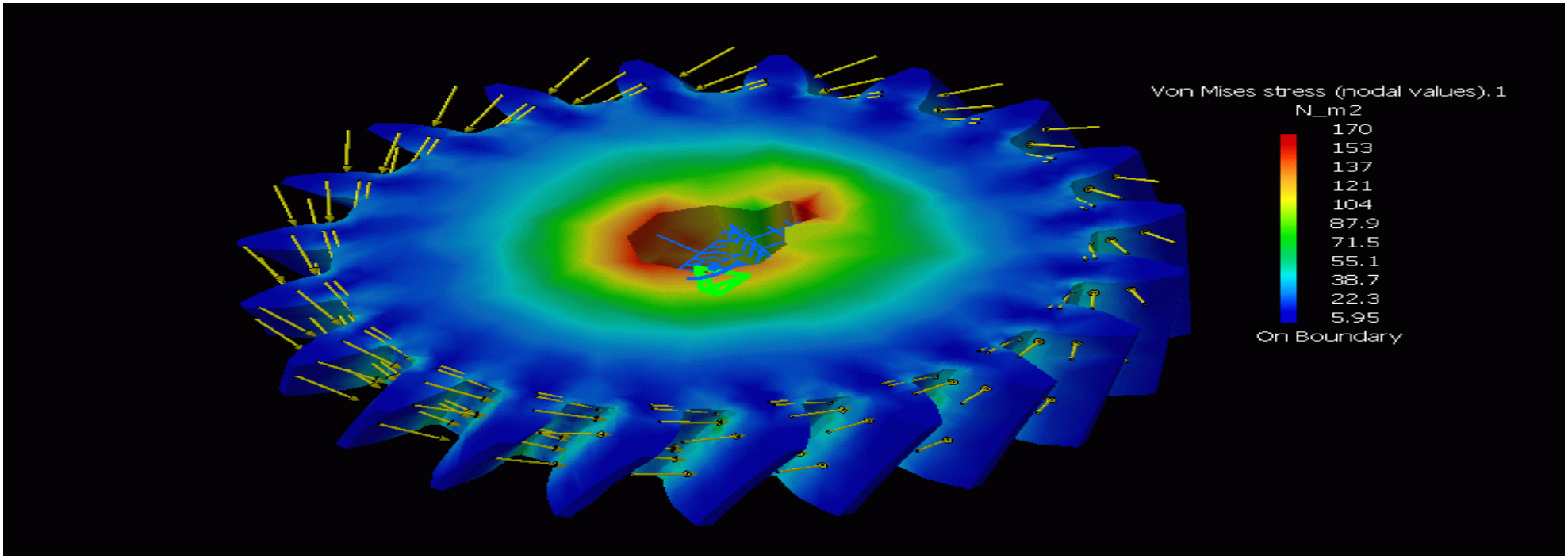
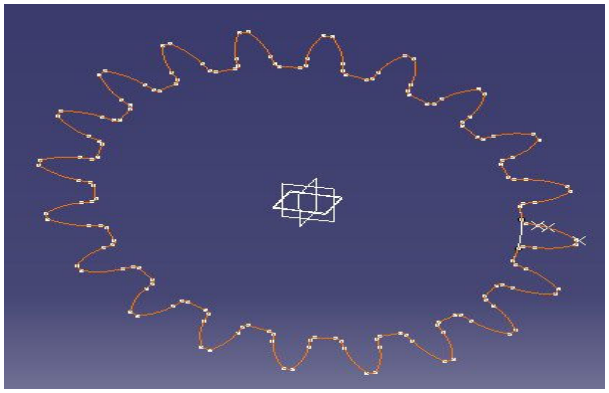
CATIA V5 Helical Gear Modeling & Analysis

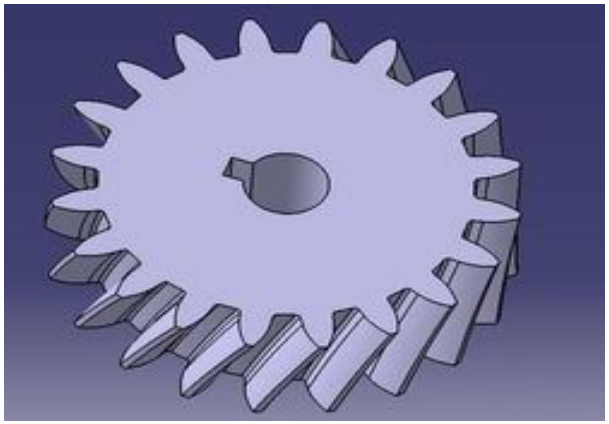
(تمرین طراحی و آنالیز چرخدنده حلزونی)

