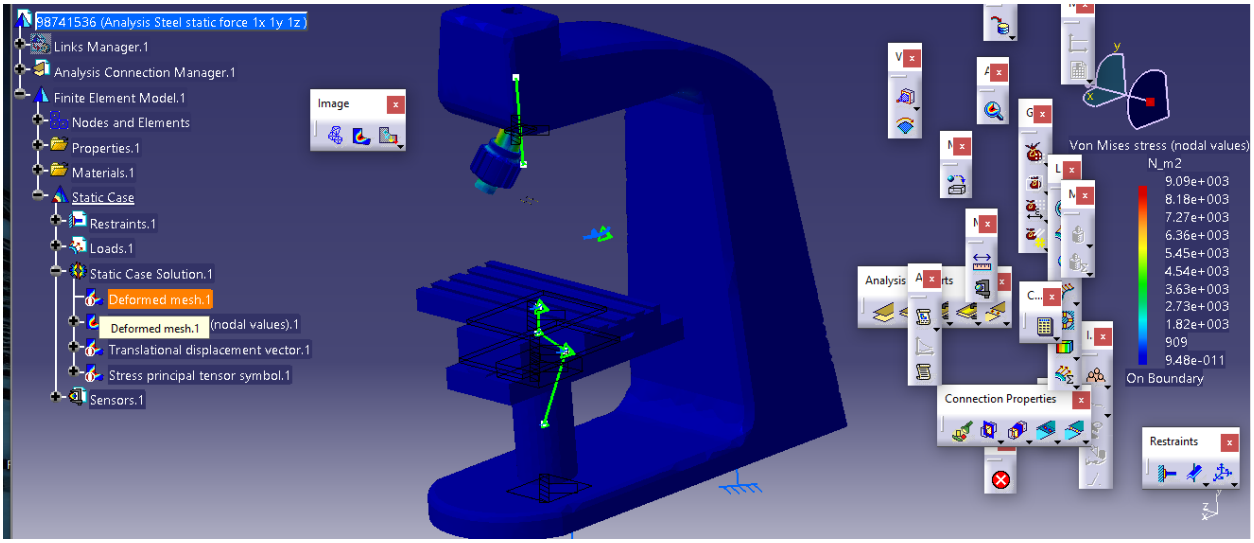
حال خروجی ها به شرح زیر است :



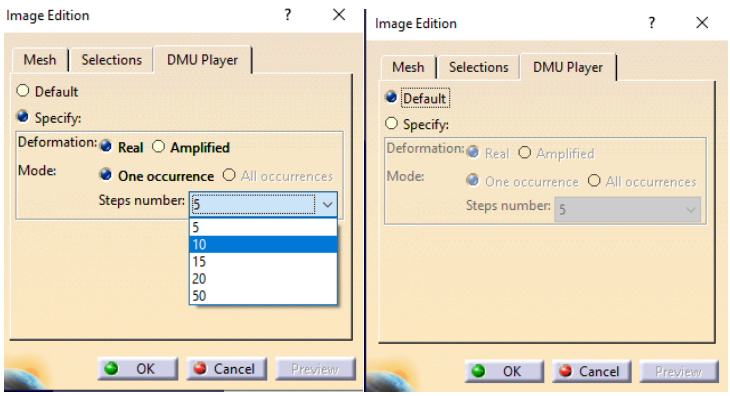




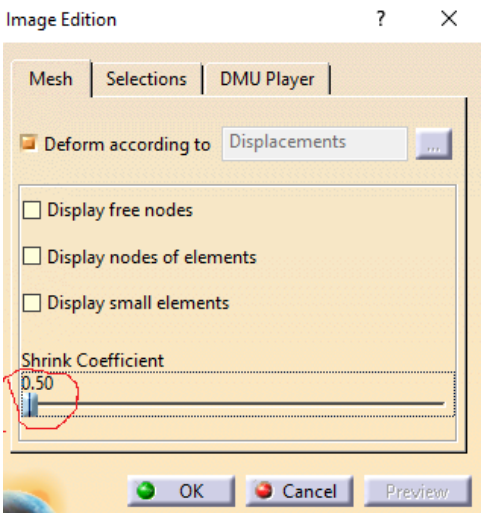
حال از طریق مسیر زیر مدهای فرکانس طبیعی را استخراج می کنیم :



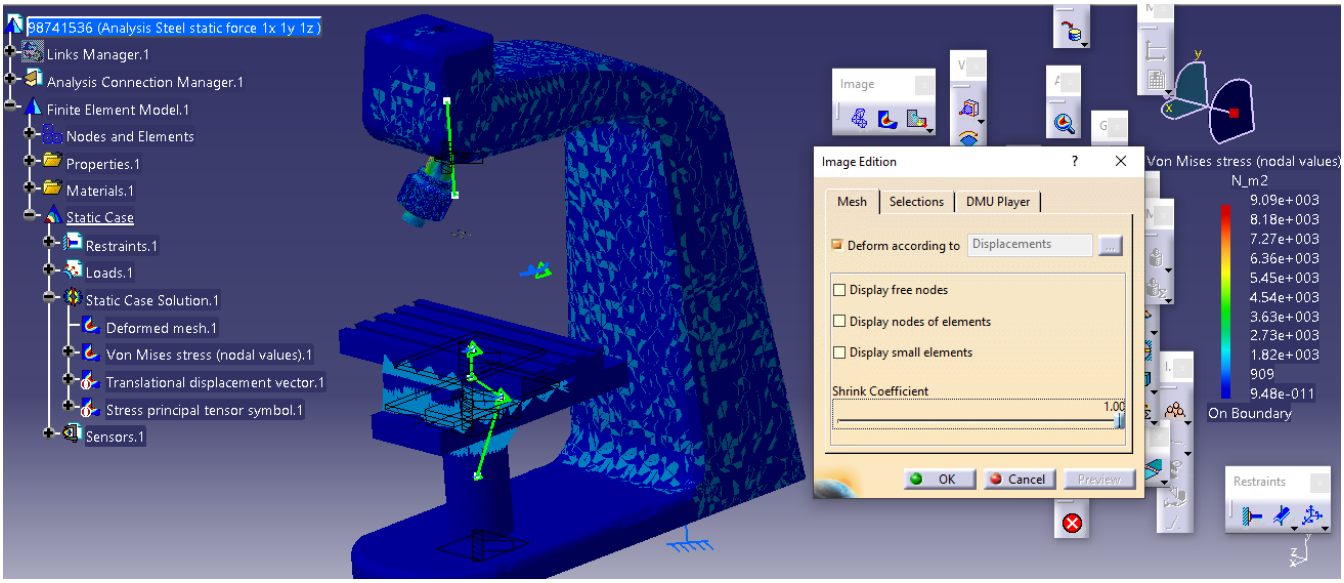
سپس از تب Image Edition با انتخاب specify ، mode یا مد تعداد مد های فرکانس طبیعی را ۱۰ وارد می کنیم :



حال با بازگشت به سربرگ mesh می توان با حرکت دادن لغزنده ، ۱۰ مد فرکانس طبیعی را مشاهده کرد که شامل (۱.۰۰ – ۰.۹۵ – ۰.۹ – ۰.۸۵ – ۰.۸ – ۰.۷۵ – ۰.۷ – ۰.۶۵ – ۰.۶ – ۰.۵۵ – ۰.۵) می باشد :

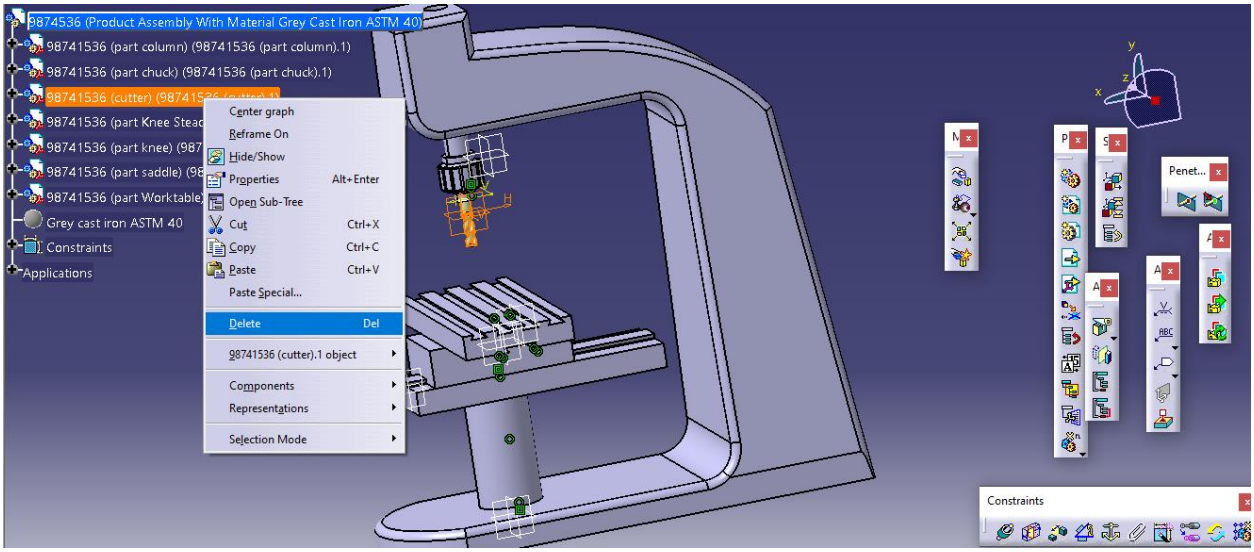


حال ما آخرین فرکانس طبیعی ۱.۰۰ را در نظر می گیریم :

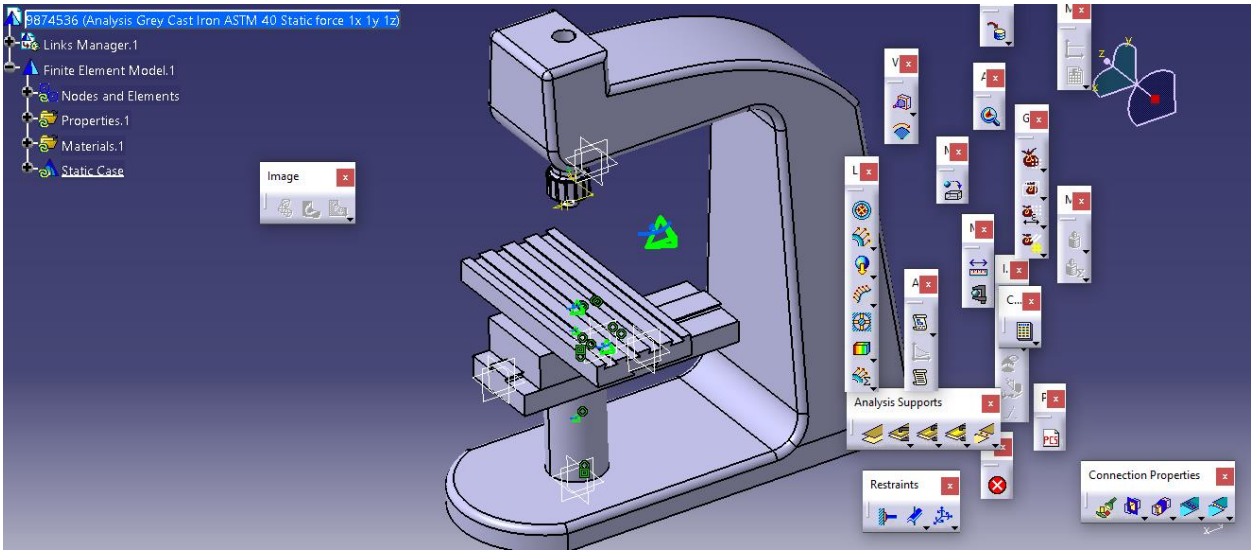


-جنس چدن خاکستری یا Grey Cast Iron ASTM ٤٠

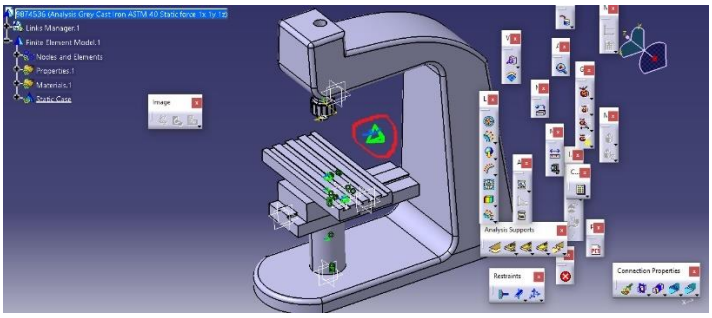
حال در ابتدا به محیط اسمبلی رفته و پارت CUTTER را حذف می کنیم :



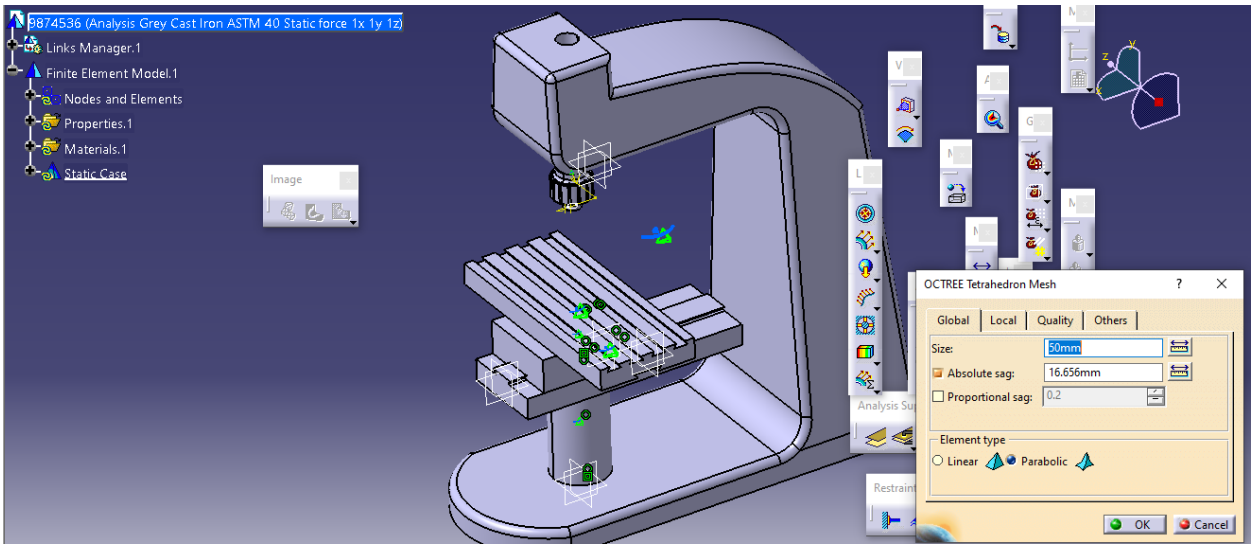
حال به محیط شبیه سازی استاتیک می رویم :



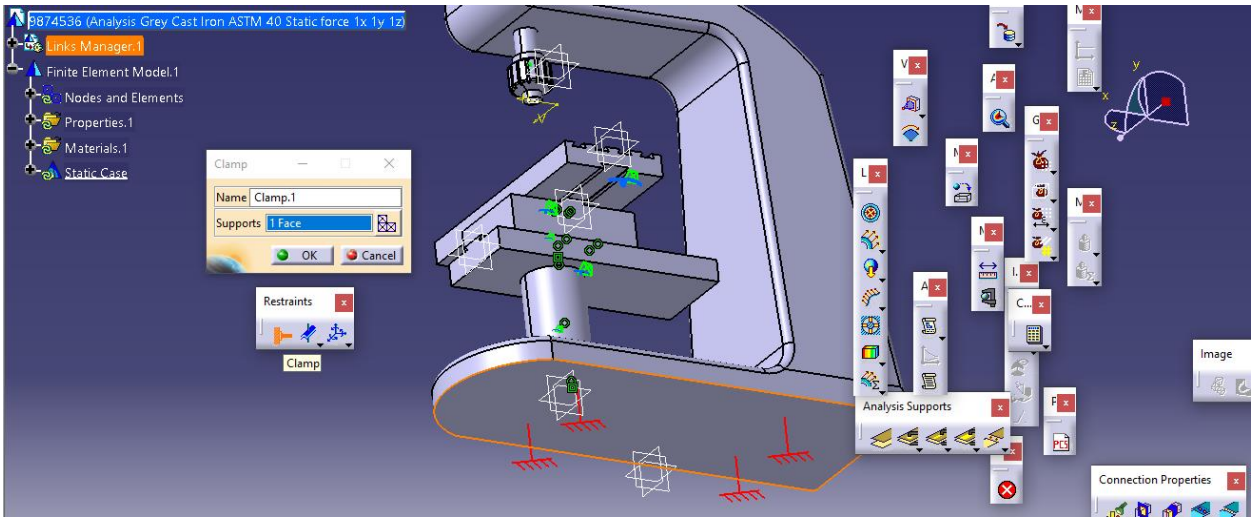
حال اندازه مش را تغییر می دهیم یعنی :



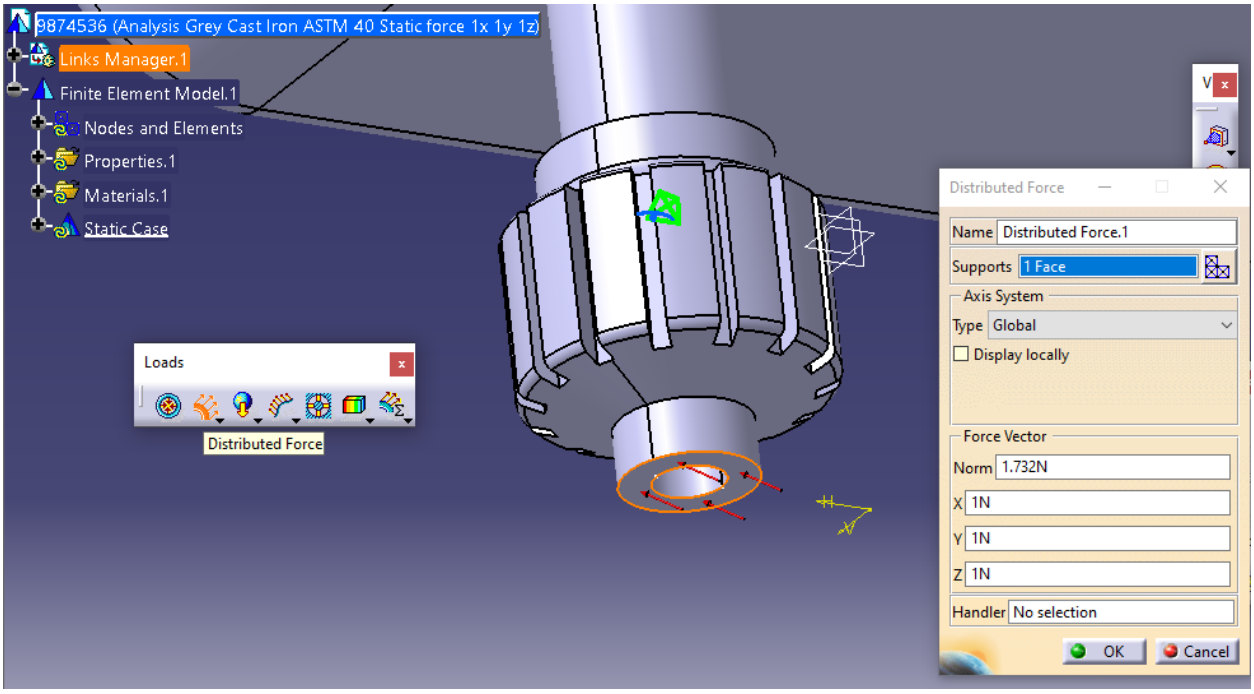
سپس داریم :



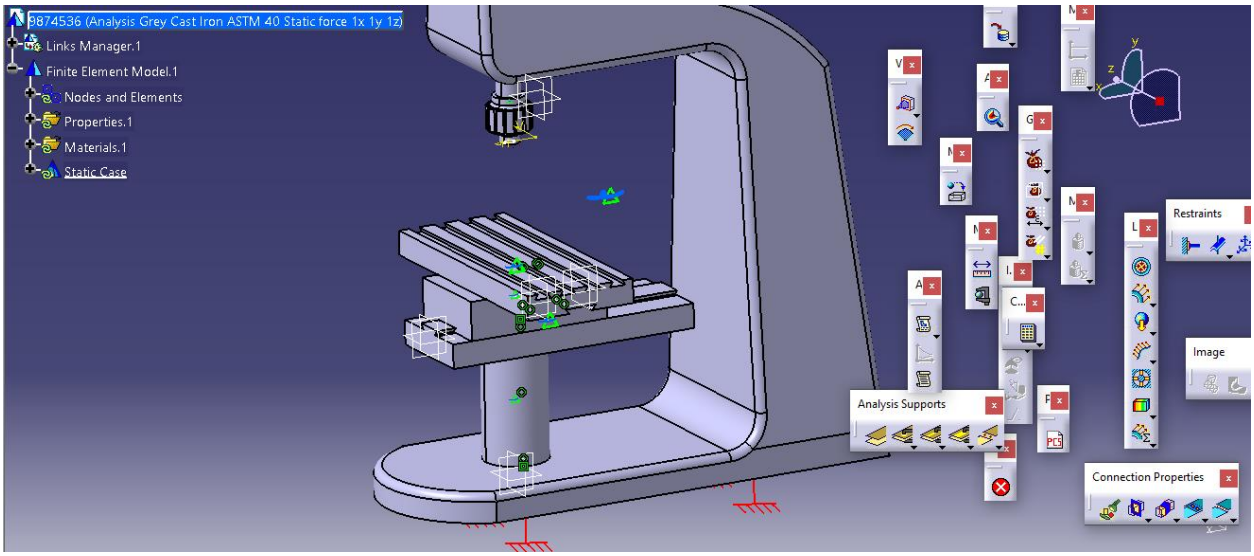
حال سپس با تایید آن به سراغ تعریف شرایط تکیه گاهی می رویم :



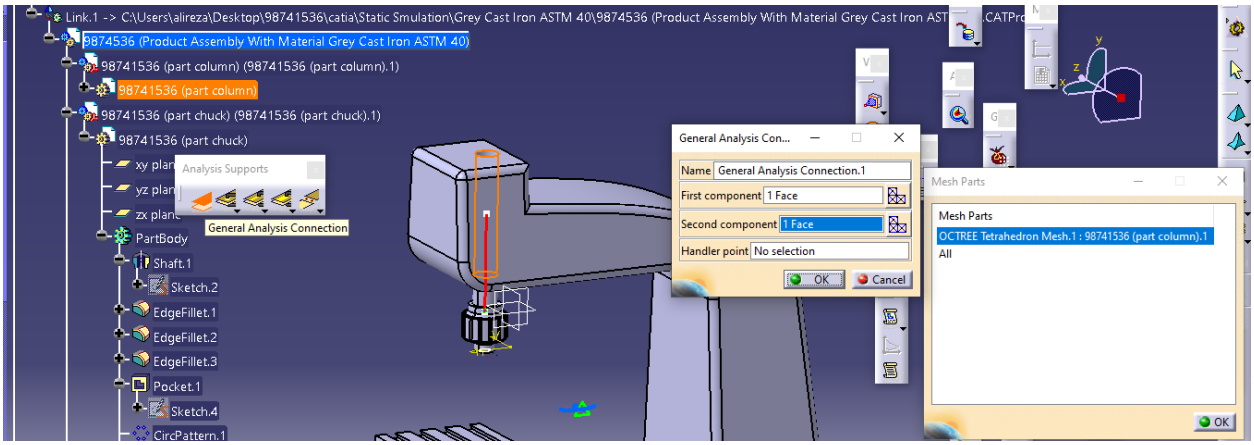
سپس با تایید آن به سراغ اعمال شرایط بارگذاری می رویم که گفتیم فرض می کنیم نیرو به صفحه ی پایینی chuck اعمال می شود زیرا نتوانستیم cutter را مش بزنیم حال داریم :



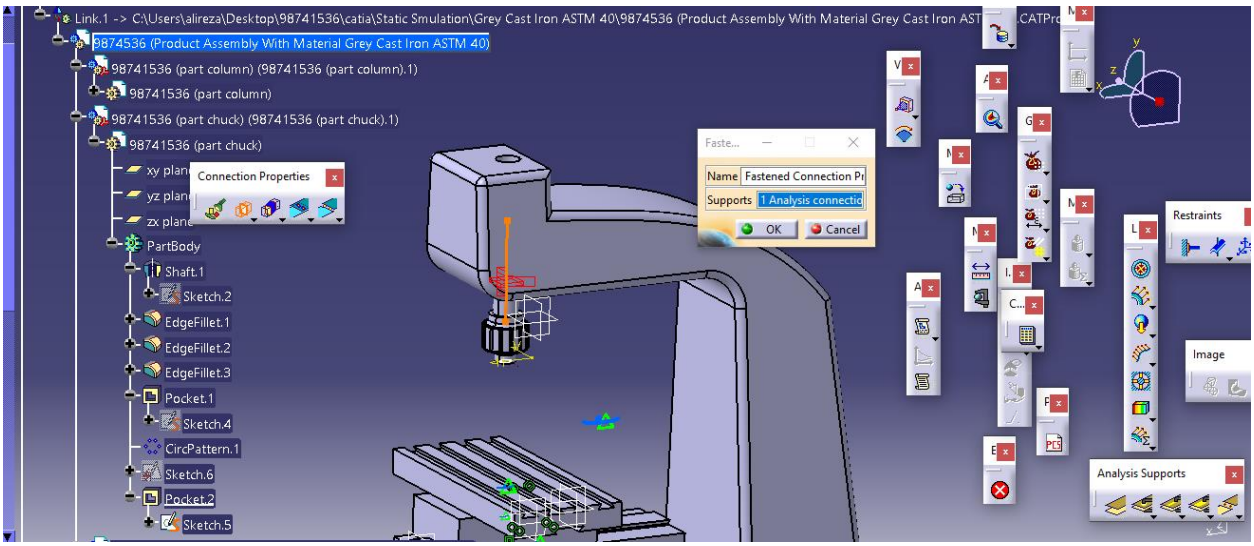
حال با تایید آن داریم :



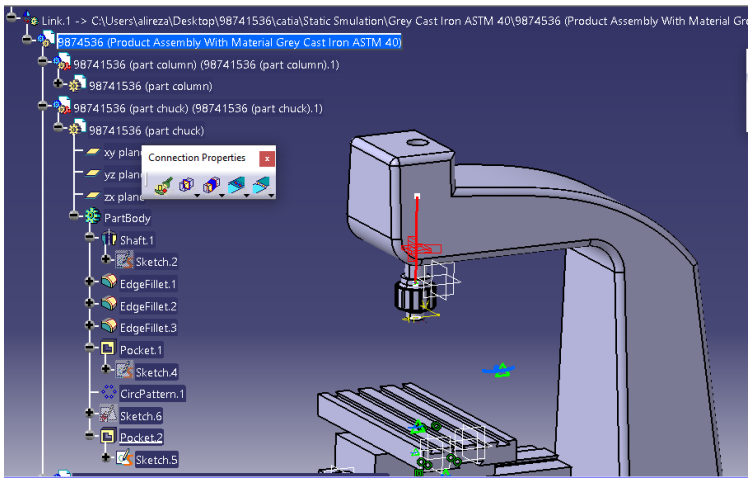
حال به سراغ تعریف شرایط تماسی بین هر دو جزء می پردازیم یعنی مثلا در ابتدا دو جزء chuck , column را در نظر می گیریم یعنی از دستور general analysis connection داریم :



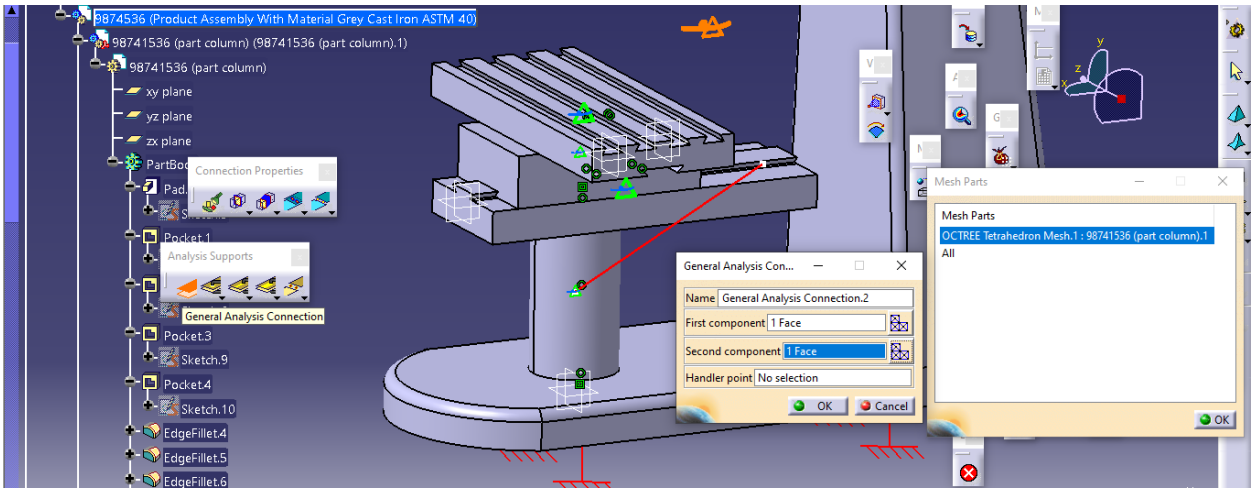
سپس با تایید آن به سراغ دستور fastend conecction property می رویم :



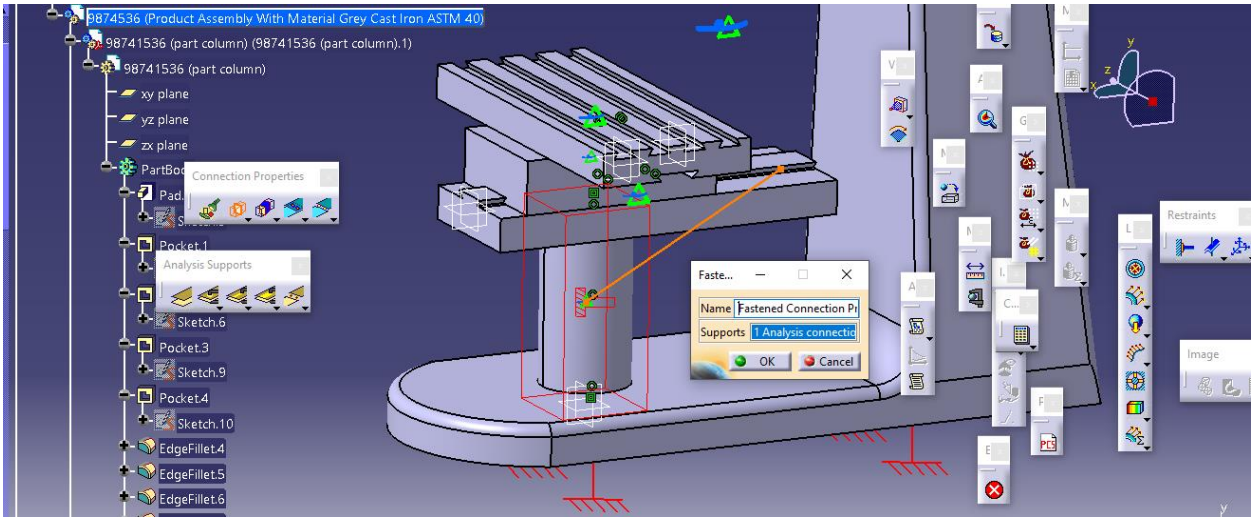
حال با تایید آن داریم :



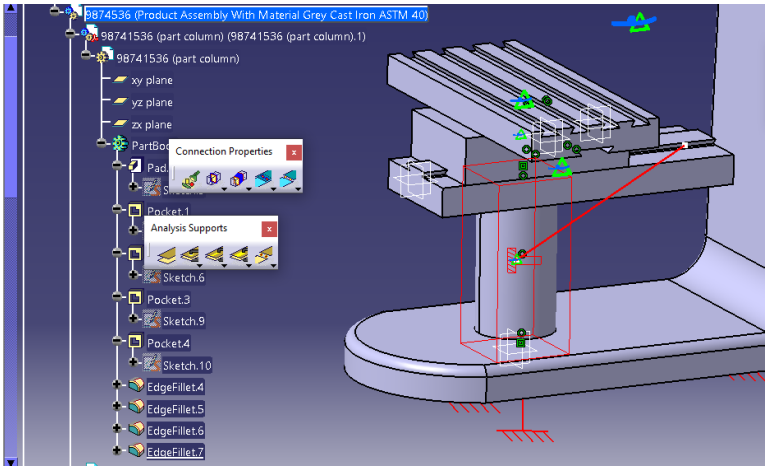
حال سپس به سراغ دو جزء knee steady , column می رویم و به طور مشابه داریم :



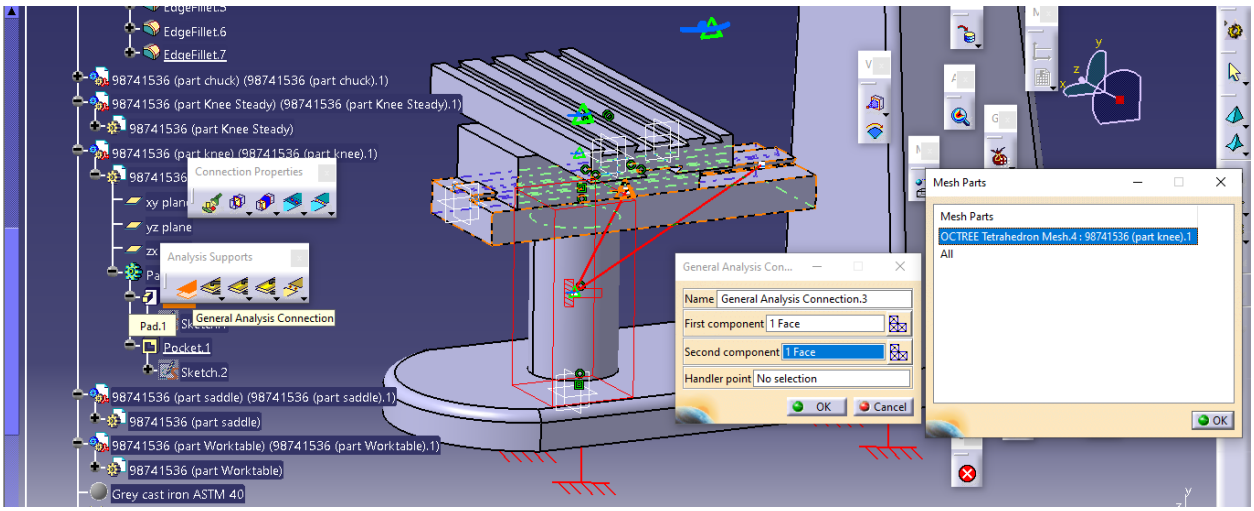
حال سپس با تایید آن داریم :



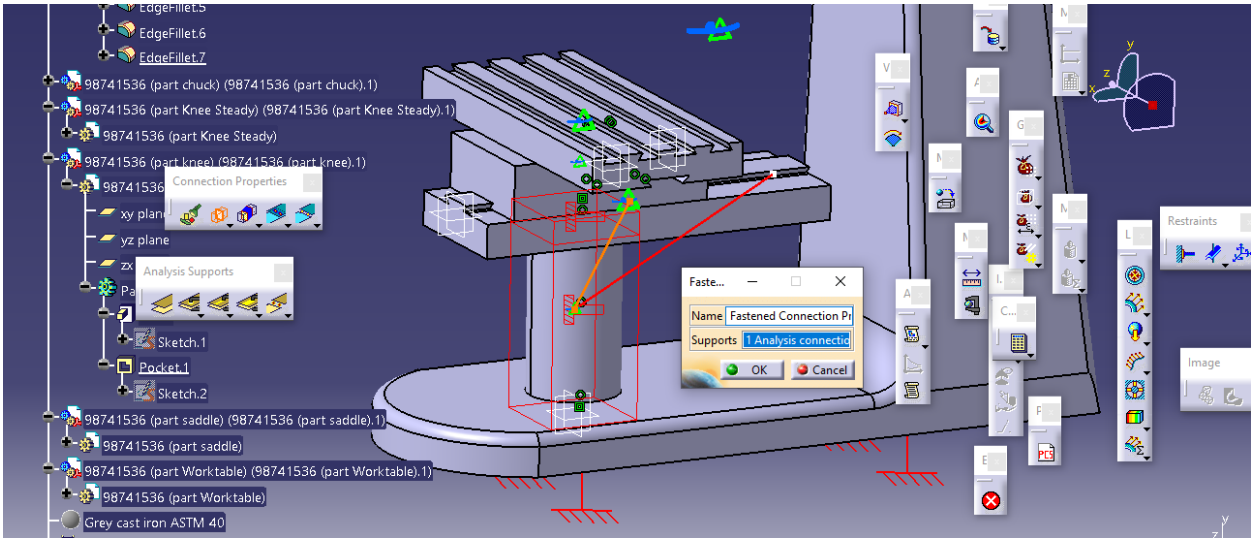
سپس با تایید آن داریم :



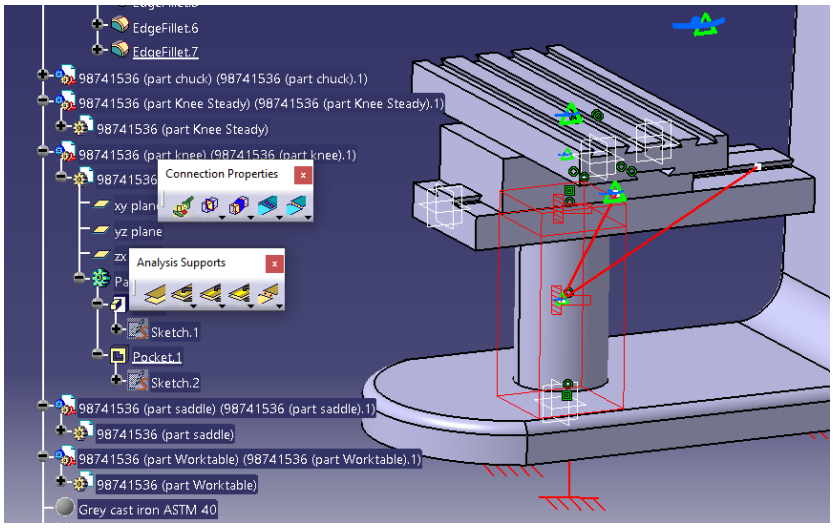
حال به سراغ تعریف تماس دو جزء knee steady , knee می رویم :



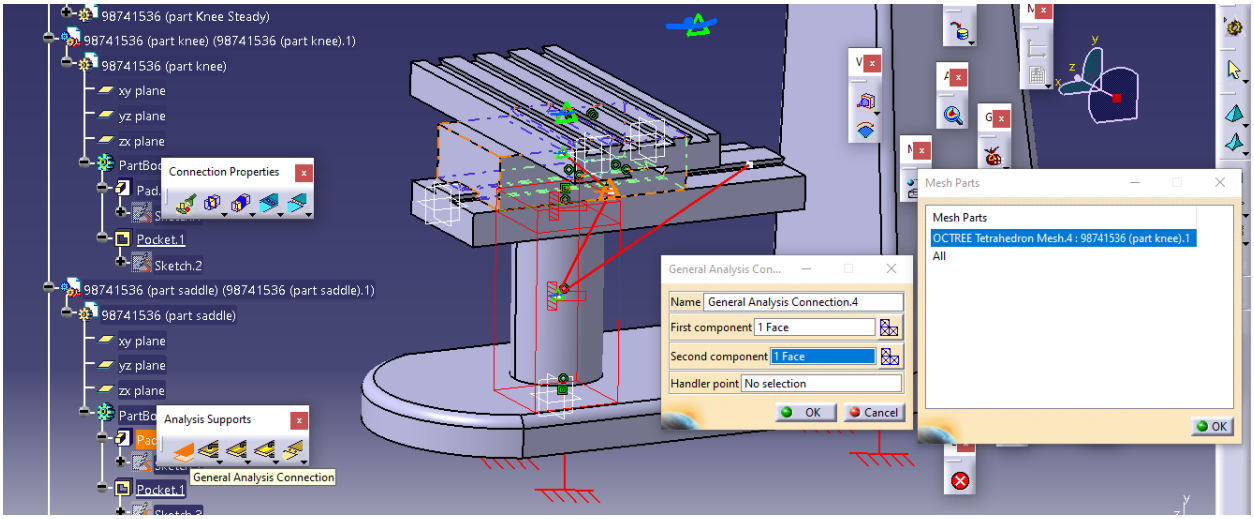
حال سپس با تایید آن داریم :



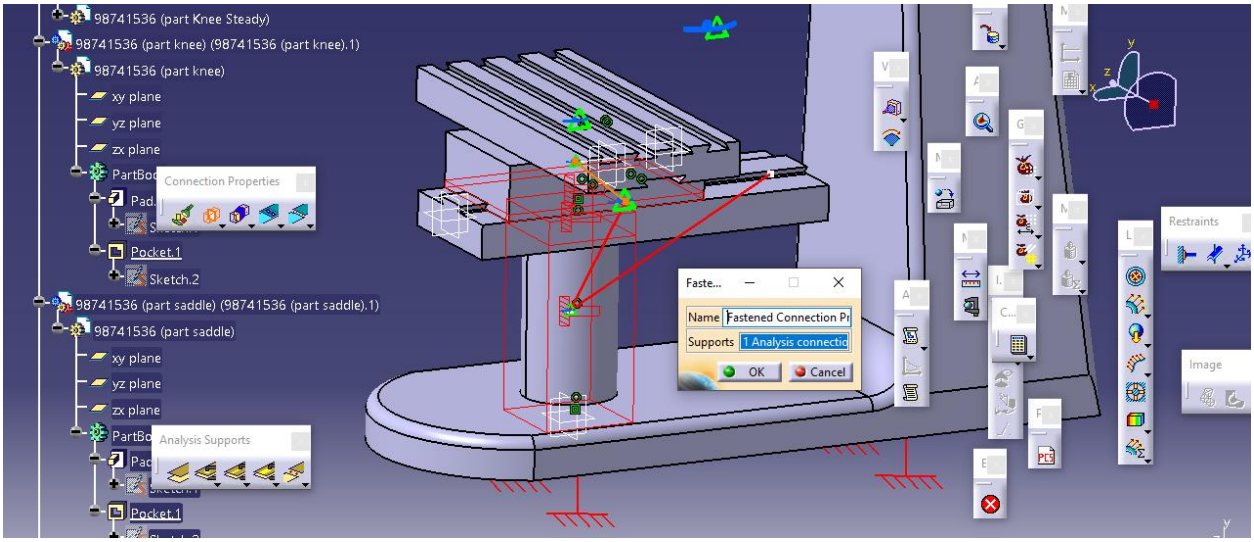
سپس با تایید آن داریم :



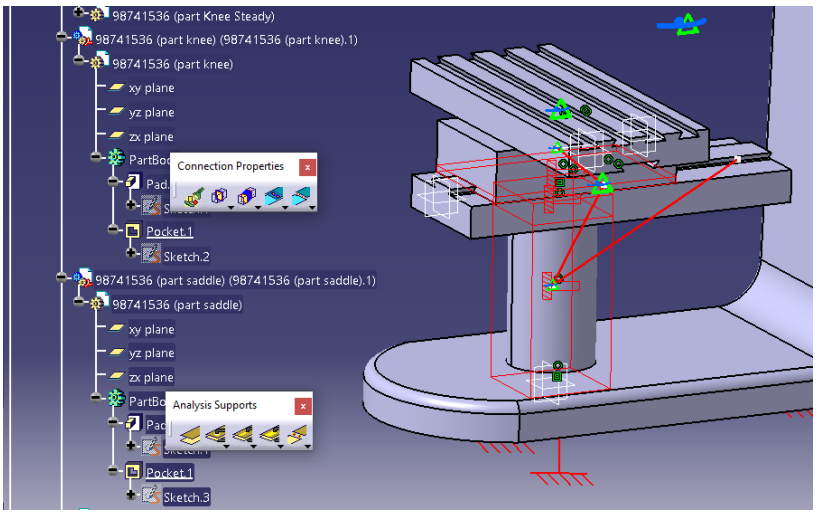
سپس به سراغ دو جزء knee , saddle می رویم لذا داریم :



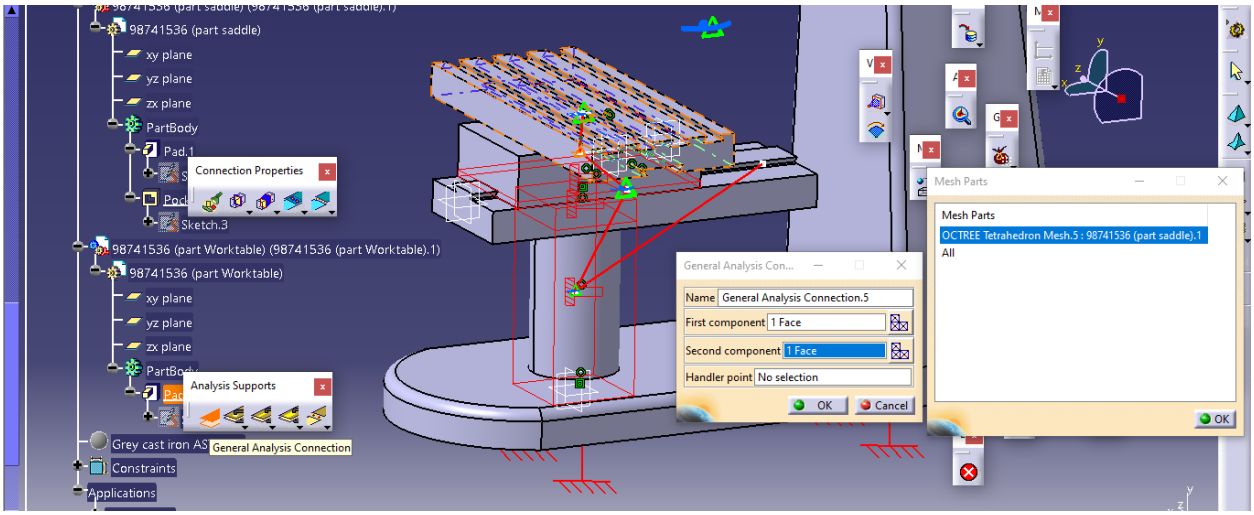
سپس با تایید آن داریم :



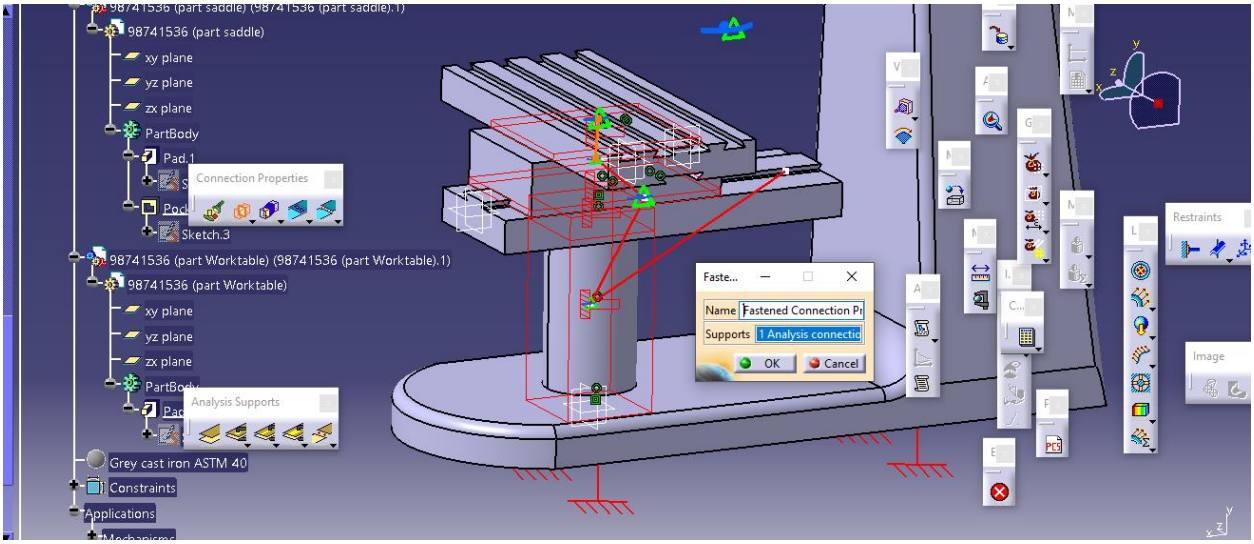
سپس داریم :



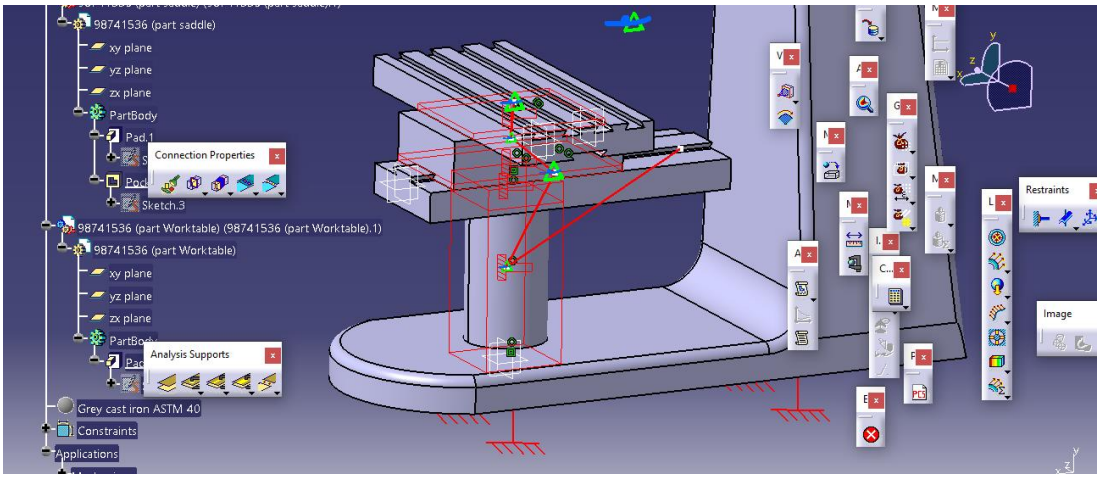
سپس به سراغ تعریف تماس بین worktable, saddle می پردازیم :



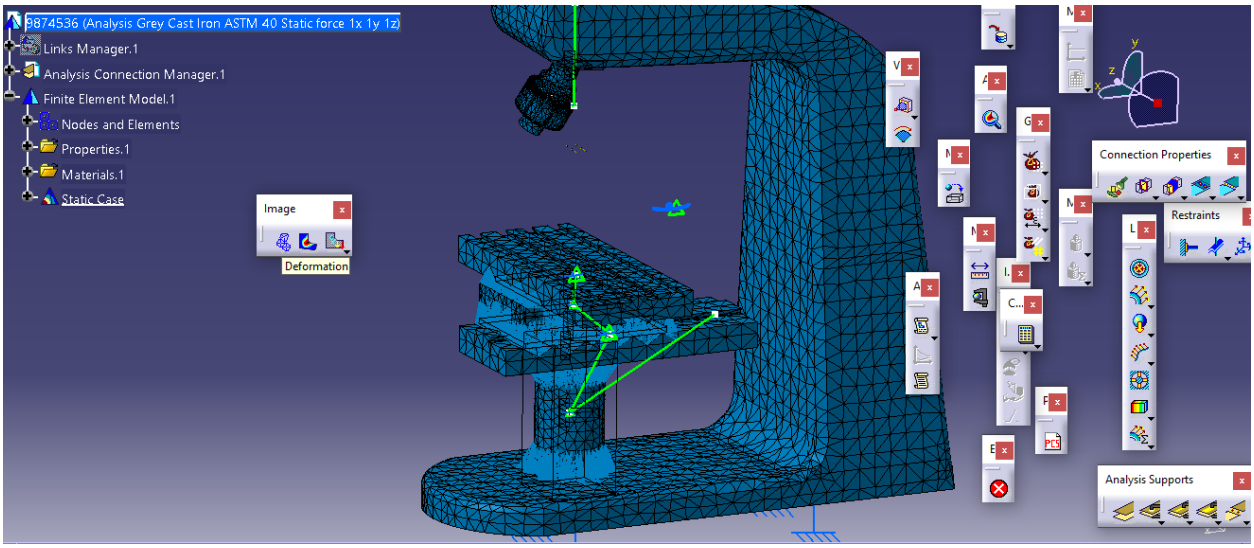
حال با تایید آن داریم :



سپس با تایید آن داریم :



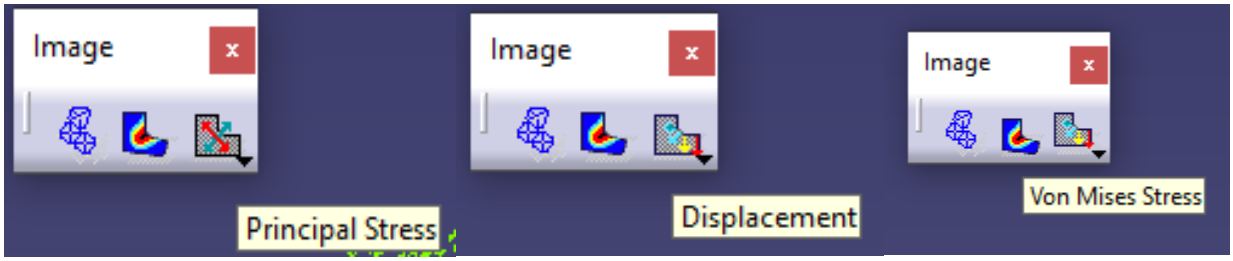
حال با اتمام تعریف شرایط تماسی ، به سراغ compute می رویم و داریم :



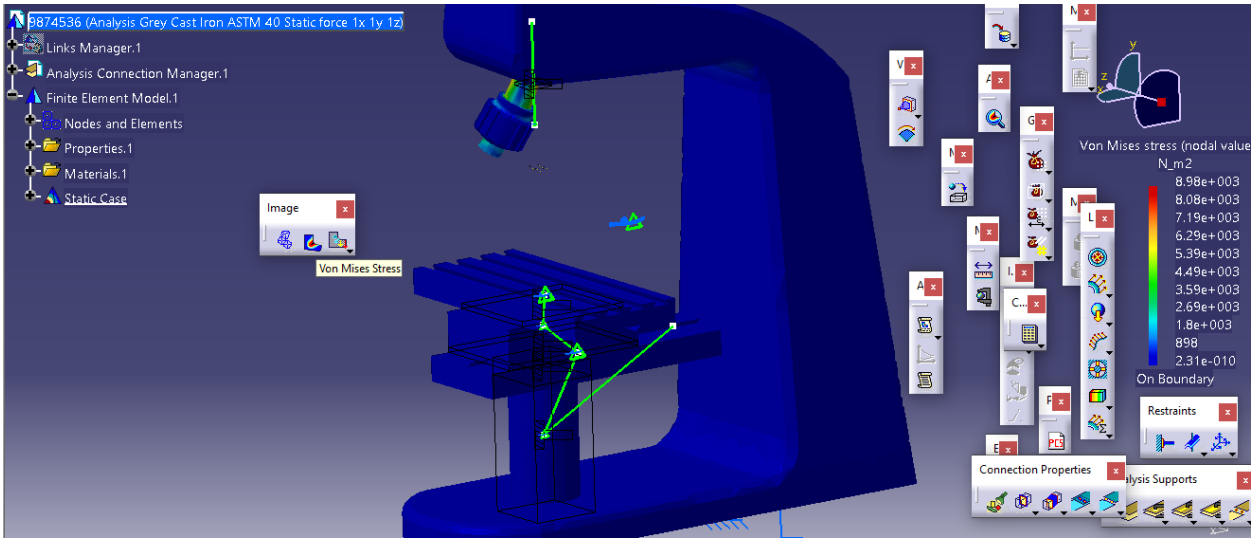
حال با اتمام شبیه سازی به سراغ استخراج نتایج می رویم .

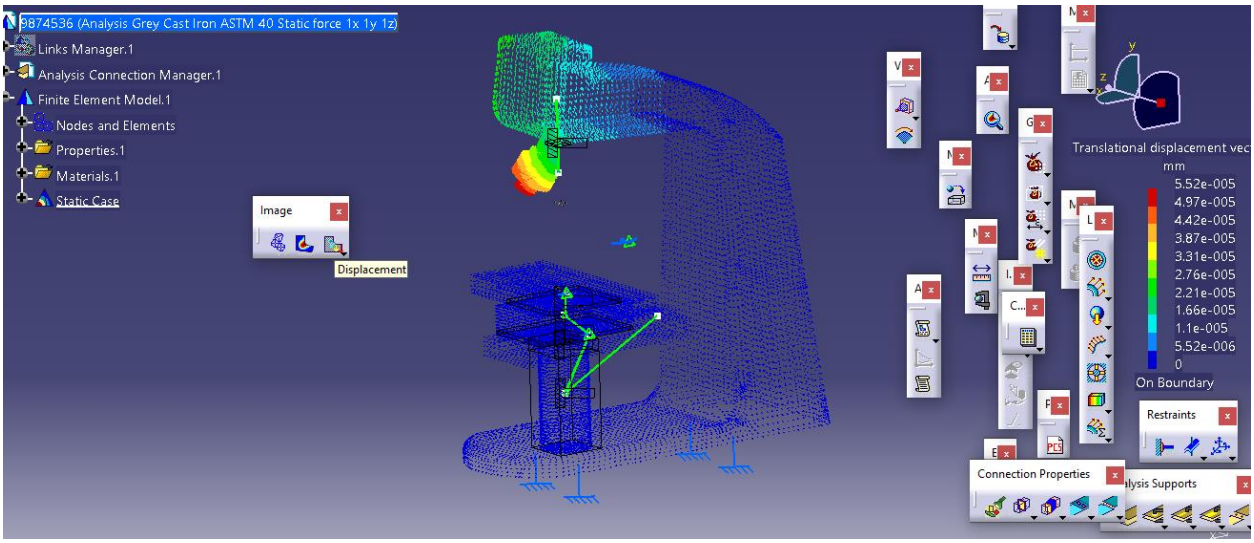
استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

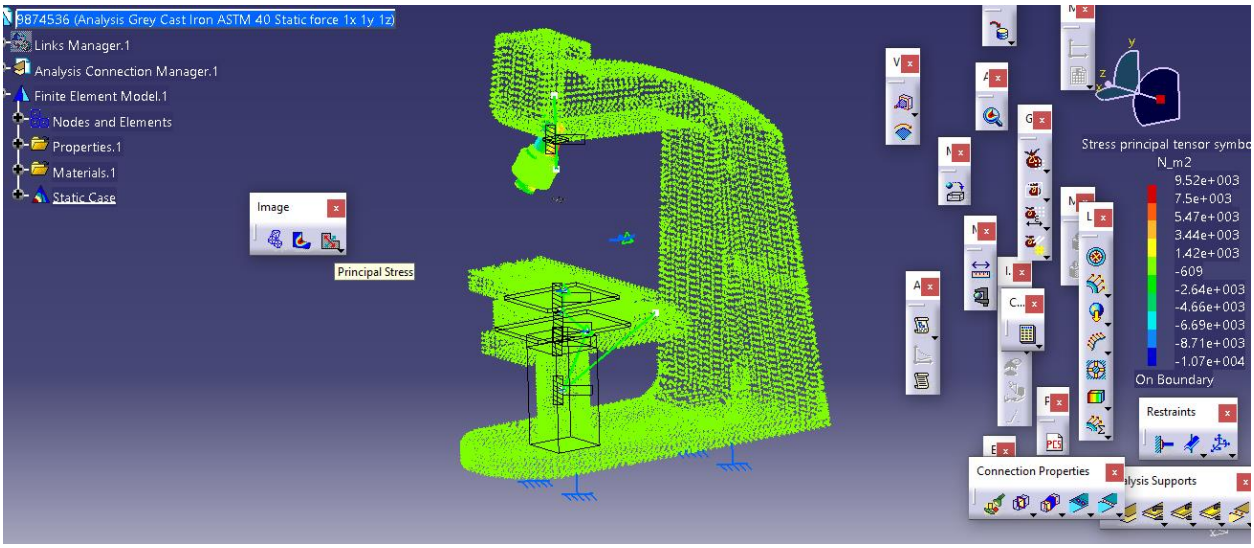
حال با توجه به انتخاب نوع خروجی مورد استفاده ی ما ، می توان انحراف یا Displacement ، تنش اصلی یا Principl Stress و تنش ون میزز یا Von Mises Stress را انتخاب کرد :



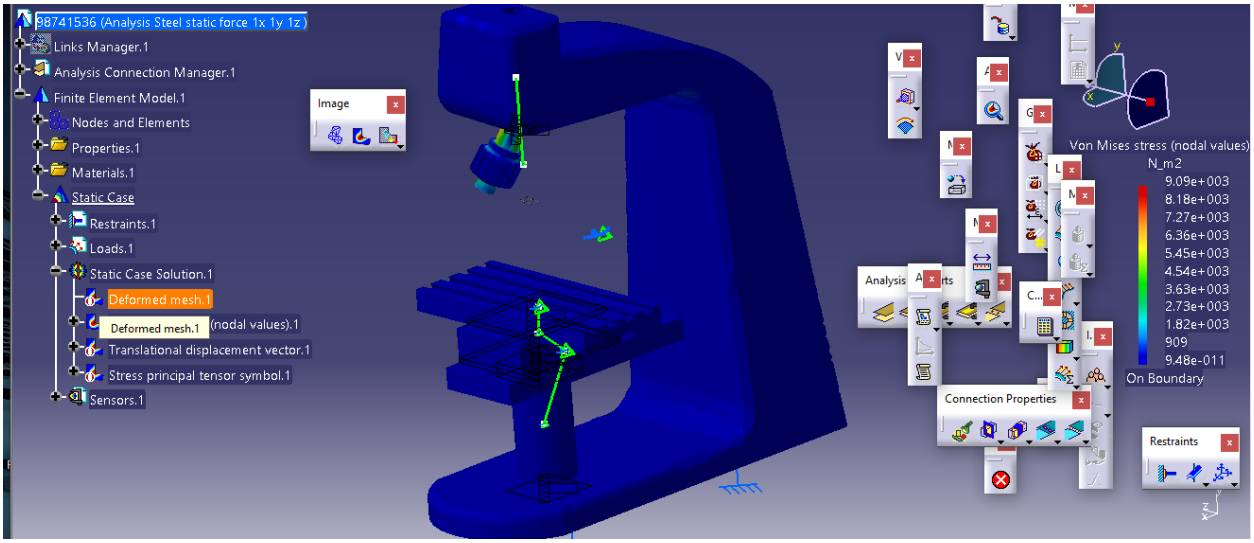
حال خروجی ها به شرح زیر است :



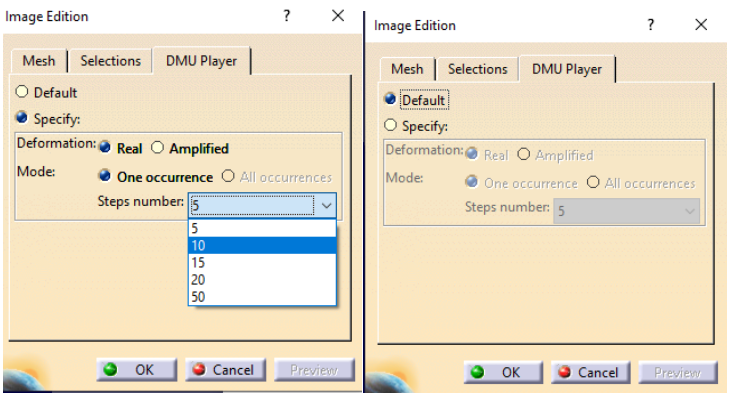




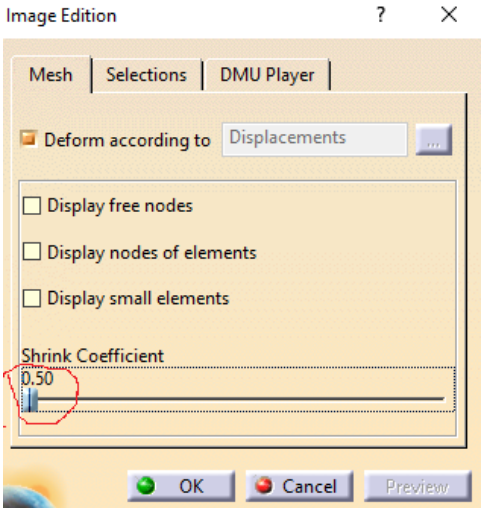
حال از طریق مسیر زیر مدهای فرکانس طبیعی را استخراج می کنیم :



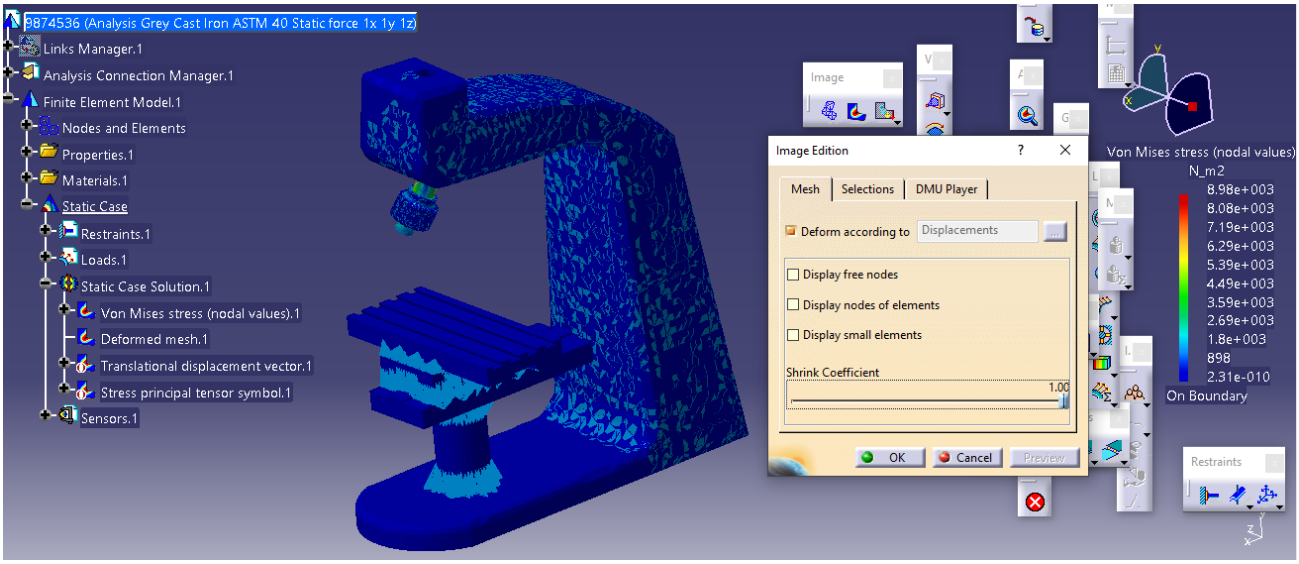
سپس از تب Image Edition با انتخاب specify ، mode یا مد تعداد مد های فرکانس طبیعی را ۱۰ وارد می کنیم :



حال با بازگشت به سربرگ mesh می توان با حرکت دادن لغزنده ، ۱۰ مد فرکانس طبیعی را مشاهده کرد که شامل (۱.۰۰ – ۰.۹۵- ۰.۹ – ۰.۸۵- ۰.۸ -۰.۷۵ -۰.۷ -۰.۶۵ -۰.۶ -۰.۵۵ -۰.۵) می باشد :



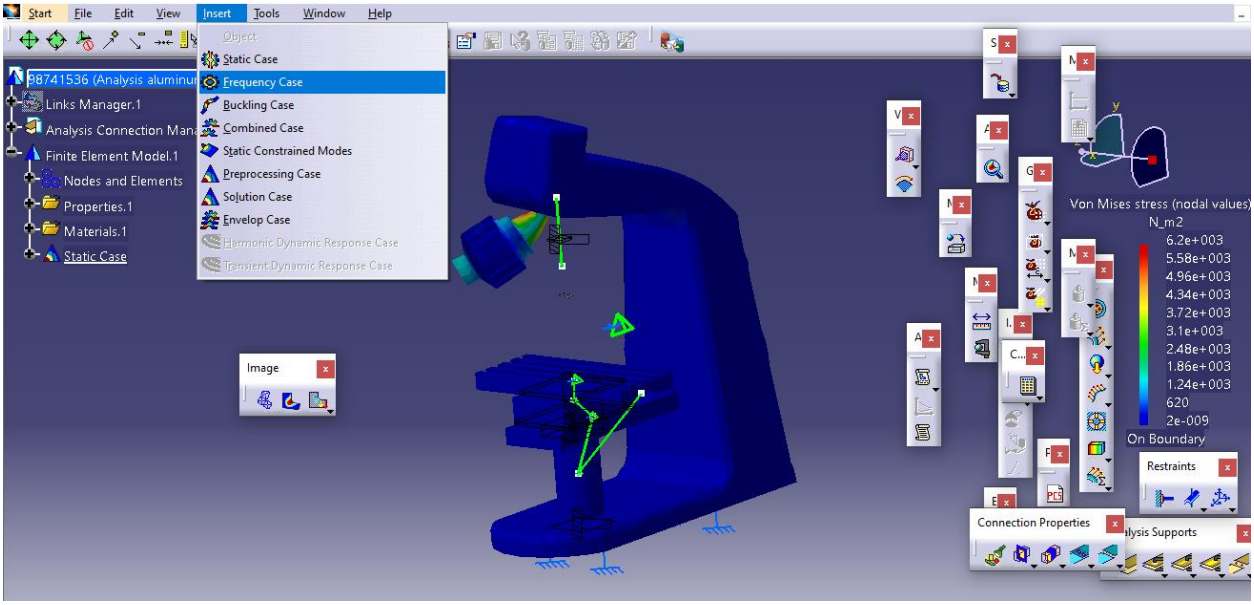
حال ما آخرین فرکانس طبیعی ۱.۰۰ را در نظر می گیریم :



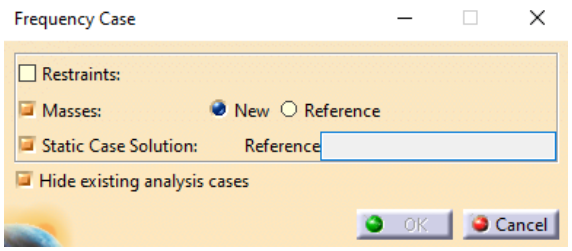
شبیه سازی دینامیکی

-جنس آلومینیم یا Aluminum

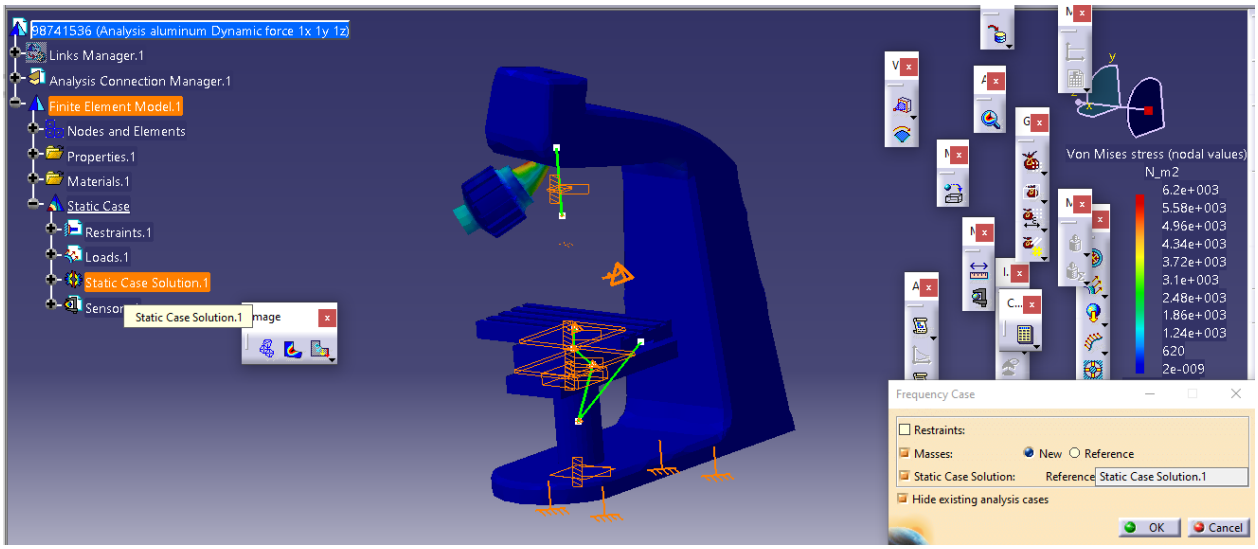
حال در ابتدا در ادامه ی شبیه سازی استاتیکی در تنش ون میزز ، از نوار ابزار insert وارد Frequency Case می شویم :



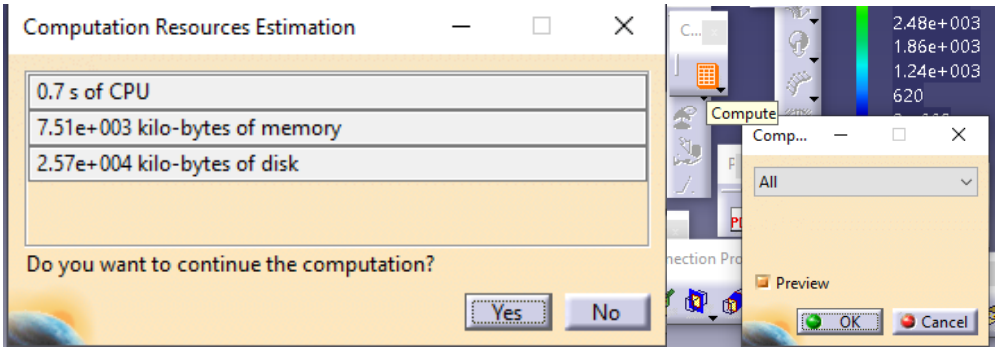
حال در تب frequency case با انتخاب تیک گزینه ی static case solution داریم :



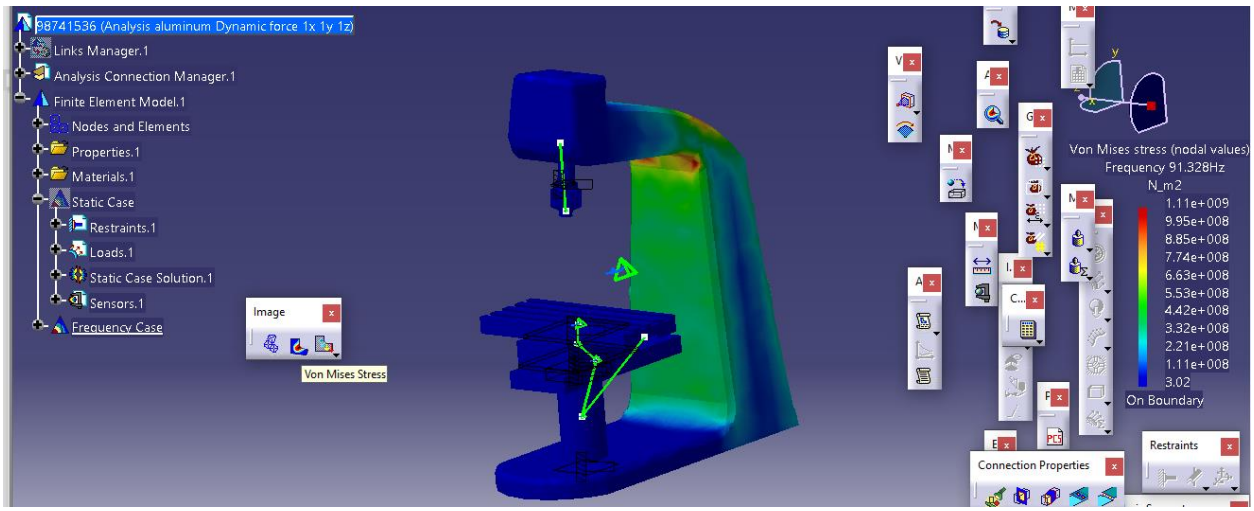
حال برای انتخاب Refrence از نوار ابزار ۱.static case solution را انتخاب می کنیم :



حال ok می کنیم و compute را انتخاب می کنیم :



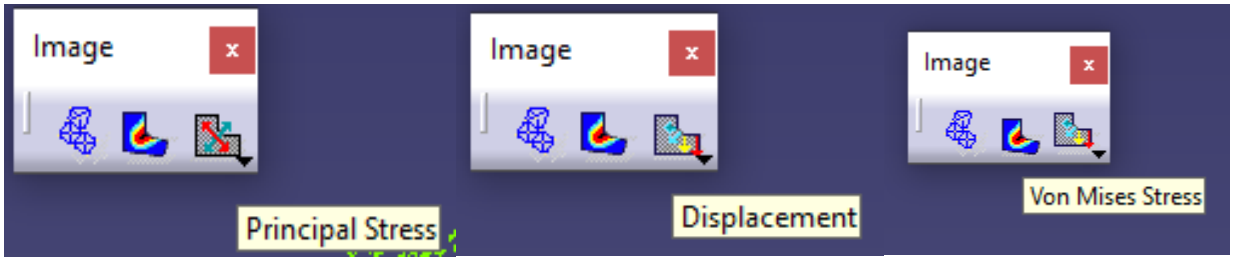
حال داریم در تب image با انتخاب Deformation وسپس Von Mises Stress داریم :



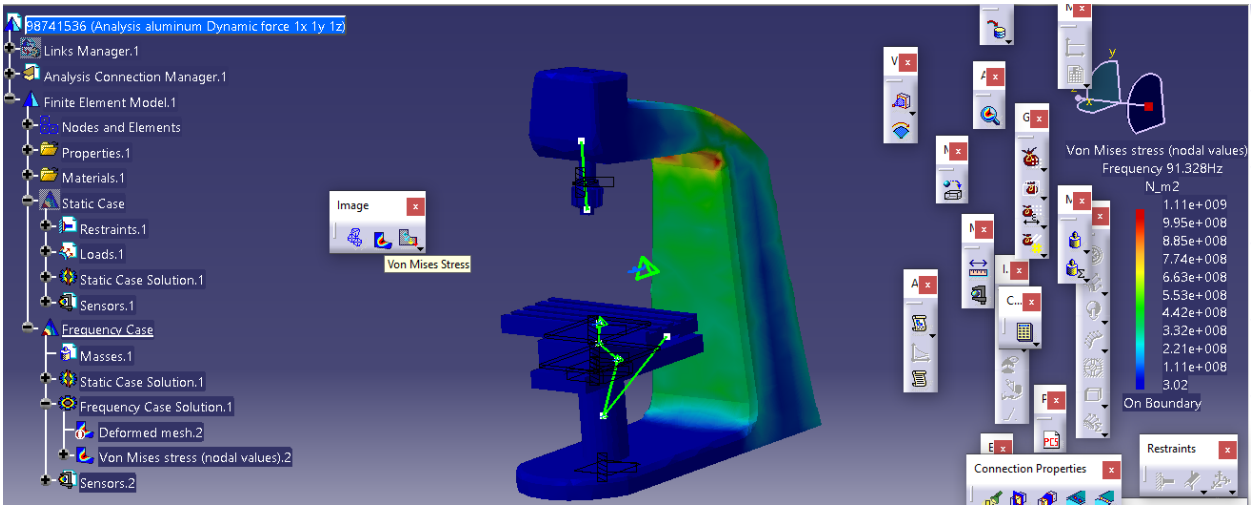
حال با اتمام شبیه سازی به سراغ استخراج نتایج می رویم .

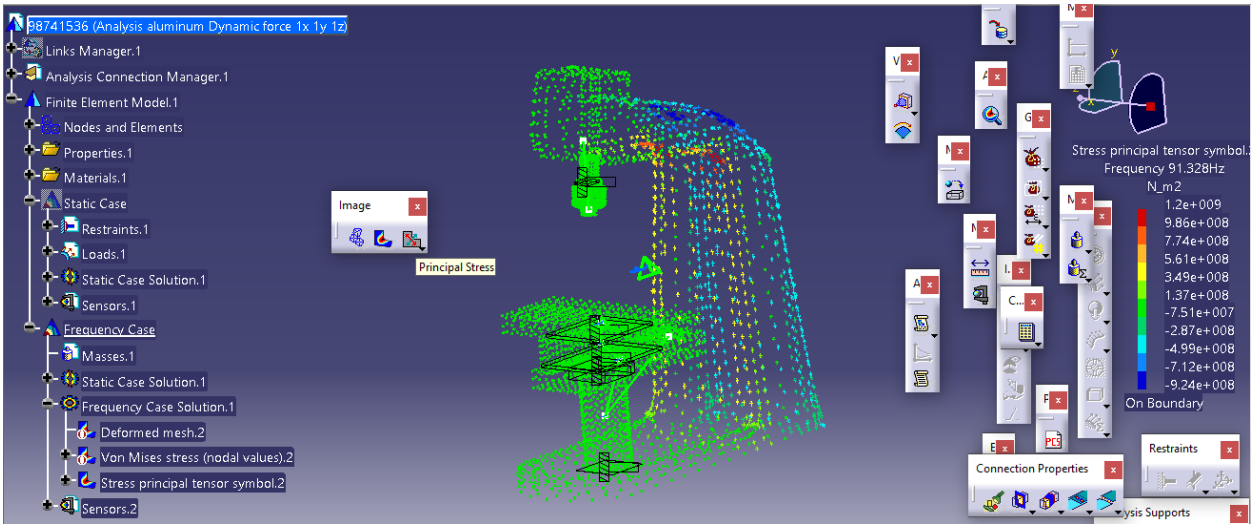
استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

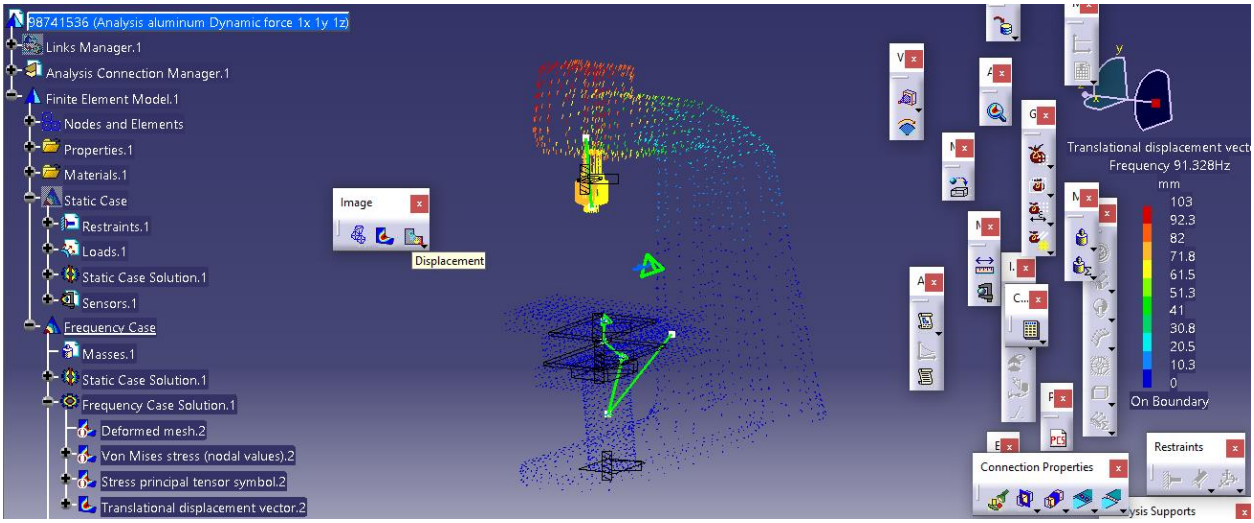
حال با توجه به انتخاب نوع خروجی مورد استفاده ی ما ، می توان انحراف یا Displacement ، تنش اصلی یا Principl Stress و تنش ون میزز یا Von Mises Stress را انتخاب کرد :



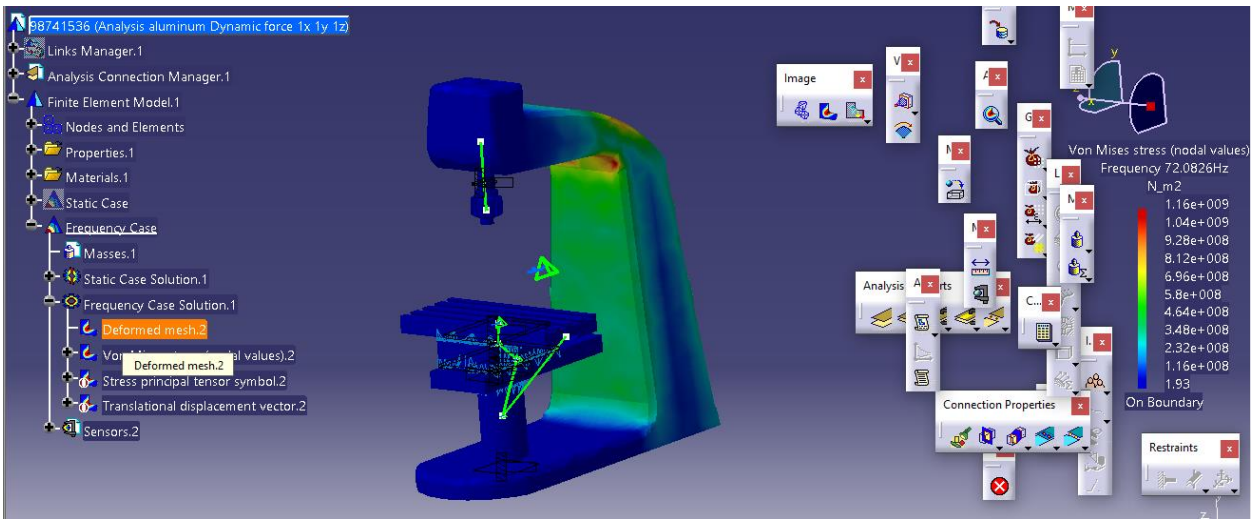
حال خروجی ها به شرح زیر است :



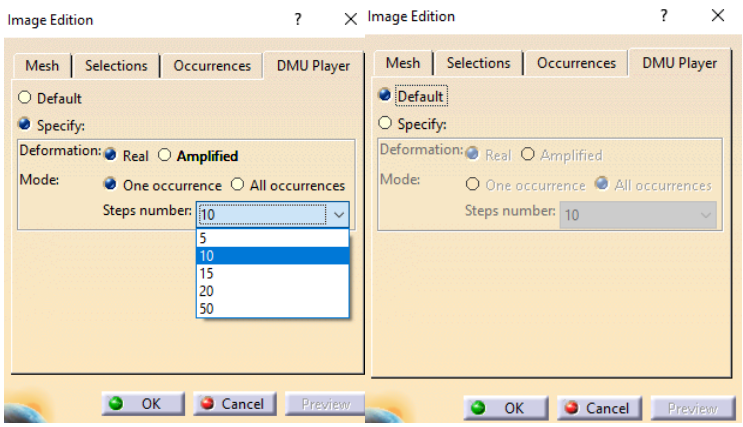




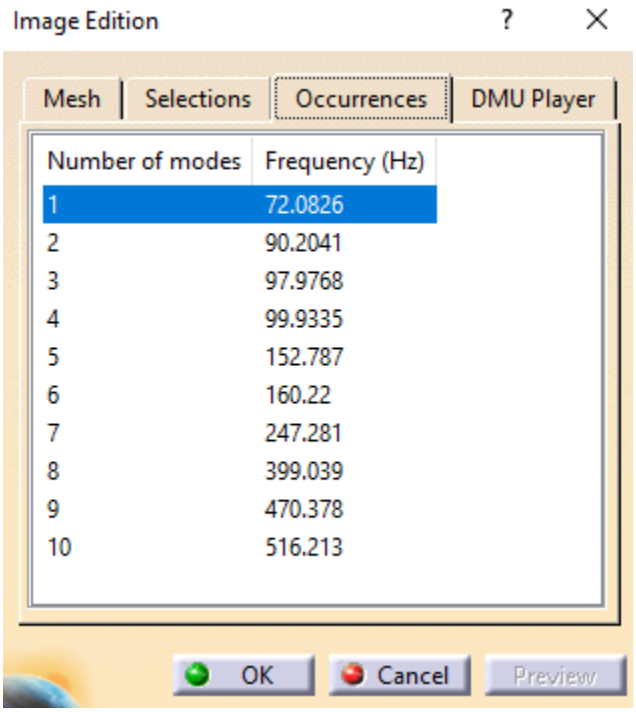
حال از طریق مسیر زیر مدهای فرکانس طبیعی را استخراج می کنیم :



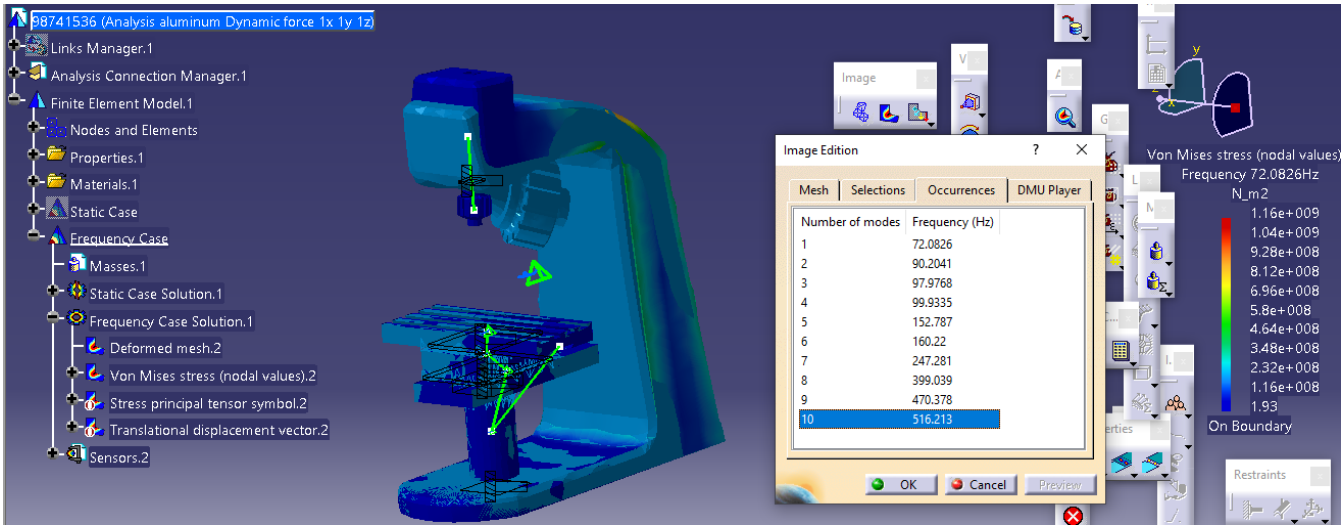
سپس از تب Image Edition با انتخاب سربرگ DMU PLAYER و سپس specify ، mode یا تعداد مد های فرکانس طبیعی را ۱۰ وارد می کنیم :



حال به سربرگ Occurrences می رویم و می توان مد های فرکانس طبیعی را مشاهده کرد :

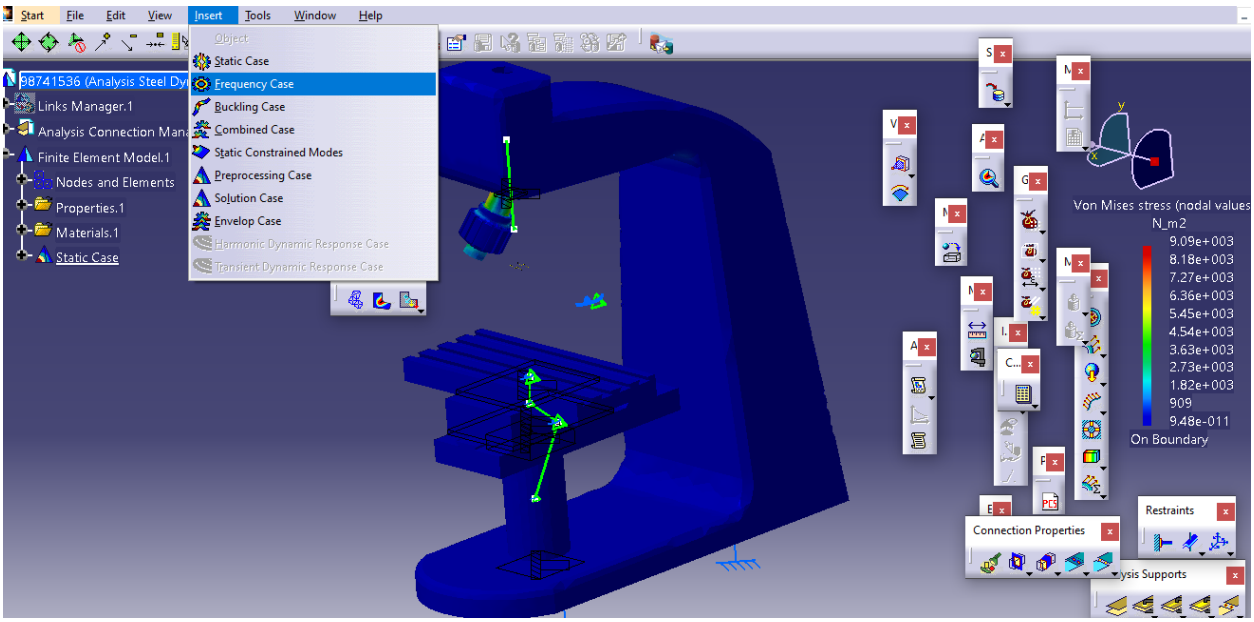


حال ما آخرین فرکانس طبیعی ۵۱۶.۲۱۳ را در نظر می گیریم :

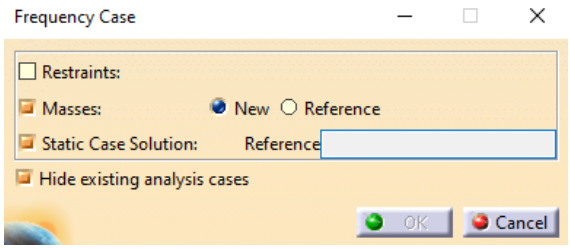


-جنس فولاد یا Steel

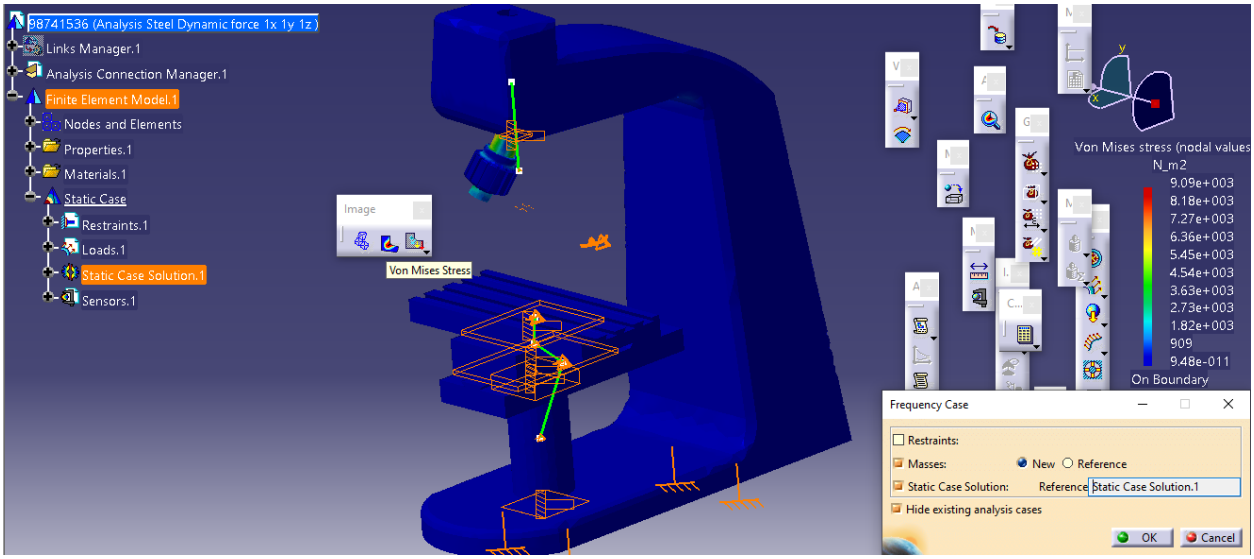
حال در ابتدا در ادامه ی شبیه سازی استاتیکی در تنش ون میزز ، از نوار ابزار insert وارد Frequency Case می شویم :



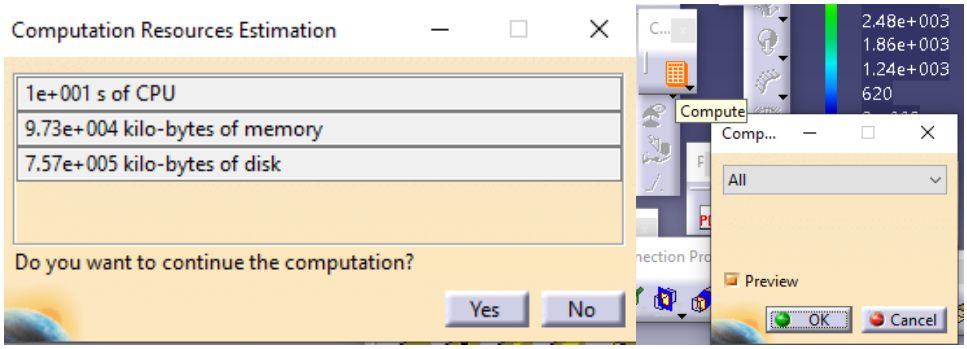
حال در تب frequency case با انتخاب تیک گزینه ی static case solution داریم :



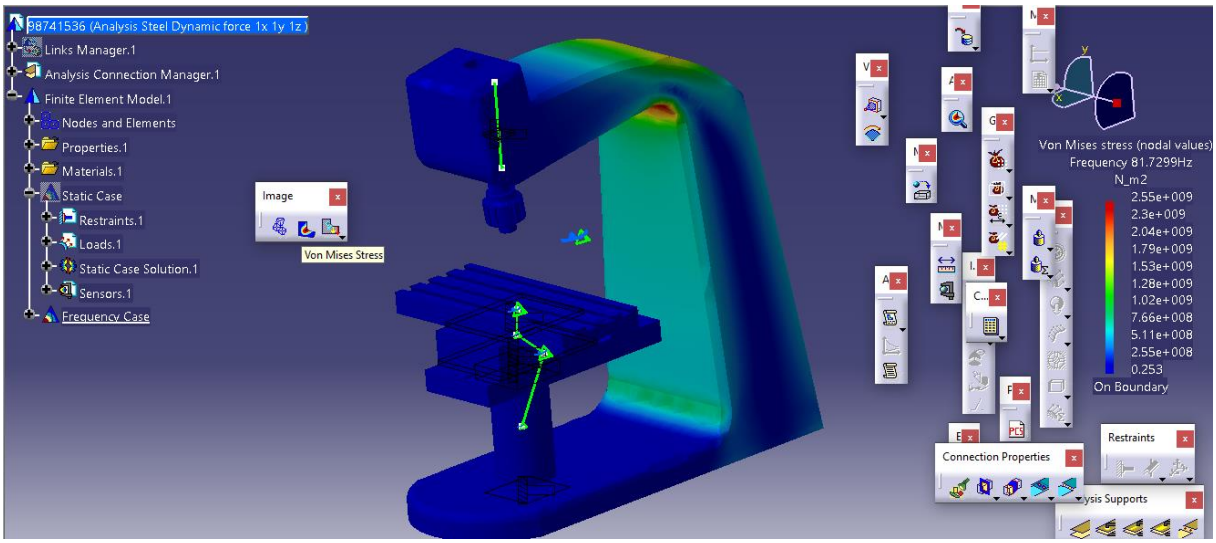
حال برای انتخاب Refrence از نوار ابزار ۱.static case solution را انتخاب می کنیم :



حال ok می کنیم و compute را انتخاب می کنیم :



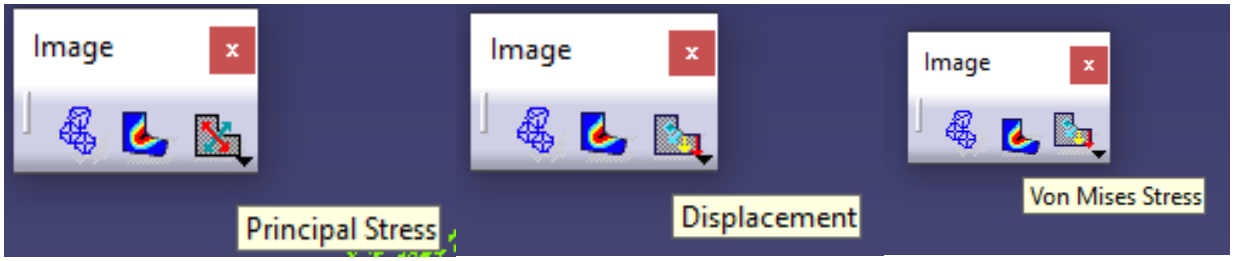
حال داریم در تب image با انتخاب Deformation وسپس Von Mises Stress داریم :



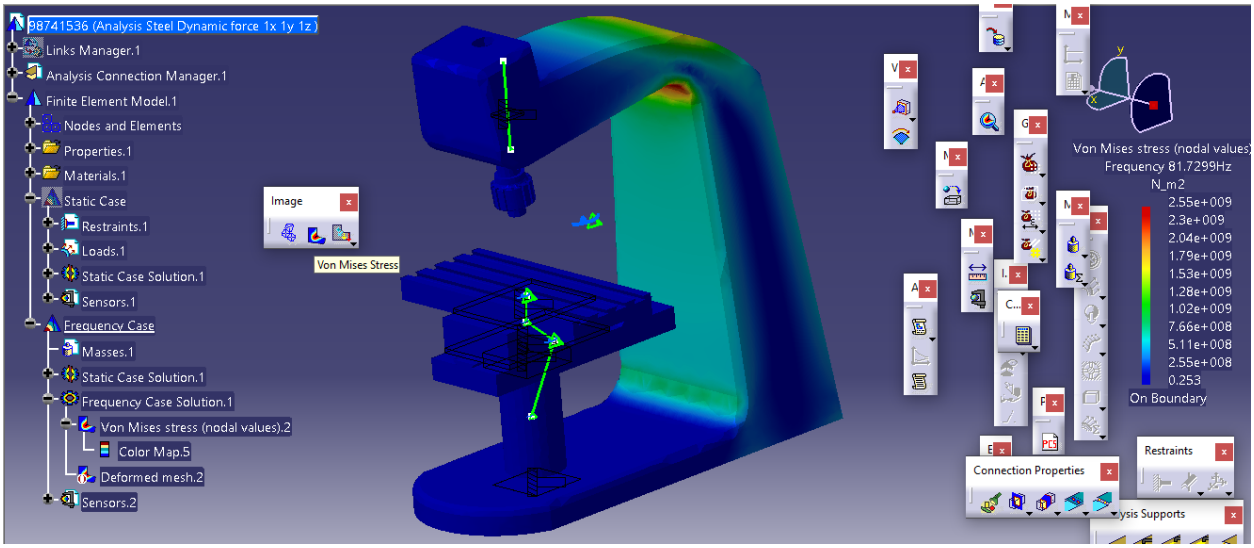
حال با اتمام شبیه سازی به سراغ استخراج نتایج می رویم .

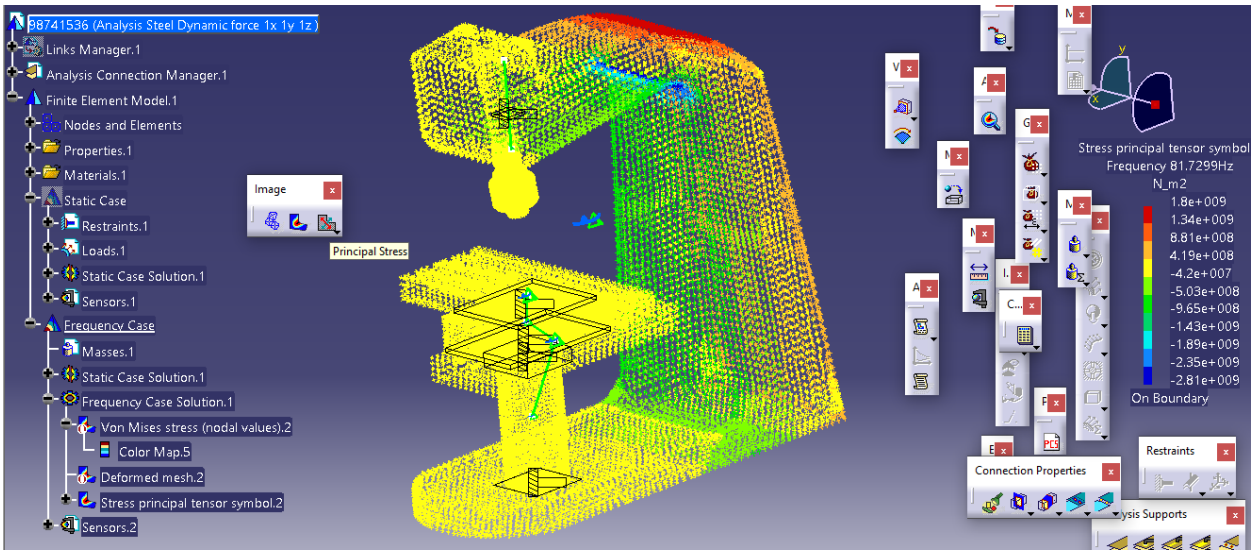
استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

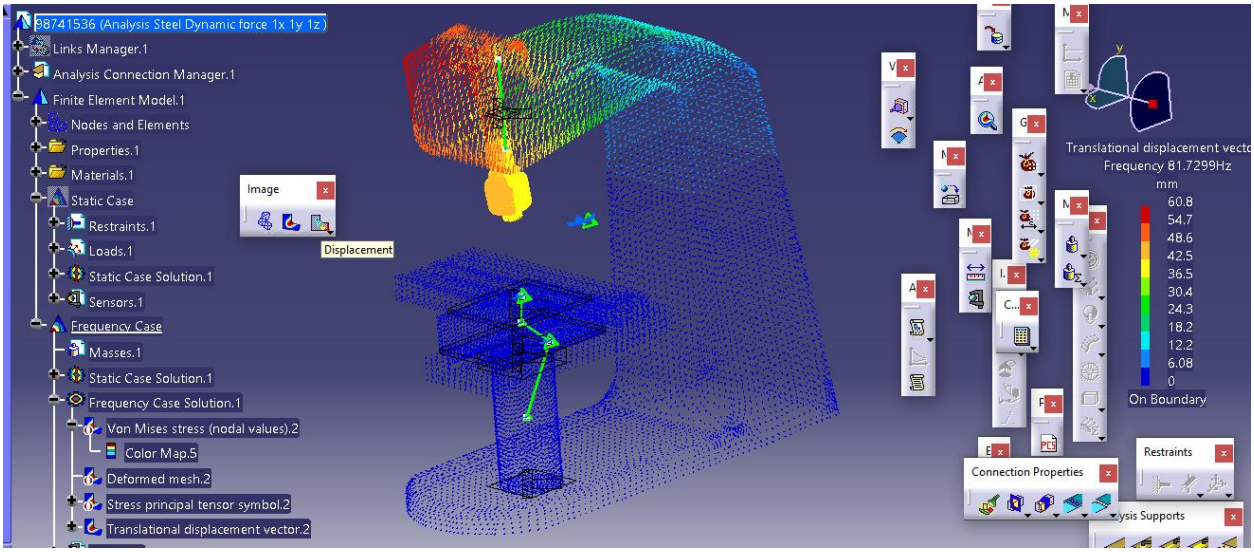
حال با توجه به انتخاب نوع خروجی مورد استفاده ی ما ، می توان انحراف یا Displacement ، تنش اصلی یا Principl Stress و تنش ون میزز یا Von Mises Stress را انتخاب کرد :



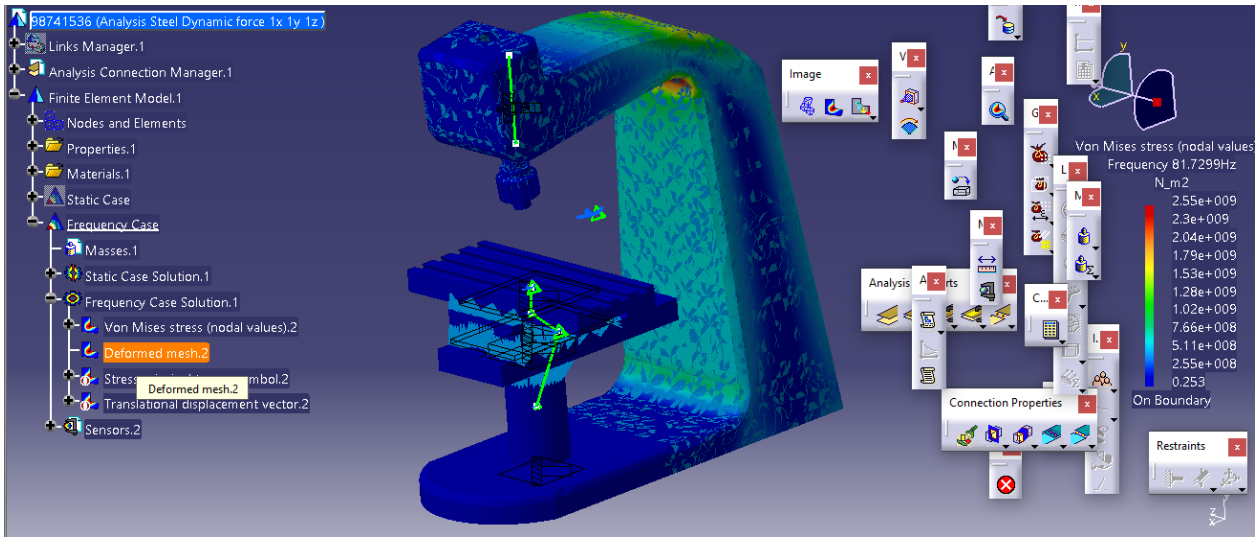
حال خروجی ها به شرح زیر است :



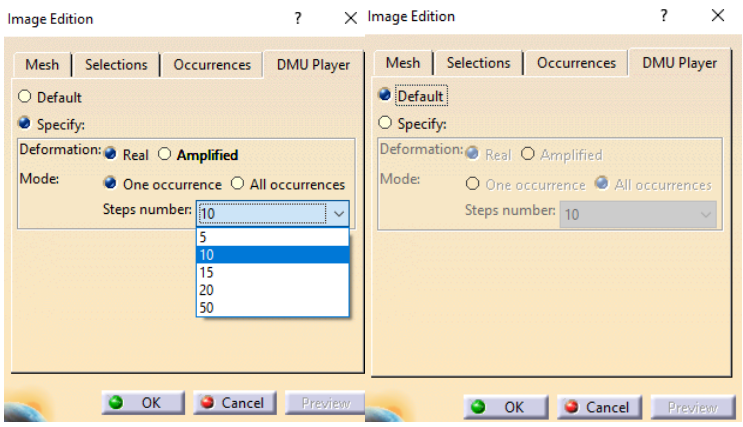




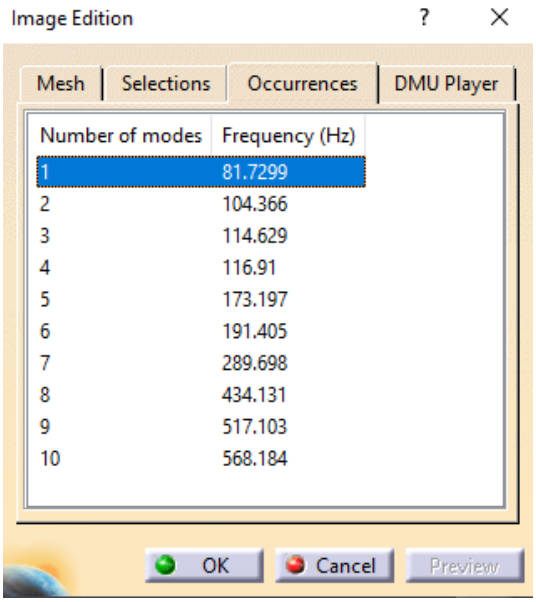
حال از طریق مسیر زیر مدهای فرکانس طبیعی را استخراج می کنیم :



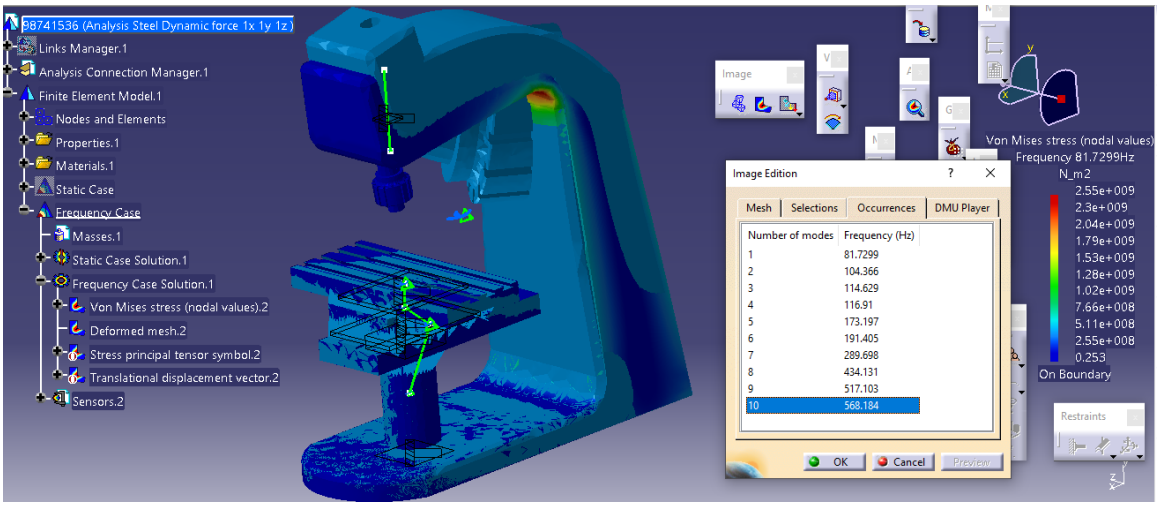
سپس از تب Image Edition با انتخاب سربرگ DMU PLAYER و سپس specify ، mode یا تعداد مد های فرکانس طبیعی را ۱۰ وارد می کنیم :



حال به سربرگ Occurrences می رویم و می توان مد های فرکانس طبیعی را مشاهده کرد :

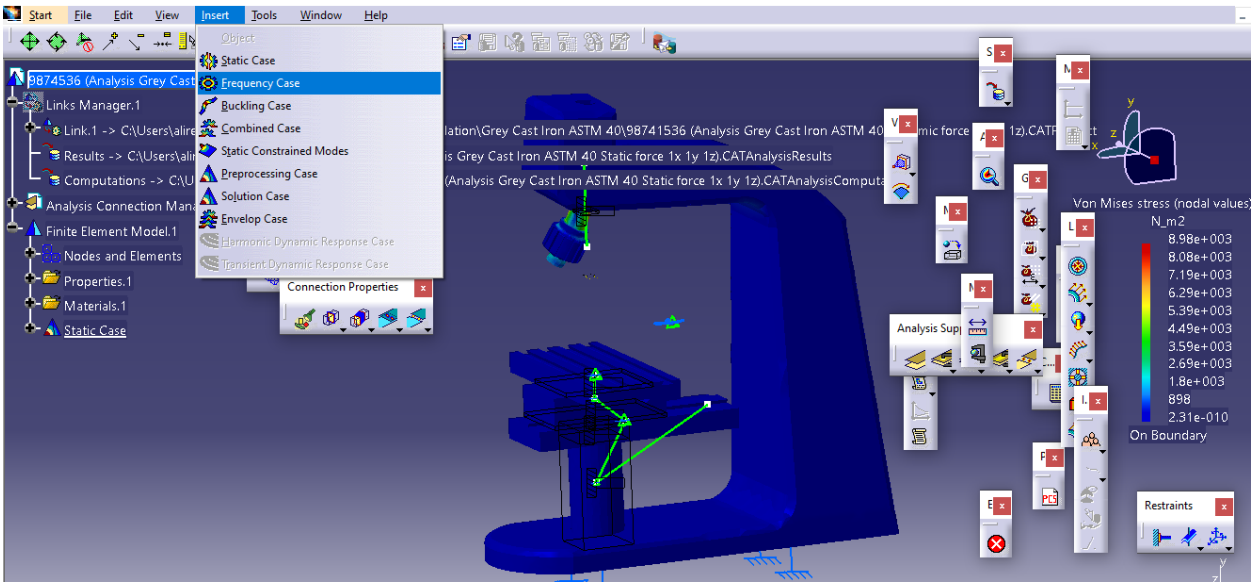


حال ما آخرین فرکانس طبیعی ۵۶۸.۱۸۴ را در نظر می گیریم :

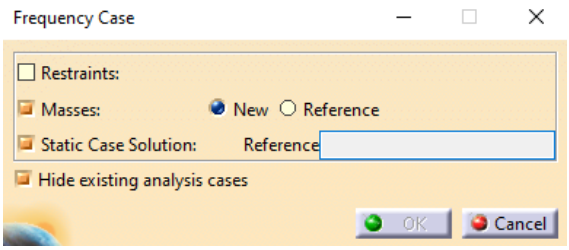


-جنس چدن خاکستری یا Grey Cast Iron ASTM ٤٠

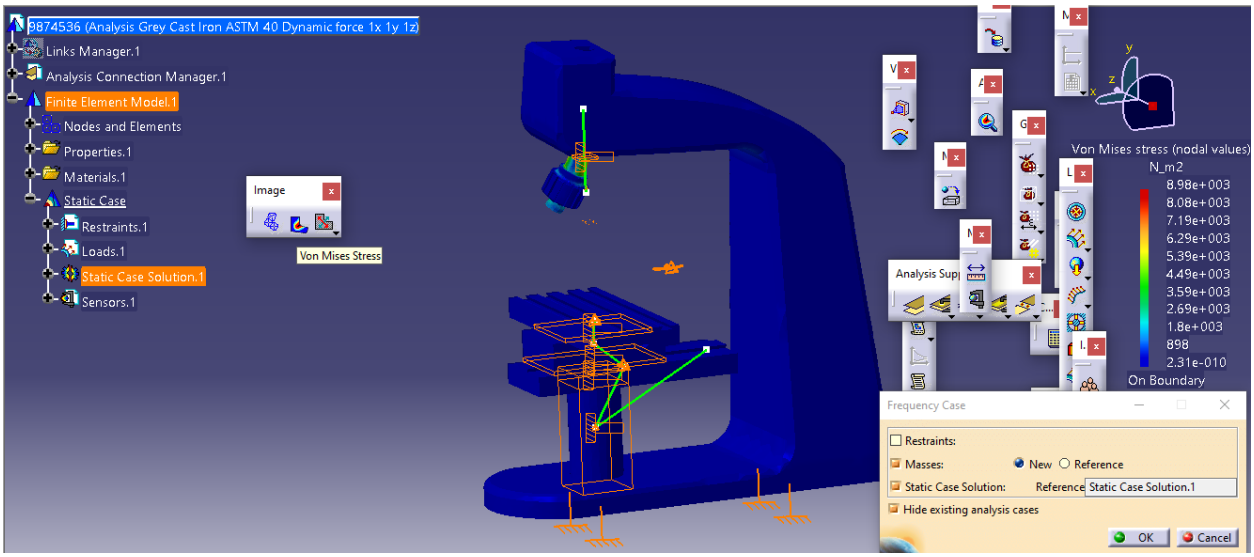
حال در ابتدا در ادامه ی شبیه سازی استاتیکی در تنش ون میزز ، از نوار ابزار insert وارد Frequency Case می شویم :



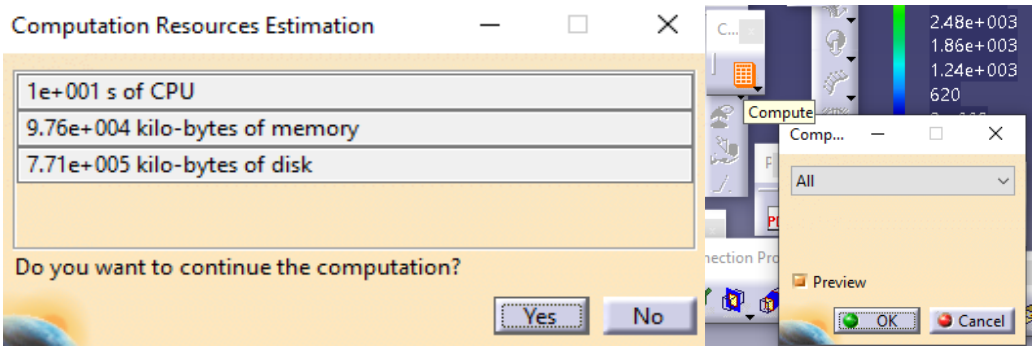
حال در تب frequency case با انتخاب تیک گزینه ی static case solution داریم :



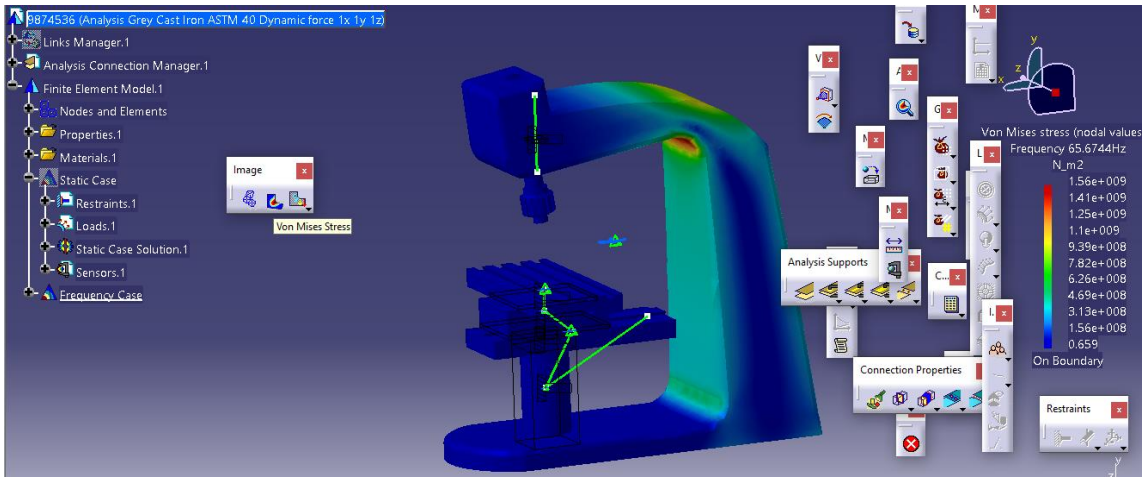
حال برای انتخاب Refrence از نوار ابزار ۱.static case solution را انتخاب می کنیم :



حال ok می کنیم و compute را انتخاب می کنیم :



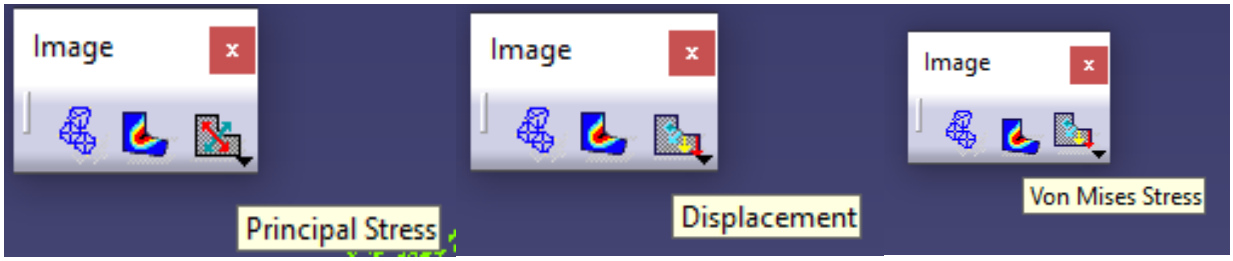
حال داریم در تب image با انتخاب Deformation وسپس Von Mises Stress داریم :



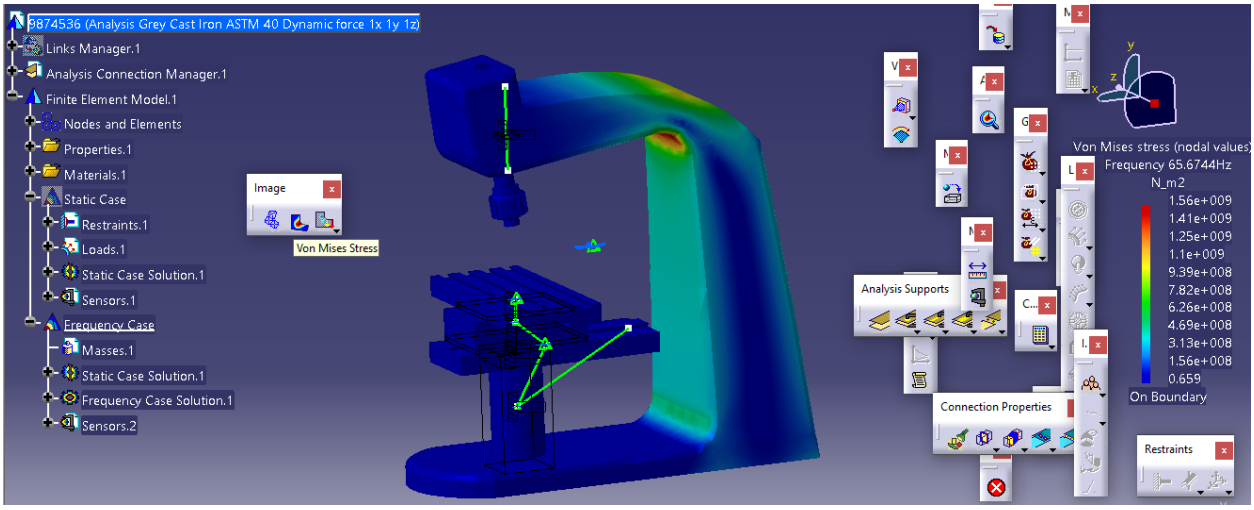
حال با اتمام شبیه سازی به سراغ استخراج نتایج می رویم.

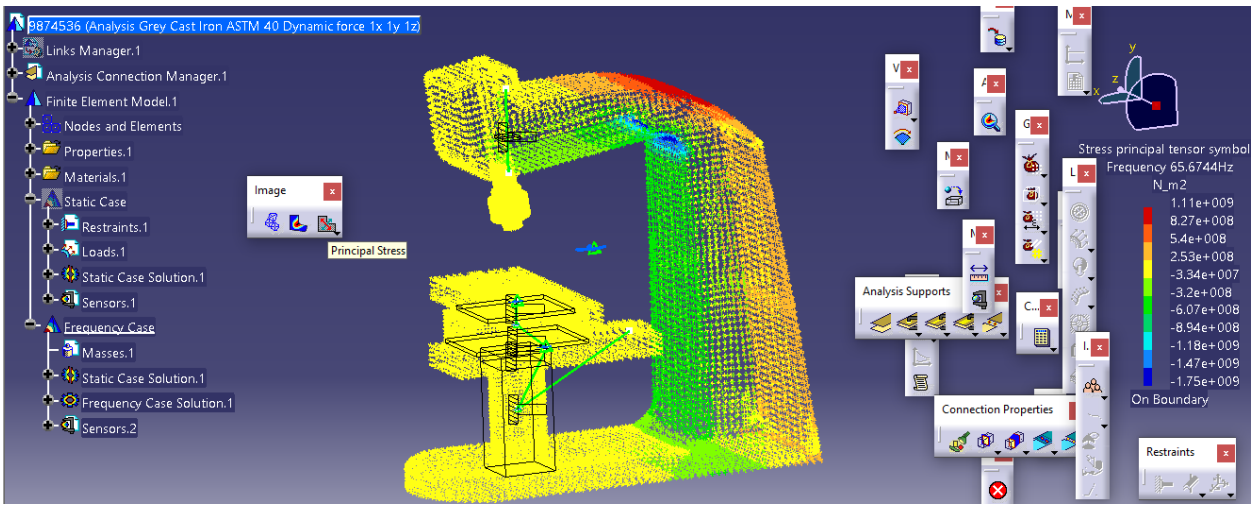
استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

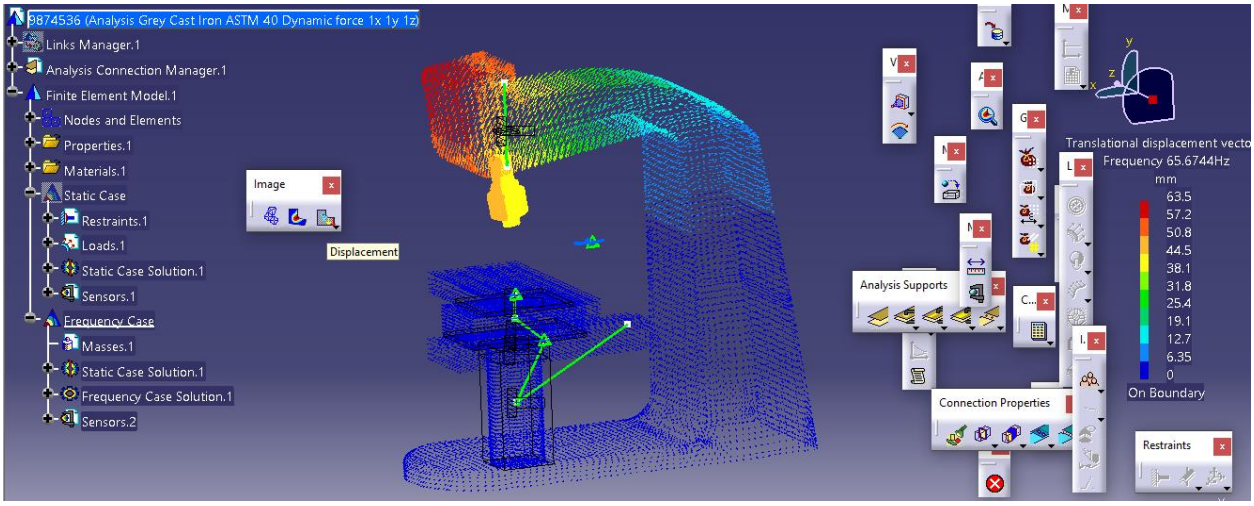
حال با توجه به انتخاب نوع خروجی مورد استفاده ی ما ، می توان انحراف یا Displacement ، تنش اصلی یا Principl Stress و تنش ون میزز یا Von Mises Stress را انتخاب کرد :



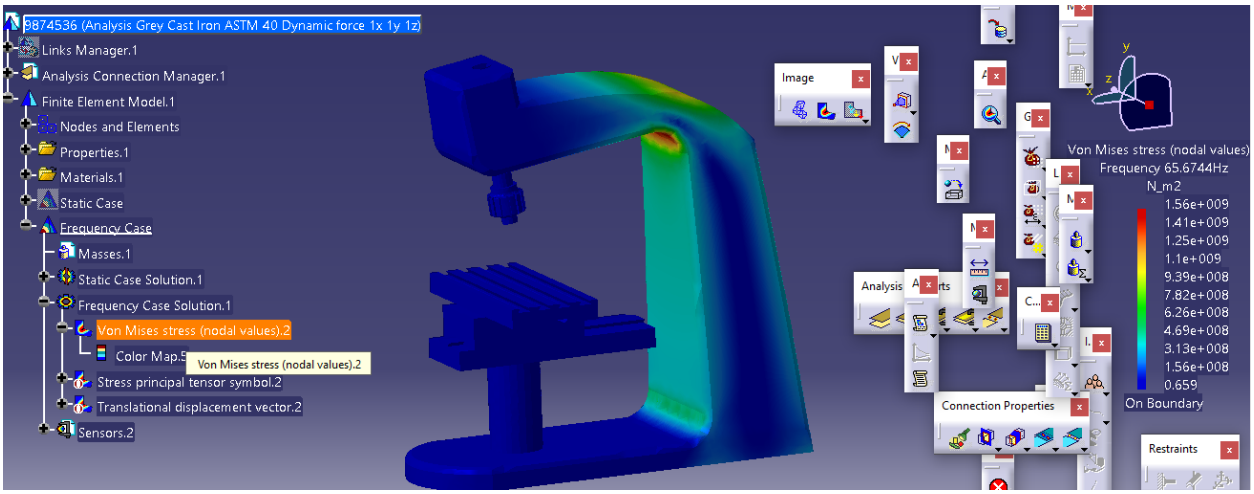
حال خروجی ها به شرح زیر است :



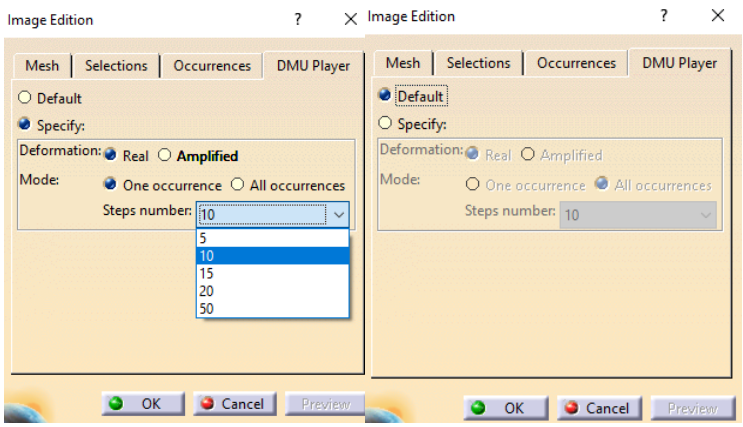




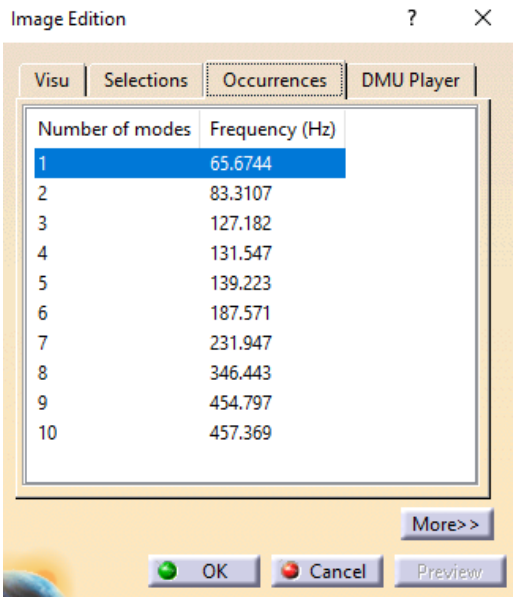
حال از طریق مسیر زیر مدهای فرکانس طبیعی را استخراج می کنیم :



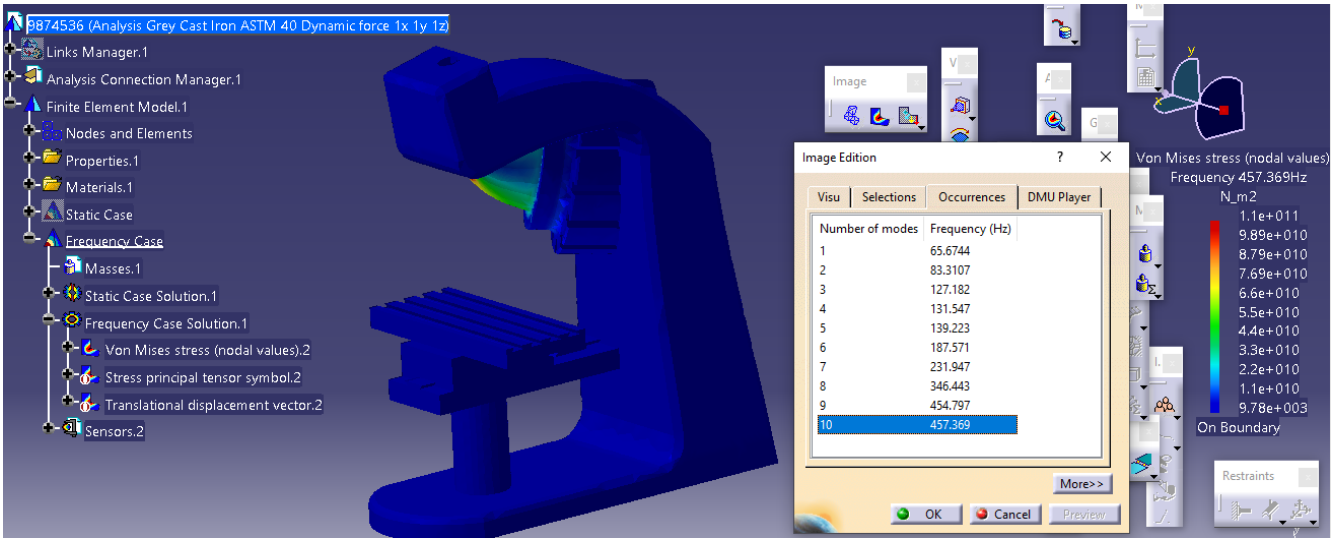
سپس از تب Image Edition با انتخاب سربرگ DMU PLAYER و سپس specify ، mode یا تعداد مد های فرکانس طبیعی را ۱۰ وارد می کنیم :



حال به سربرگ Occurrences می رویم و می توان مد های فرکانس طبیعی را مشاهده کرد :

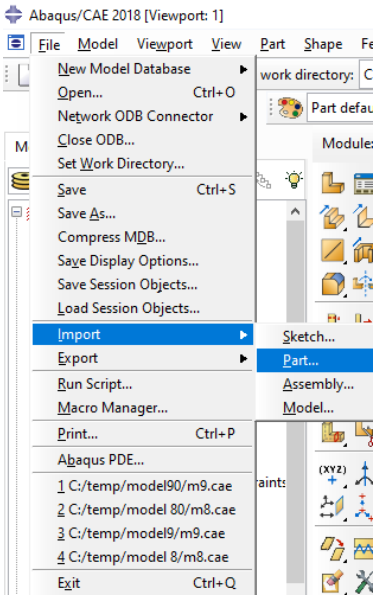


حال ما آخرین فرکانس طبیعی ۴۵۷.۳۶۹ را در نظر می گیریم :

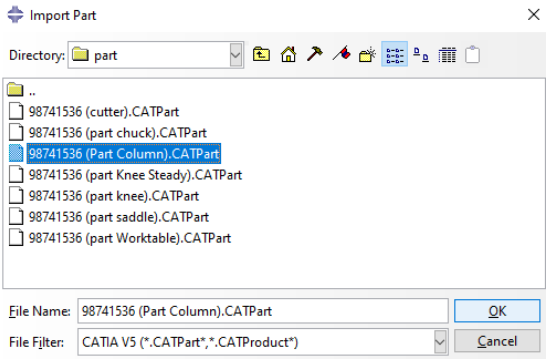


فصل سوم : شبیه سازی در نرم افزار آباکوس

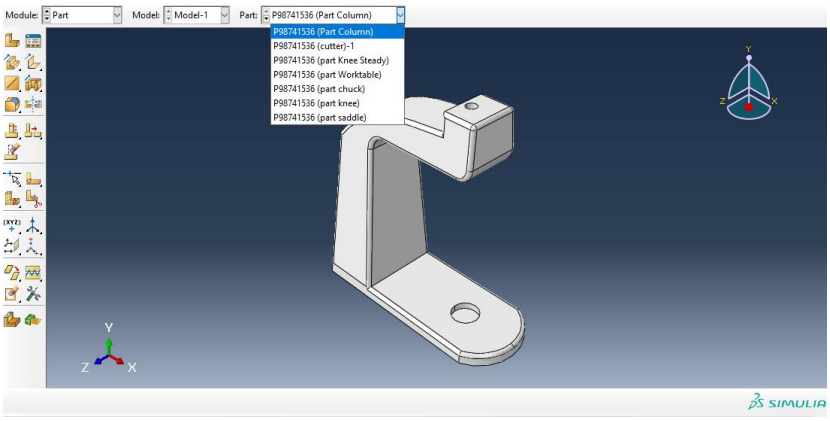
حال در ابتدا از طریق مسیر زیر پارت های کتیا را در آباکوس Import می کنیم :



سپس :



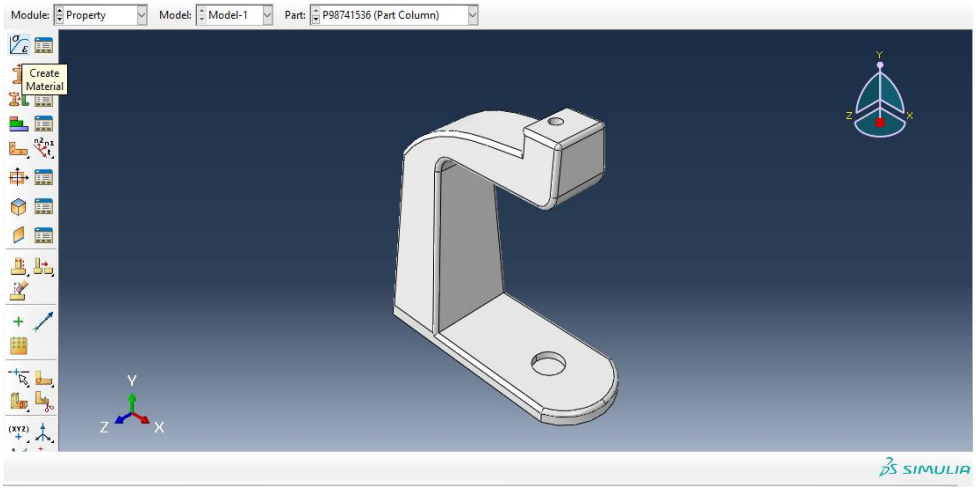
حال پس از وارد کردن هر ۷ جزء داریم :



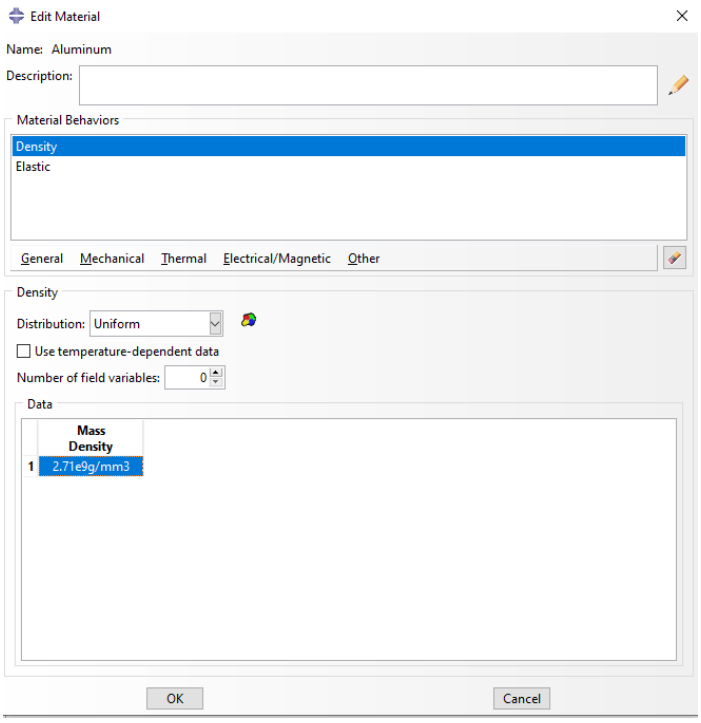
شبیه سازی استاتیکی

-جنس آلومینیم یا Aluminum

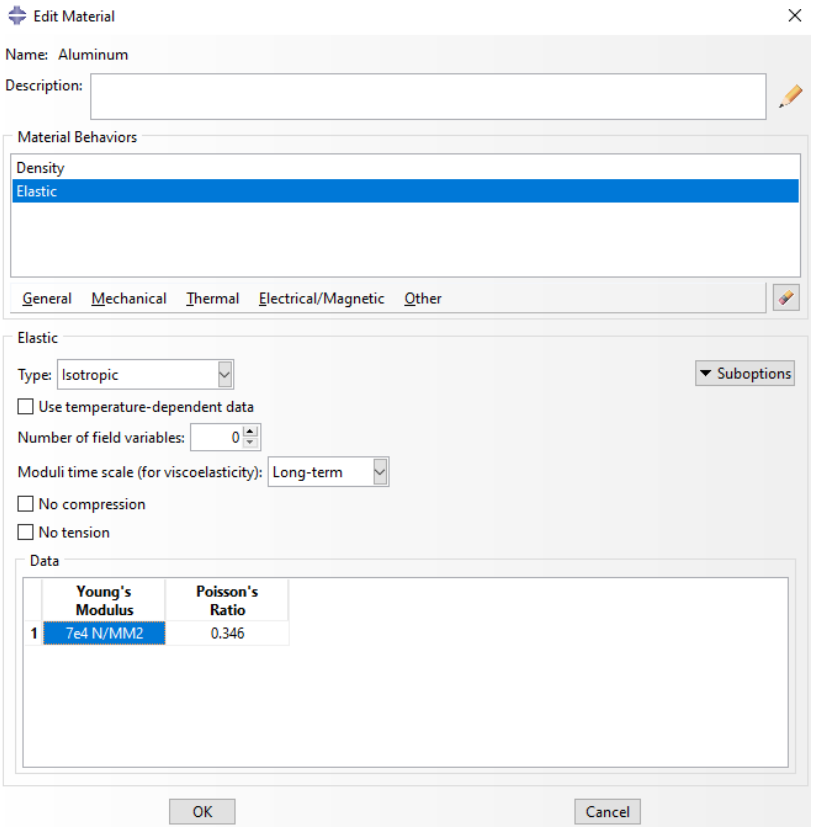
حال پس از وارد کردن اجزا در ماژول part به سراغ ماژول اسمبلی می رویم و در ابتدا به سراغ دستور Create Material می رویم :



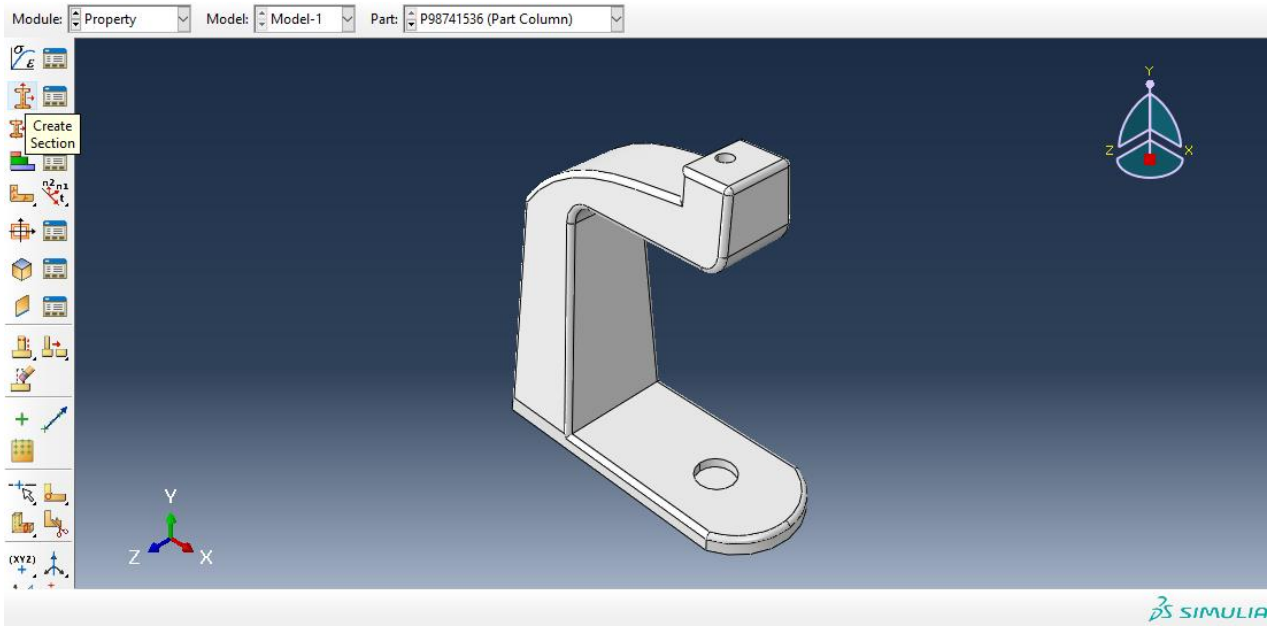
سپس برای مقایسه بهتر نتایج شبیه سازی اباکوس با کتیا ، داده های قسمت Apply Material که در قسمت ابتدایی گزارش آمده است را وارد می کنیم (صفحه ی ۷ گزارش) ، واحد ما در اینجا مثلا پیش فرض میلیمتر یا mm است حال داریم :



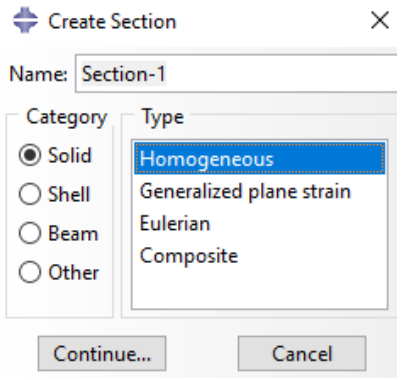
سپس :



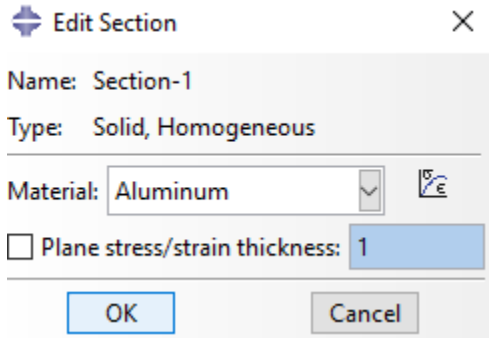
حال با تایید آن به سراغ دستور Create section می رویم :



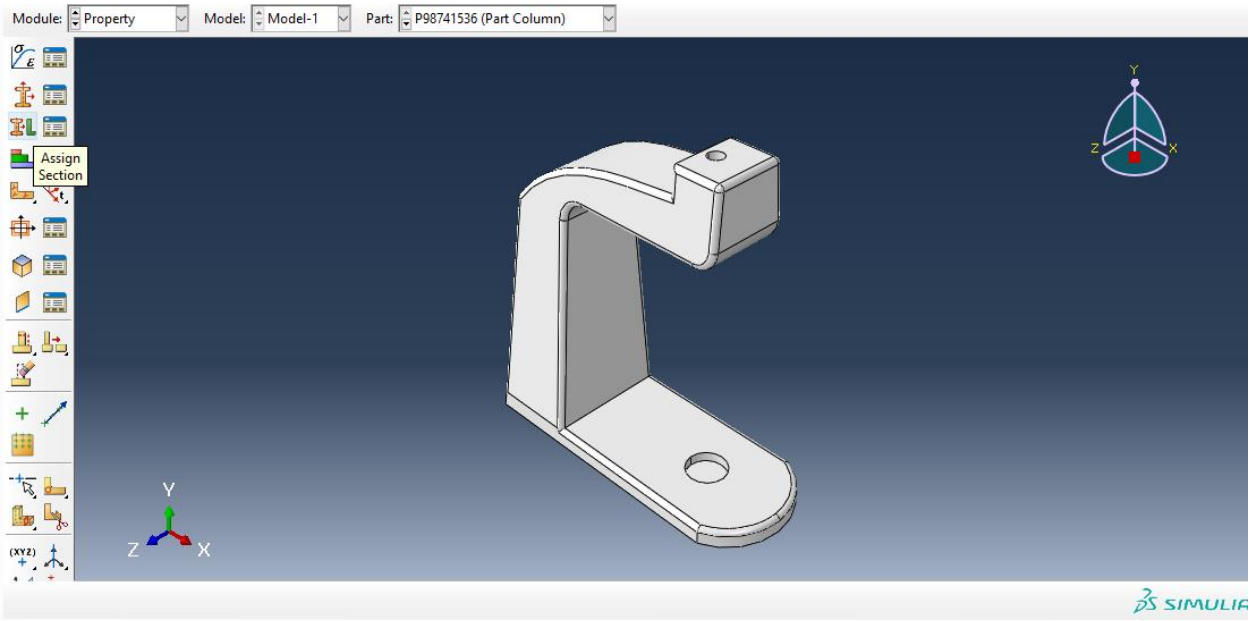
سپس :



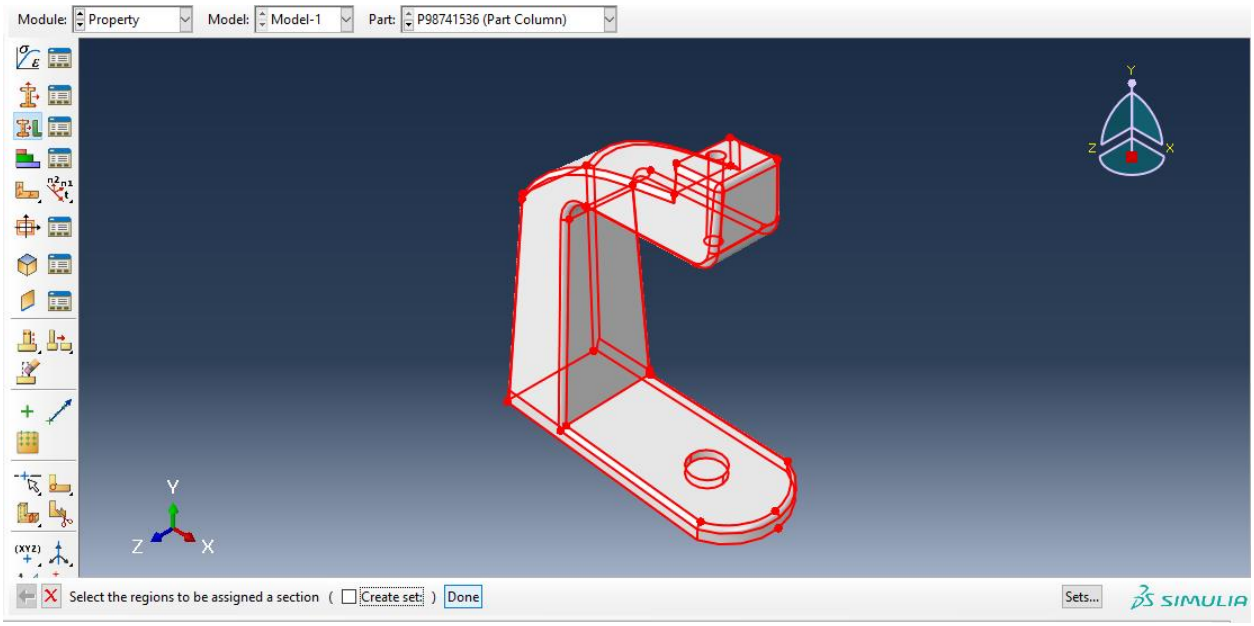
یا تایید آن داریم :



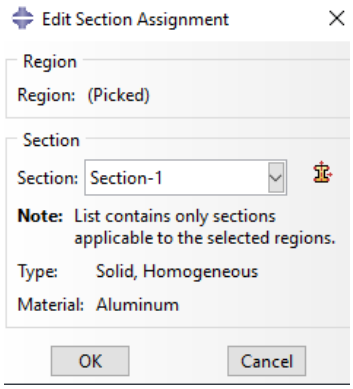
سپس با تایید آن به سراغ دستور Assign section می رویم :



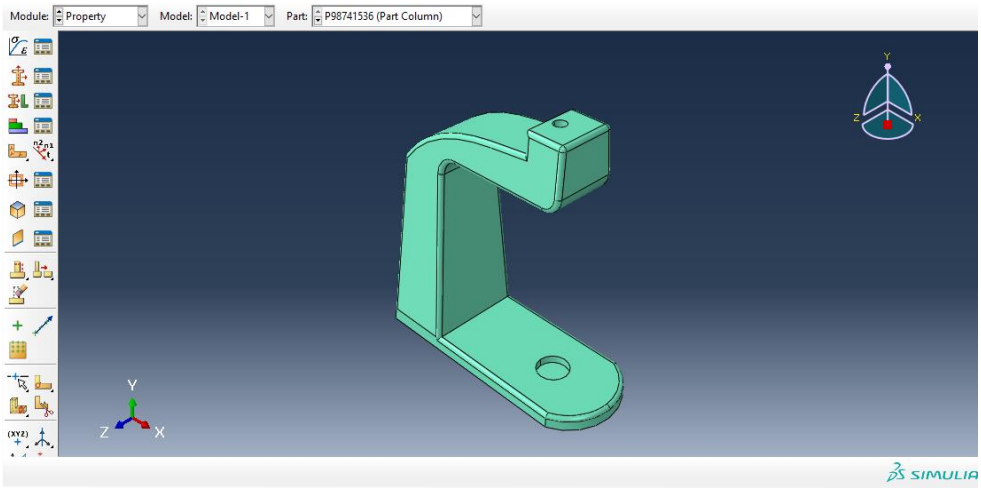
حال داریم ، با انتخاب کل مدل column داریم :



با انتخاب Done داریم :



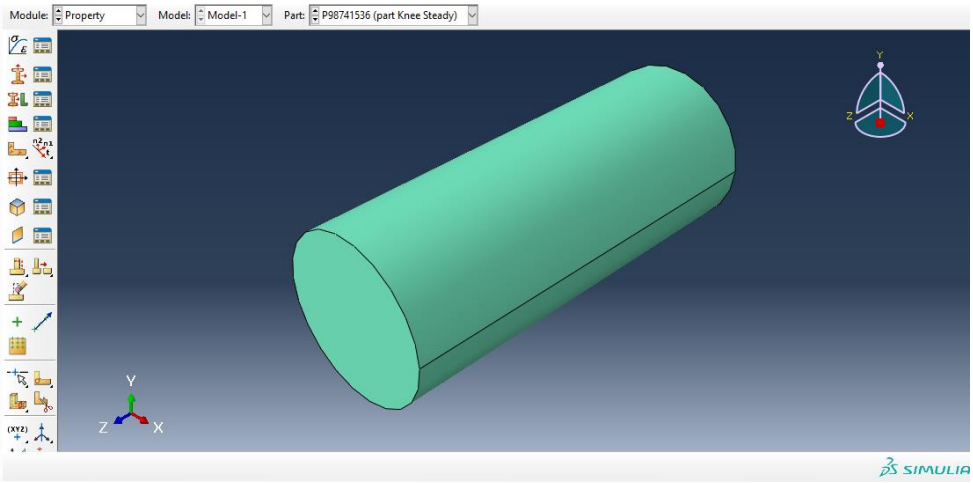
حال داریم :



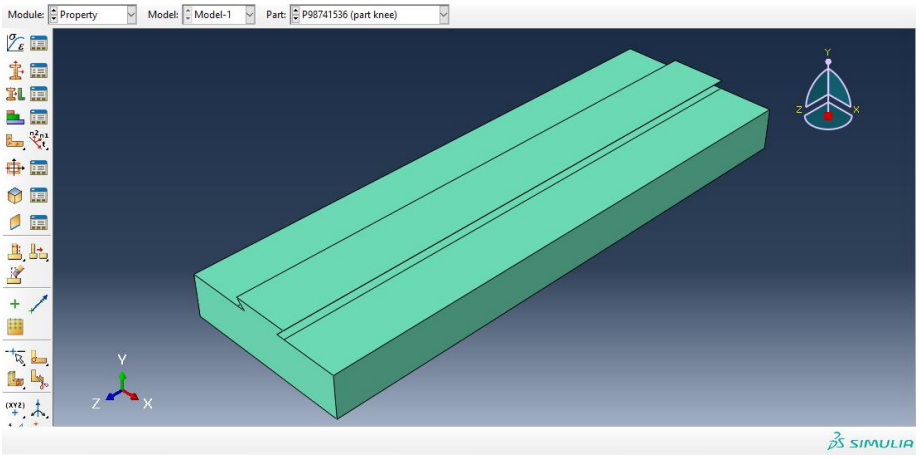
حال با سبز شدن رنگ آن ، تعریف متریال برای column به اتمام رسید .

سپس به طور مشابه اگر همین مسیر را برای دیگر اجزا برویم در نتیجه خواهیم داشت :

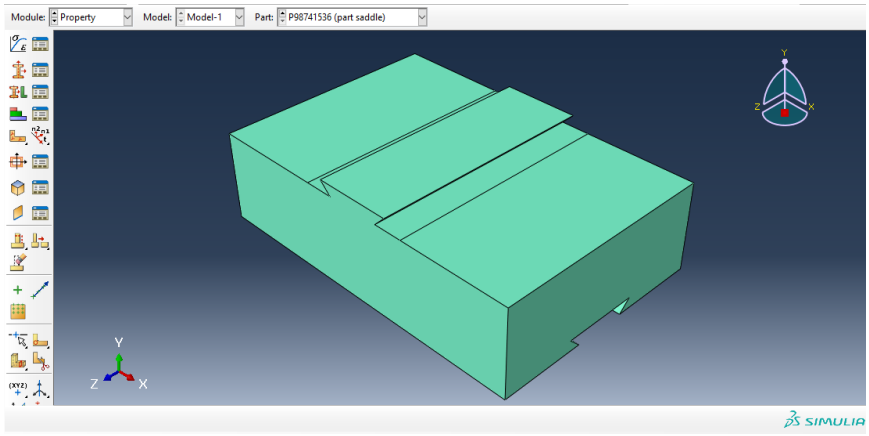
برای knee steady :



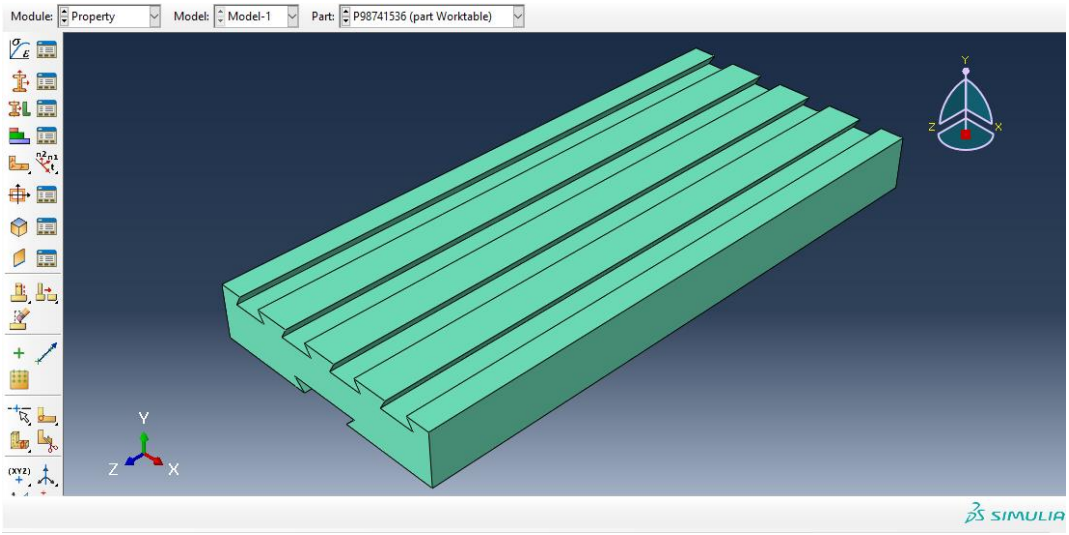
برای knee :



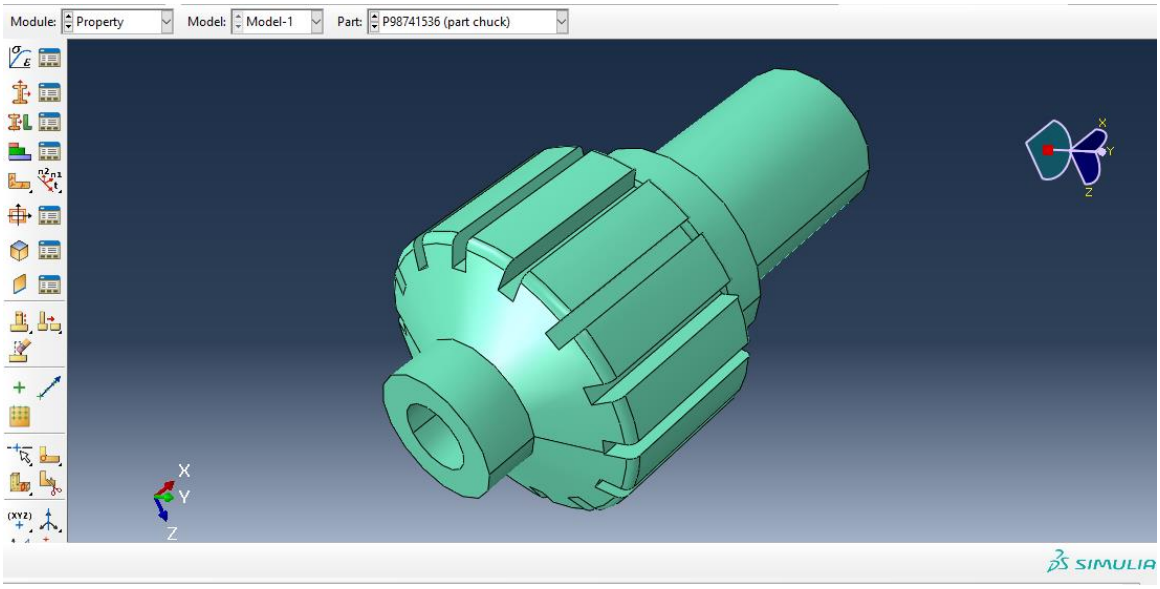
برای saddle :



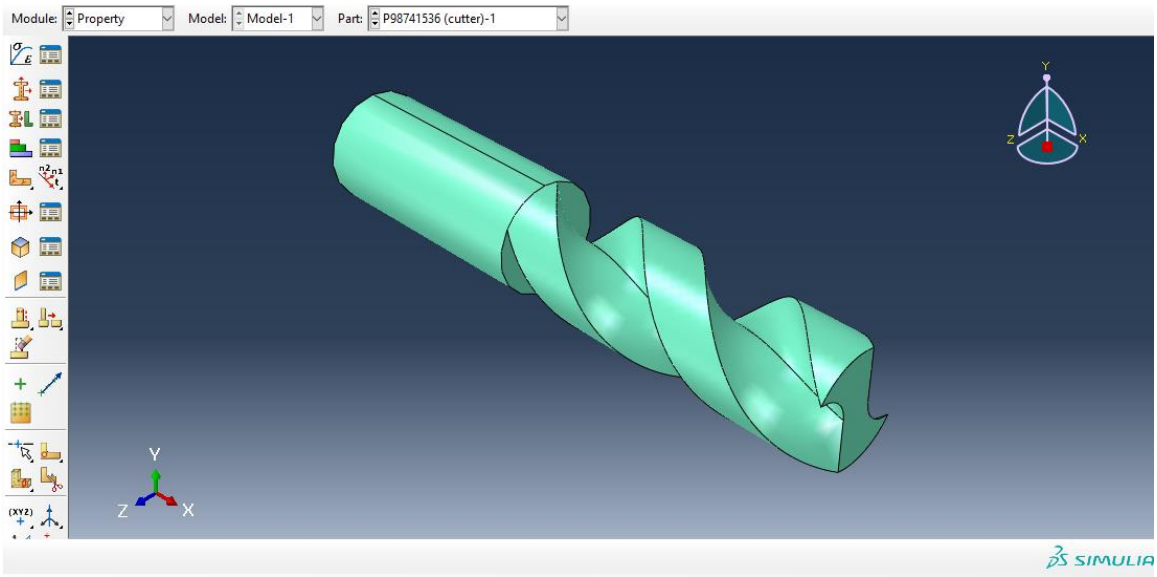
برای worktable داریم :



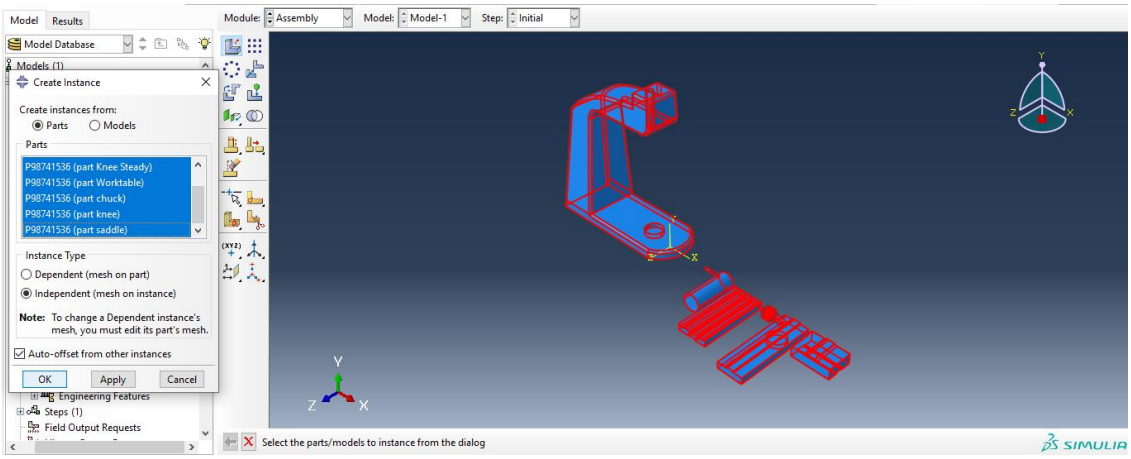
برای chuck داریم :



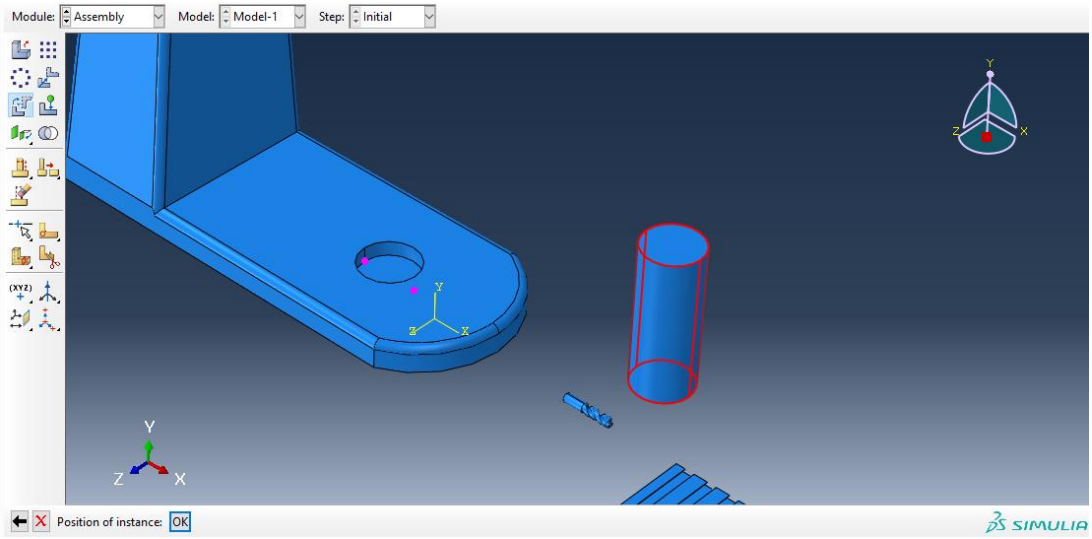
برای cutter داریم :



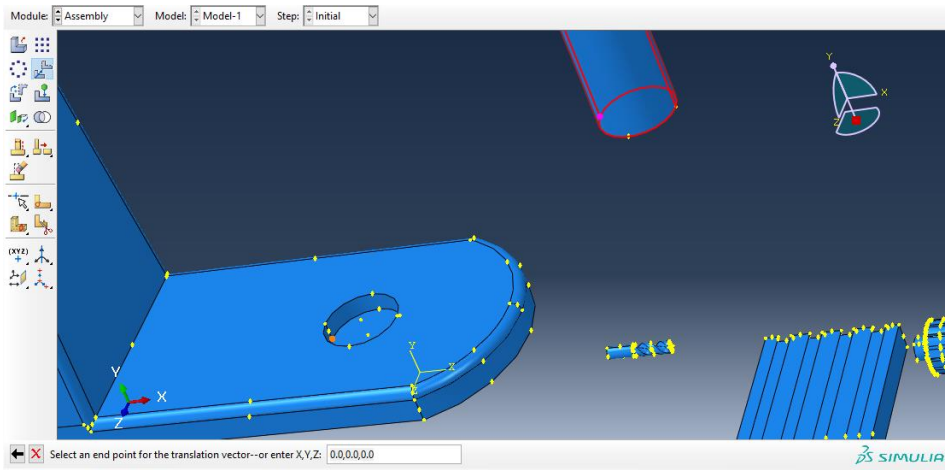
حال به سراغ ماژول assembly می رویم و از دستور create instance داریم :



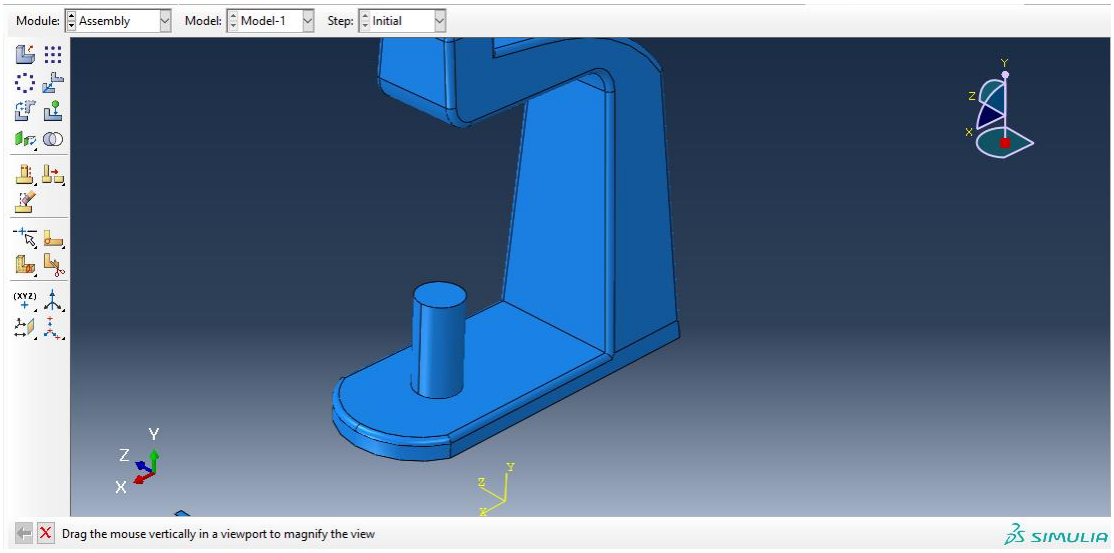
حال با تایید آن به وسیله ی دستور rotate instance جزء knee steady را ۹۰ درجه می چرخانیم به وسیله ی انتخاب دو نقطه به عنوان محور دوران ، حال داریم :



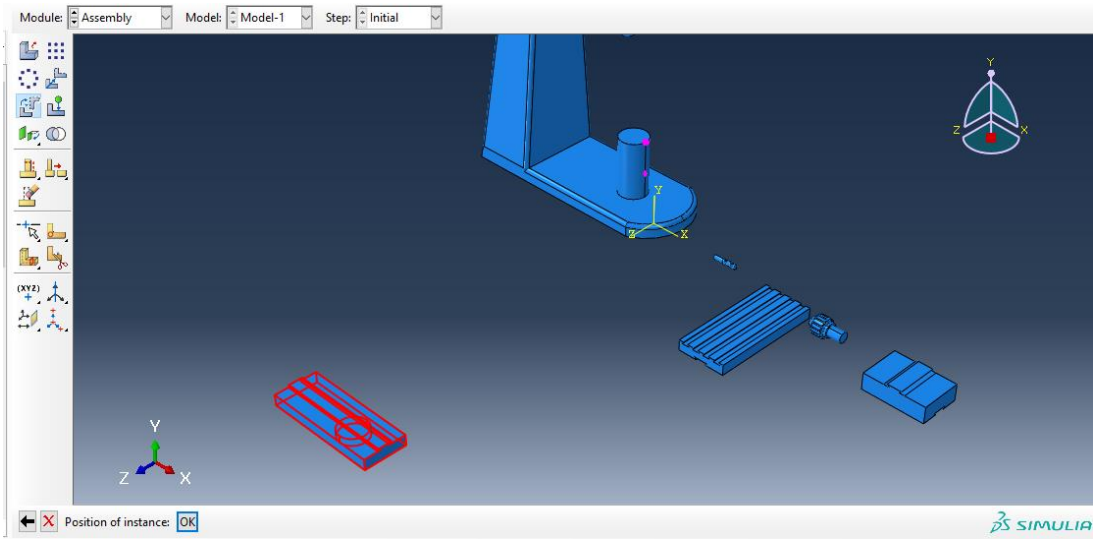
حال از دستور translate instance آن را به بالای سوراخ column انتقال می دهیم :



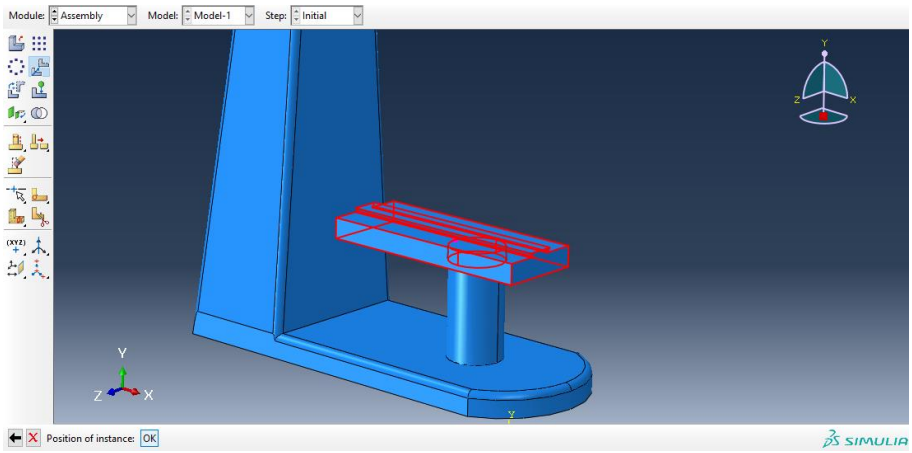
سپس :



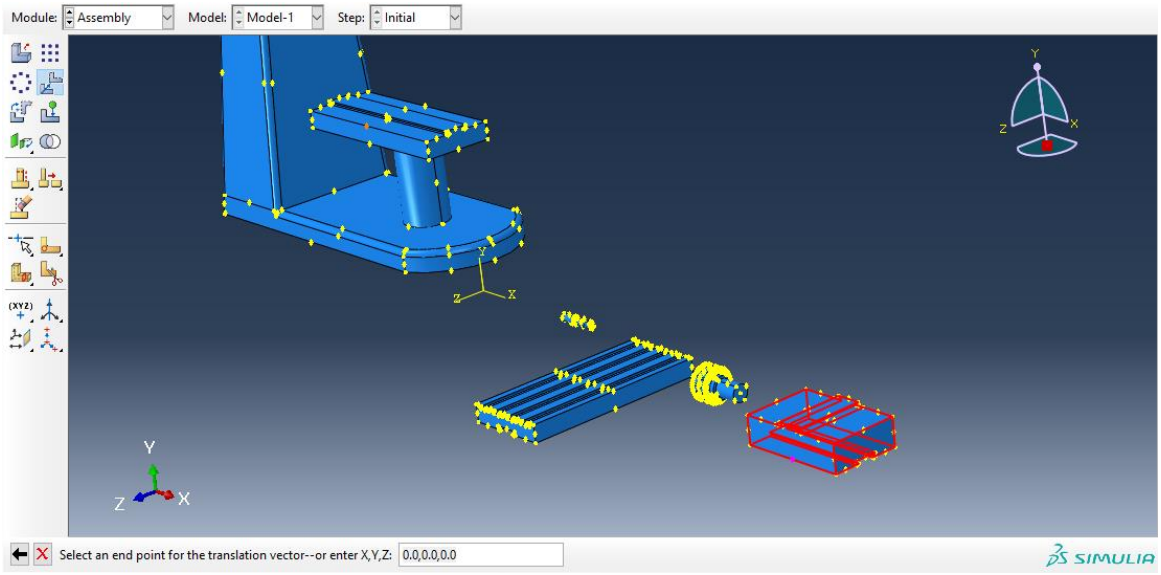
حال به سراغ جزء knee رفته و در ابتدا آن را به اندازه ۹۰ در جه می چرخانیم :



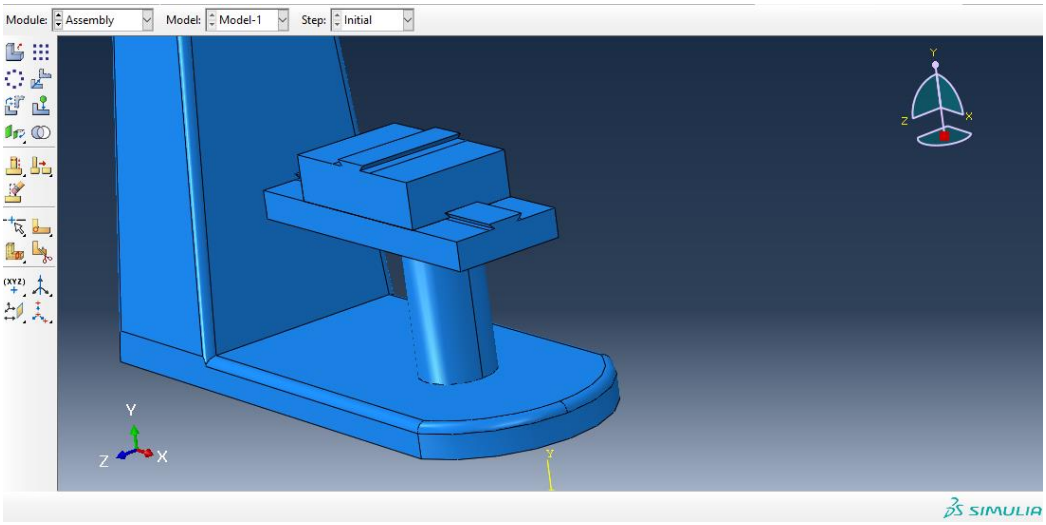
سپس با دستور translate insyance داریم :



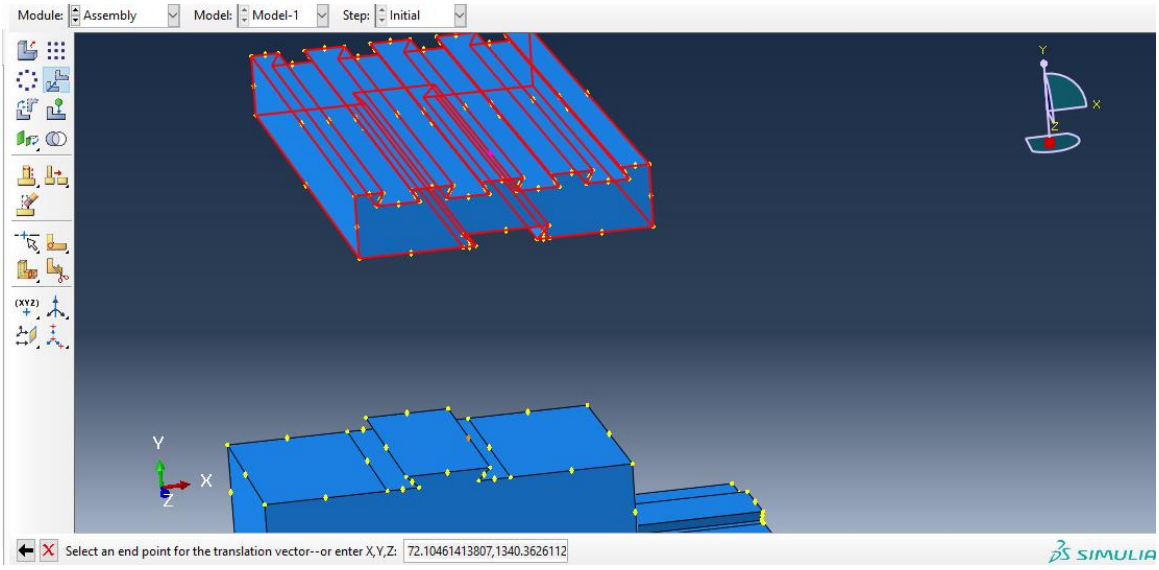
حال به سراغ جزء saddle می رویم و از translate instance داریم :



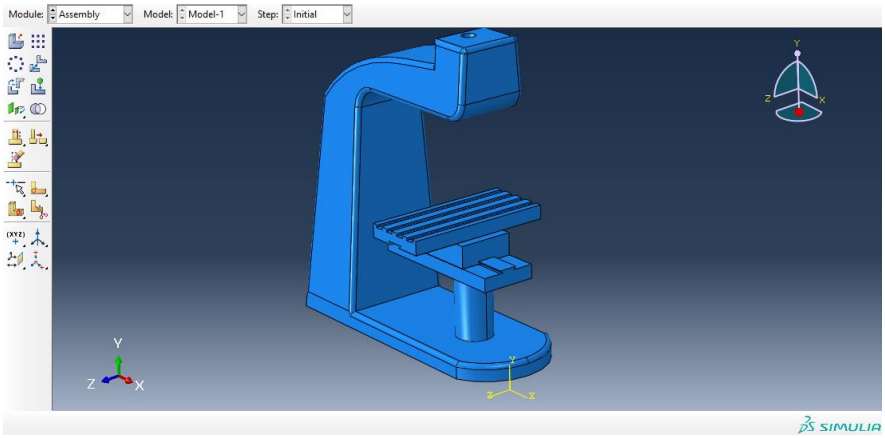
سپس :



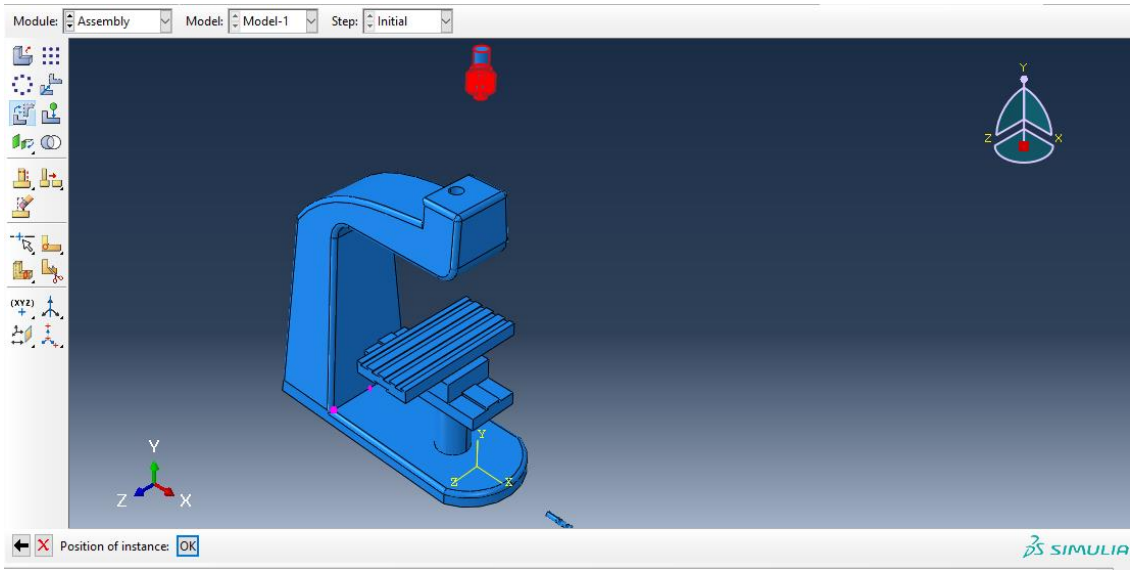
حال به سراغ جزء worktable می رویم و از دستور translate instance داریم :



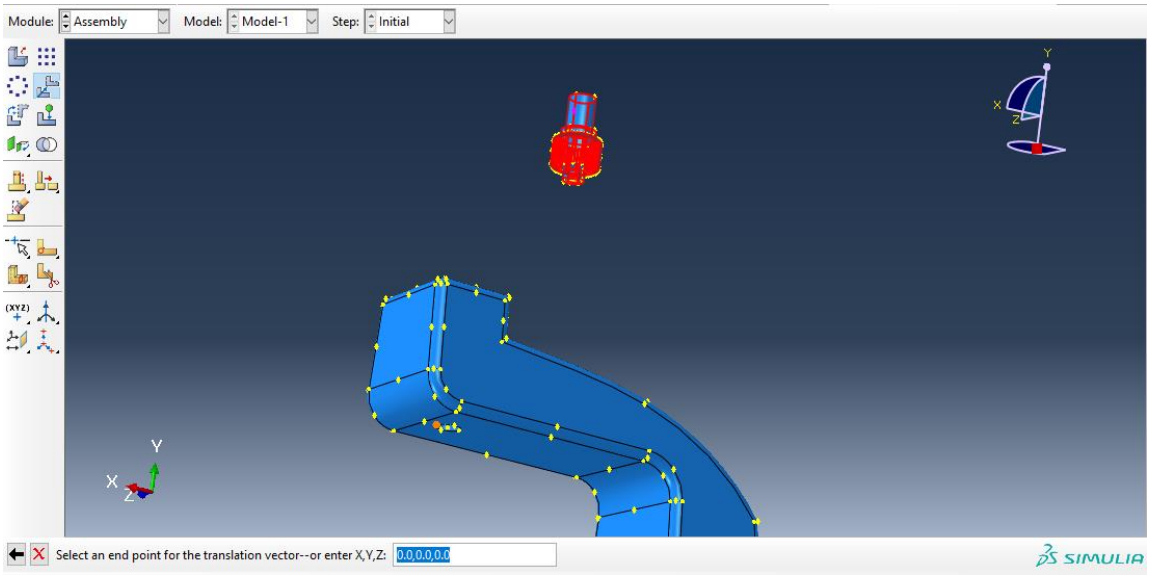
سپس :



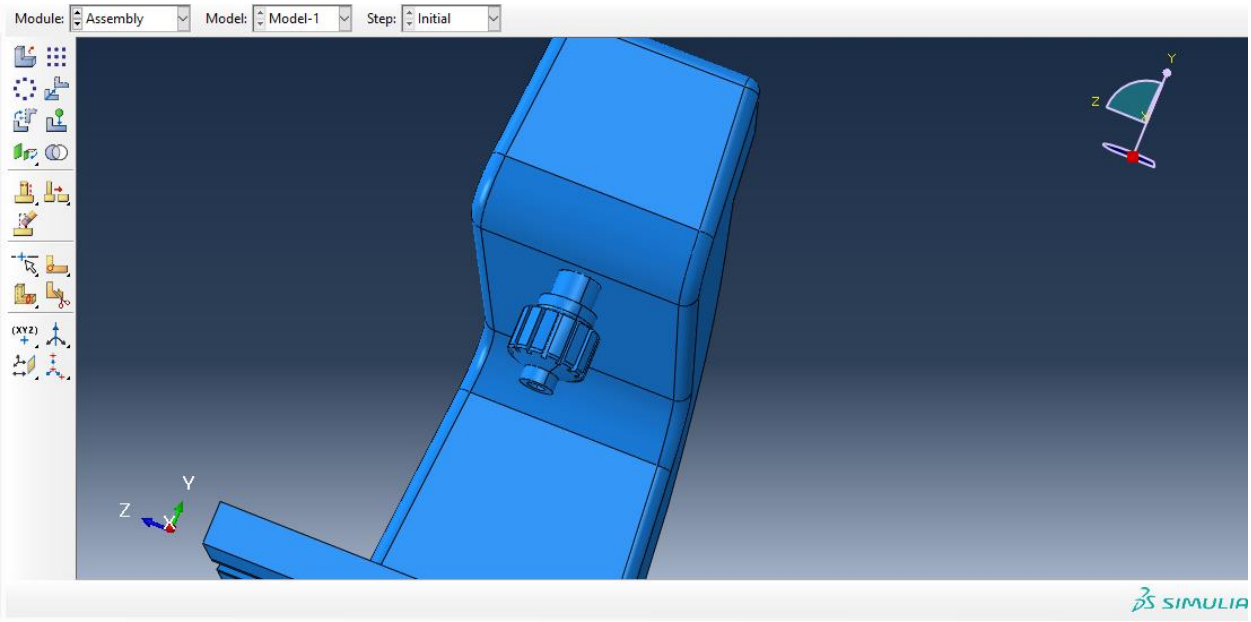
حال به سراغ جزء chuck می رویم و در ابتدا از دستور rotate instance آن را به اندازه ۹۰ درجه می چرخانیم :



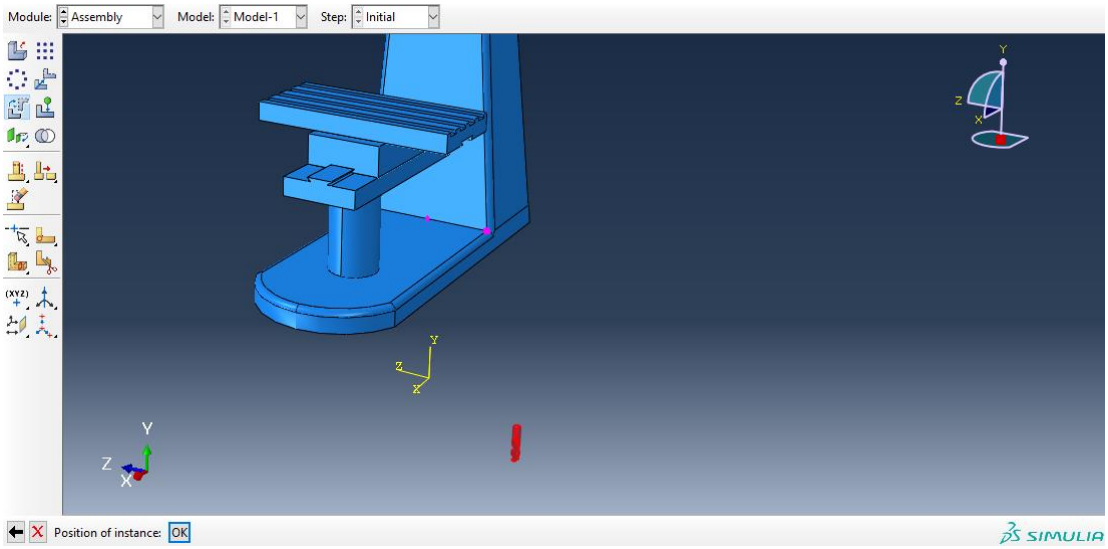
سپس با دستور translate instance داریم :



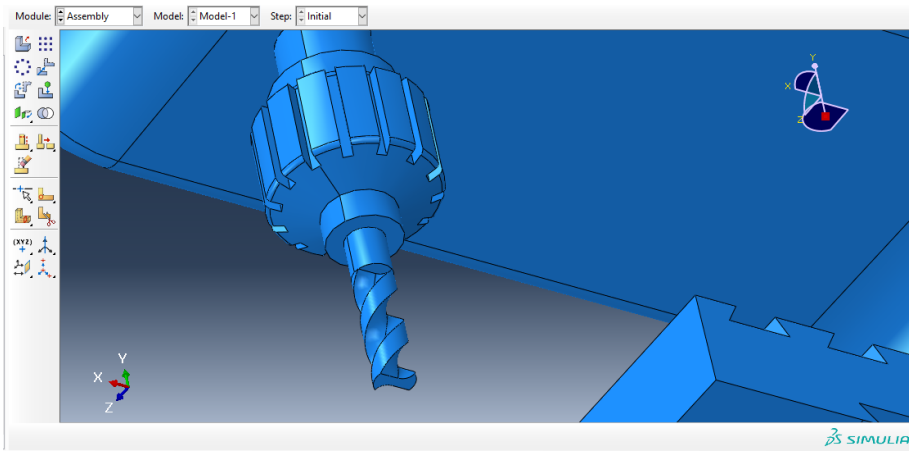
سپس داریم :



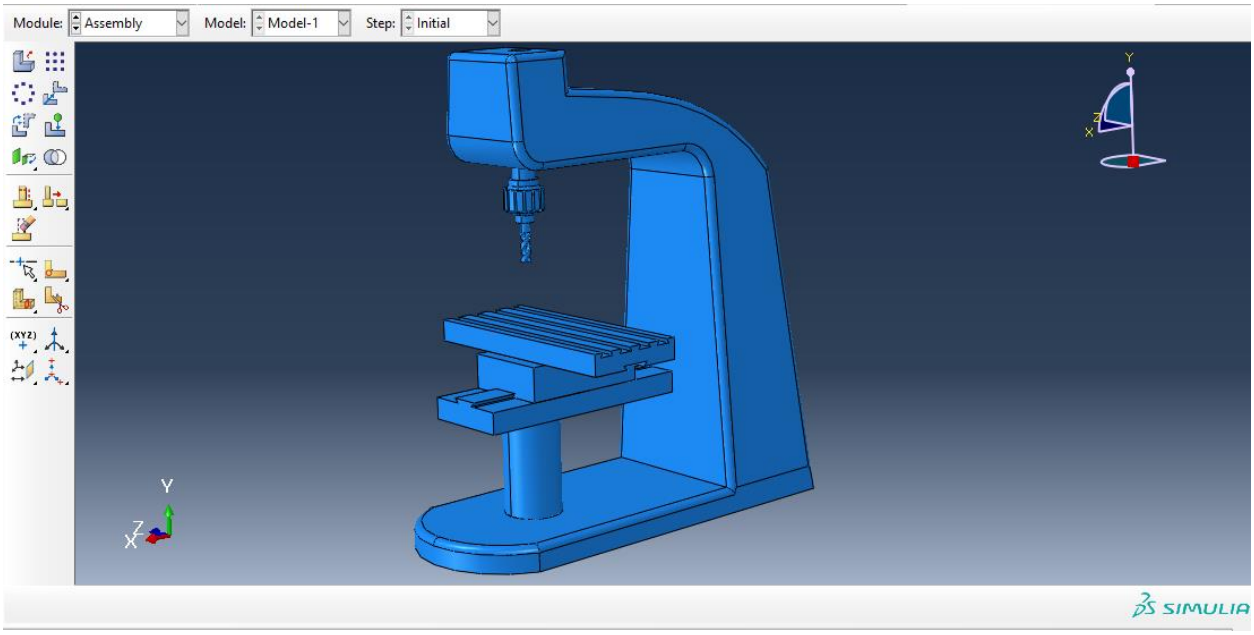
حال به سراغ جزء cutter می رویم و از instance rotate داریم :



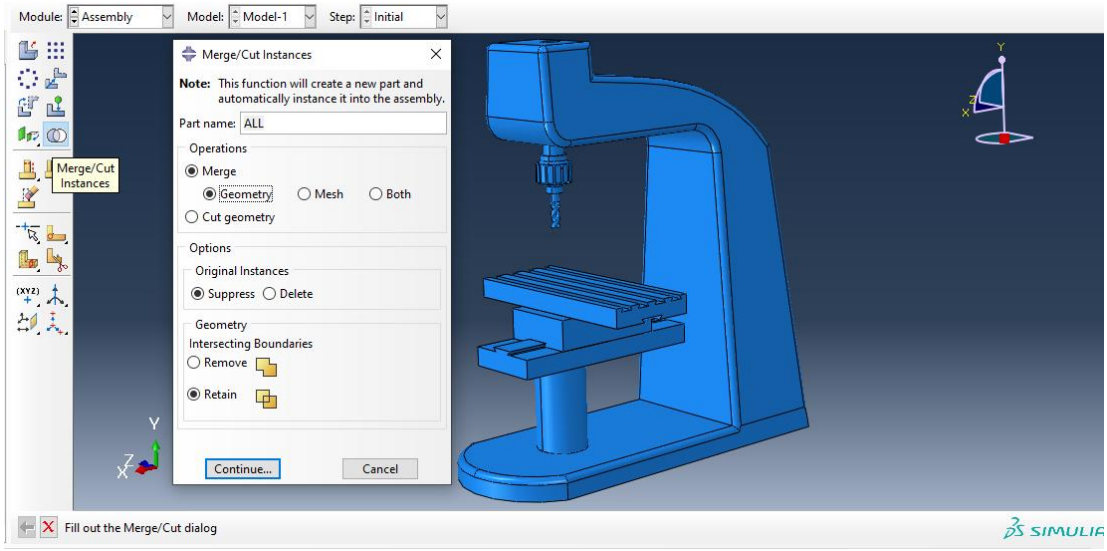
سپس از translate instance داریم :



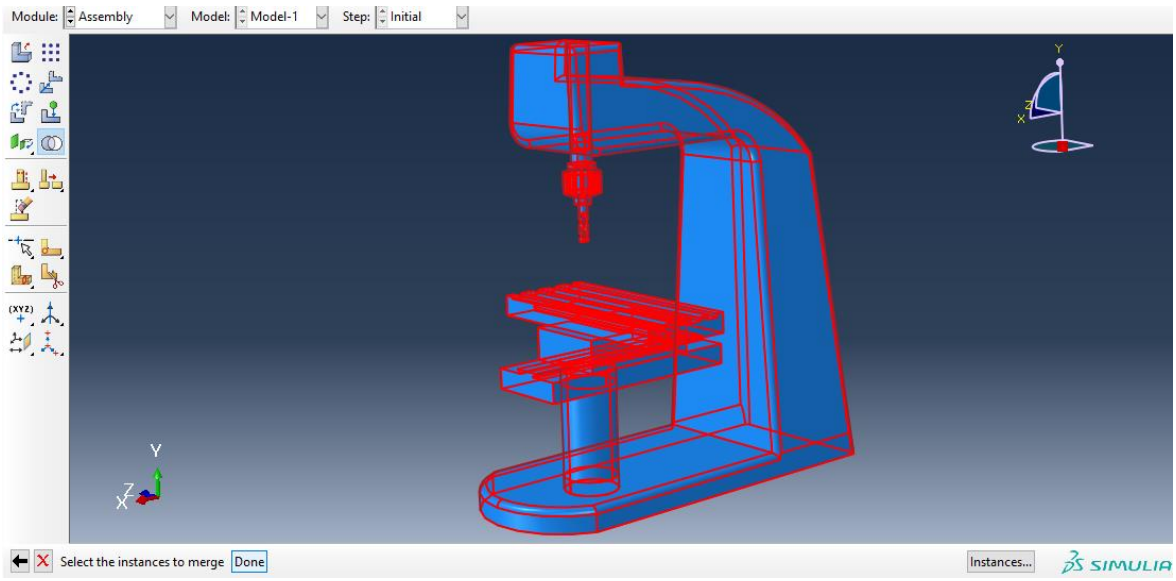
حال در کل اسمبلی به پایان رسید و داریم :



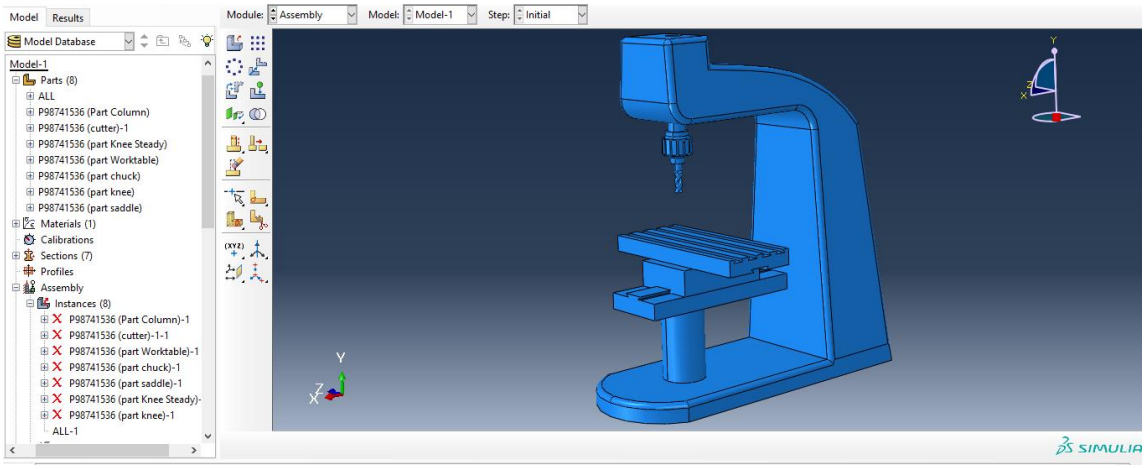
حال به جای اینکه برای تعریف تماس به ماژول interaction برویم ما در ماژول اسمبلی از دستور merge /cut داریم :



حال با تایید آن ، در تصویر زیر کل مدل را انتخاب کرده :

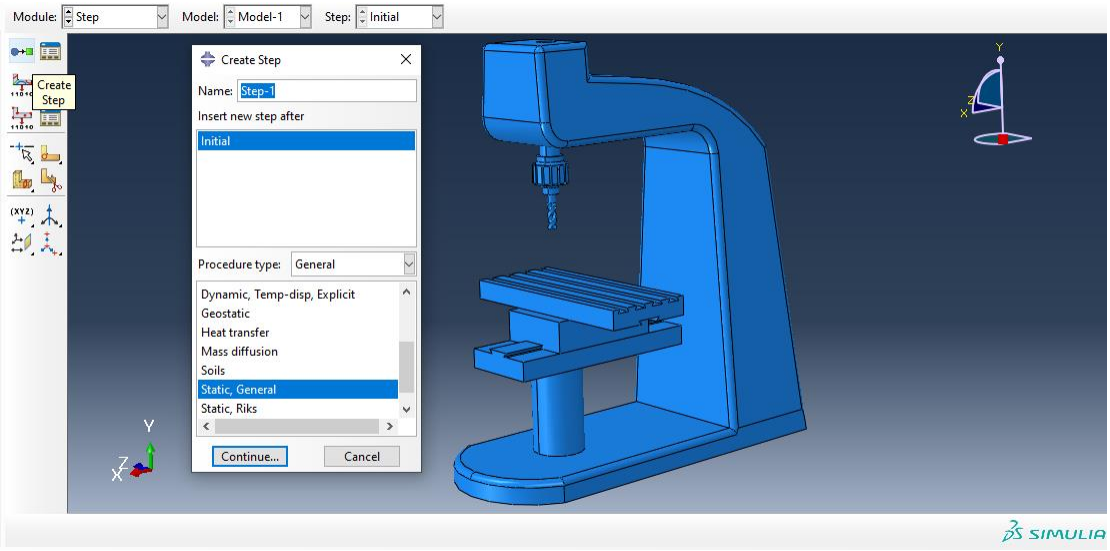


با انتخاب دان داریم :

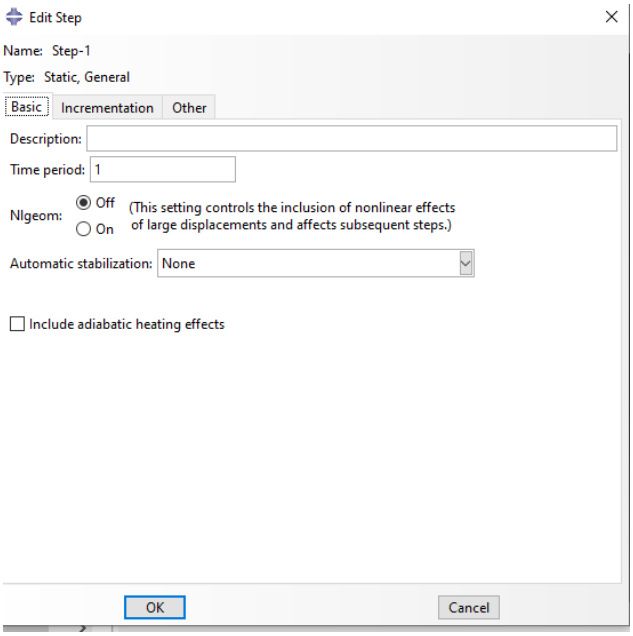


حال کل جسم ما را یک تکه در نظر می گیرد .