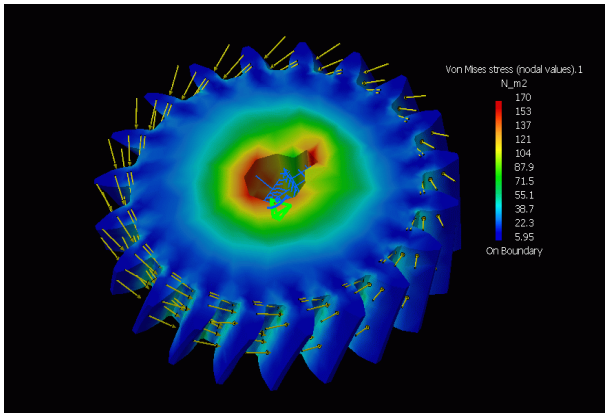
Farhad Novin & Iman Tajzad



- Sketcher
- Formula
- Generative Shape Design
- Part Design
- Generative Structural Analysis







فهرست مطالب:

بخش اول :

- فرمول نویسی
- ترسیم مدل دو بعدی چرخدنده در میحط Generative Shape Design

بخش دوم :

- ترسیم طرح دوبعدی چرخدنده
- ایجاد سطوح بین ترسیمات
- تبدیل سطوح به Solid

بخش سوم :

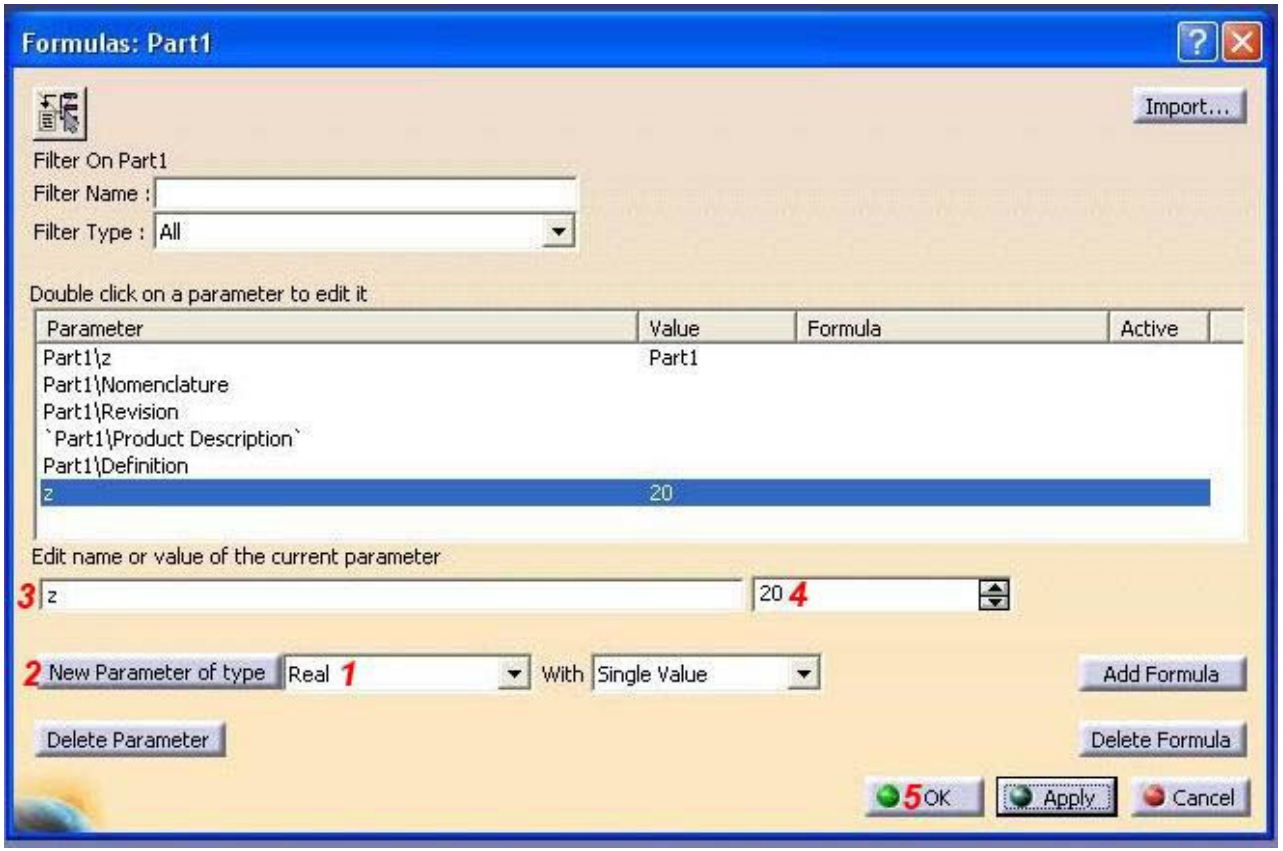
- تعیین نوع ماده تشکیل دهنده چرخدنده
- وارد کردن نیرو و ایجاد تکیه گاه برای چرخدنده
- آنالیز چرخدنده

بخش اول:

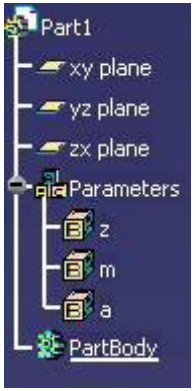
1) طراحی چرخدنده ساده

پس از ورود به نرم افزار کتیا محیط Generative Shape Design را انتخاب کرده با نام گذاری قطعه وارد این محیط می شوید.

1–1) تعیین پارامتر های z, m, a :



پس انتخاب ابزار Formula از جعبه ابزار Knowledge با باز شدن پنجره زیر ابتدا نوع پارامتر (Real) را از منوی آبشاری انتخاب کرده و با کلید New Parameter of Type در قسمت Edit name or Type نام پارامتر را وارد کنید"z" و مقدار 20 را به آن بدهید و کلید Ok را فشار دهید.
همین مراحل را برای پارامتر "m" نیز تکرار کنید.
برای پارامتر"a" نوع پارامتر را Angle انتخاب کنید و20 deg مقدار آن را قرار دهید.



حال نمودار درختی پس از وارد کردن پارامتر های z, m, a بصورت مقابل در می آید.

نکته:

پس از وارد کردن فرمول مورد نظر در صورت عدم نمایش در نمودار درختی با باز کردن پنجره تنظیمات و انتخاب سر شاخه Infrastructure و زیر شاخه Part Infrastructure از قسمت درختی سپس با انتخاب سر برگ Display می توانیم با فعال سازی گزینه های چون Parameters , Relations و ... اطلاعات مورد نظر را در نمودار درختی مشاهده کنید.

2–1) فرمول نویسی :

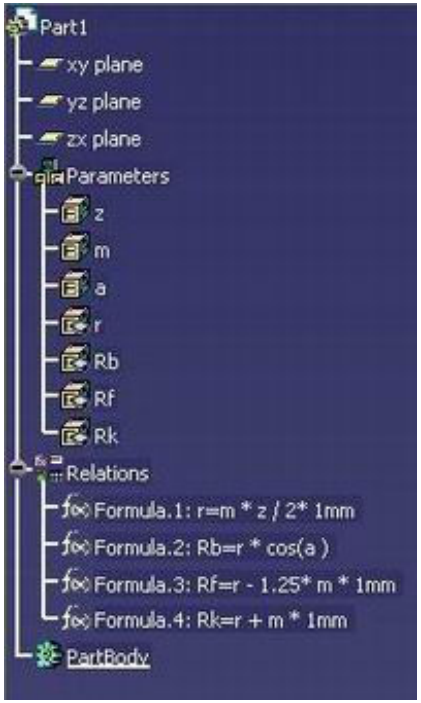
بار دیگر ابزار Formula را انتخاب کرده نوع پارامتر را Real انتخاب کرده و روی New Parameter of Type کلیک کنید و پارامتر "r" را تعریف کرده و بر روی گزینه Add Formula کلیک کنید تا پنجره مقابل باز شود.

در پنجره مقابل در محل مشخص شده فرمول پارامتر "r" را وارد کنید: "m*z/2*1mm" و کلید Ok را فشار دهید.