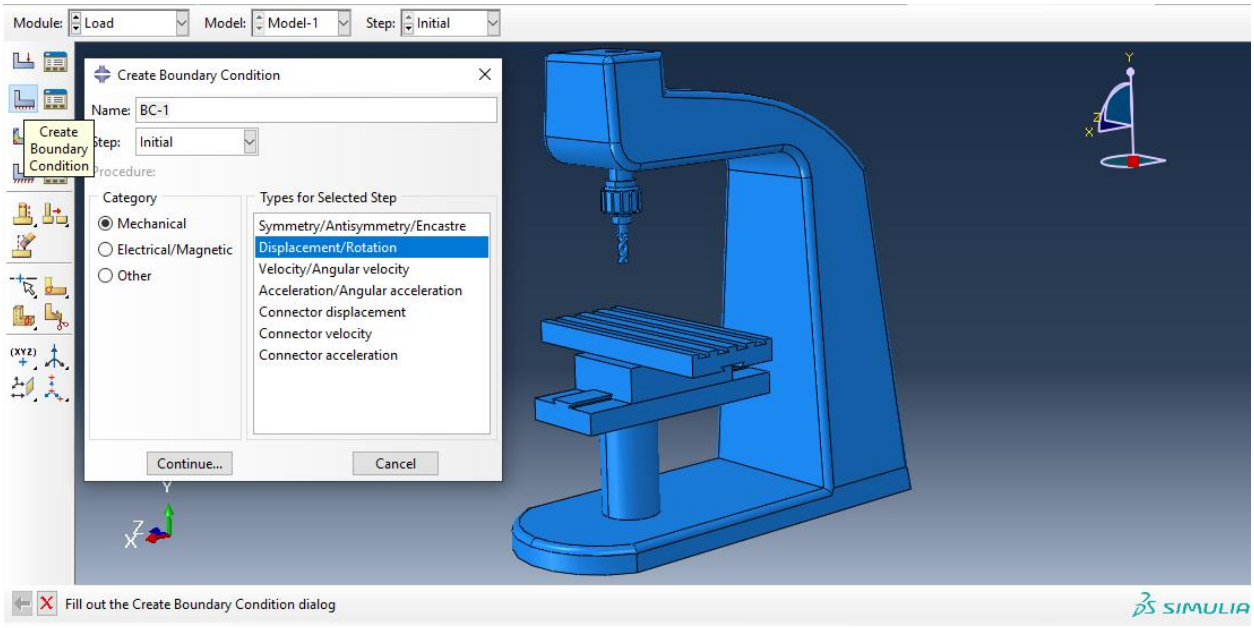
حال به سراغ ماژول step می رویم و از دستور create step داریم :



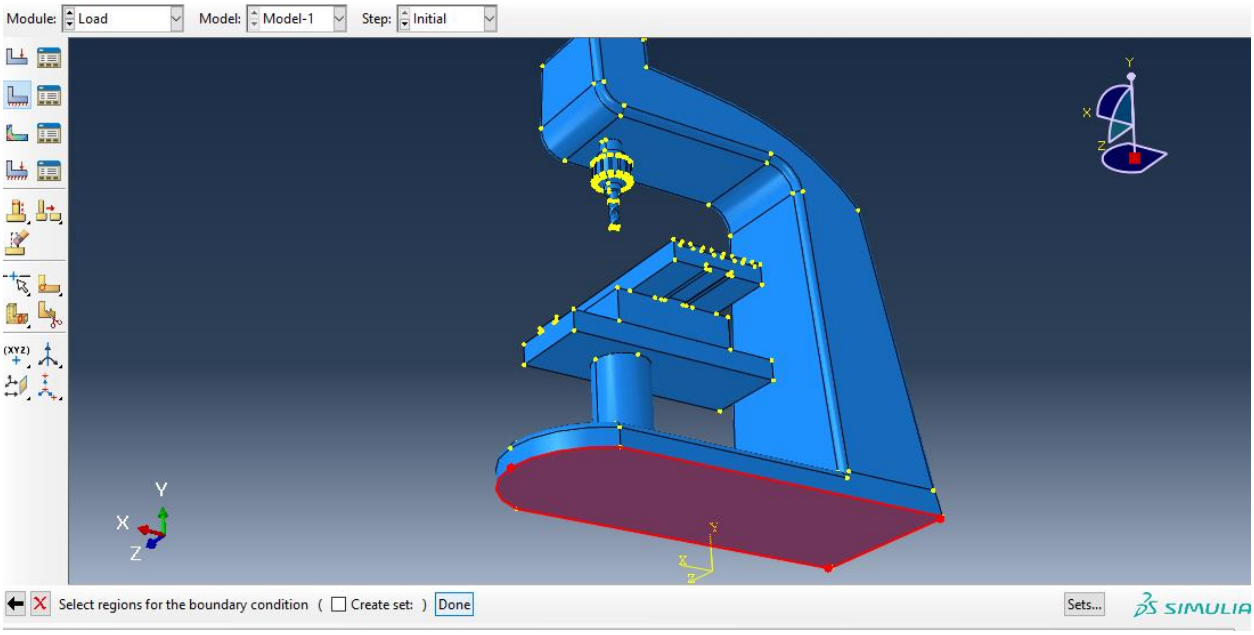
سپس تب زیر را بدون تغییر ایجاد می کنیم :



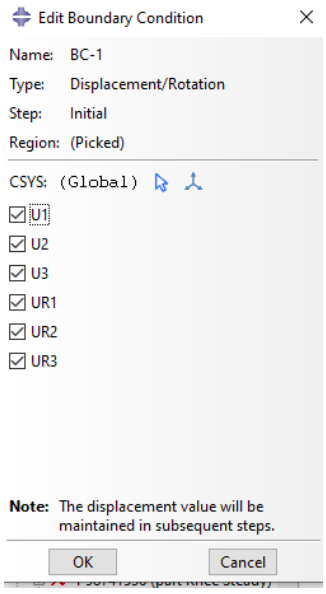
سپس با تایید آن به سراغ ماژول Load می رویم و برای اعمال شرایط تکیه گاهی داریم :



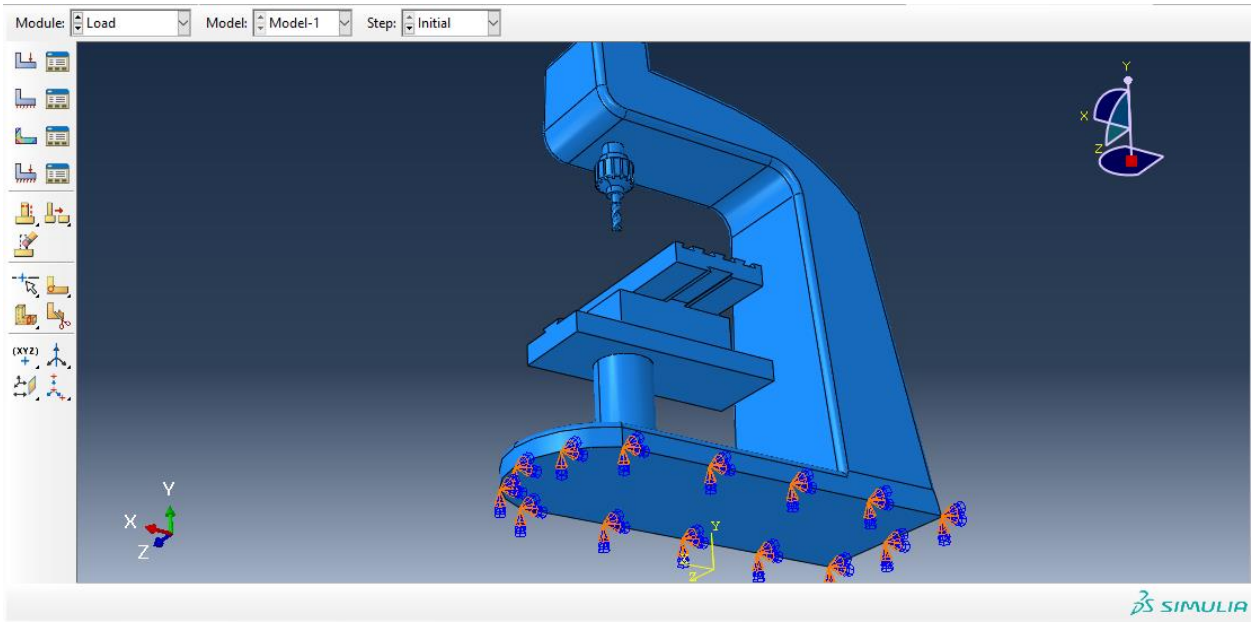
سپس با انتخاب محل تکیه گاه داریم :



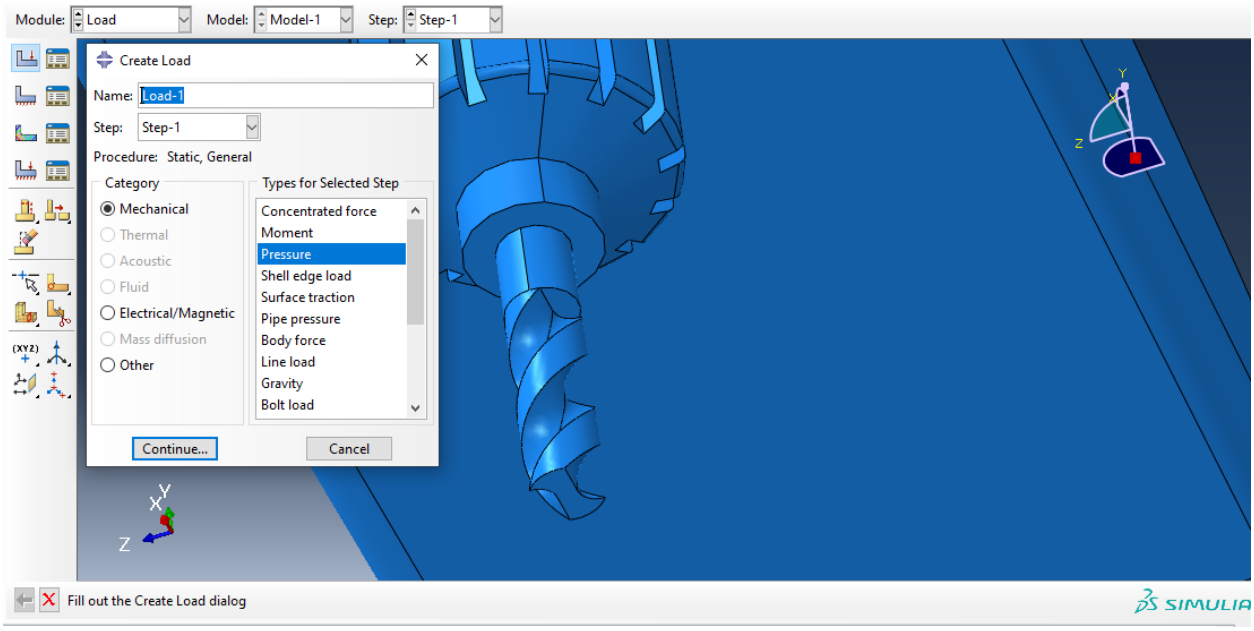
سپس :



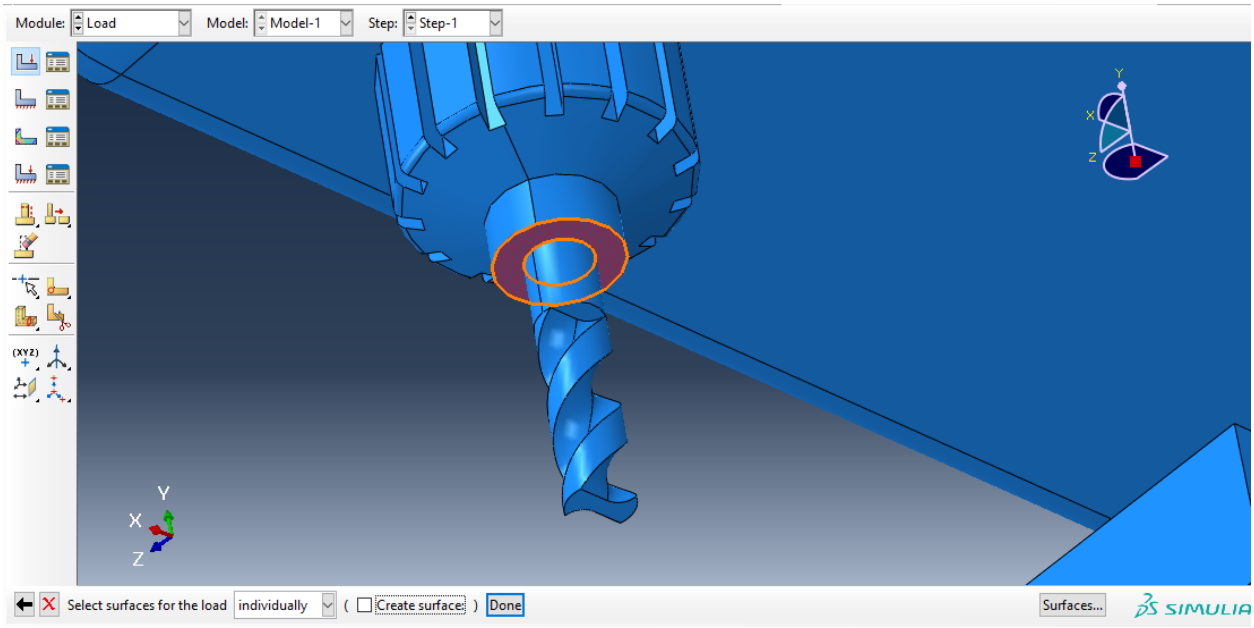
سپس داریم :



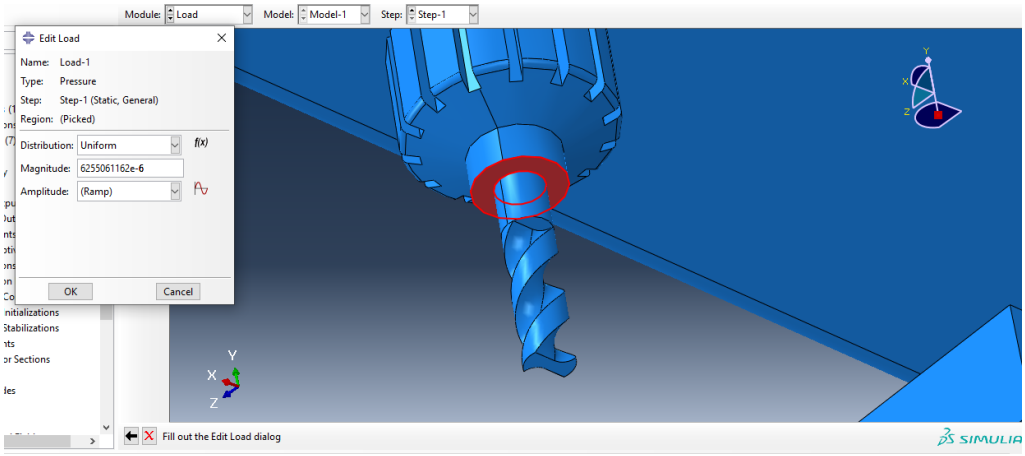
حال به سراغ اعمال بارگذاری می رویم و از دستور crate load داریم :



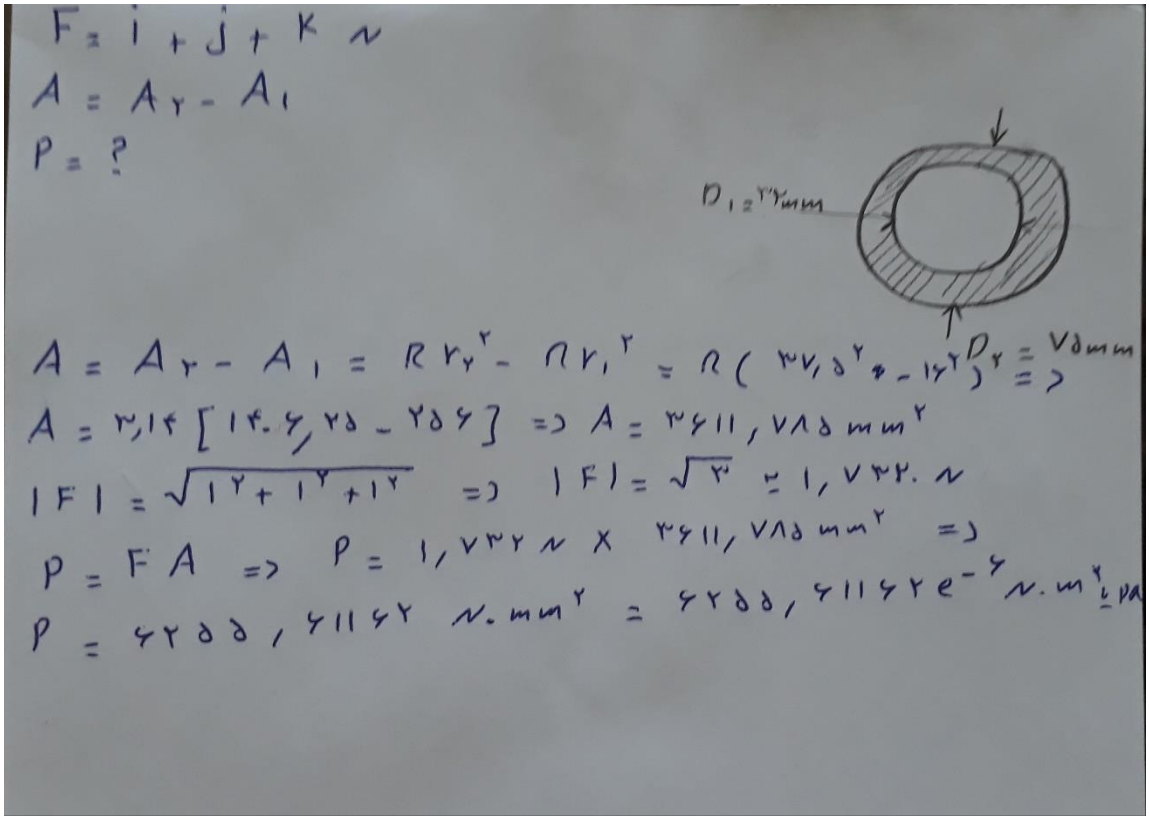
سپس با توجه به اینکه ما محل اثر نیرو را در کتیا صفحه ای از chuck گرفتیم برای تحلیل درست تر ، در آباکوس نیز به جای مته ، همان جا را می گیریم یعنی :



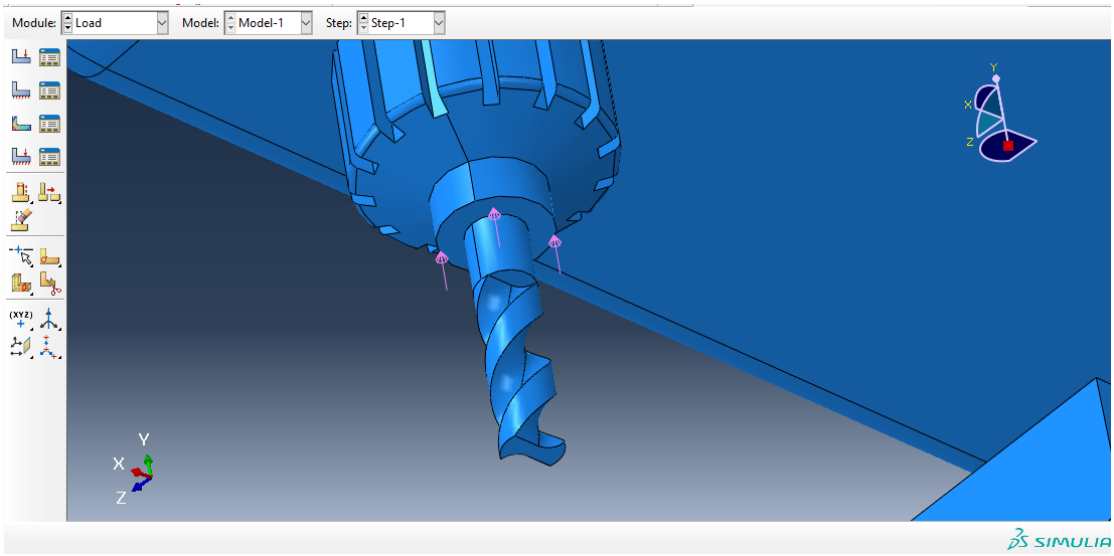
سپس با زدن دان داریم :



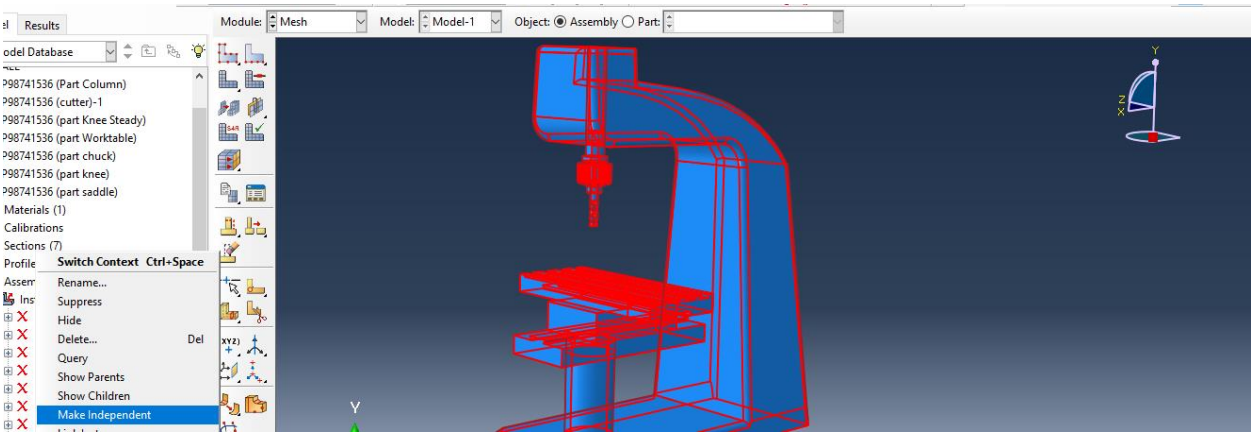
سپس این مقدار را با توجه به محاسبات زیر انجام دادیم :



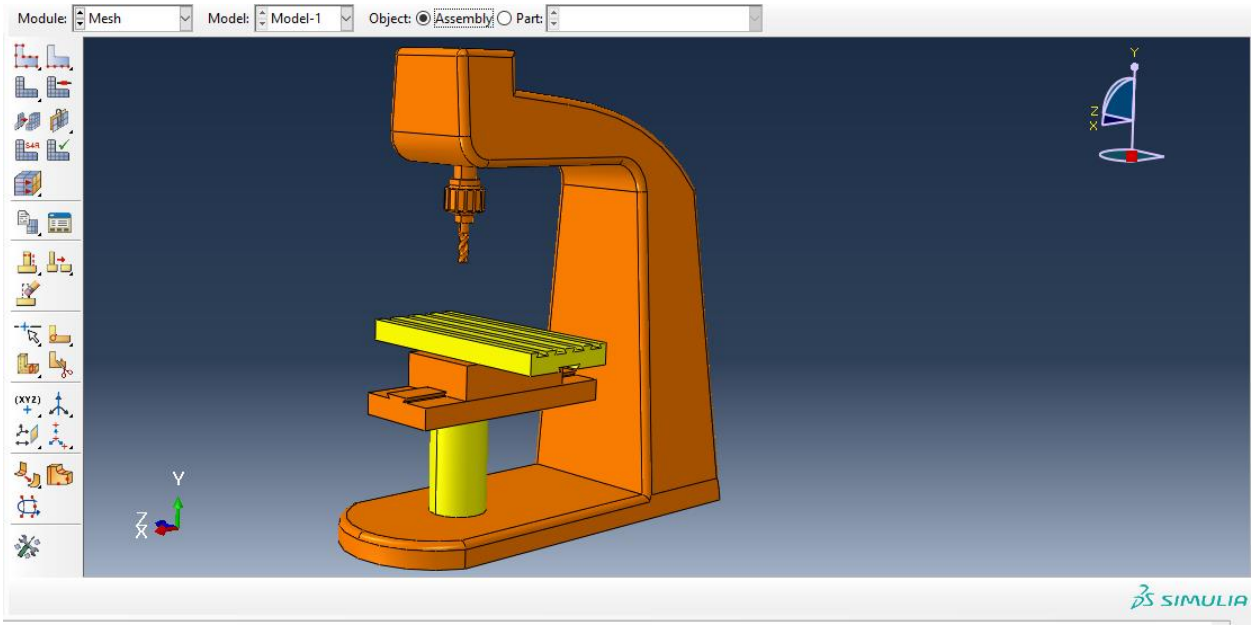
حال داریم :



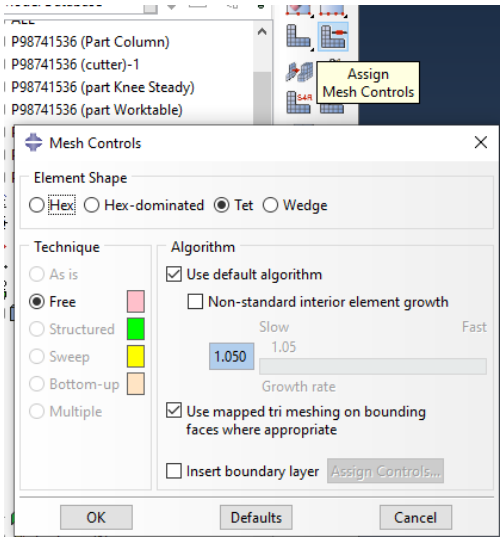
سپس به ماژول mesh می رویم و در ابتدا مش را به dependent تغییر می دهیم :



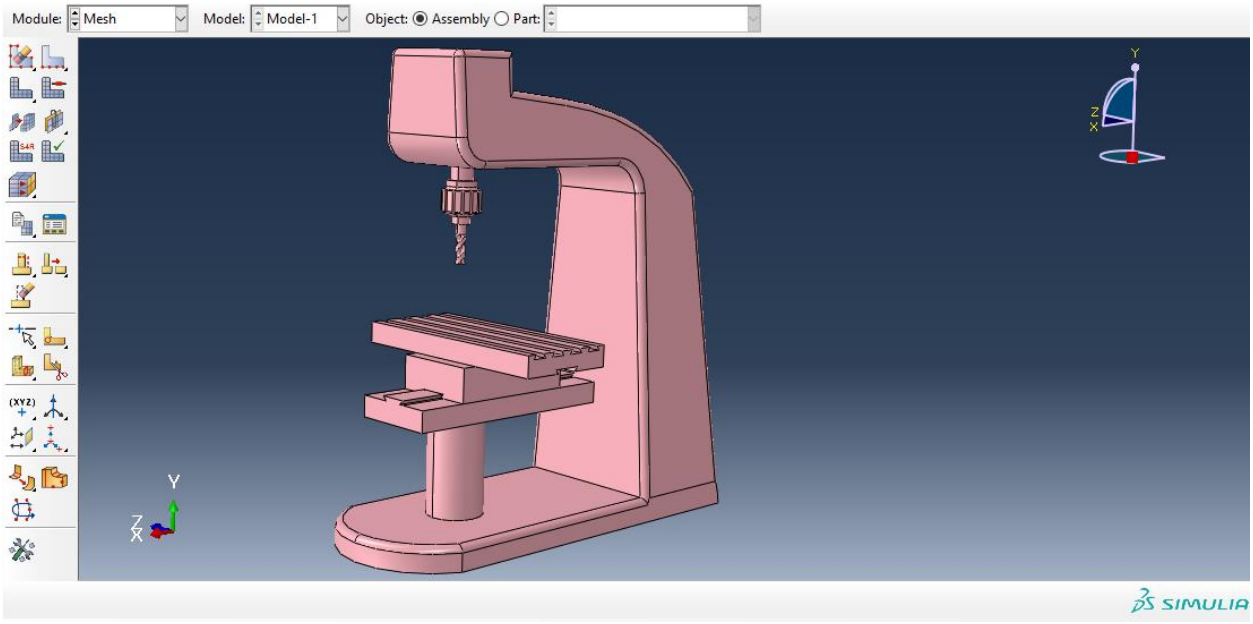
سپس داریم :



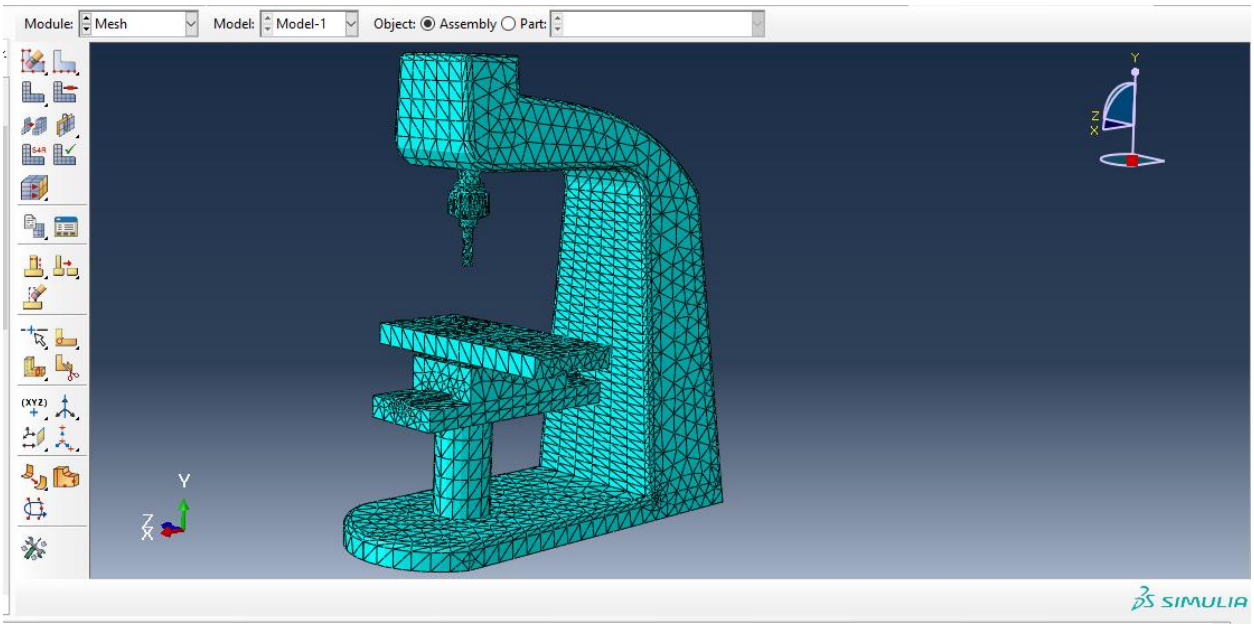
سپس اگر از دستور Mesh Control ، نوع را بر روی free قرار دهیم داریم :



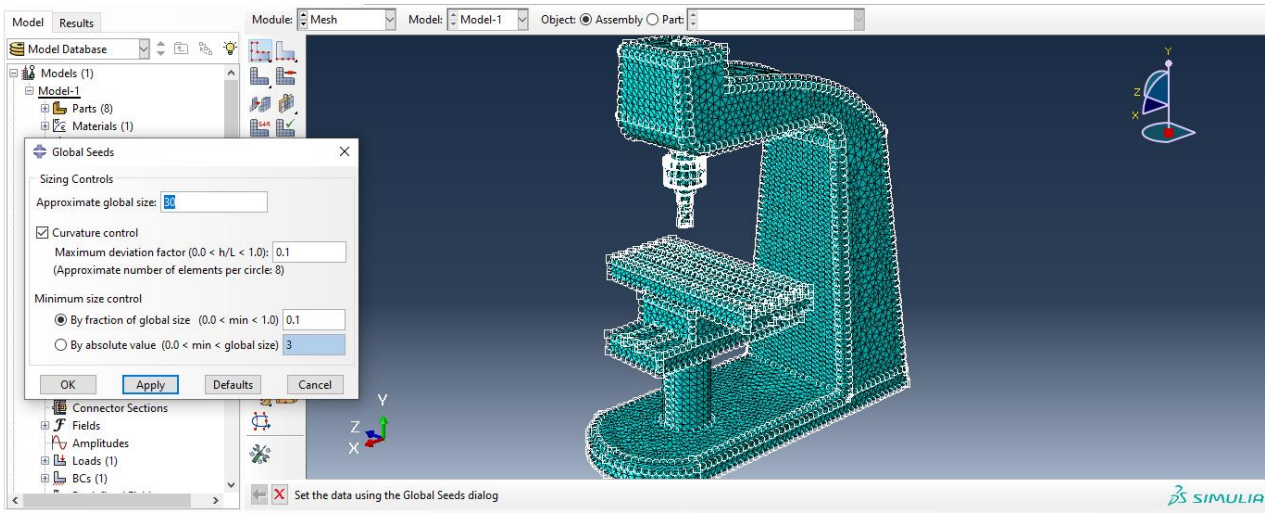
سپس :



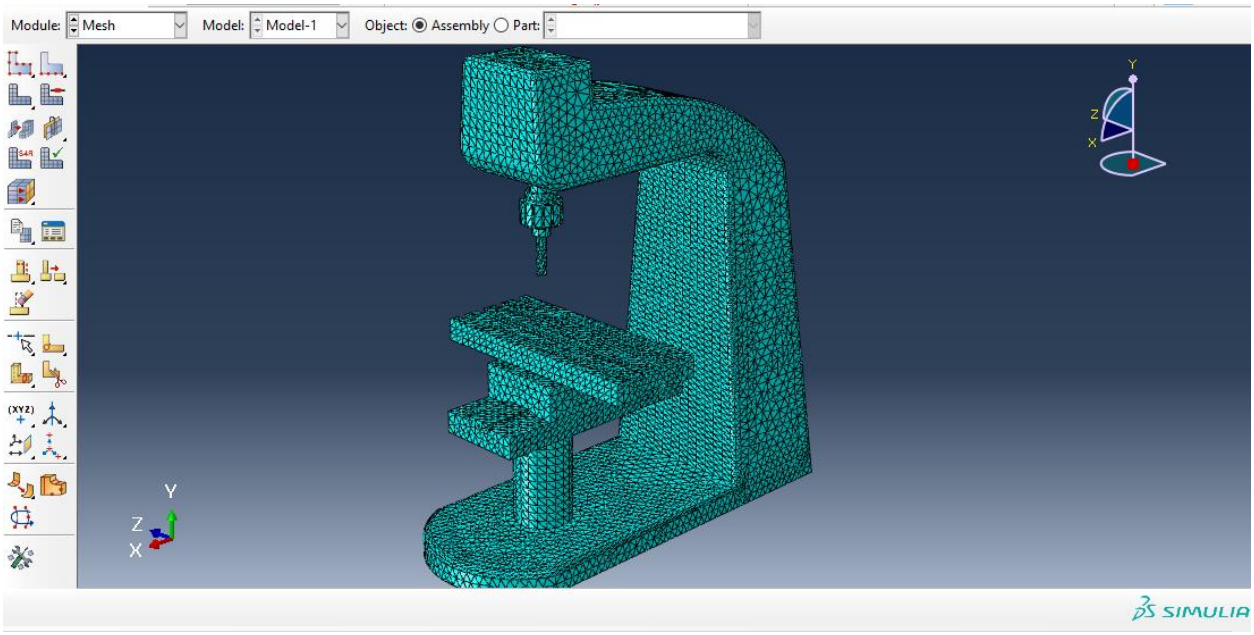
سپس با انتخاب گزینه mesh part داریم :



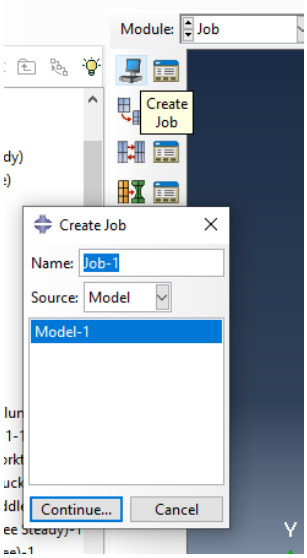
سپس اندازه مش را از global seed داریم :



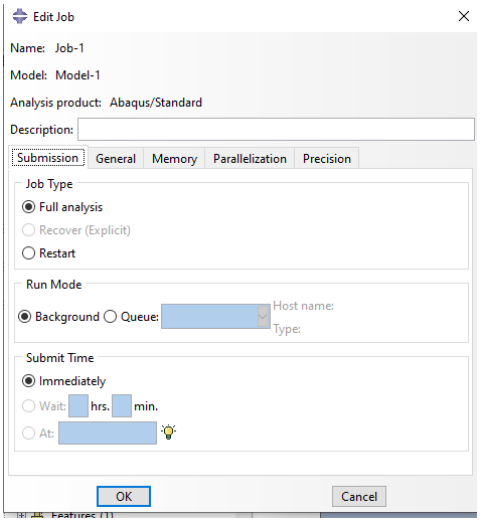
سپس داریم :



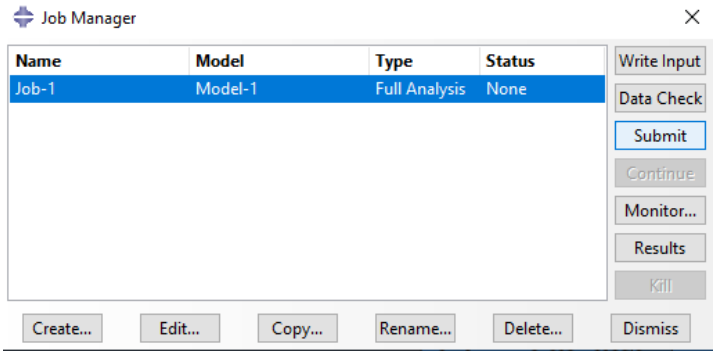
سپس به سراغ ماژول job می رویم و از create job داریم :



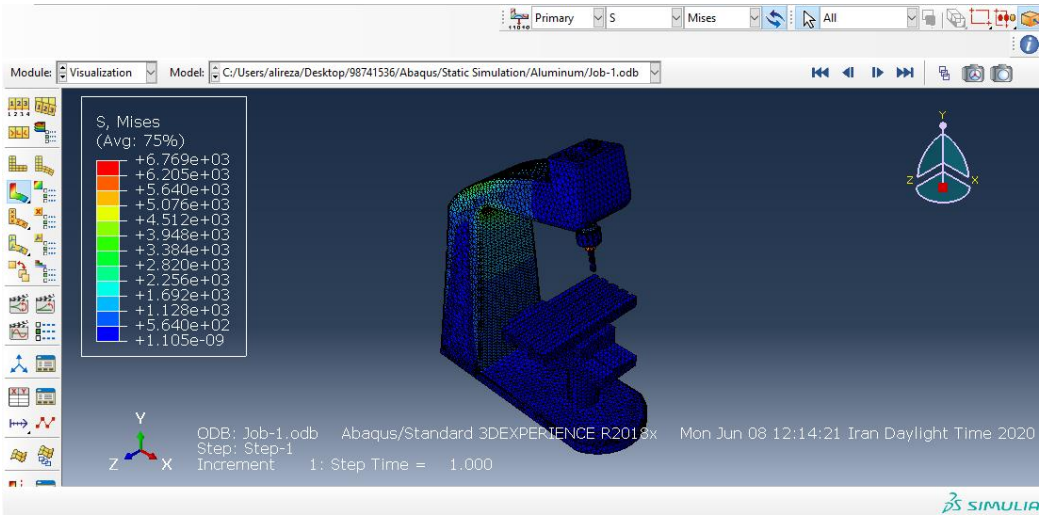
سپس :



سپس به سراغ دستور job manager می رویم:



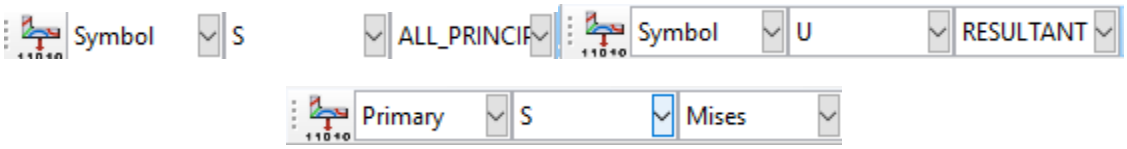
سپس با انتخاب submit می توان ران را شروع کرد و در monitor می توان errors و warning ها را مشاهده کرد و در Results می توان شبیه سازی را مشاهده کرد :



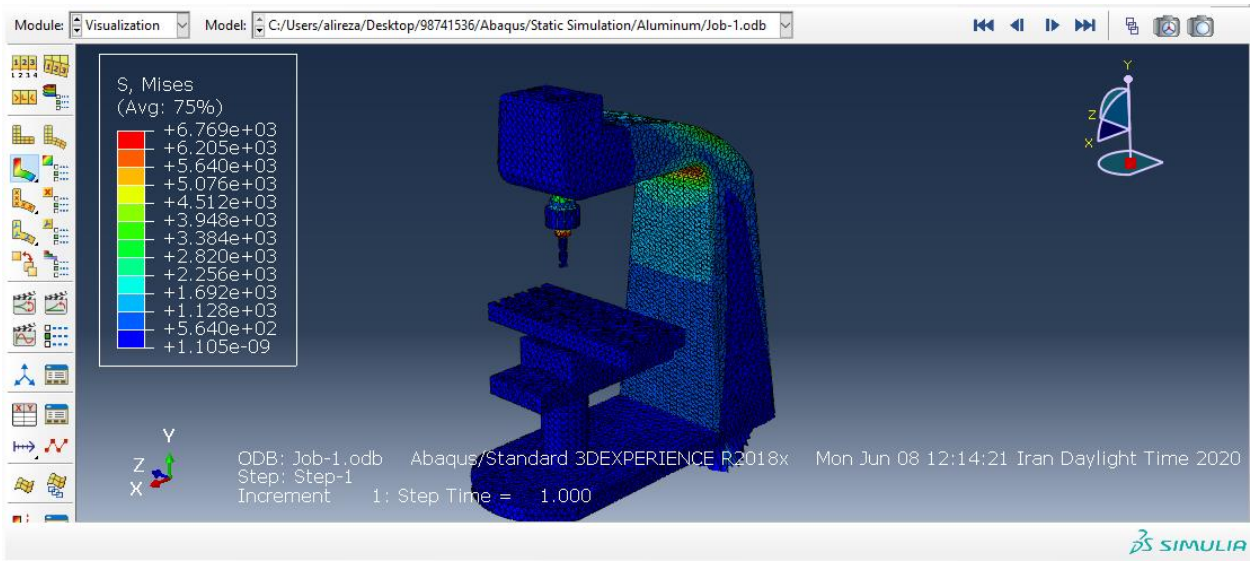
حال با اتمام شبیه سازی به سراغ استخراج نتایج می رویم.

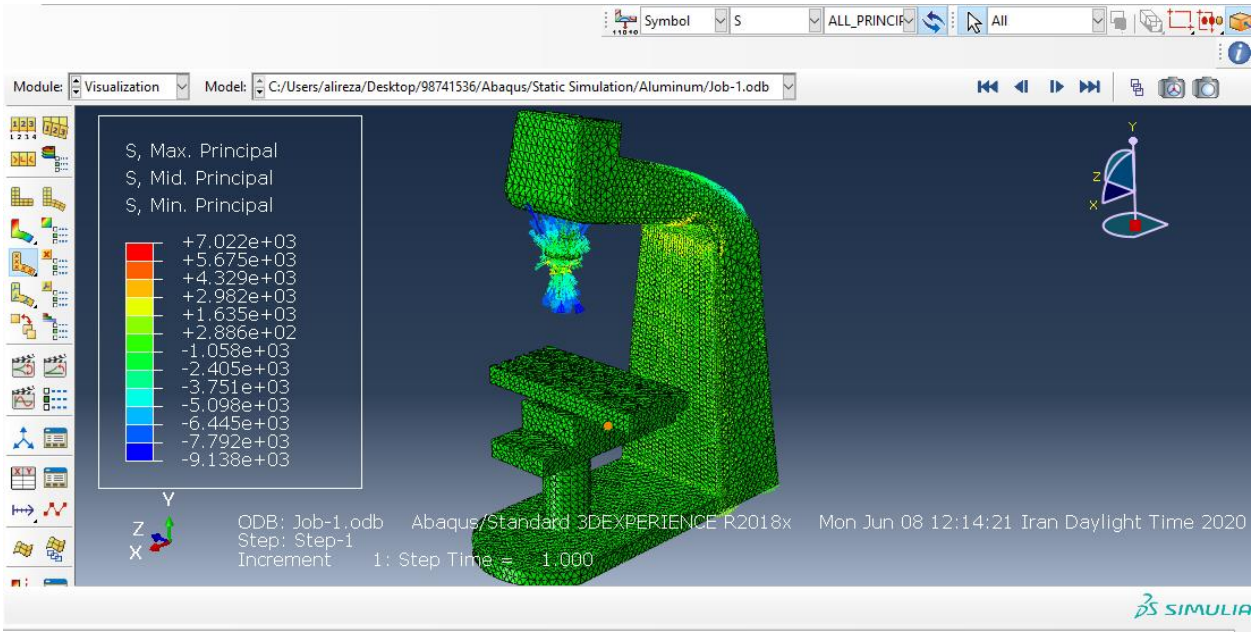
استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

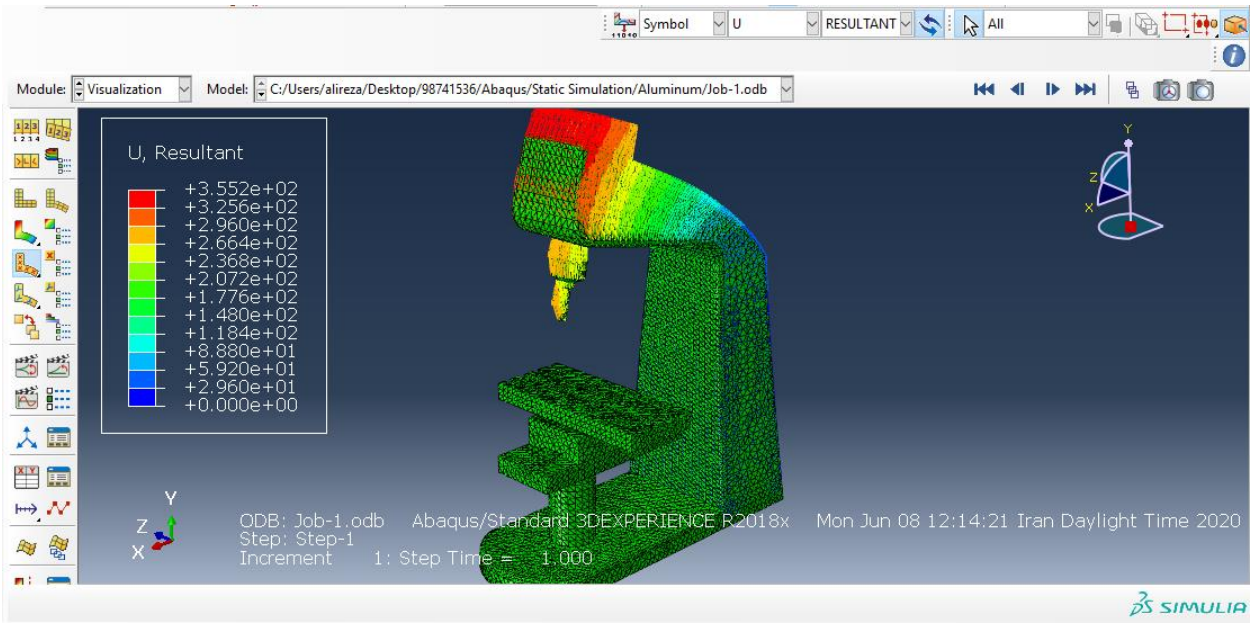
حال با توجه به انتخاب نوع خروجی مورد استفاده ی ما ، می توان انحراف یا U ، تنش اصلی یا ALL-Principl Stress و تنش ون میزز یا Von Mises Stress را انتخاب کرد :



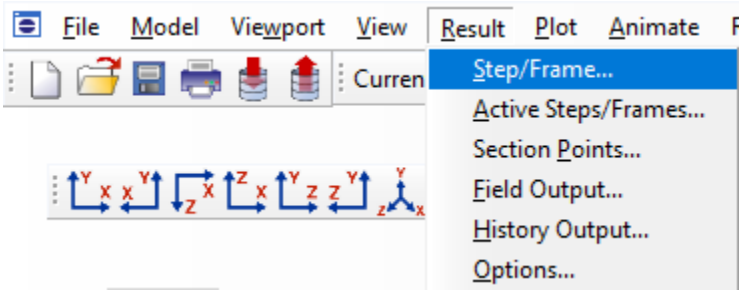
حال خروجی ها به شرح زیر است :



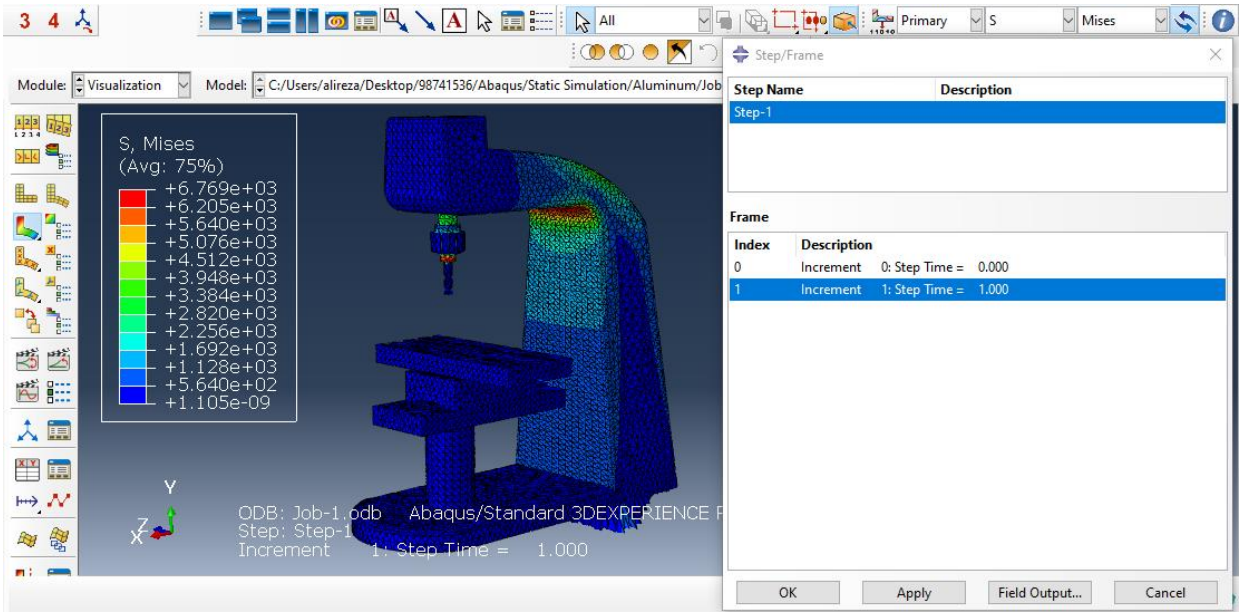




حال سپس برای مدهای فرکانس طبیعی از مسیر زیر می رویم :

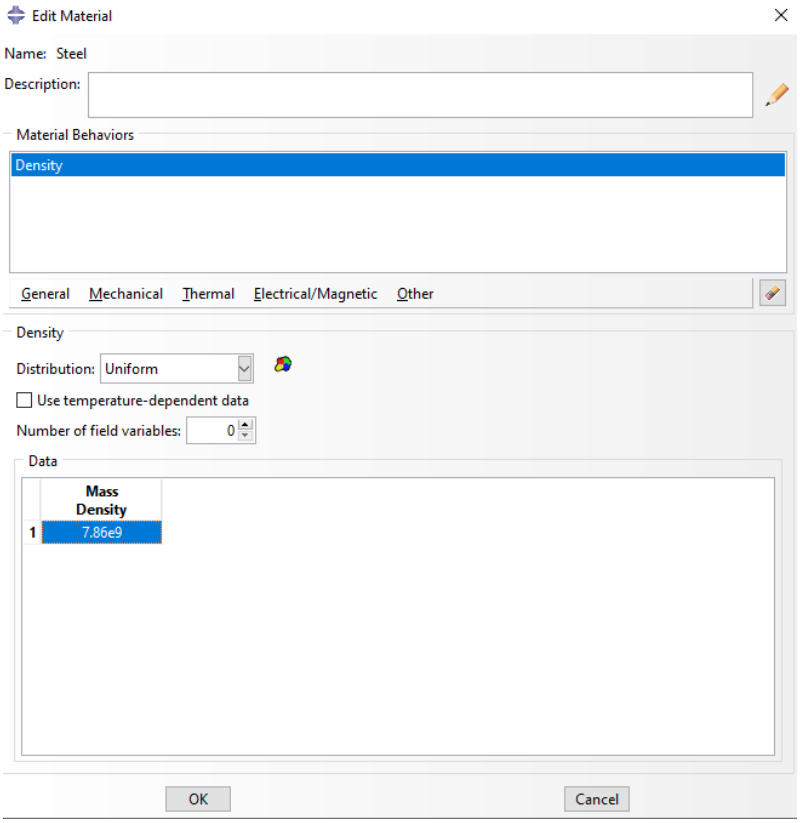


حال چون در حالت استاتیکی هستیم داریم :

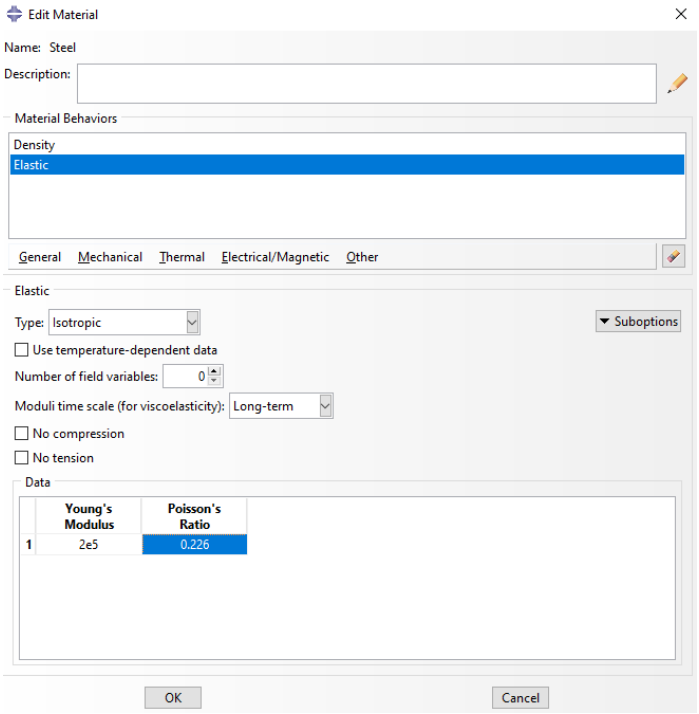


- جنس فولاد یا Steel

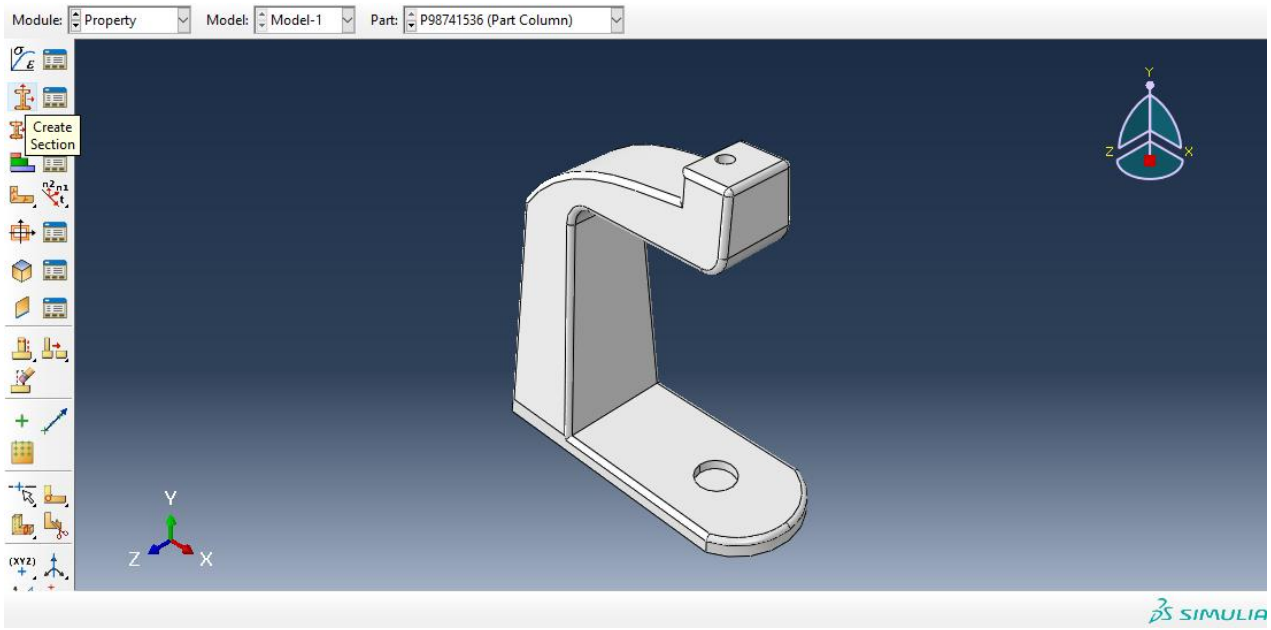
حال به طور مشابه با جنس آلومینیم ، در ابتدا از ماژول پارت ، اجزا را به صورت import و با نوع part وارد کرده و به سراغ ماژول property می رویم و با توجه به مقادیر در خواص پیش فرض نرم افزار کتیا برای جنس فولاد یعنی صفحه ی ۷ این گزارش به صورت زیر تعریف می کنیم با توجه به اینکه واحد میلیمتر پیش فرض آباکوس ما است و یعنی مدول یانگ فولاد ۲e۱۱ با واحد N/M۲ است ولی با واحد میلیمتر مربع ۲e۵با واحد N/MM۲ است و همچنین چگالی فولاد ۷۸۶۰ با واحد KG/M۳ است ولی با ۷.۸۶e۹ با واحد g/mm۳ است حال داریم :



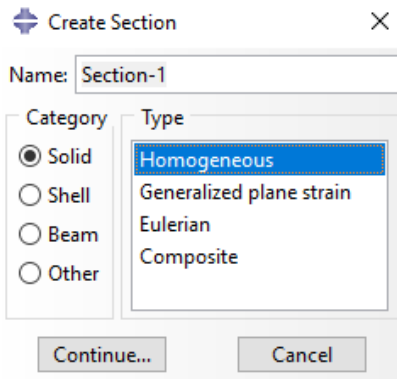
سپس داریم :



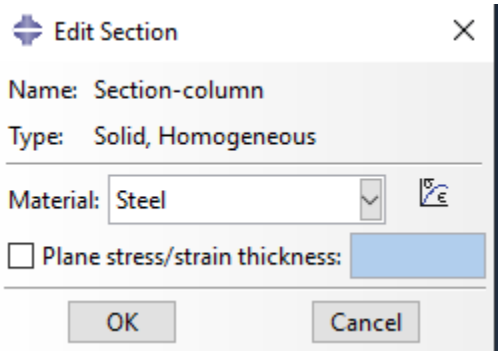
حال با تایید آن به سراغ دستور create section می رویم :



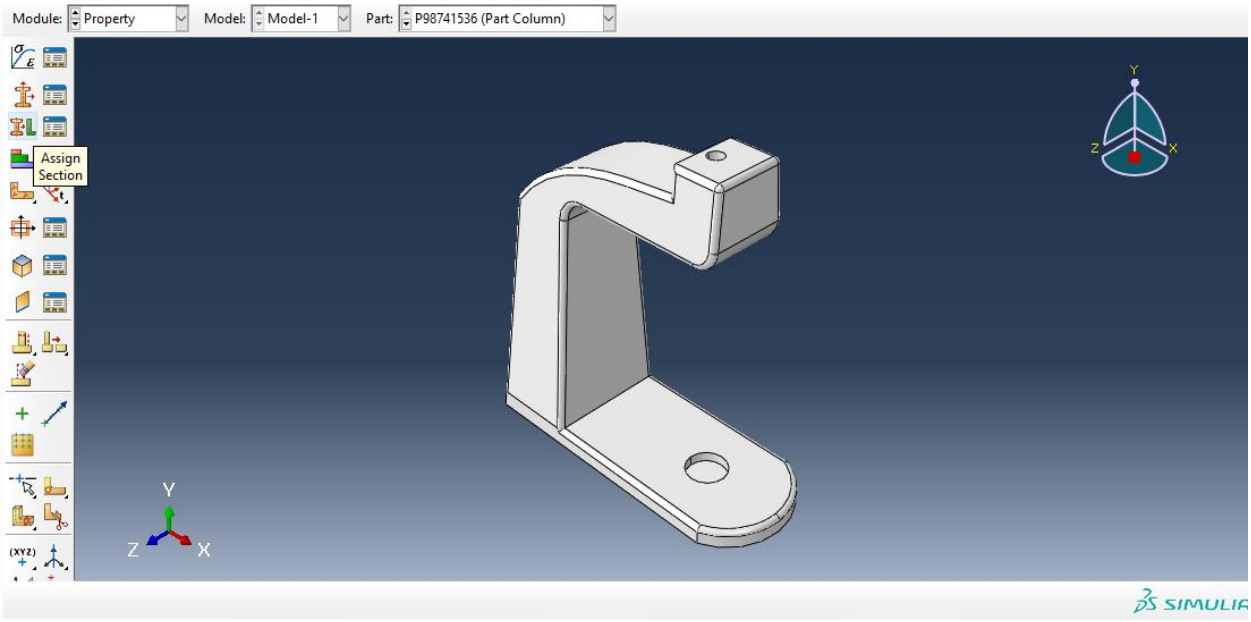
سپس :



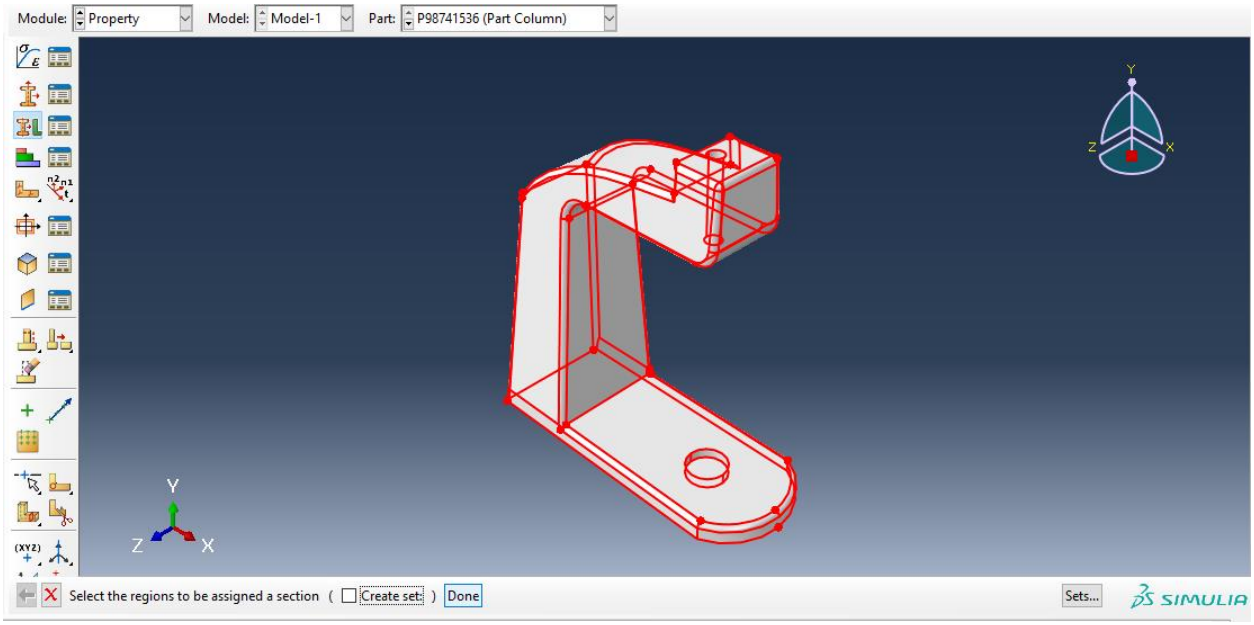
یا تایید آن داریم :



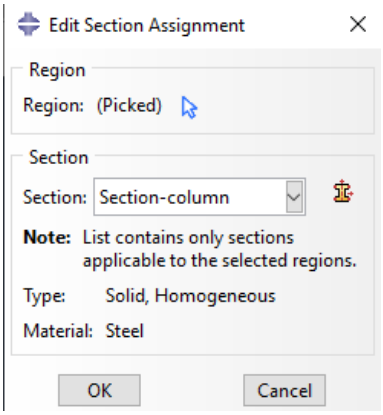
سپس با تایید آن به سراغ دستور Assign section می رویم :



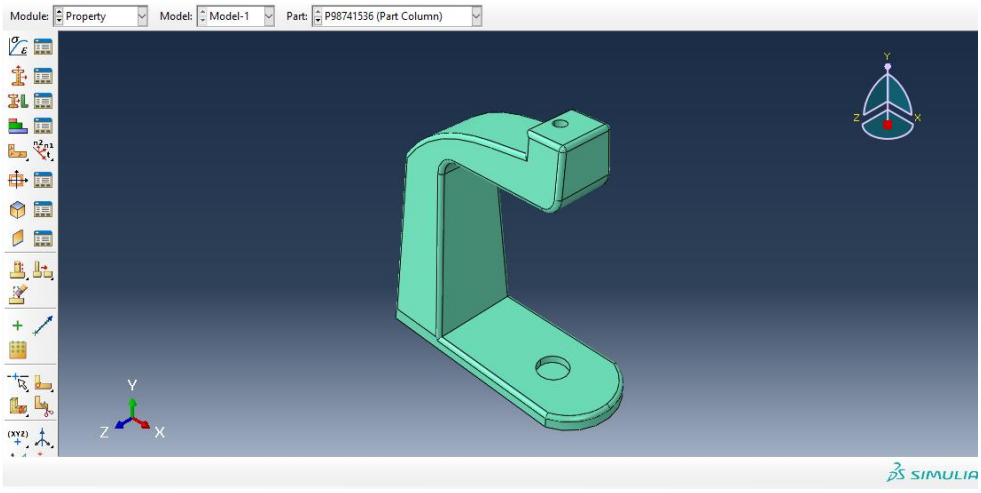
حال داریم ، با انتخاب کل مدل column داریم :



با انتخاب Done داریم :



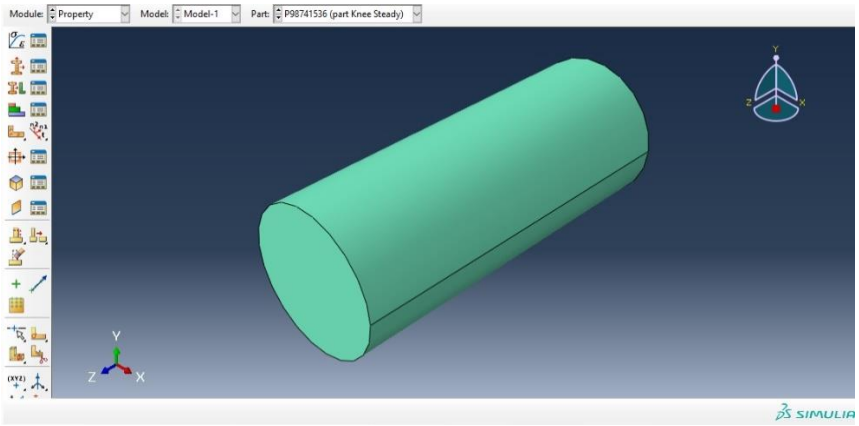
حال داریم :



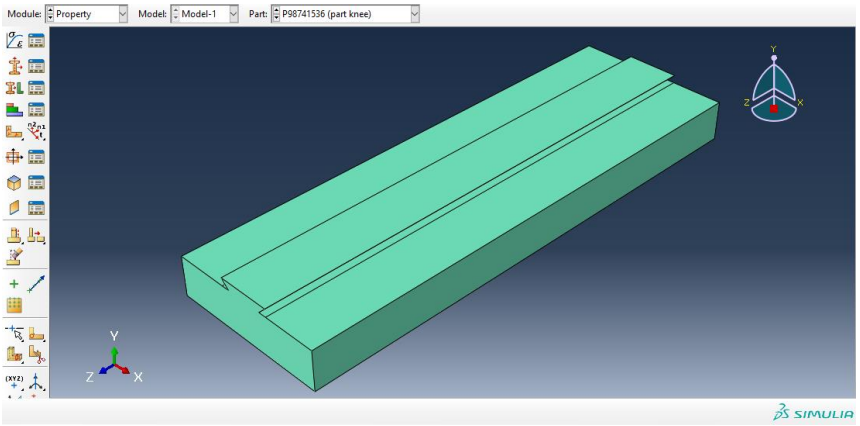
حال با سبز شدن رنگ آن ، تعریف متریال برای column به اتمام رسید .

سپس به طور مشابه اگر همین مسیر را برای دیگر اجزا برویم در نتیجه خواهیم داشت :

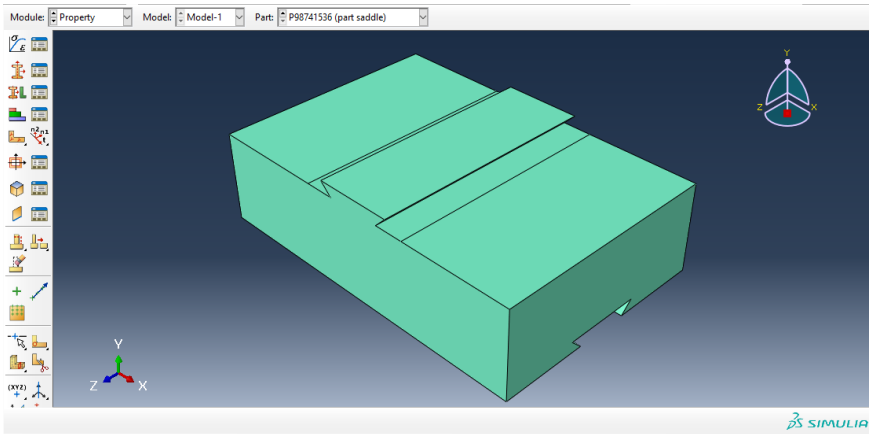
برای knee steady :



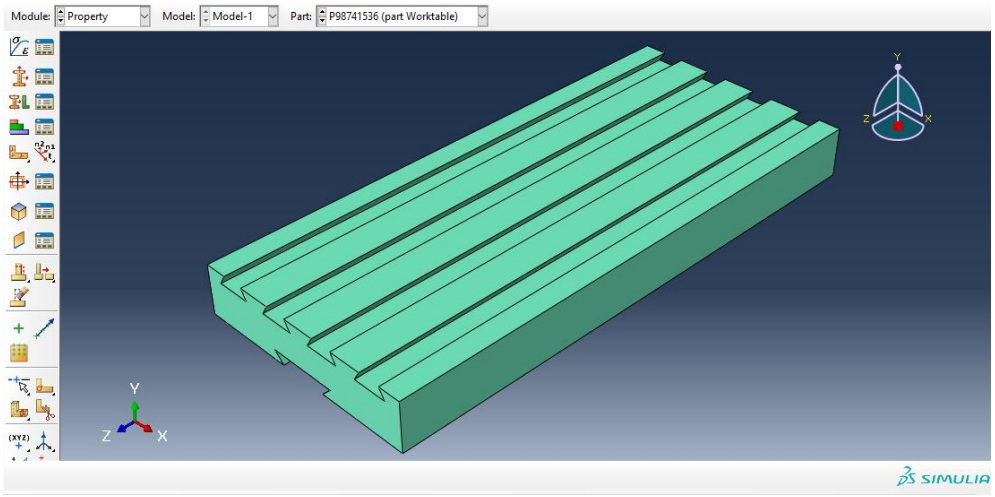
برای knee :



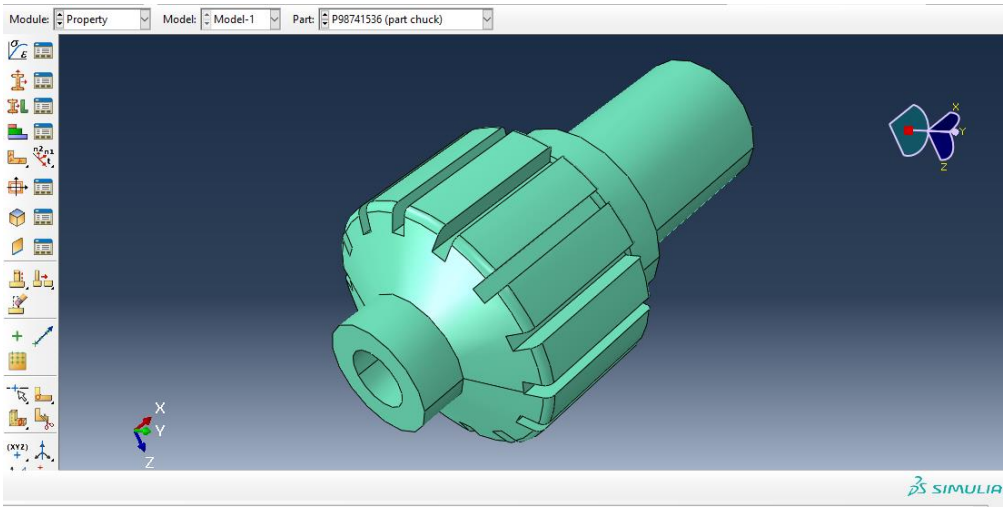
برای saddle :



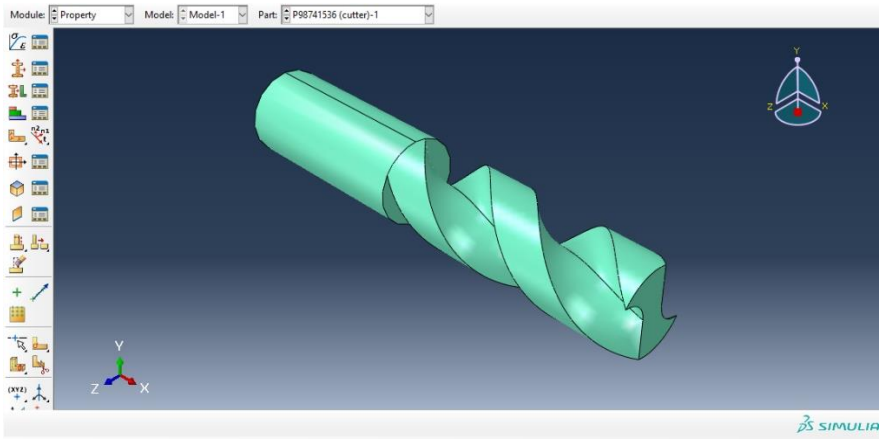
برای worktable داریم :



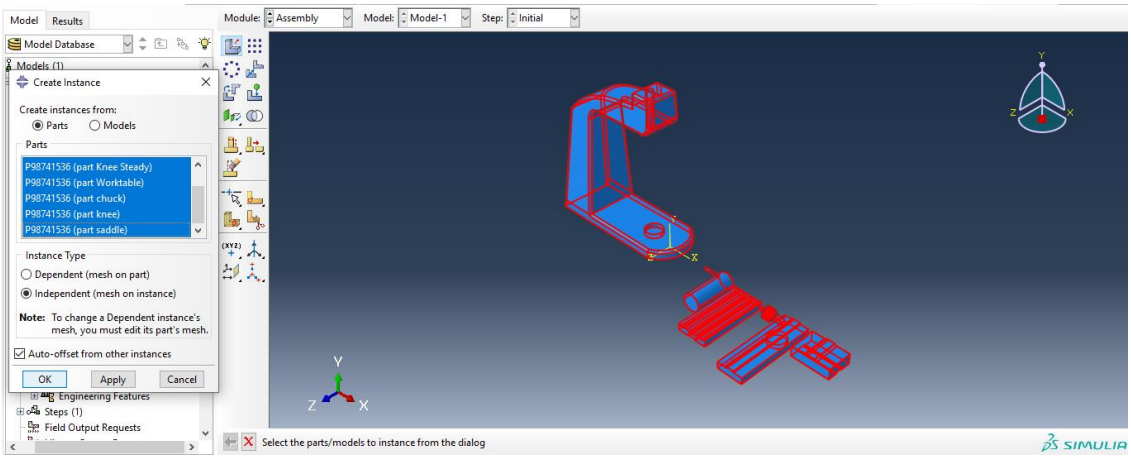
برای chuck داریم :



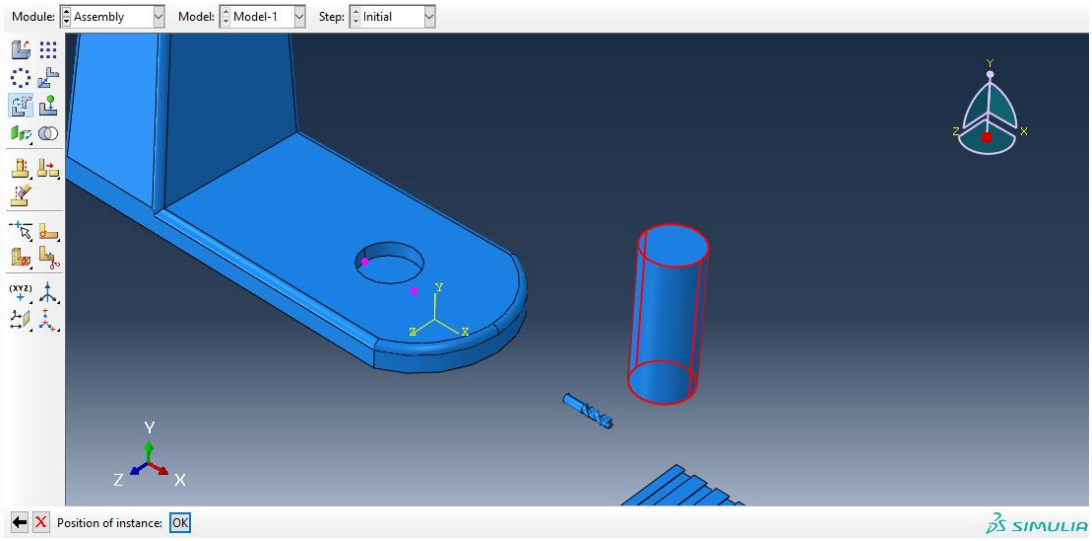
برای cutter داریم :



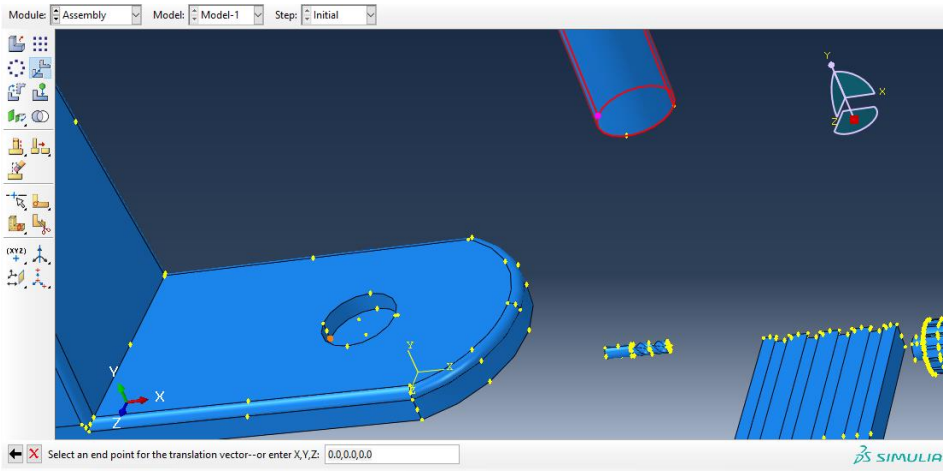
حال به سراغ ماژول assembly می رویم و از دستور create instance داریم :



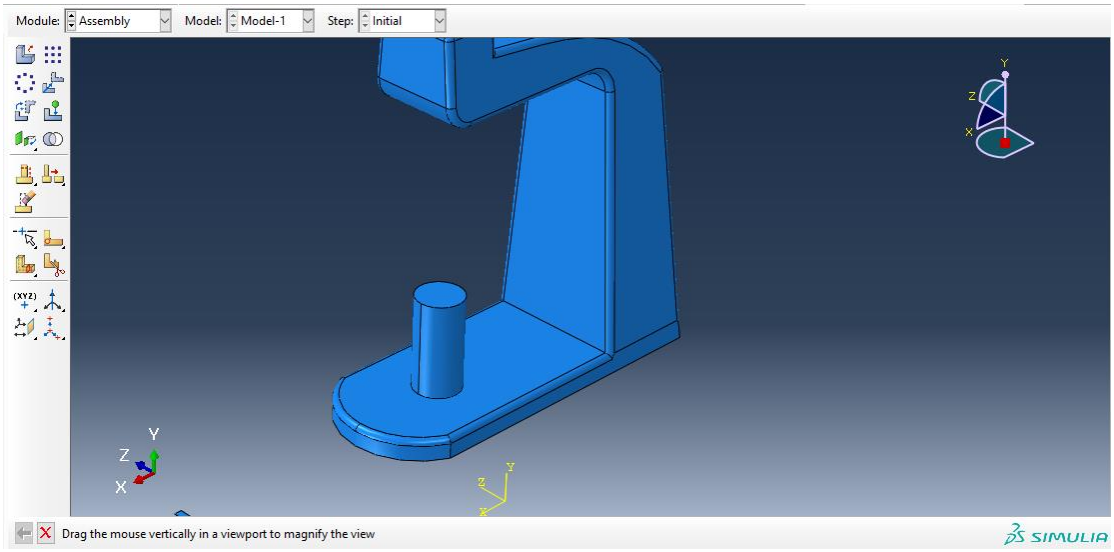
حال با تایید آن به وسیله ی دستور rotate instance جزء knee steady را ۹۰ درجه می چرخانیم به وسیله ی انتخاب دو نقطه به عنوان محور دوران ، حال داریم :



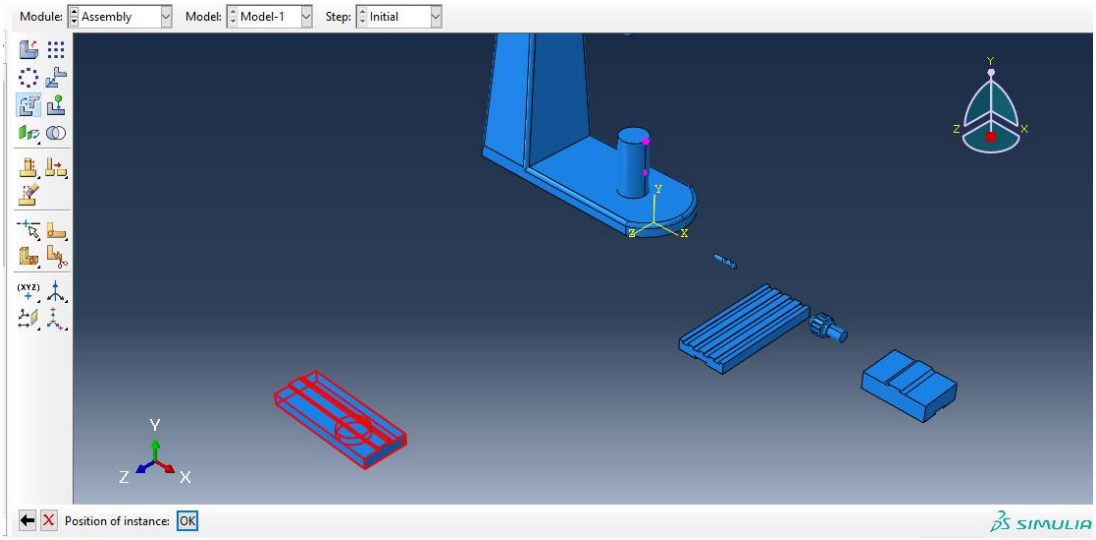
حال از دستور translate instance آن را به بالای سوراخ column انتقال می دهیم :



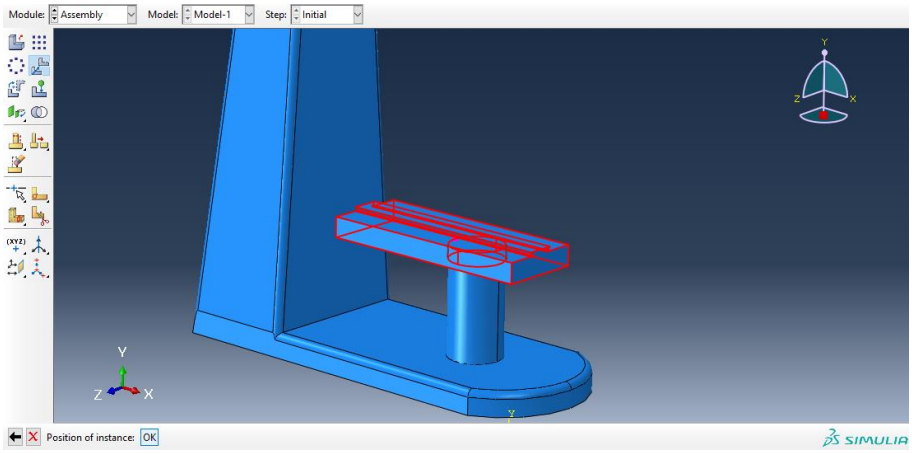
سپس :



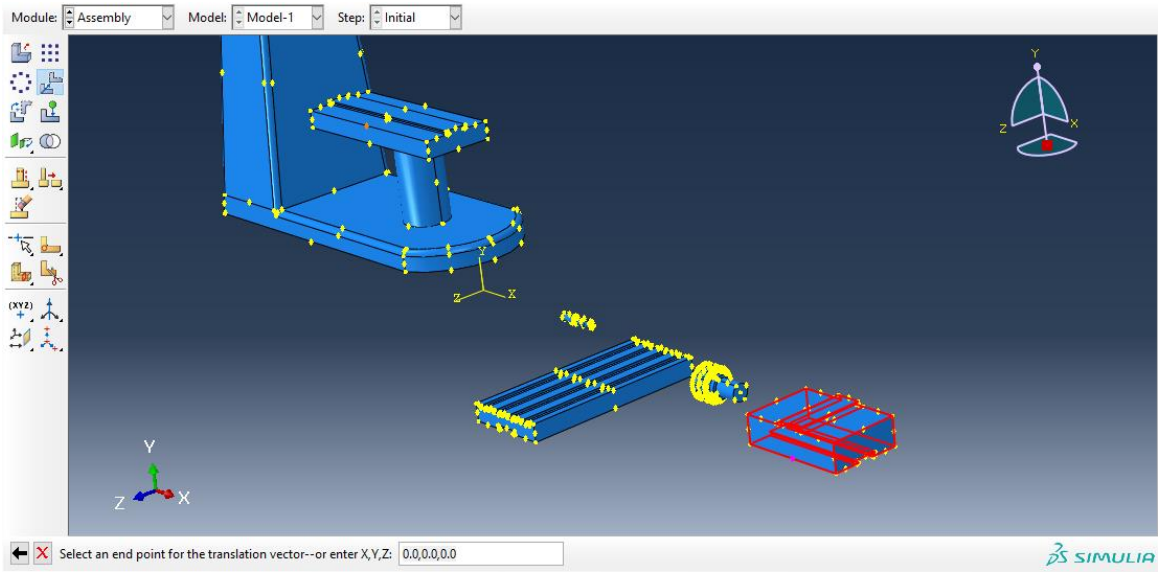
حال به سراغ جزء knee رفته و در ابتدا آن را به اندازه ۹۰ در جه می چرخانیم :



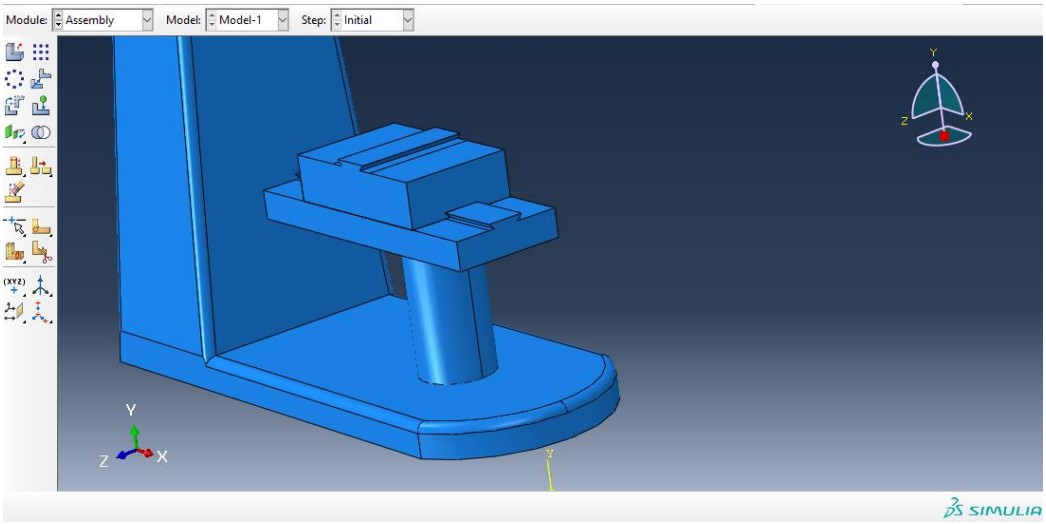
سپس با دستور translate insyance داریم :



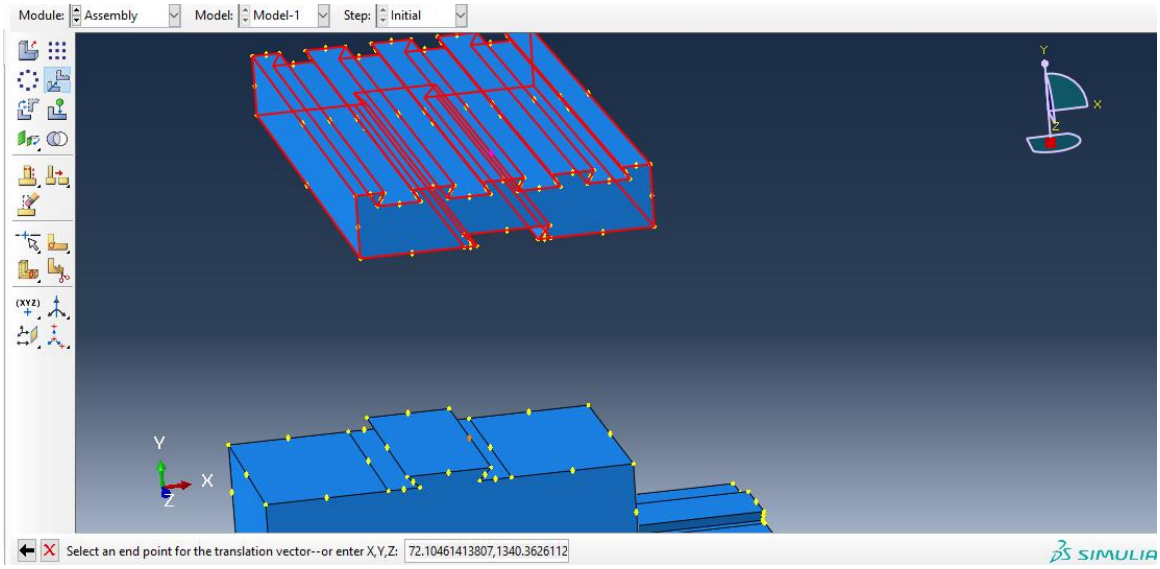
حال به سراغ جزء saddle می رویم و از translate instance داریم :



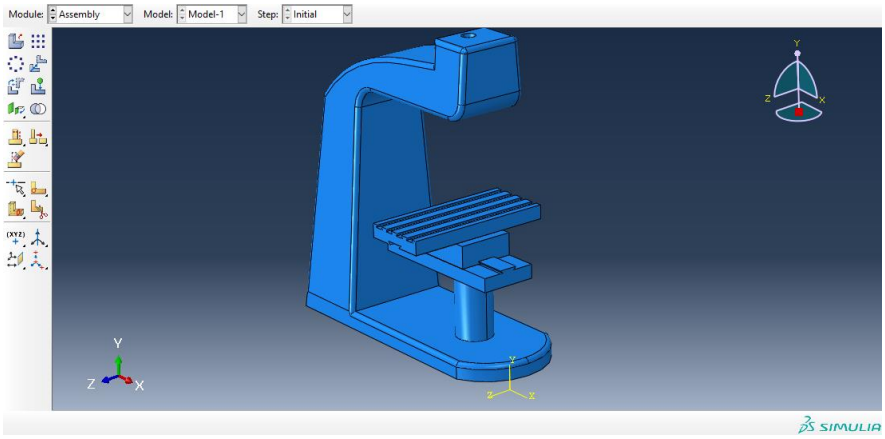
سپس :



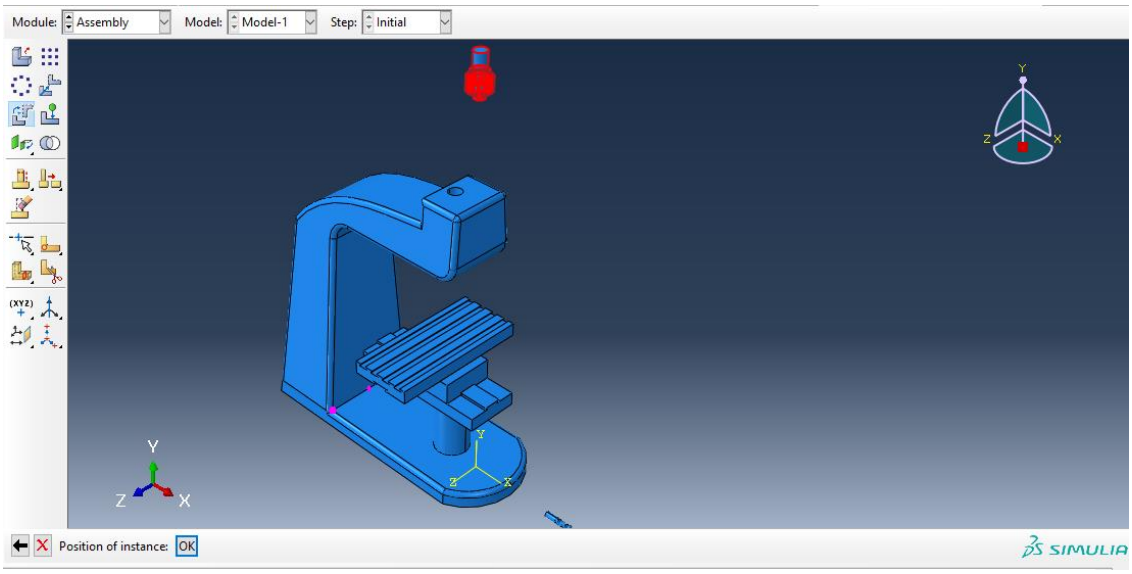
حال به سراغ جزء worktable می رویم و از دستور translate instance داریم :



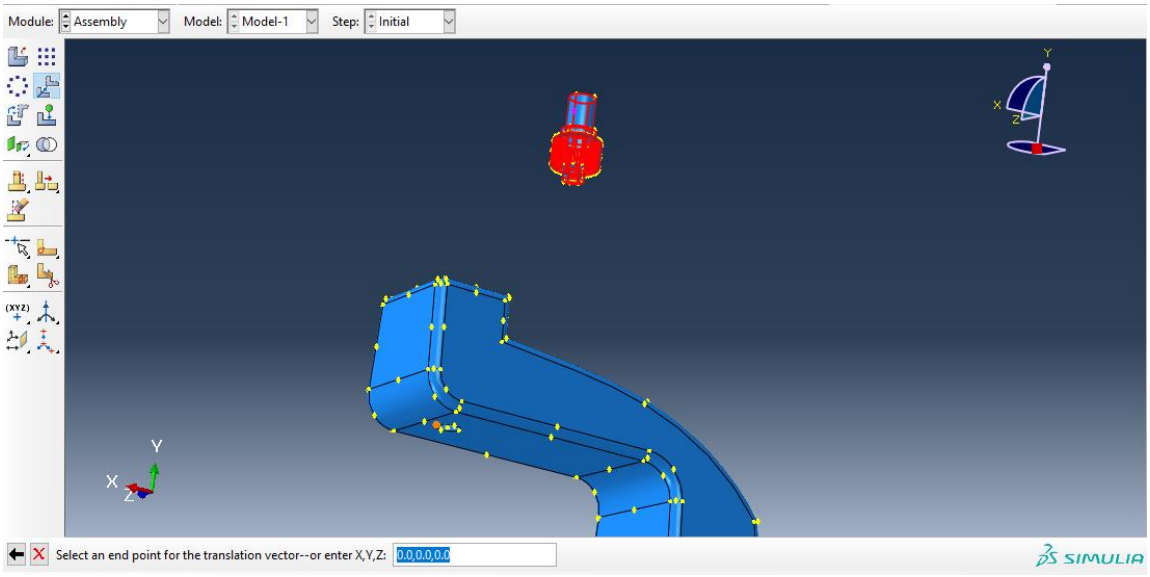
سپس :



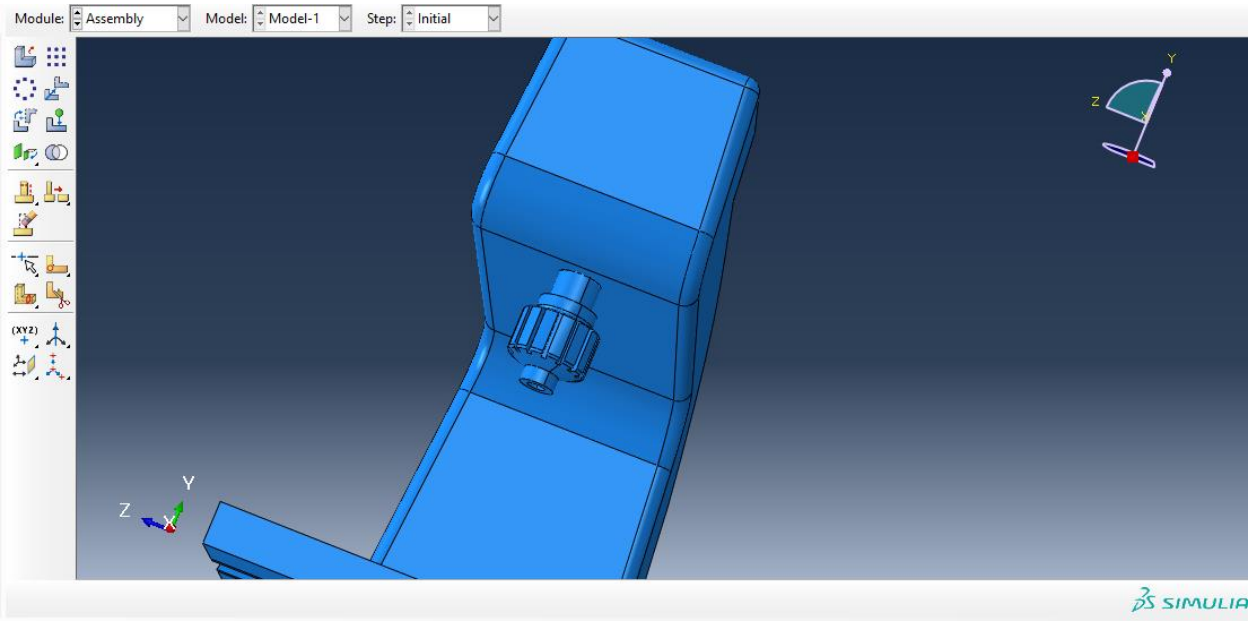
حال به سراغ جزء chuck می رویم و در ابتدا از دستور rotate instance آن را به اندازه ۹۰ درجه می چرخانیم :



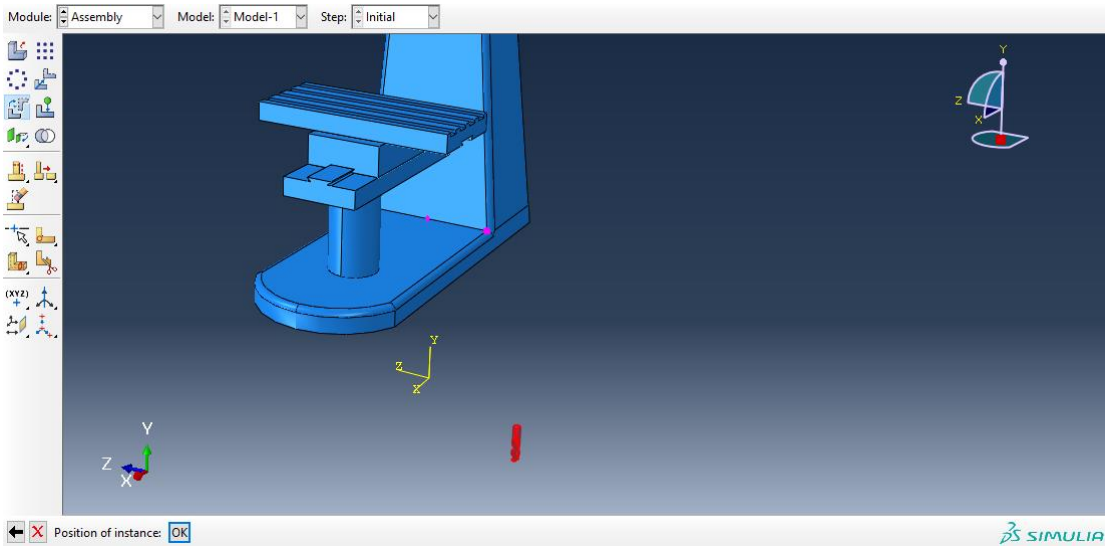
سپس با دستور translate instance داریم :



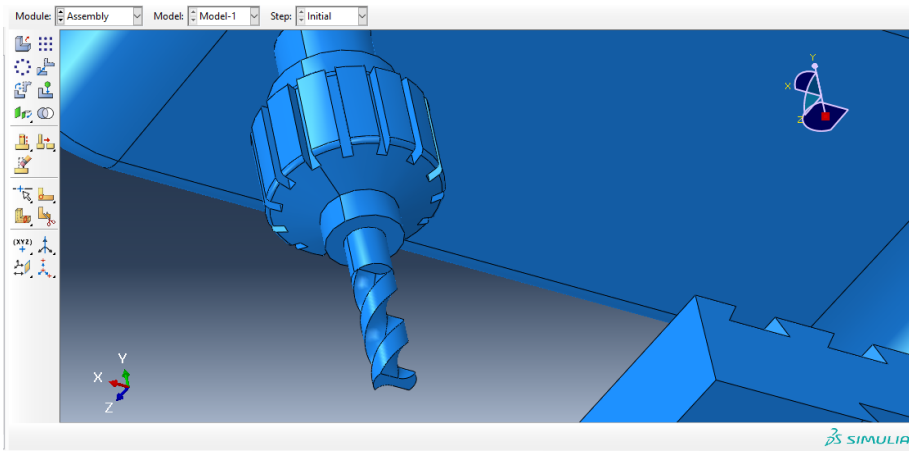
سپس در ابتدا با انتخاب دو نقطه هم محور به طور مشابه هم محور شده و سپس با انتخاب دو نقطه مذکور داریم :



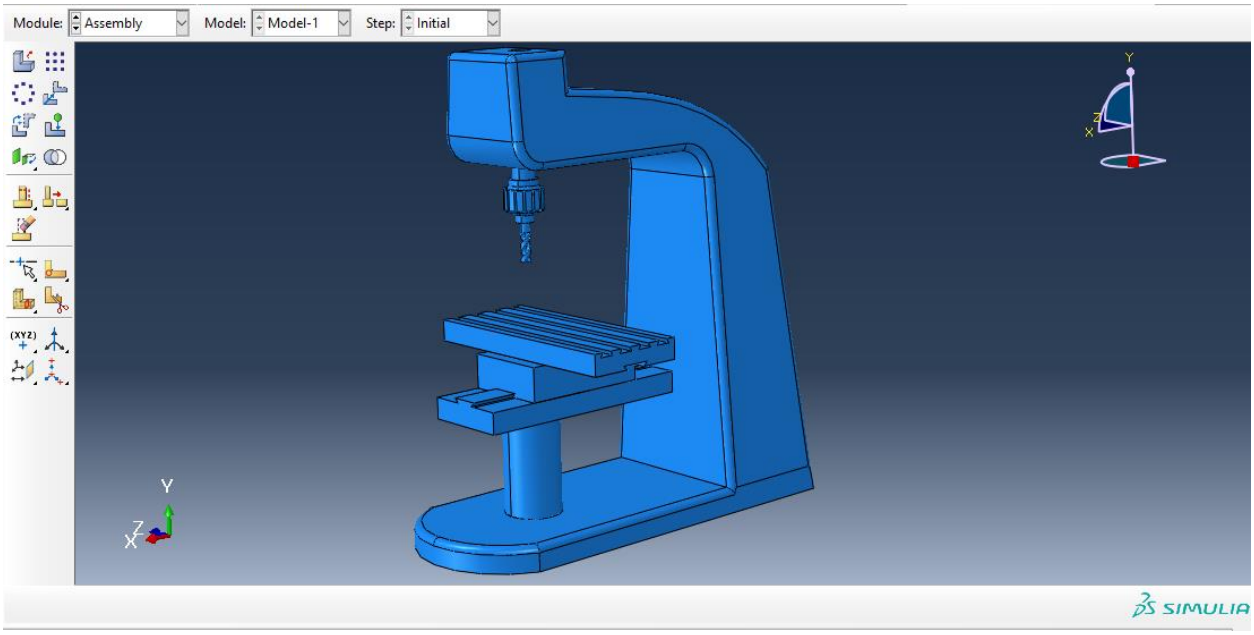
حال به سراغ جزء cutter می رویم و از instance rotate داریم :



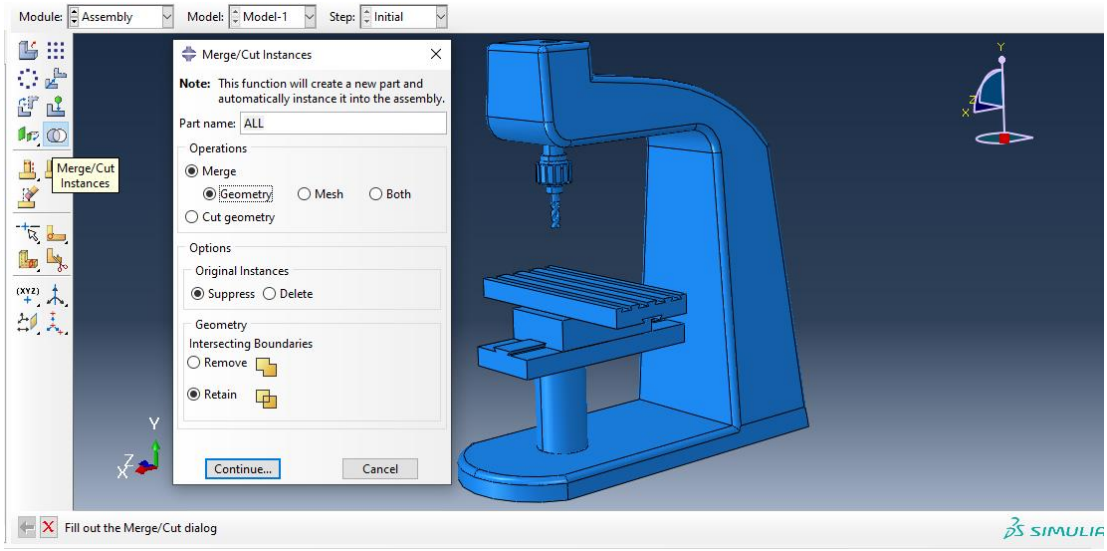
سپس از translate instance در ابتدا با انتخاب نقاط وسط از هر دو برای هم محور کردن و سپس با انتخاب دو نقطه به طور مشابه داریم :



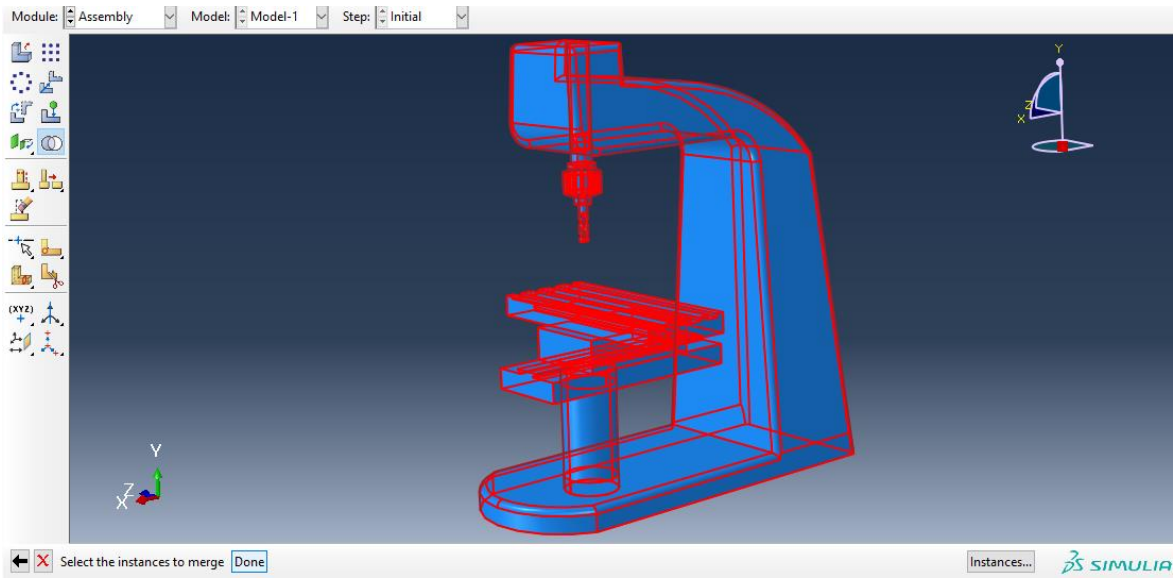
حال در کل اسمبلی به پایان رسید و داریم :



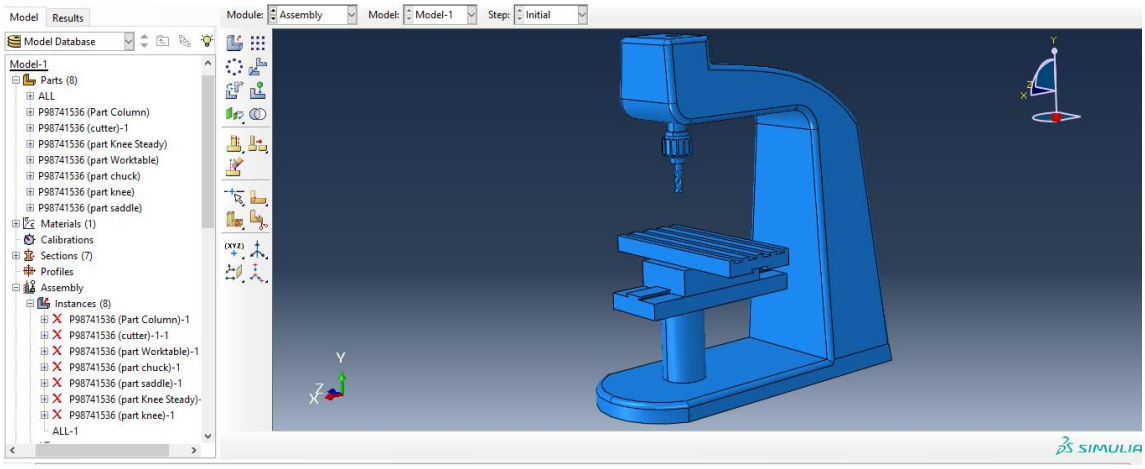
حال به جای اینکه برای تعریف تماس به ماژول interaction برویم ما در ماژول اسمبلی از دستور merge /cut داریم :



حال با تایید آن ، در تصویر زیر کل مدل را انتخاب کرده :

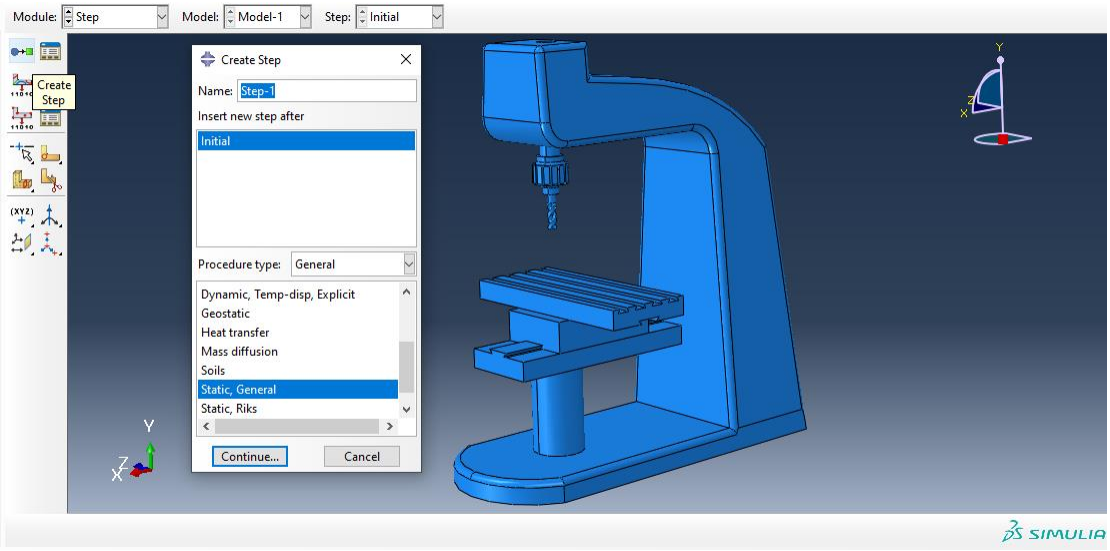


با انتخاب دان داریم :

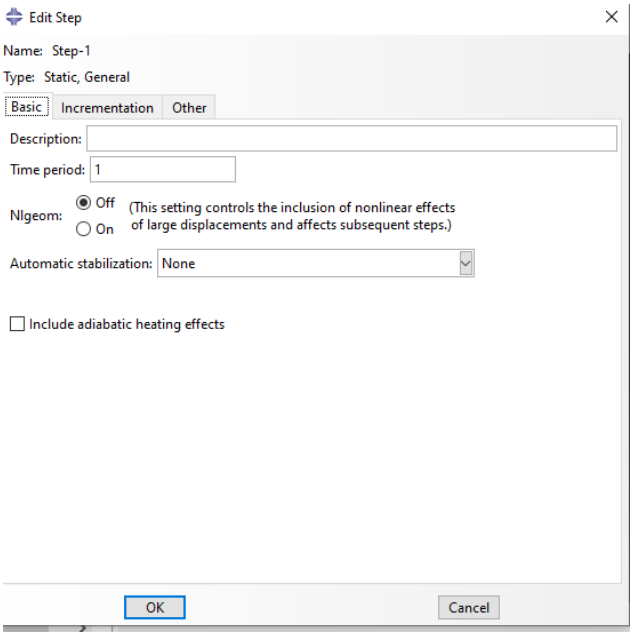


حال کل جسم ما را یک تکه در نظر می گیرد .