به ترتیب این مراحل را برای پارامتر های Rb, Rf, Rk نیز با فرمول های مشخص شده انجام دهید :

Rb=r*cos(a)
Rf=r-1.25*m*1mm
Rk=r+m*1mm

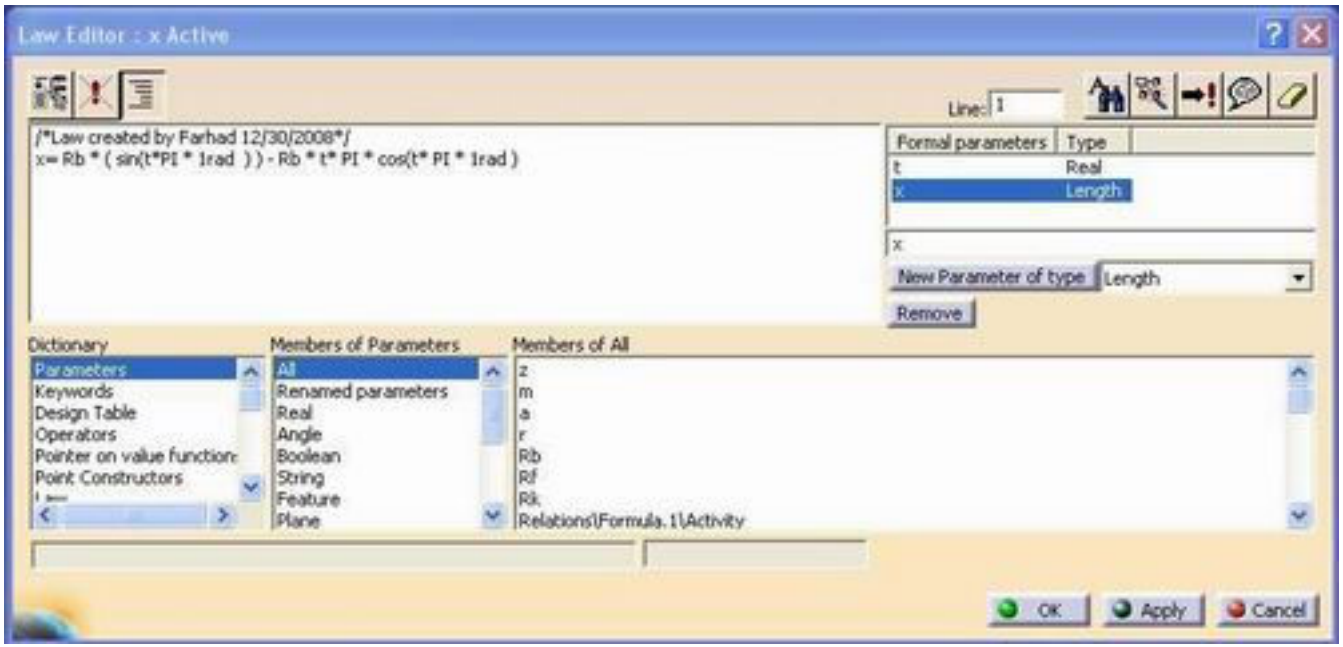
تا در نمودار درختی شاخه Relations به صورت مقابل در آید :



3–1) اجرای دستور fog از جعبه ابزار Knowledge :

پس از انتخاب ابزار fog پنجره ای بنام Law Editor باز شده که در آن شما بایستی نام X را برای Law name انتخاب کنید.
سپس پنجره مقابل باز می شود که ابتدا بایستی دو پارامتر t و x را از نوع Real و Length تعریف کرد پس از آن در سمت چپ فرمول زیر را نوشته و کلید Ok را فشار دهید.

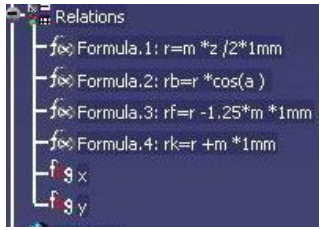
x= Rb * (sin(t*PI * 1rad)) - Rb * t* PI * cos(t* PI * 1rad)