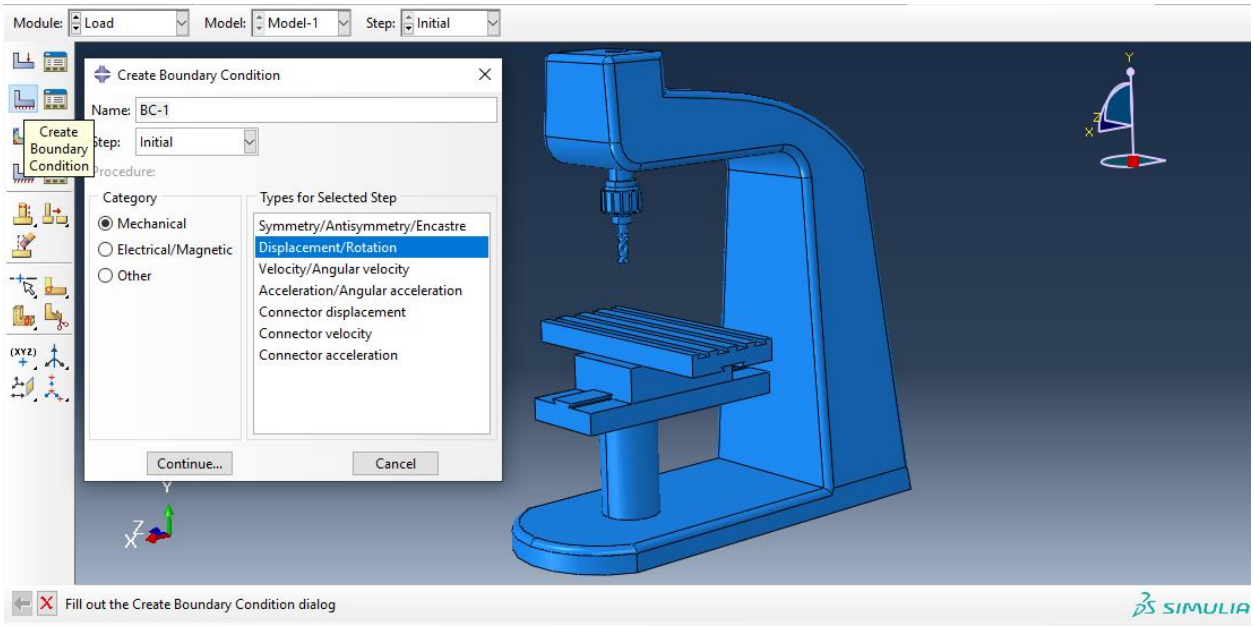
حال به سراغ ماژول step می رویم و از دستور create step داریم :



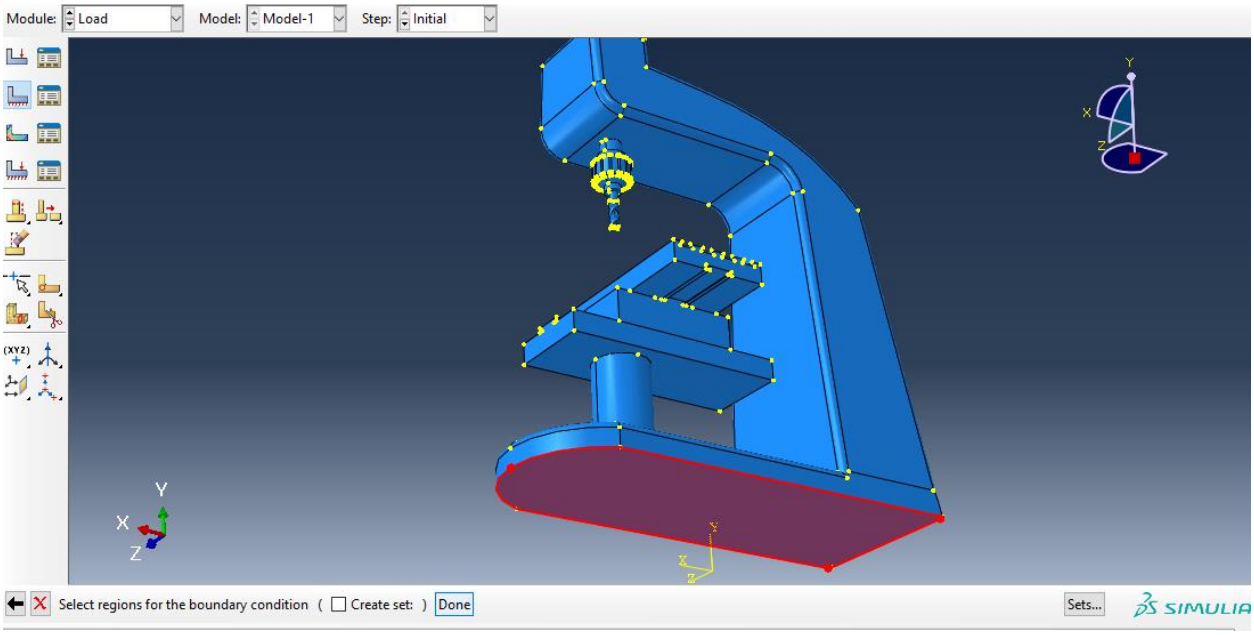
سپس تب زیر را بدون تغییر ایجاد می کنیم :



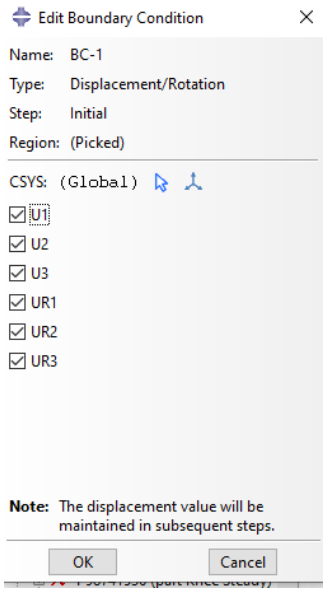
سپس با تایید آن به سراغ ماژول Load می رویم و برای اعمال شرایط تکیه گاهی داریم :



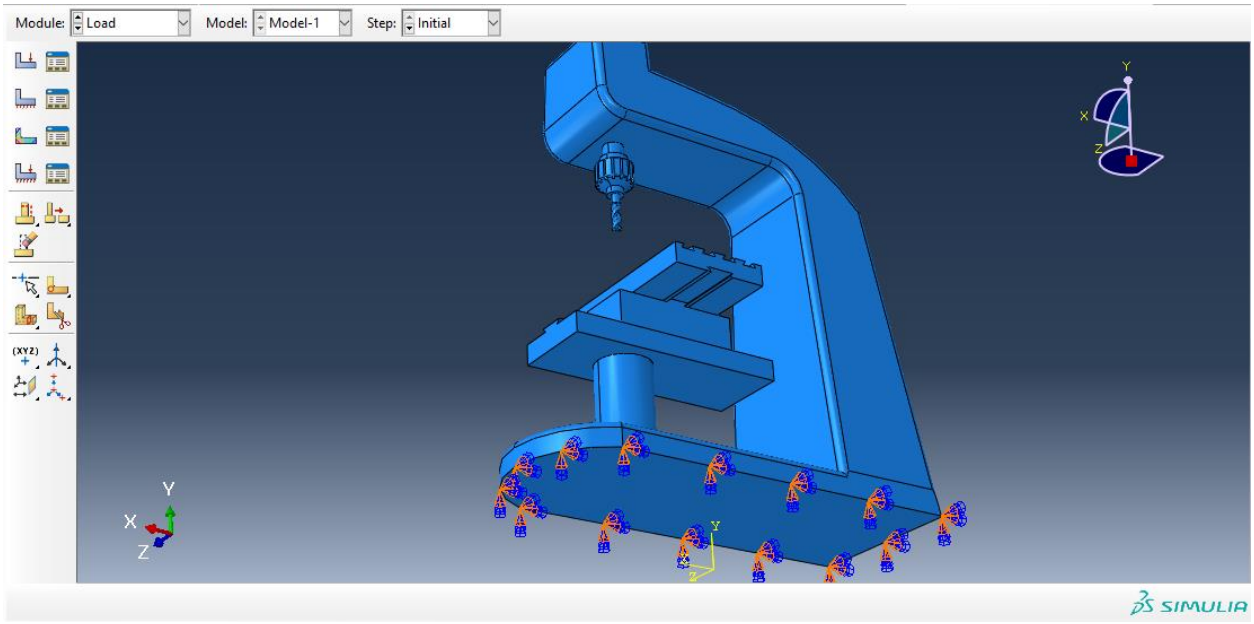
سپس با انتخاب محل تکیه گاه داریم :



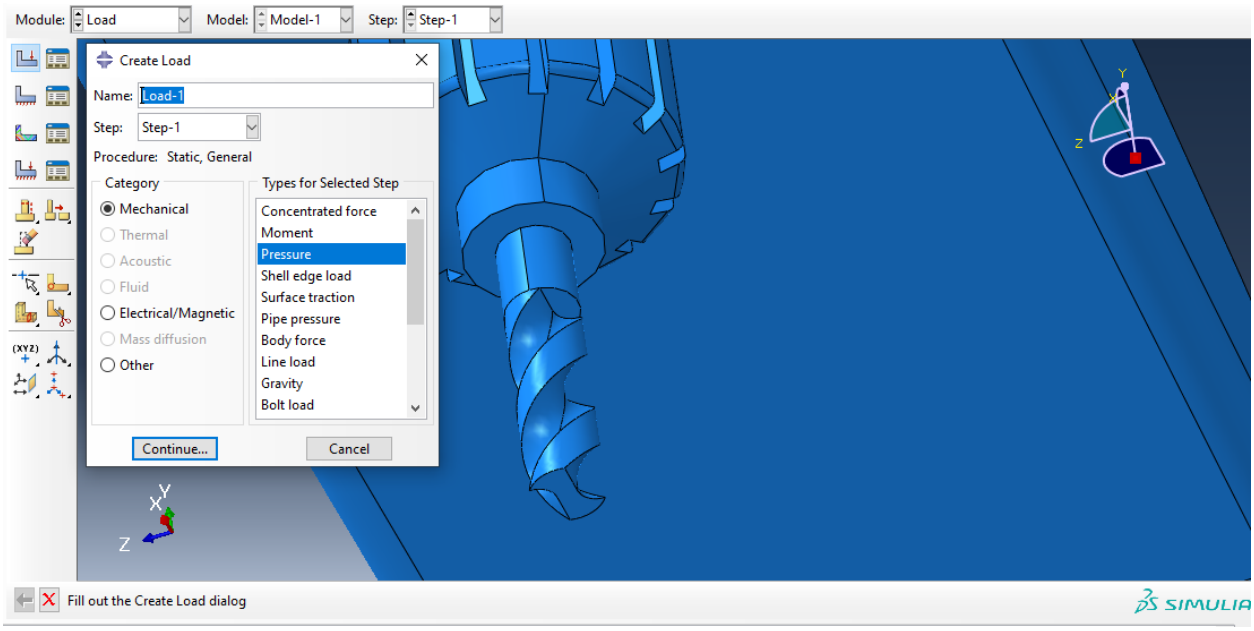
سپس :



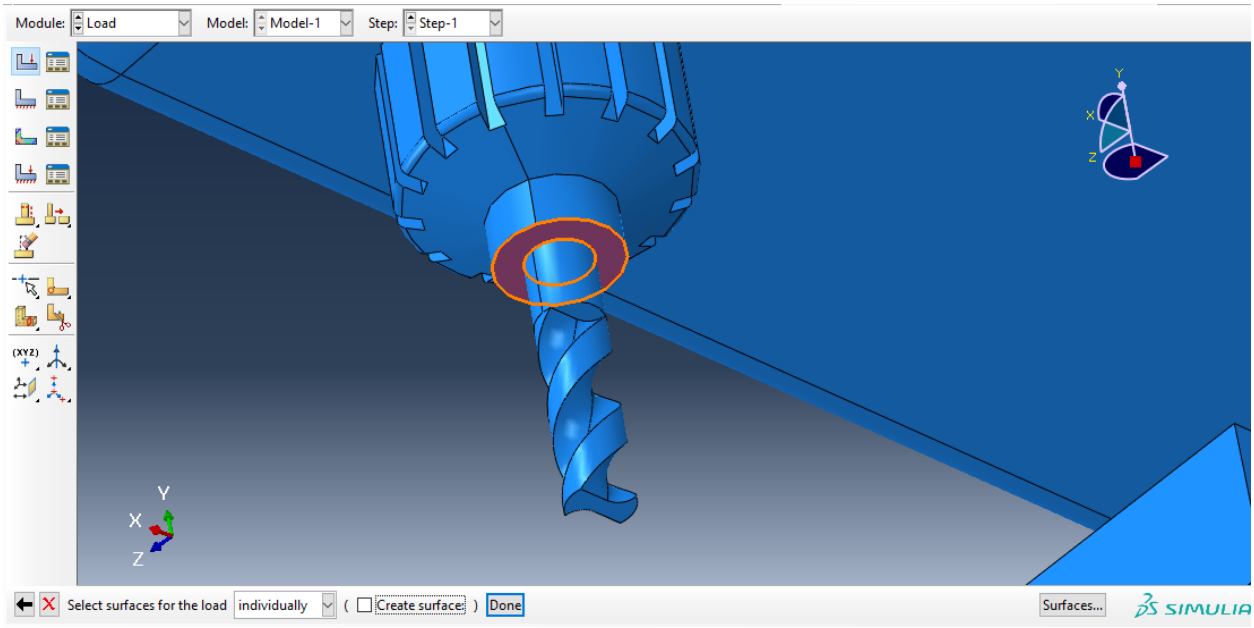
سپس داریم :



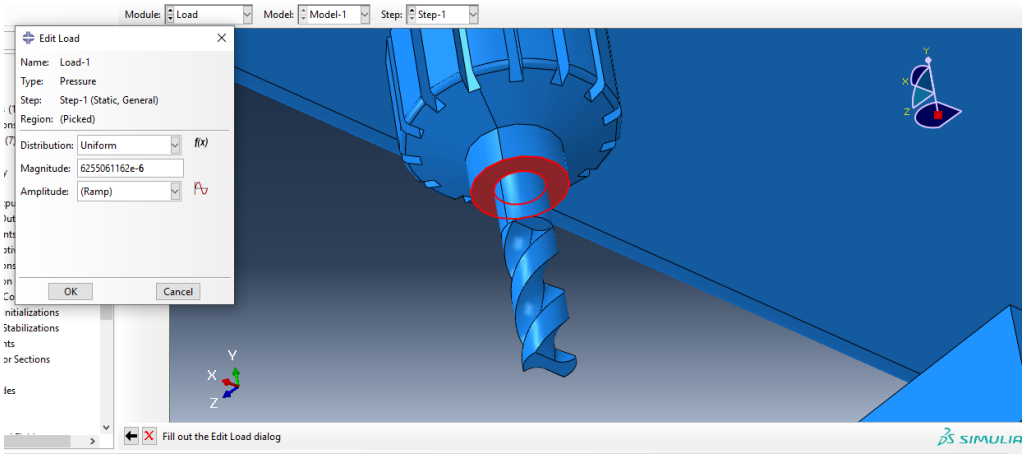
حال به سراغ اعمال بارگذاری می رویم و از دستور crate load داریم :



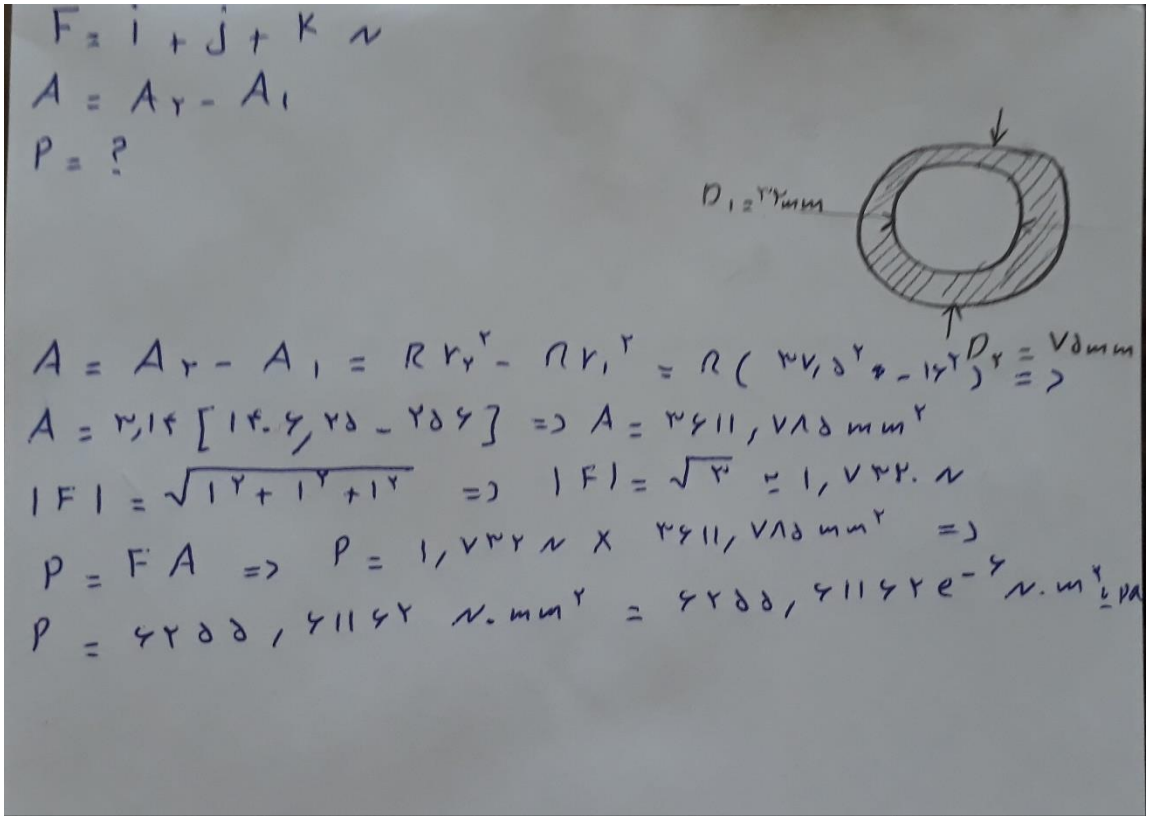
سپس با توجه به اینکه ما محل اثر نیرو را در کتیا صفحه ای از chuck گرفتیم برای تحلیل درست تر نتایج ، در آباکوس نیز به جای مته ، همان جا صفحه را البته به صورت Pressure می گیریم یعنی :



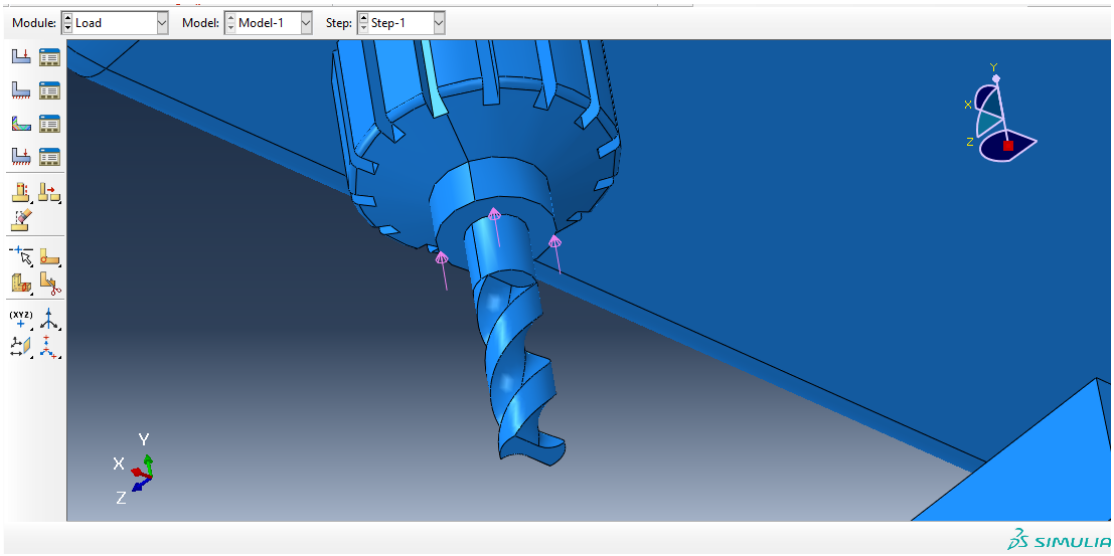
سپس با زدن دان داریم :



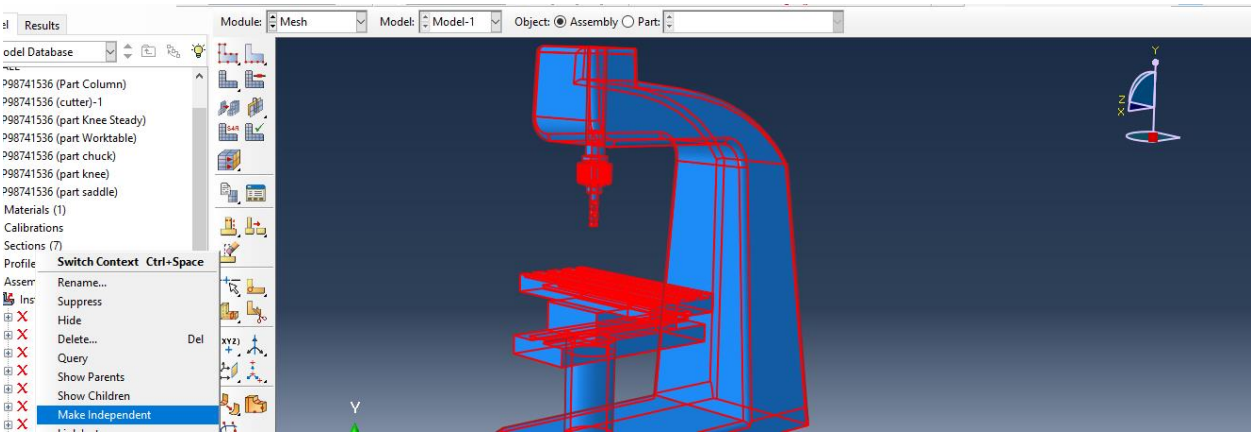
سپس این مقدار را با توجه به محاسبات زیر انجام دادیم :



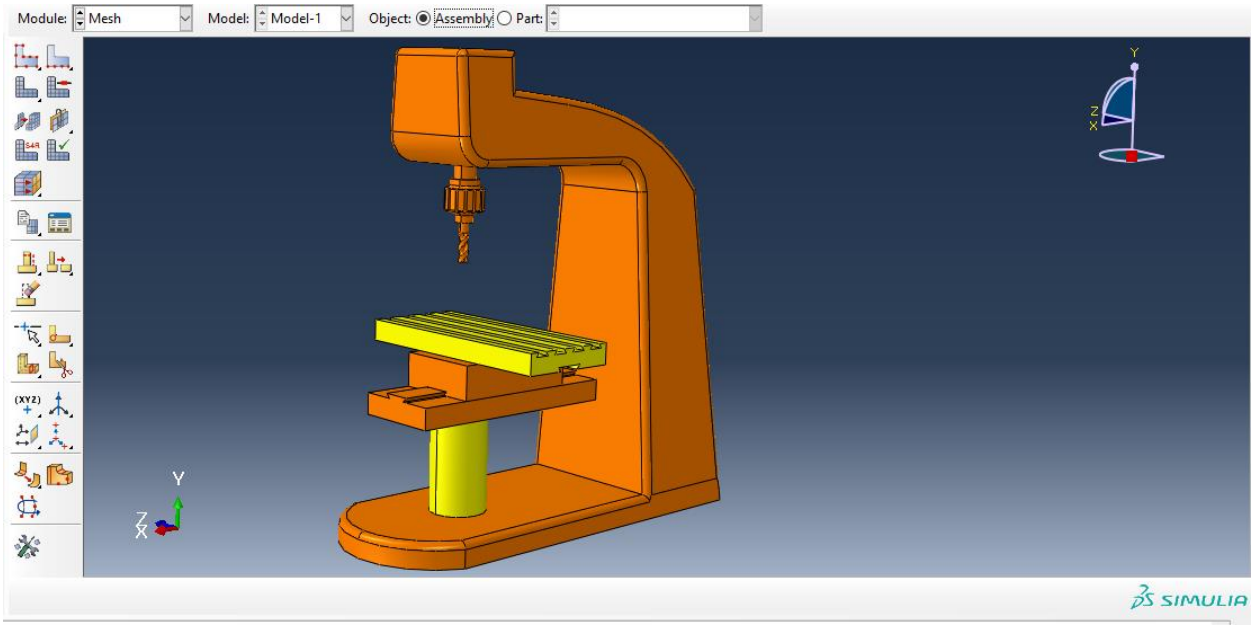
حال داریم :



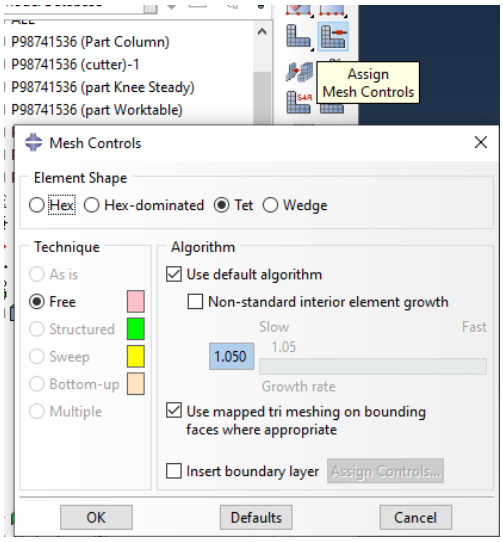
سپس به ماژول mesh می رویم و در ابتدا مش را به dependent تغییر می دهیم :



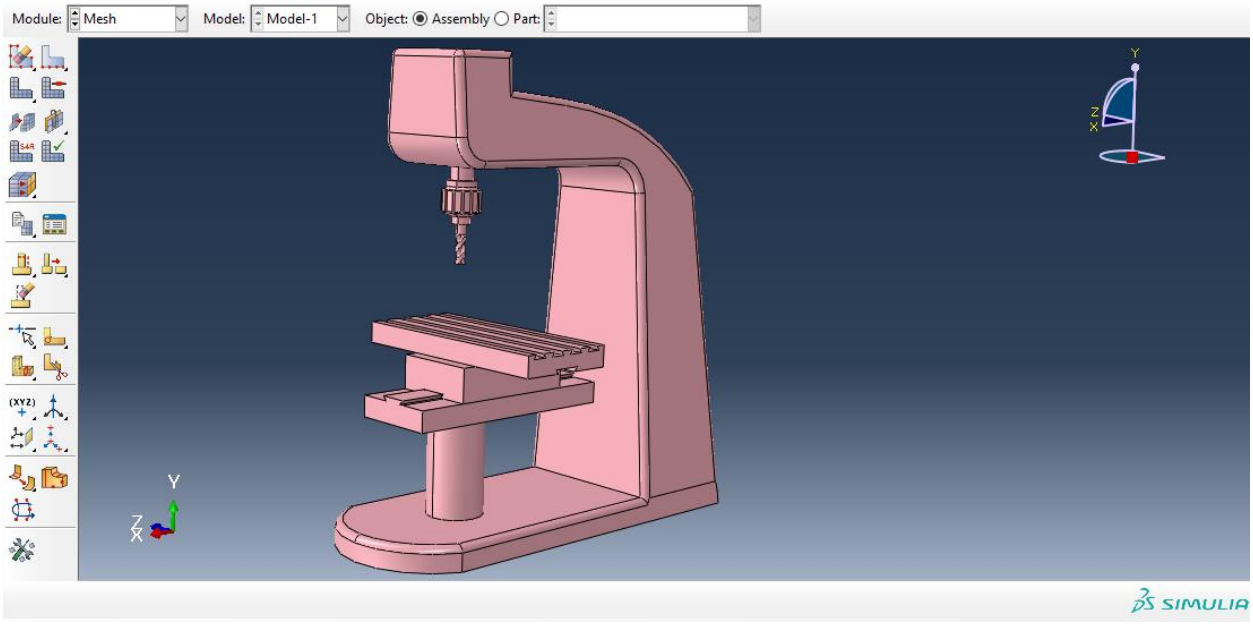
سپس داریم :



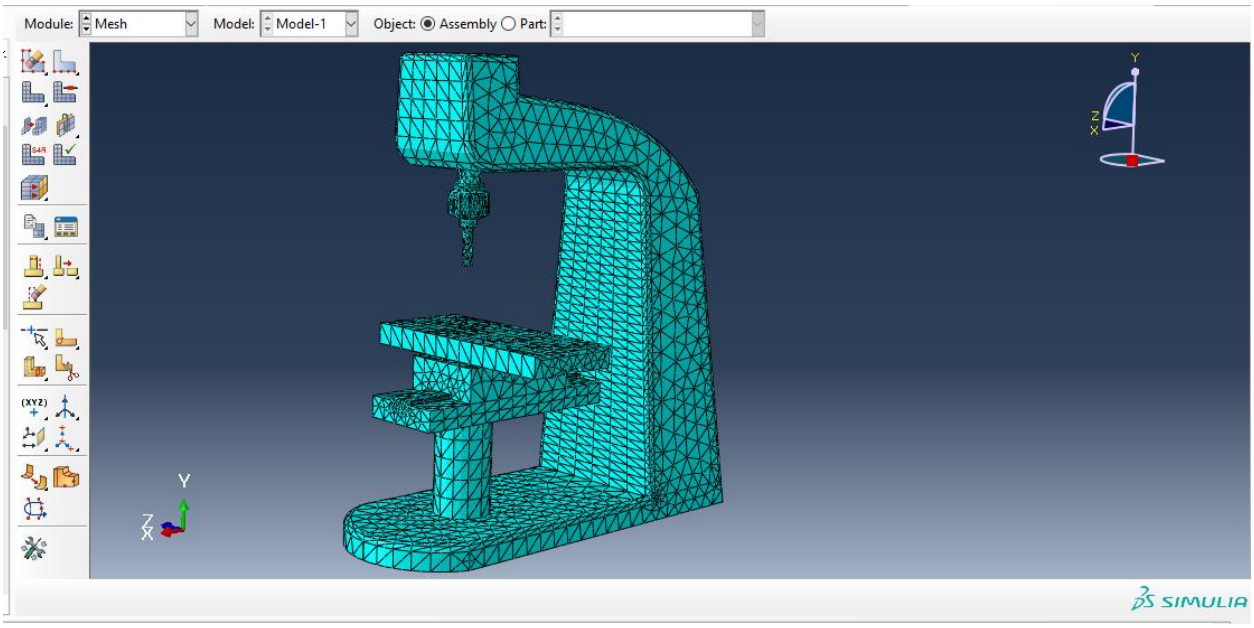
سپس اگر از دستور Mesh Control ، نوع را بر روی free قرار دهیم داریم :



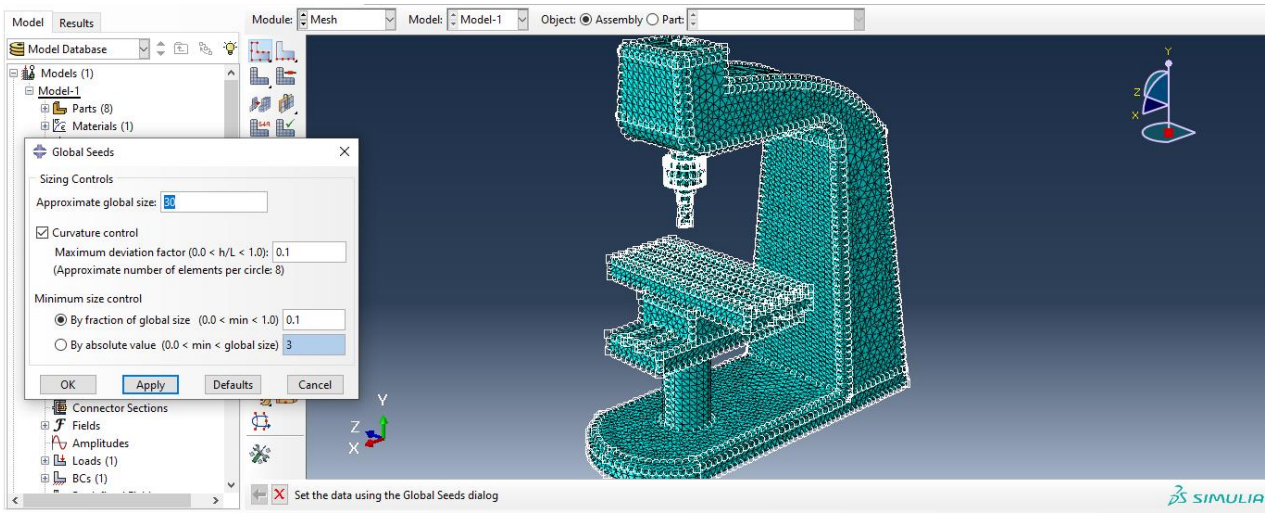
سپس :



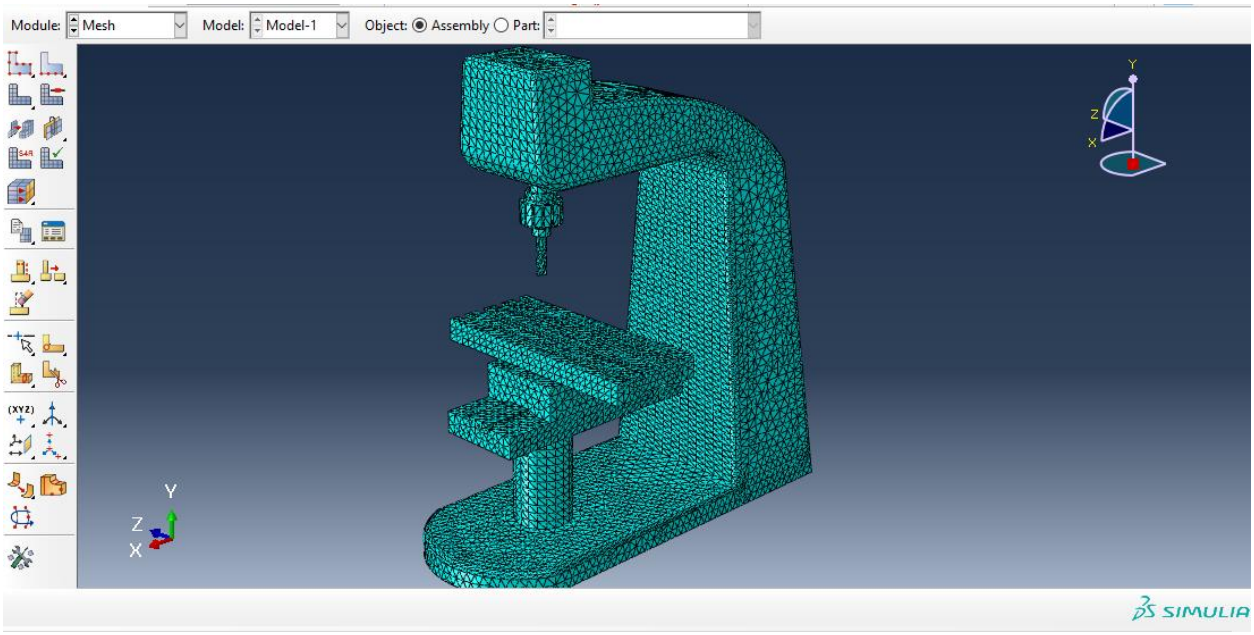
سپس با انتخاب گزینه mesh part داریم :



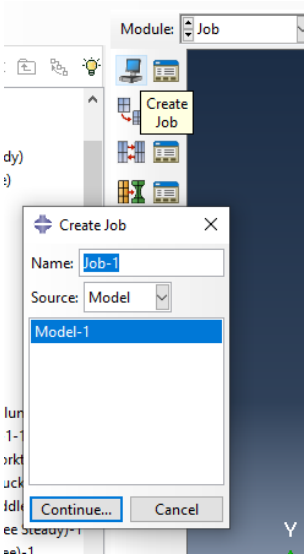
سپس اندازه مش را از global seed داریم :



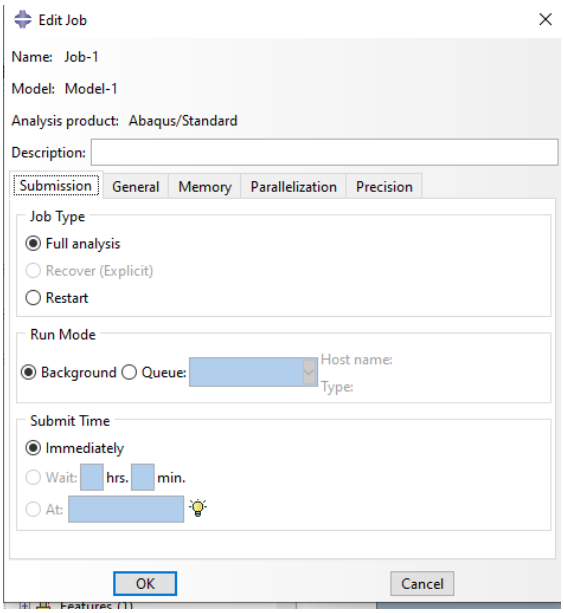
سپس داریم :



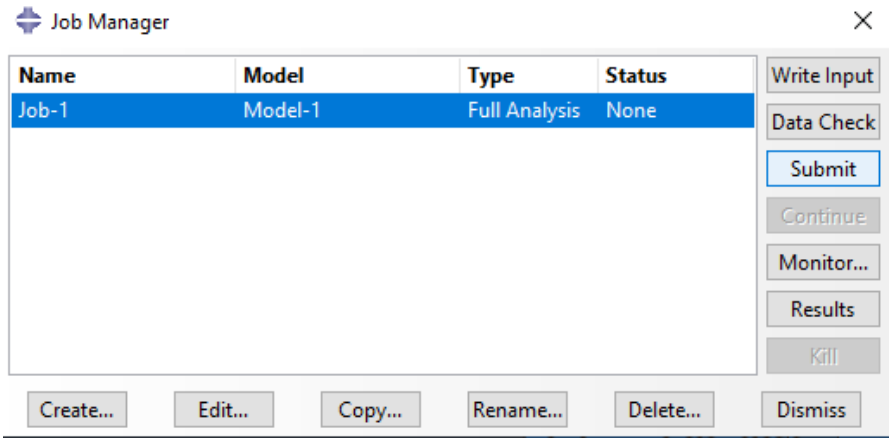
سپس به سراغ ماژول job می رویم و از create job داریم :



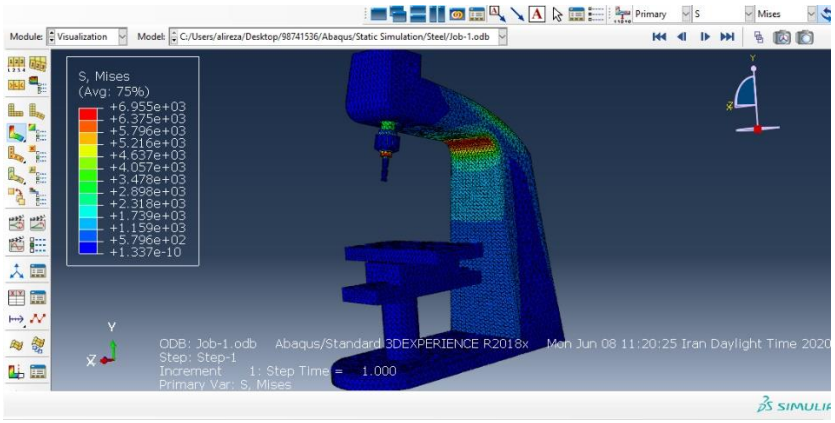
سپس :



سپس به سراغ دستور job manager می رویم:

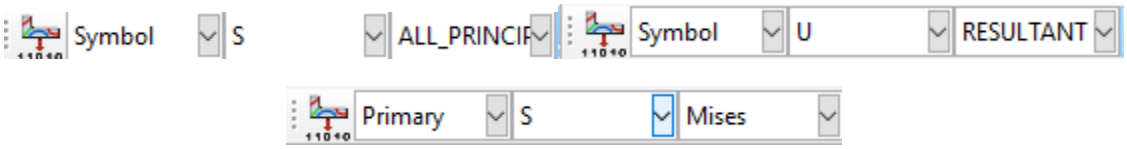


سپس با انتخاب submit می توان ران را شروع کرد و در monitor می توان errors و warning ها را مشاهده کرد و در Results می توان شبیه سازی را مشاهده کرد یعنی داریم :

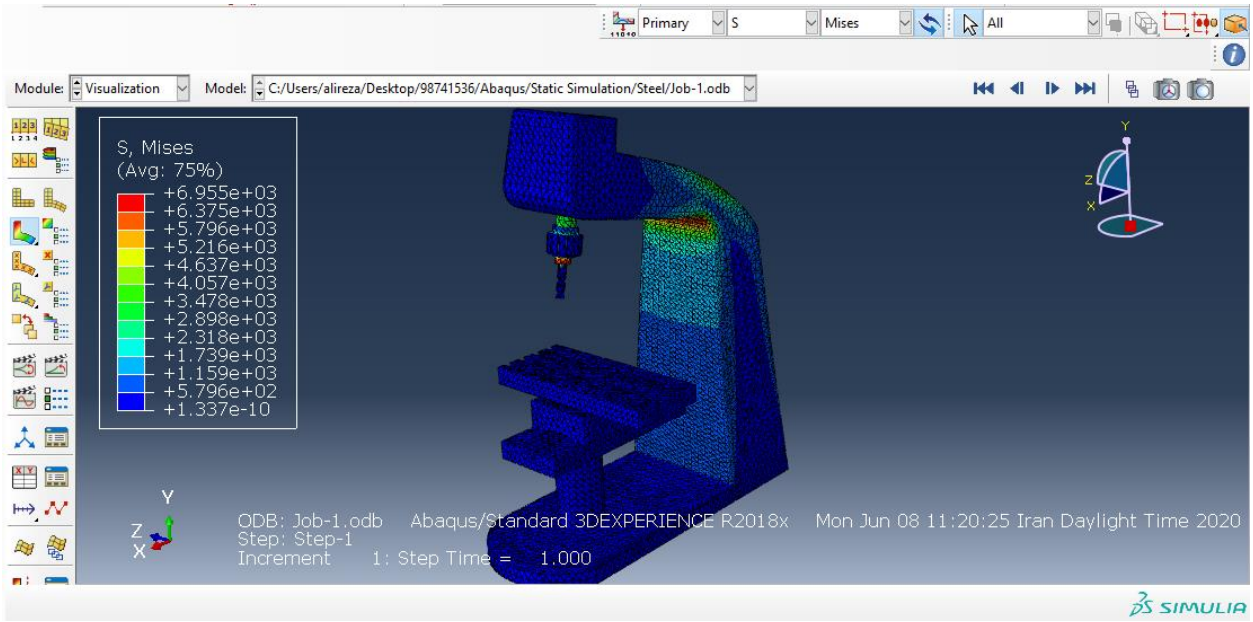


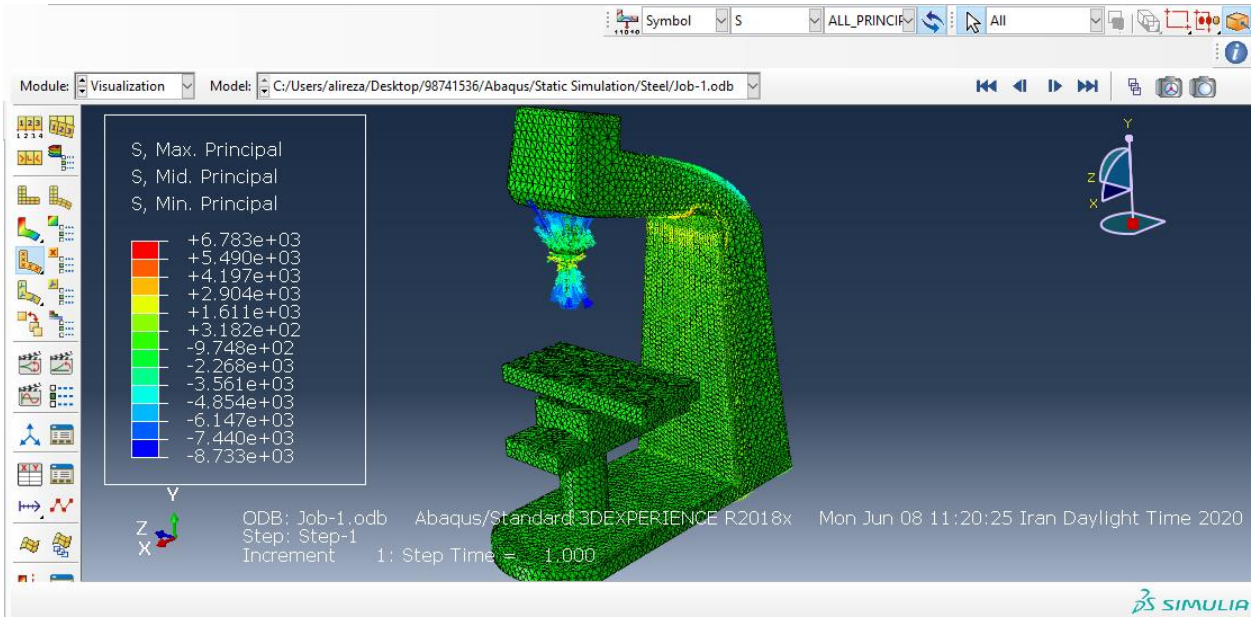
استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

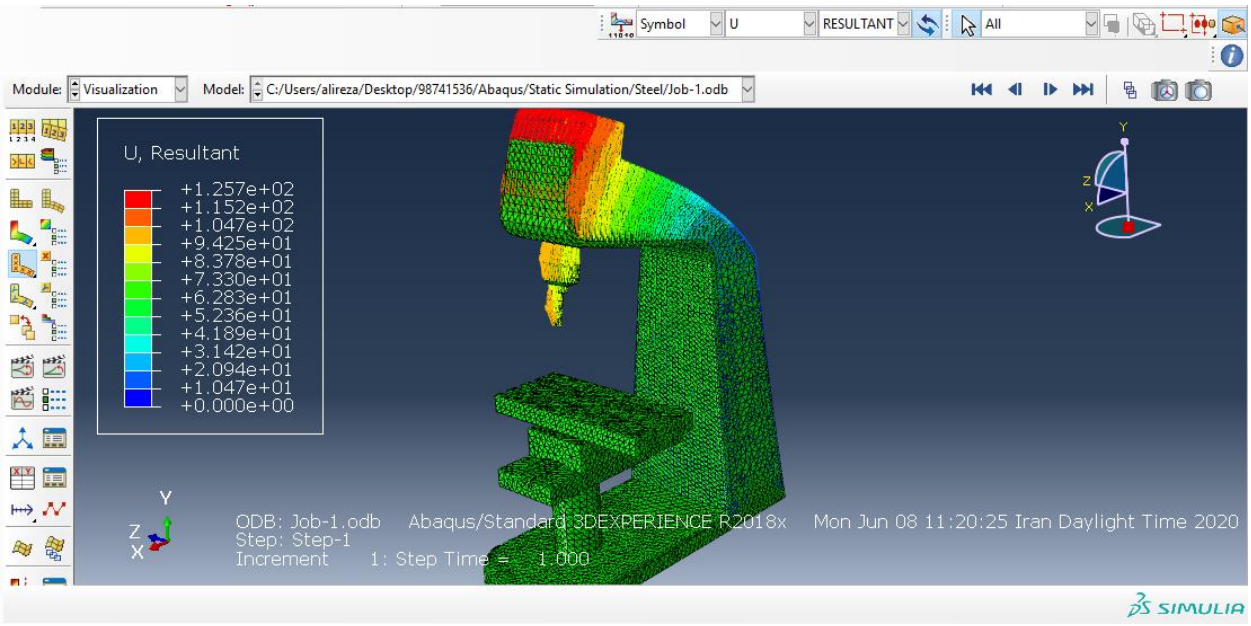
حال با توجه به انتخاب نوع خروجی مورد استفاده ی ما ، می توان انحراف یا U ، تنش اصلی یا ALL-Principl Stress و تنش ون میزز یا Von Mises Stress را انتخاب کرد :



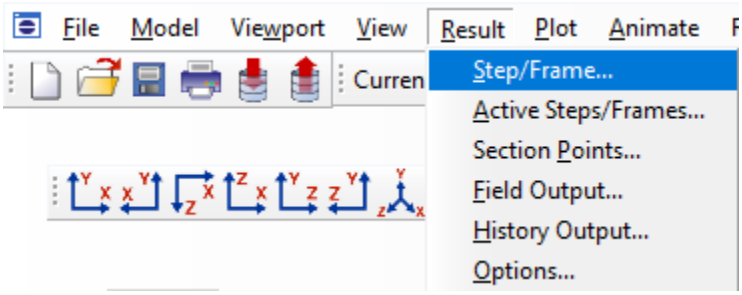
حال خروجی ها به شرح زیر است :



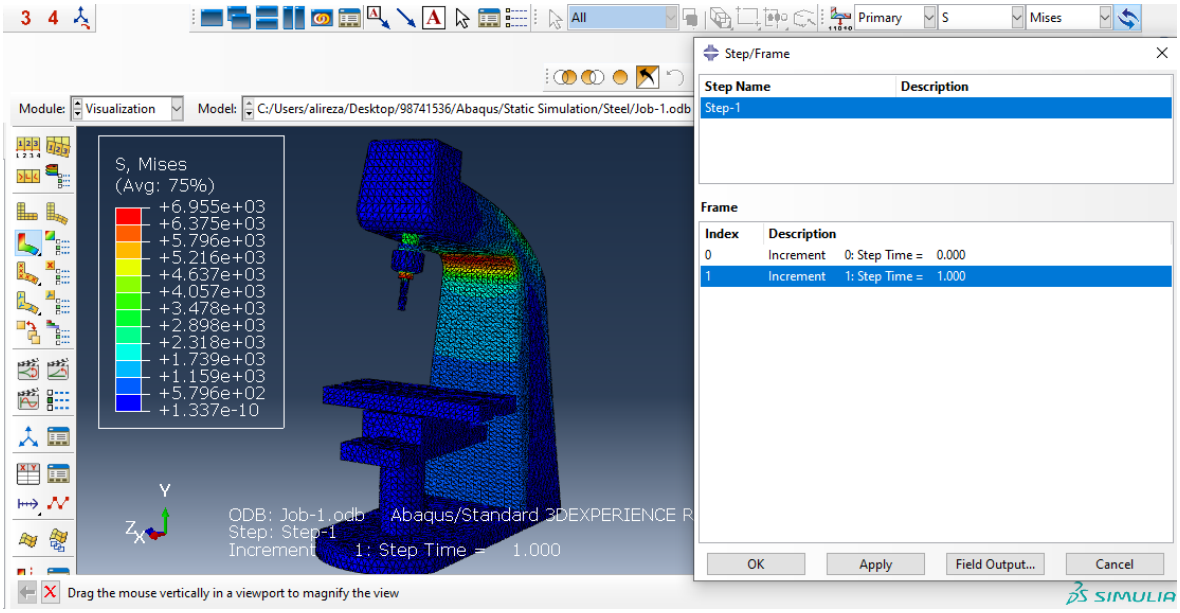




حال سپس برای مدهای فرکانس طبیعی از مسیر زیر می رویم :

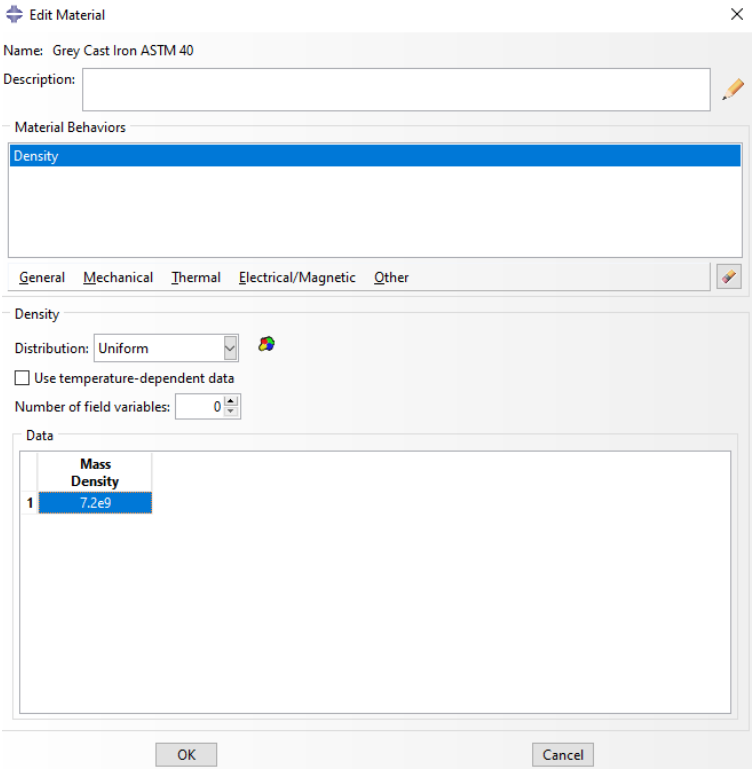


حال چون در حالت استاتیکی هستیم داریم :

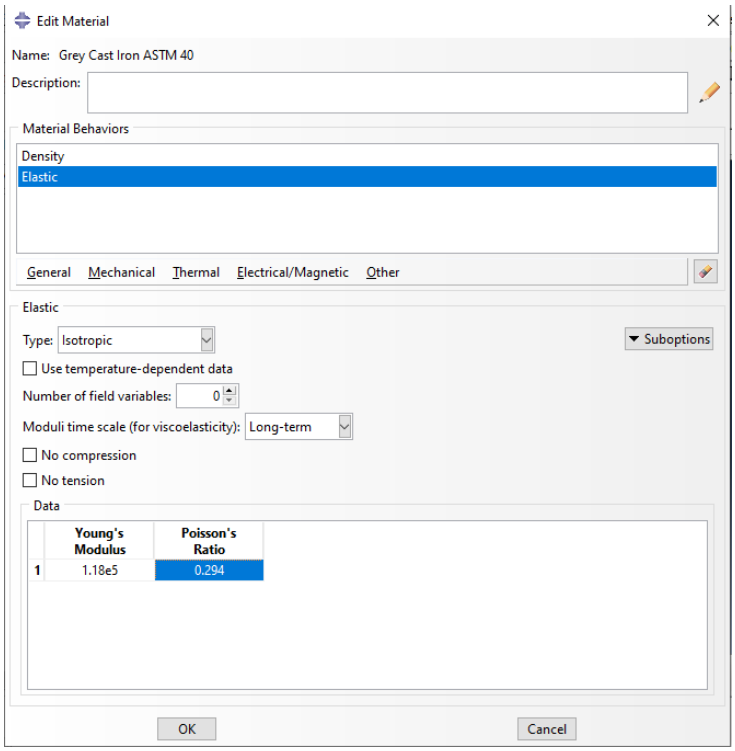


-جنس چدن خاکستری یا Grey Cast Iron ASTM ٤٠

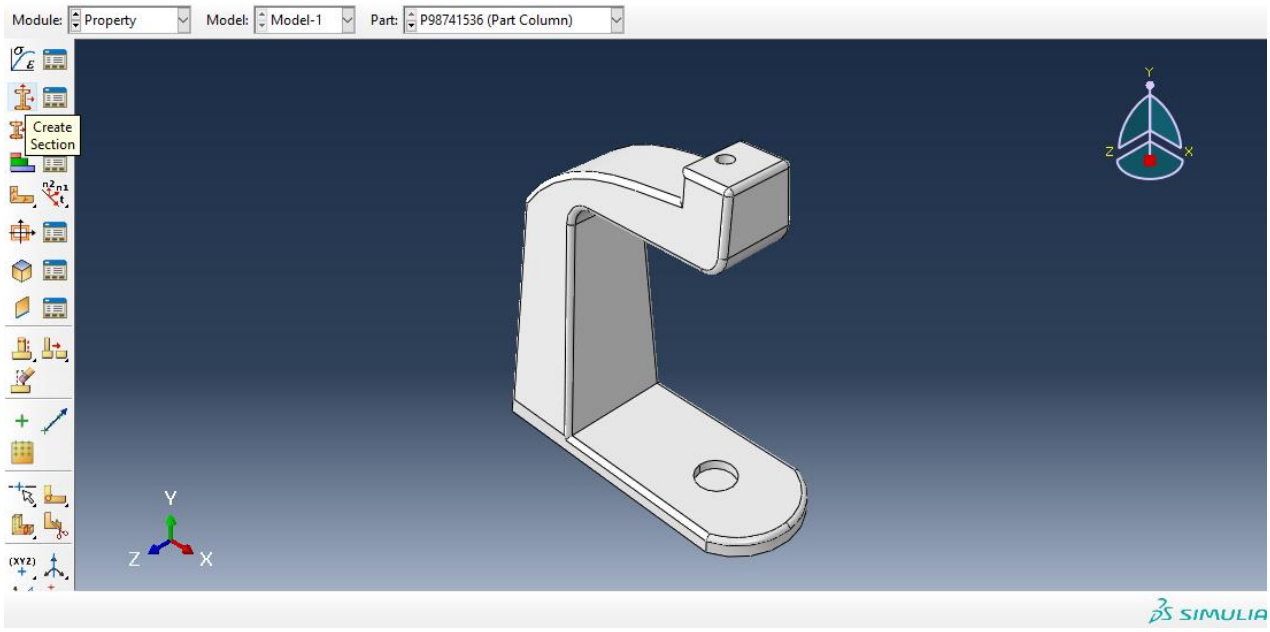
حال به طور مشابه با جنس آلومینیم و فولاد ، در ابتدا از ماژول پارت ، اجزا را به صورت import و با نوع part وارد کرده و به سراغ ماژول property می رویم و با توجه به مقادیری که برای تعریف جنس چدن در کیتا در صفحه این گزارش به صورت زیر تعریف می کنیم با توجه به اینکه واحد میلیمتر پیش فرض آباکوس ما است و یعنی مدول یانگ چدن خاکستری ۱.۱۸e۱۱ با واحد N/M۲ است ولی با واحد میلیمتر مربع ۱.۱۸e۵ با واحد N/MM۲ است و همچنین چگالی چدن خاکستری ۷۲۰۰ با واحد KG/M۳ است ولی با ۷.۲e۹ با واحد g/mm۳ است حال داریم :



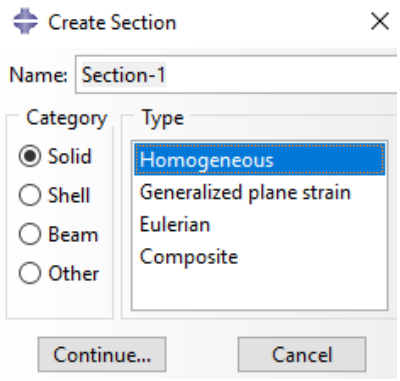
سپس داریم :



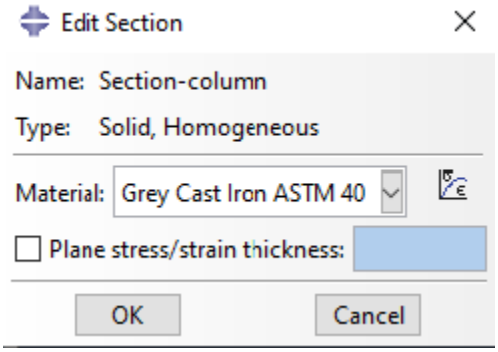
حال با تایید آن به سراغ دستور create section می رویم :



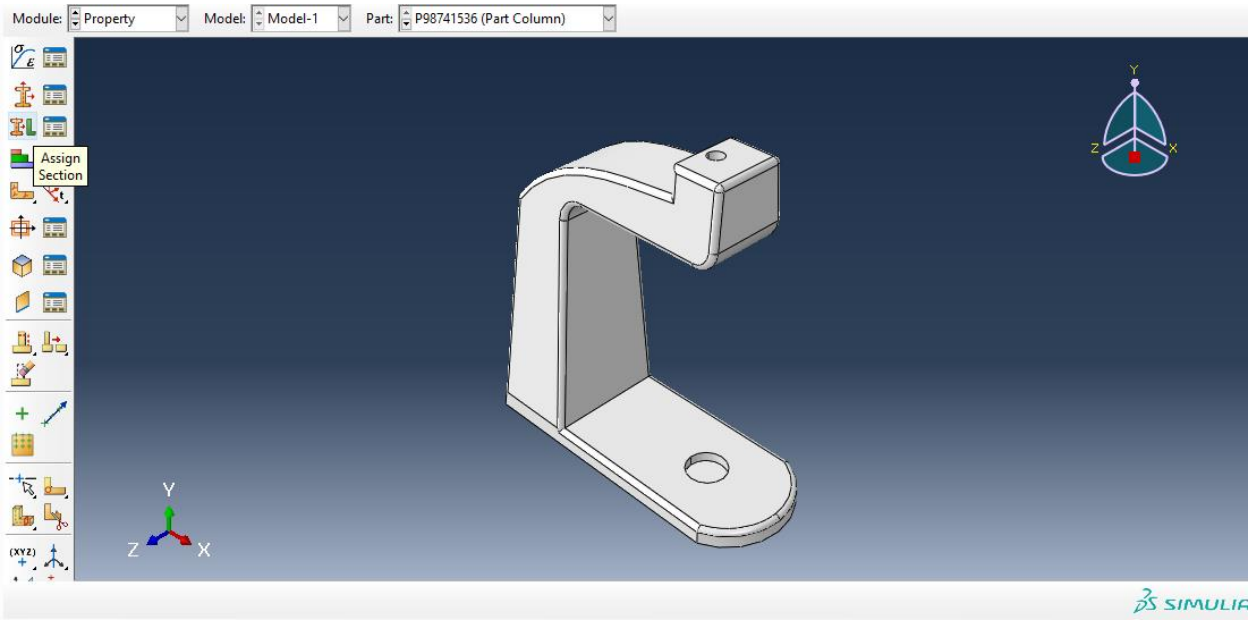
سپس :



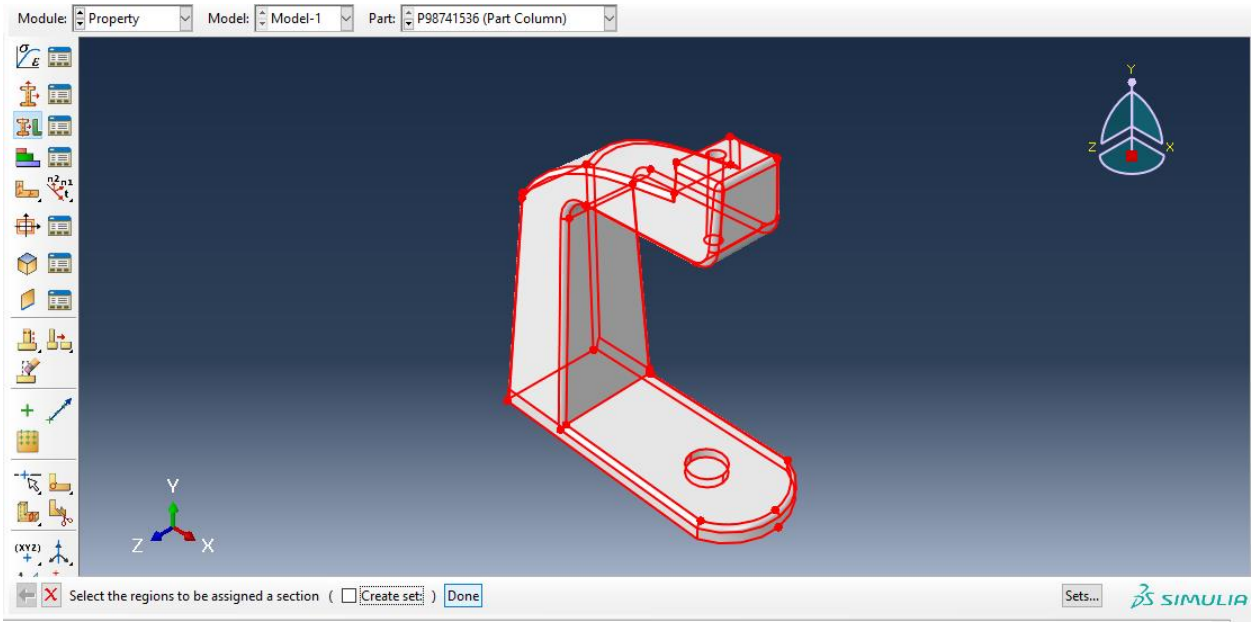
یا تایید آن داریم :



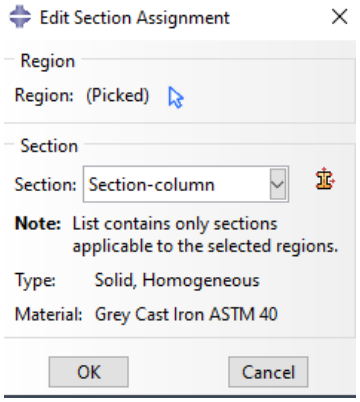
سپس با تایید آن به سراغ دستور Assign section می رویم :



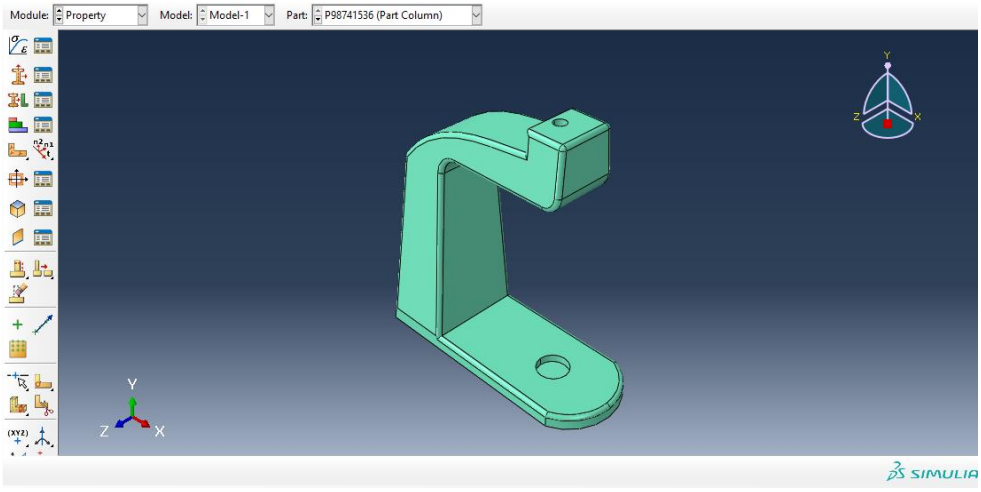
حال داریم ، با انتخاب کل مدل column داریم :



با انتخاب Done داریم :



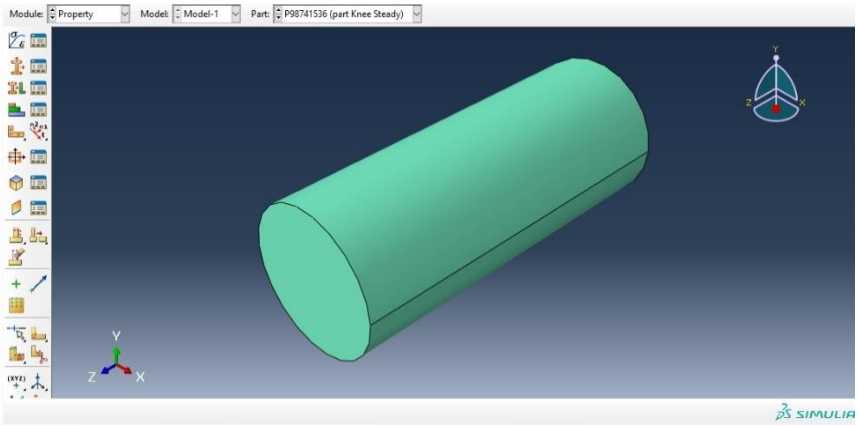
حال داریم :



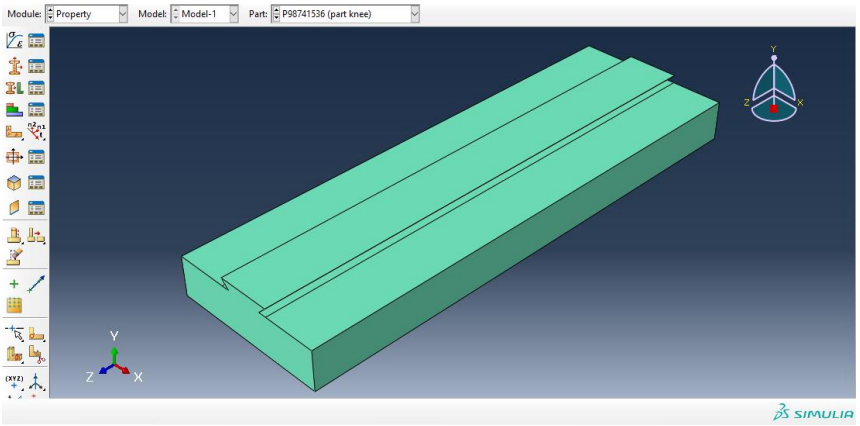
حال با سبز شدن رنگ آن ، تعریف متریال برای column به اتمام رسید .

سپس به طور مشابه اگر همین مسیر را برای دیگر اجزا برویم در نتیجه خواهیم داشت :

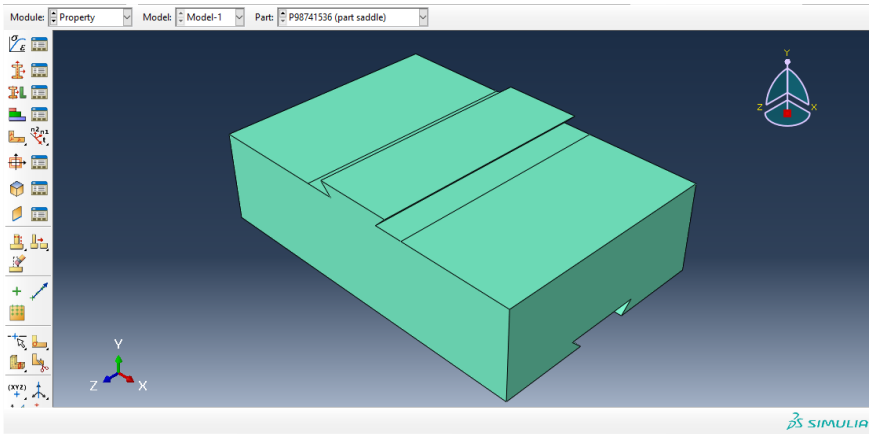
برای knee steady :



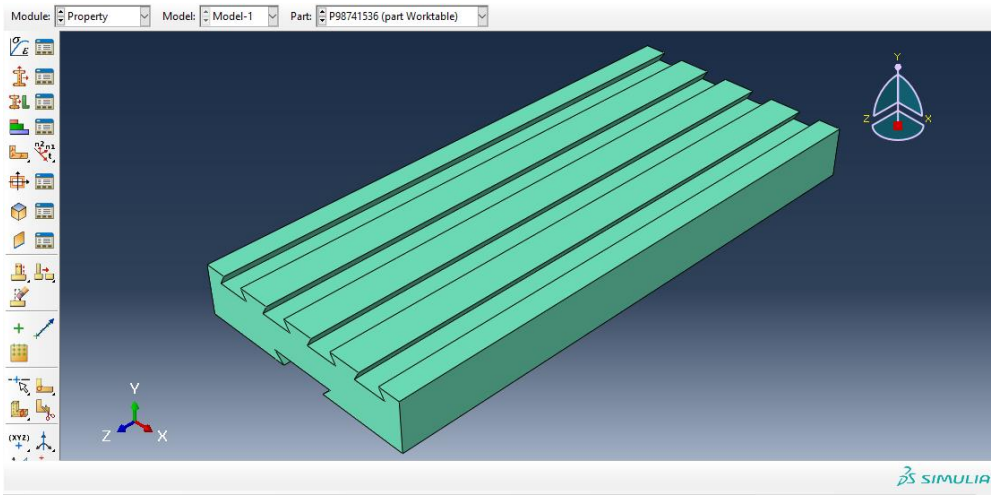
برای knee :



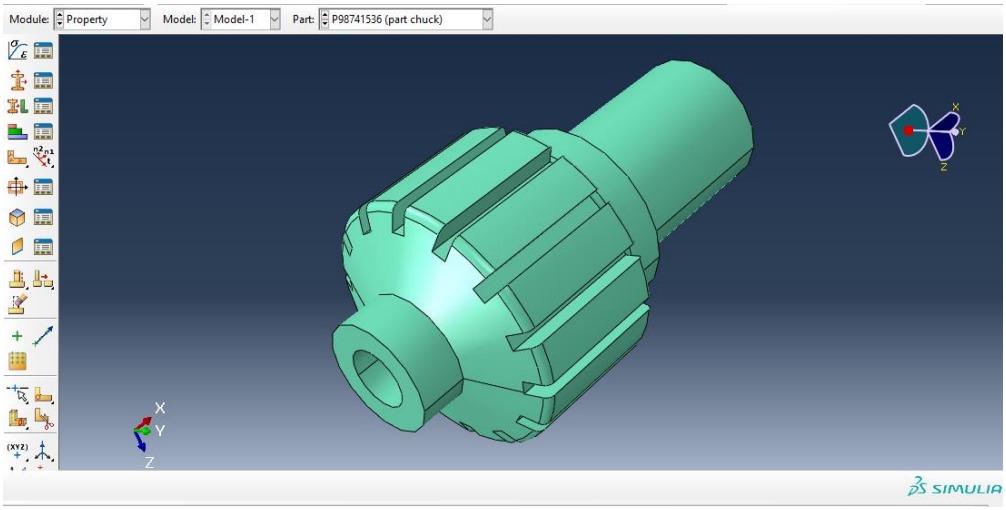
برای saddle :



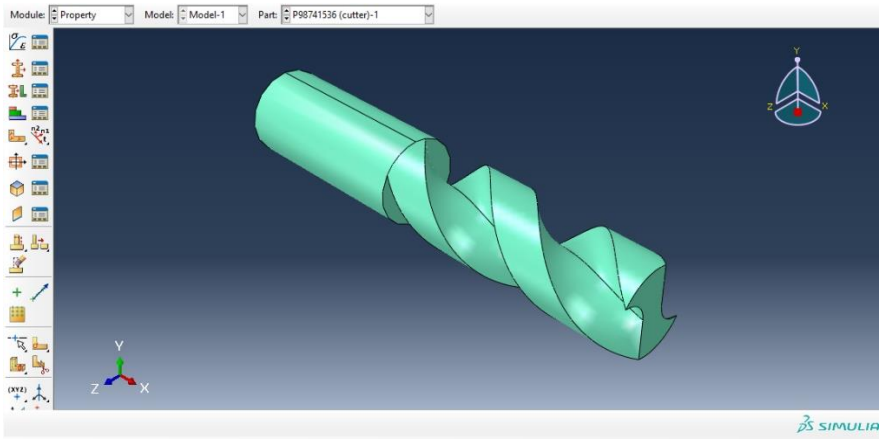
برای worktable داریم :



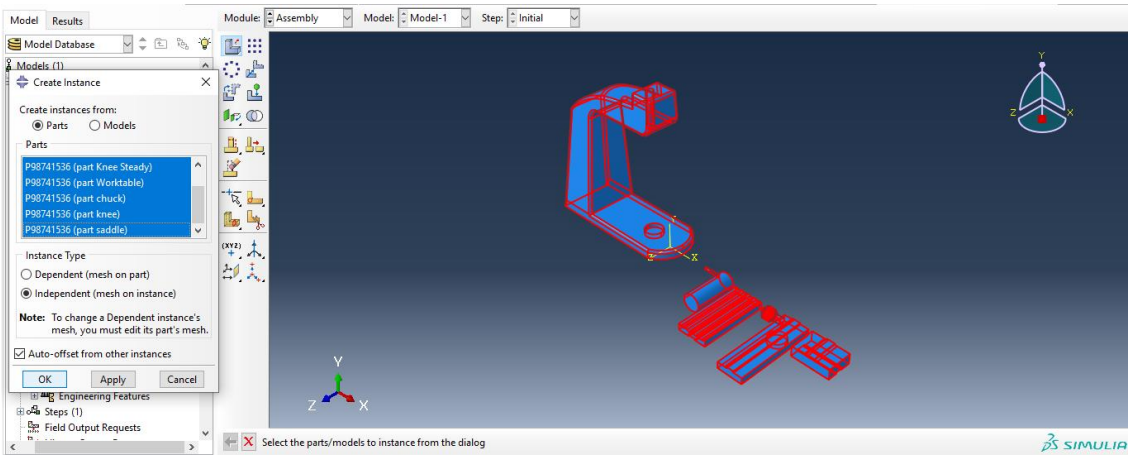
برای chuck داریم :



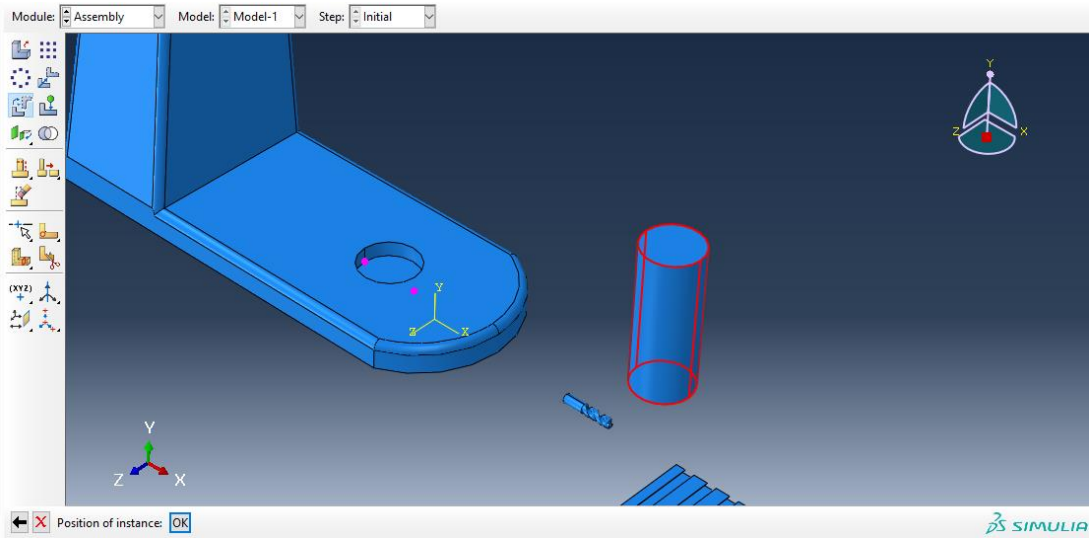
برای cutter داریم :



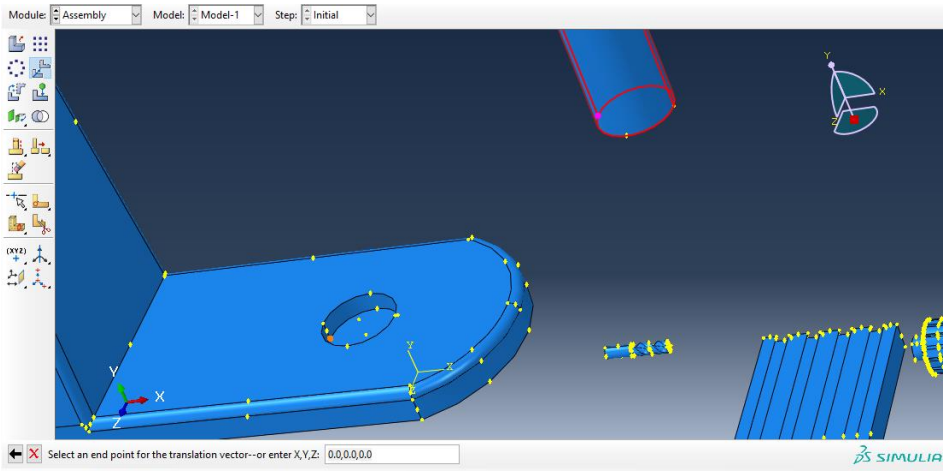
حال به سراغ ماژول assembly می رویم و از دستور create instance داریم :



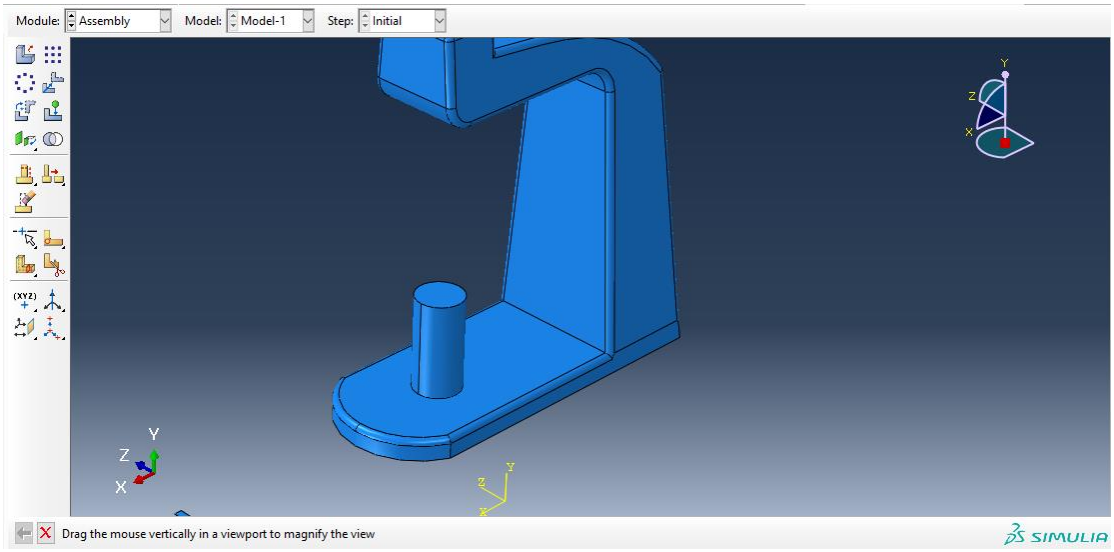
حال با تایید آن به وسیله ی دستور rotate instance جزء knee steady را ۹۰ درجه می چرخانیم به وسیله ی انتخاب دو نقطه به عنوان محور دوران ، حال داریم :



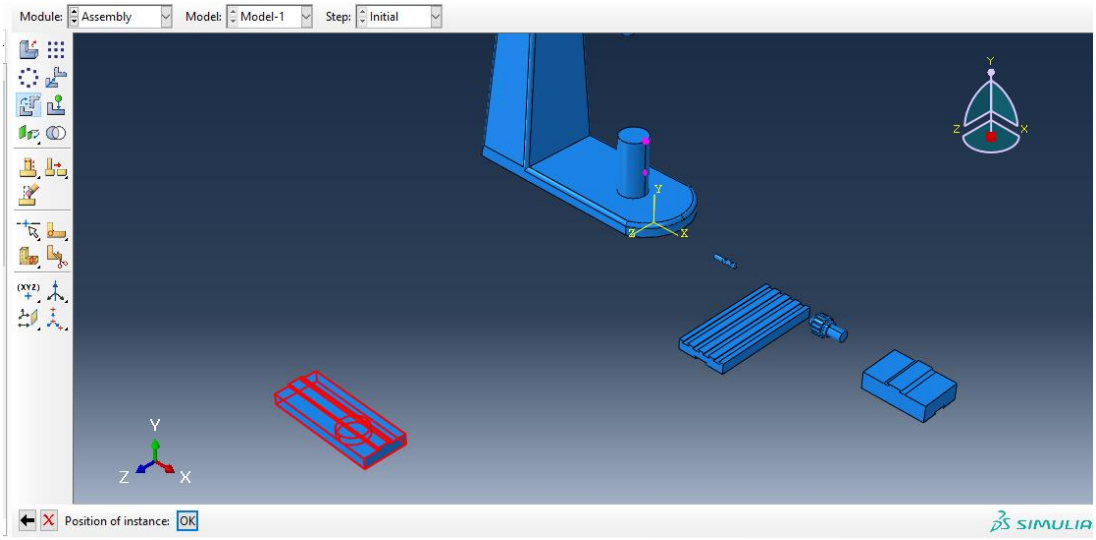
حال از دستور translate instance آن را به بالای سوراخ column انتقال می دهیم :



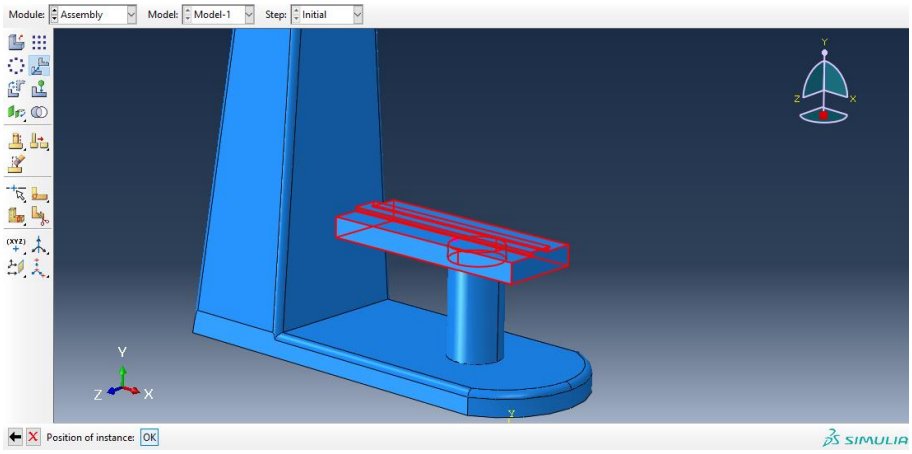
سپس :



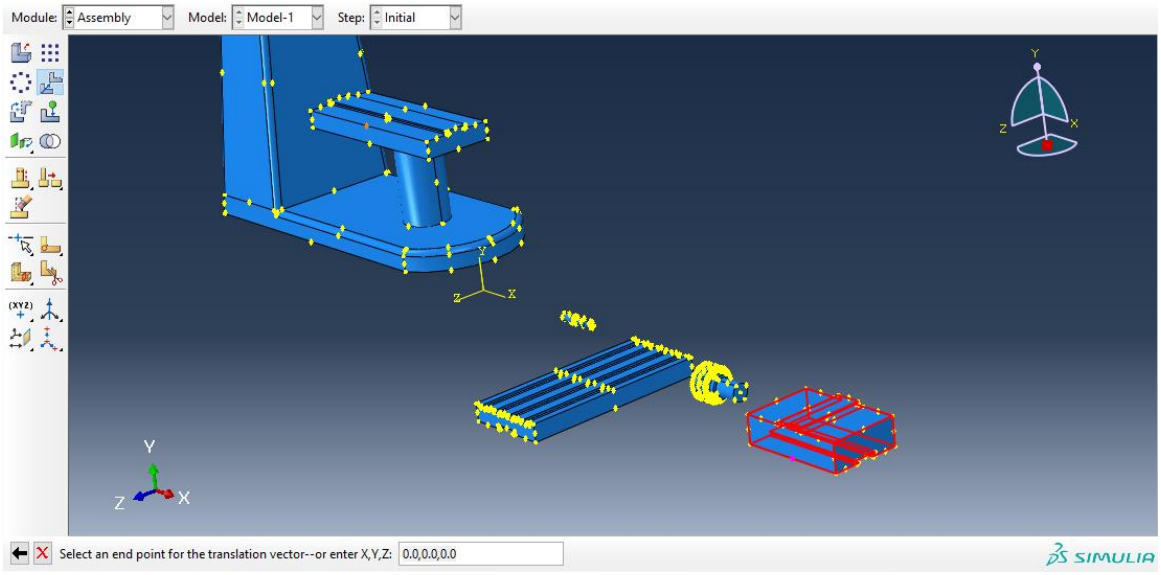
حال به سراغ جزء knee رفته و در ابتدا آن را به اندازه ۹۰ در جه می چرخانیم :



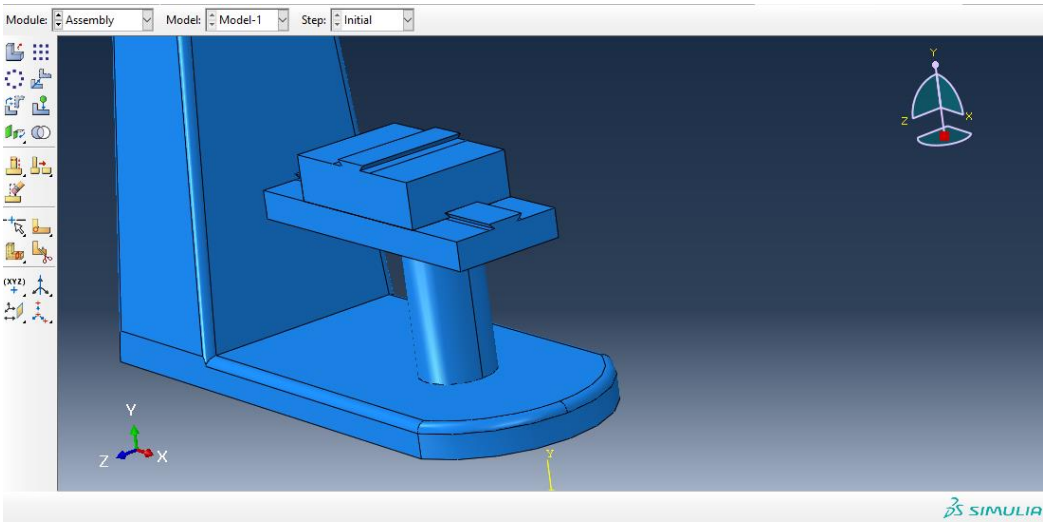
سپس با دستور translate insyance داریم :



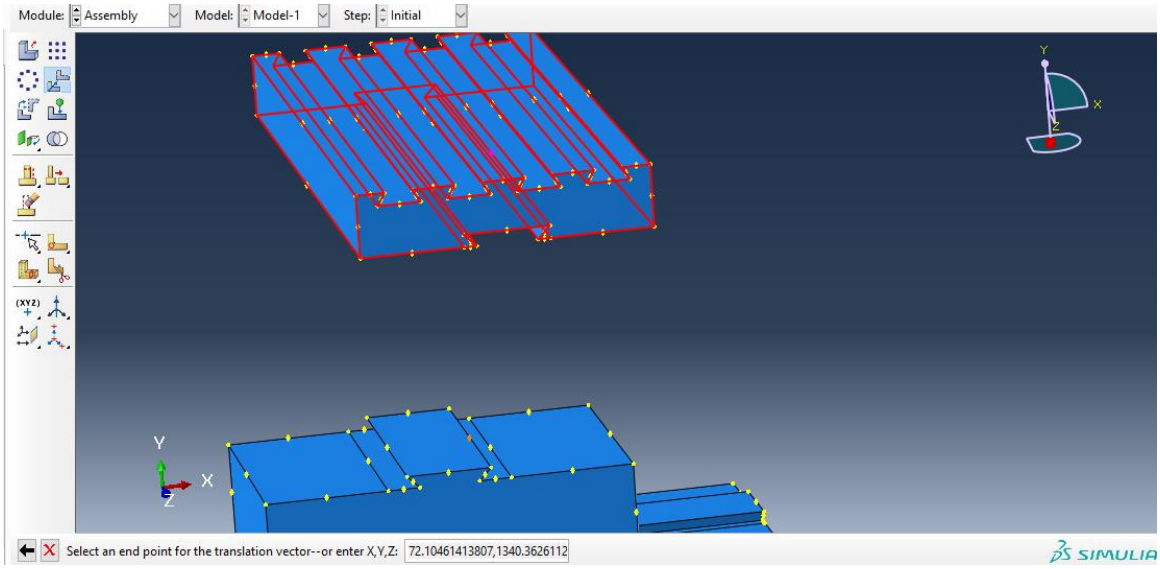
حال به سراغ جزء saddle می رویم و از translate instance داریم :



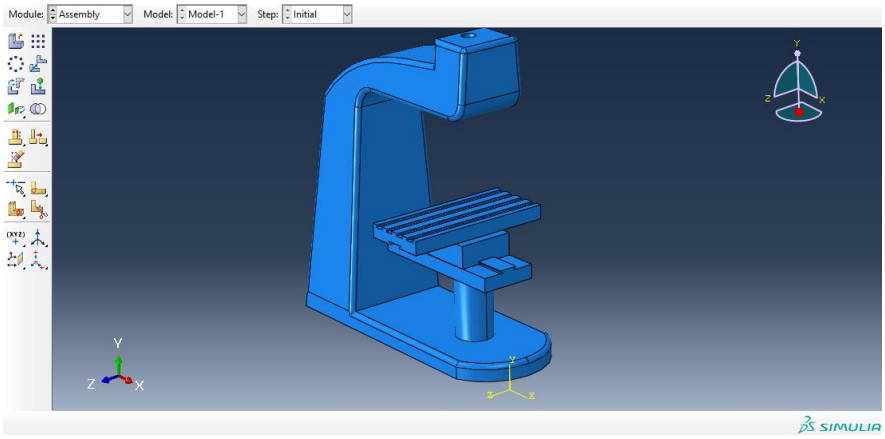
سپس :



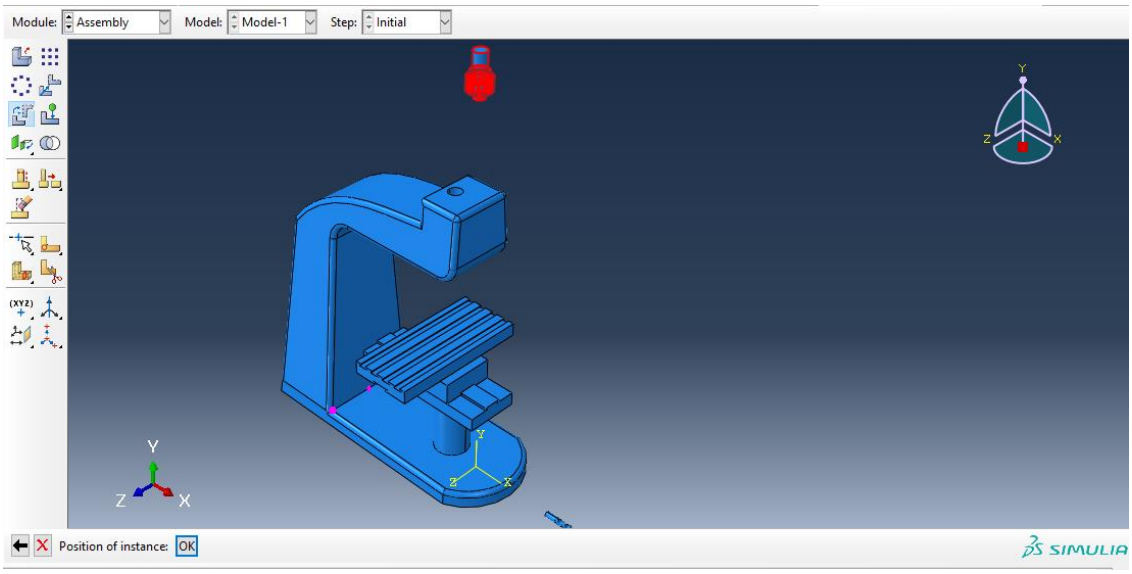
حال به سراغ جزء worktable می رویم و از دستور translate instance داریم :



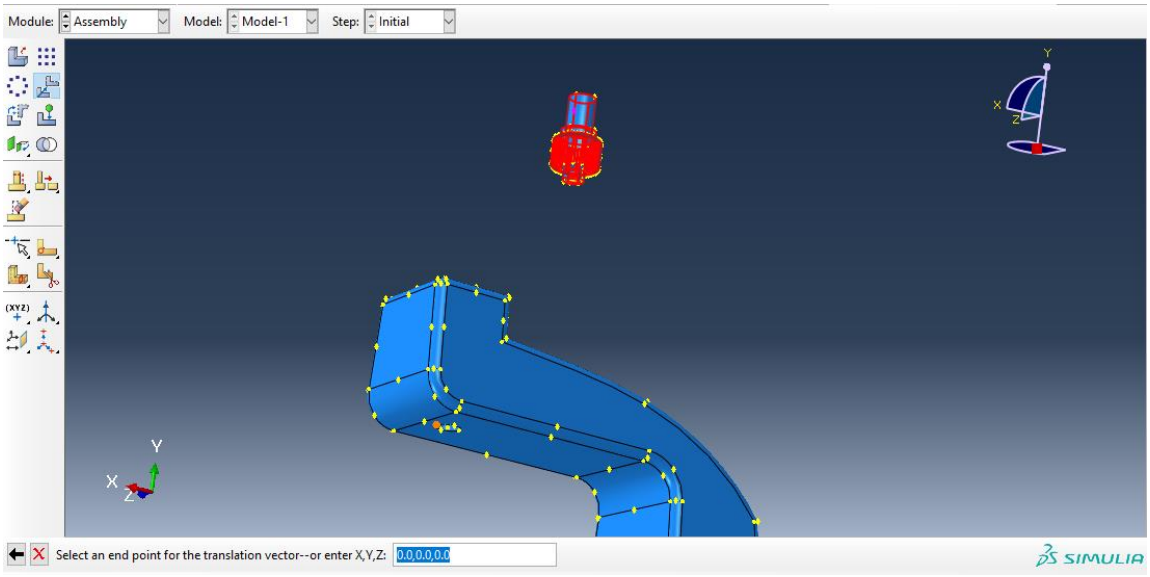
سپس :



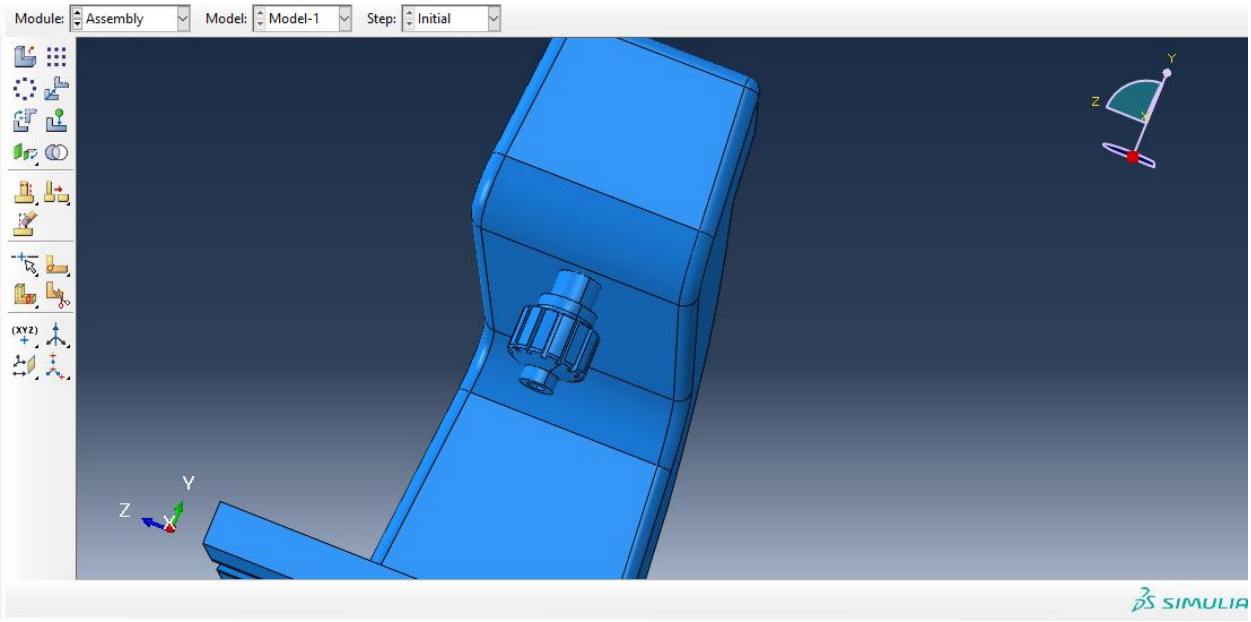
حال به سراغ جزء chuck می رویم و در ابتدا از دستور rotate instance آن را به اندازه ۹۰ درجه می چرخانیم :



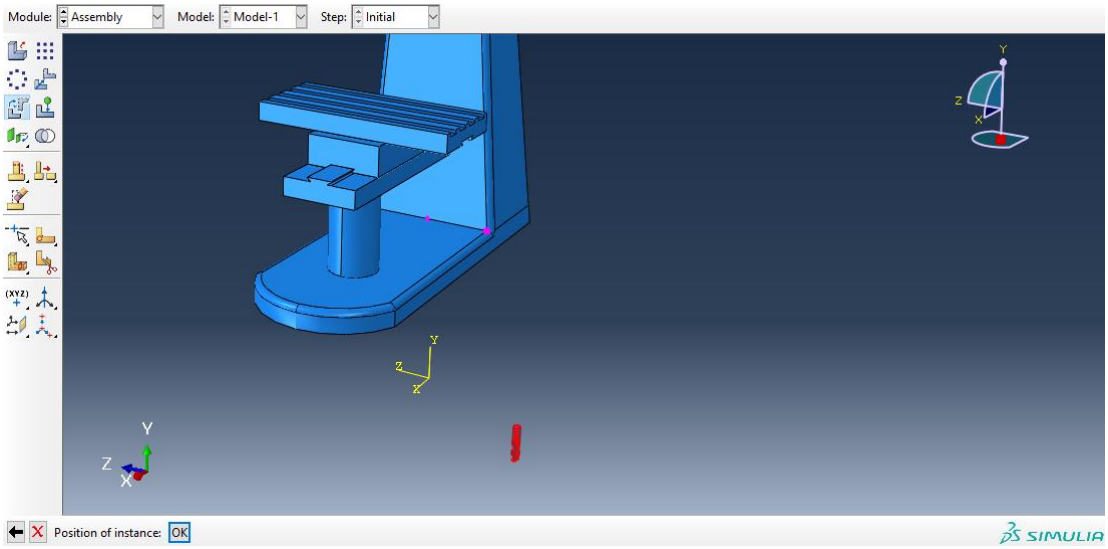
سپس با دستور translate instance داریم :



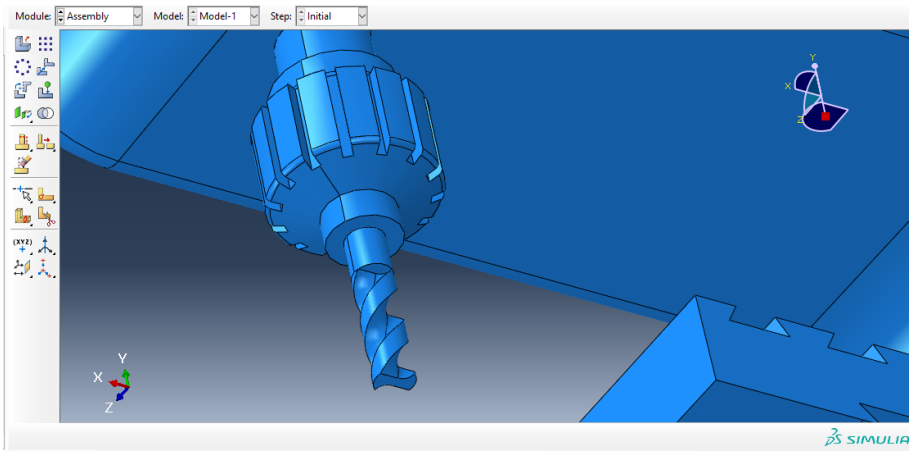
سپس در ابتدا با انتخاب دو نقطه هم محور به طور مشابه هم محور شده و سپس با انتخاب دو نقطه مذکور داریم :



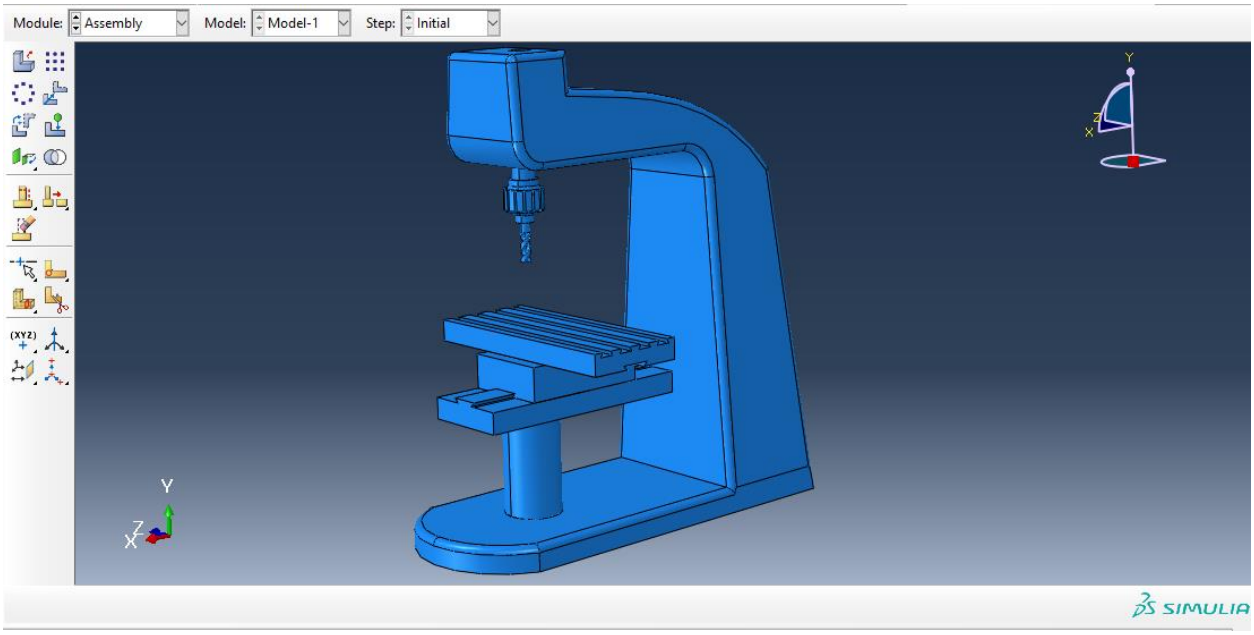
حال به سراغ جزء cutter می رویم و از instance rotate داریم :



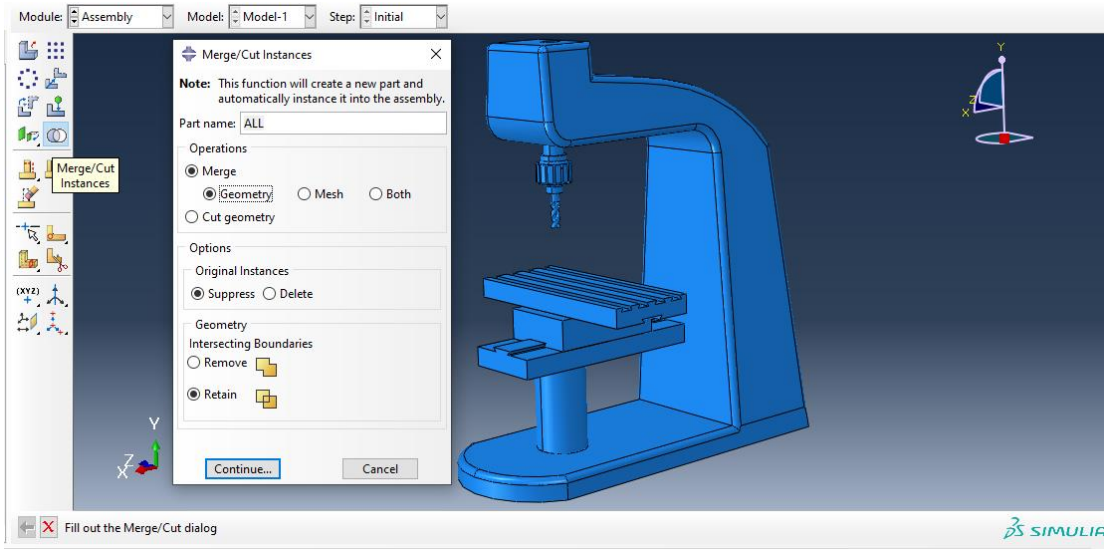
سپس از translate instance در ابتدا با انتخاب نقاط وسط از هر دو برای هم محور کردن و سپس با انتخاب دو نقطه به طور مشابه داریم :



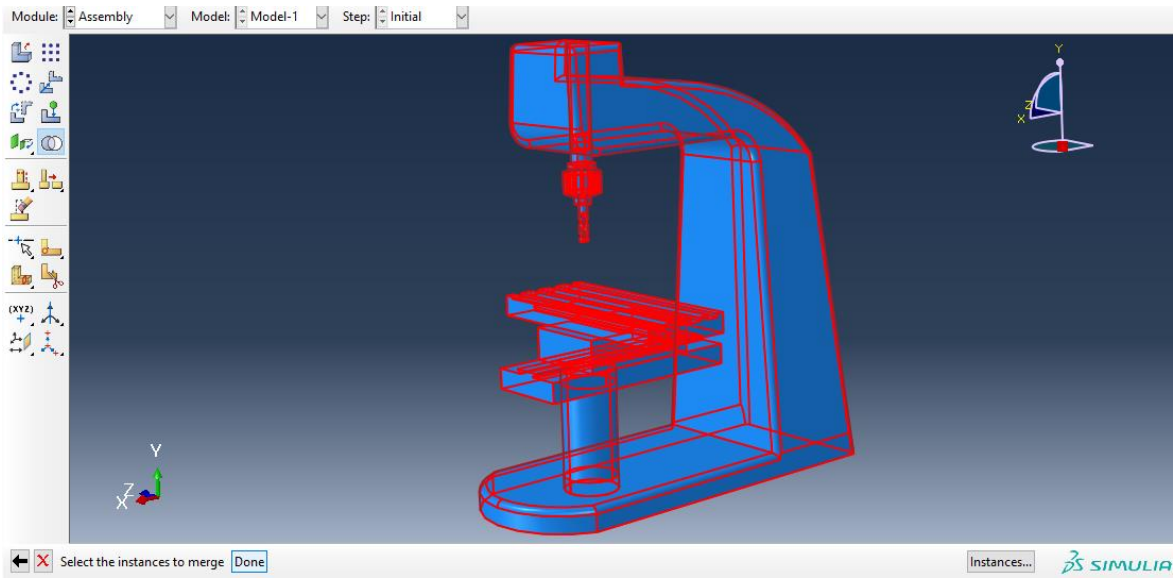
حال در کل اسمبلی به پایان رسید و داریم :



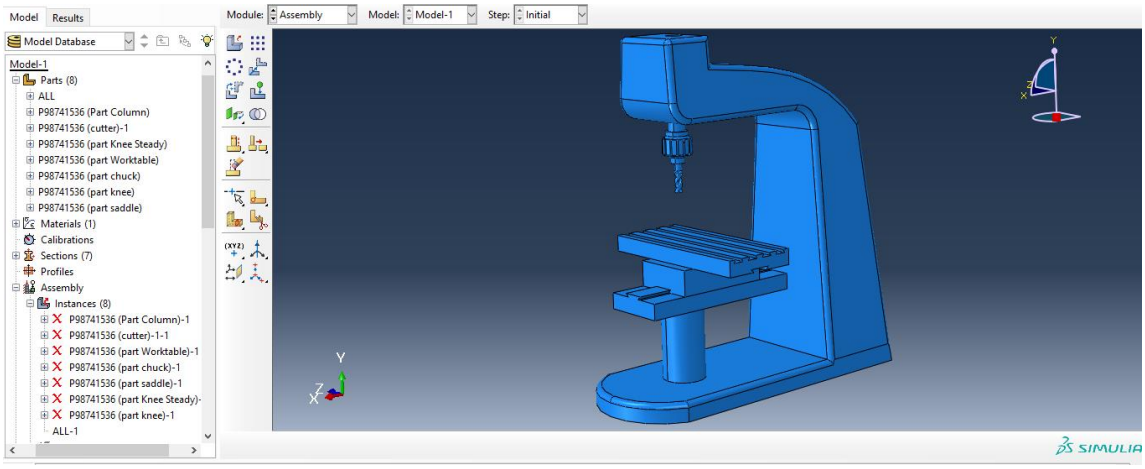
حال به جای اینکه برای تعریف تماس به ماژول interaction برویم ما در ماژول اسمبلی از دستور merge /cut داریم :



حال با تایید آن ، در تصویر زیر کل مدل را انتخاب کرده :

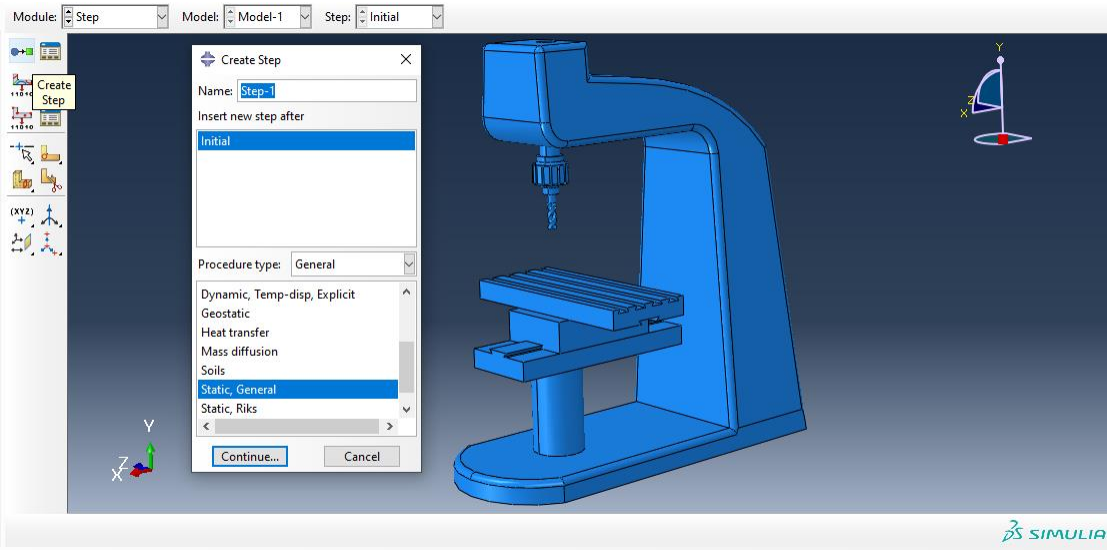


با انتخاب دان داریم :

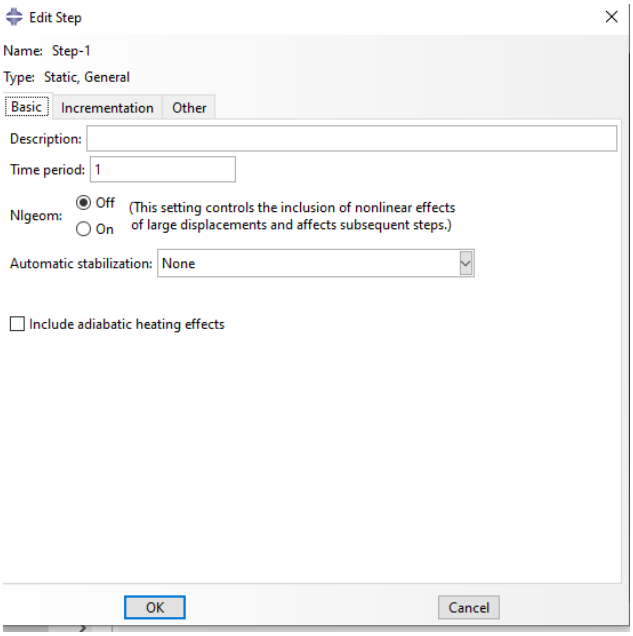


حال کل جسم ما را یک تکه در نظر می گیرد .

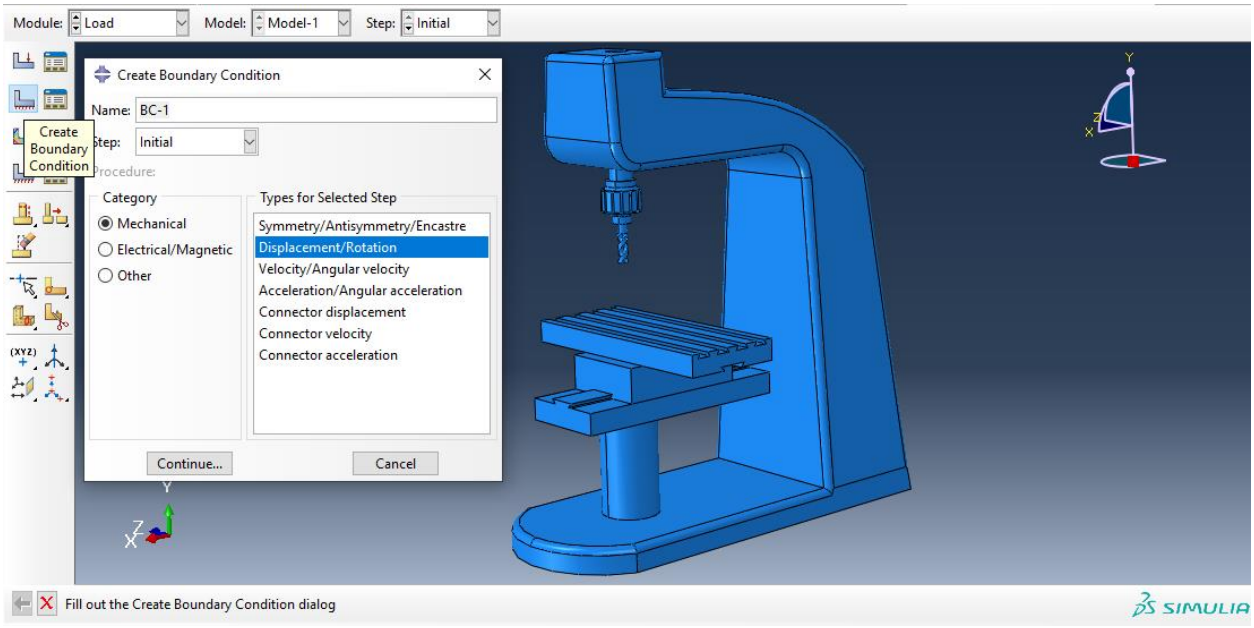
حال به سراغ ماژول step می رویم و از دستور create step داریم :



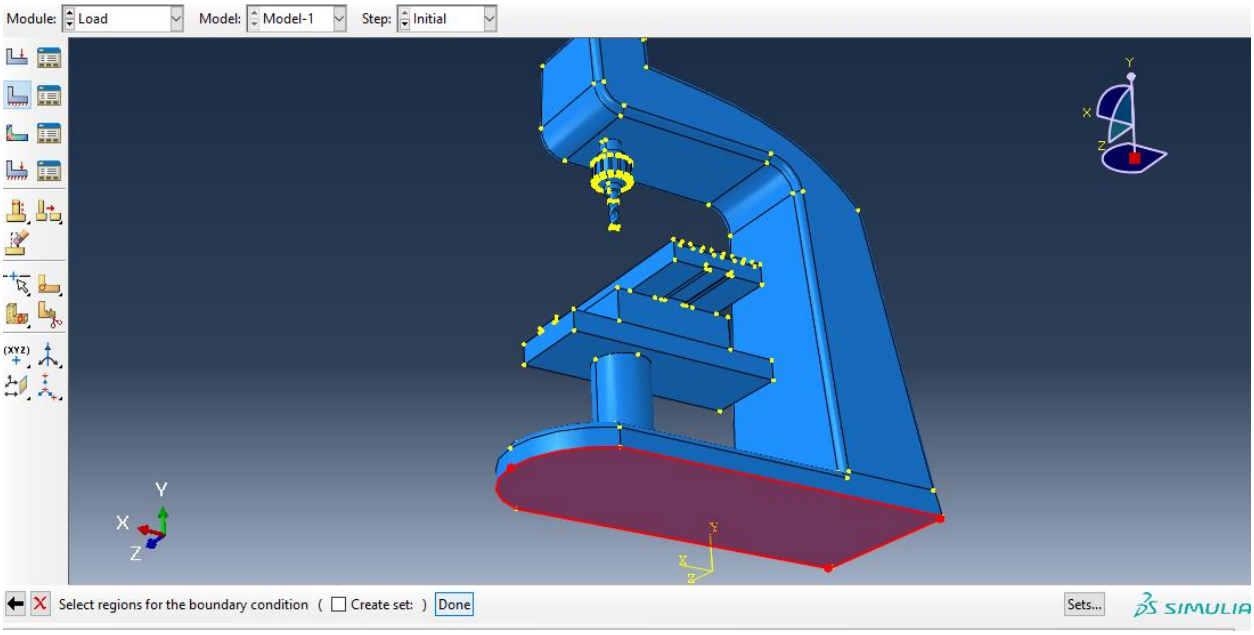
سپس تب زیر را بدون تغییر ایجاد می کنیم :



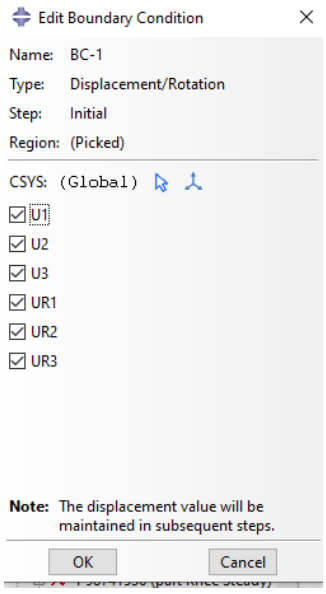
سپس با تایید آن به سراغ ماژول Load می رویم و برای اعمال شرایط تکیه گاهی داریم :



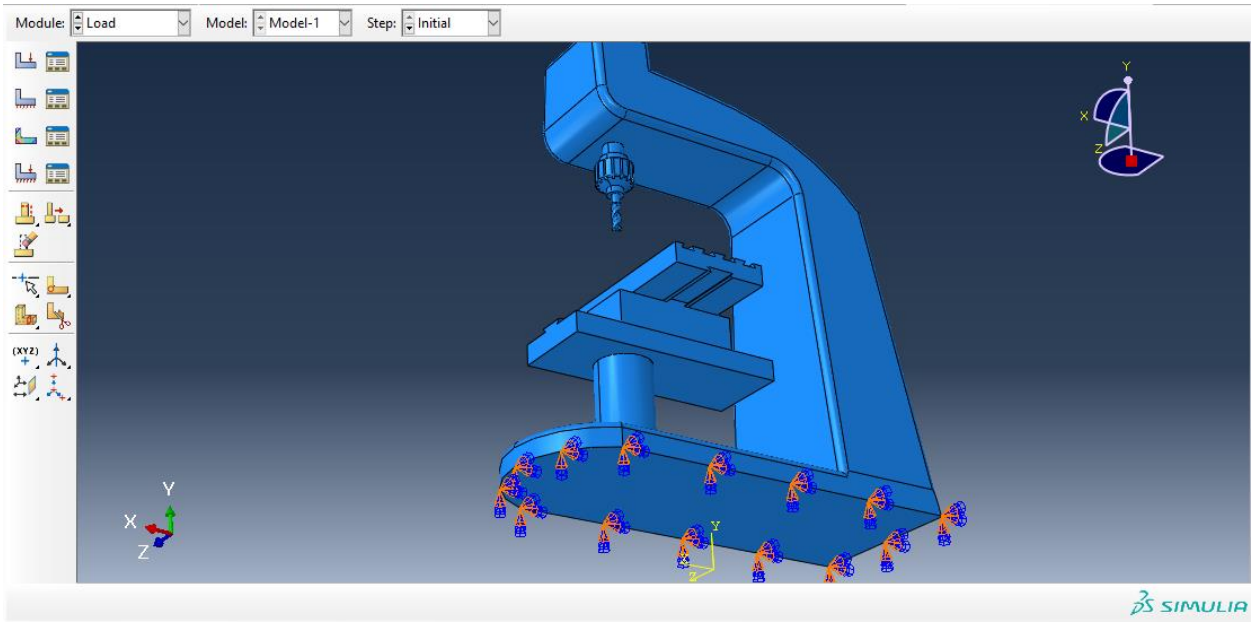
سپس با انتخاب محل تکیه گاه داریم :



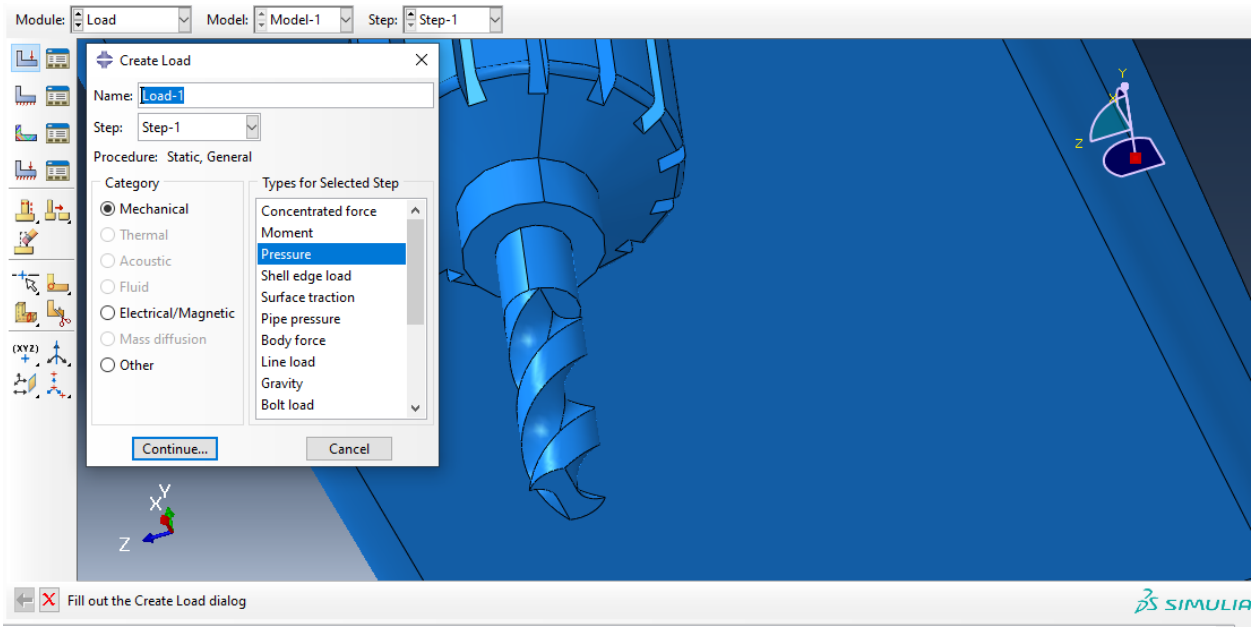
سپس :



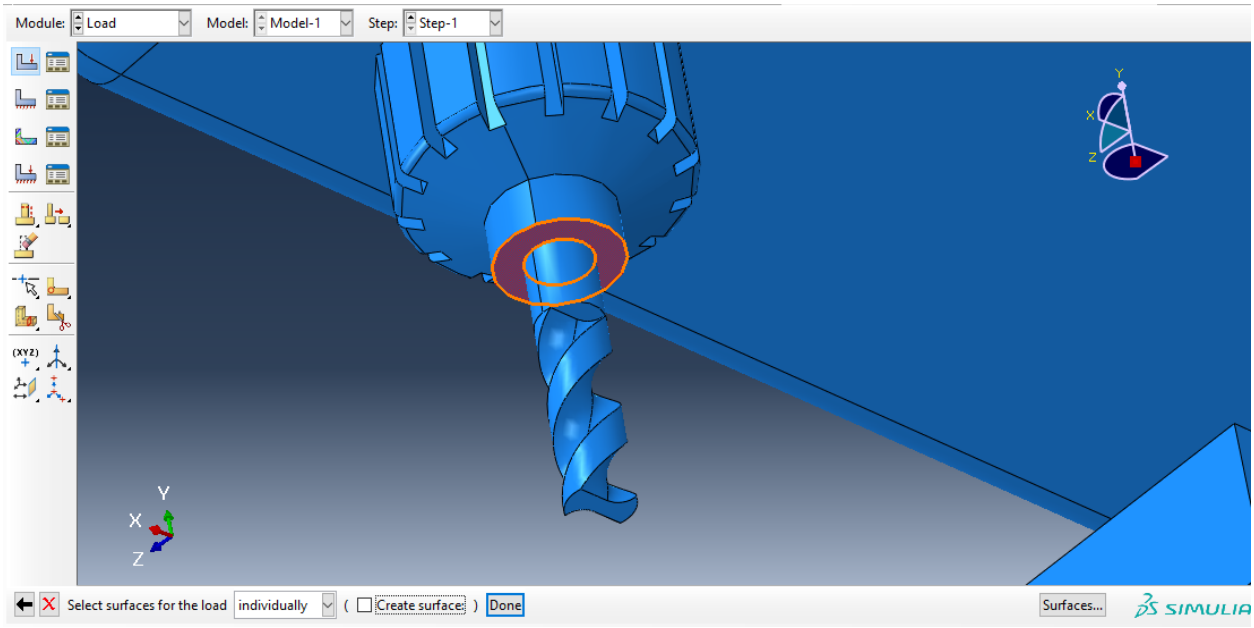
سپس داریم :



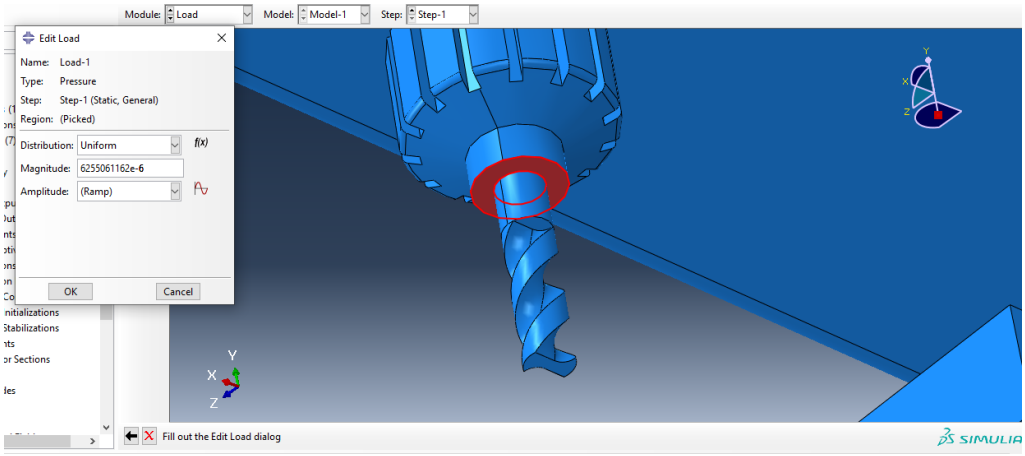
حال به سراغ اعمال بارگذاری می رویم و از دستور crate load داریم :



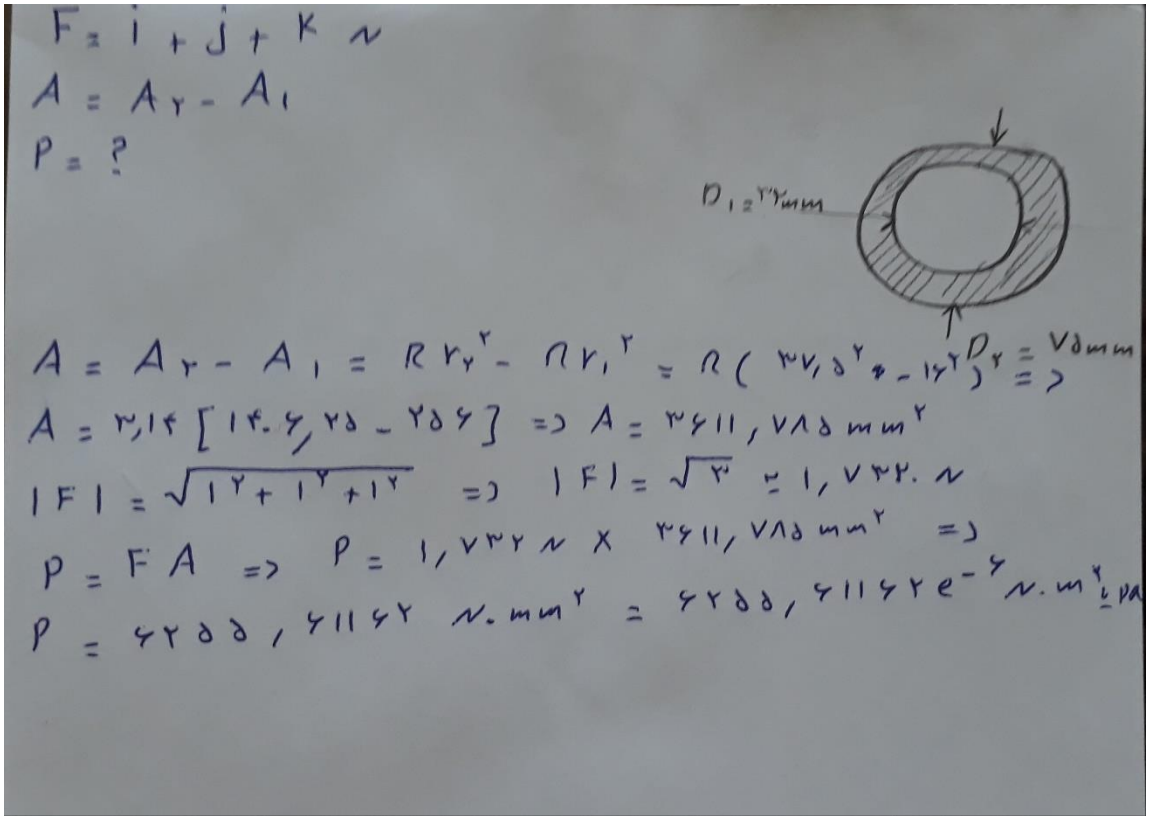
سپس با توجه به اینکه ما محل اثر نیرو را در کتیا صفحه ای از chuck گرفتیم برای تحلیل درست تر نتایج ، در آباکوس نیز به جای مته ، همان جا صفحه را البته به صورت Pressure می گیریم یعنی :



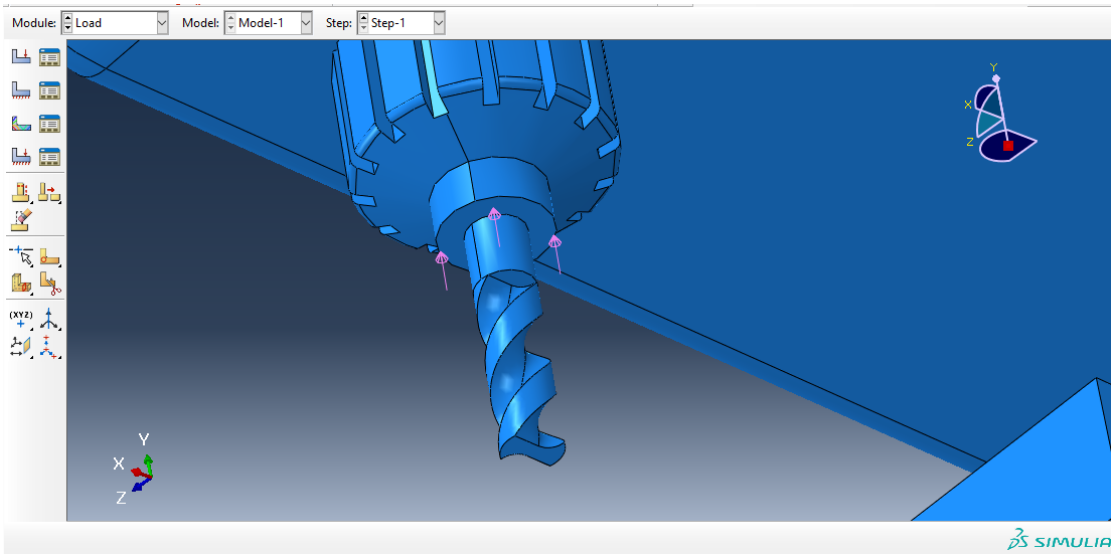
سپس با زدن دان داریم :



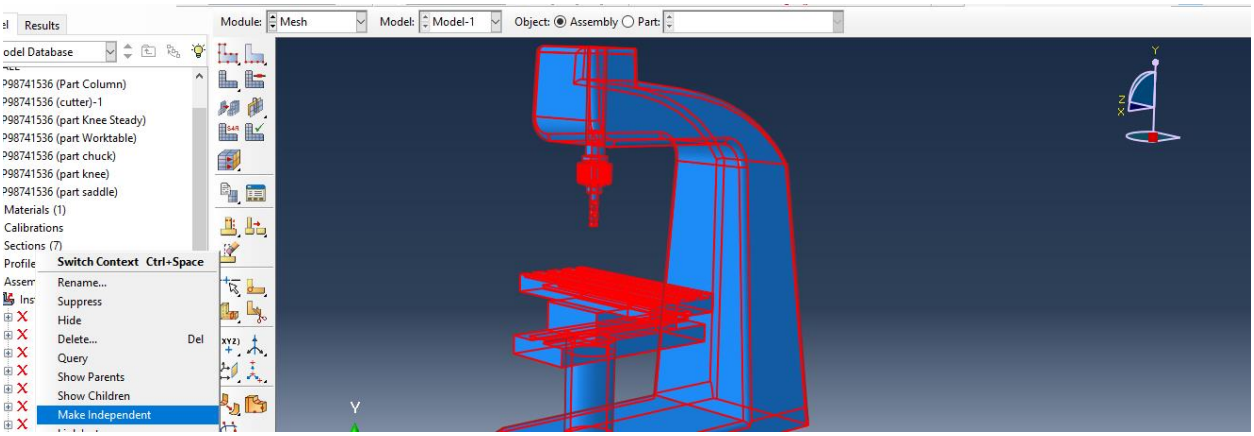
سپس این مقدار را با توجه به محاسبات زیر انجام دادیم :



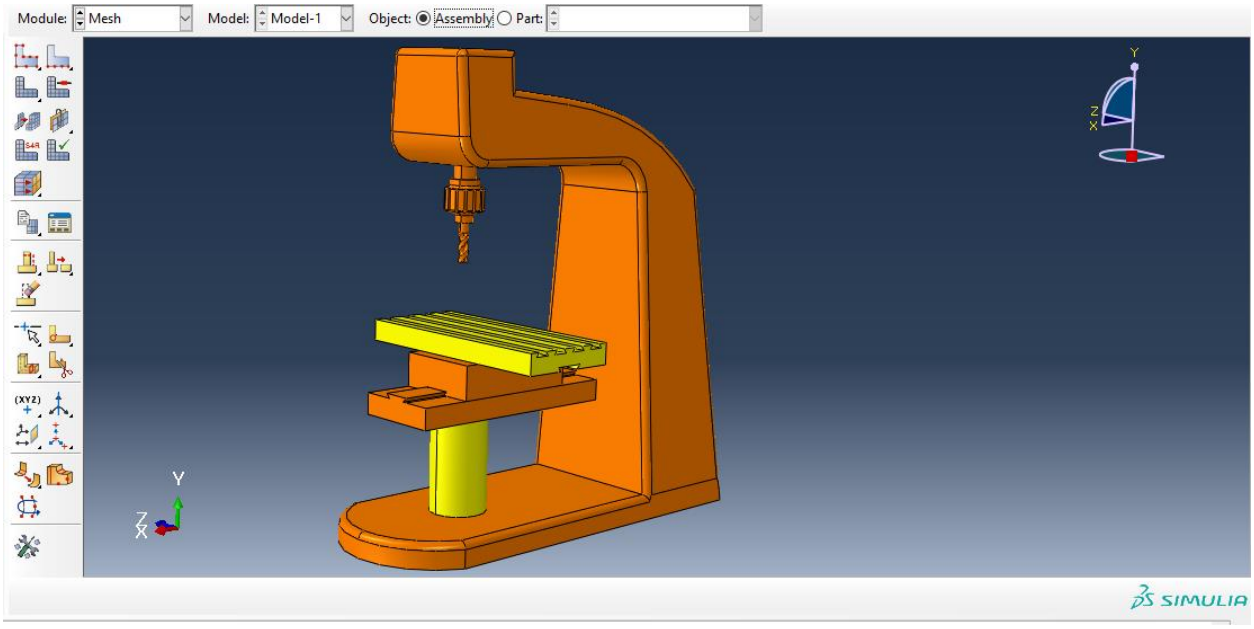
حال داریم :



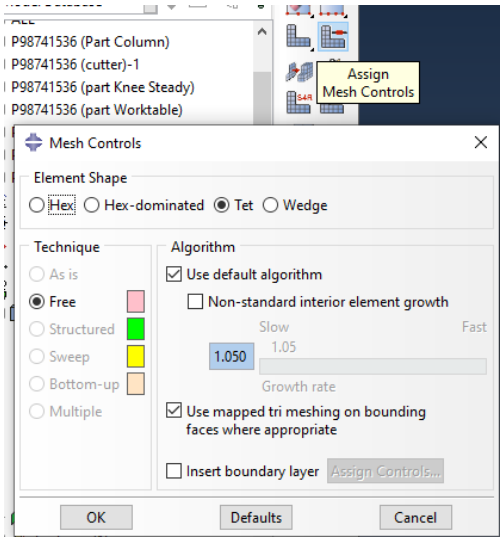
سپس به ماژول mesh می رویم و در ابتدا مش را به dependent تغییر می دهیم :



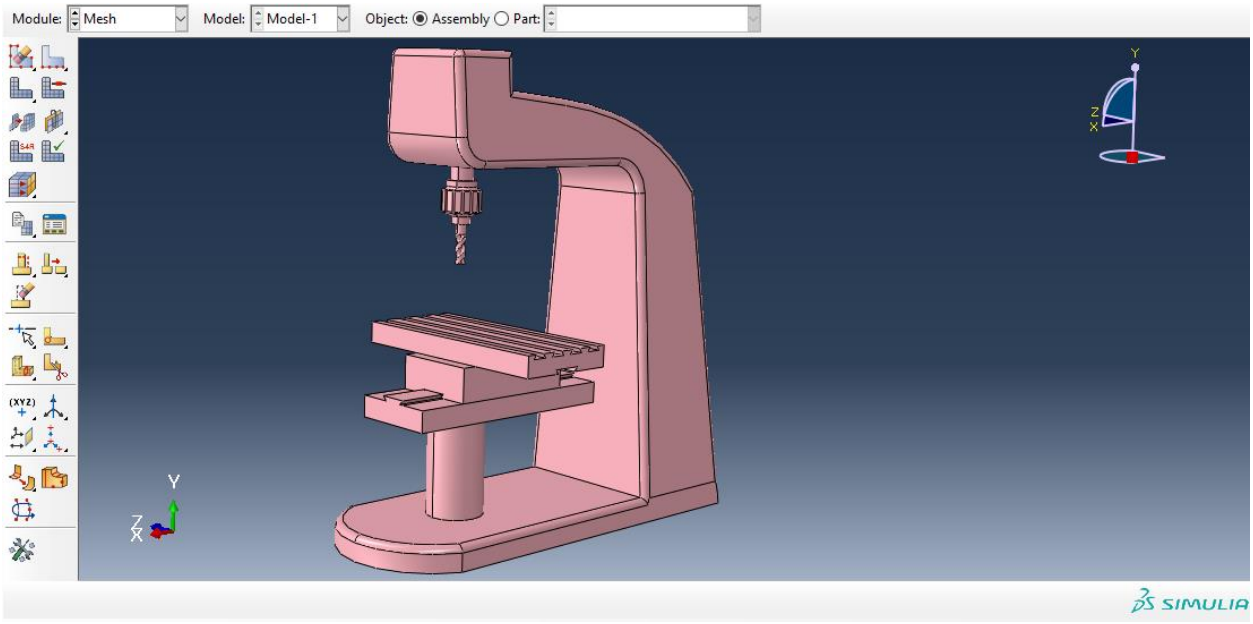
سپس داریم :



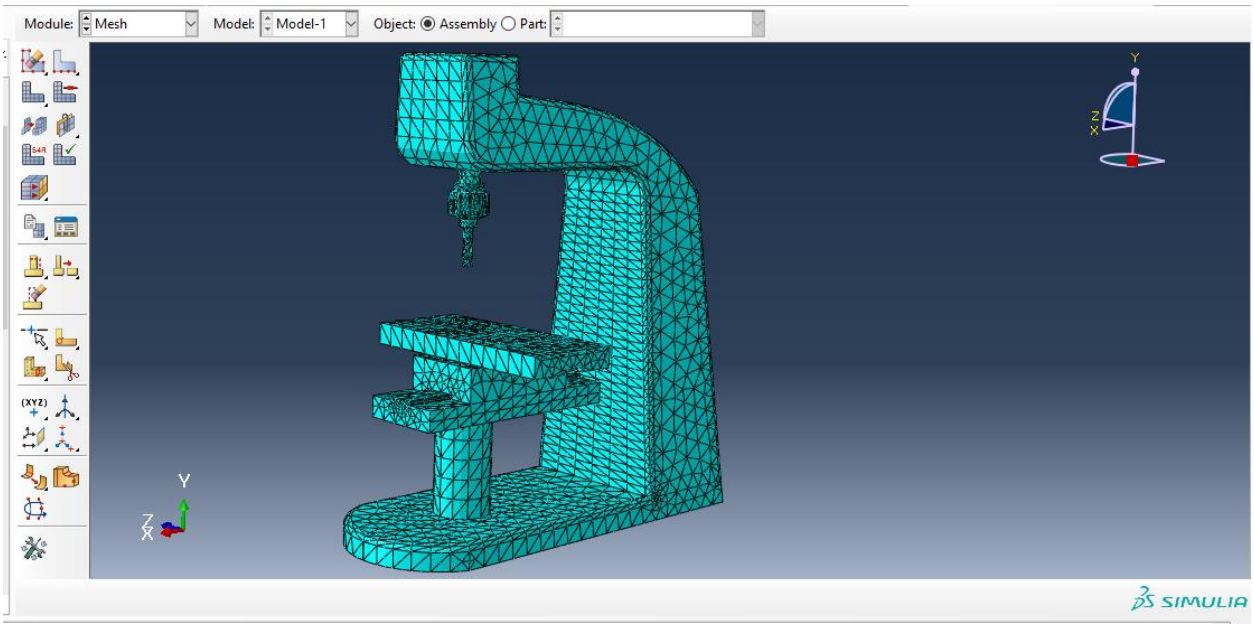
سپس اگر از دستور Mesh Control ، نوع را بر روی free قرار دهیم داریم :



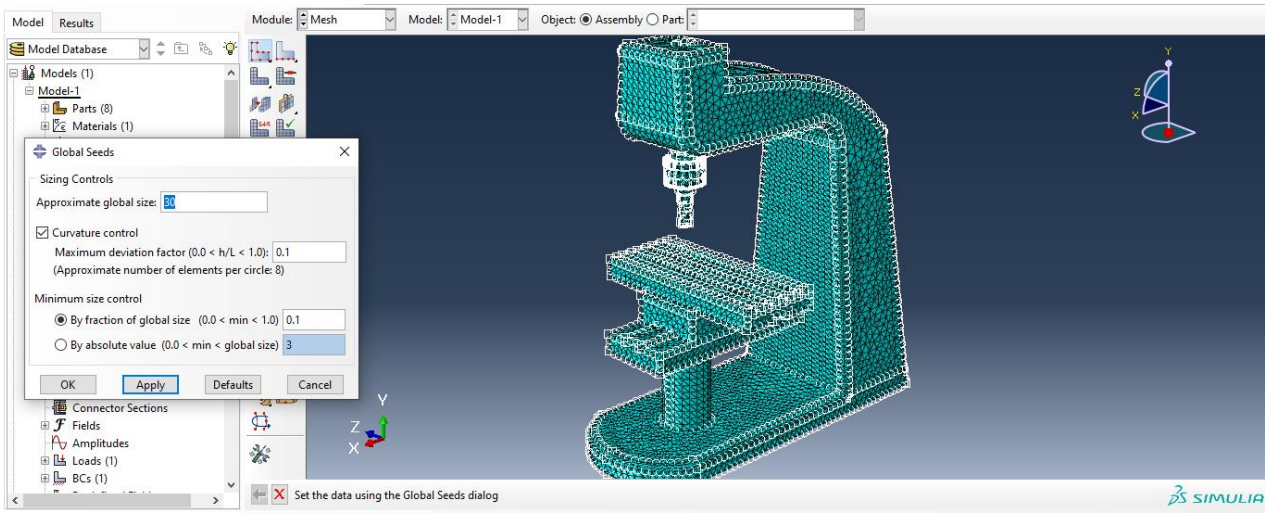
سپس :



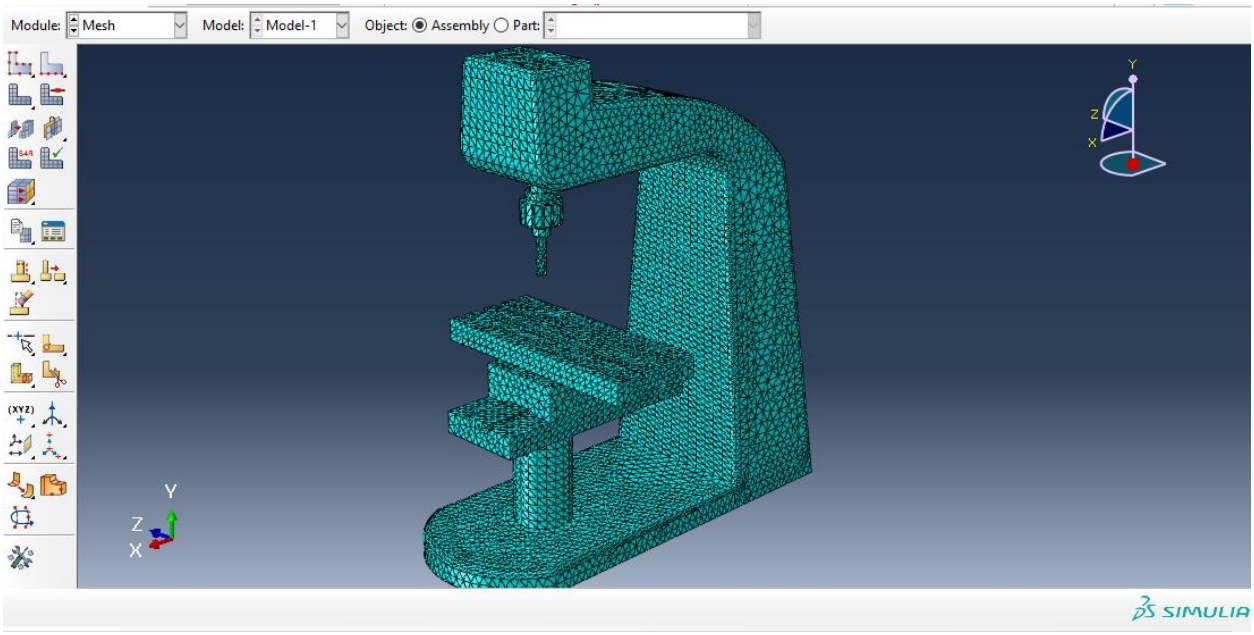
سپس با انتخاب گزینه mesh part داریم :



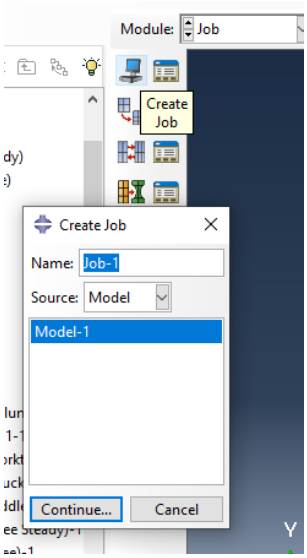
سپس اندازه مش را از global seed داریم :



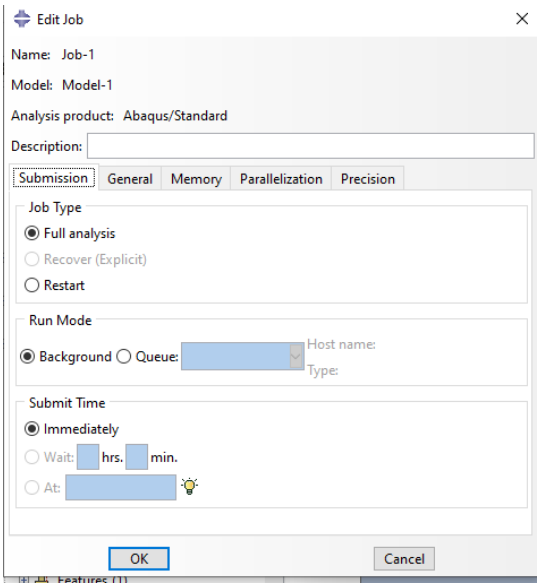
سپس داریم :



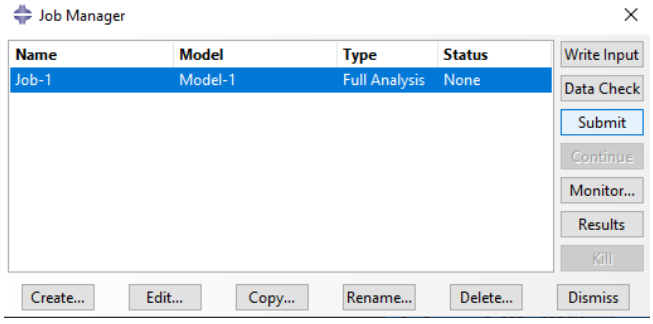
سپس به سراغ ماژول job می رویم و از create job داریم :



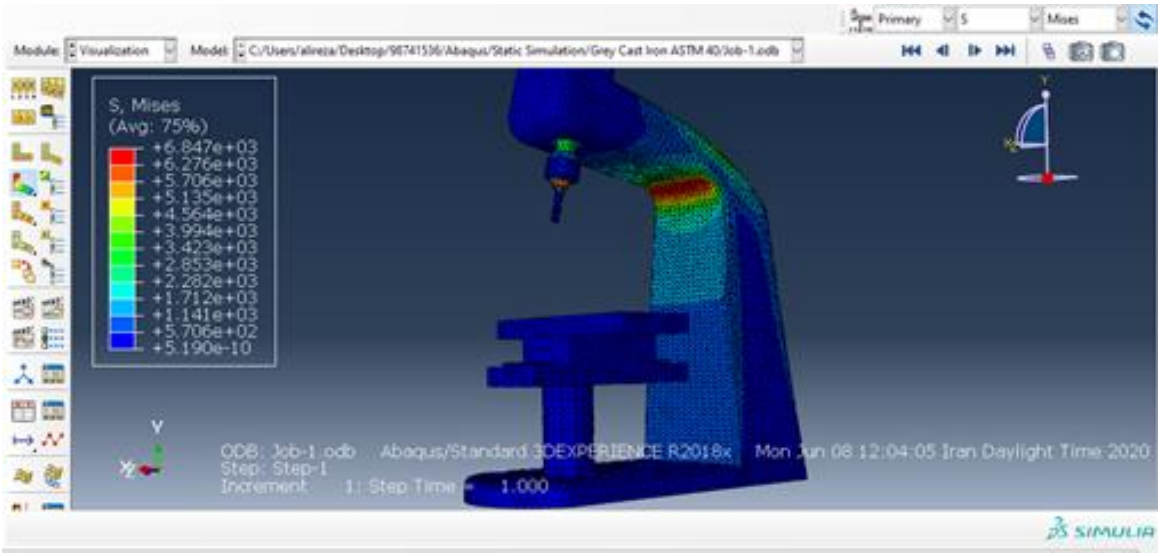
سپس :



سپس به سراغ دستور job manager می رویم:

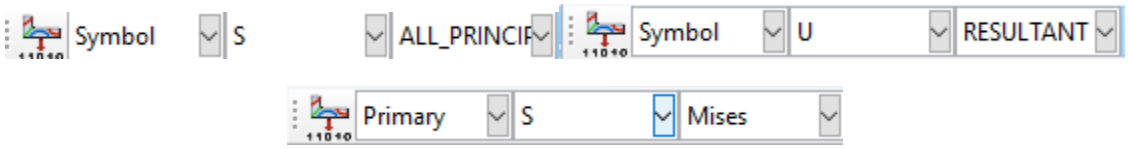


سپس با انتخاب submit می توان ران را شروع کرد و در monitor می توان errors و warning ها را مشاهده کرد و در Results می توان شبیه سازی را مشاهده کرد یعنی داریم :

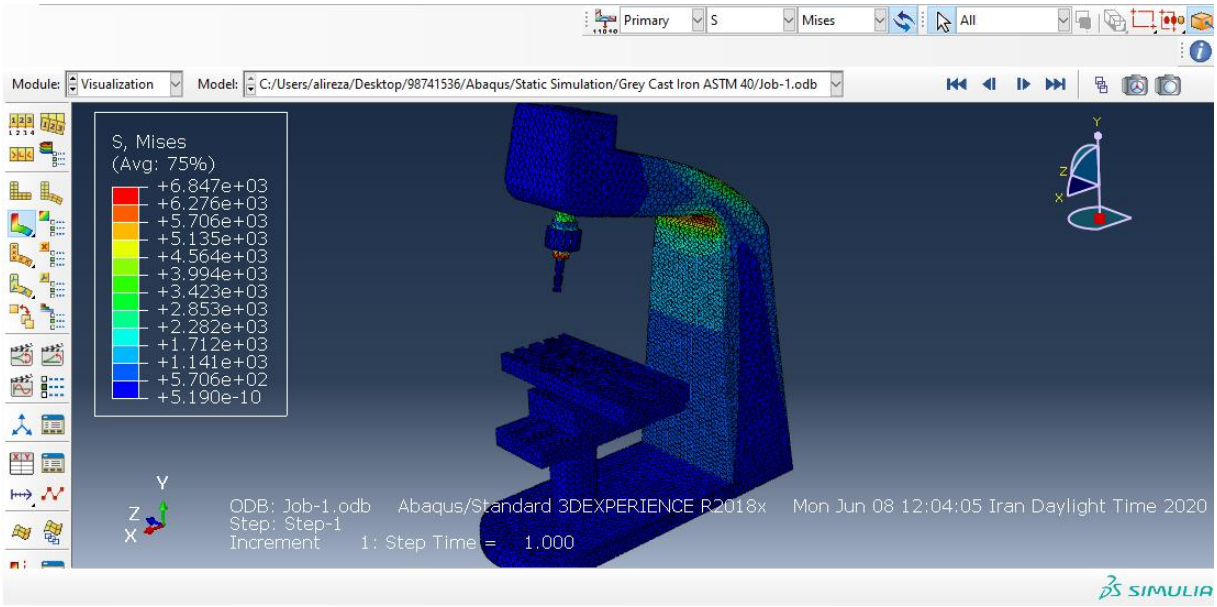


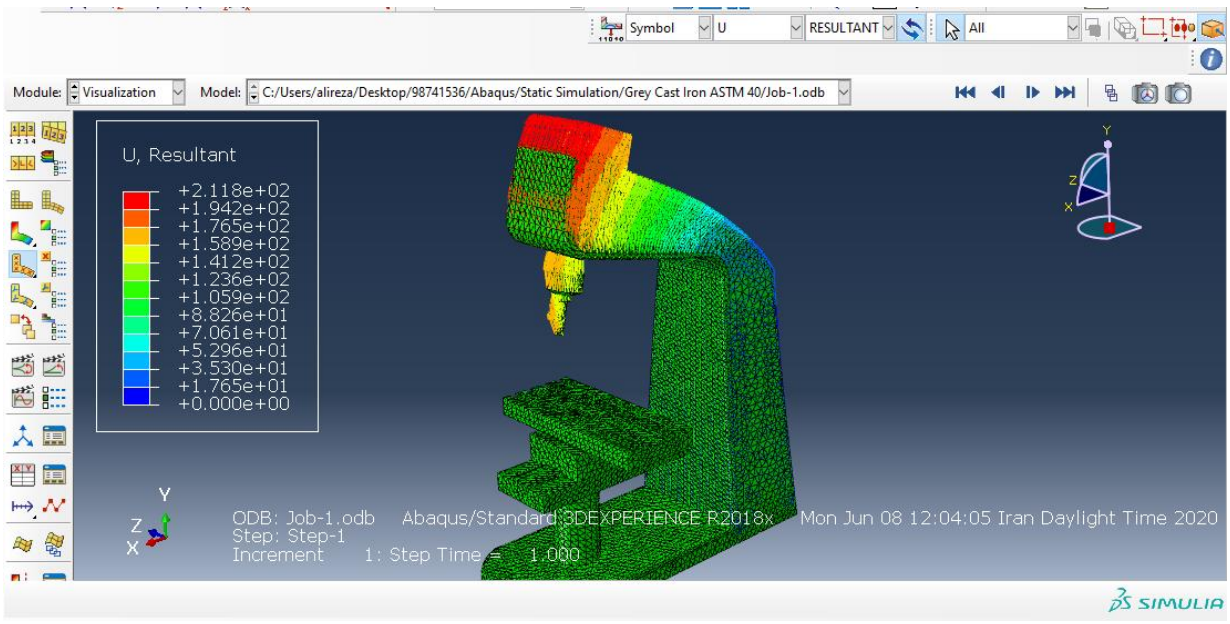
استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

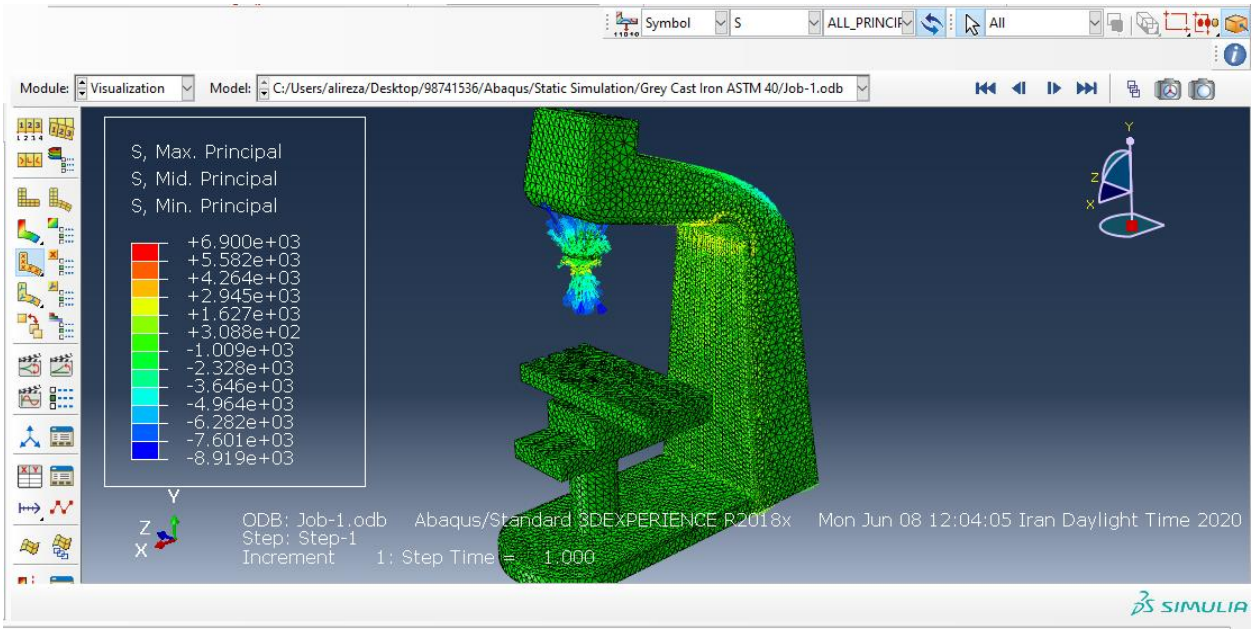
حال با توجه به انتخاب نوع خروجی مورد استفاده ی ما ، می توان انحراف یا U ، تنش اصلی یا -ALL Principl Stress و تنش ون میزز یا Von Mises Stress را انتخاب کرد :



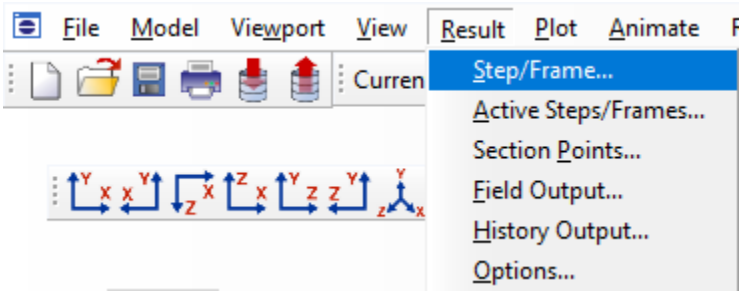
حال خروجی ها به شرح زیر است :



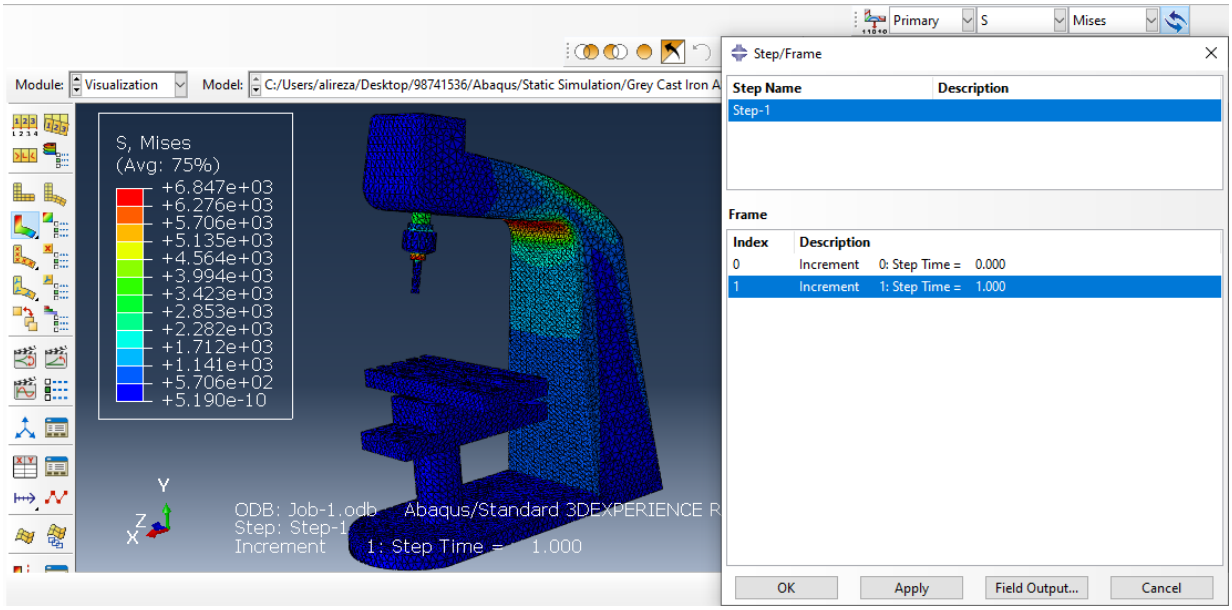




حال سپس برای مدهای فرکانس طبیعی از مسیر زیر می رویم :



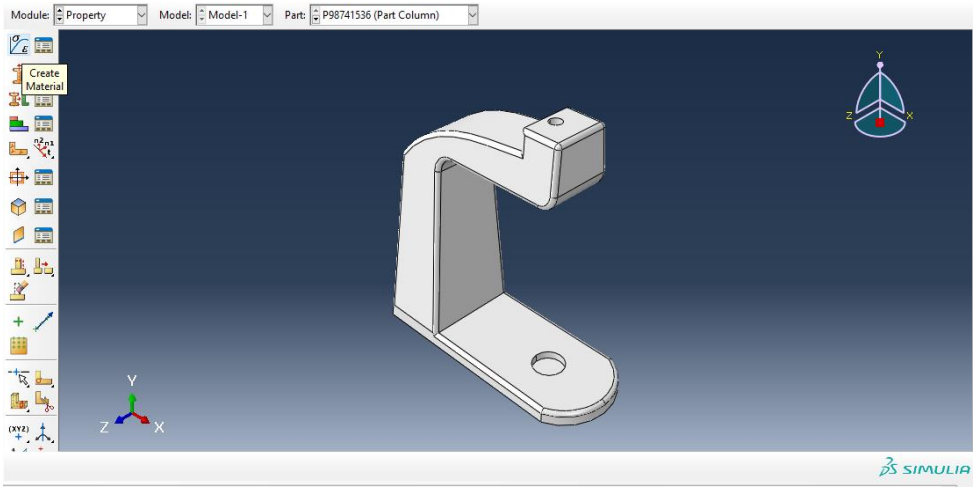
حال چون در حالت استاتیکی هستیم داریم :



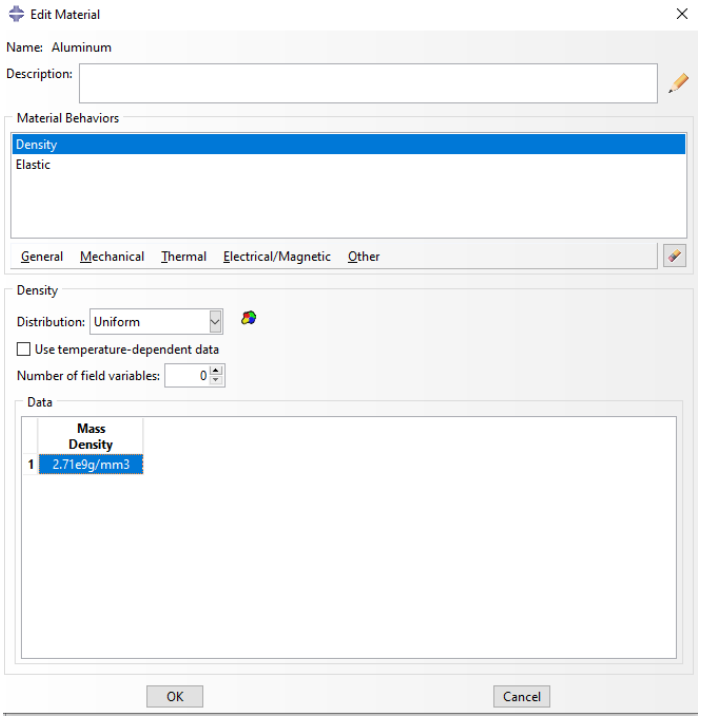
شبیه سازی دینامیکی

-جنس آلومینیم یا Aluminum

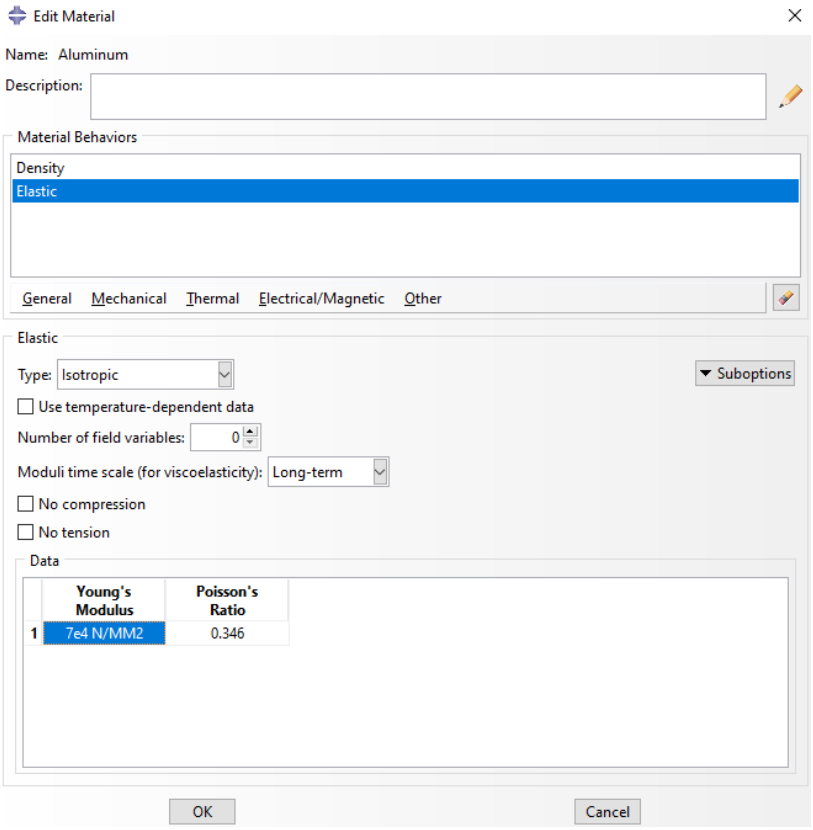
حال پس از وارد کردن اجزا در ماژول part به سراغ ماژول اسمبلی می رویم و در ابتدا به سراغ دستور Create Material می رویم :



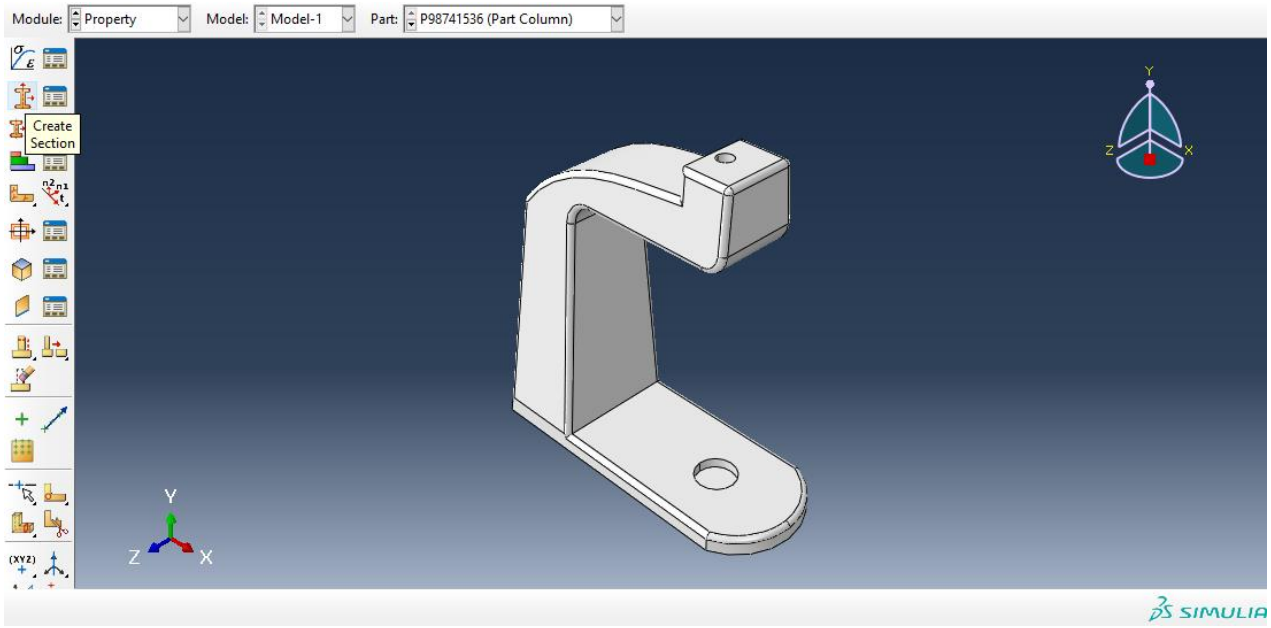
سپس برای مقایسه بهتر نتایج شبیه سازی اباکوس با کتیا ، داده های قسمت Apply Material که در قسمت ابتدایی گزارش آمده است را وارد می کنیم (صفحه ی ۷ گزارش) ، واحد ما در اینجا مثلا پیش فرض میلیمتر یا mm است حال داریم :



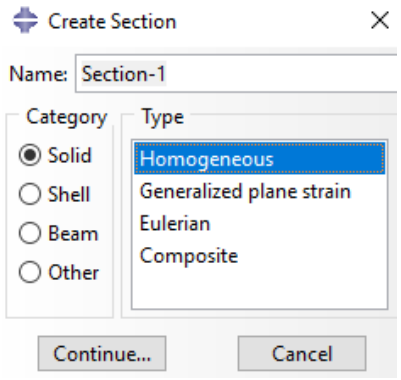
سپس :



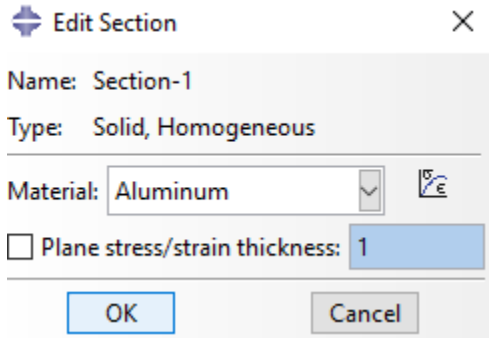
حال با تایید آن به سراغ دستور Create section می رویم :



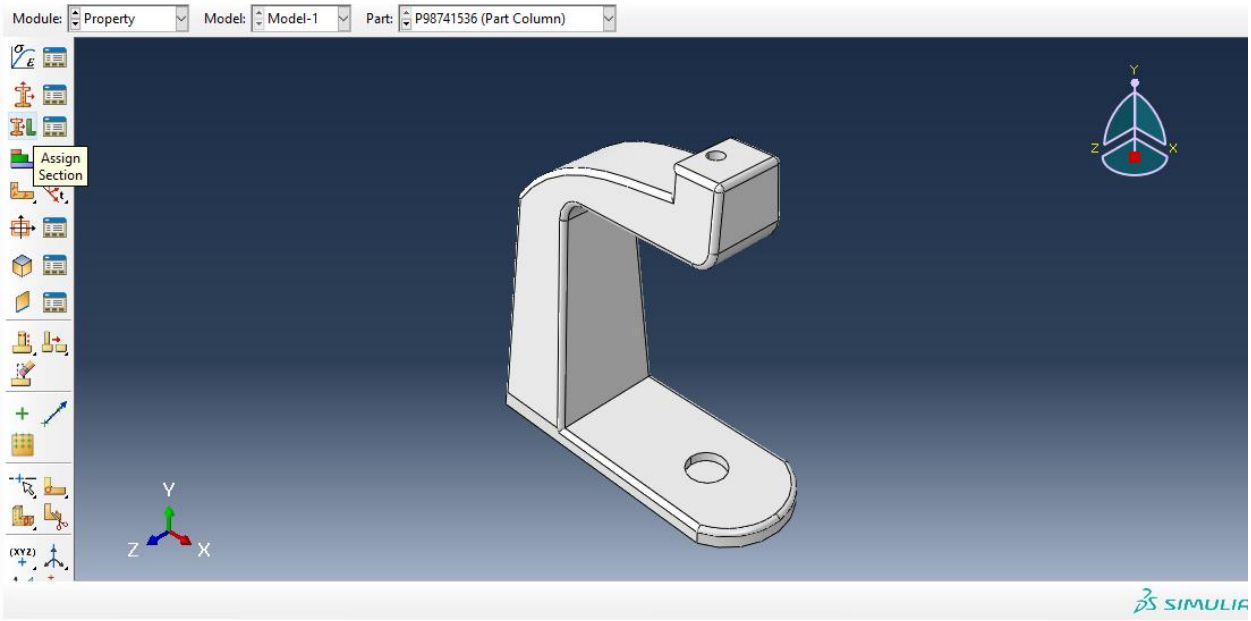
سپس :



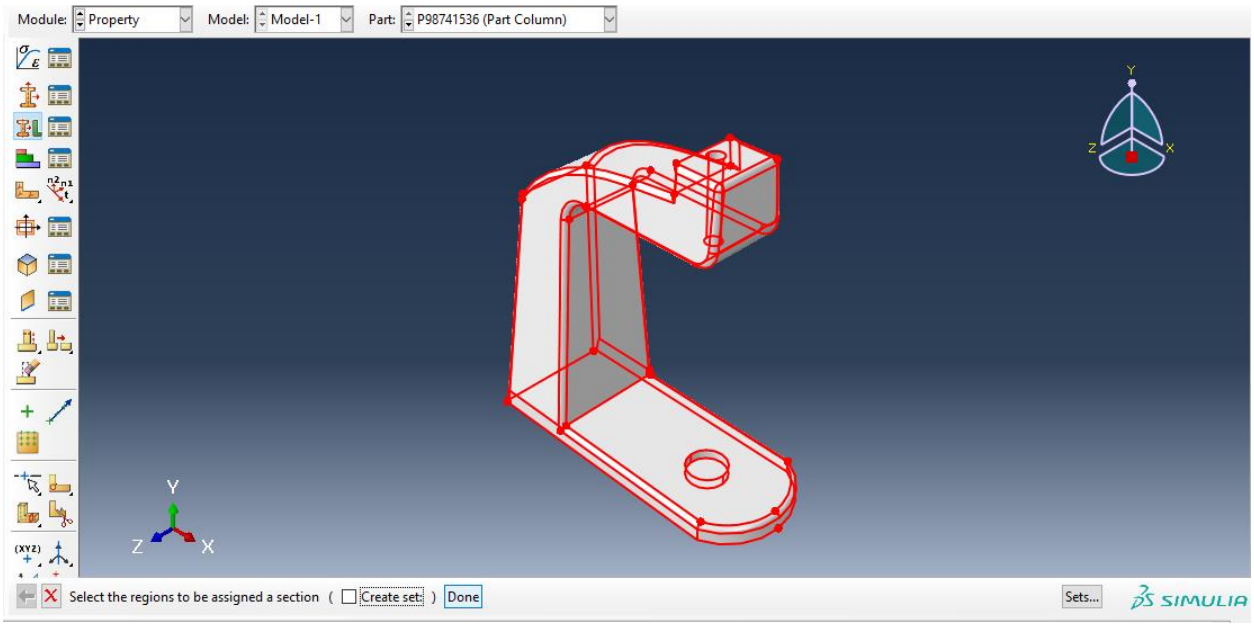
یا تایید آن داریم :



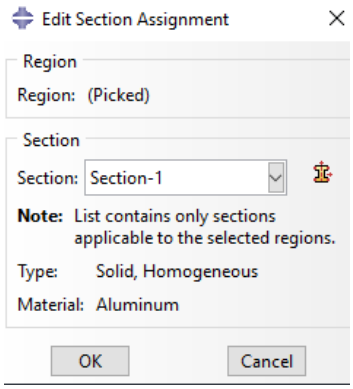
سپس با تایید آن به سراغ دستور Assign section می رویم :



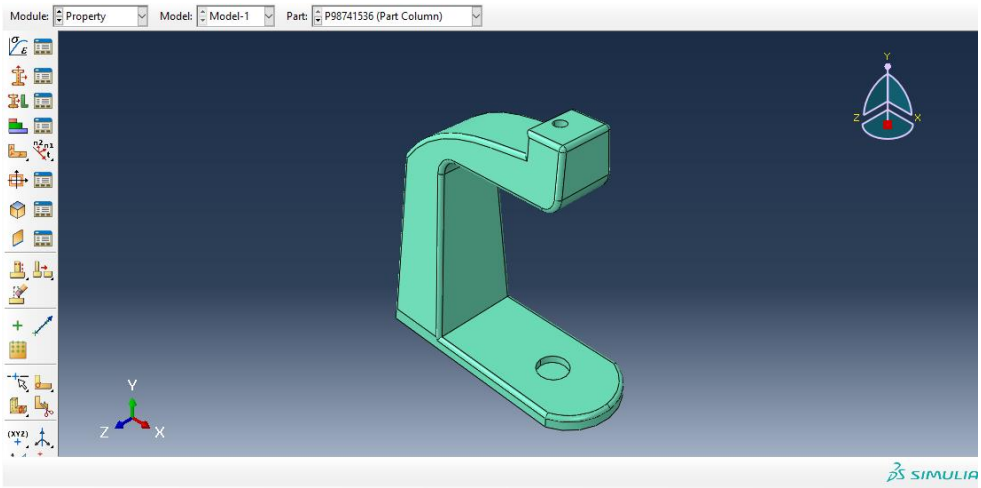
حال داریم ، با انتخاب کل مدل column داریم :



با انتخاب Done داریم :



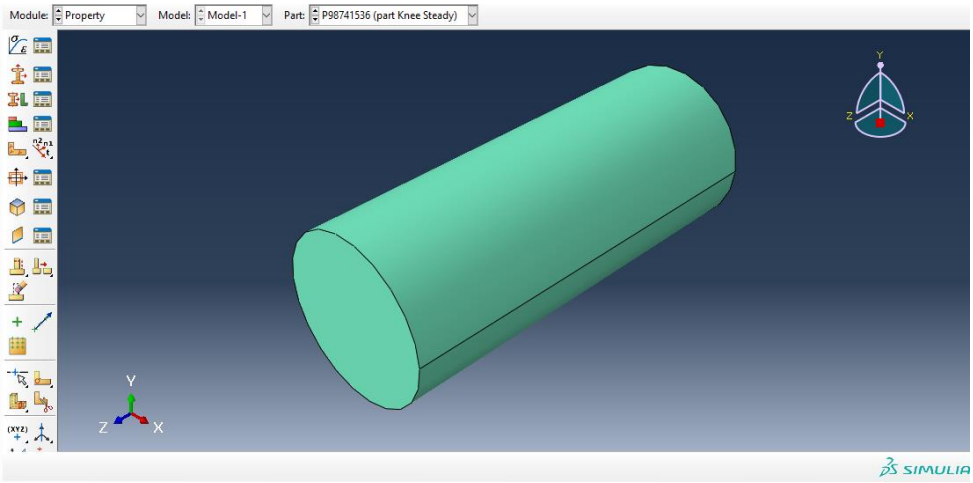
حال داریم :



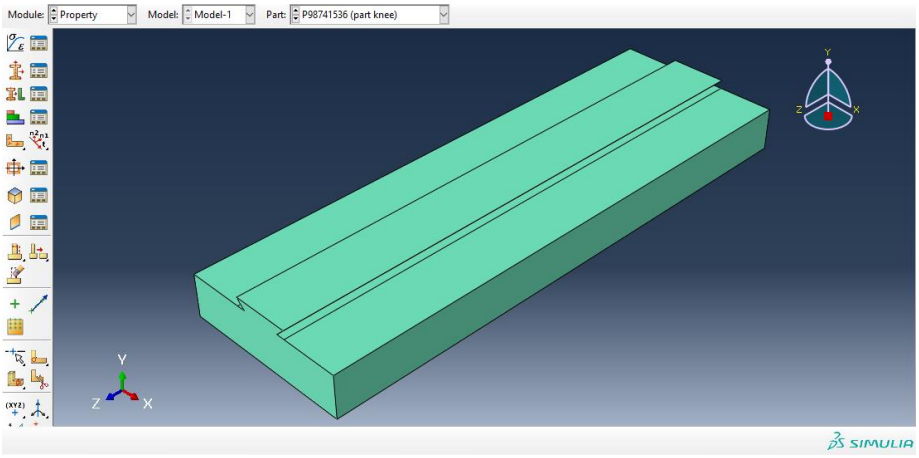
حال با سبز شدن رنگ آن ، تعریف متریال برای column به اتمام رسید .