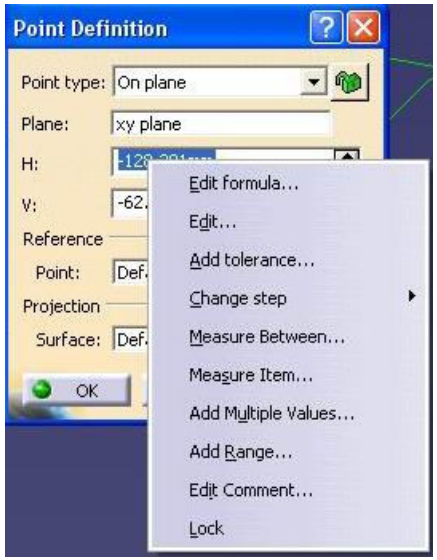
سپس همین مراحل را برای y پی می گیریم :
ابتدا دو پارامتر t و y را از دو نوع Real و Length تعریف کرد پس از آن در سمت چپ فرمول زیر را نوشته و کلید Ok را فشار دهید.

y= (Rb * cos(t*PI * 1rad)) + ((Rb * t* PI) * sin(t* PI * 1rad))

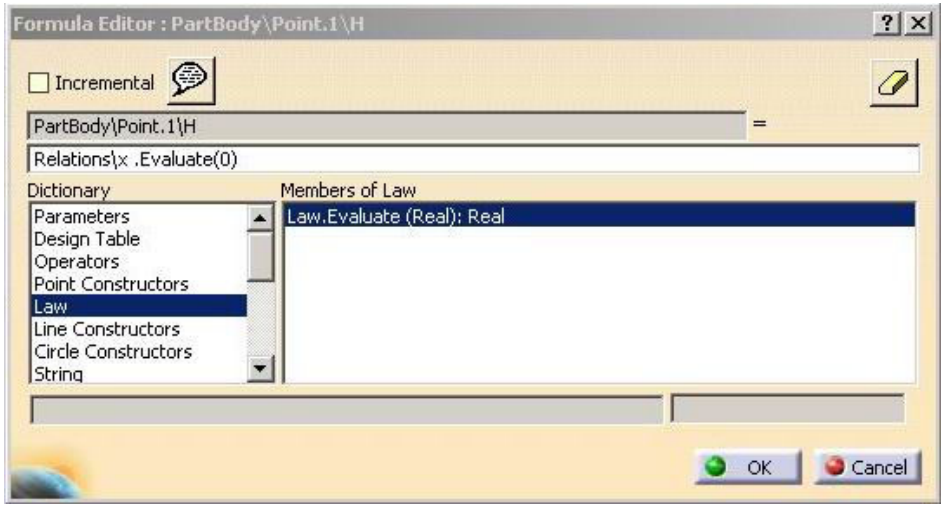
حال در نمودار درختی در زیر قسمت Relations باید fogx و fogy را مشاهده کنید.



4–1) ترسیم Spline :

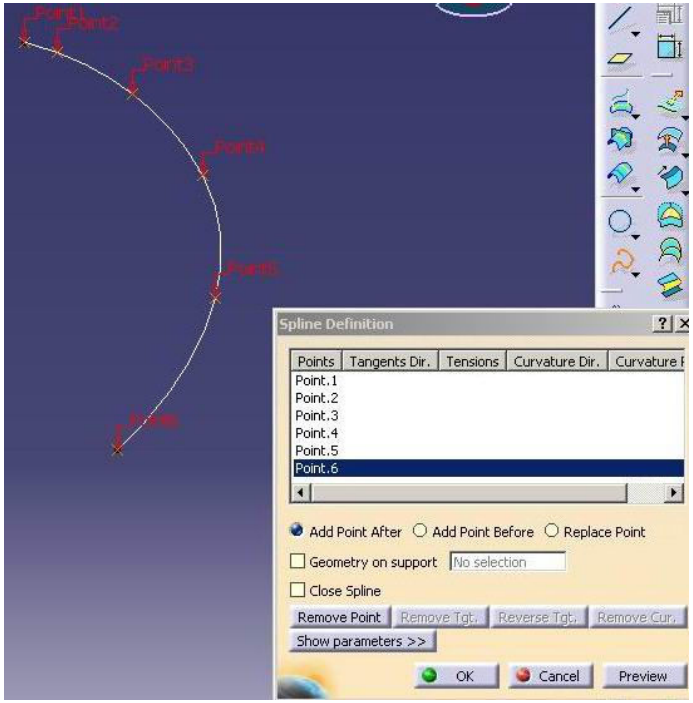


در این مرحله با استفاده از معادلات نقاطی را رسم می کنیم تا بتوانیم به کمک از این نقاط منحنی ترسیم کنیم. وارد محیط Generative Shape Design شده و با استفاده از ابزار Point از جعبه ابزار Wireframe تا پنجره Point Definition فعال شود حال با انتخاب گزینه On Plane صفحه XY انتخاب کنید و بر روی قسمت H راست کلیک کرده و گزینه Edit Formula را انتخاب کرده تا پنجره زیر باز شود.