سپس به طور مشابه اگر همین مسیر را برای دیگر اجزا برویم در نتیجه خواهیم داشت :

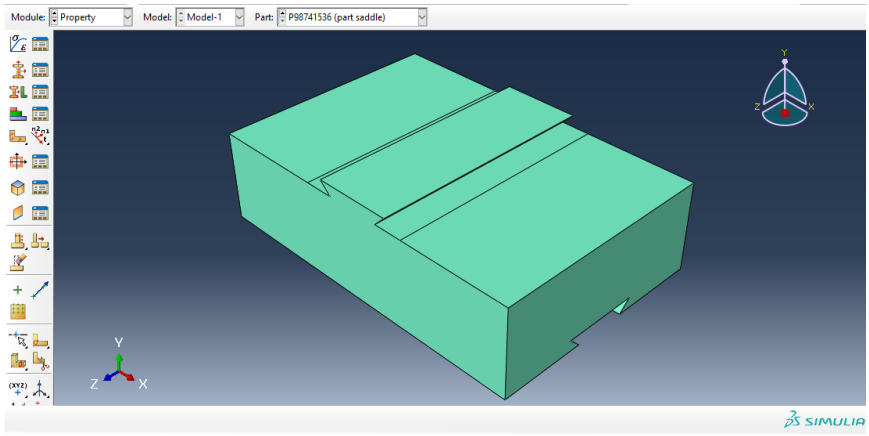
برای knee steady :



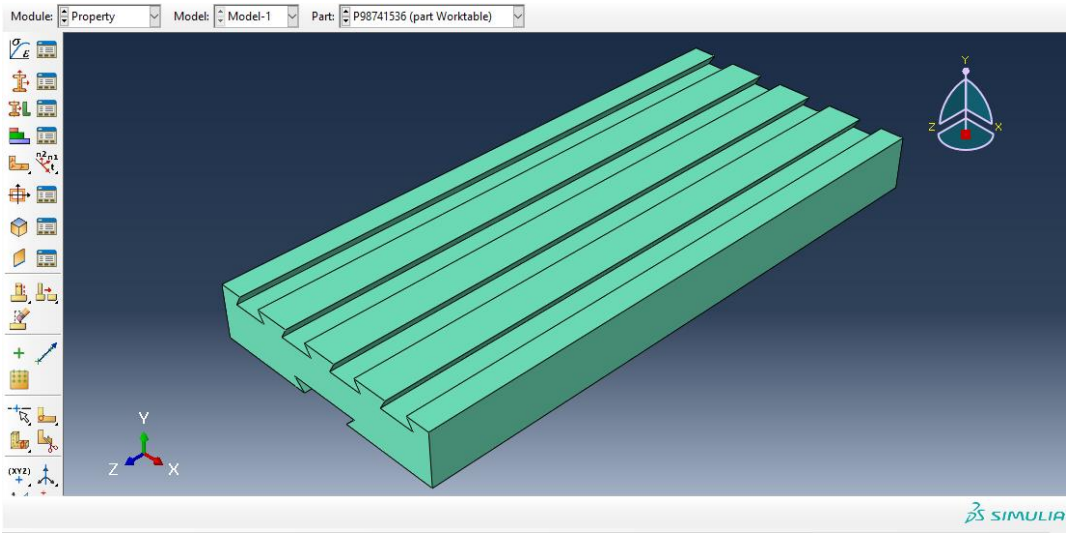
برای knee :



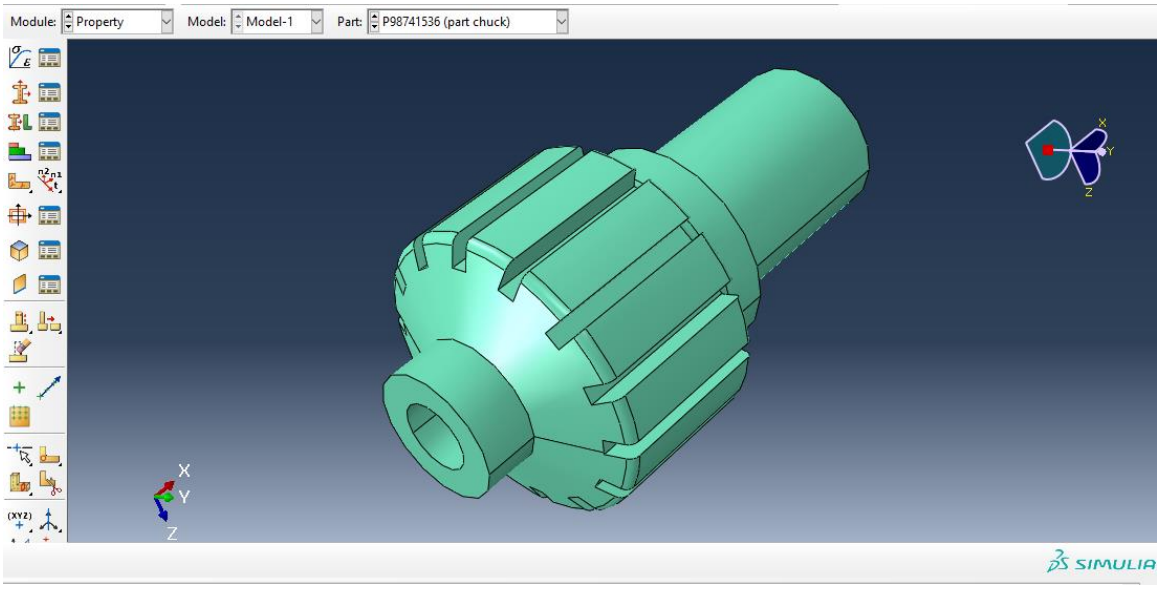
برای saddle :



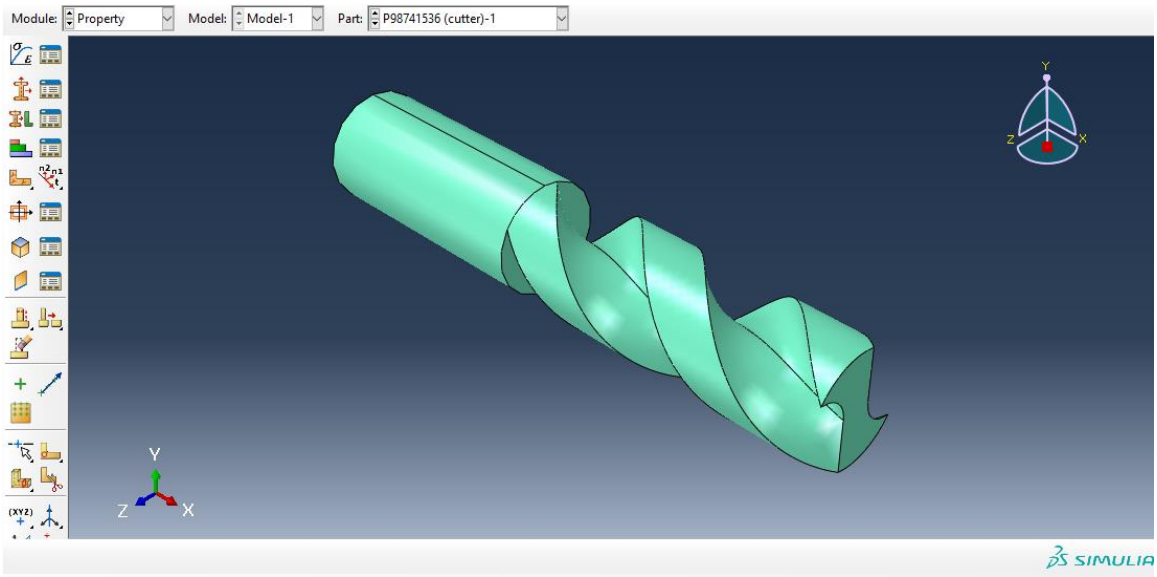
برای worktable داریم :



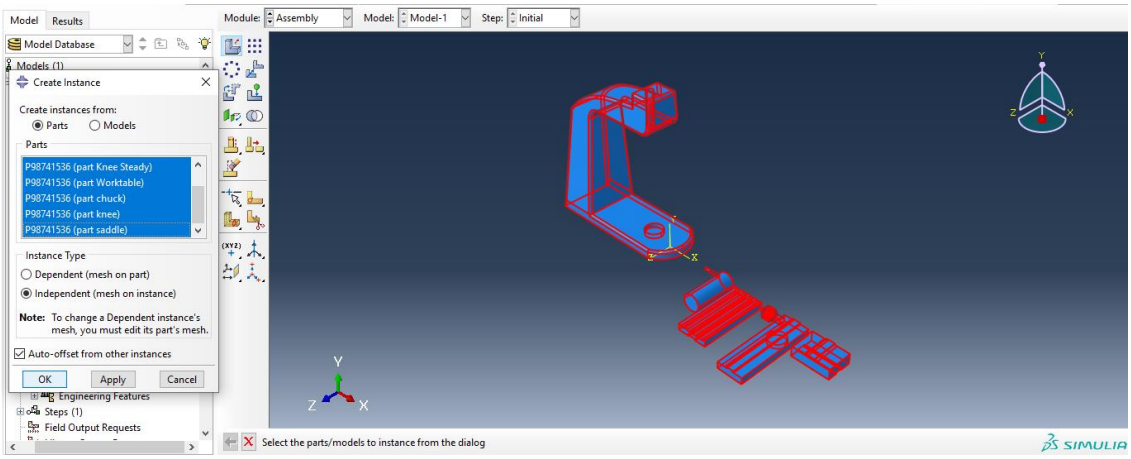
برای chuck داریم :



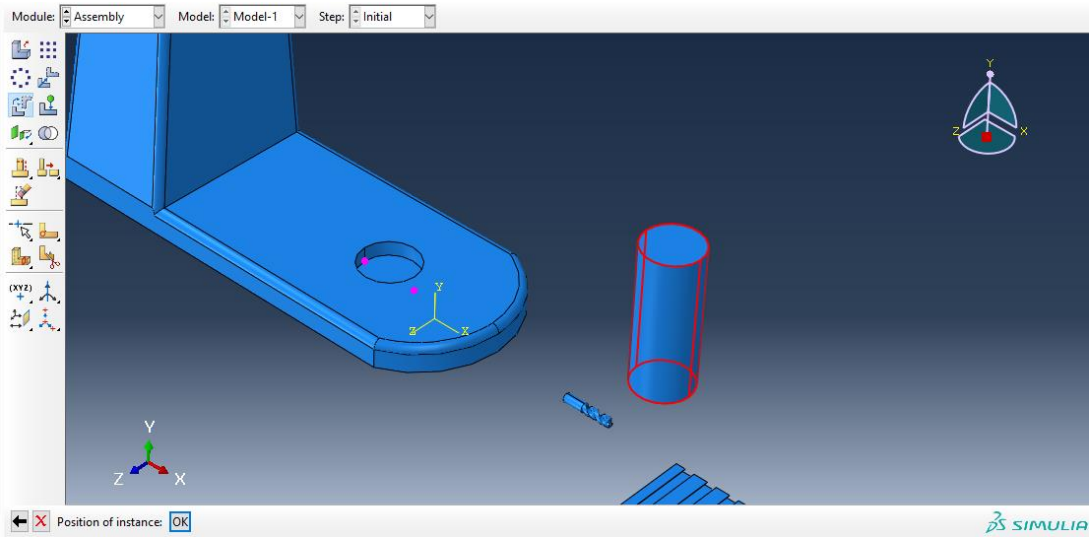
برای cutter داریم :



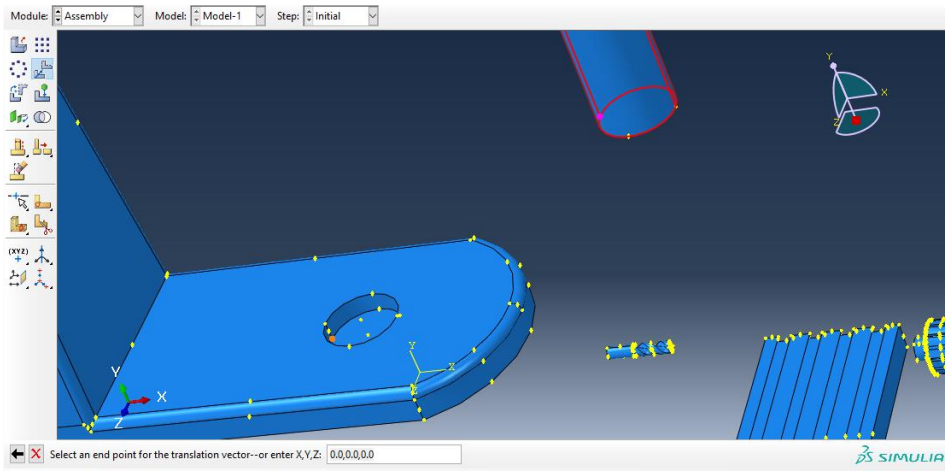
حال به سراغ ماژول assembly می رویم و از دستور create instance داریم :



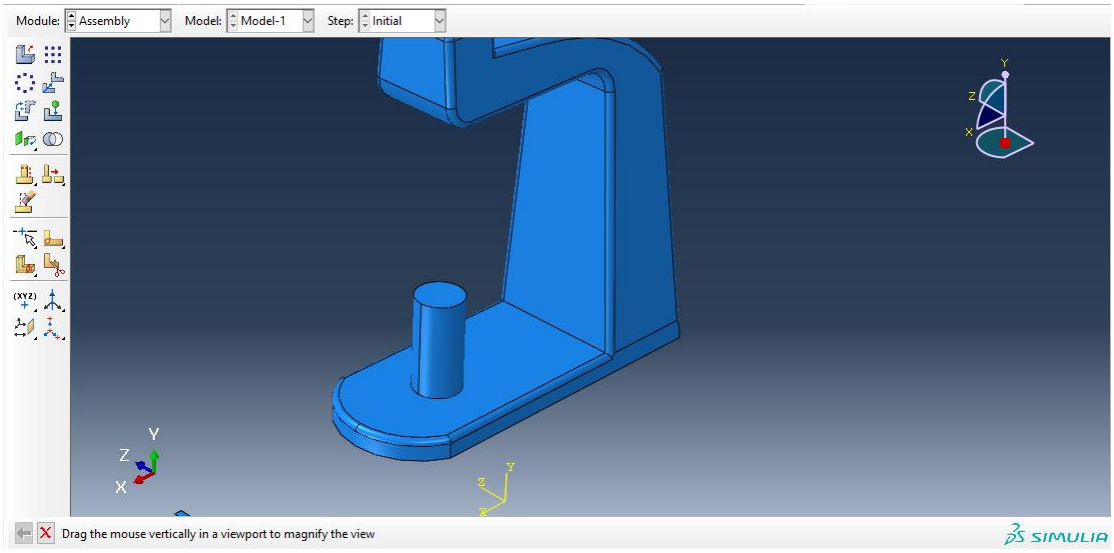
حال با تایید آن به وسیله ی دستور rotate instance جزء knee steady را ۹۰ درجه می چرخانیم به وسیله ی انتخاب دو نقطه به عنوان محور دوران ، حال داریم :



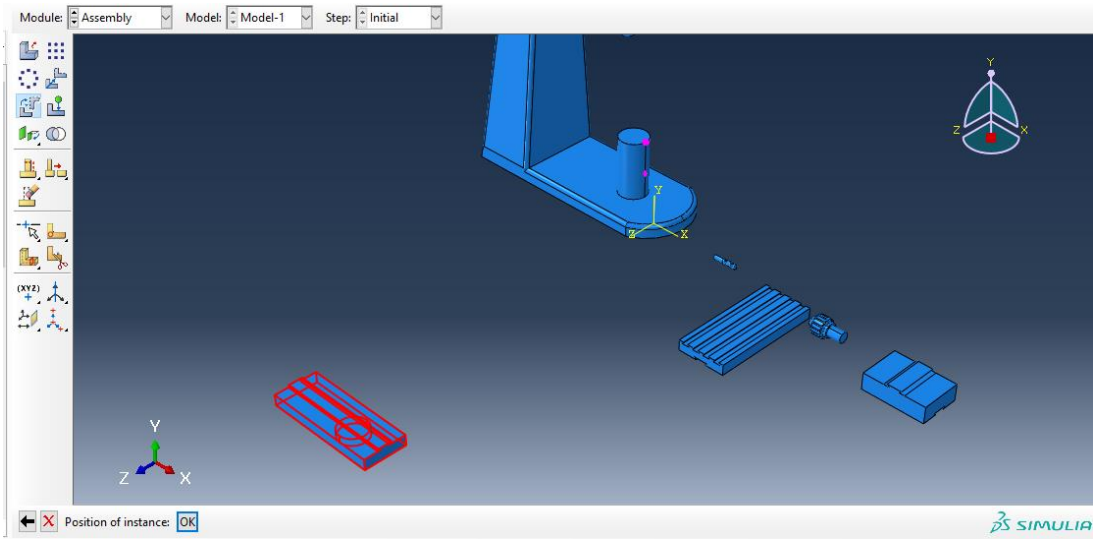
حال از دستور translate instance آن را به بالای سوراخ column انتقال می دهیم :



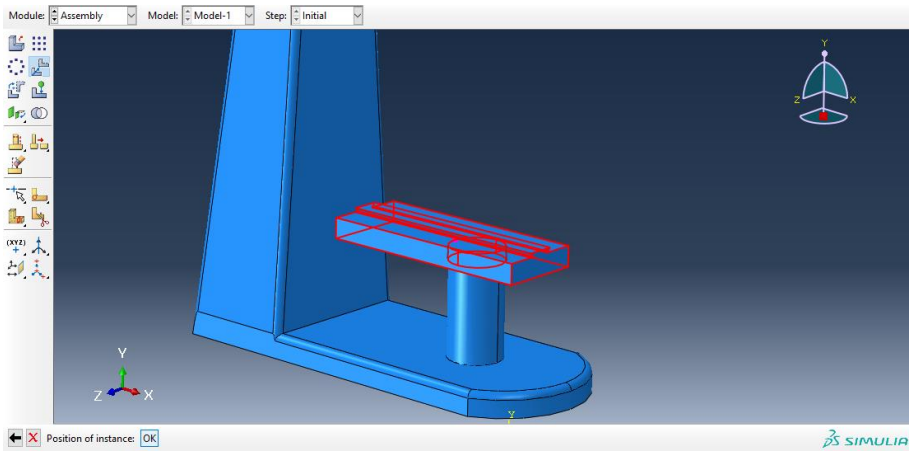
سپس :



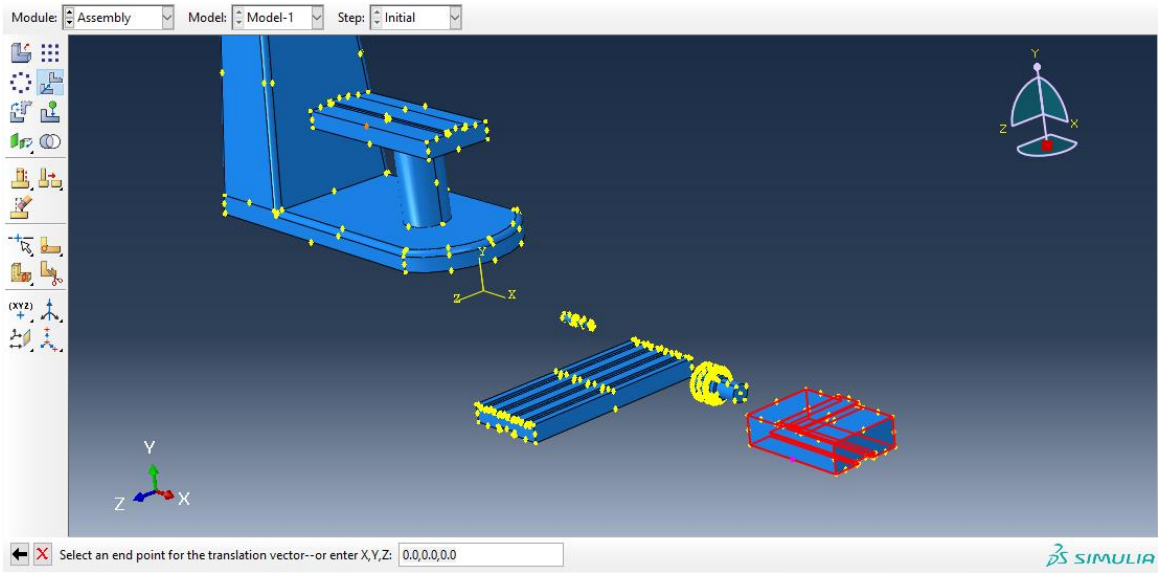
حال به سراغ جزء knee رفته و در ابتدا آن را به اندازه ۹۰ در جه می چرخانیم :



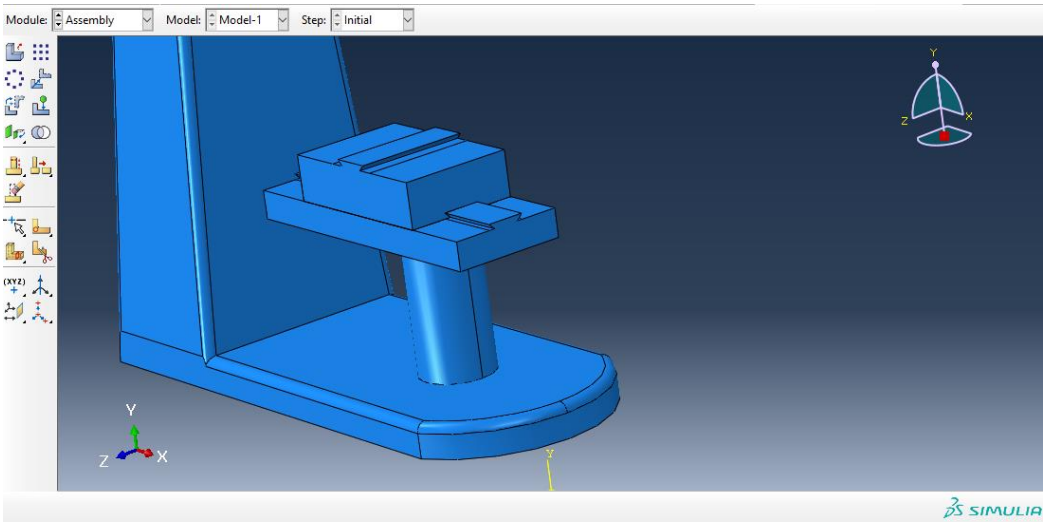
سپس با دستور translate insyance داریم :



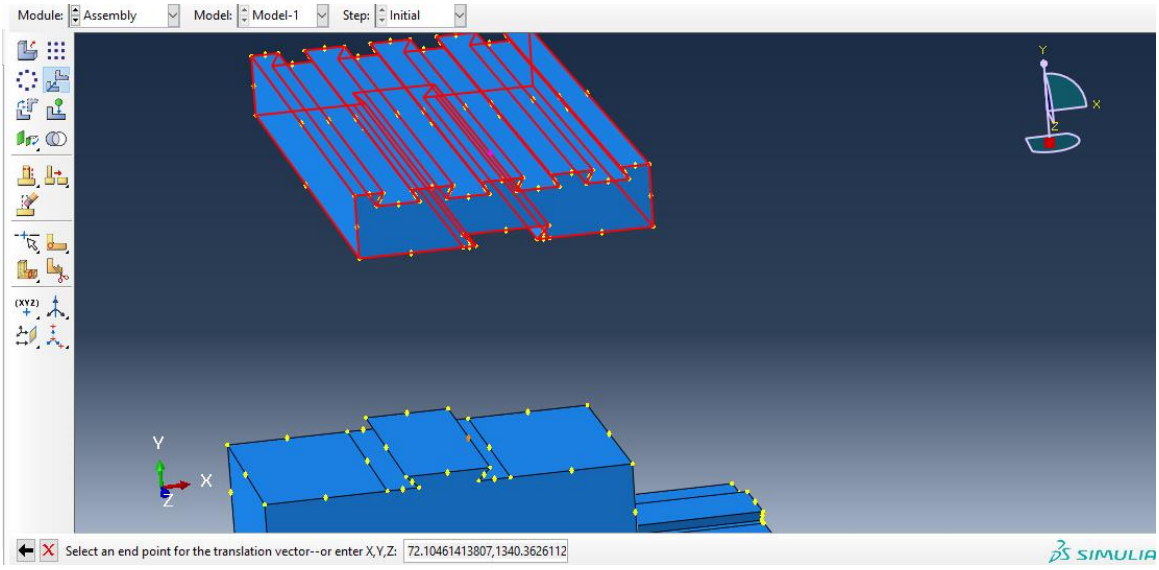
حال به سراغ جزء saddle می رویم و از translate instance داریم :



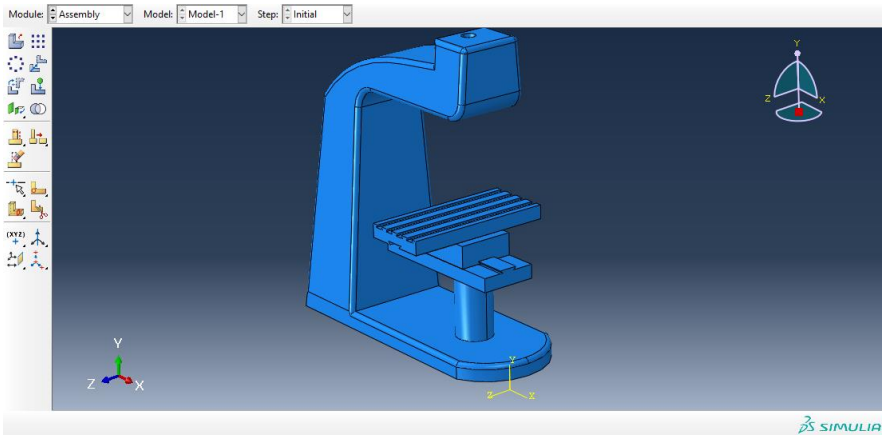
سپس :



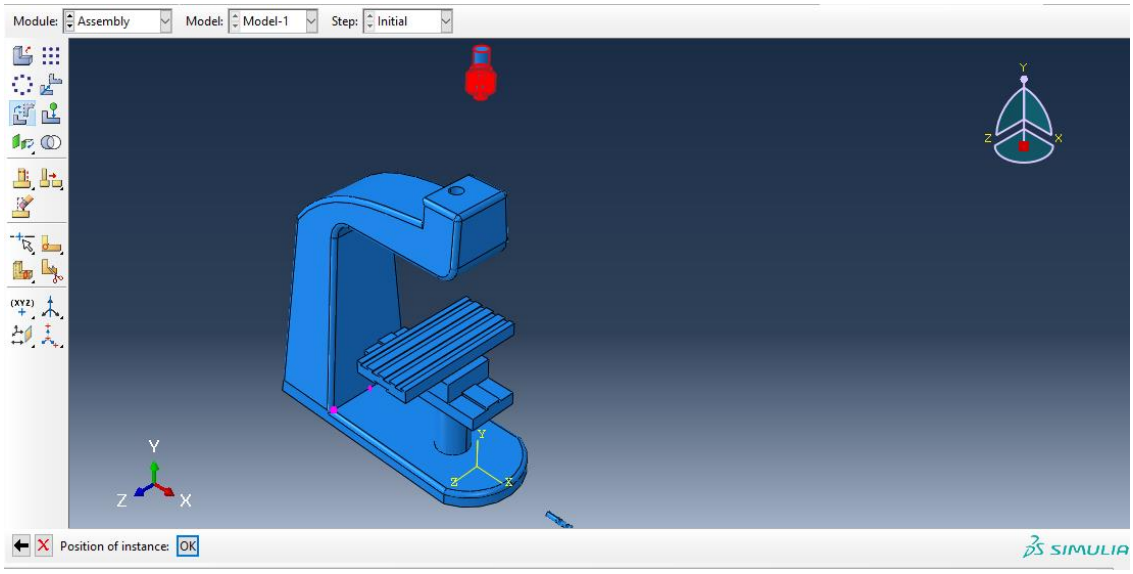
حال به سراغ جزء worktable می رویم و از دستور translate instance داریم :



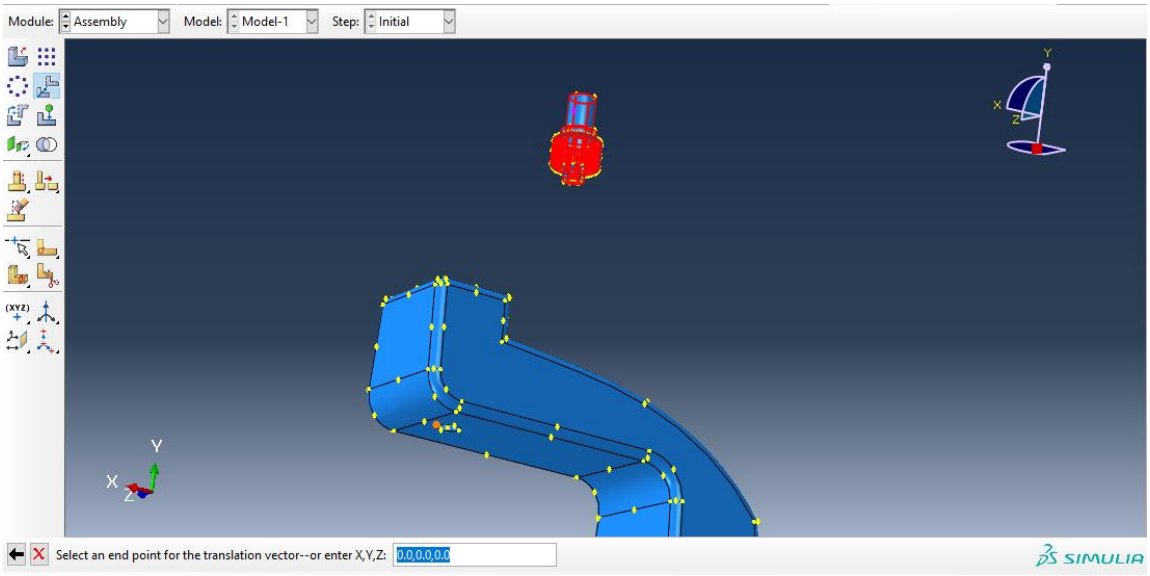
سپس :



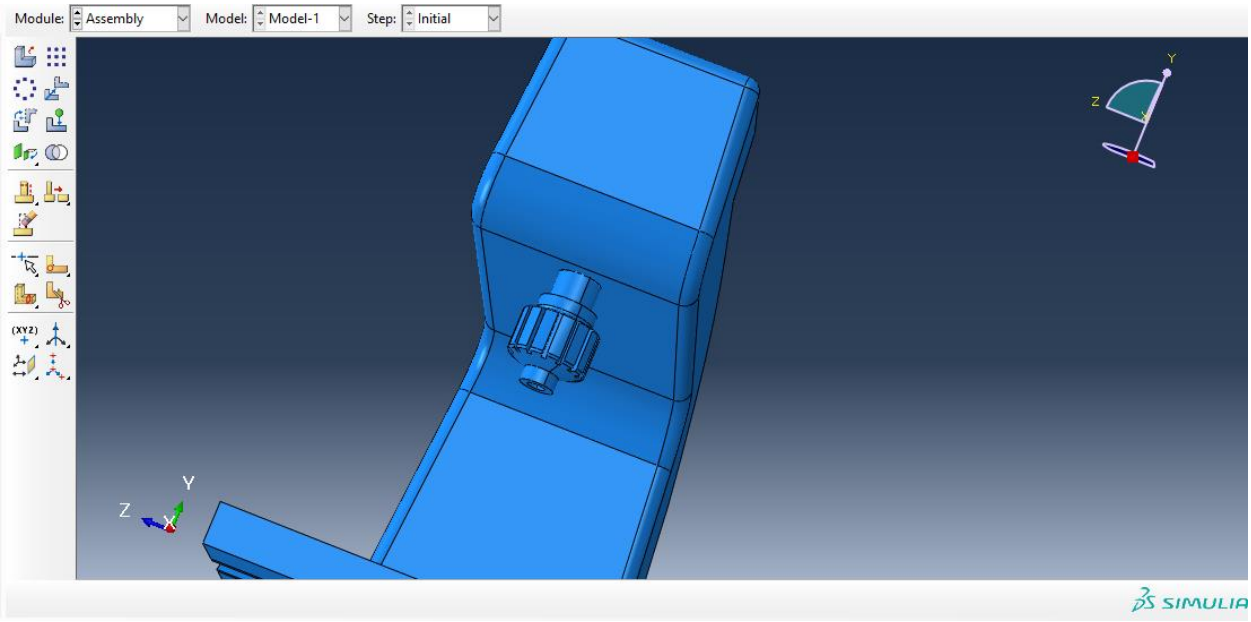
حال به سراغ جزء chuck می رویم و در ابتدا از دستور rotate instance آن را به اندازه ۹۰ درجه می چرخانیم :



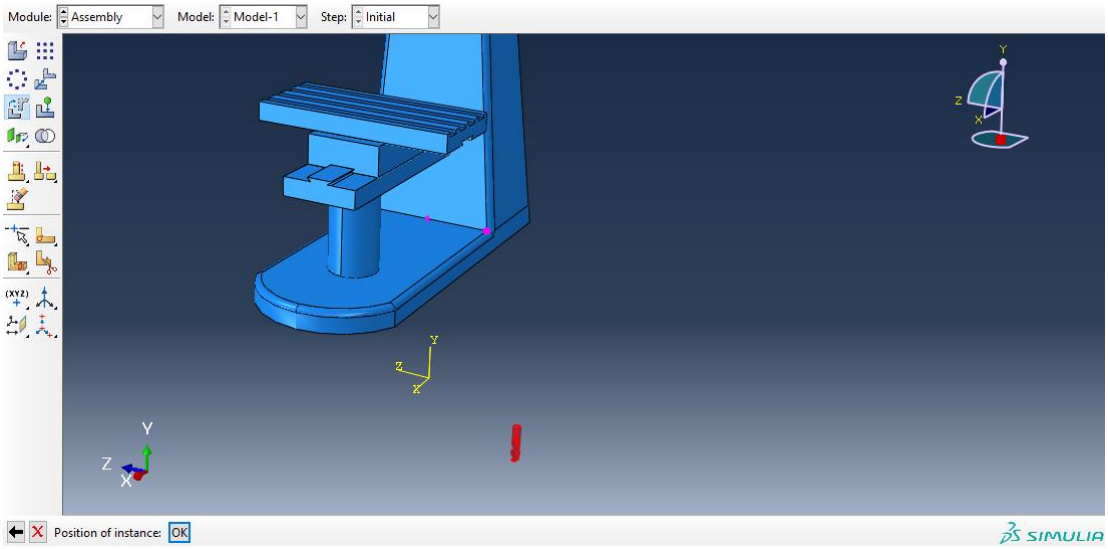
سپس با دستور translate instance داریم :



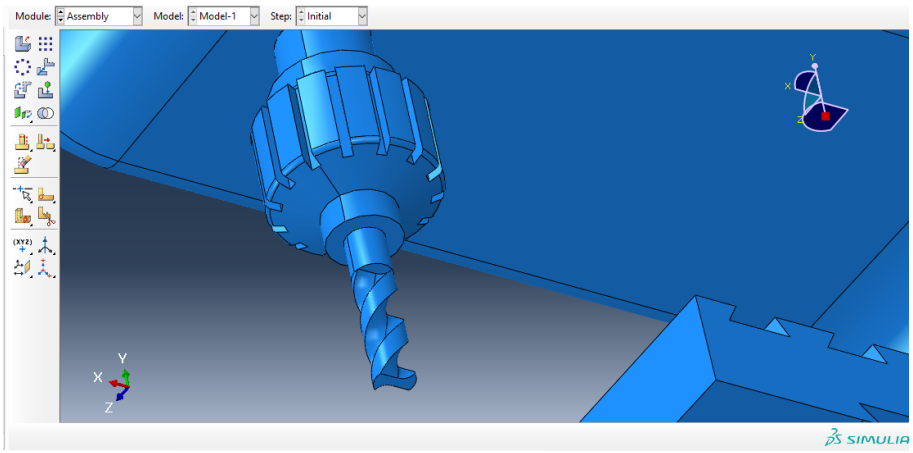
سپس داریم :



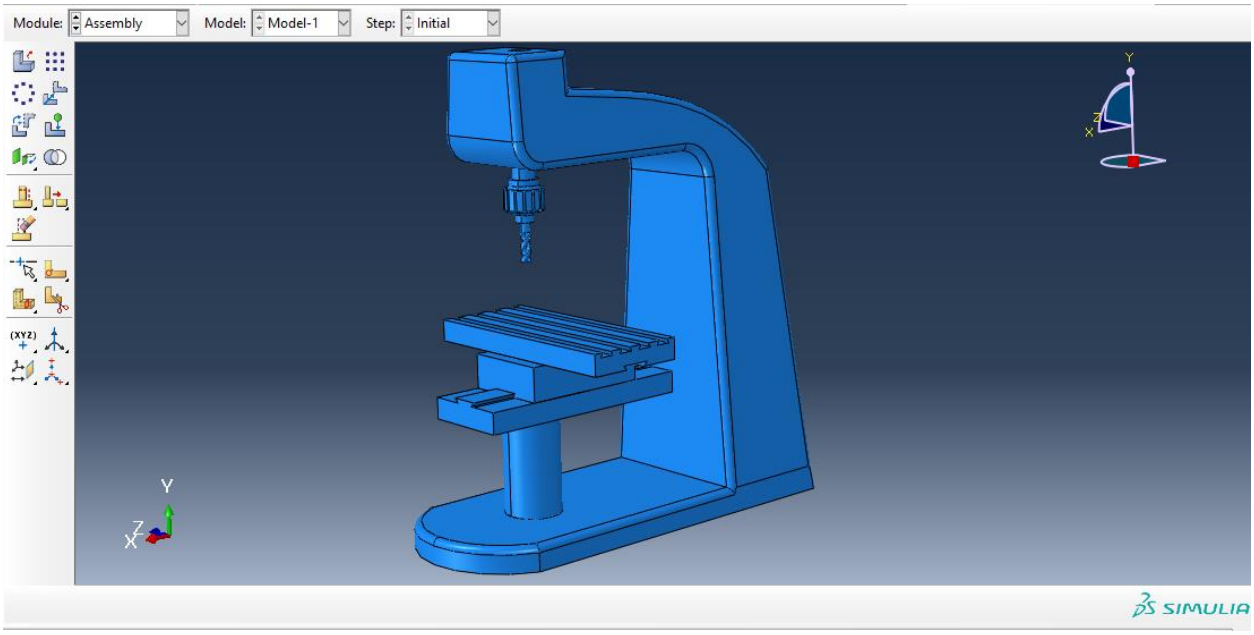
حال به سراغ جزء cutter می رویم و از instance rotate داریم :



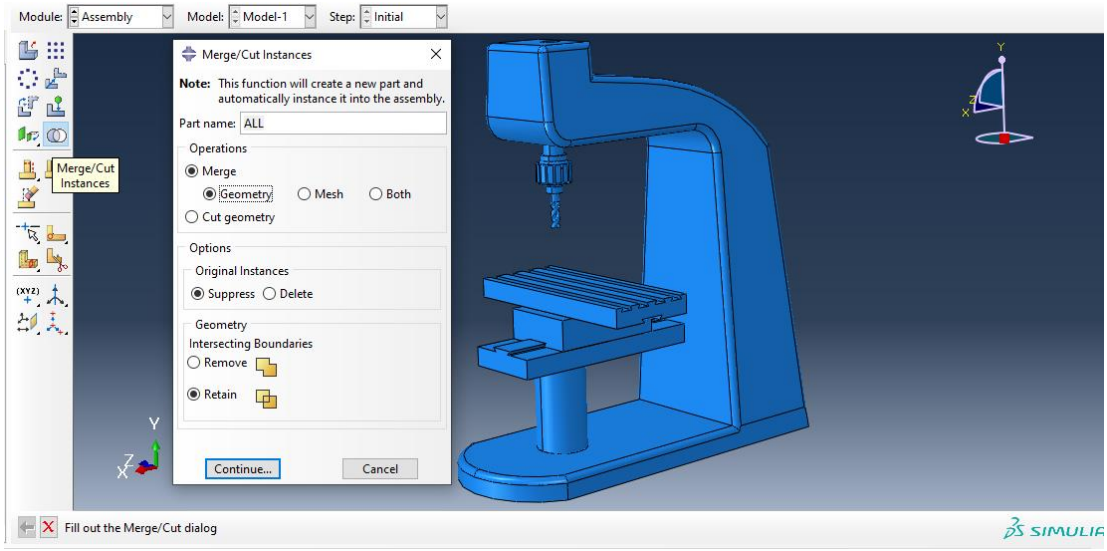
سپس از translate instance داریم :



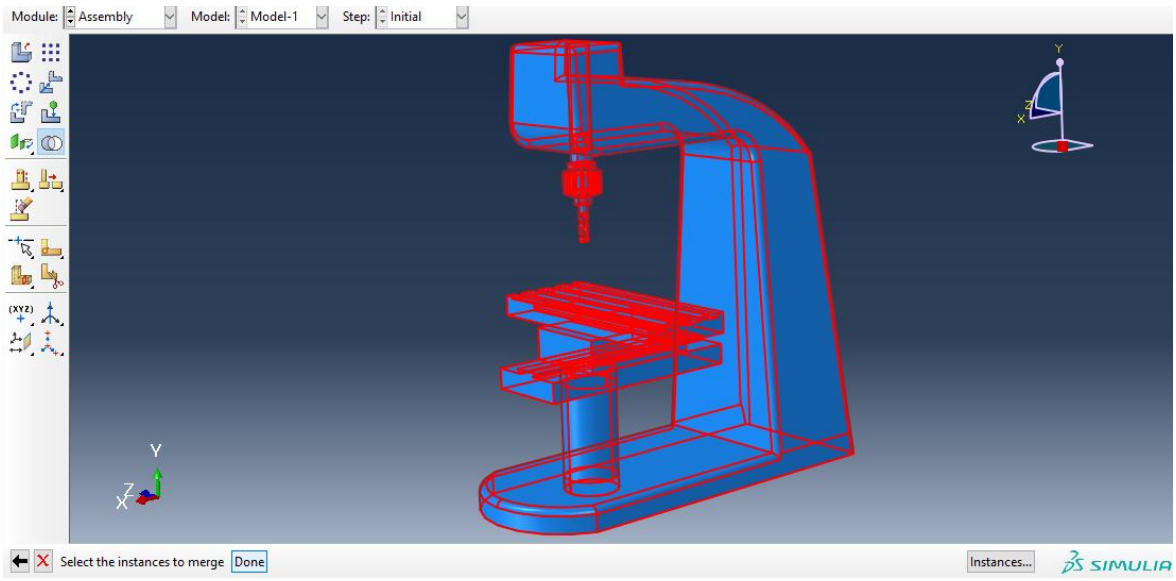
حال در کل اسمبلی به پایان رسید و داریم :



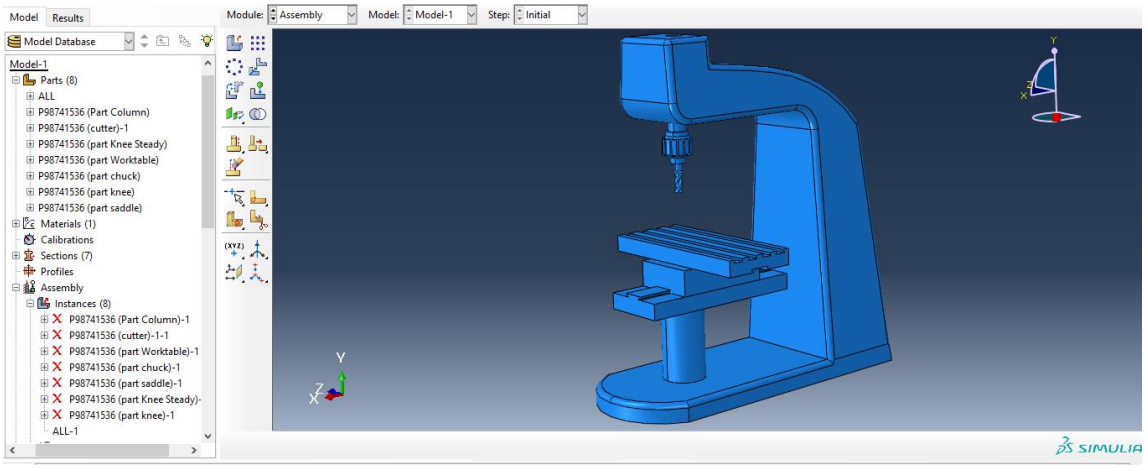
حال به جای اینکه برای تعریف تماس به ماژول interaction برویم ما در ماژول اسمبلی از دستور merge /cut داریم :



حال با تایید آن ، در تصویر زیر کل مدل را انتخاب کرده :

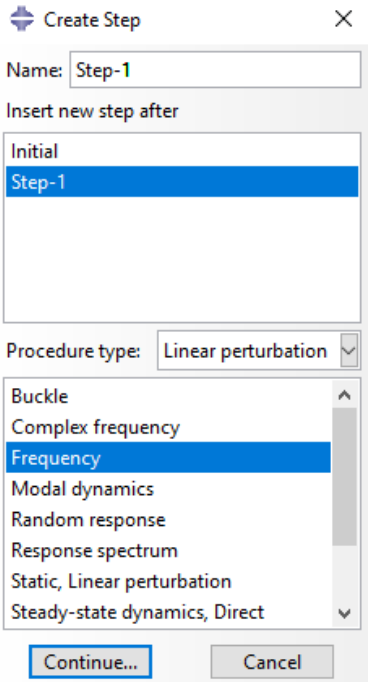


با انتخاب دان داریم :

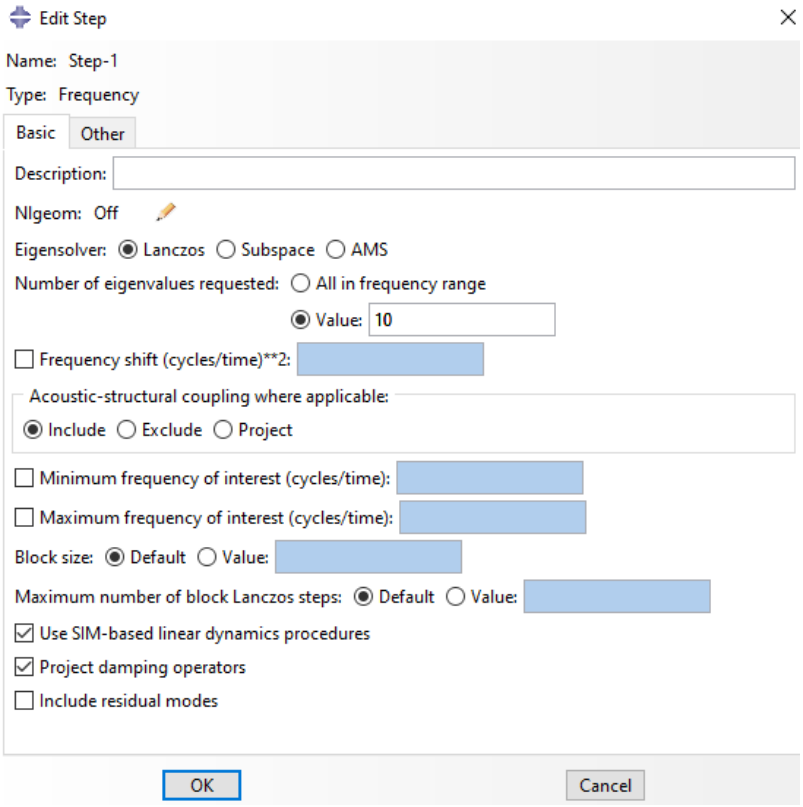


حال کل جسم ما را یک تکه در نظر می گیرد .

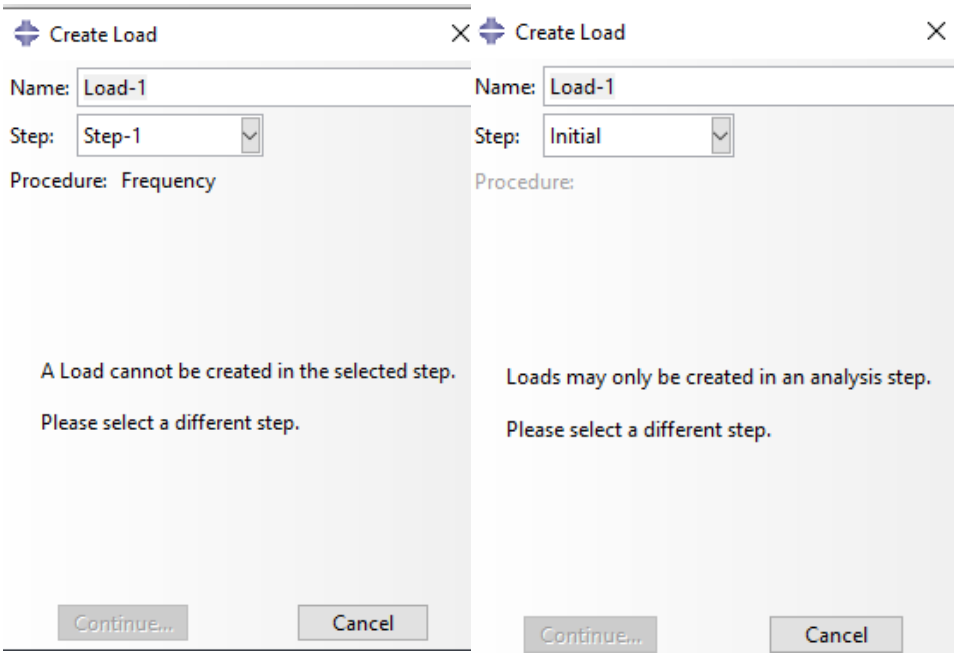
حال به سراغ ماژول step می رویم و از دستور create step داریم :



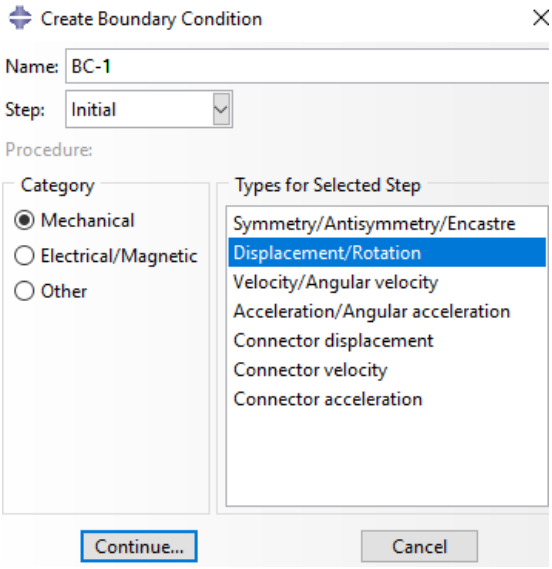
سپس در تب زیر مقدار value را ۱۰ وارد می کنیم یعنی در ده فرکانس طبیعی ما تغییرات شکل را بررسی می کنیم :



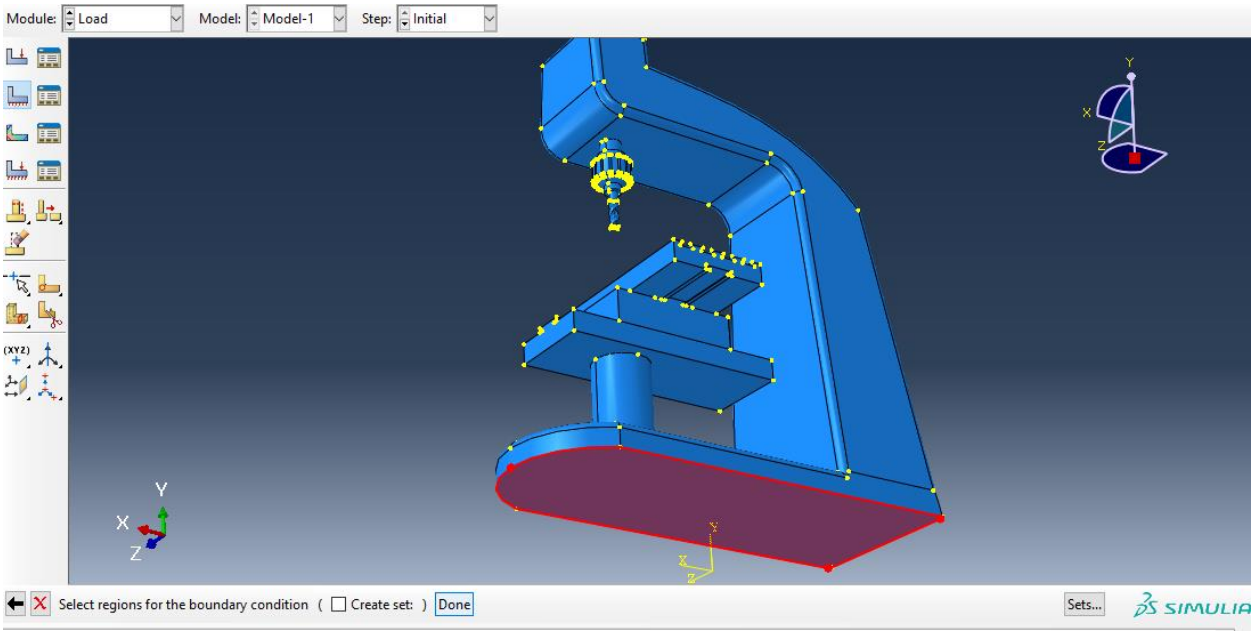
سپس با تایید آن ، با گذر از ماژول interaction به سراغ ماژول Load می رویم و با توجه به اینکه استپ فرکانس طبیعی را بررسی می کنیم در دستور create load داریم :



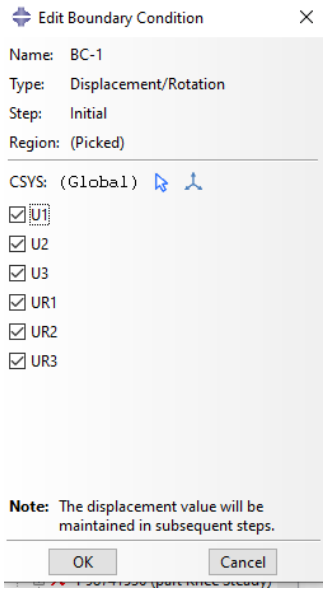
و سپس به سراغ دستور create boundary condition می رویم و داریم :



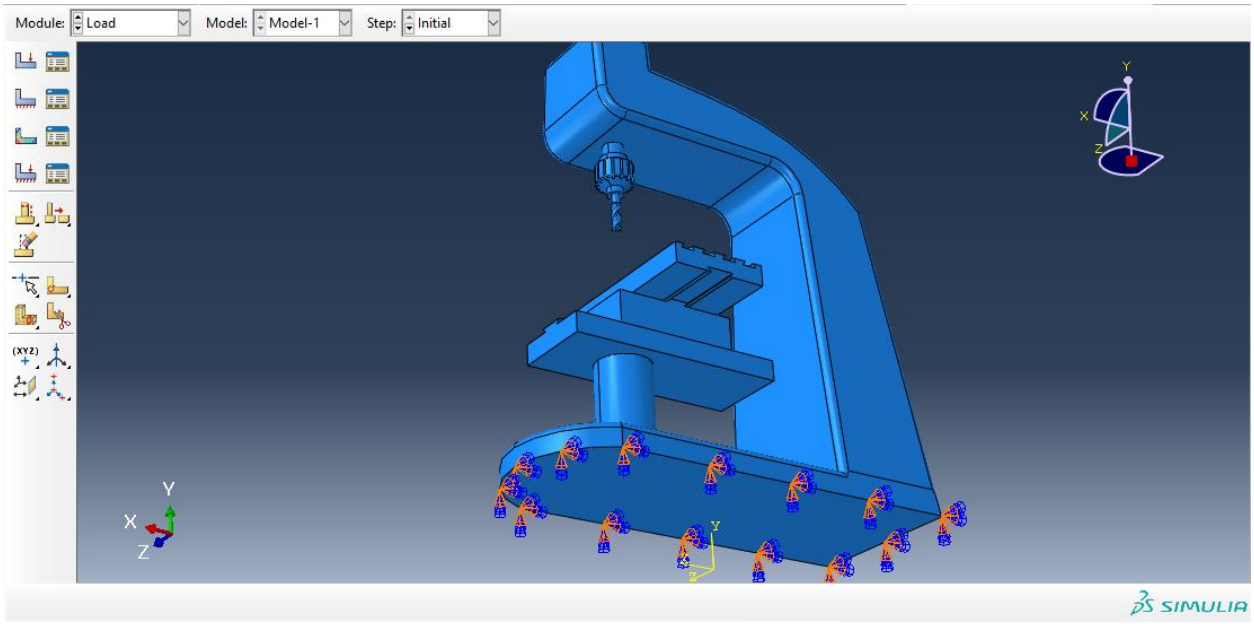
با انتخاب محل تکیه گاه داریم :



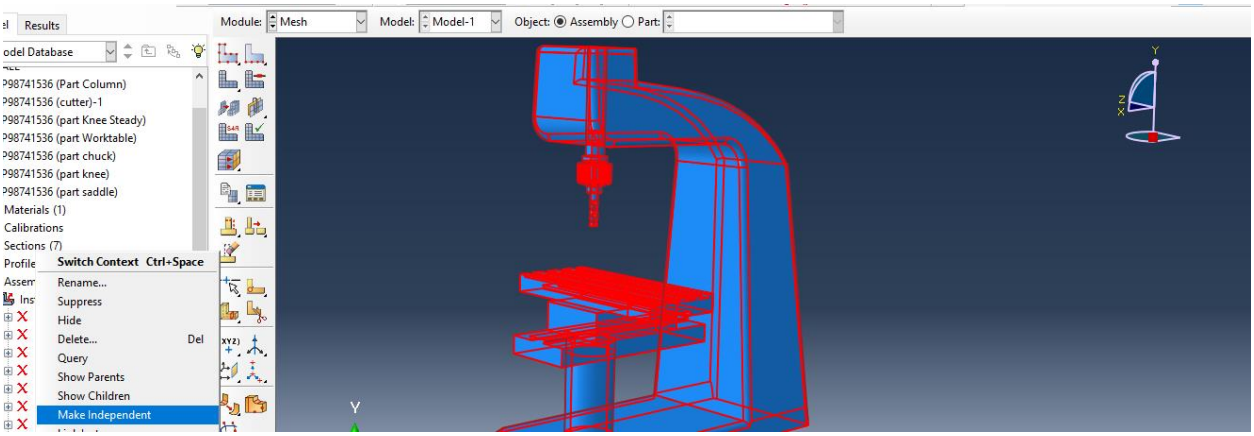
سپس :



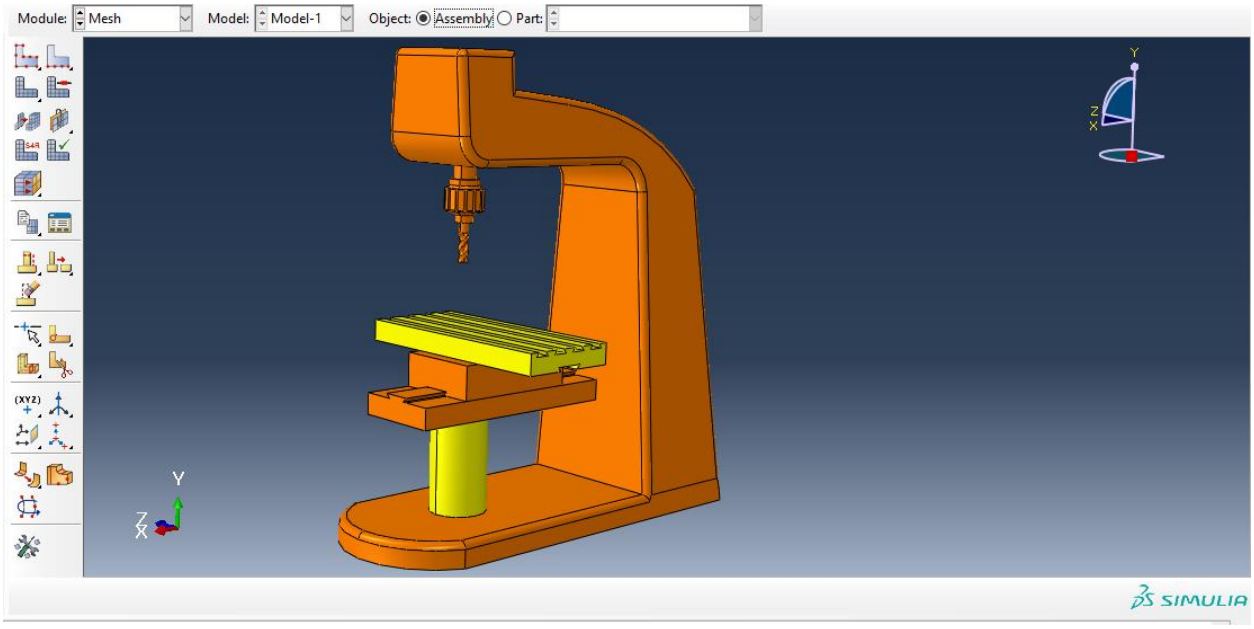
سپس داریم :



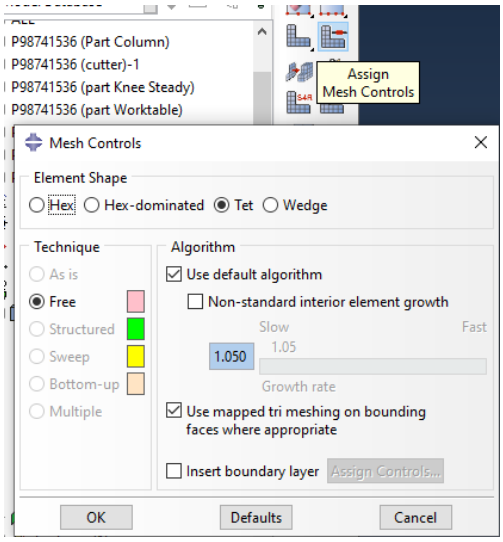
حال با توجه به اینکه ، استپ را فرکانس طبیعی تعریف کردیم در مازول load ، شرایط بارگذاری را نمی توانیم تعریف کنیم و فقط شرایط مرزی را تعریف کردیم حال به ماژول mesh می رویم و در ابتدا مش را به dependent تغییر می دهیم :



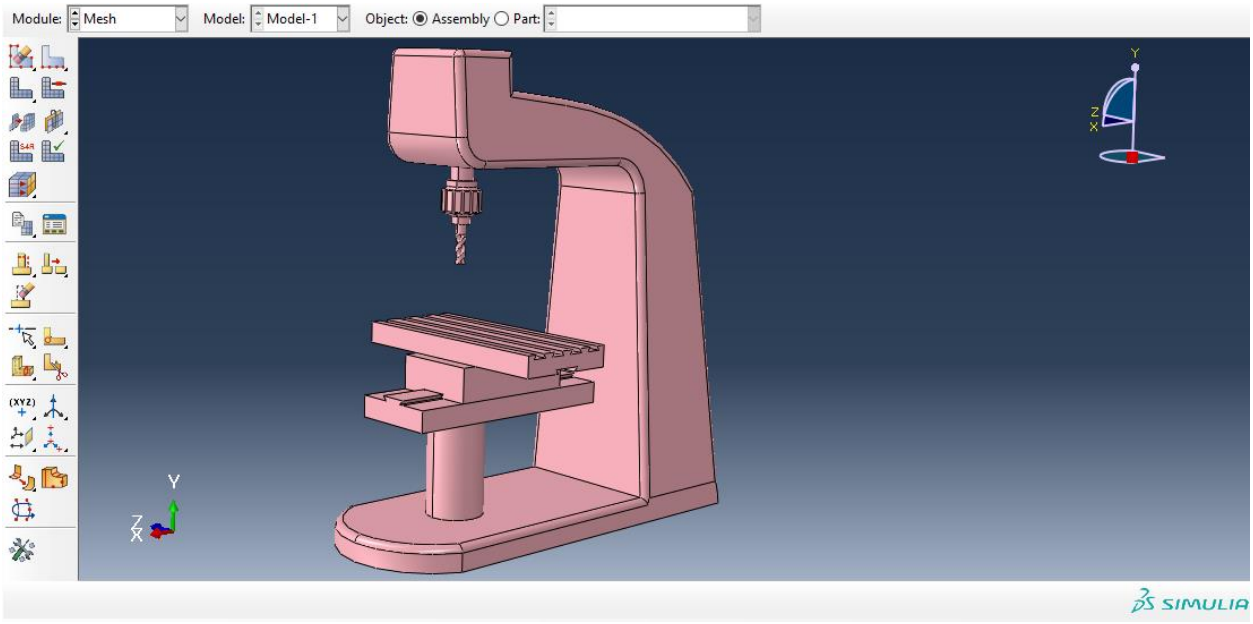
سپس داریم :



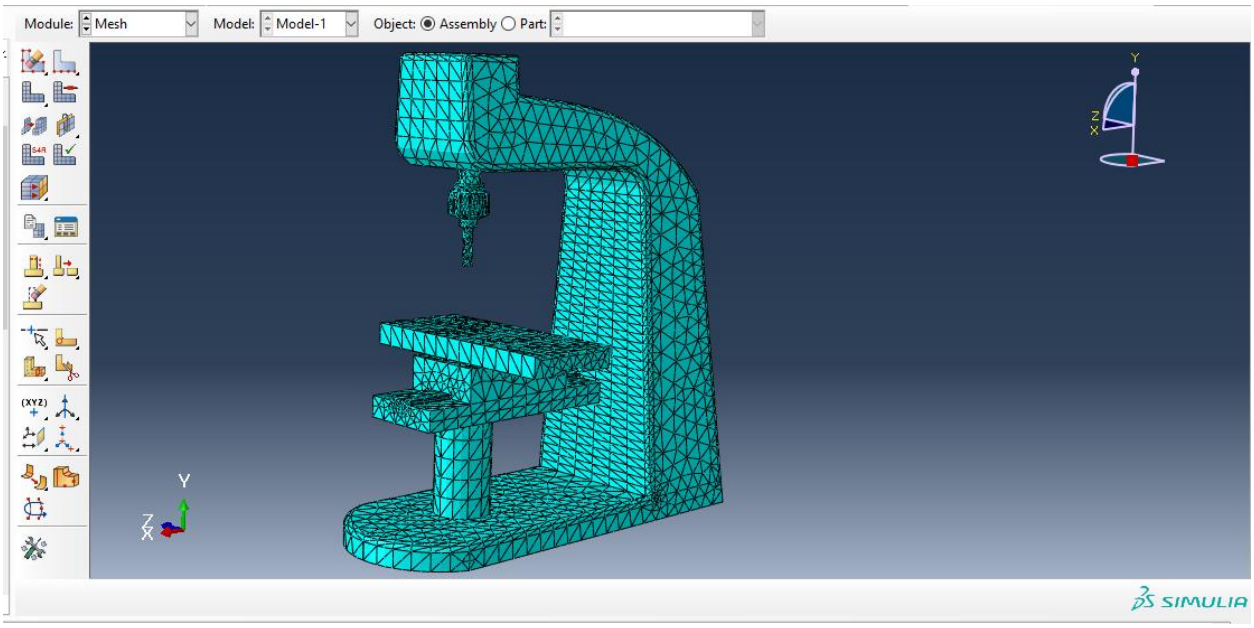
سپس اگر از دستور Mesh Control ، نوع را بر روی free قرار دهیم داریم :



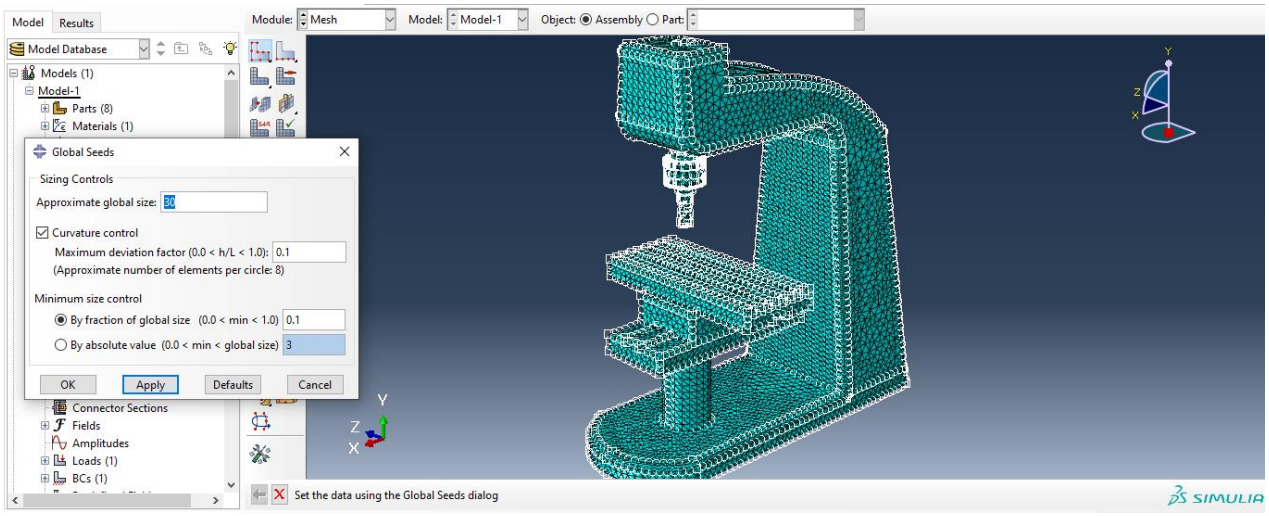
سپس :



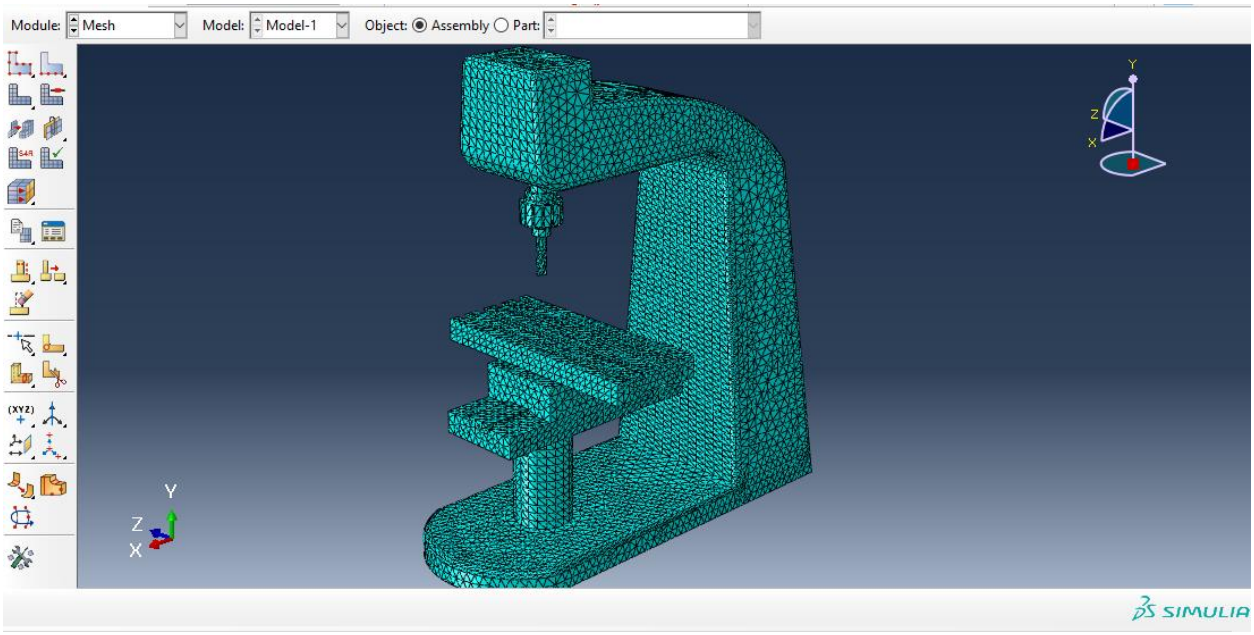
سپس با انتخاب گزینه mesh part داریم :



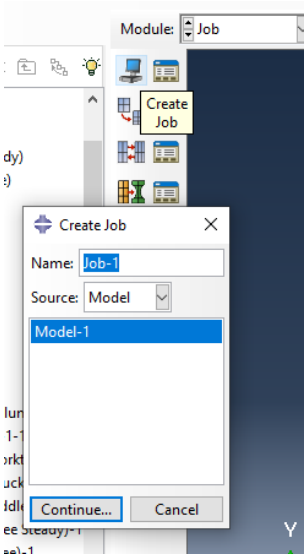
سپس اندازه مش را از global seed داریم :



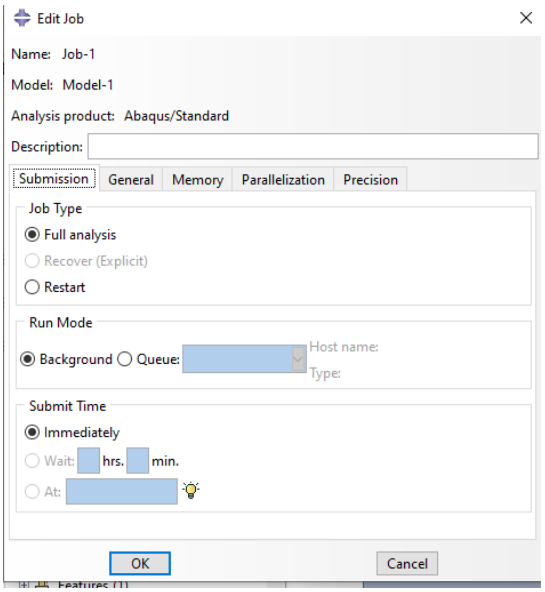
سپس داریم :



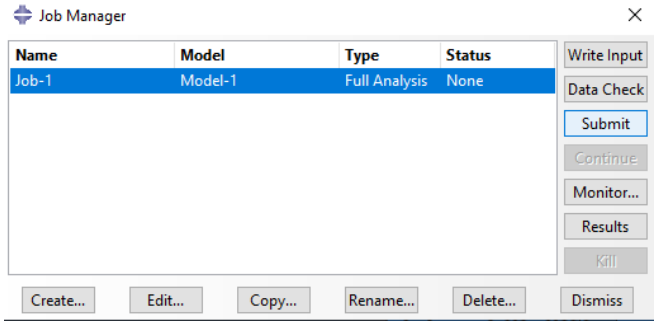
سپس به سراغ ماژول job می رویم و از create job داریم :



سپس :

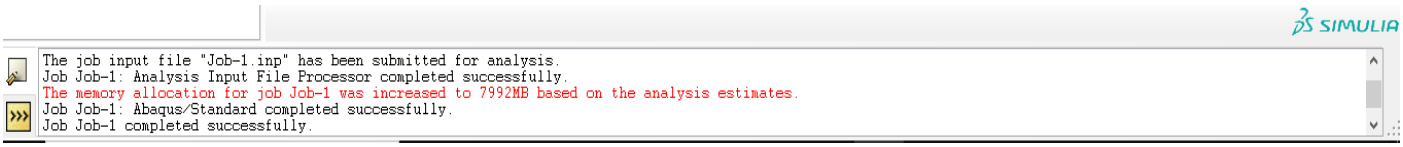


سپس به سراغ دستور job manager می رویم:



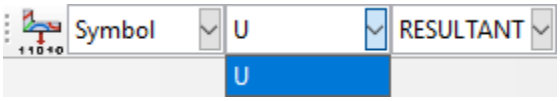
سپس با انتخاب submit می توان ران را شروع کرد و در monitor می توان errors و warning ها را مشاهده کرد و در Results می توان شبیه سازی را مشاهده کرد .

حال با توجه به اینکه پیام زیر را دریافت کردیم یعنی مش ما خیلی ریز است و از حداکثر قدرت لپ تاب استفاده می کنیم .

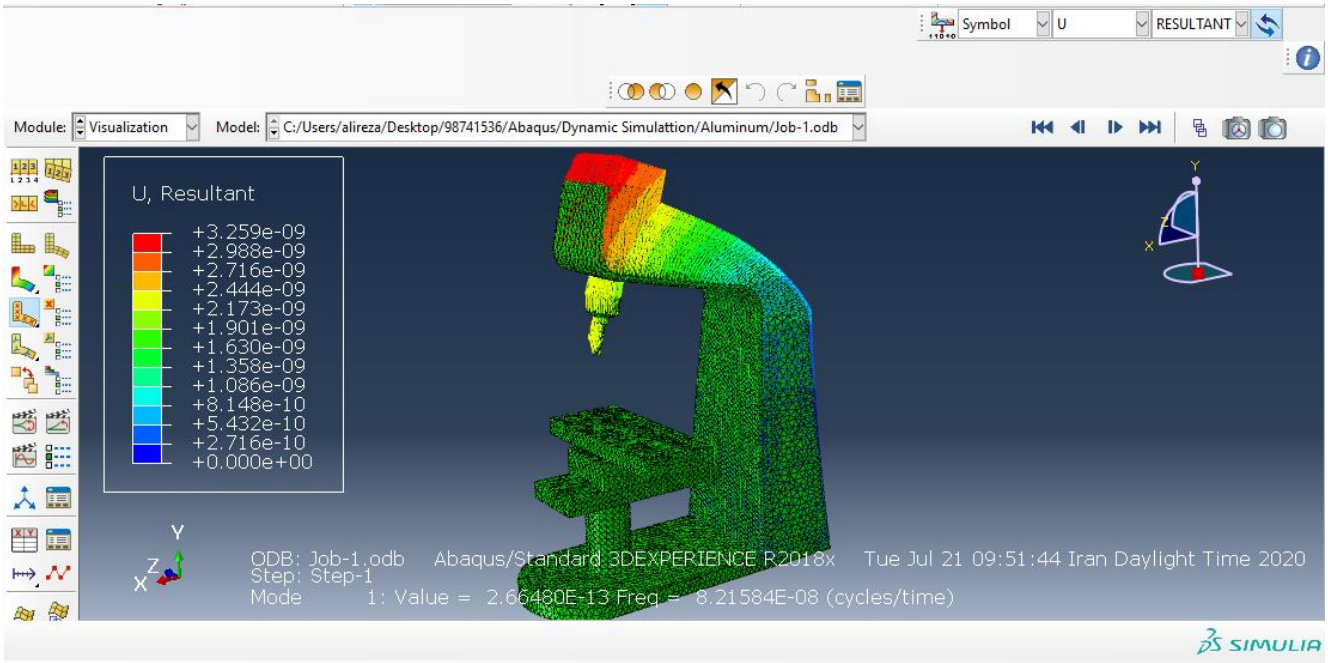


استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

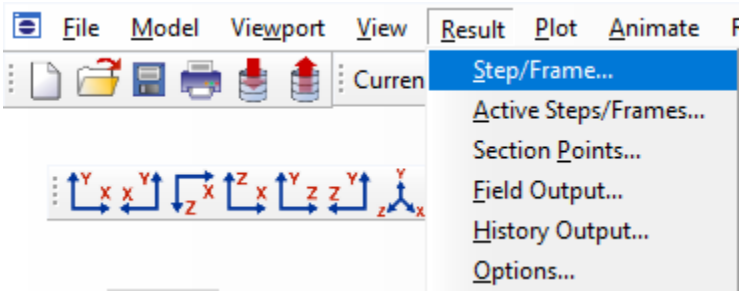
حال با توجه به انتخاب Step که نوع Frequency مورد استفاده ی ما بوده ما تنها می توانیم خروجی کمیت انحراف یا U را استخراج کنیم :



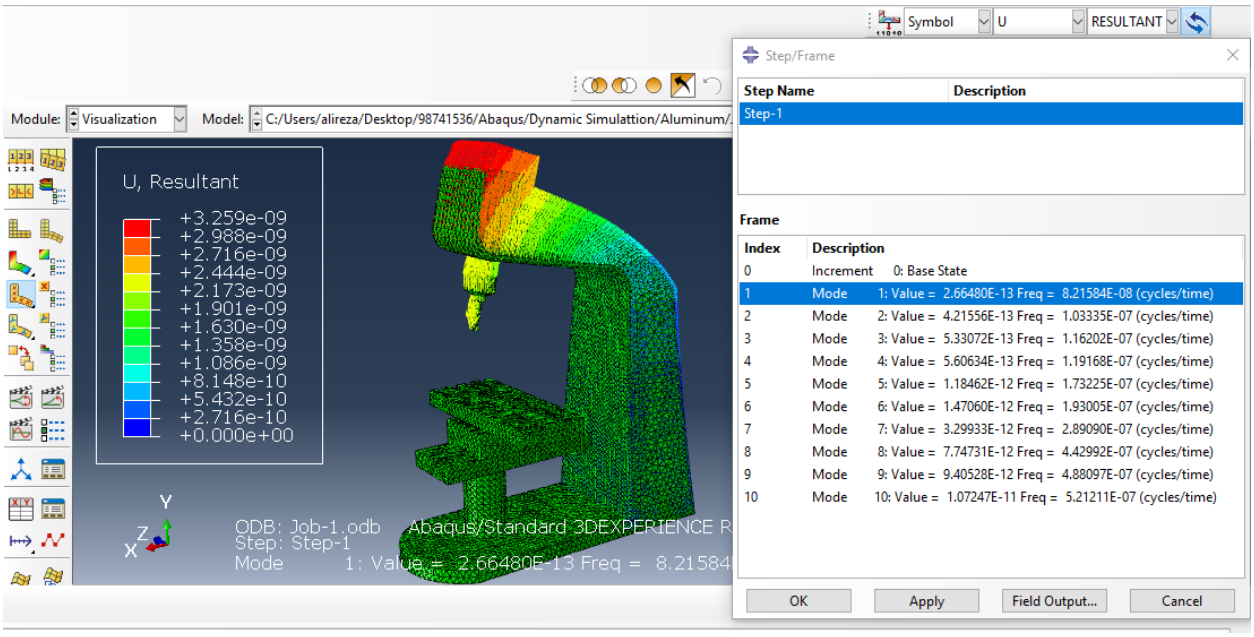
حال خروجی ما به شرح زیر است :



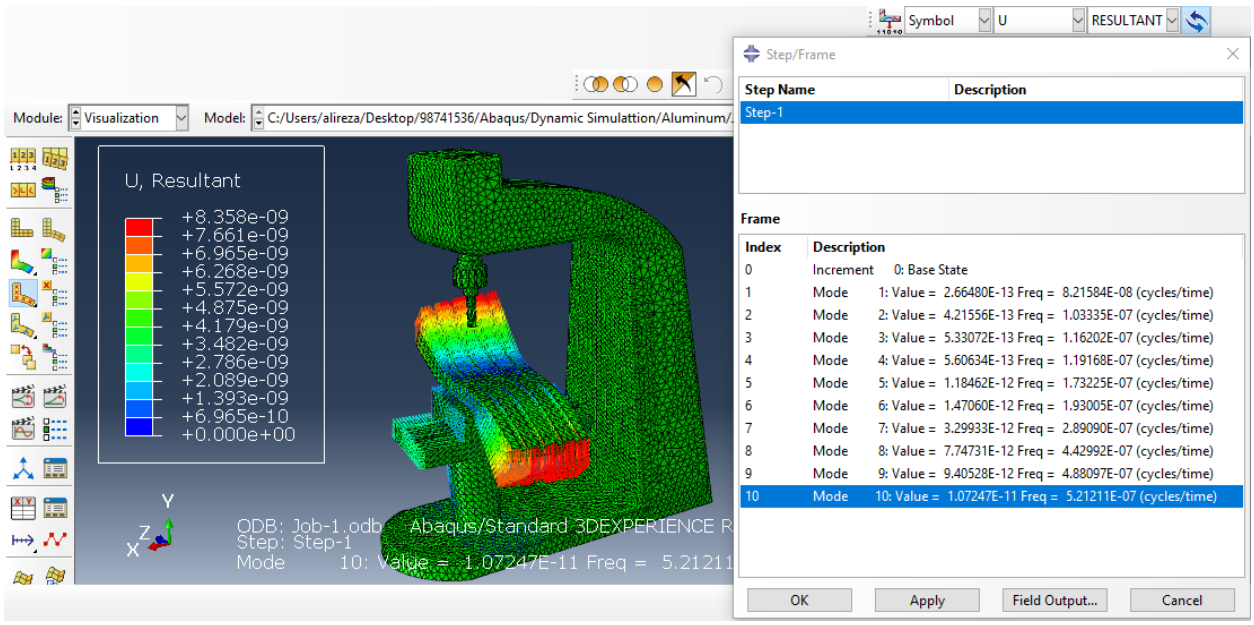
حال سپس می دانیم برای مدهای فرکانس طبیعی ، همانطور که ۱۰ حالت را در ماژول step برای مد های فرکانس طبیعی انتخاب کردیم برای مشاهده ی آن ها از مسیر زیر می رویم :



حال چون در حالت دینامیکی هستیم ، مثلا با توجه به تصویر زیر ، اولین فرکنس دینامیکی ۸.۲۱۵۸۴ * ۱۰^-۰۸ را در نظر می گیریم :

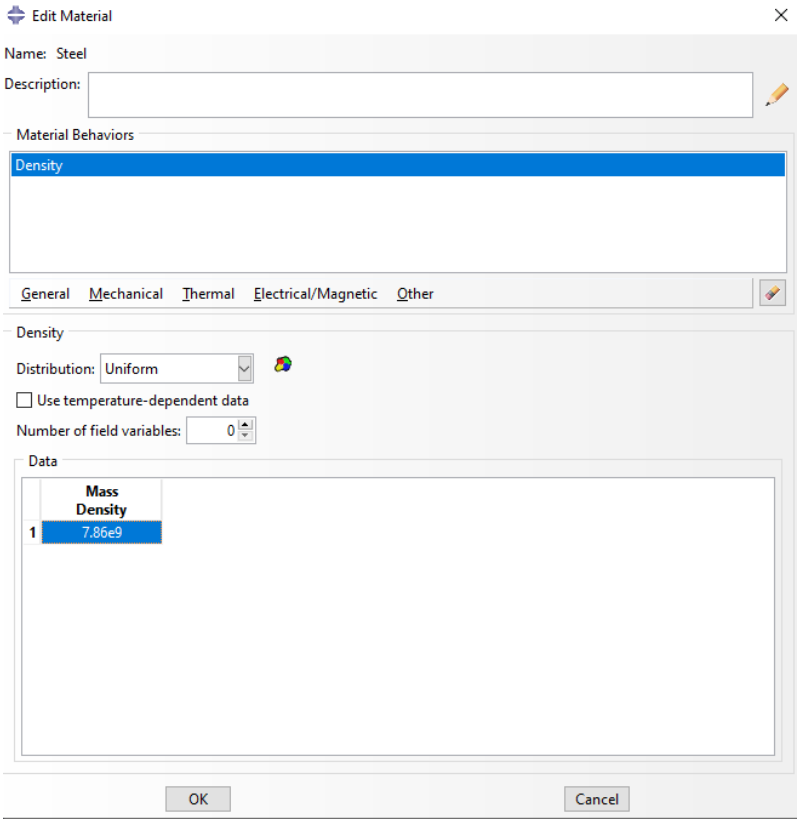


سپس آخرین مد را یعنی مد فرکانس طبیعی ۵.۲۱۲۱۱ * ۱۰^-۰۷ داریم :

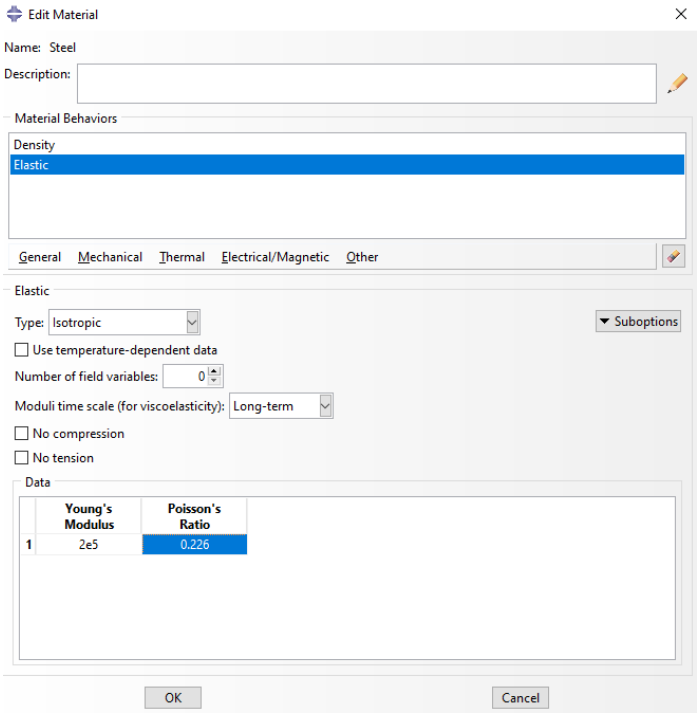


-جنس فولاد یا Steel

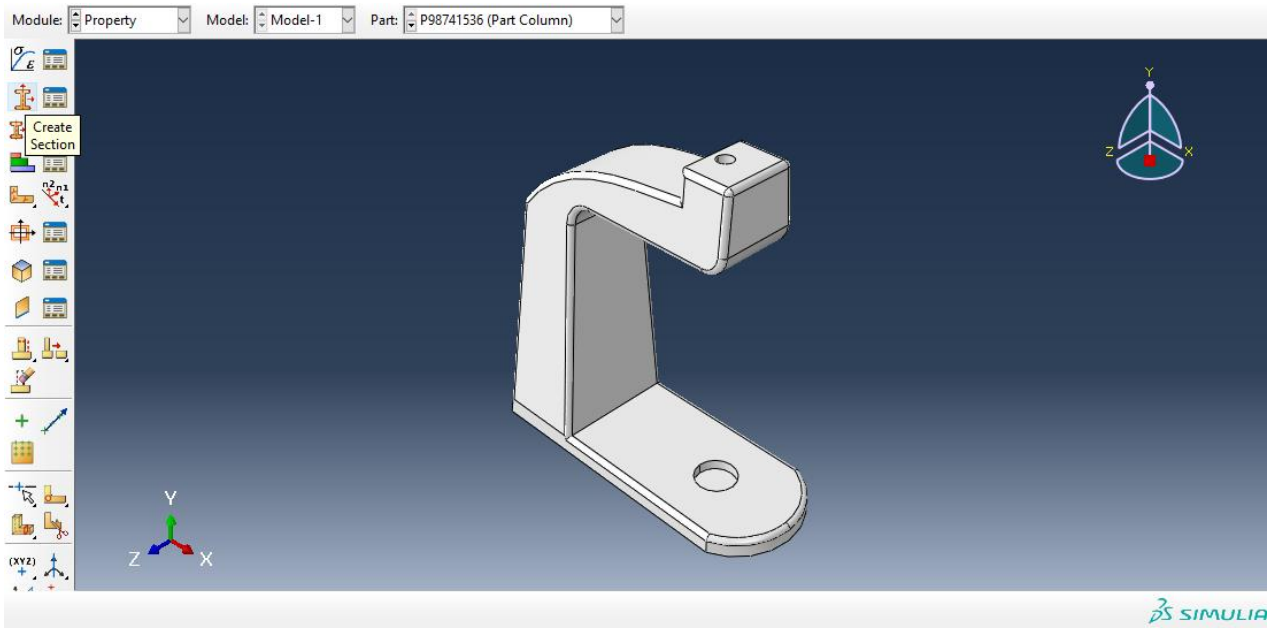
حال به طور مشابه با جنس آلومینیم ، در ابتدا از ماژول پارت ، اجزا را به صورت import و با نوع part وارد کرده و به سراغ ماژول property می رویم و با توجه به مقادیر در خواص پیش فرض نرم افزار کتیا برای جنس فولاد یعنی صفحه ی ۷ این گزارش به صورت زیر تعریف می کنیم با توجه به اینکه واحد میلیمتر پیش فرض آباکوس ما است و یعنی مدول یانگ فولاد ۲e۱۱ با واحد N/M۲ است ولی با واحد میلیمتر مربع ۲e۵با واحد N/MM۲ است و همچنین چگالی فولاد ۷۸۶۰ با واحد KG/M۳ است ولی با ۷.۸۶e۹ با واحد g/mm۳ است حال دارین :



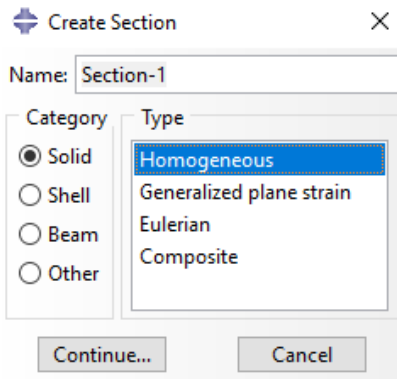
سپس داریم :



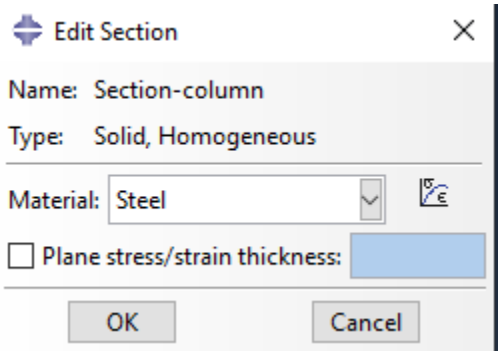
حال با تایید آن به سراغ دستور create section می رویم :



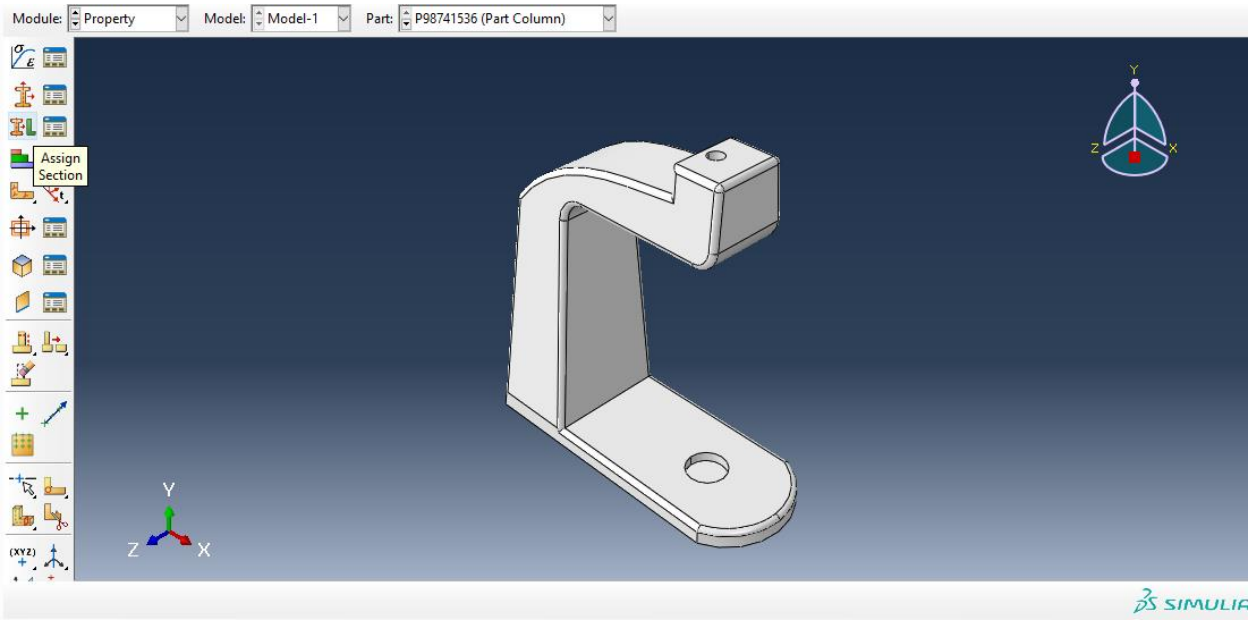
سپس :



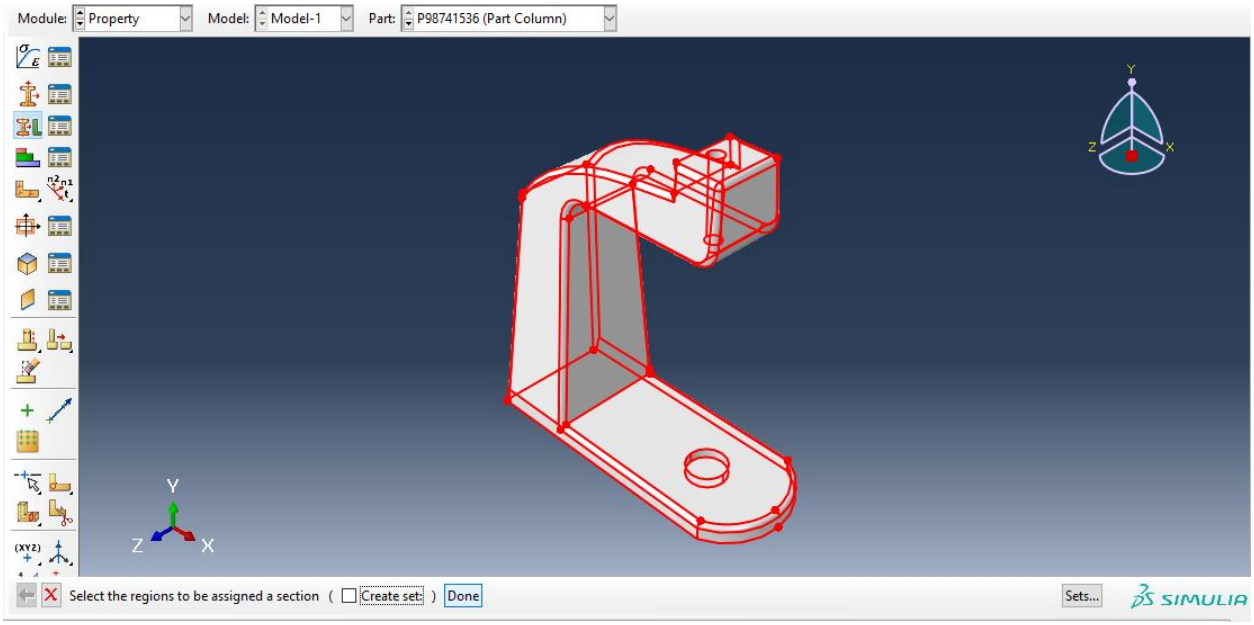
یا تایید آن داریم :



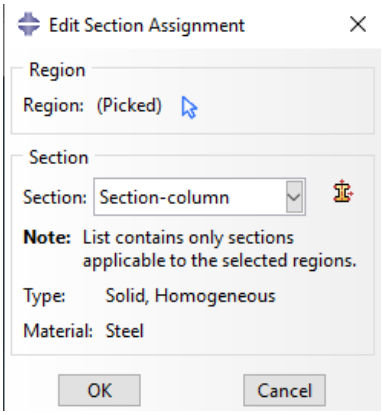
سپس با تایید آن به سراغ دستور Assign section می رویم :



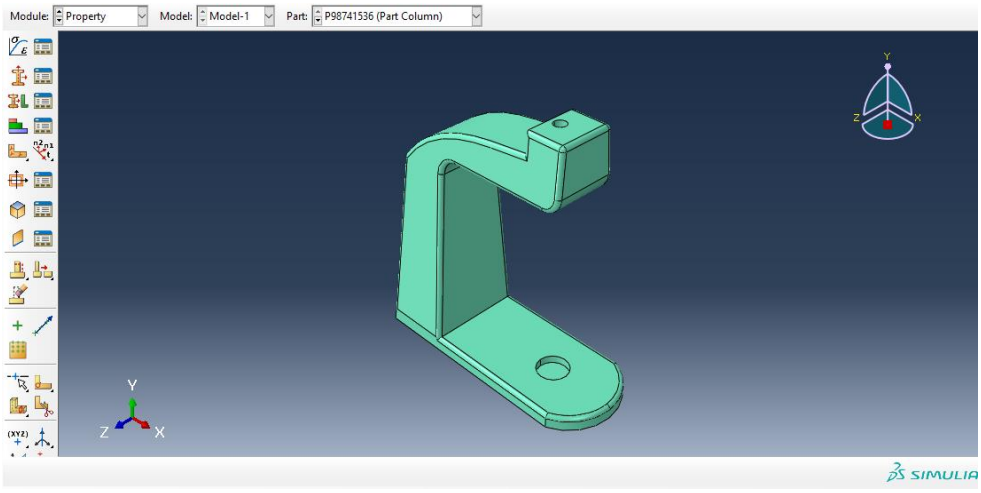
حال داریم ، با انتخاب کل مدل column داریم :



با انتخاب Done داریم :



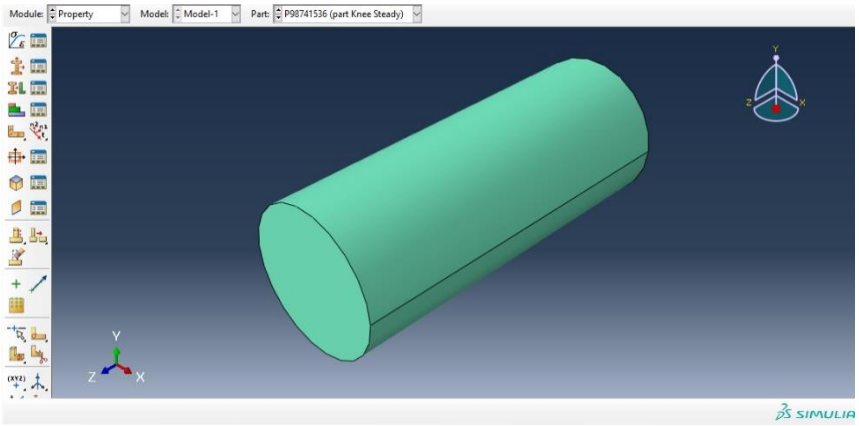
حال داریم :



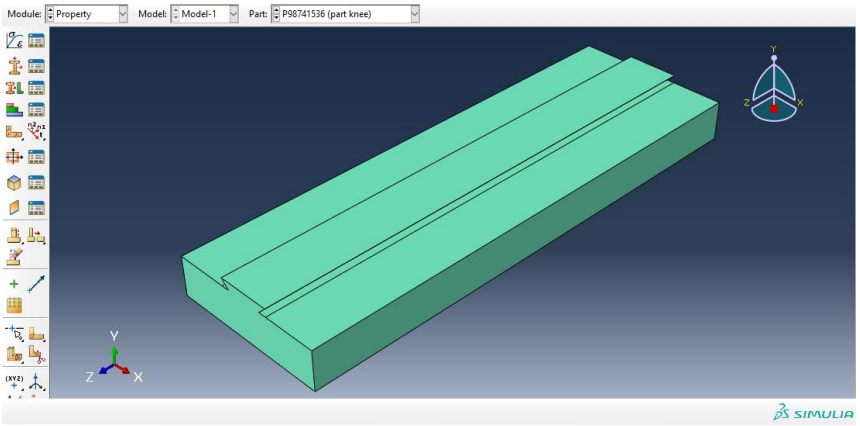
حال با سبز شدن رنگ آن ، تعریف متریال برای column به اتمام رسید .

سپس به طور مشابه اگر همین مسیر را برای دیگر اجزا برویم در نتیجه خواهیم داشت :

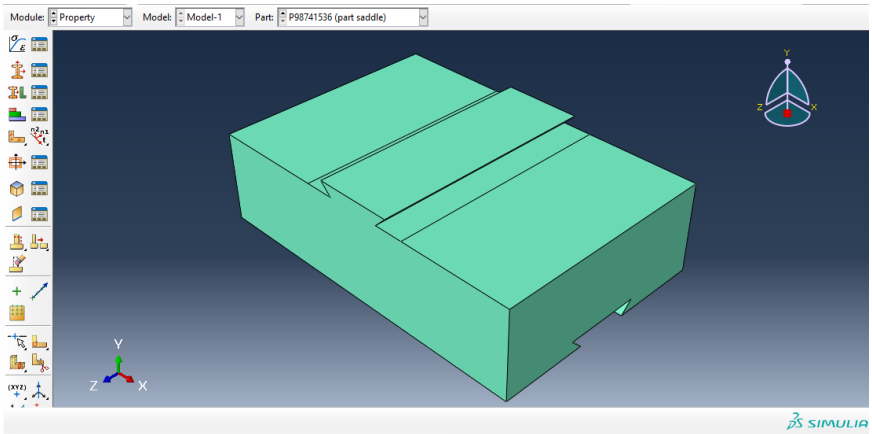
برای knee steady :



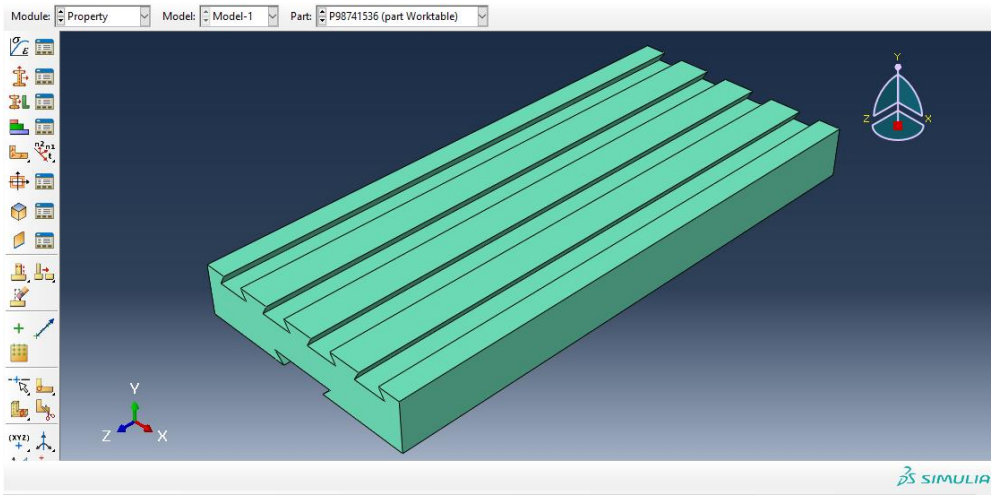
برای knee :



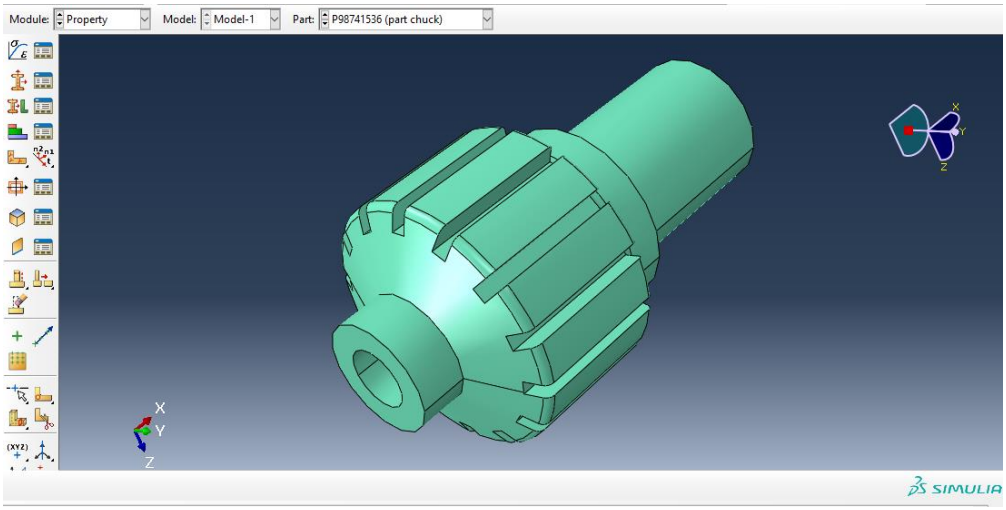
برای saddle :



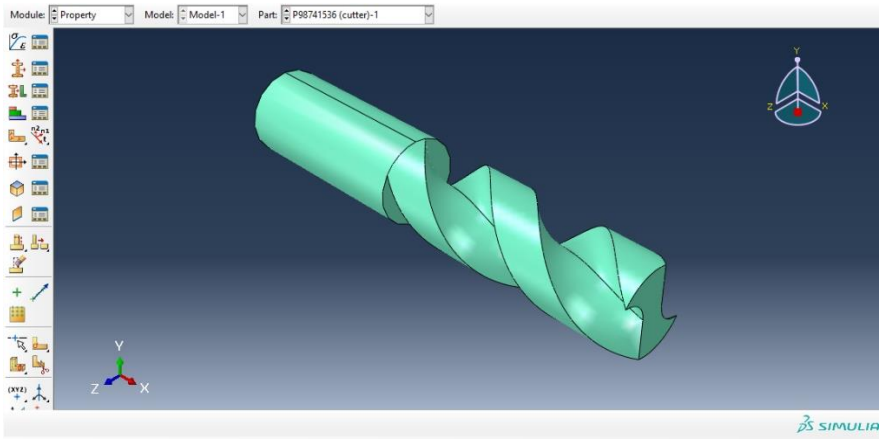
برای worktable داریم :



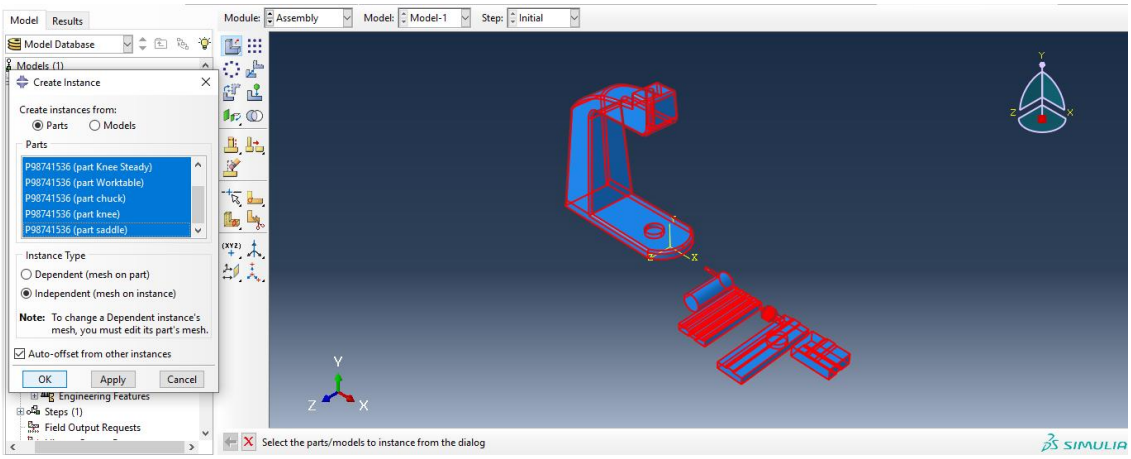
برای chuck داریم :



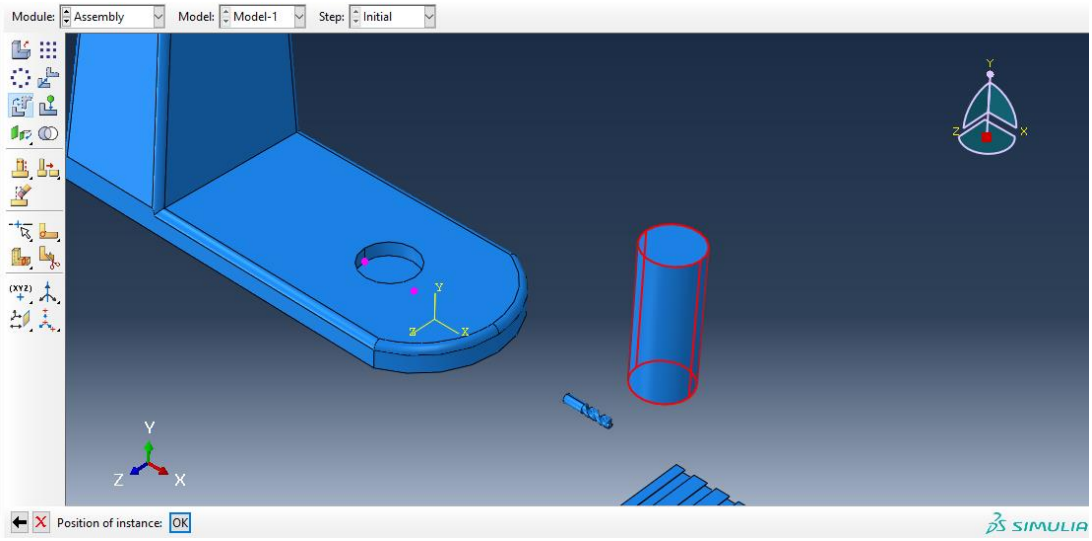
برای cutter داریم :



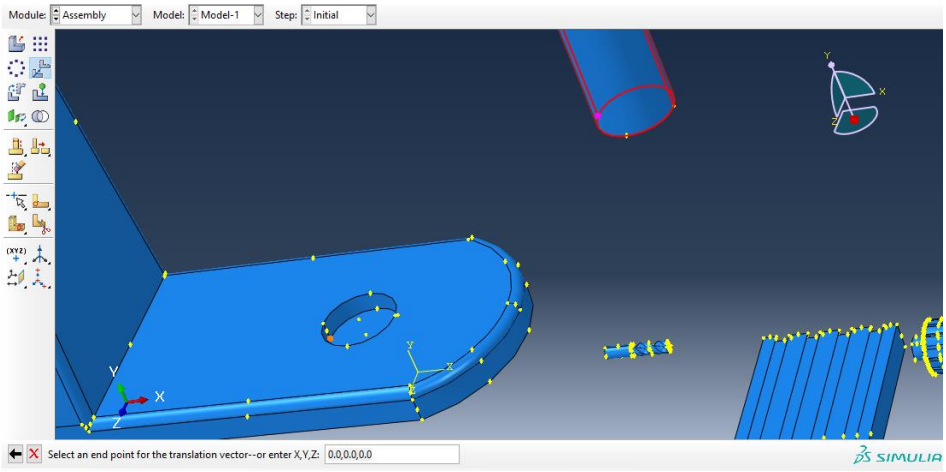
حال به سراغ ماژول assembly می رویم و از دستور create instance داریم :



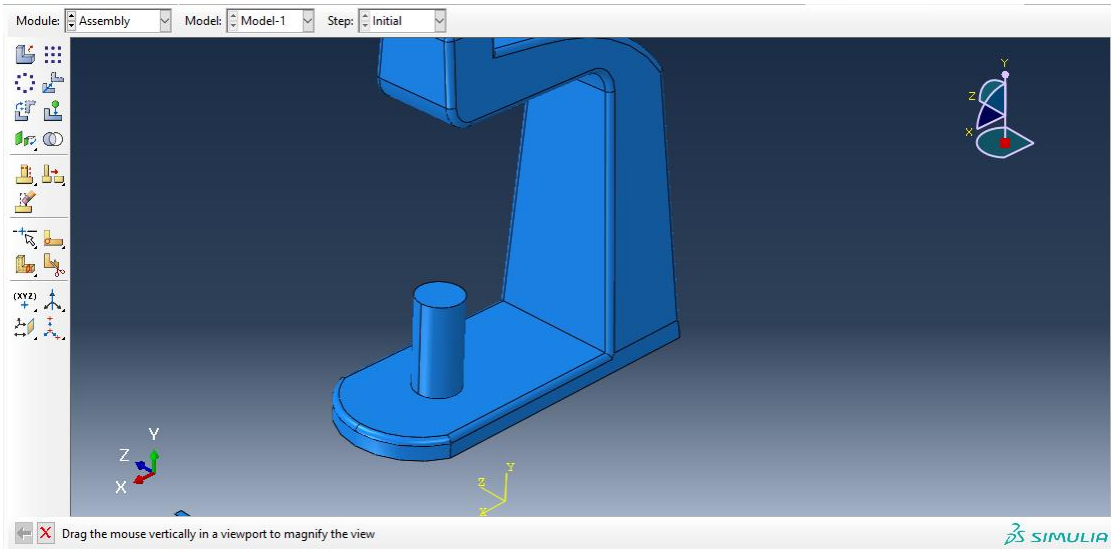
حال با تایید آن به وسیله ی دستور rotate instance جزء knee steady را ۹۰ درجه می چرخانیم به وسیله ی انتخاب دو نقطه به عنوان محور دوران ، حال داریم :



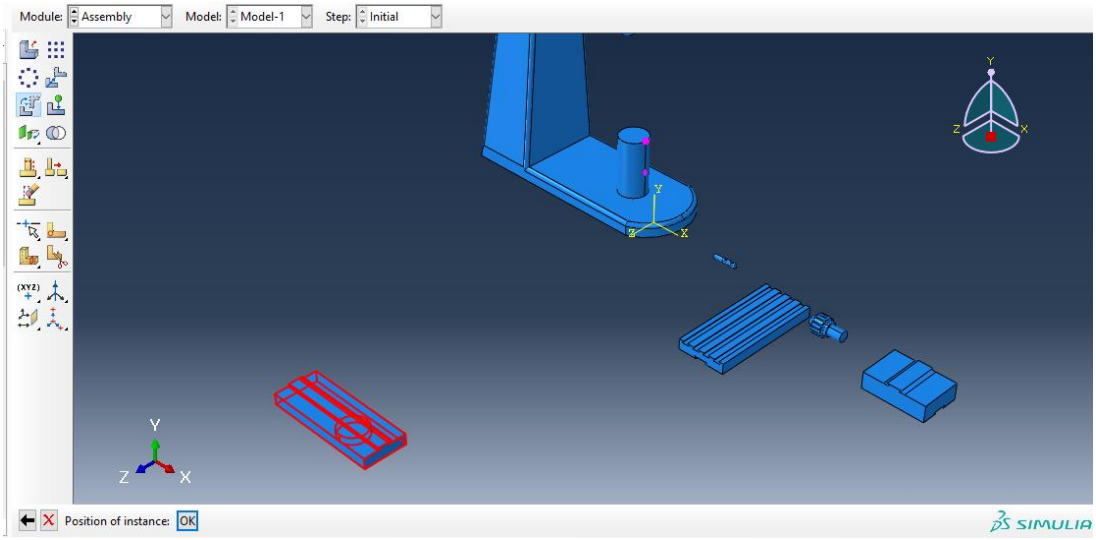
حال از دستور translate instance آن را به بالای سوراخ column انتقال می دهیم :



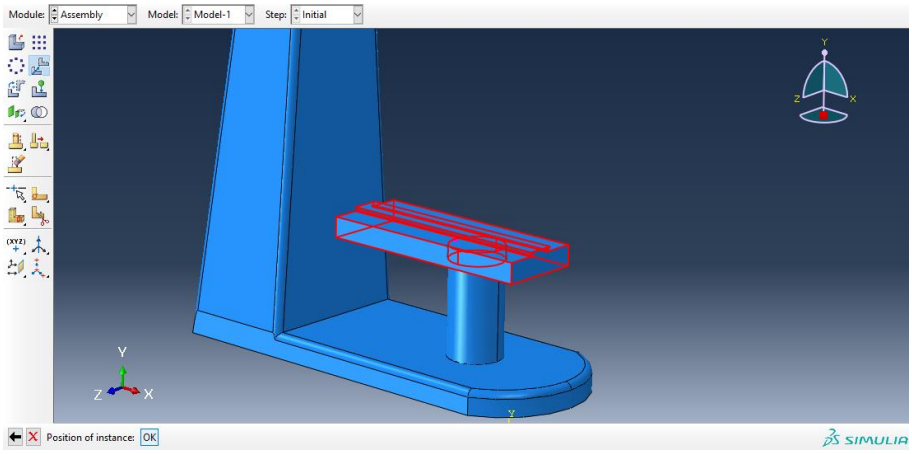
سپس :



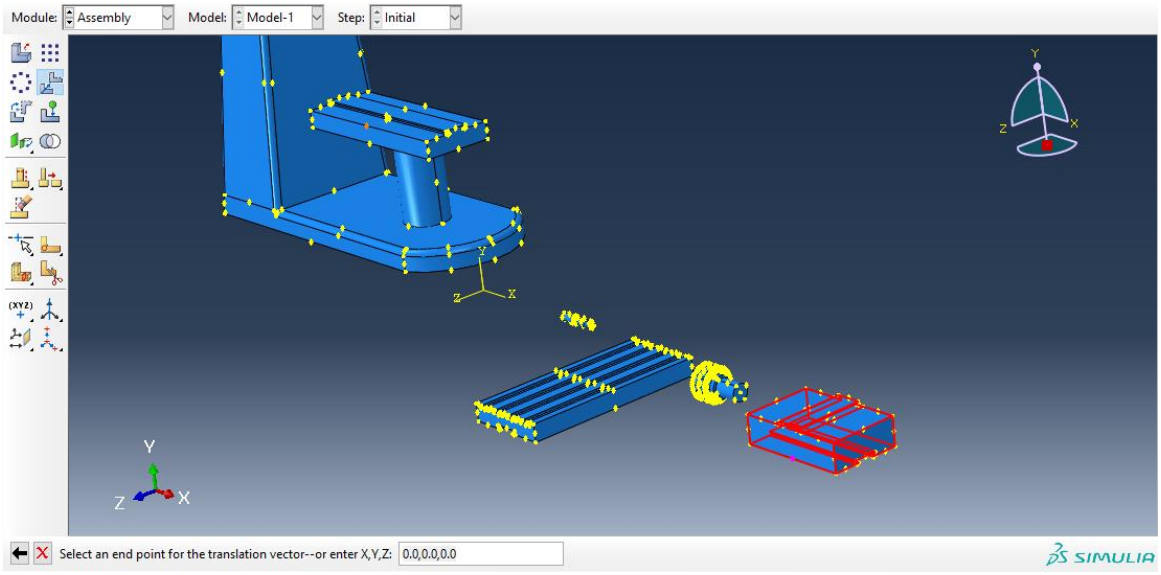
حال به سراغ جزء knee رفته و در ابتدا آن را به اندازه ۹۰ در جه می چرخانیم :



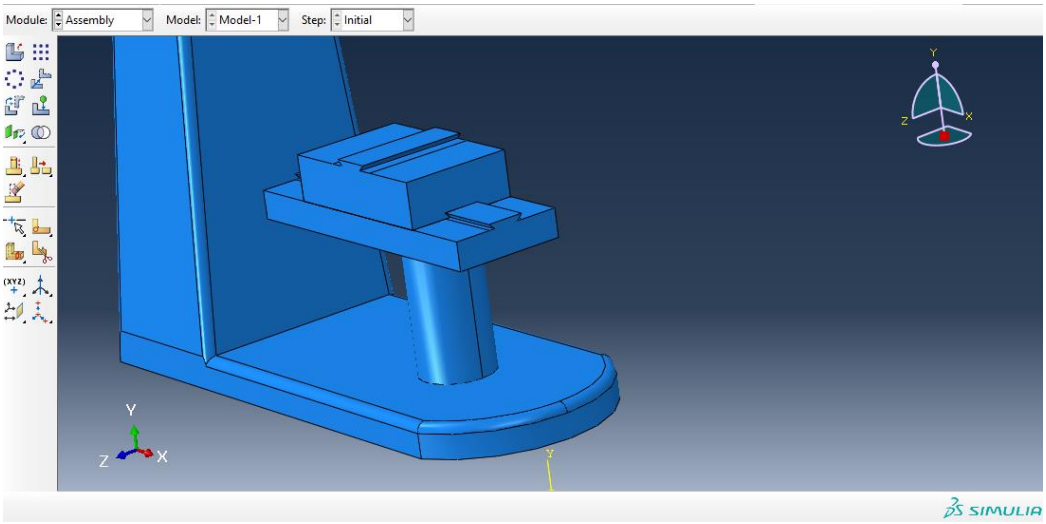
سپس با دستور translate insyance داریم :



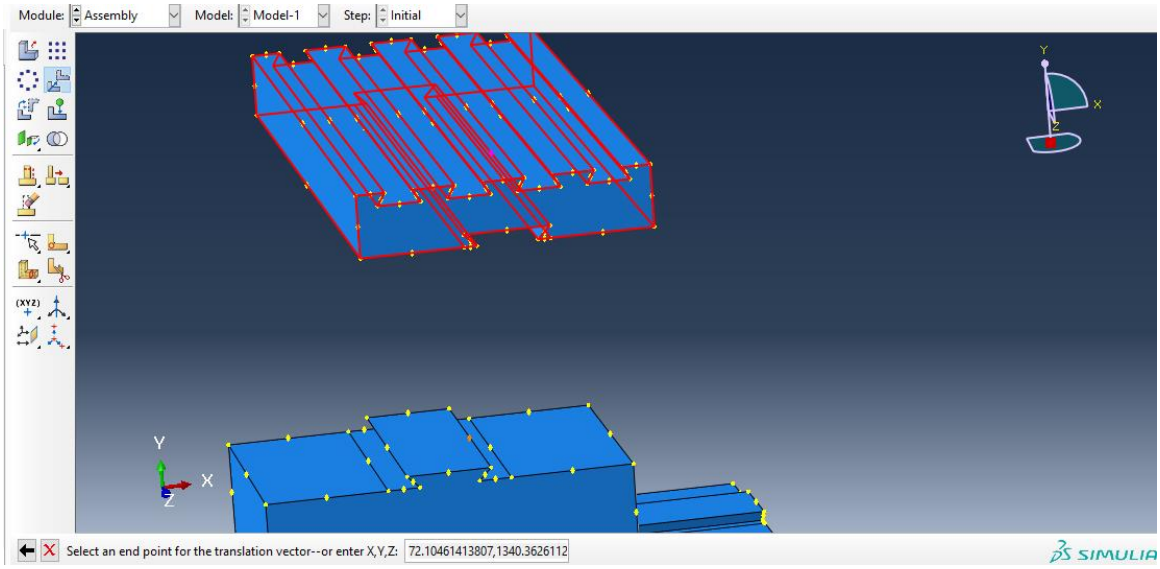
حال به سراغ جزء saddle می رویم و از translate instance داریم :



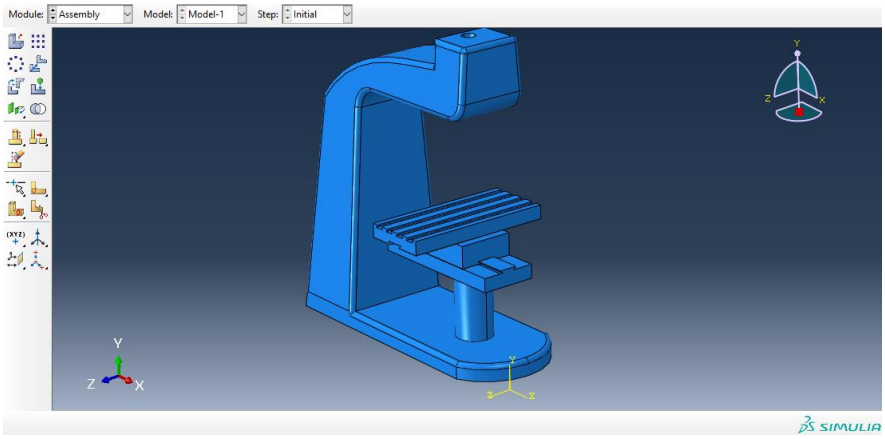
سپس :



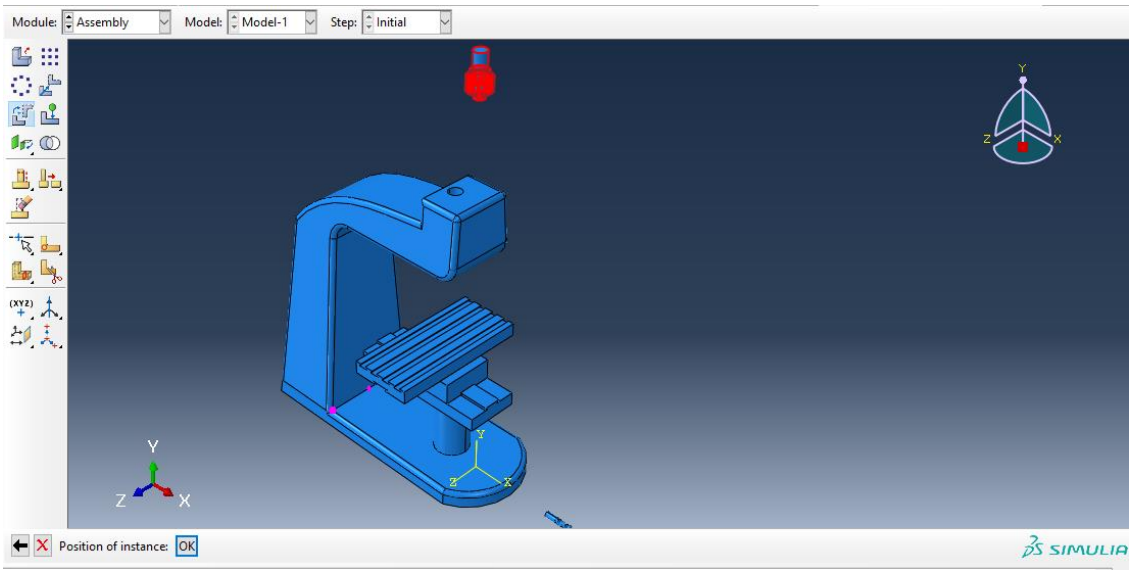
حال به سراغ جزء worktable می رویم و از دستور translate instance داریم :



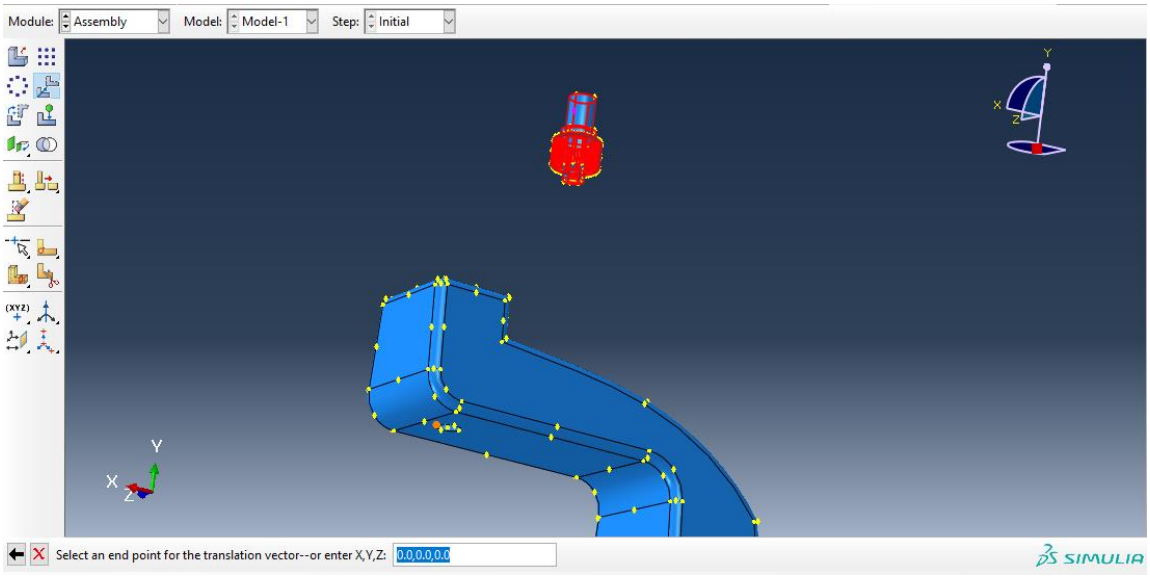
سپس :



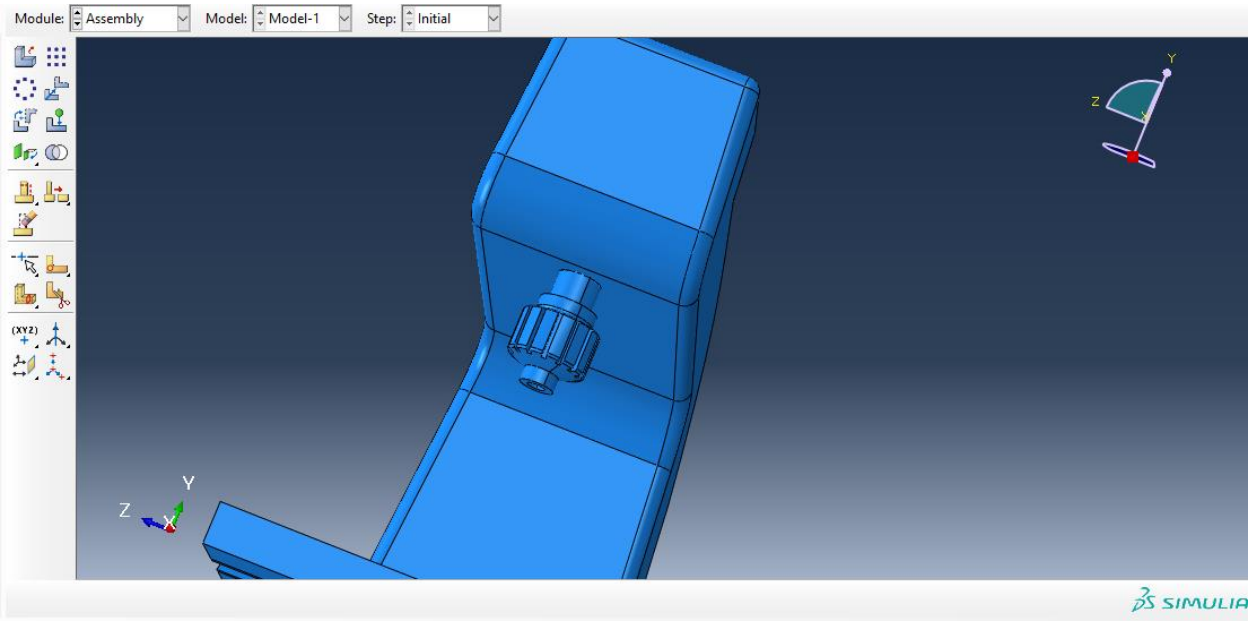
حال به سراغ جزء chuck می رویم و در ابتدا از دستور rotate instance آن را به اندازه ۹۰ درجه می چرخانیم :



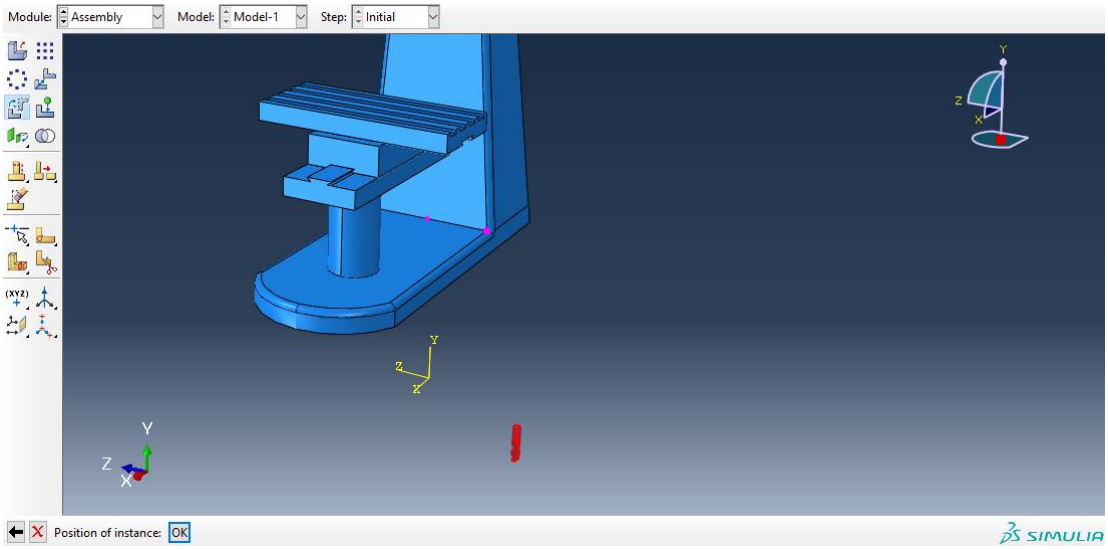
سپس با دستور translate instance داریم :



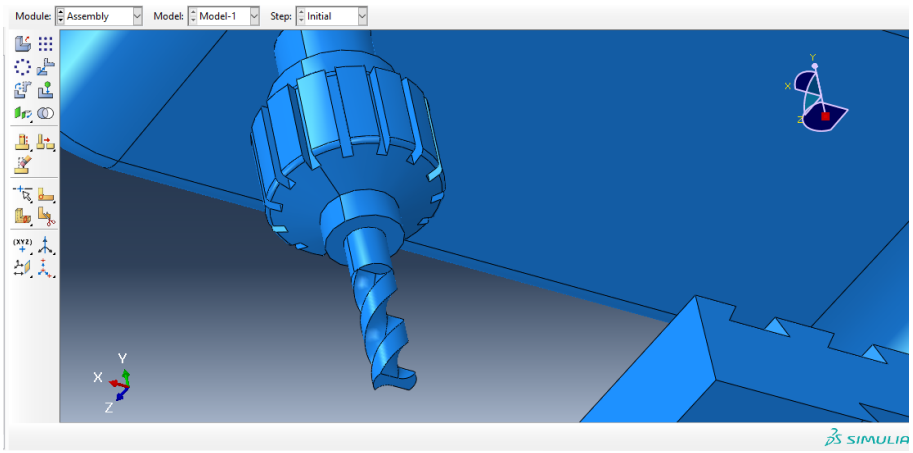
سپس در ابتدا با انتخاب دو نقطه هم محور به طور مشابه هم محور شده و سپس با انتخاب دو نقطه مذکور داریم :



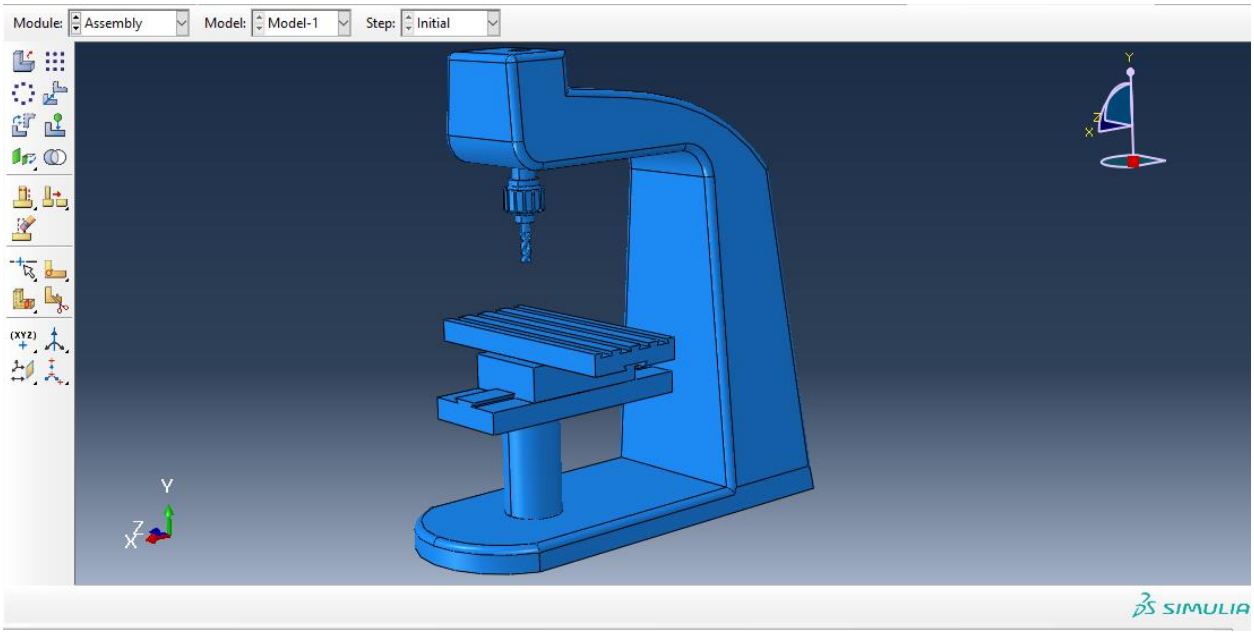
حال به سراغ جزء cutter می رویم و از instance rotate داریم :



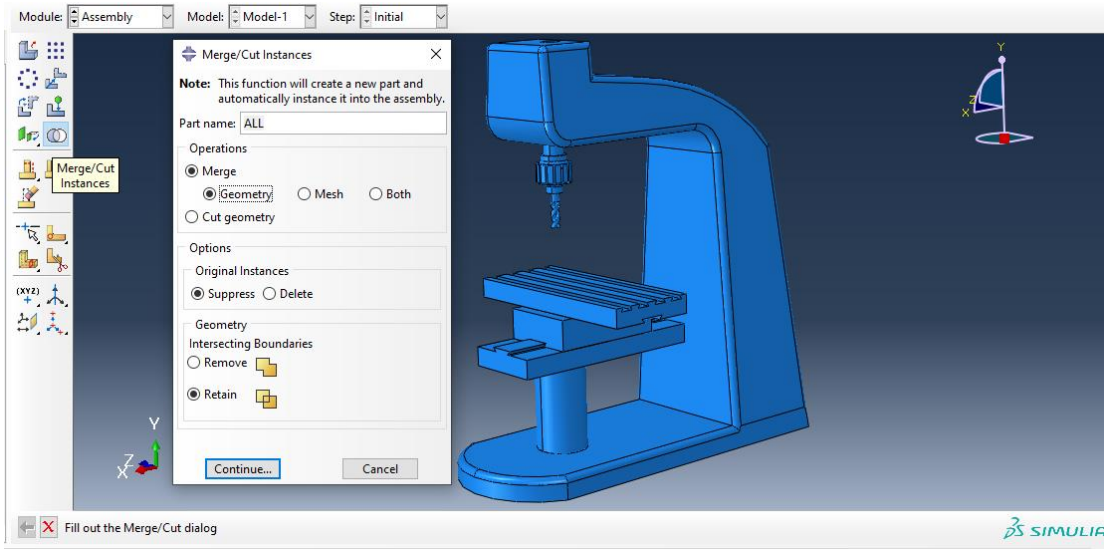
سپس از translate instance در ابتدا با انتخاب نقاط وسط از هر دو برای هم محور کردن و سپس با انتخاب دو نقطه به طور مشابه داریم :



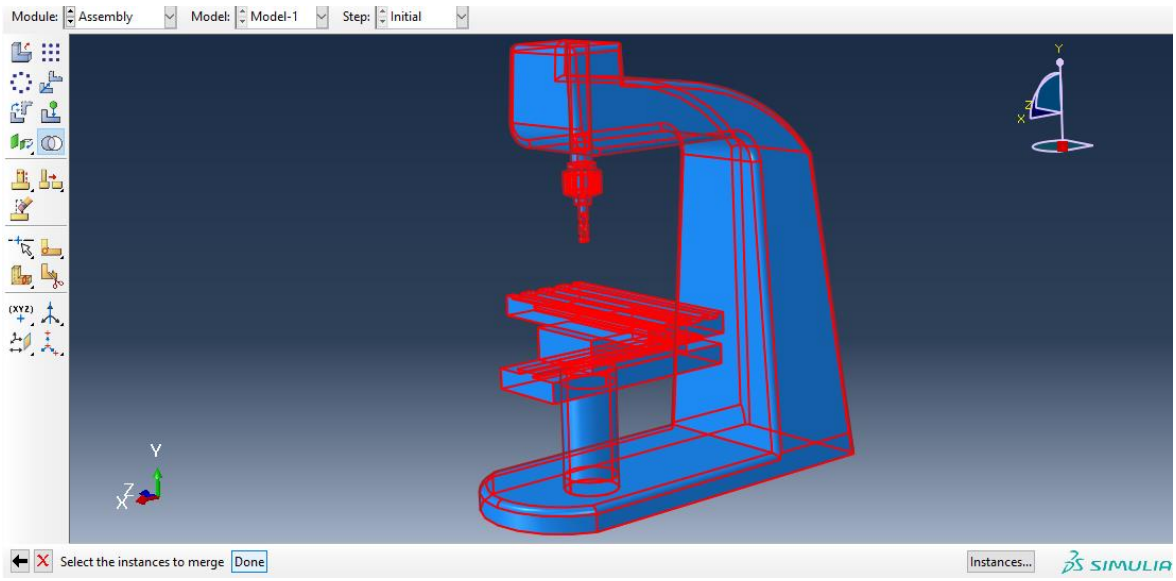
حال در کل اسمبلی به پایان رسید و داریم :



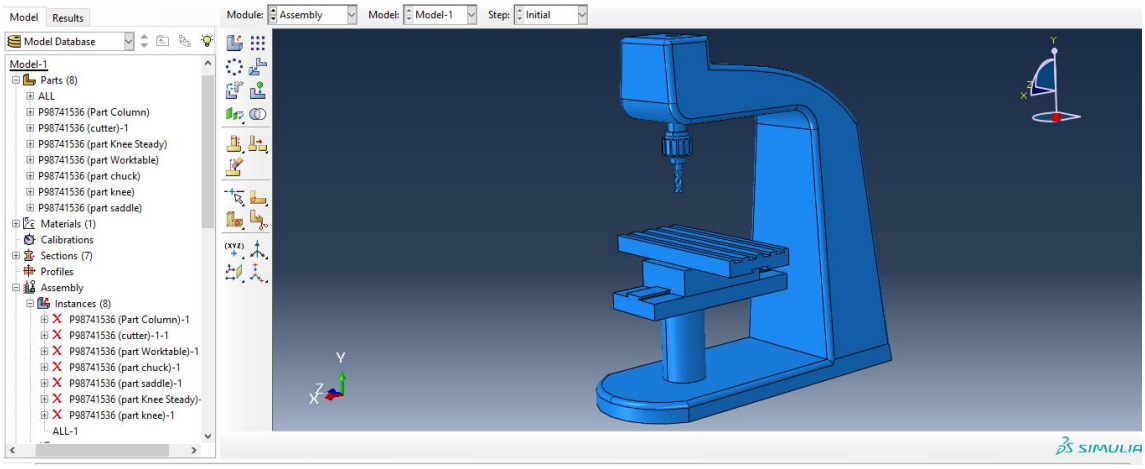
حال به جای اینکه برای تعریف تماس به ماژول interaction برویم ما در ماژول اسمبلی از دستور merge /cut داریم :



حال با تایید آن ، در تصویر زیر کل مدل را انتخاب کرده :

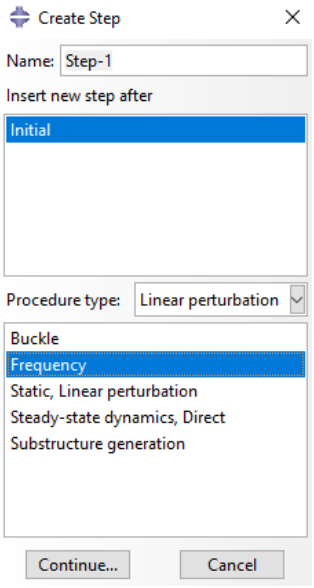


با انتخاب دان داریم :

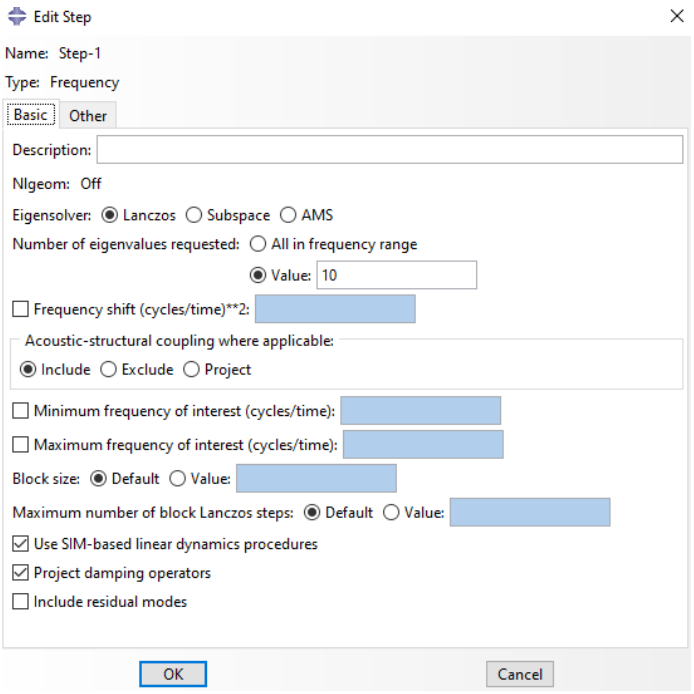


حال کل جسم ما را یک تکه در نظر می گیرد .

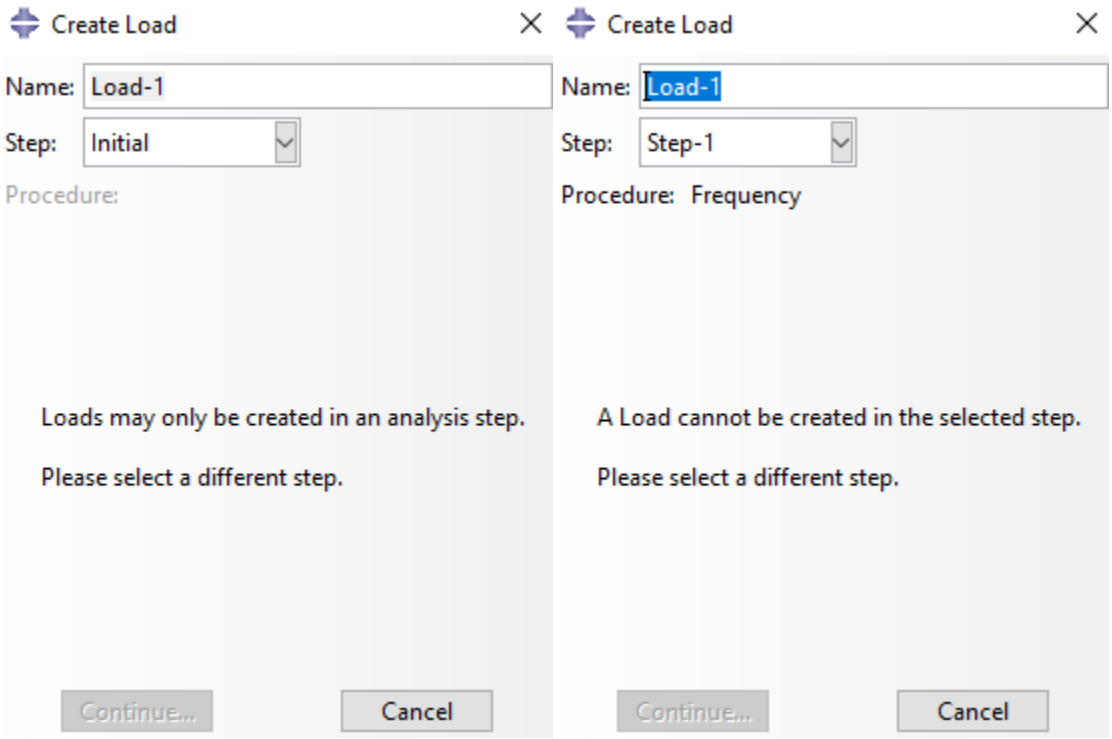
حال به سراغ ماژول step می رویم و از دستور create step داریم :



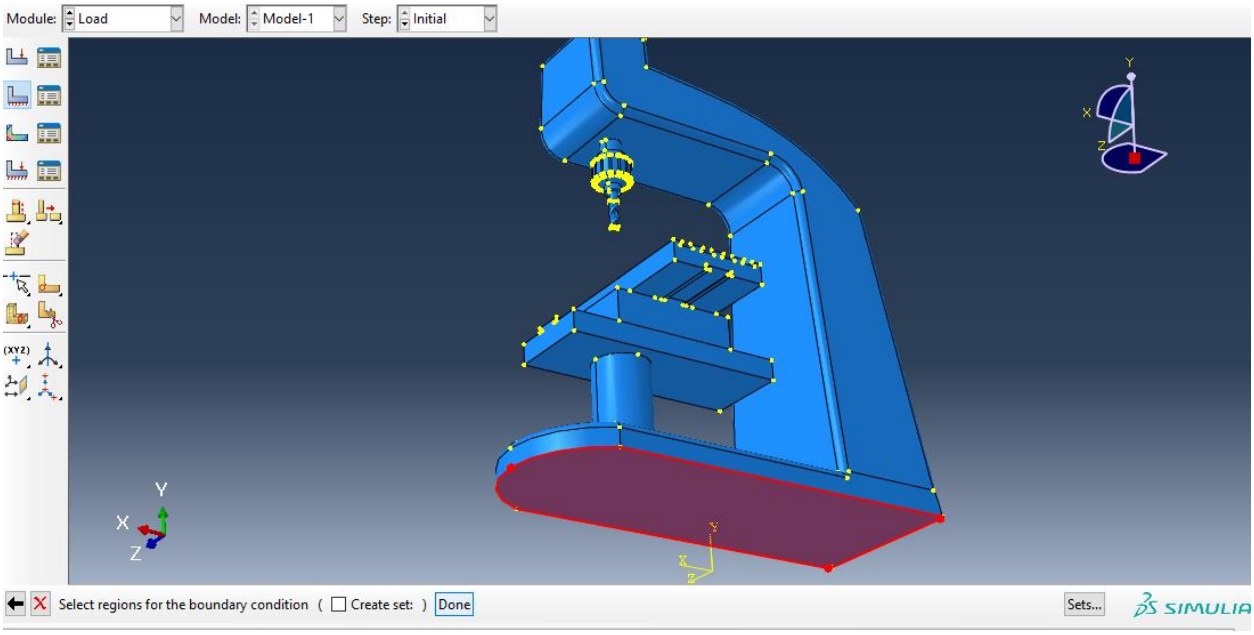
سپس تب زیر را بدون تغییر ایجاد می کنیم که در آن مقدار value را ۱۰ وارد می کنیم که مقدار تعداد حالات فرکانس طبیعی ما می باشد :



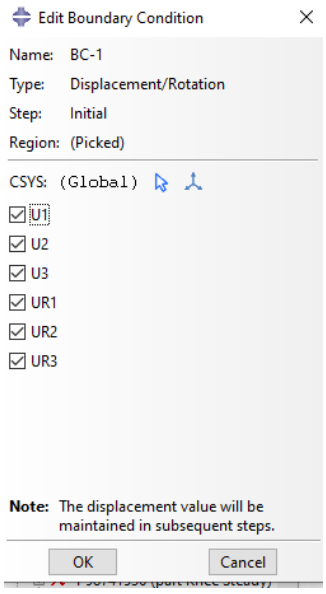
سپس با تایید آن با گذر از ماژول interaction به سراغ ماژول Load می رویم و برای اعمال شرایط تکیه گاهی از دستور create load داریم :



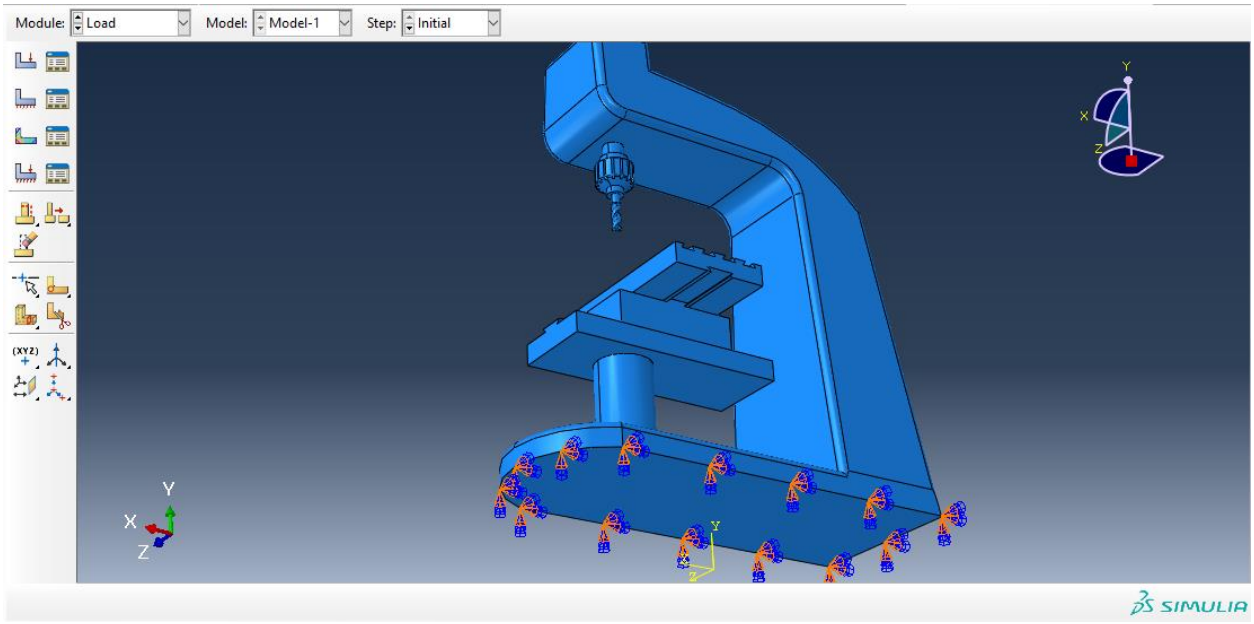
چون step را frequency ایجاد کردیم قادر به اعمال شرایط بارگذاری نیستیم سپس برای اعمال شرایط تکیه گاهیی داریم تکیه گاه داریم :



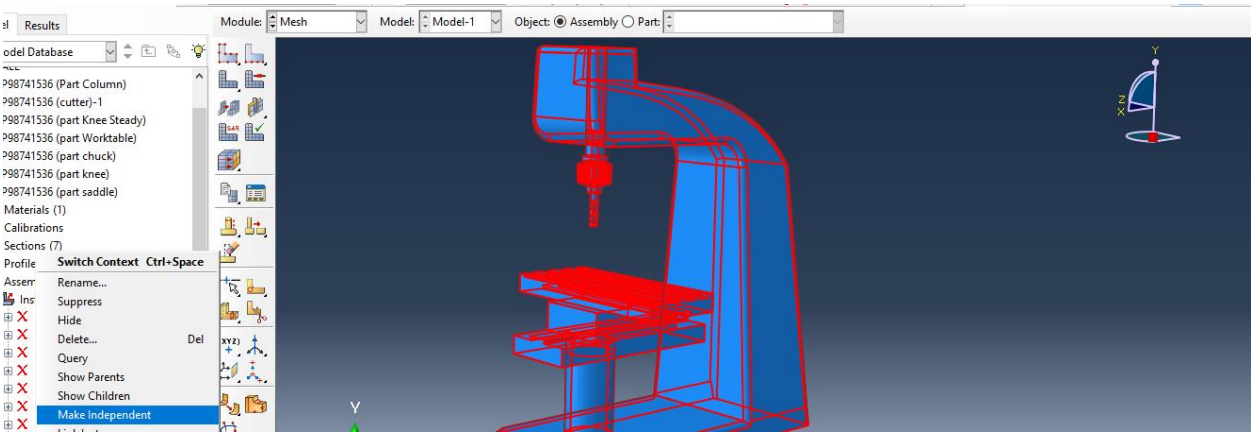
سپس :



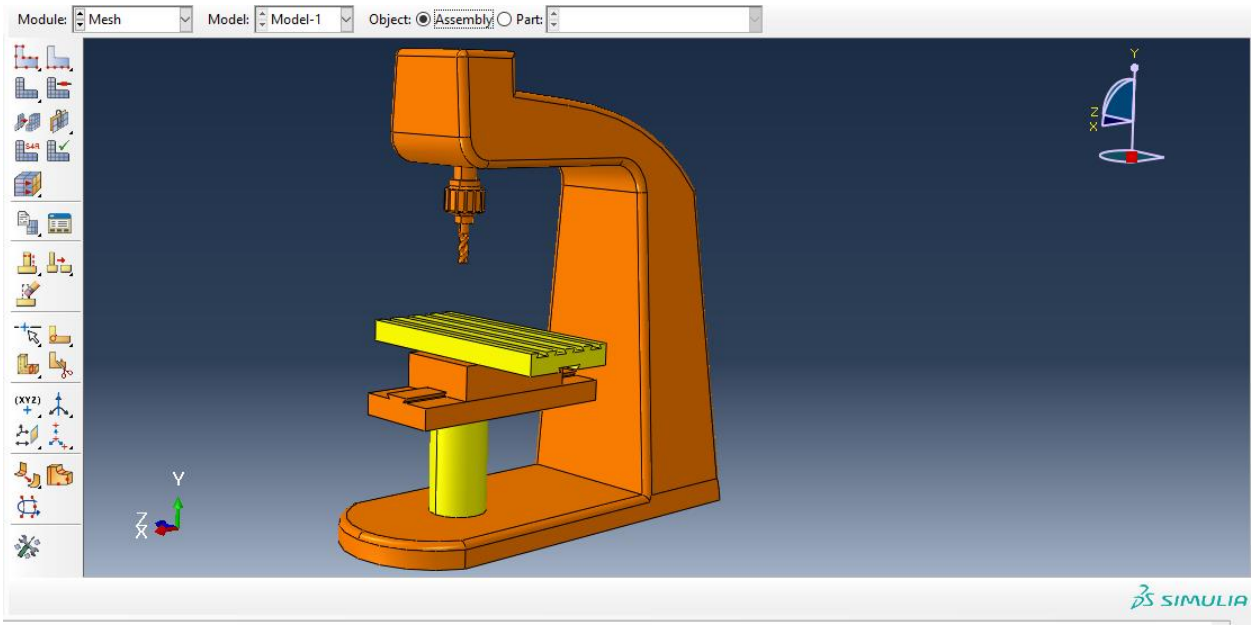
سپس داریم :



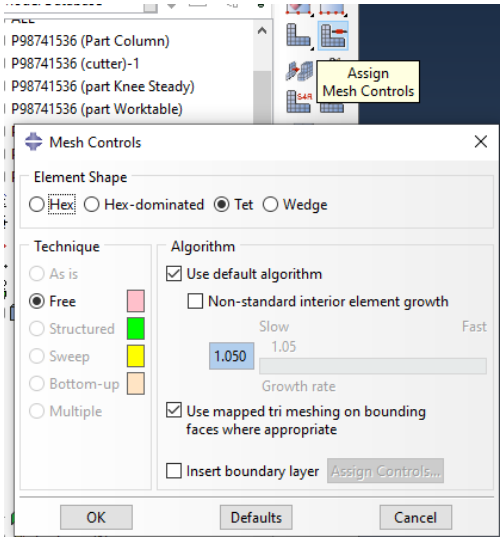
سپس به ماژول mesh می رویم و در ابتدا مش را به dependent تغییر می دهیم :



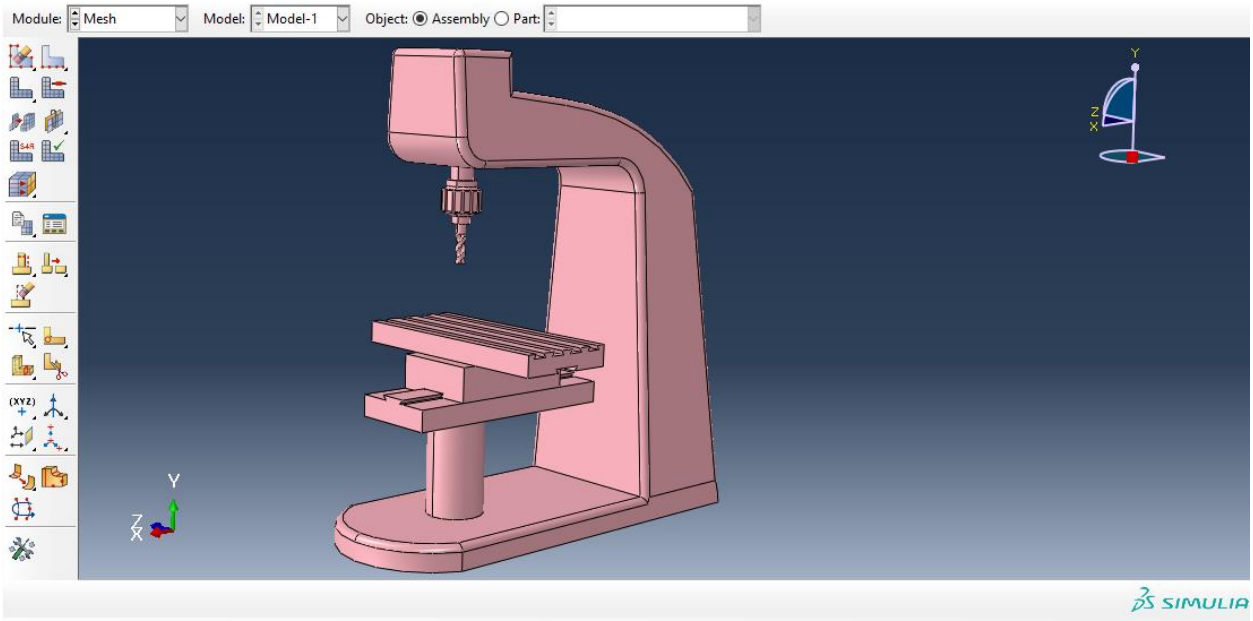
سپس داریم :



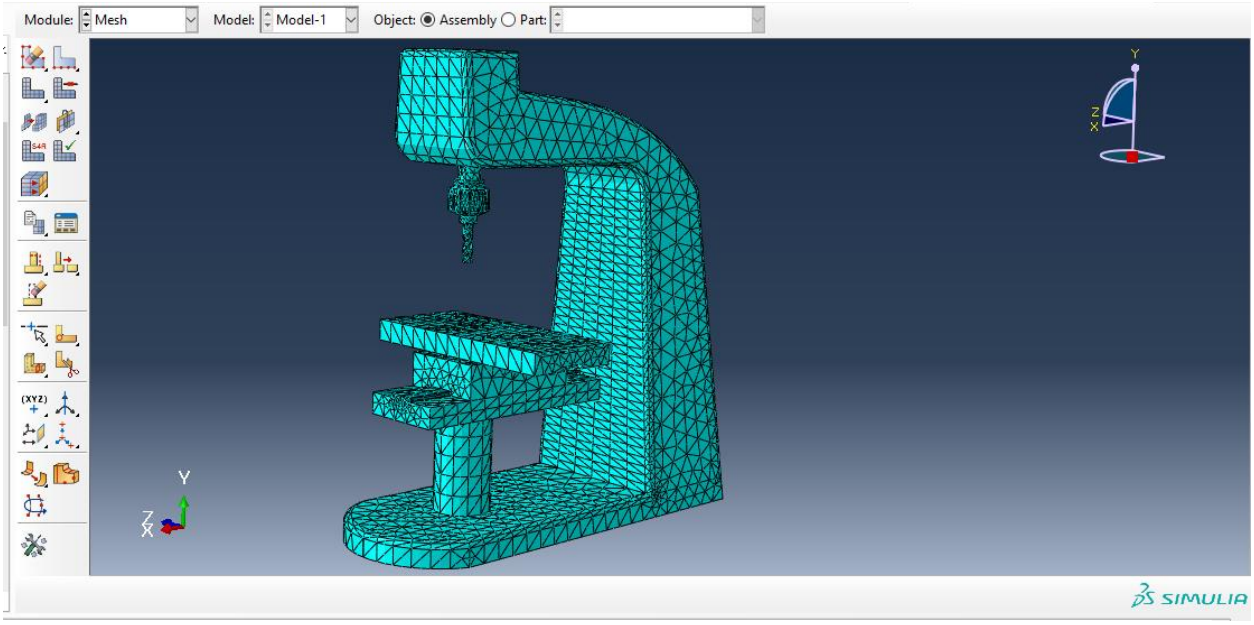
سپس اگر از دستور Mesh Control ، نوع را بر روی free قرار دهیم داریم :



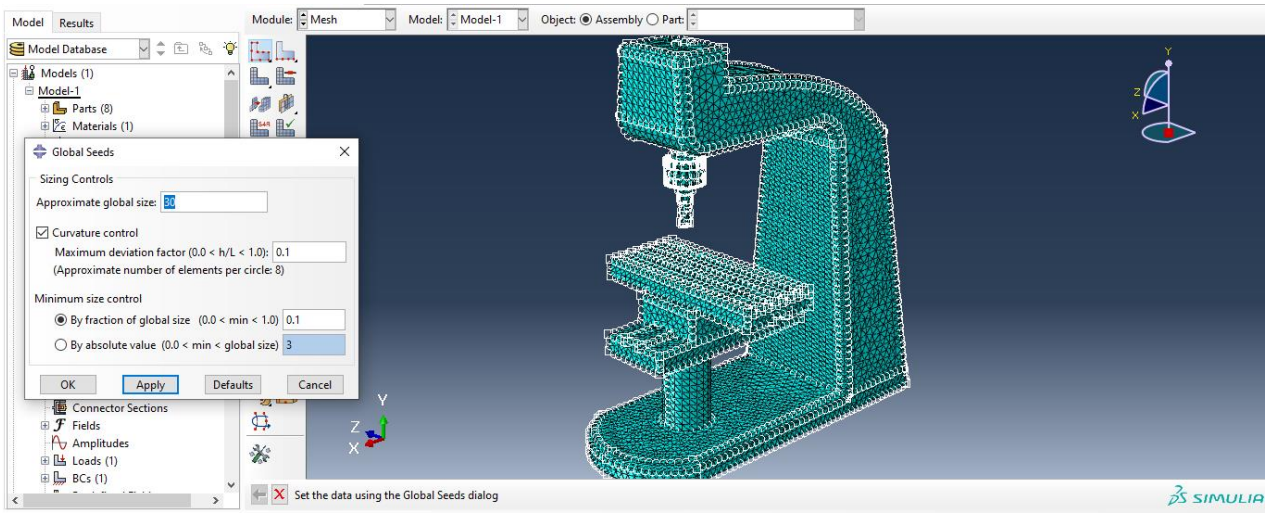
سپس :



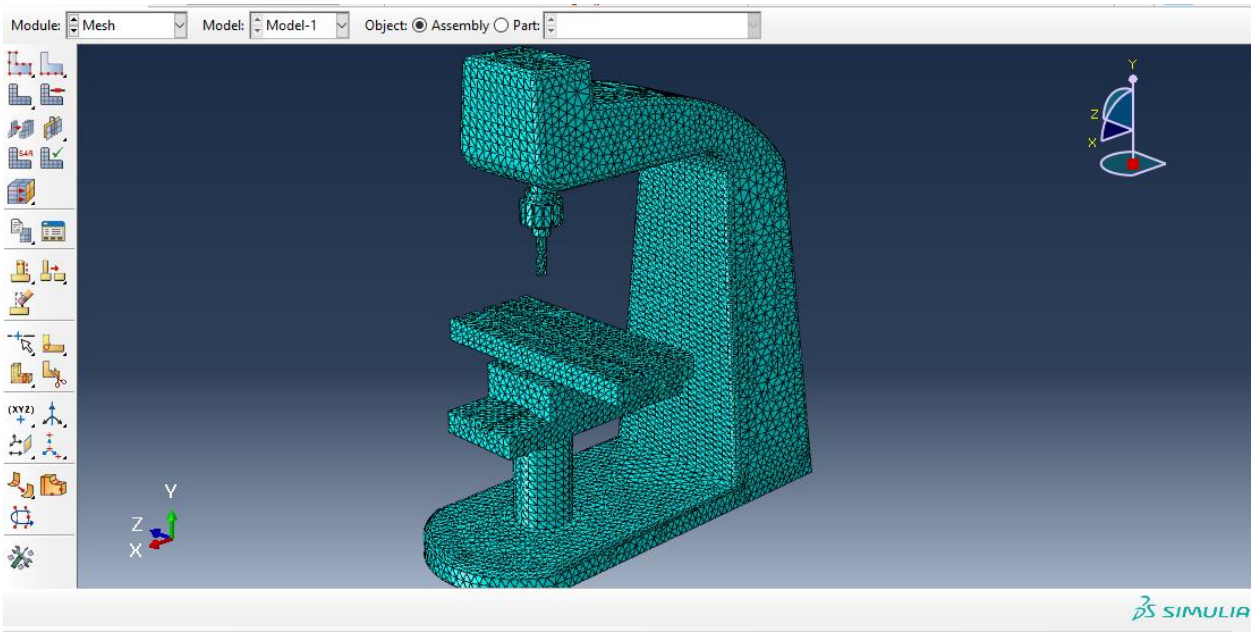
سپس با انتخاب گزینه mesh part داریم :



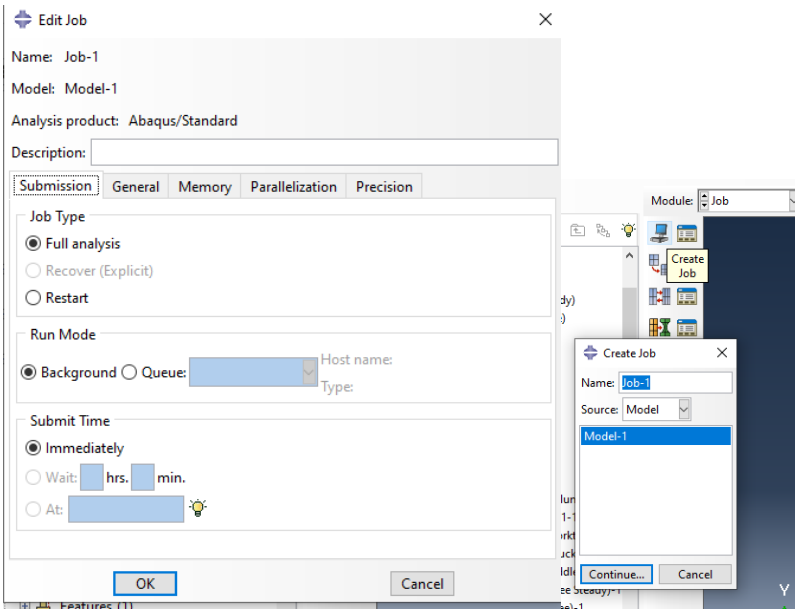
سپس اندازه مش را از global seed داریم :



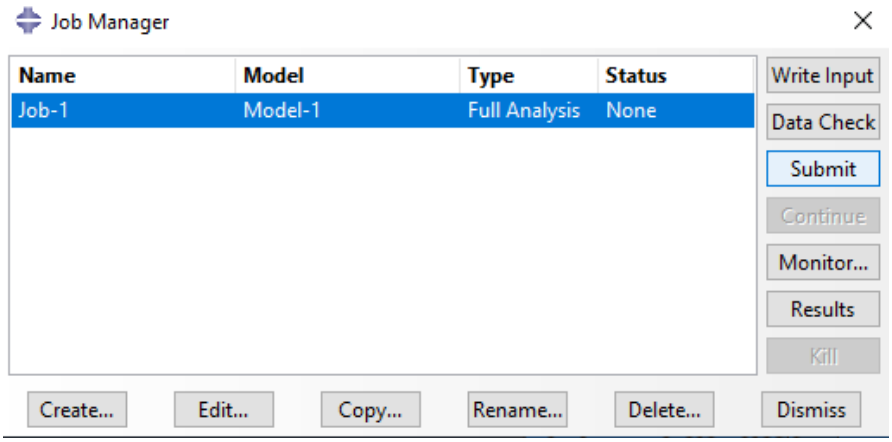
سپس داریم :



سپس به سراغ ماژول job می رویم و از create job داریم :

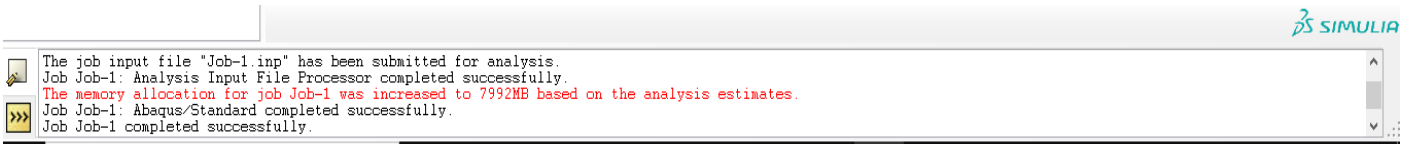


سپس به سراغ دستور job manager می رویم:



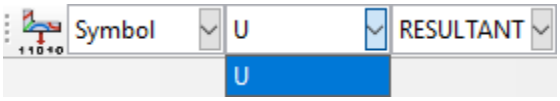
سپس با انتخاب submit می توان ران را شروع کرد و در monitor می توان errors و warning ها را مشاهده کرد و در Results می توان شبیه سازی را مشاهده کرد .

حال با توجه به اینکه پیام زیر را دریافت کردیم یعنی مش ما خیلی ریز است و از حداکثر قدرت لپ تاب استفاده می کنیم .

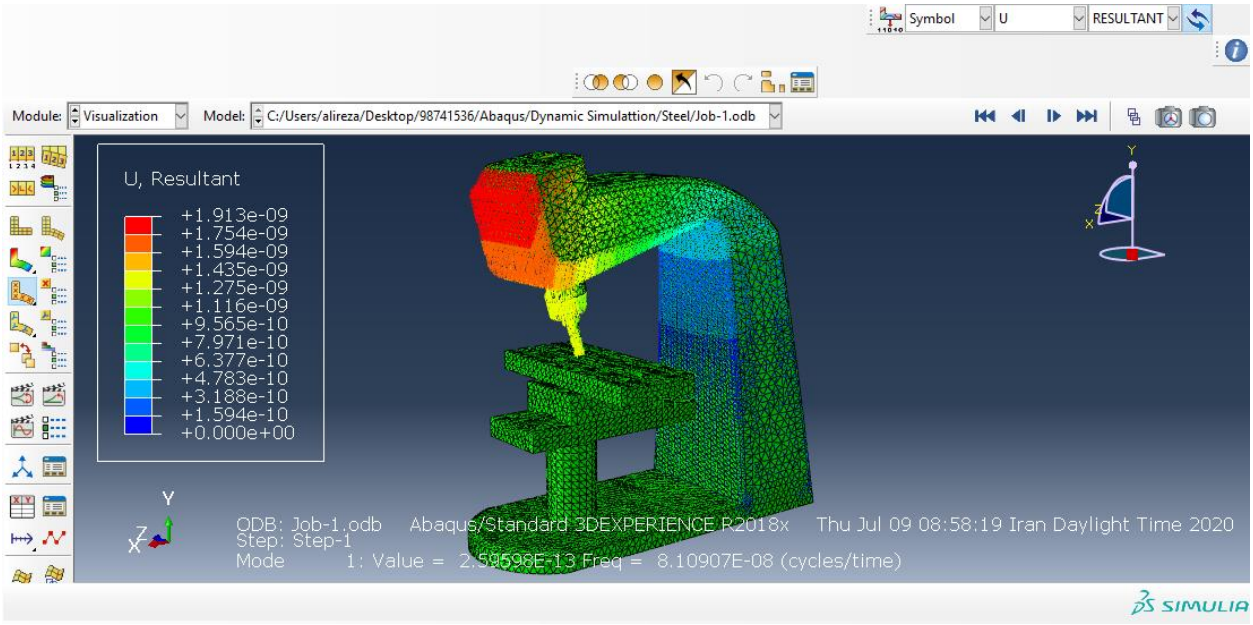


استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

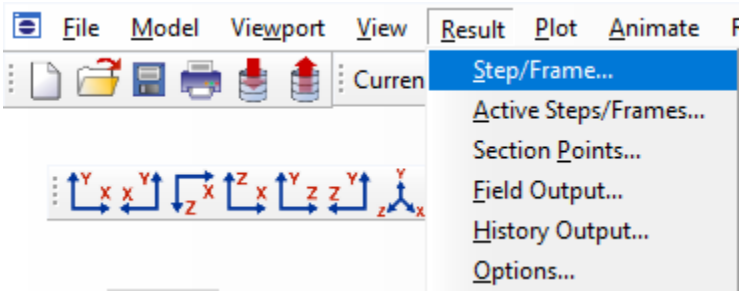
حال با توجه به انتخاب Step که نوع Frequency مورد استفاده ی ما بوده ما تنها می توانیم خروجی کمیت انحراف یا U را استخراج کنیم :



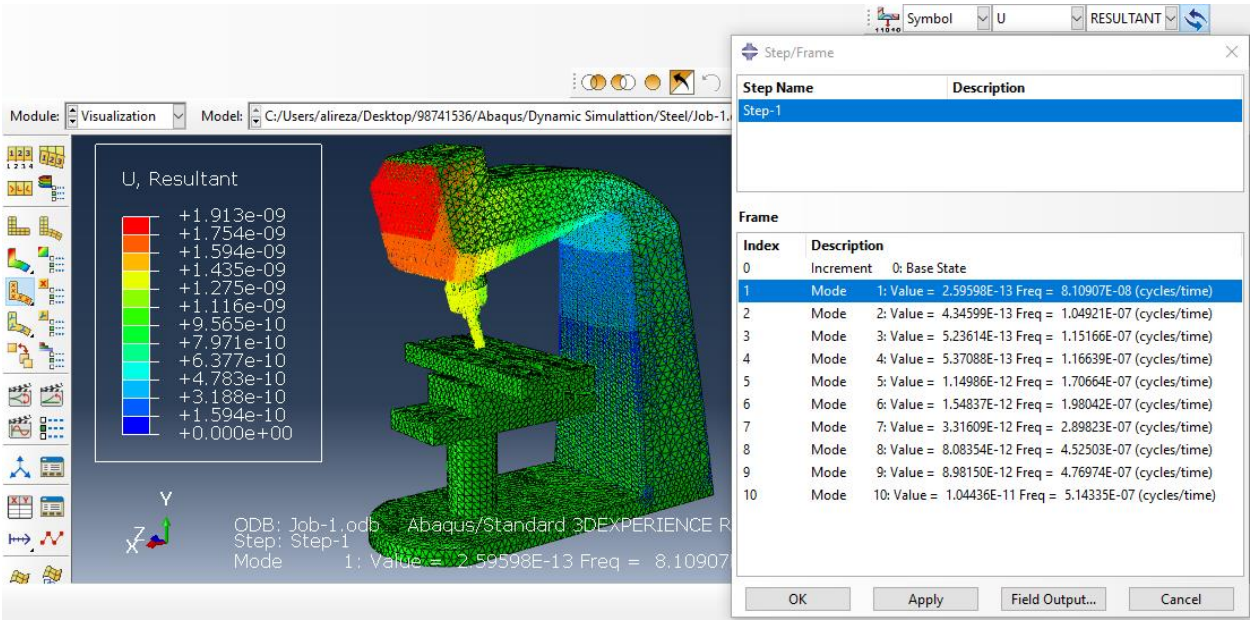
حال خروجی ما به شرح زیر است :



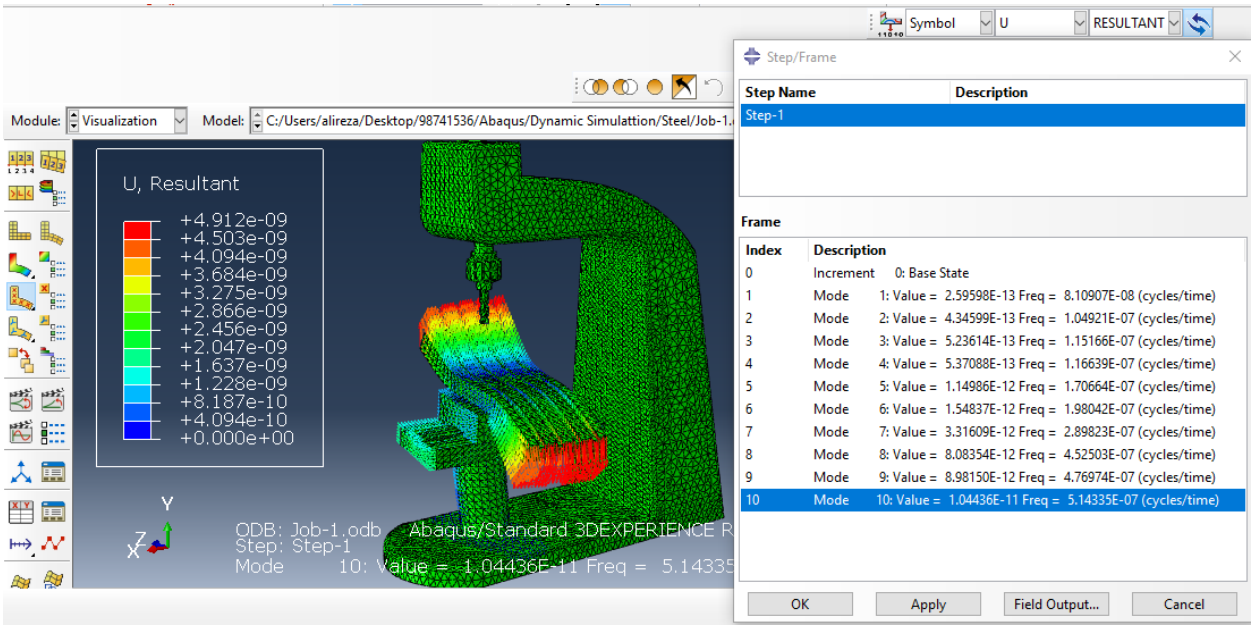
حال سپس می دانیم برای مدهای فرکانس طبیعی ، همانطور که ۱۰ حالت را در ماژول step برای مد های فرکانس طبیعی انتخاب کردیم برای مشاهده ی آن ها از مسیر زیر می رویم :



حال چون در حالت دینامیکی هستیم ، مثلا با توجه به تصویر زیر اولین فرکنس دینامیکی ۸.۱۰۹۰۷*۱۰^-۰۸ را در نظر می گیریم :

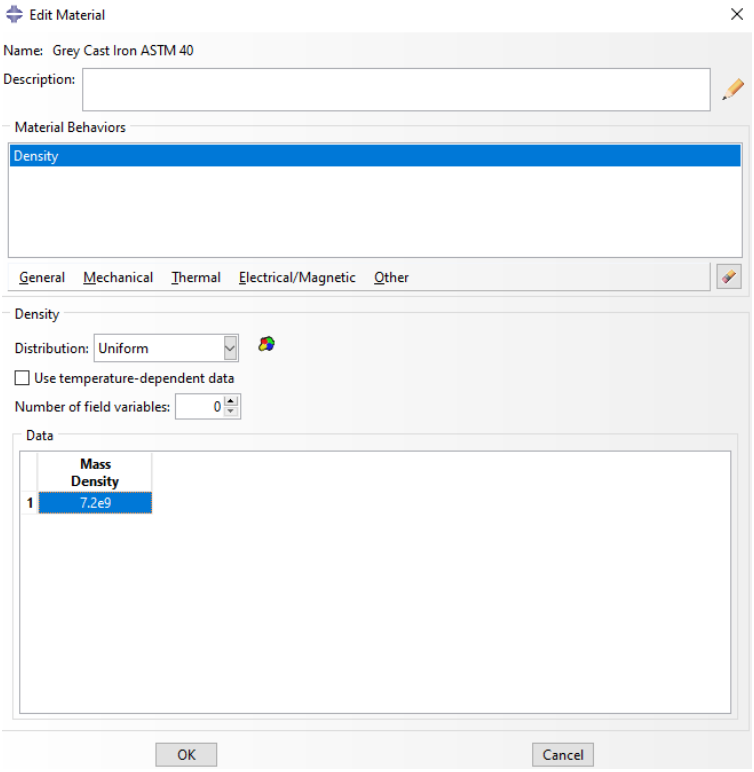


سپس آخرین مد را یعنی مد فرکانس طبیعی ۵.۱۴۳۳۵*۱۰^-۰۷ داریم :

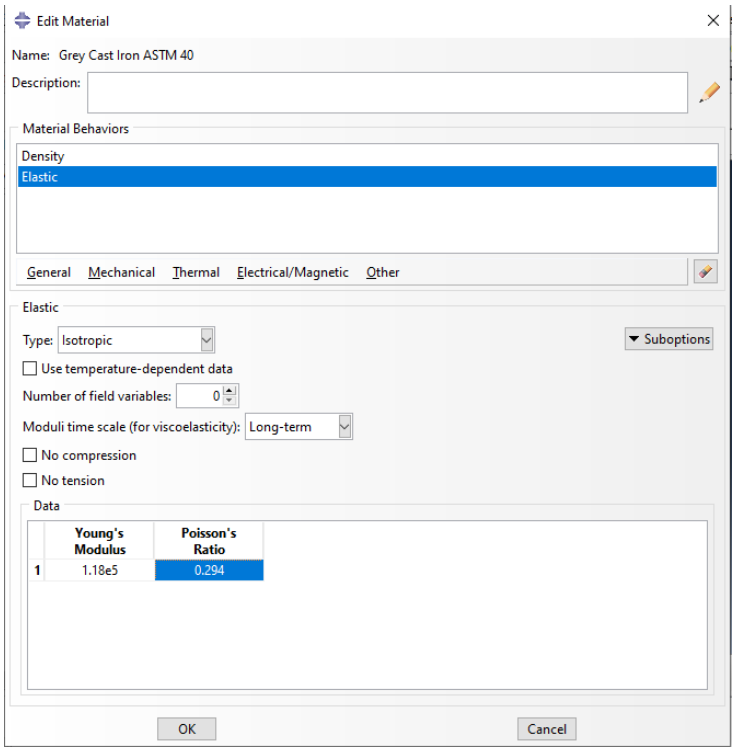


-جنس چدن خاکستری یا Grey Cast Iron ASTM ٤٠

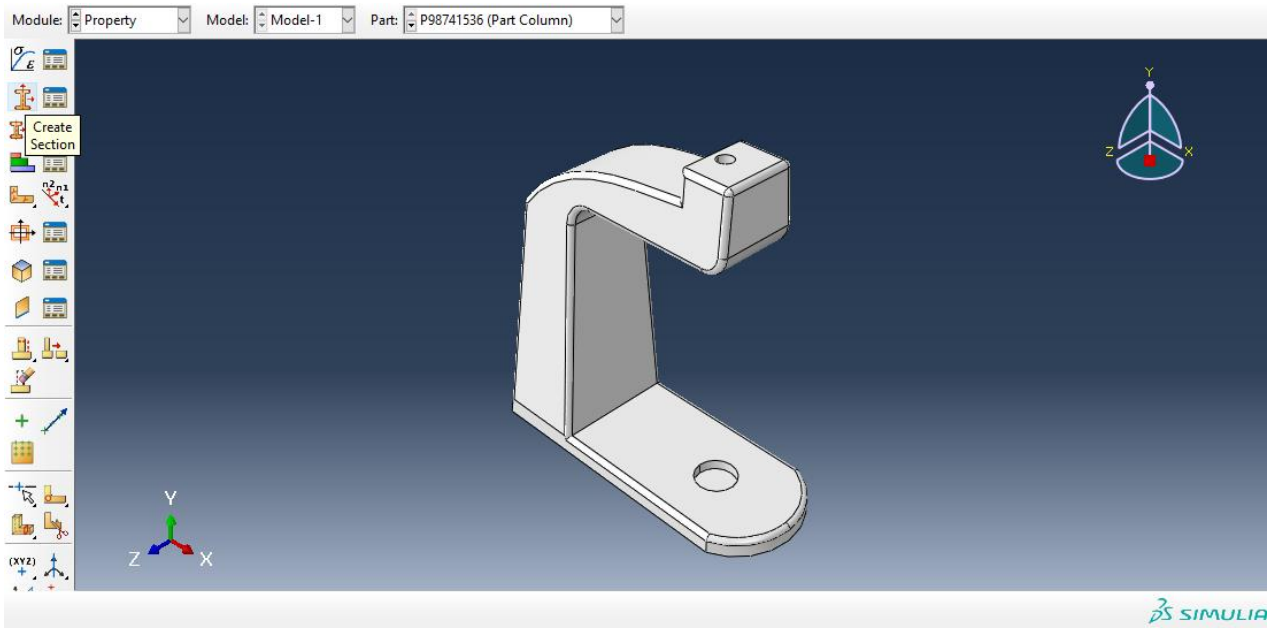
حال به طور مشابه با جنس آلومینیم و فولاد ، در ابتدا از ماژول پارت ، اجزا را به صورت import و با نوع part وارد کرده و به سراغ ماژول property می رویم و با توجه به مقادیری که برای تعریف جنس چدن در کیتا در صفحه این گزارش به صورت زیر تعریف می کنیم با توجه به اینکه واحد میلیمتر پیش فرض آباکوس ما است و یعنی مدول یانگ چدن خاکستری ۱.۱۸e۱۱ با واحد N/M۲ است ولی با واحد میلیمتر مربع ۱.۱۸e۵ با واحد N/MM۲ است و همچنین چگالی چدن خاکستری ۷۲۰۰ با واحد KG/M۳ است ولی با ۷.۲e۹ با واحد g/mm۳ است حال داریم :



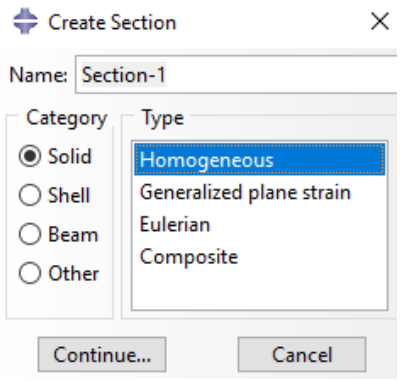
سپس داریم :



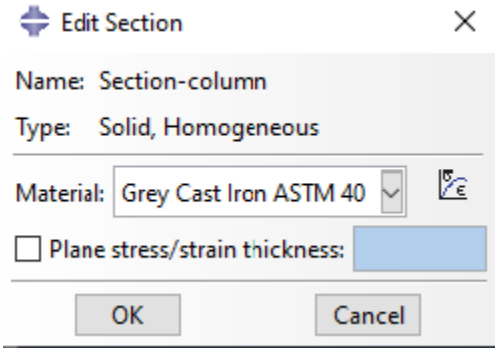
حال با تایید آن به سراغ دستور create section می رویم :



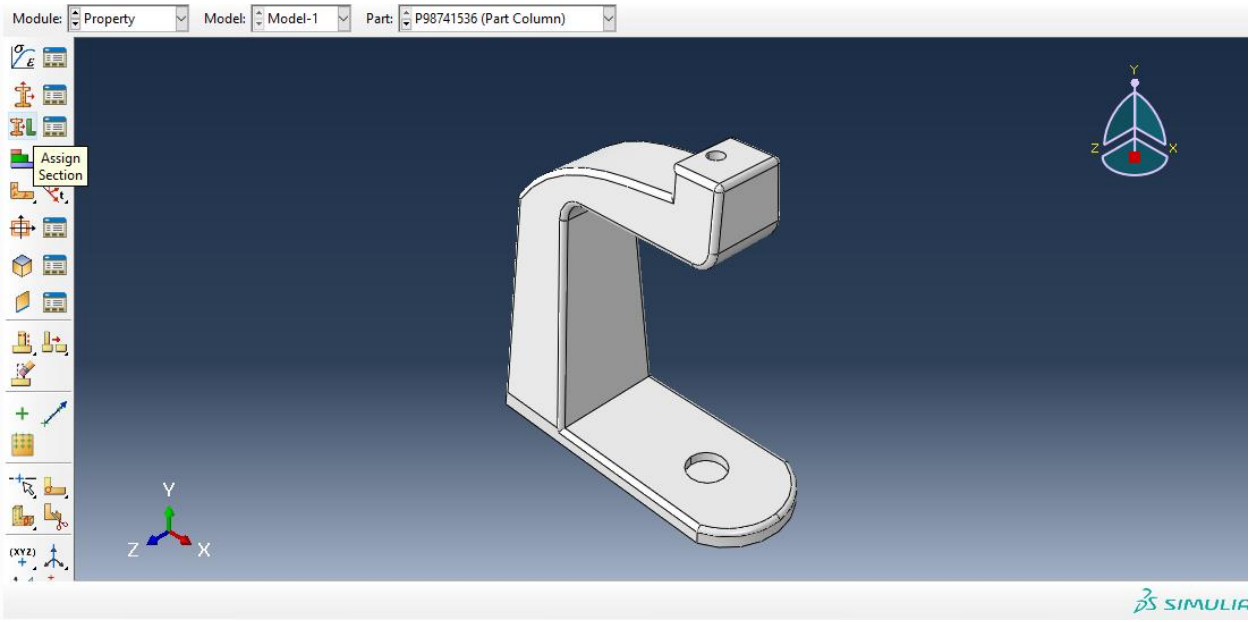
سپس :



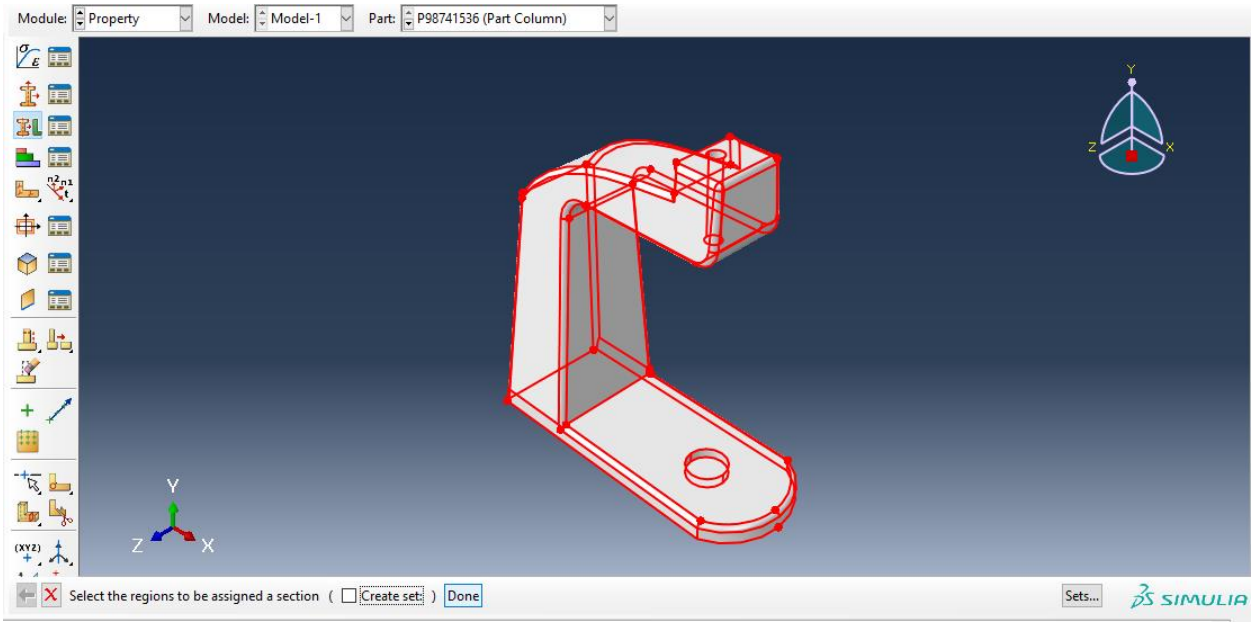
یا تایید آن داریم :



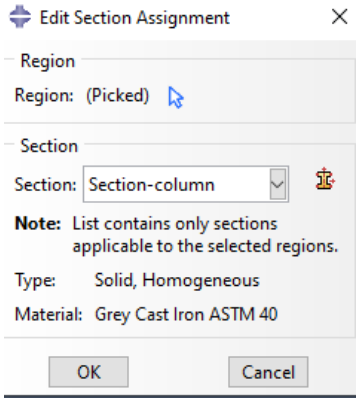
سپس با تایید آن به سراغ دستور Assign section می رویم :



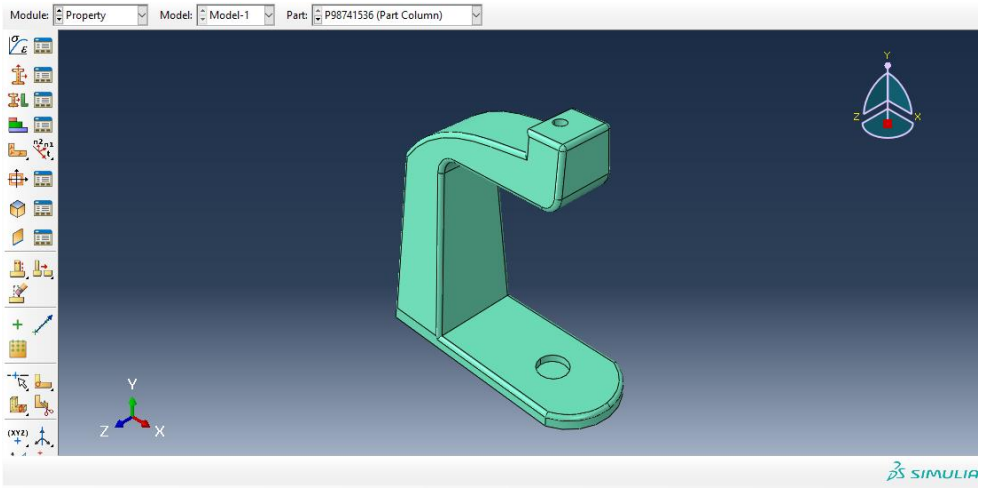
حال داریم ، با انتخاب کل مدل column داریم :



با انتخاب Done داریم :



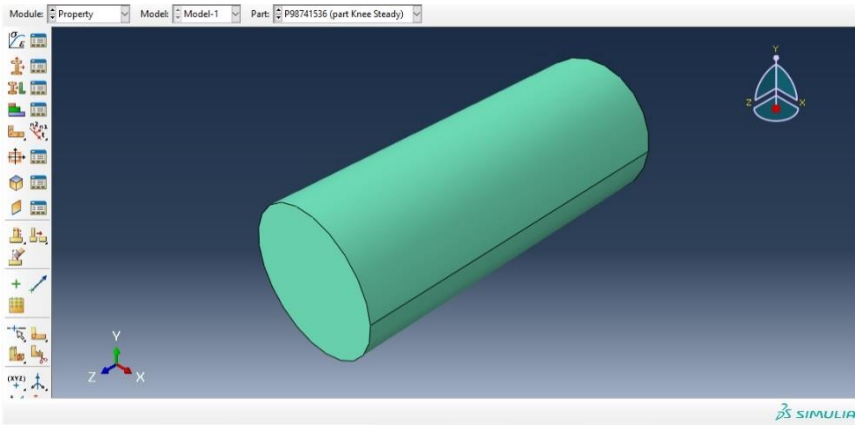
حال داریم :



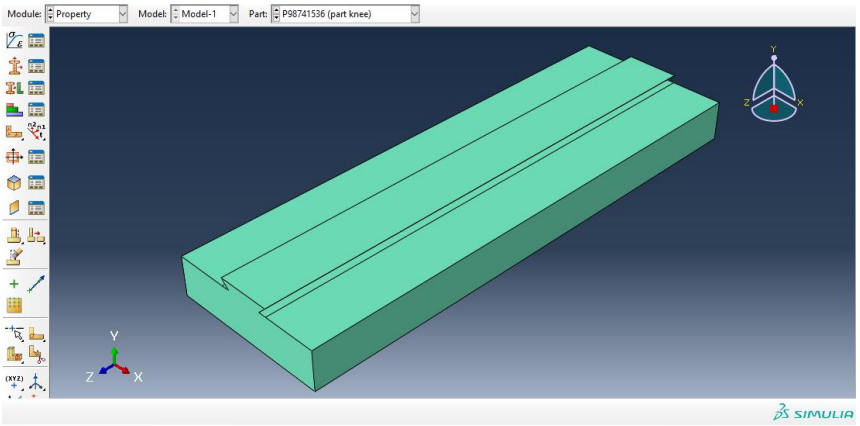
حال با سبز شدن رنگ آن ، تعریف متریال برای column به اتمام رسید .

سپس به طور مشابه اگر همین مسیر را برای دیگر اجزا برویم در نتیجه خواهیم داشت :

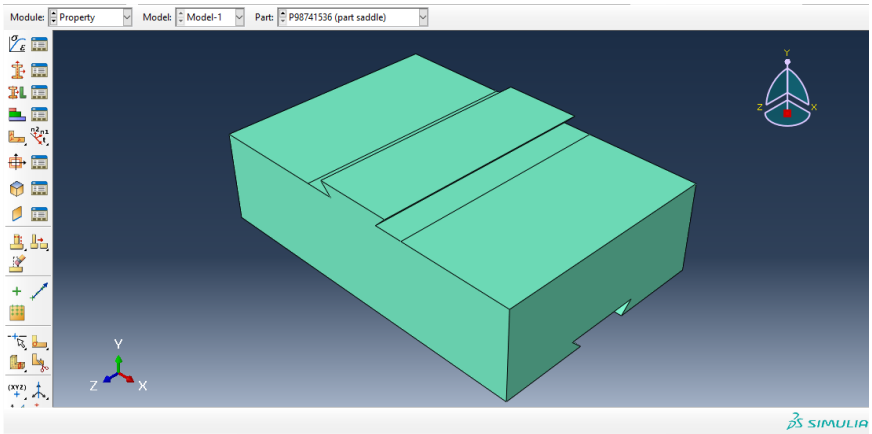
برای knee steady :



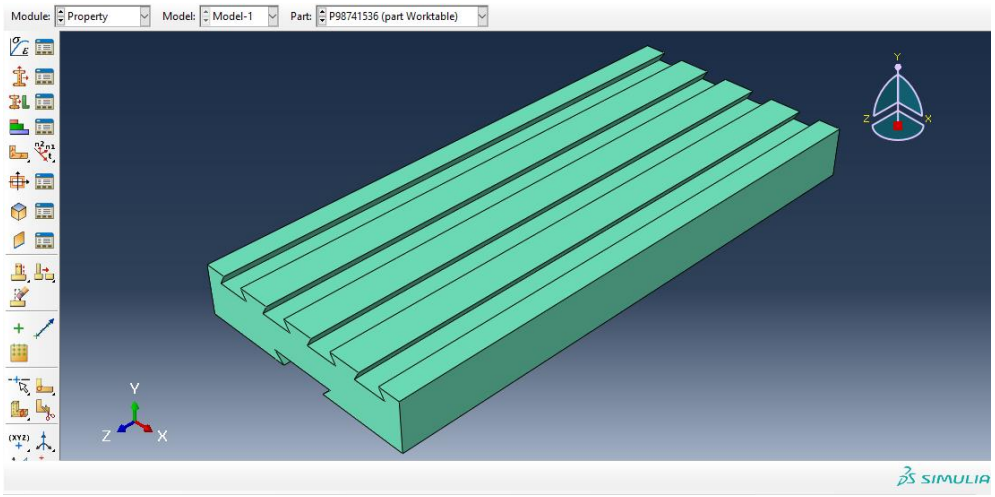
برای knee :



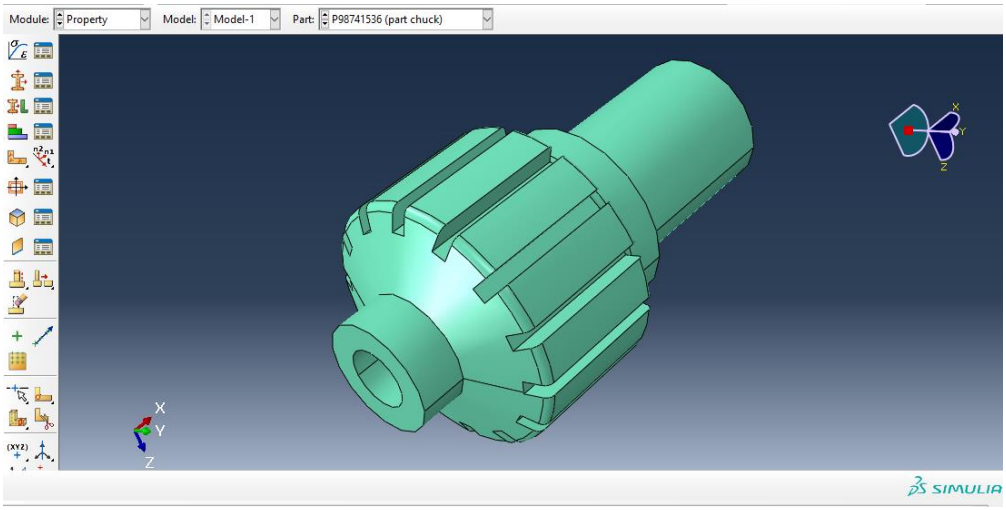
برای saddle :



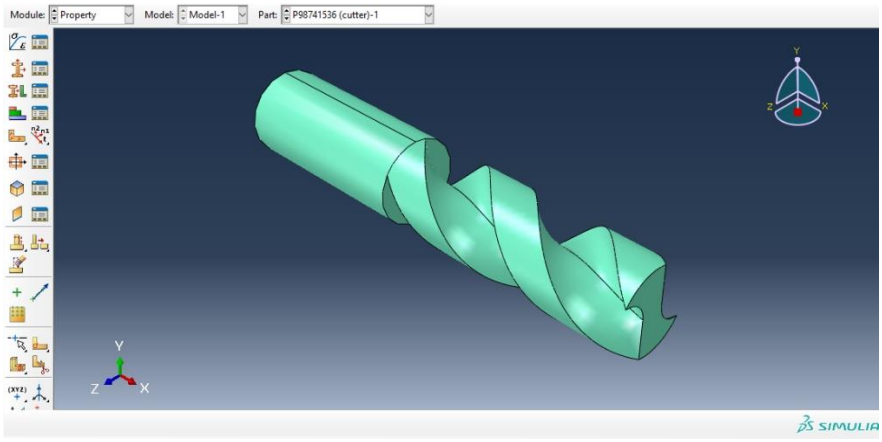
برای worktable داریم :



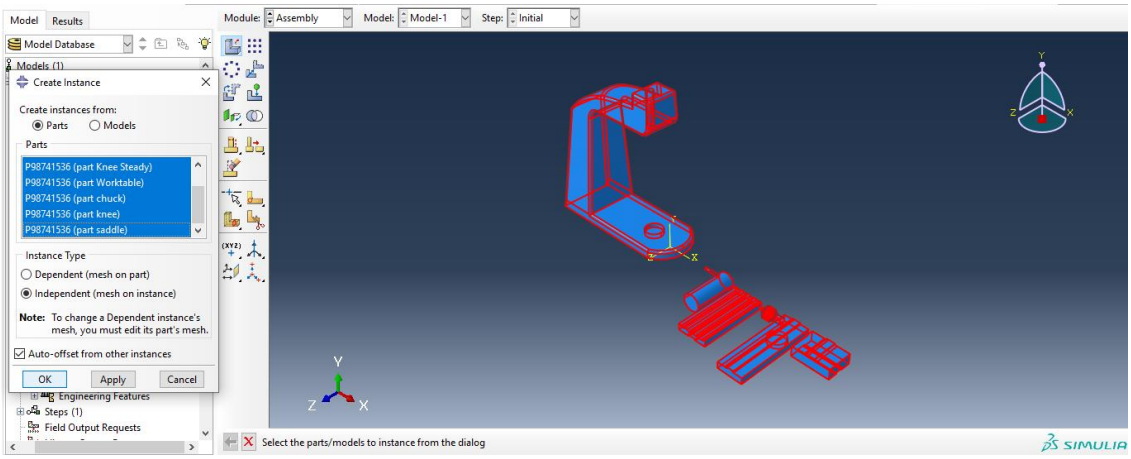
برای chuck داریم :



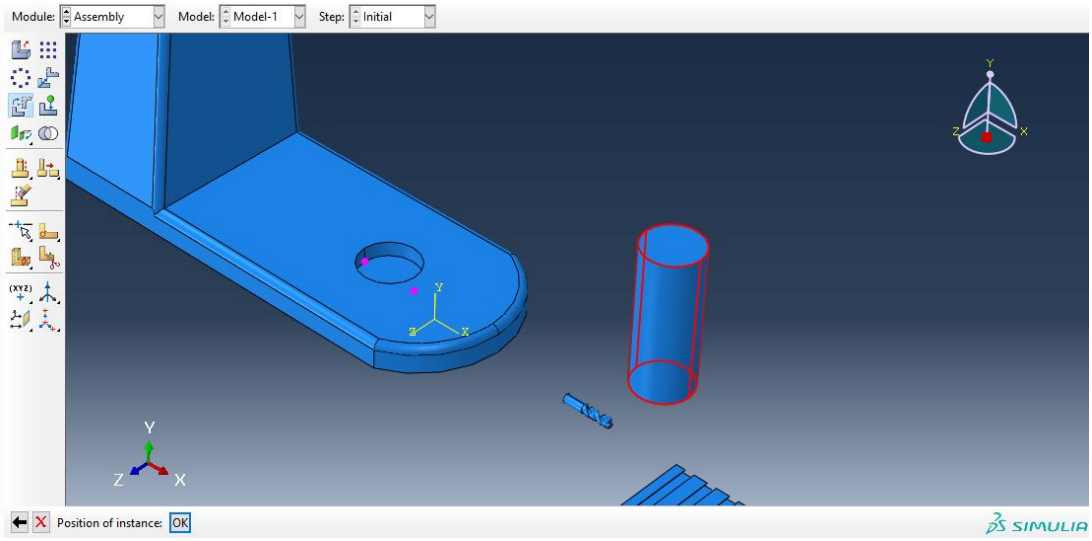
برای cutter داریم :



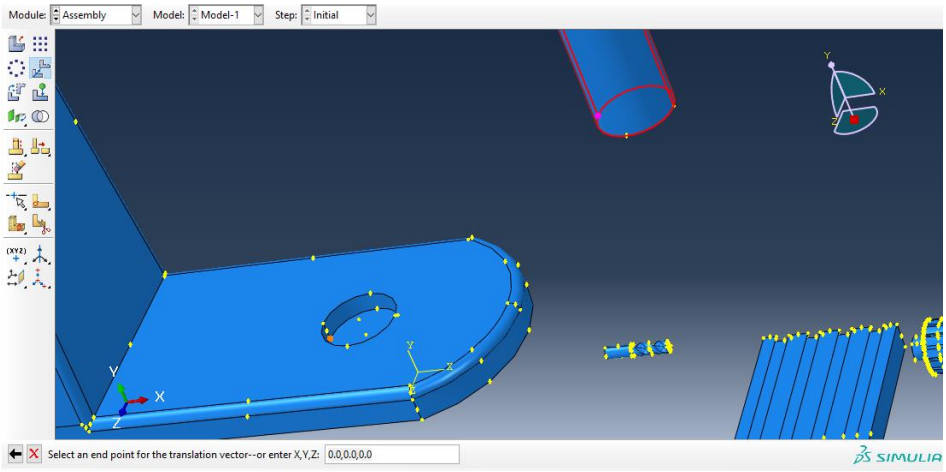
حال به سراغ ماژول assembly می رویم و از دستور create instance داریم :



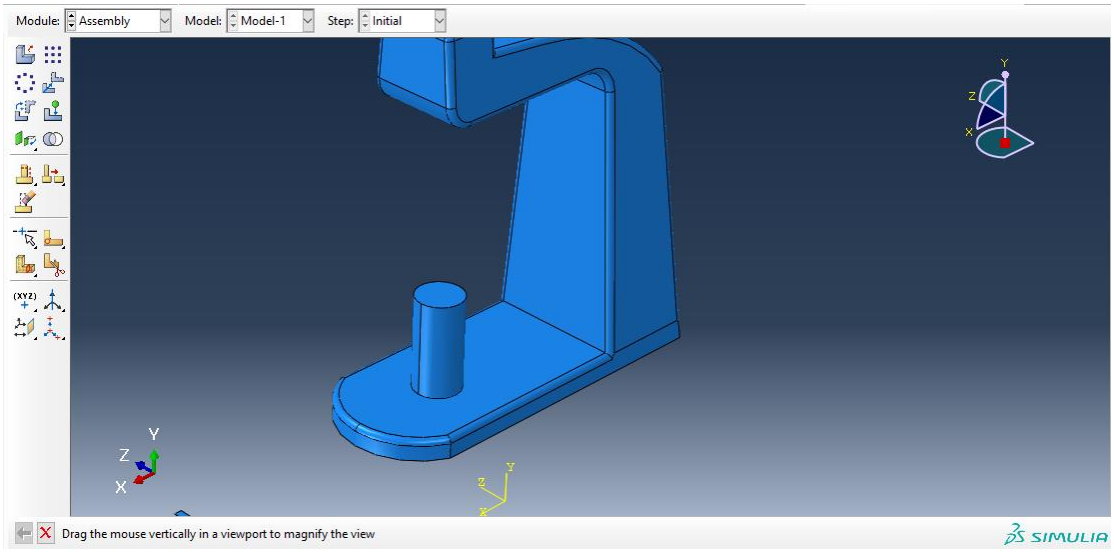
حال با تایید آن به وسیله ی دستور rotate instance جزء knee steady را ۹۰ درجه می چرخانیم به وسیله ی انتخاب دو نقطه به عنوان محور دوران ، حال داریم :



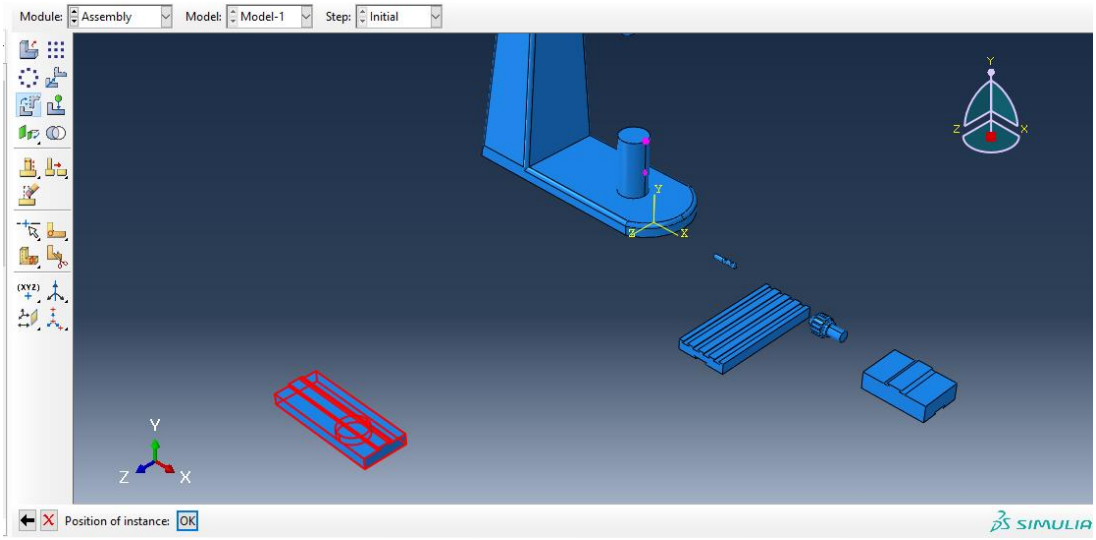
حال از دستور translate instance آن را به بالای سوراخ column انتقال می دهیم :



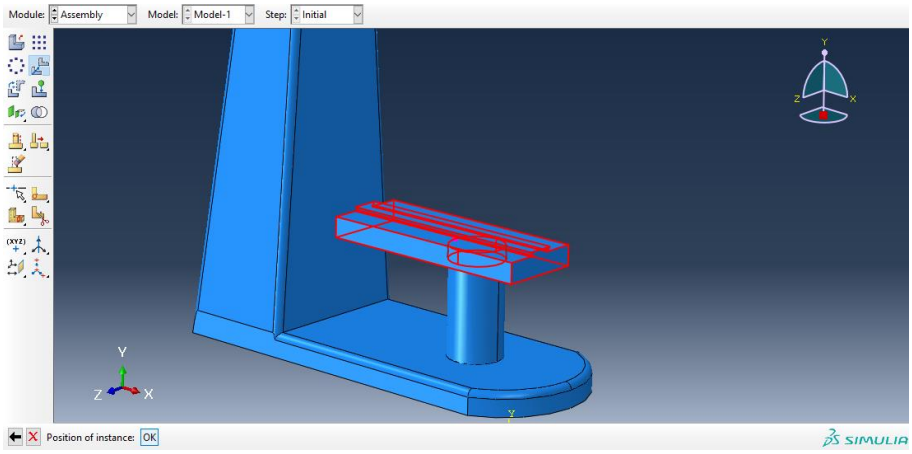
سپس :



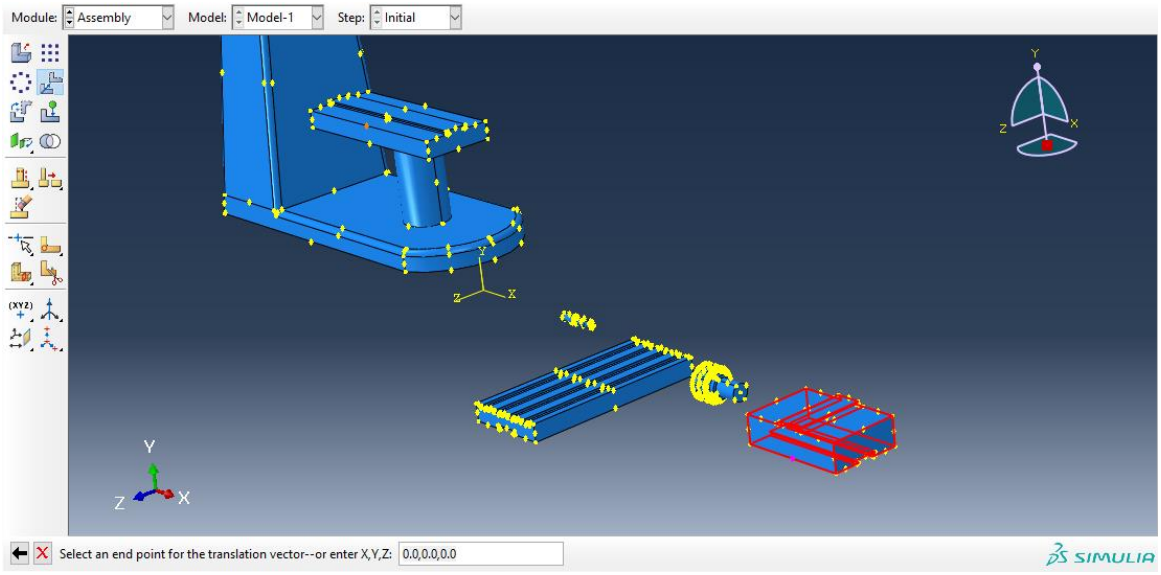
حال به سراغ جزء knee رفته و در ابتدا آن را به اندازه ۹۰ در جه می چرخانیم :



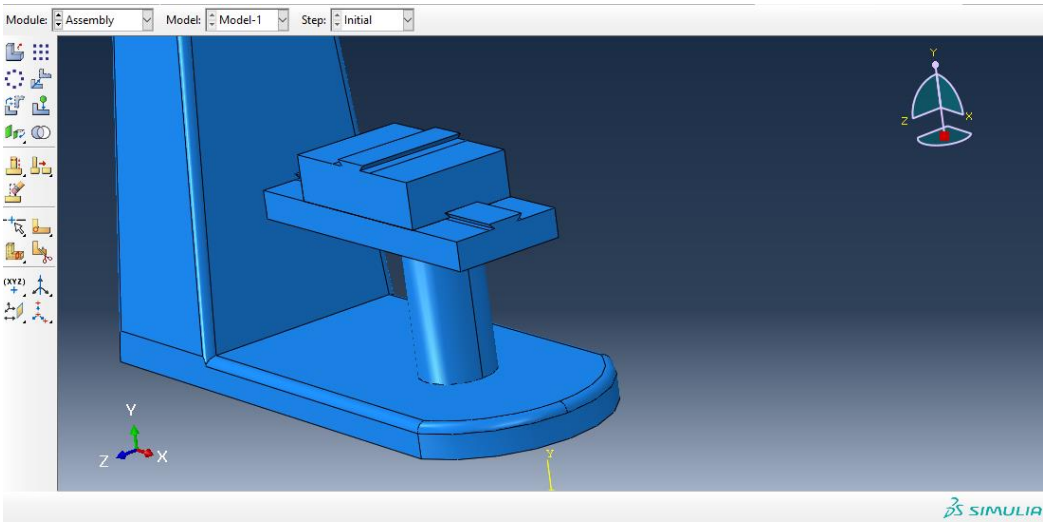
سپس با دستور translate insyance داریم :



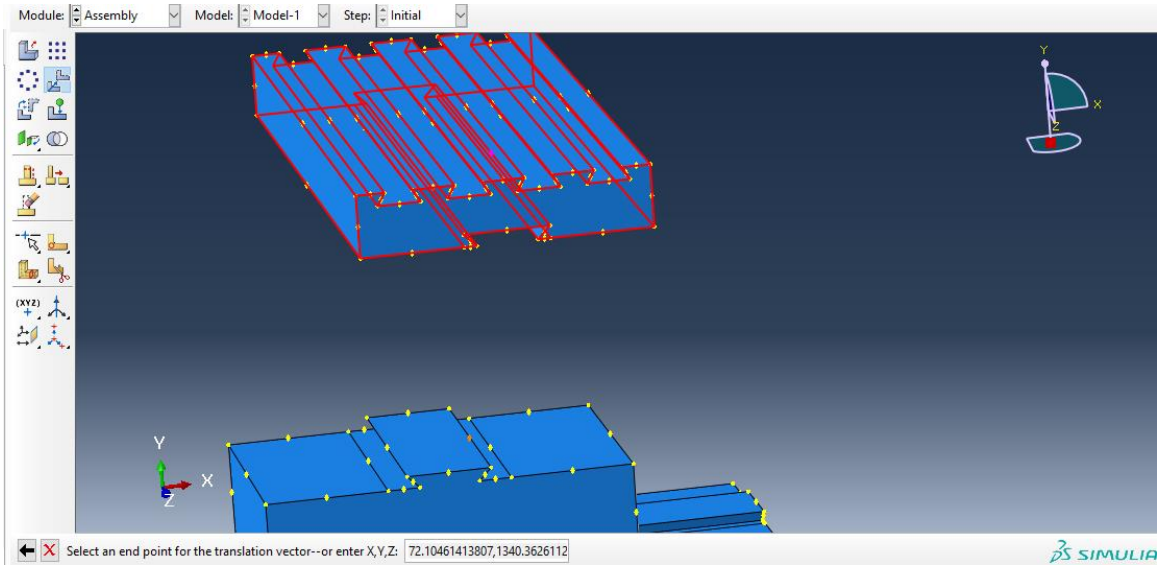
حال به سراغ جزء saddle می رویم و از translate instance داریم :



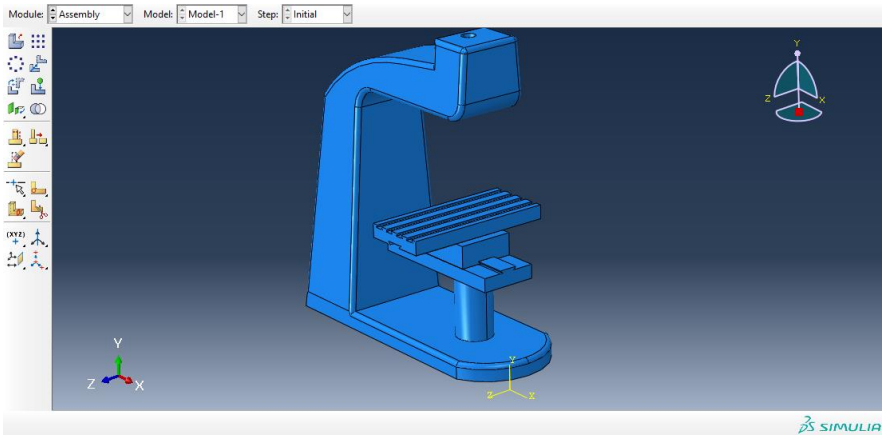
سپس :



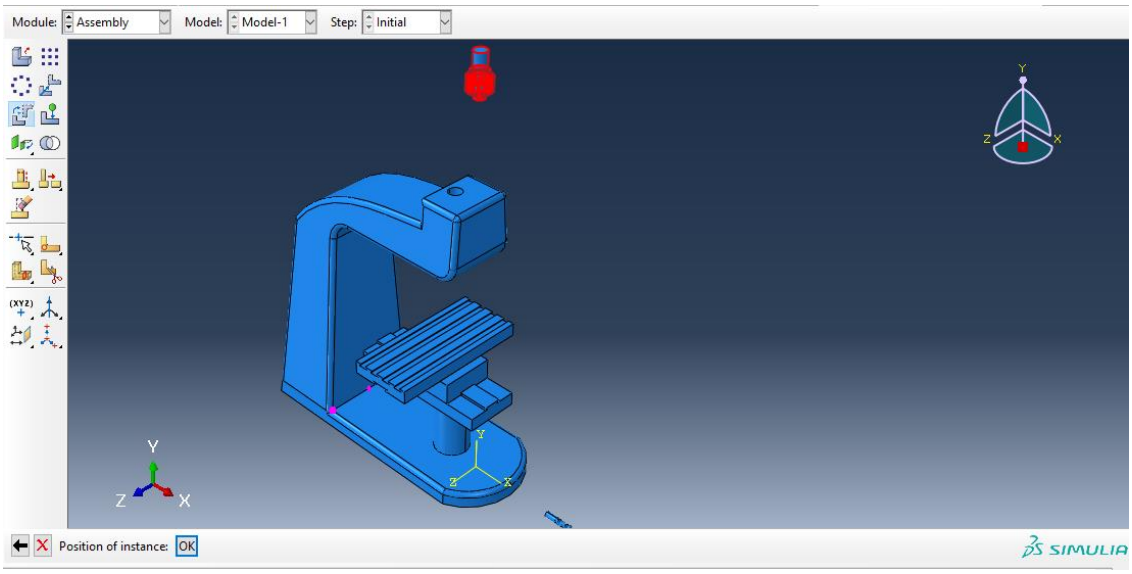
حال به سراغ جزء worktable می رویم و از دستور translate instance داریم :



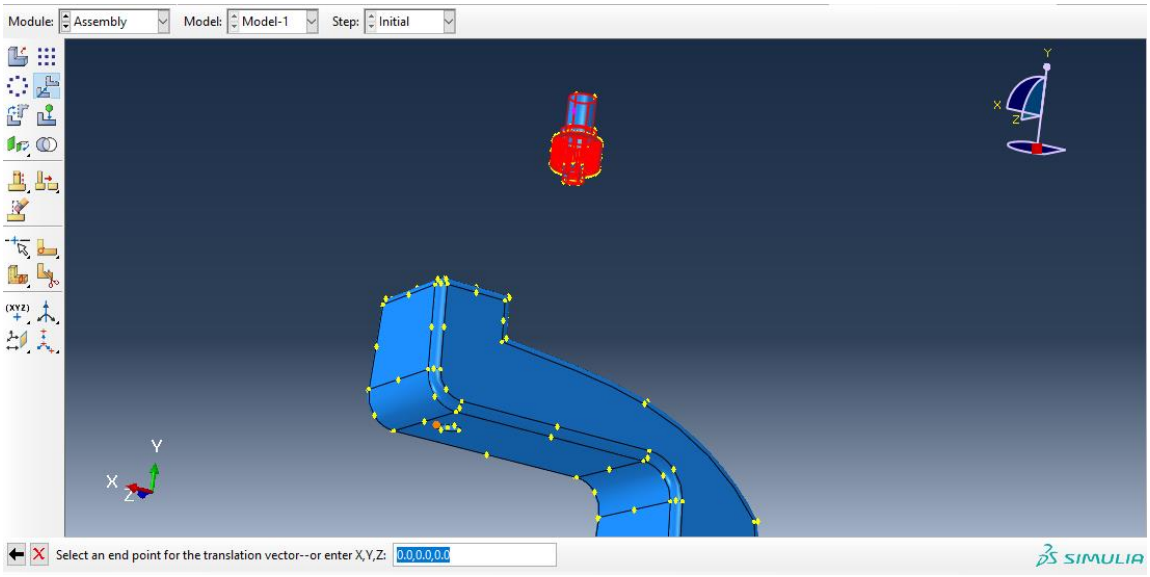
سپس :



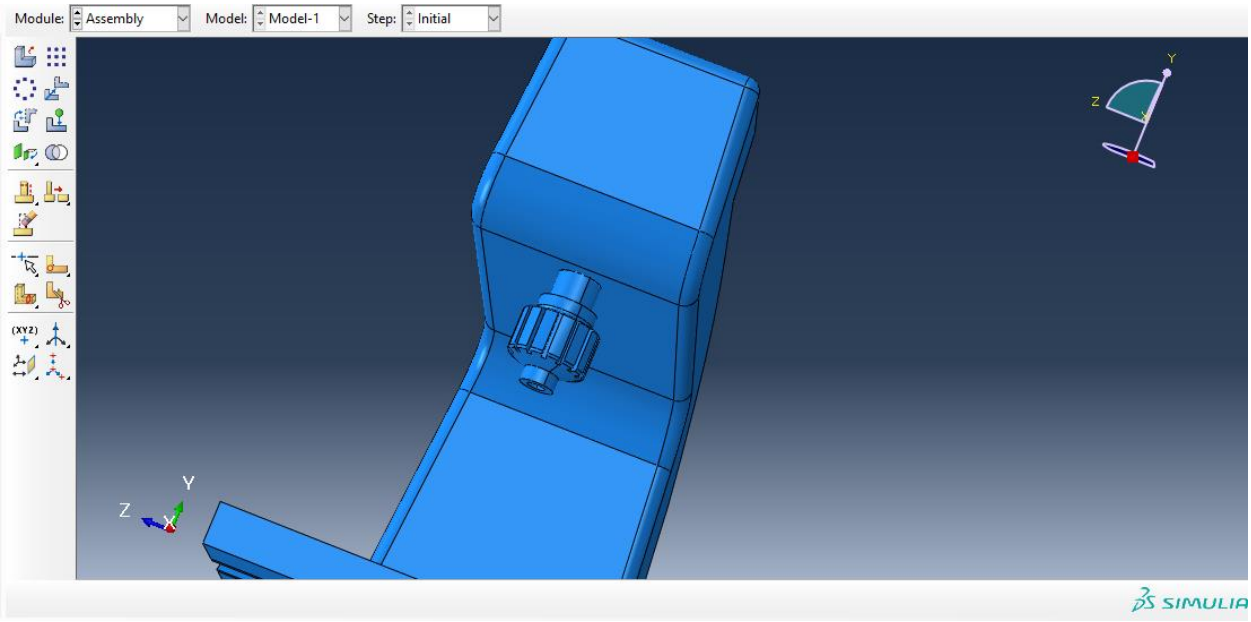
حال به سراغ جزء chuck می رویم و در ابتدا از دستور rotate instance آن را به اندازه ۹۰ درجه می چرخانیم :



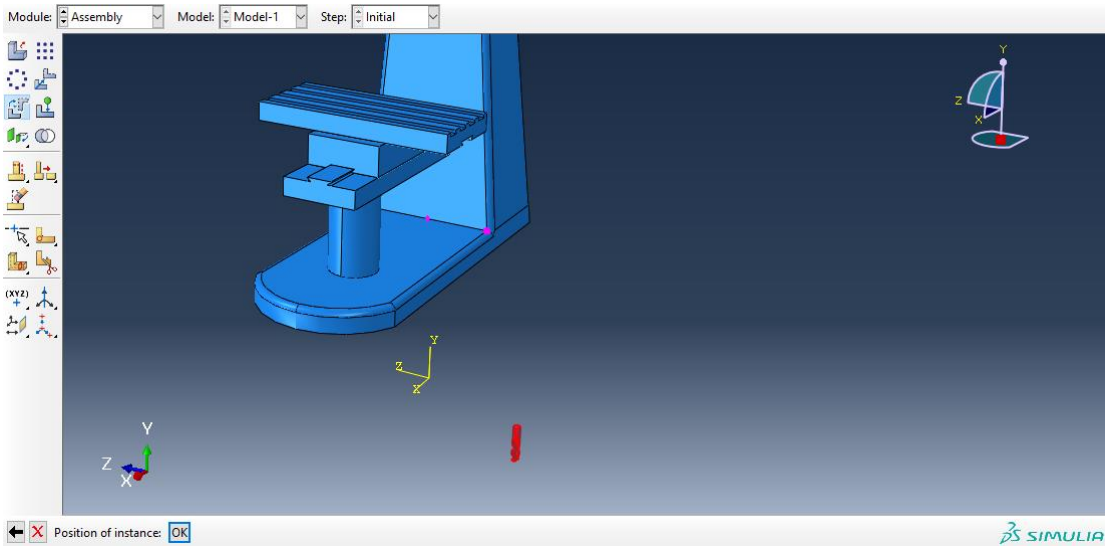
سپس با دستور translate instance داریم :



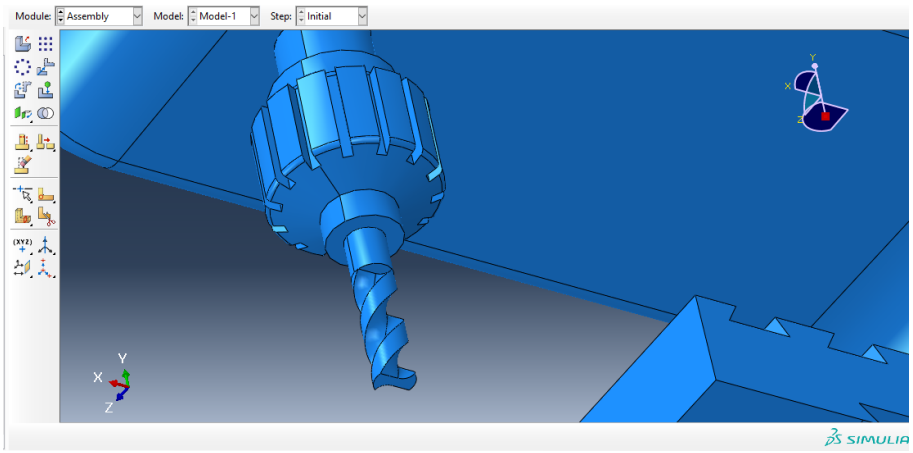
سپس در ابتدا با انتخاب دو نقطه هم محور به طور مشابه هم محور شده و سپس با انتخاب دو نقطه مذکور داریم :



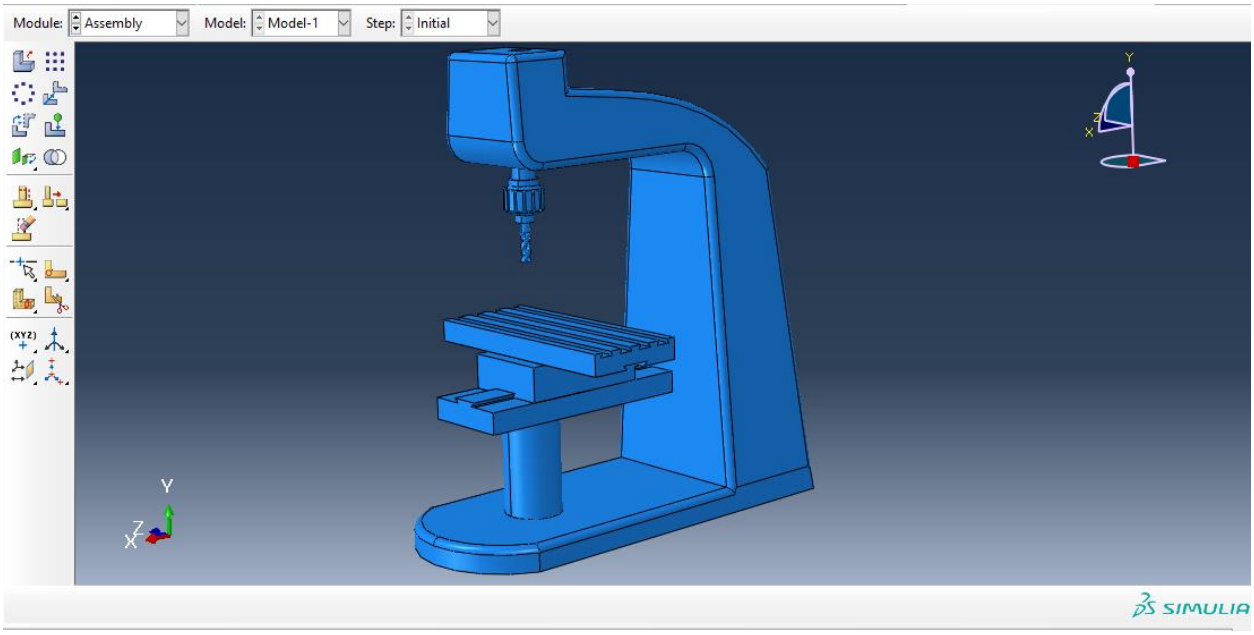
حال به سراغ جزء cutter می رویم و از instance rotate داریم :



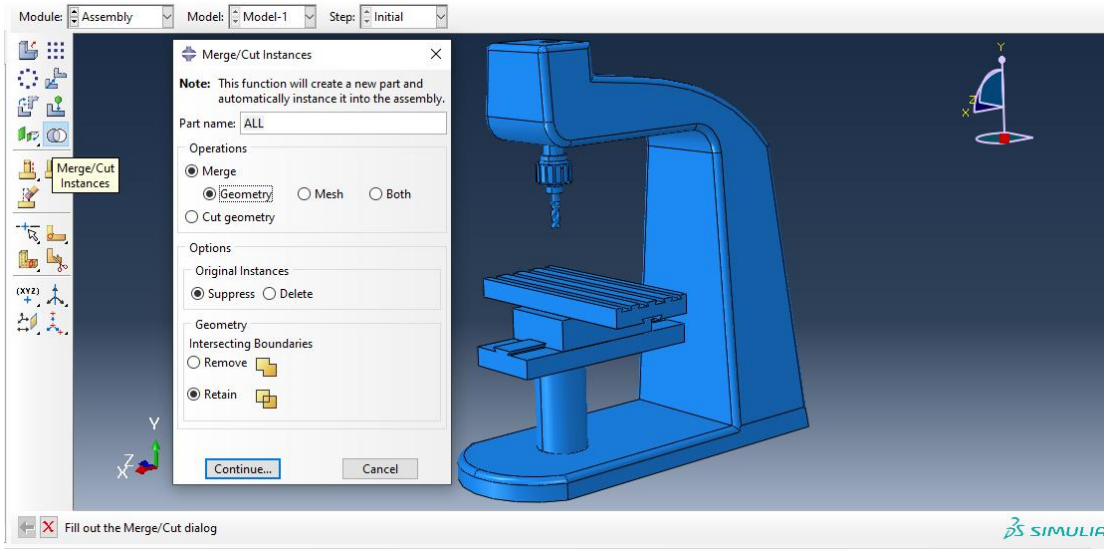
سپس از translate instance در ابتدا با انتخاب نقاط وسط از هر دو برای هم محور کردن و سپس با انتخاب دو نقطه به طور مشابه داریم :



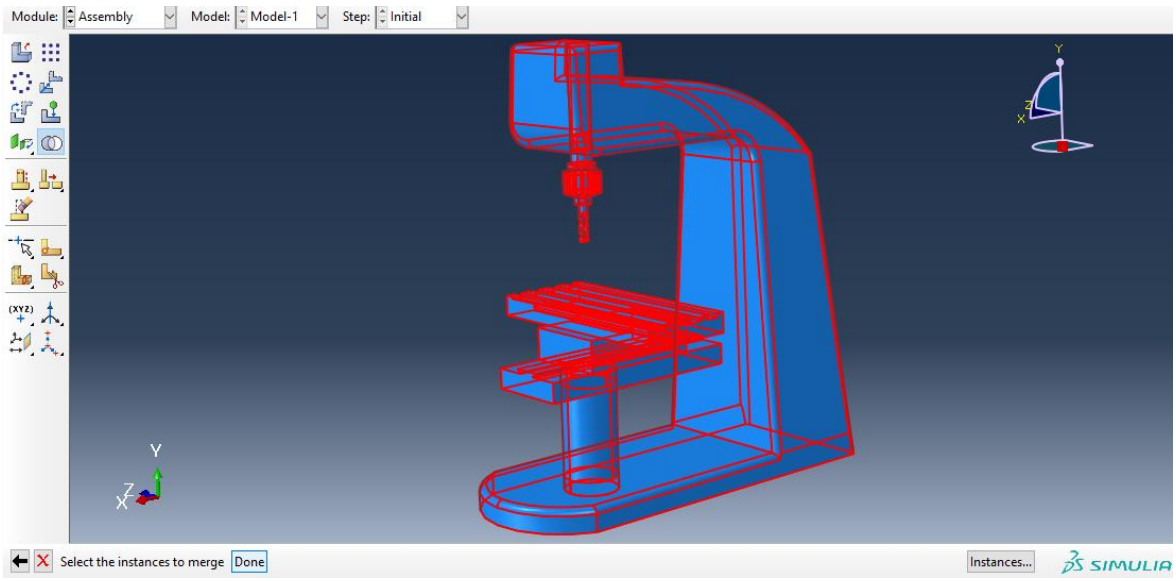
حال در کل اسمبلی به پایان رسید و داریم :



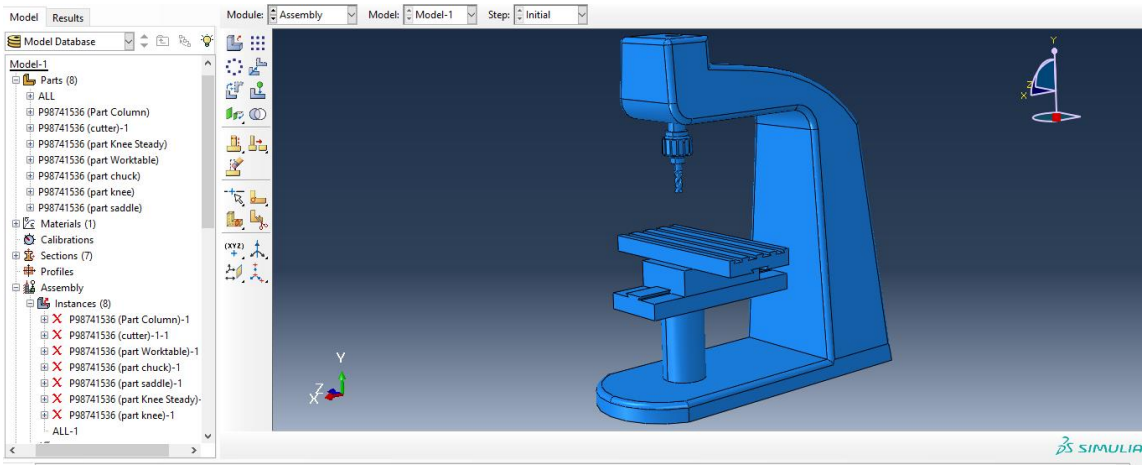
حال به جای اینکه برای تعریف تماس به ماژول interaction برویم ما در ماژول اسمبلی از دستور merge /cut داریم :



حال با تایید آن ، در تصویر زیر کل مدل را انتخاب کرده :

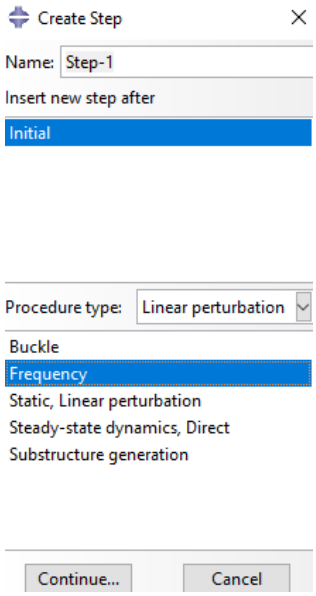


با انتخاب دان داریم :

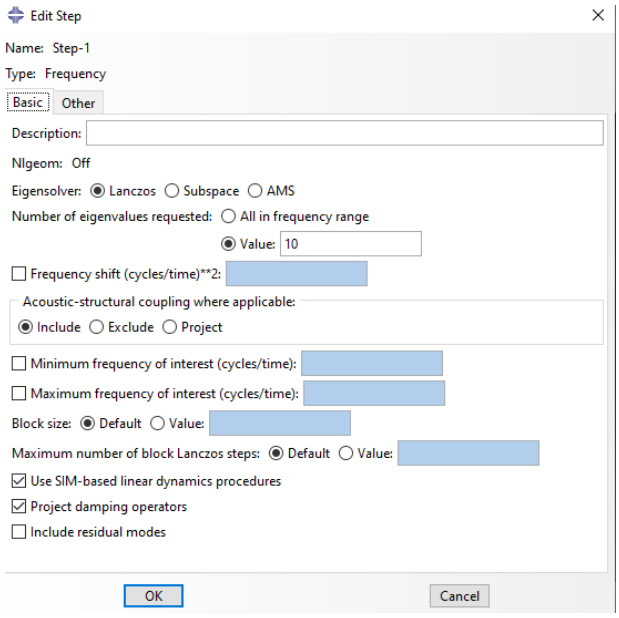


حال کل جسم ما را یک تکه در نظر می گیرد .

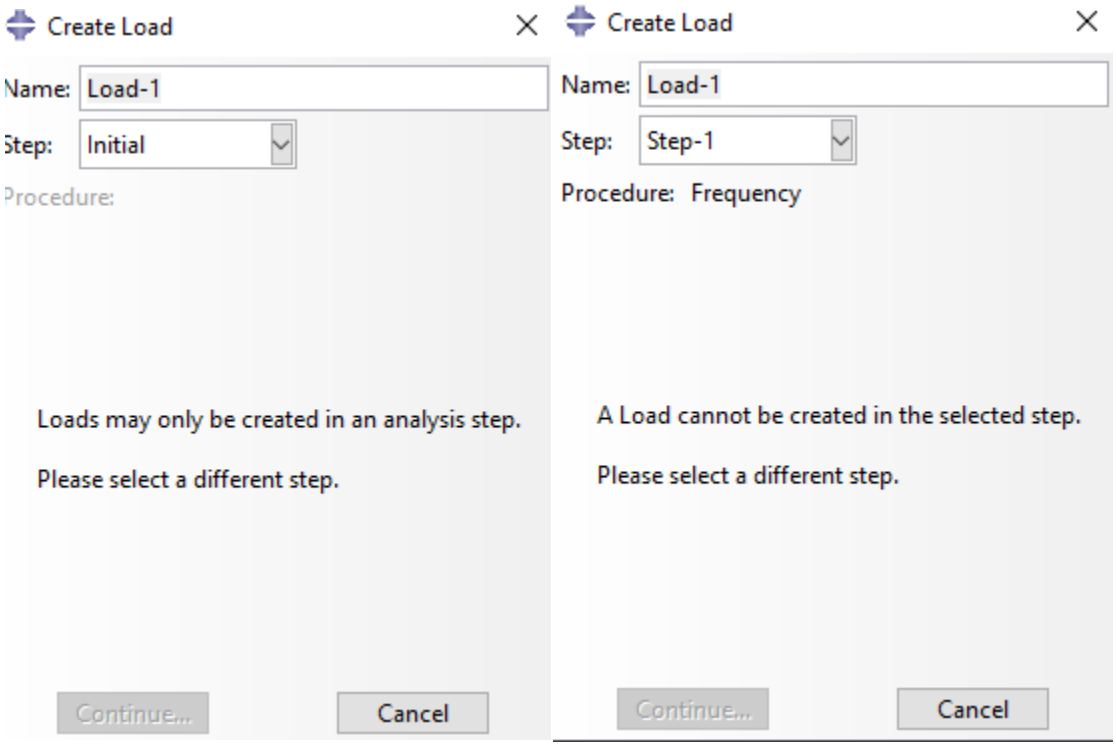
حال به سراغ ماژول step می رویم و از دستور create step داریم :



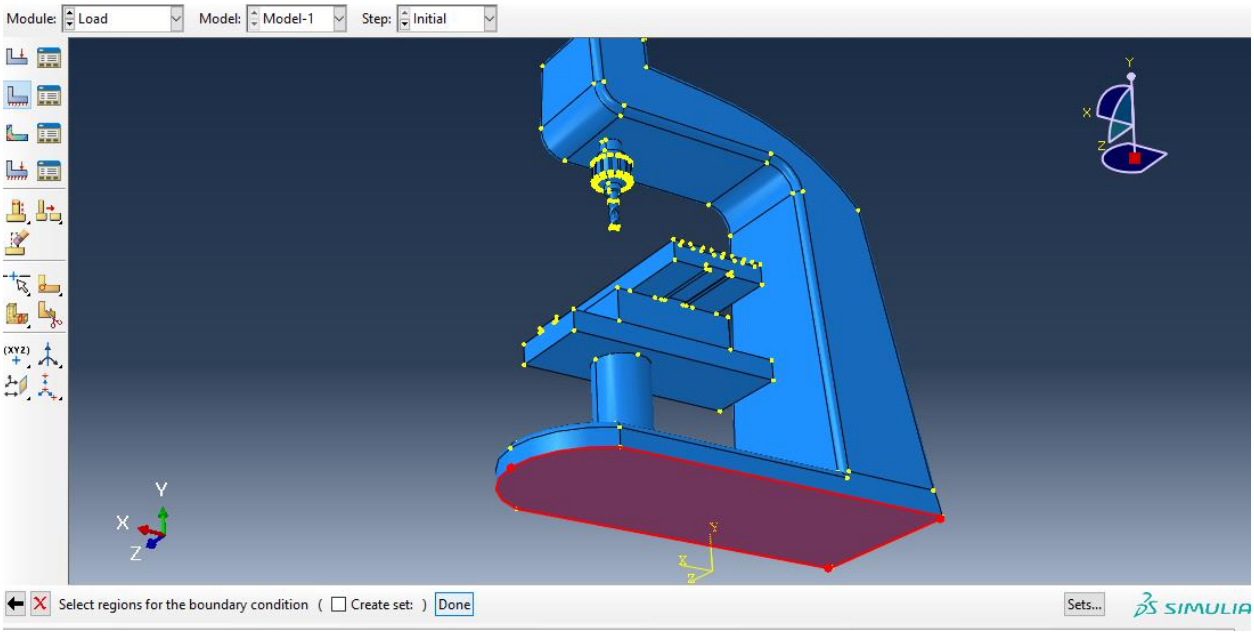
سپس تب زیر را بدون تغییر ایجاد می کنیم :



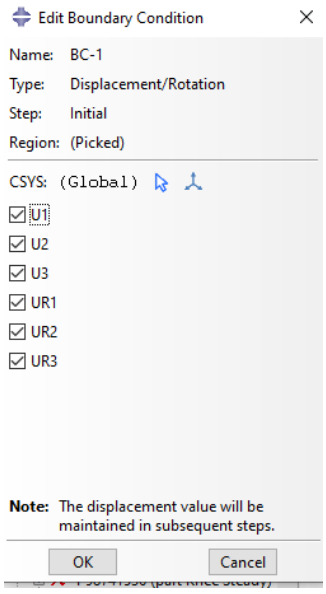
سپس با تایید آن با گذر از ماژول interaction به سراغ ماژول Load می رویم و برای اعمال شرایط تکیه گاهی از دستور create load داریم :



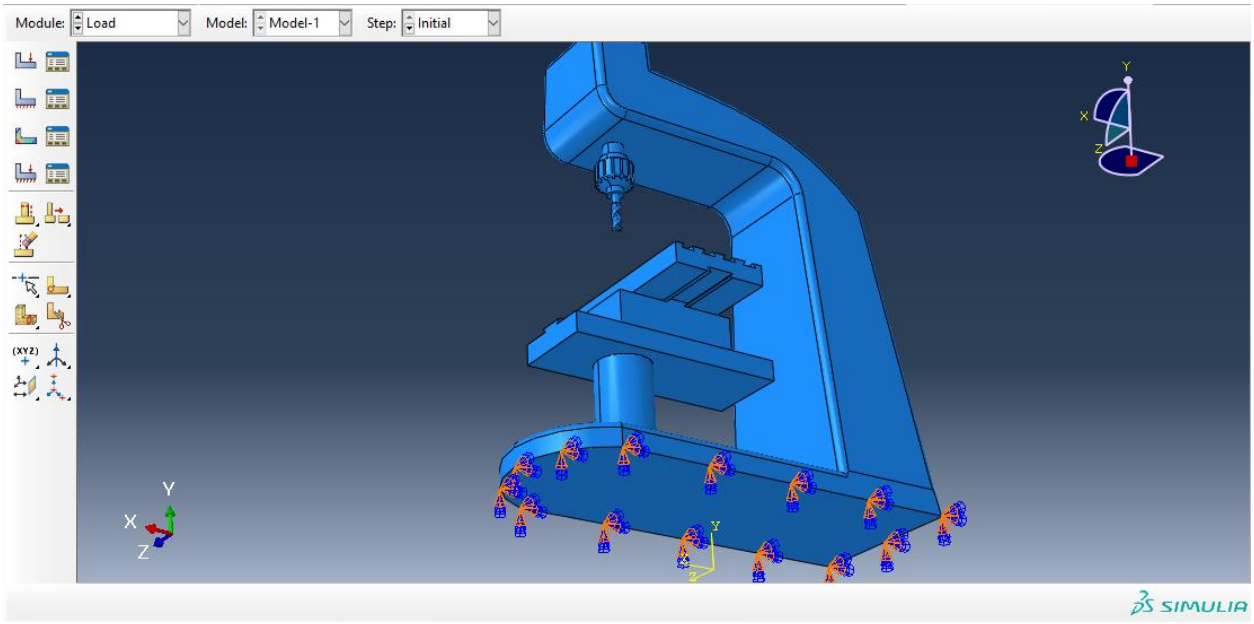
چون step را بر روی frequency قرار دادیم نمی توانیم شرایط تکیه گاهی تعریف کنیم سپس به سراغ تعریف شرایط تکیه گاهی می رویم و از دستور create boundary condition با انتخاب محل تکیه گاه داریم :



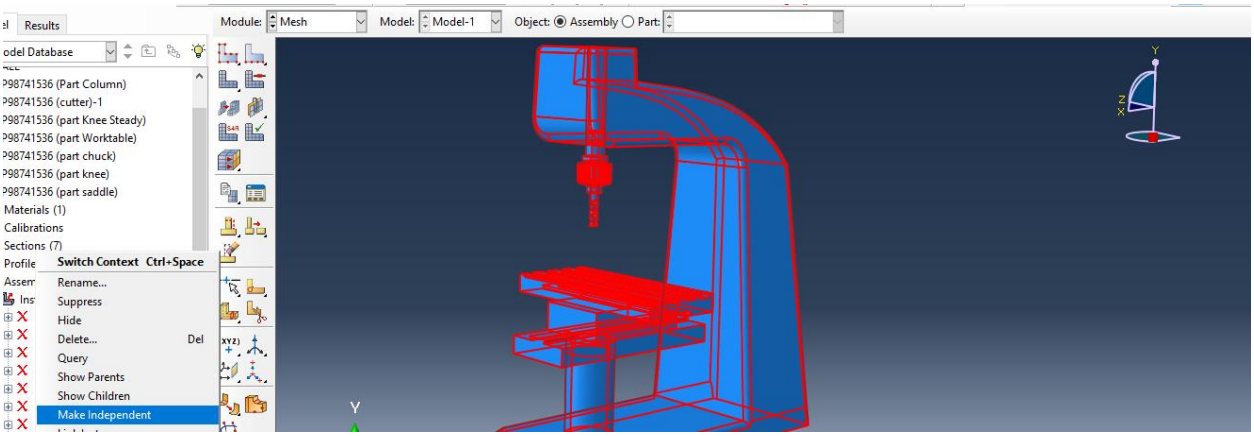
سپس :



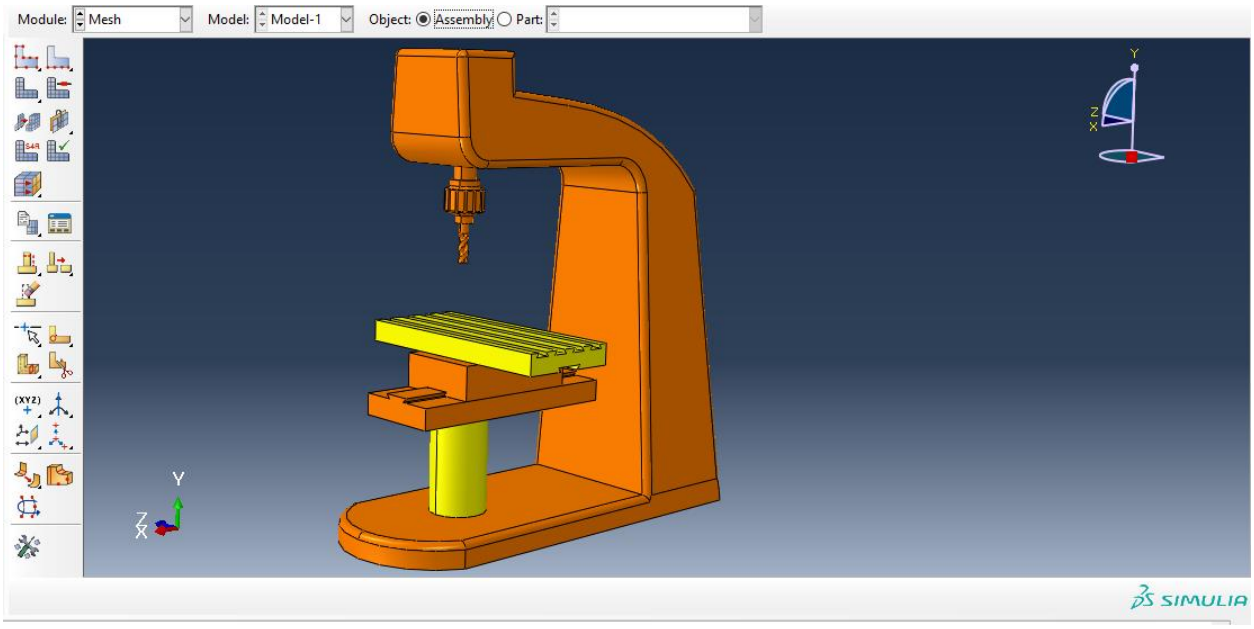
سپس داریم :



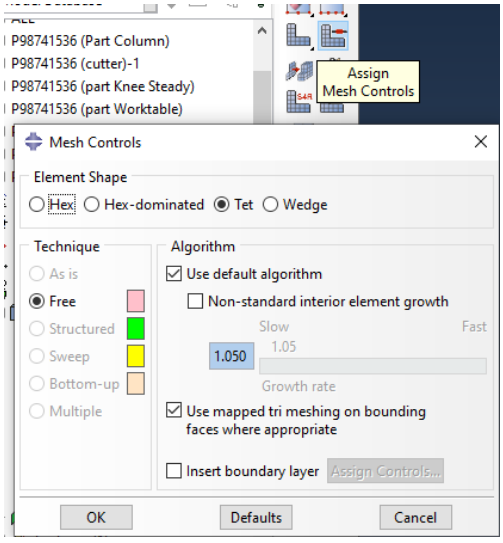
سپس به ماژول mesh می رویم و در ابتدا مش را به dependent تغییر می دهیم :



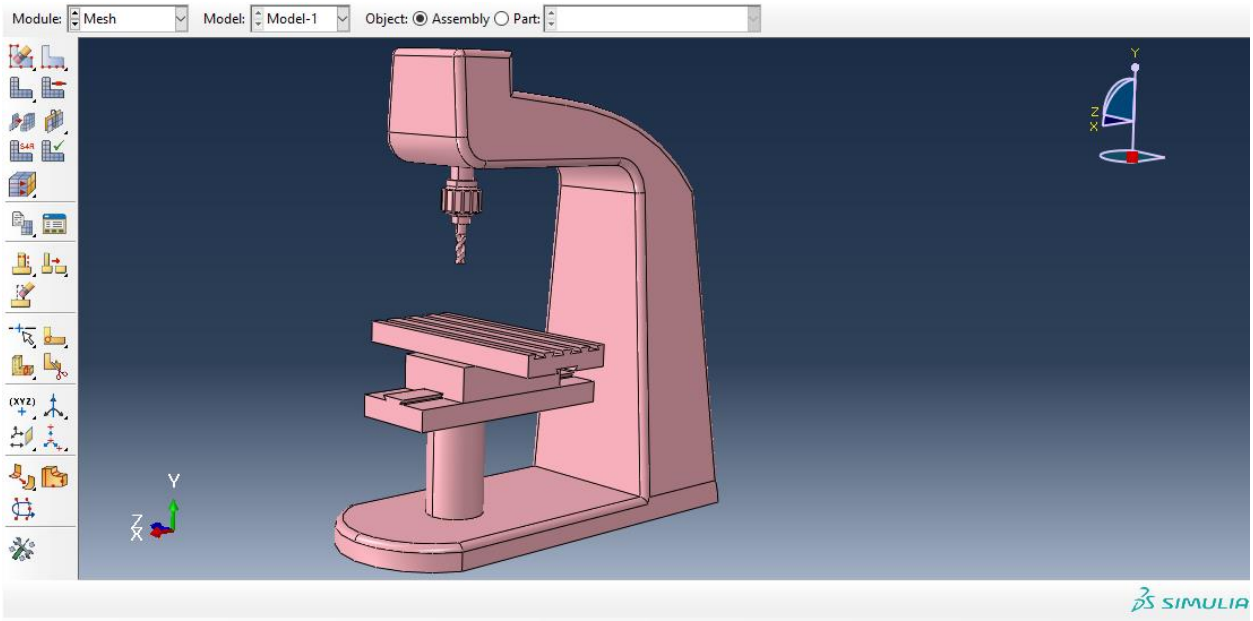
سپس داریم :



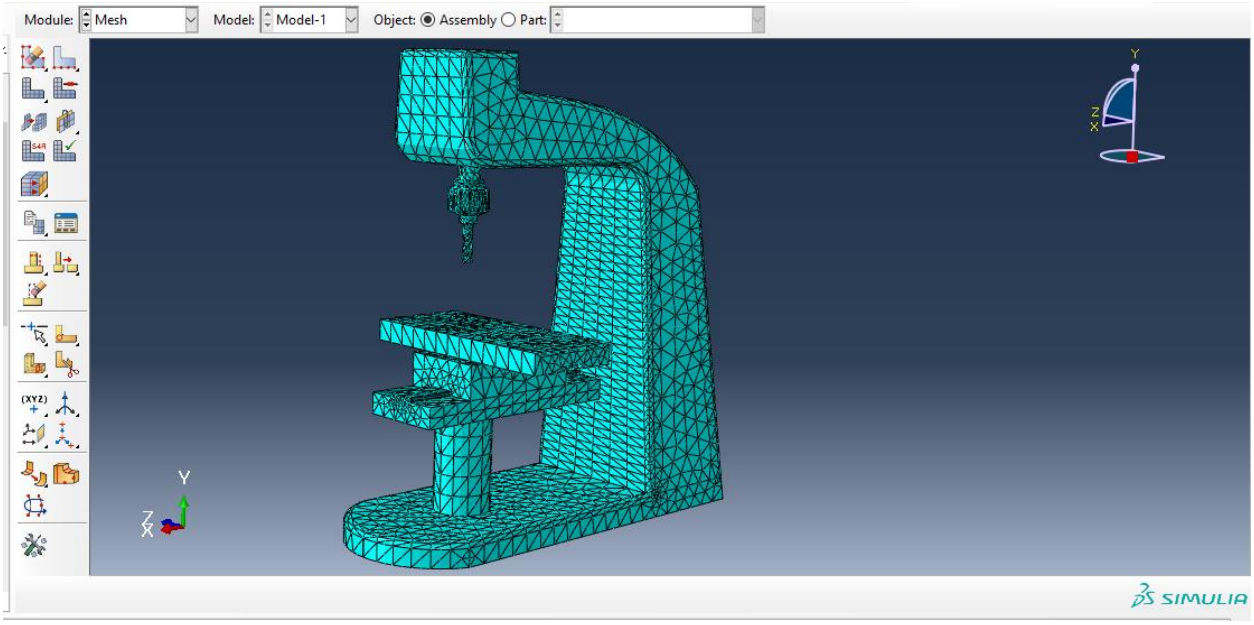
سپس اگر از دستور Mesh Control ، نوع را بر روی free قرار دهیم داریم :



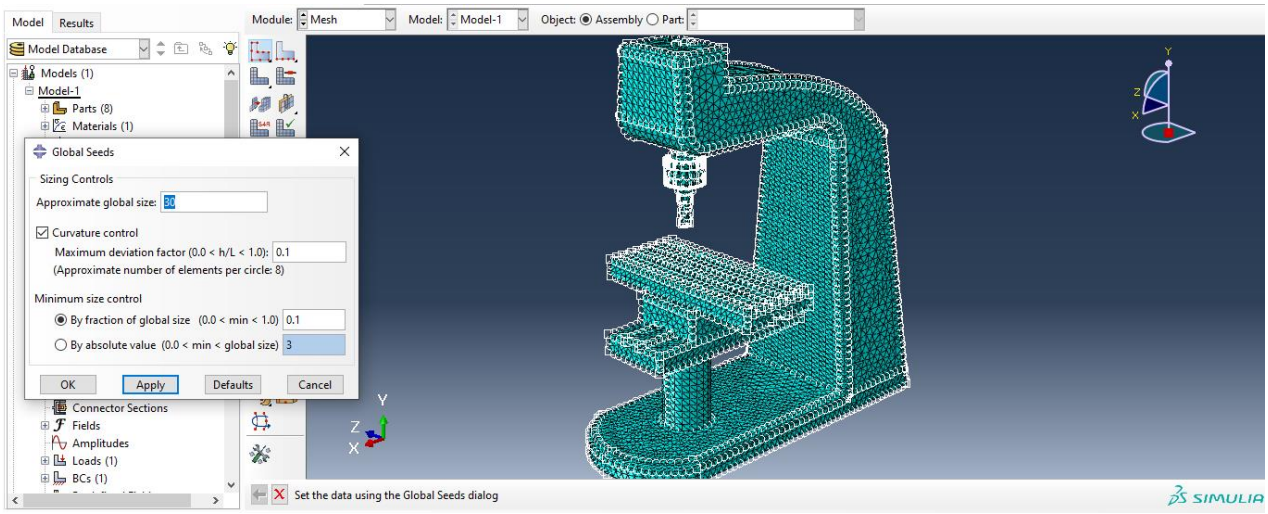
سپس :



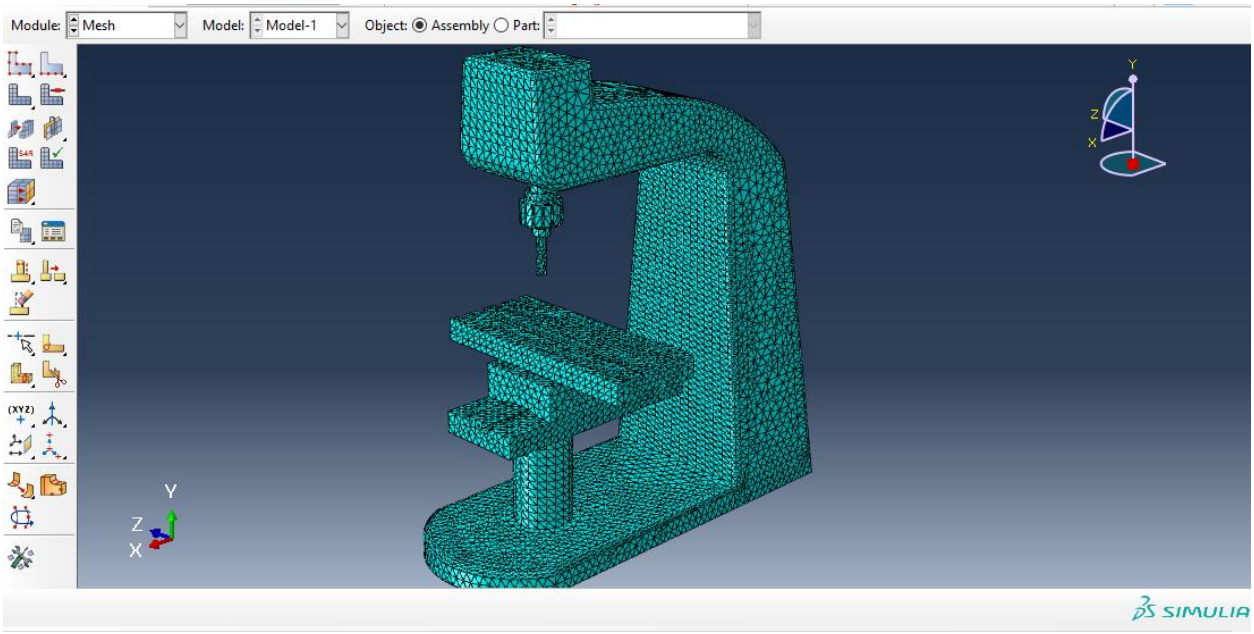
سپس با انتخاب گزینه mesh part داریم :



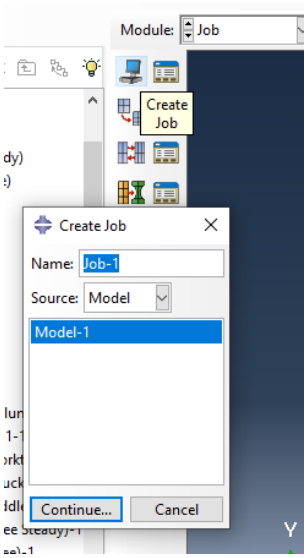
سپس اندازه مش را از global seed داریم :



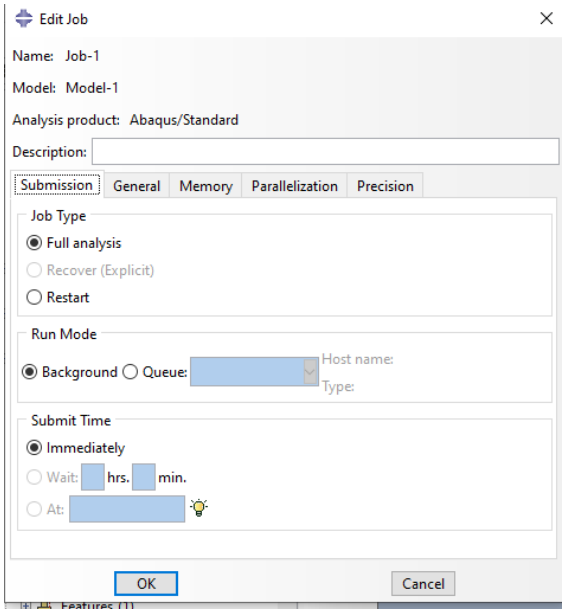
سپس داریم :



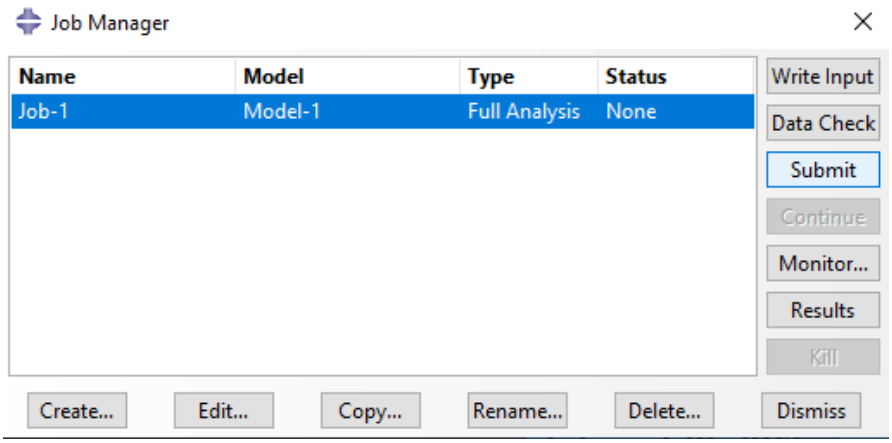
سپس به سراغ ماژول job می رویم و از create job داریم :



سپس :

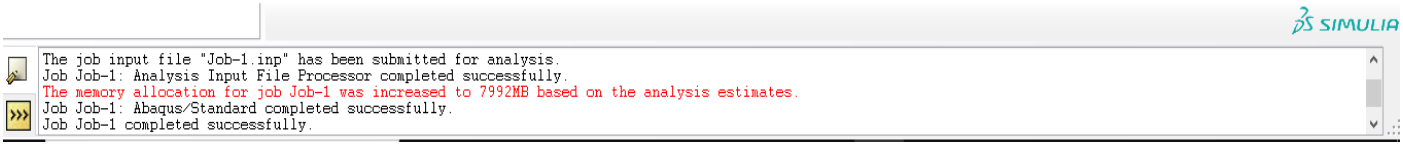


سپس به سراغ دستور job manager می رویم:



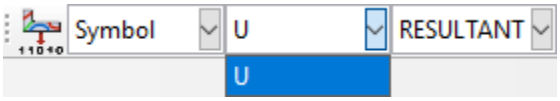
سپس با انتخاب submit می توان ران را شروع کرد و در monitor می توان errors و warning ها را مشاهده کرد و در Results می توان شبیه سازی را مشاهده کرد .

حال با توجه به اینکه پیام زیر را دریافت کردیم یعنی مش ما خیلی ریز است و از حداکثر قدرت لپ تاب استفاده می کنیم .

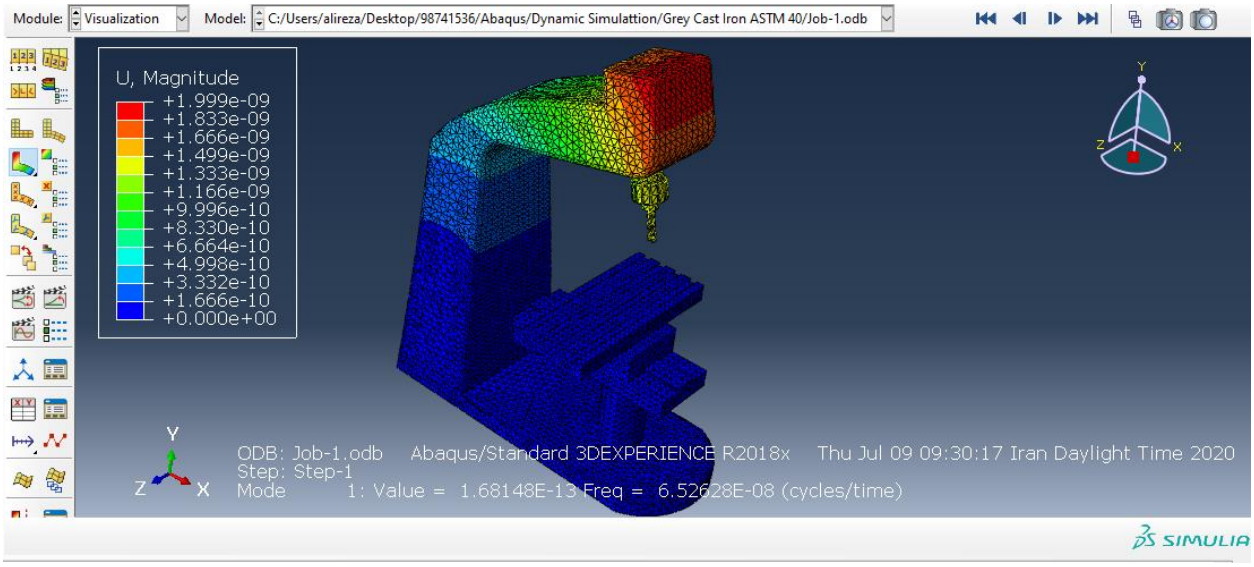


استخراج نتایج و مدهای فرکانس طبیعی

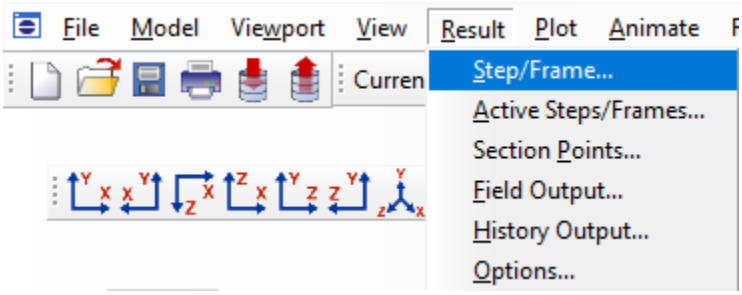
حال با توجه به انتخاب Step که نوع Frequency مورد استفاده ی ما بوده ما تنها می توانیم خروجی کمیت انحراف یا U را استخراج کنیم :



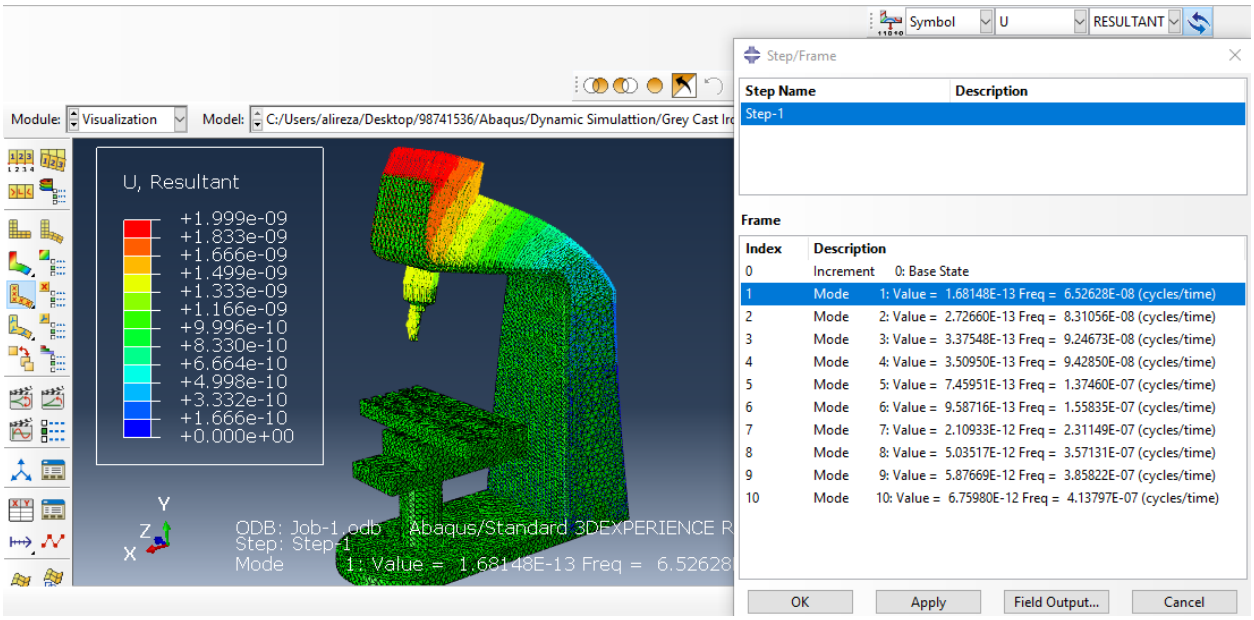
حال خروجی ما به شرح زیر است :



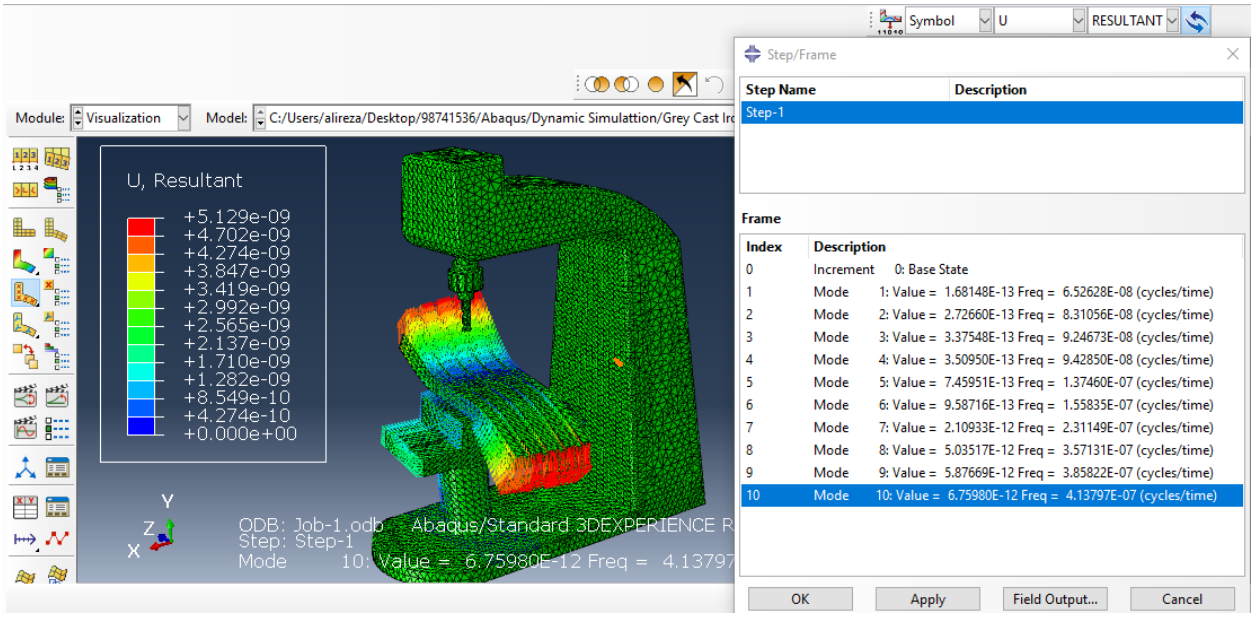
حال سپس می دانیم برای مدهای فرکانس طبیعی ، همانطور که ۱۰ حالت را در ماژول step برای مد های فرکانس طبیعی انتخاب کردیم برای مشاهده ی آن ها از مسیر زیر می رویم :



حال چون در حالت دینامیکی هستیم ، مثلا با توجه به تصویر زیر اولین فرکنس دینامیکی ۱۳-^۱۰*۶.۵۲۶۲۸ را در نظر می گیریم :



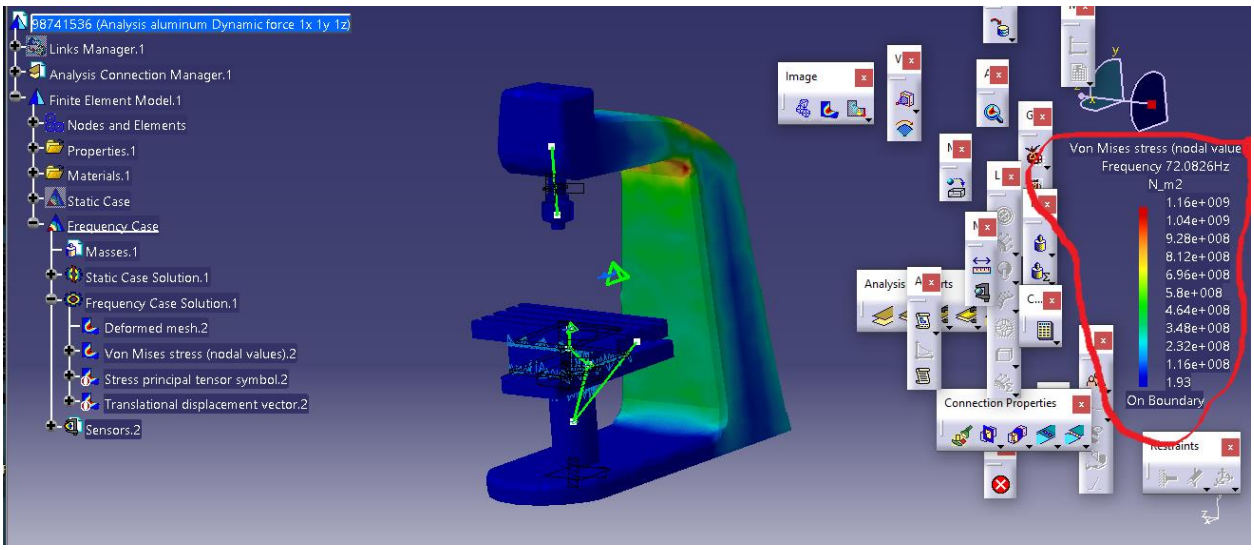
سپس آخرین مد را یعنی مد فرکانس طبیعی ۰۷- ^ ۱۰ * ۴.۱۳۷۹۷داریم :



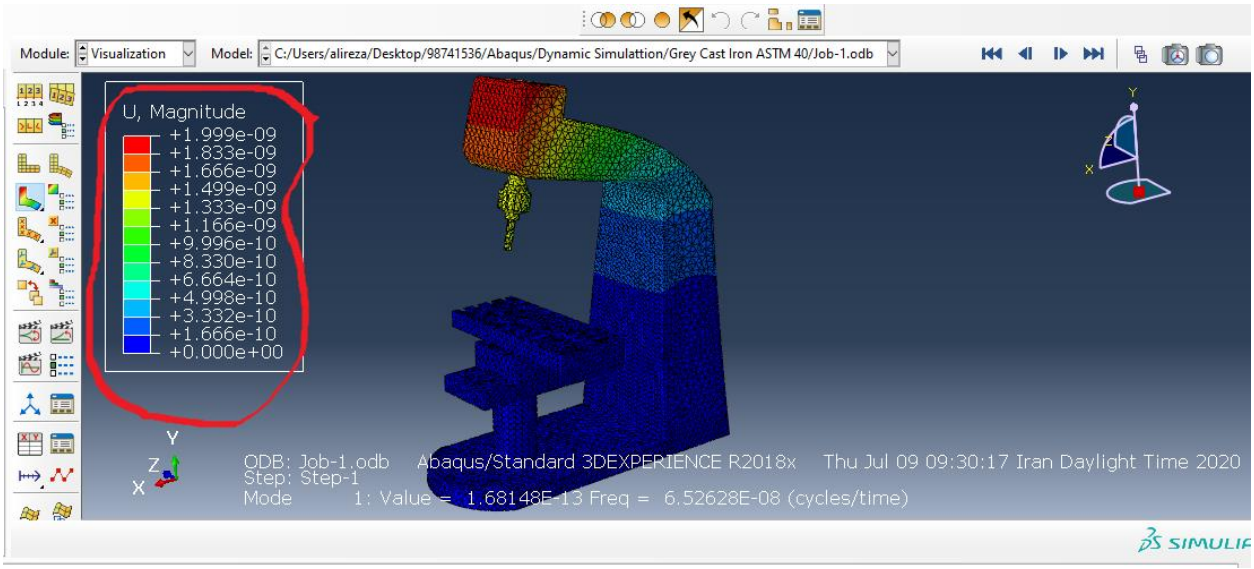
مقایسه نتایج

روش بررسی و مقایسه نتایج

برای مقایسه ی نتایج در شبیه سازی ، ما مقادیر جدول را در شبیه سازی به عنوان مقادیر در نظر گرفته و آن ها را در یک جدول نوشته و سپس با توجه با جنس و نوع کمیت و نوع شبیه سازی دینامیکی یا استاتیکی نمودار آن ها را رسم می کنیم یعنی جدول شبیه سازی در کتیا :



در آباکوس :

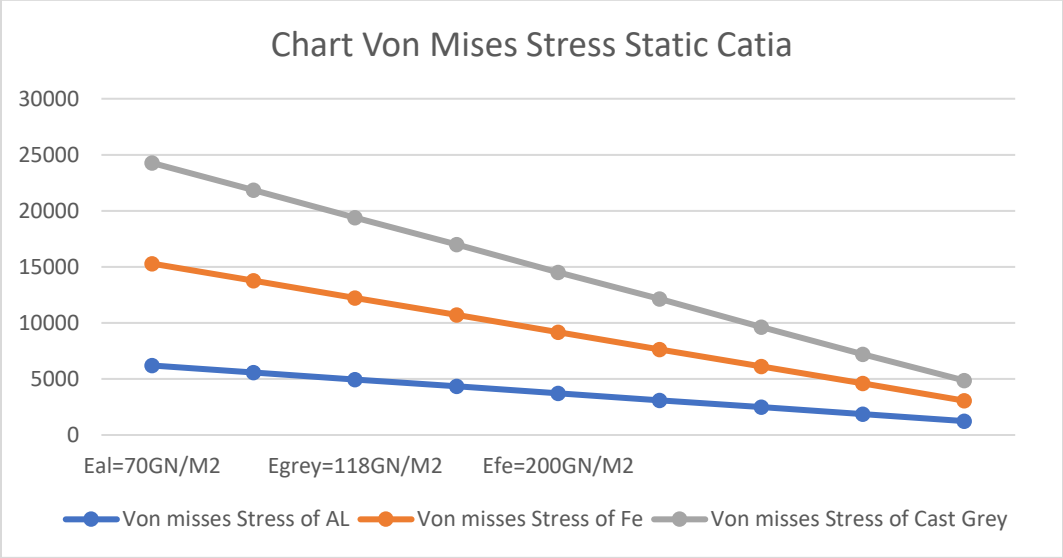


مقایسه نتایج استاتیکی کتیا

-تنش ون میزز یا VON MISESS STRESS (کتیا استاتیکی)

Von misses Stress of Cast Grey	Von misses Stress of Fe	Von misses Stress of AL
۸۹۸۰	۹۰۹۰	۶۲۰۰
۸۰۸۰	۸۱۸۰	۵۵۸۰
۷۱۵۰	۷۲۷۰	۴۹۶۰
۶۲۹۰	۶۳۶۰	۴۳۴۰
۵۳۵۰	۵۴۵۰	۳۷۲۰
۴۴۹۰	۴۵۴۰	۳۱۰۰
۳۵۳۰	۳۶۳۰	۲۴۸۰
۲۶۰۰	۲۷۳۰	۱۸۶۰
۱۸۰۰	۱۸۲۰	۱۲۴۰

مقادیر جدول در واحد N/M۲ هستند.

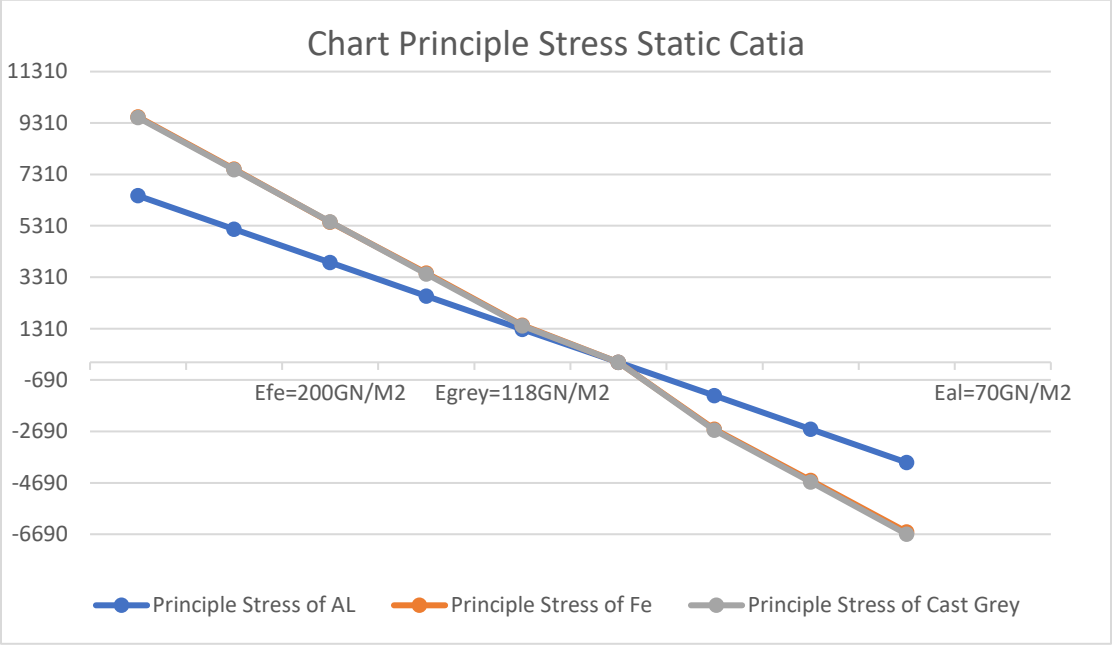


با توجه به مقادیر مدول یانگ ، صلبیت استاتیکی فولاد از چدن خاکستری بهتر و آن از آلومینیوم بهتر است و با توجه به نمودار تنش ون میزز در حال استاتیکی ، تنش وارد بر چدن خاکستری بیشتر است که در نتیجه باعث بیشتر بودن مقدار صلبیت استاتیکی نسبت به فولاد و همچنین فولاد بیشتر از آلومینیوم می شود.

-تنش اصلی یا Principle Stress (کتیا استاتیکی)

Principle Stress of Cast Grey	Principle Stress of Fe	Principle Stress of AL
۹۵۲۰	۹۵۵۰	۶۴۸۰
۷۵۰۰	۷۵۲۰	۵۱۸۰
۵۴۷۰	۵۴۵۰	۳۸۸۰
۳۴۴۰	۳۴۷۰	۲۵۸۰
۱۴۲۰	۱۴۴۰	۱۲۸۰
-۰.۶۰۹	-۰.۵۹۱	-۰.۰۲۲۸
-۲۶۴۰	-۲۶۰۰	-۱۳۰۰
-۴۶۶۰	-۴۶۰۰	-۲۶۰۰
-۶۶۹۰	-۶۶۰۰	-۳۹۰۰

واحد جدول N/M۲ است .

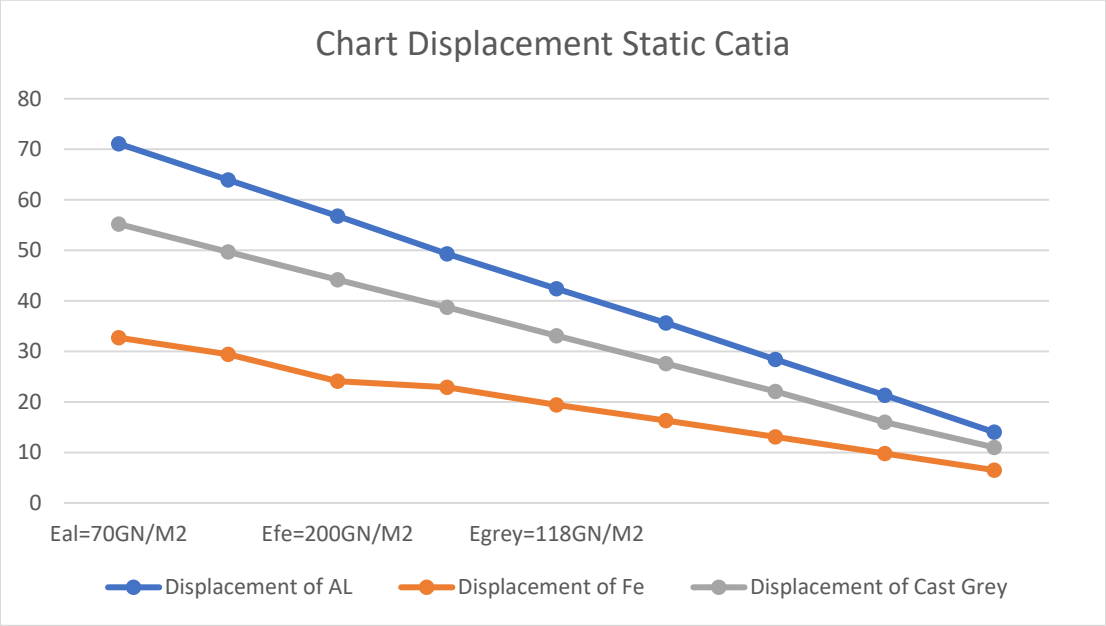


با توجه به مقادیر مدول یانگ ، صلبیت استاتیکی فولاد از چدن خاکستری بهتر و آن از آلومینیوم بهتر است و با توجه به نمودار تنش اصلی در حال استاتیکی ، تنش وارد بر چدن خاکستری و فولاد مشابه بوده لذا صلبیت استاتیکی مشابه ی با توجه به این کمیت دارند و لذا از صلبیت استاتیکی آلومینیوم بیشتر می شوند.

-انحراف یا Displacement (کتیا استاتیکی)

Displacement of Cast Grey	Displacement of Fe	Displacement of AL
۵۵.۲	۳۲.۷	۷۱.۱
۴۹.۷	۲۹.۴	۶۳.۹
۴۴.۲	۲۴.۱	۵۶.۸
۳۸.۷	۲۲.۹	۴۹.۳
۳۳.۱	۱۹.۴	۴۲.۴
۲۷.۶	۱۶.۳	۳۵.۶
۲۲.۱	۱۳.۱	۲۸.۴
۱۶	۹.۸	۲۱.۳
۱۱	۶.۵	۱۴

واحد جدول nm یا نانو متر است .



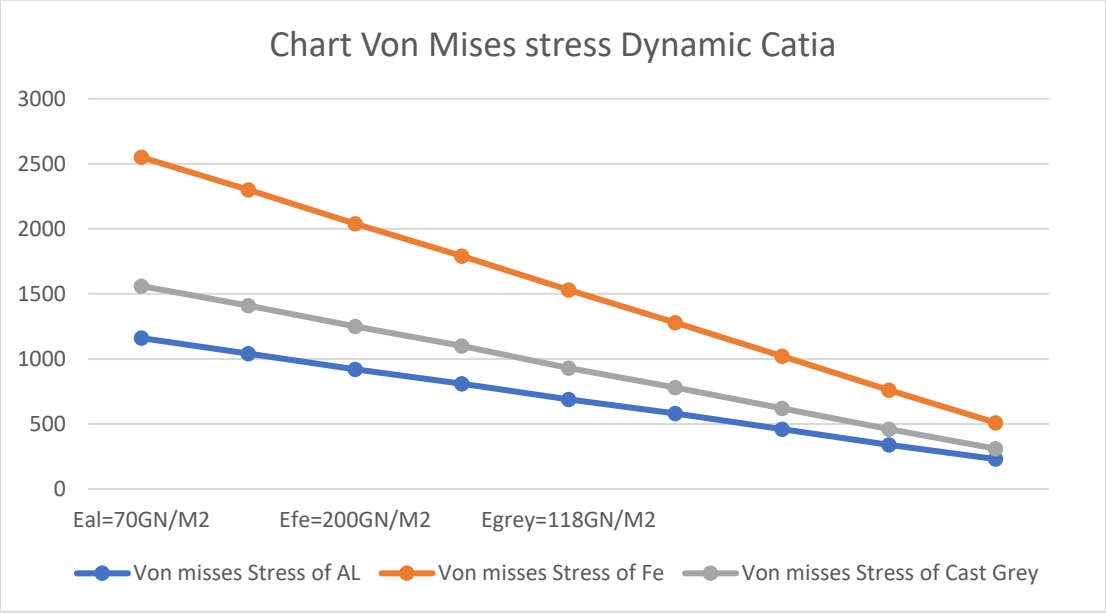
با توجه به مقادیر مدول یانگ ، صلبیت استاتیکی فولاد از چدن خاکستری بهتر و آن از آلومینیوم بهتر است و با توجه به نمودار انحراف ، در حالت استاتیکی ، انحراف وارد بر فولاد کمتر است که در نتیجه باعث صلبیت بیشتر استاتیکی نسبت به چدن خاکستری و همچنین آن نسبته به آلومینیوم است .

مقایسه نتایج دینامیکی کتیا

-تنش ون میزز یا VON MISESS STRESS (کتیا دینامیکی)

Von misses Stress of Cast Grey	Von misses Stress of Fe	Von misses Stress of AL
۱۵۶۰	۲۵۵۰	۱۱۶۰
۱۴۱۰	۲۳۰۰	۱۰۴۰
۱۲۵۰	۲۰۴۰	۹۲۰
۱۱۰۰	۱۷۹۰	۸۱۰
۹۳۰	۱۵۳۰	۶۹۰
۷۸۰	۱۲۸۰	۵۸۰
۶۲۰	۱۰۲۰	۴۶۰
۴۶۰	۷۶۰	۳۴۰
۳۱۰	۵۱۰	۲۳۰

واحد جدول MN/M۲ یا مگانیوتن بر متر مربع است.

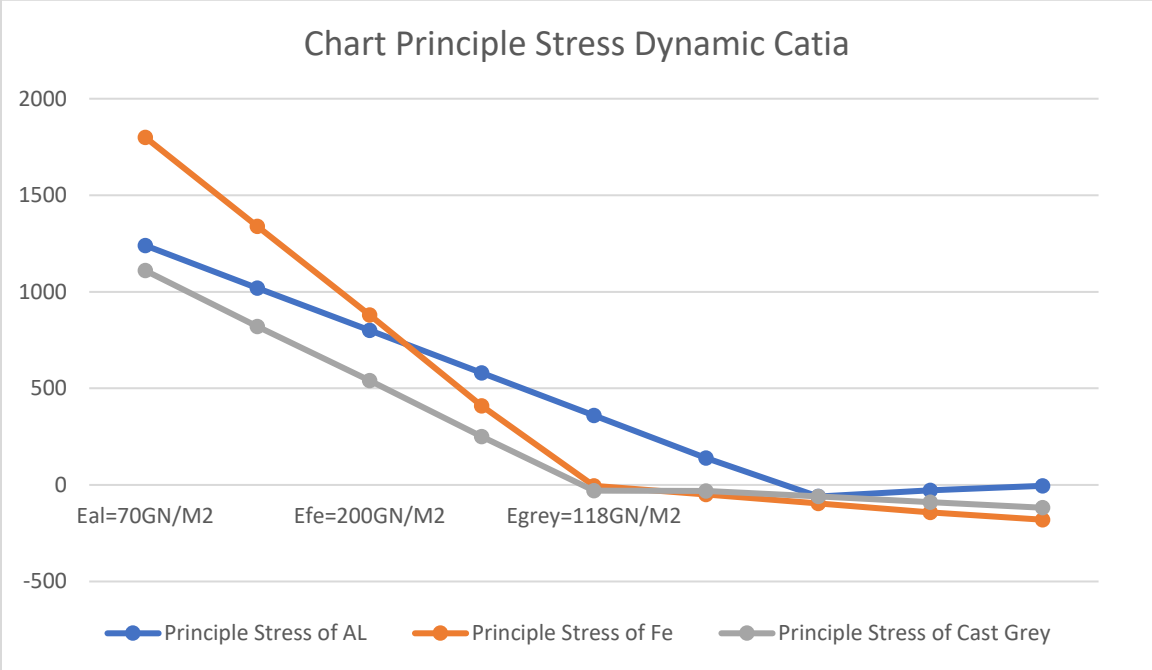


با توجه به مقادیر مدول یانگ ، صلبیت دینامیکی فولاد از چدن خاکستری بهتر و آن از آلومینیوم بهتر است و با توجه به نمودار تنش ون میزز در حالت دینامیکی ، تنش وارد بر فولاد بیشتر است که در نتیجه باعث بیشتر بودن صلبیت دینامیکی فولاد ، نسبت به چدن خاکستری و همچنین آن نسبت به آلومینیوم می شود.

-تنش اصلی یا Principle Stress (کتیا دینامیکی)

Principle Stress of Cast Grey	Principle Stress of Fe	Principle Stress of AL
۱۱۱۰	۱۸۰۰	۱۲۴۰
۸۲۰	۱۳۴۰	۱۰۲۰
۵۴۰	۸۸۰	۸۰۰
۲۵۰	۴۱۰	۵۸۰
۳۰-	۴-	۳۶۰
۳۲-	۵۰-	۱۴۰
۶۰-	۹۶-	۶۰-
۸۹-	۱۴۳-	۲۸-
۱۱۸-	۱۸۰-	۵.۴-

واحد جدول MN/M۲ یا مگانیوتن بر متر مربع است .

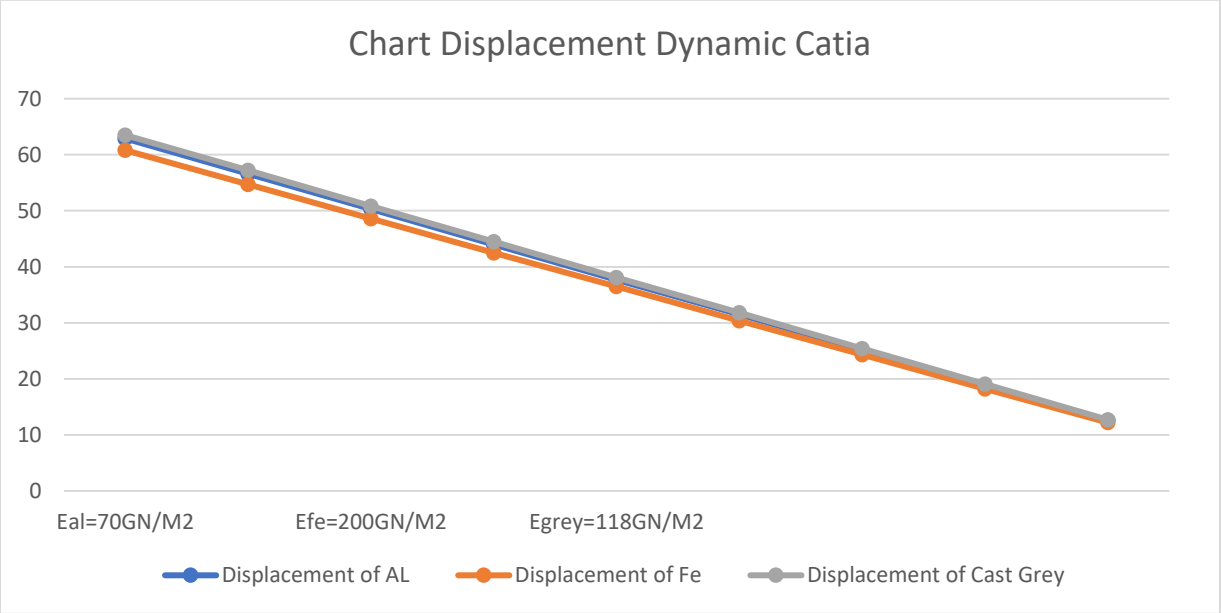


با توجه به مقادیر مدول یانگ ، صلبیت استاتیکی فولاد از چدن خاکستری بهتر و آن از آلومینیوم بهتر است و با توجه به نمودار تنش اصلی در حالت دینامیکی ، معمولا تنش وارد بر فولاد بیشتر است که در نتیجه باعث بیشتر بودن مقدار صلبیت دینامیکی نسبت به آلومینیوم و همچنین آن بیشتر از چدن خاکستری می شود.

-انحراف یا Displacement (کتیا دینامیکی)

Displacement of Cast Grey	Displacement of Fe	Displacement of AL
۶۳.۵	۶۰.۸	۶۲.۹
۵۷.۲	۵۴.۷	۵۶.۶
۵۰.۸	۴۸.۶	۵۰.۳
۴۴.۵	۴۲.۵	۴۴
۳۸.۱	۳۶.۵	۳۷.۷
۳۱.۸	۳۰.۴	۳۱.۵
۲۵.۴	۲۴.۳	۲۵.۲
۱۹.۱	۱۸.۲	۱۸.۹
۱۲.۷	۱۲.۲	۱۲.۶

واحد جدول mm یا میلیمتر است .



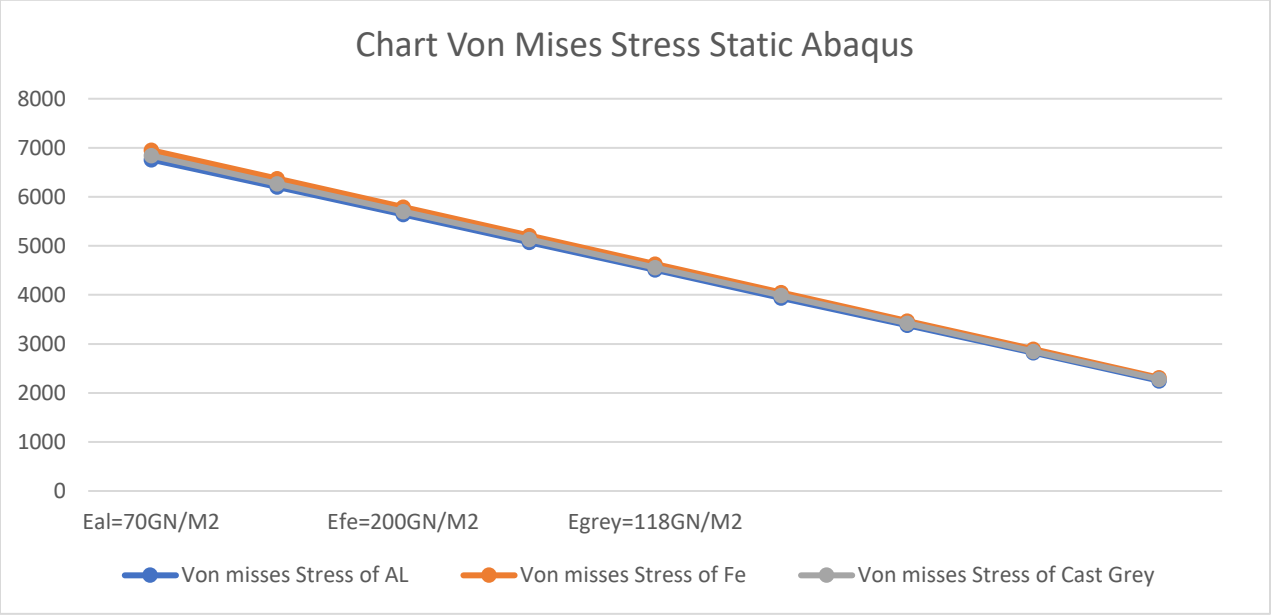
با توجه به مقادیر مدول یانگ ، صلبیت استاتیکی فولاد از چدن خاکستری بهتر و آن از آلومینیوم بهتر است و با توجه به نمودار انحراف در حالت دینامیکی ، انحراف وارد بر فولاد کمتر است که در نتیجه باعث بیشتر بودن مقدار صلبیت دینامیکی نسبت به آلومینیوم و همچنین آلومینیوم بیشتر از چدن خاکستری می شود.

مقایسه نتایج استاتیکی آباکوس

-تنش ون میزز یا VON MISESS STRESS (آباکوس استاتیکی)

Von misses Stress of Cast Grey	Von misses Stress of Fe	Von misses Stress of AL
۶۸۴۰	۶۹۵۰	۶۷۶۰
۶۲۷۰	۶۳۷۰	۶۲۰۰
۵۷۰۰	۵۷۹۰	۵۶۴۰
۵۱۳۰	۵۲۱۰	۵۰۷۰
۴۵۶۰	۴۶۳۰	۴۵۱۰
۳۹۹۰	۴۰۵۰	۳۹۴۰
۳۴۲۰	۳۴۷۰	۳۳۸۰
۲۸۵۰	۲۸۹۰	۲۸۲۰
۲۲۸۰	۲۳۱۰	۲۲۵۰

واحد جدول N/M۲ یا نیوتن بر متر مربع است.

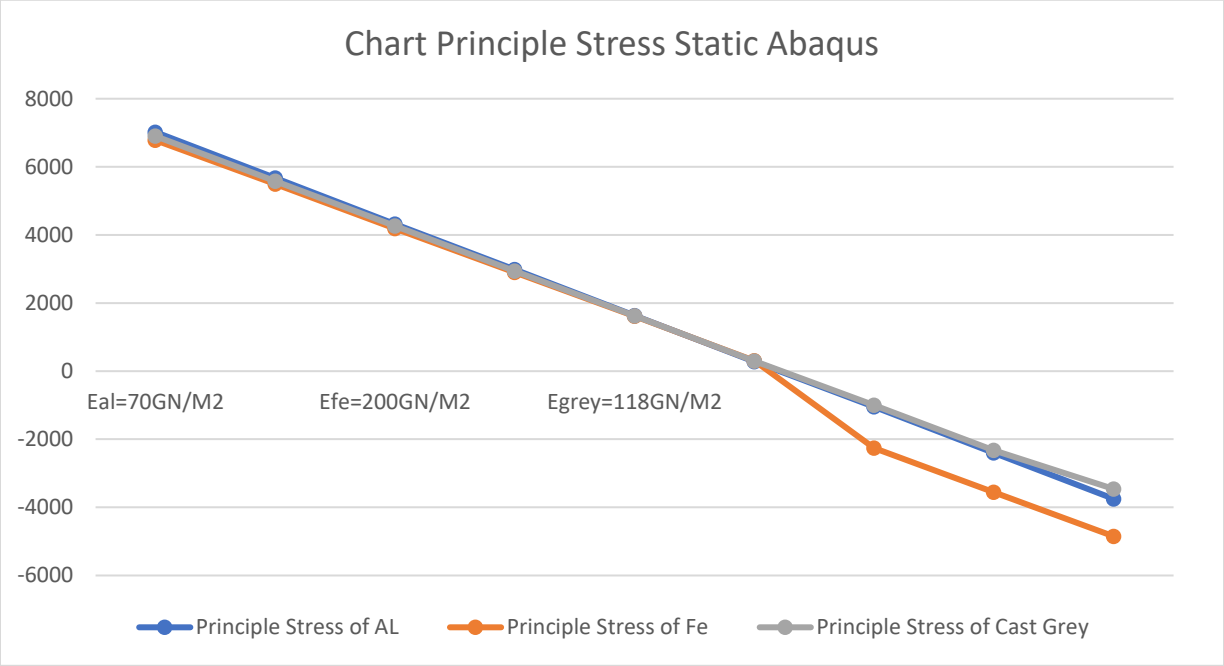


با توجه به مقادیر مدول یانگ ، صلبیت استاتیکی فولاد از چدن خاکستری بهتر و آن از آلومینیوم بهتر است و با توجه به نمودار تنش ون میزز در حالت استاتیکی ، تنش وارد بر فولاد بیشتر است که در نتیجه باعث بیشتر بودن مقدار صلبیت استاتیکی نسبت به چدن خاکستری و همچنین چدن خاکستری بیشتر از آلومینیوم می شود.

-تنش اصلی یا Principle Stress (آباکوس استاتیکی)

Principle Stress of Cast Grey	Principle Stress of Fe	Principle Stress of AL
۶۹۰۰	۶۷۸۰	۷۰۲۰
۵۵۸۰	۵۴۹۰	۵۶۷۰
۴۲۶۰	۴۱۹۰	۴۳۲۰
۲۹۴۰	۲۹۰۰	۲۹۸۰
۱۶۲۰	۱۶۱۰	۱۶۳۰
۳۰۰	۳۱۰	۲۸۰
۱۰۰۰-	۲۲۶۰-	۱۰۵۰-
۲۳۲۰-	۳۵۶۰-	۲۴۰۰-
۳۴۶۰-	۴۸۵۰-	۳۷۵۰-

واحد جدول N/M۲ است.

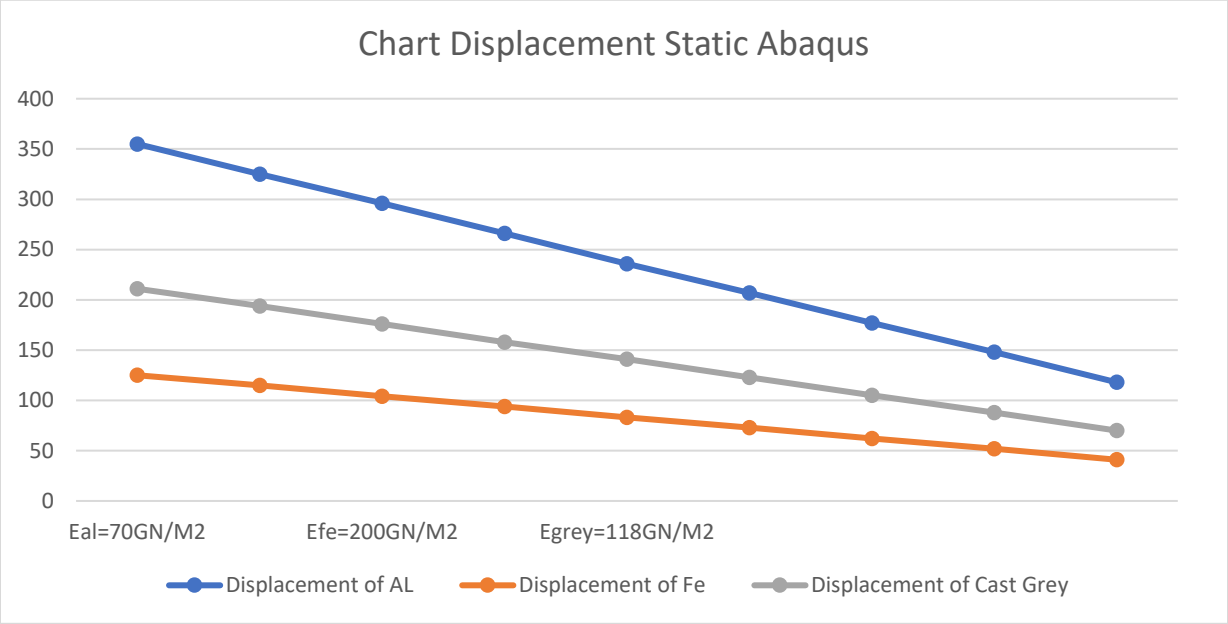


با توجه به مقادیر مدول یانگ ، صلبیت استاتیکی فولاد از چدن خاکستری بهتر و آن از آلومینیوم بهتر است و با توجه به نمودار تنش اصلی در حالت استاتیکی ، معمولا تنش وارد بر آلومینیوم و چدن خاکستری مشابه است که در نتیجه باعث مشابه بودن مقدار صلبیت استاتیکی دو جنس و بیشتر بودن نسبت به صلبیت استاتیکی فولاد می شود.

-انحراف یا Displacement (آباکوس استاتیکی)

Displacement of Cast Grey	Displacement of Fe	Displacement of AL
۲۱۱	۱۲۵	۳۵۵
۱۹۴	۱۱۵	۳۲۵
۱۷۶	۱۰۴	۲۹۶
۱۵۸	۹۴	۲۶۶
۱۴۱	۸۳	۲۳۶
۱۲۳	۷۳	۲۰۷
۱۰۵	۶۲	۱۷۷
۸۸	۵۲	۱۴۸
۷۰	۴۱	۱۱۸

واحد جدول mm یا میلیمتر است.



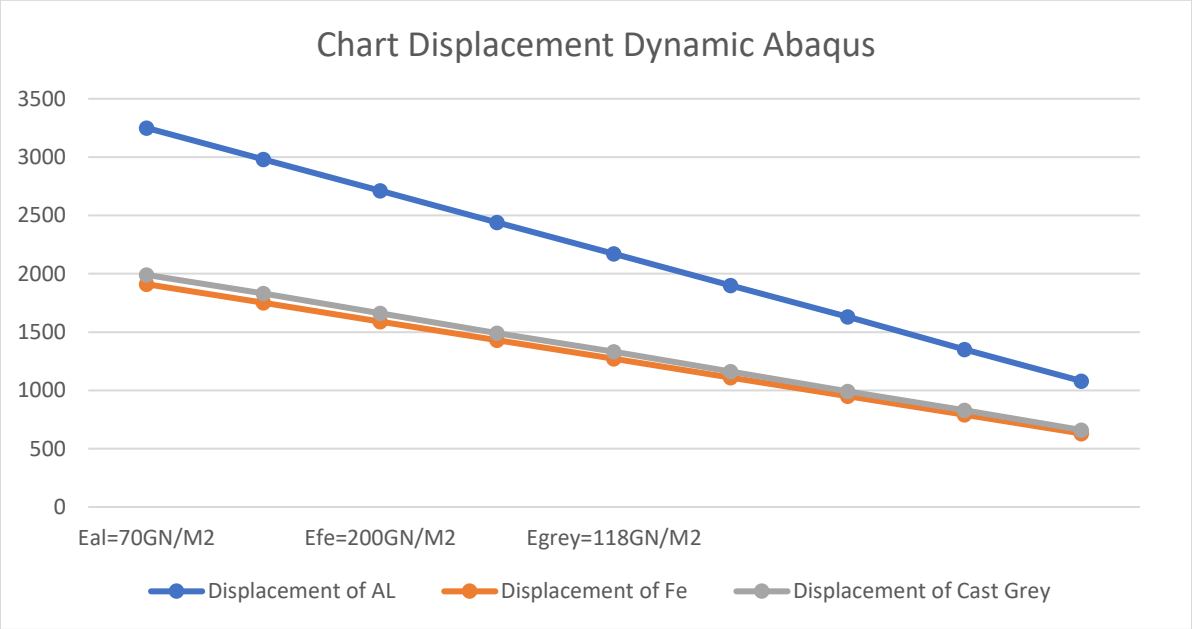
با توجه به مقادیر مدول یانگ ، صلبیت استاتیکی فولاد از چدن خاکستری بهتر و آن از آلومینیوم بهتر است و با توجه به نمودار انحراف در حالت استاتیکی ، انحراف وارد بر فولاد کمتر است که در نتیجه باعث بیشتر بودن مقدار صلبیت استاتیکی نسبت به چدن خاکستری و همچنین چدن خاکستری بیشتر از آلومینیوم می شود.

مقایسه نتایج دینامیکی آباکوس

-انحراف یا Displacement (آباکوس دینامیکی)

Displacement of Cast Grey	Displacement of Fe	Displacement of AL
۱۹۹۰	۱۹۱۰	۳۲۵۰
۱۸۳۰	۱۷۵۰	۲۹۸۰
۱۶۶۰	۱۵۹۰	۲۷۱۰
۱۴۹۰	۱۴۳۰	۲۴۴۰
۱۳۳۰	۱۲۷۰	۲۱۷۰
۱۱۶۰	۱۱۱۰	۱۹۰۰
۹۹۰	۹۵۰	۱۶۳۰
۸۳۰	۷۹۰	۱۳۵۰
۶۶۰	۶۳۰	۱۰۸۰

واحد جدول پیکومتر یا pm یا ۱۰^-12 است .



با توجه به مقادیر مدول یانگ ، صلبیت استاتیکی فولاد از چدن خاکستری بهتر و آن از آلومینیوم بهتر است و با توجه به نمودار انحراف در حالت دینامیکی ، انحراف وارد بر فولاد کمتر است که در نتیجه باعث بیشتر بودن مقدار صلبیت دینامیکی نسبت به چدن خاکستری و همچنین چدن خاکستری بیشتر از آلومینیوم می شود.

جمع بندی

برای انتخاب جنس در ماشین ابزار ، در گذشته عموما ما بیشتر فقط به فاکتور های مدول الاستیسیته یا یانگ ، مدول صلبیت و جرم و ... توجه می کردیم اما مثلا می توان با انجام شبیه سازی مشابه با بالا ، با توجه به نتایج آن ، فهمید که لزوما صلبیت فولاد ، چدن خاکستری و آلومینیوم را نمی توانیم با مقدار مدول یانگ صلبیت آن را پیش گویی کرد یعنی بگوییم که صلبیت فولاد از چدن خاکستری بیشتر و آن از آلومینیوم بیشتر است ، این جمله به شرایط مسله هم بستگی دارد . مثلا برای بهینه سازی طرحی لازم است از استراتژی، ماشین صلب تر بهتر ، به استراتژی ماشین سبک تر بهتر ، نیز برویم .

در کل برای اینکه به انتخاب درستی راجع به متریال پیشنهادی برسیم باید شرایط مسله را کامل بررسی کنیم و در ابتدا لازم است صلبیت مورد نیاز را بررسی و تعیین کرده و بر اساس آن جنس را با هزینه و عملکرد مناسب انتخاب کنیم یعنی مثلا اگر صلبیت معمولی می خواهیم نیاییم یک جنس گران و با صلبیت بالا را انتخاب کنیم بلکه باید به جای آن یک جنس با صلبیت معمولی همانطور که مسله می خواهد و هزینه ی کمتر انتخاب کنیم لازم به ذکر است که باید انتخاب ما جامع باشد یعنی تمامی شرایط را در نظر بگیریم تا مشکلی پیش نیاید .

پایان