همانطور که در پنجره بالا ملاحظه می کنید از Member of All بر روی Relations\x دبل کلیک کرده و سپس همانند شکل مقابل از بخش Dictionary .. Law را انتخاب کرده و بر روی بخش Evaluate(Real) دوبل کلیک کنید و مقدار 0 را به ازای عدد Real قرار دهید تا عبارت مقابل حاصل شود و Ok کنید.

مراحل فوق را برای V در پنجره Point Definition نیز انجام می دهیم با این تفاوت که پس از باز شدن پنجره Formula بر روی Relations\y دبل کلیک کنید و بار دیگر از بخش Dictionary .. Law را انتخاب کرده و بر روی بخش Evaluate(Real) دوبل کلیک کنید و مقدار 0 را به ازای عدد Real قرار دهید و کلید Ok را فشار دهید.

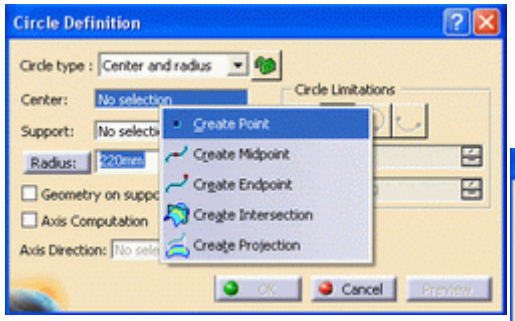


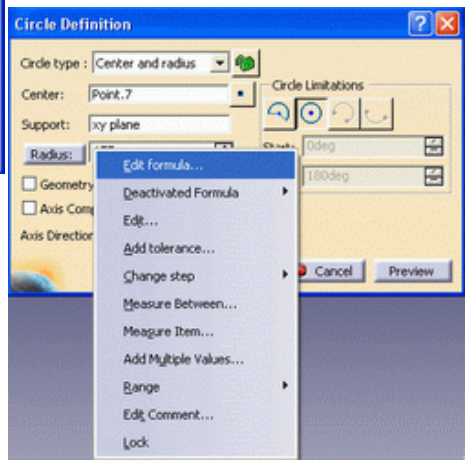
پس از ترسیم اولین نقطه 5 نقطه دیگر به همین ترتیب ترسیم می کنیم با این تفاوت که بجای 0 در پرانتز Evaluate یک بار 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 قرار می دهیم.

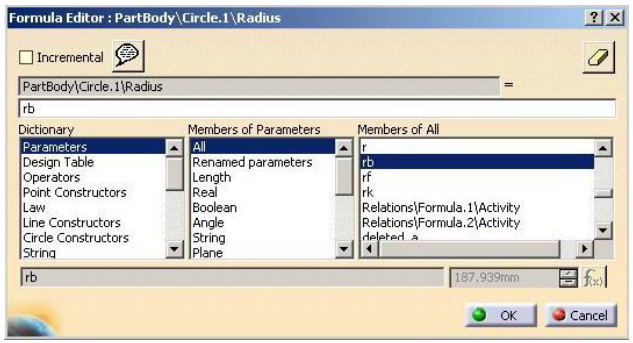
حال این 6 نقطه را به کمک ابزار Spline به یکدیگر متصل می کنیم تا منحنی مورد نظر ترسیم شود.

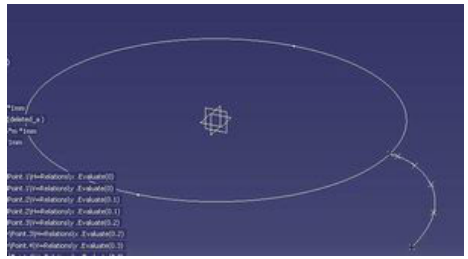
5–1) ترسیم دایره در محیط Generative Shape Design:

برای ترسیم دایره در محیط Generative Shape Design پس از انتخابCircle از جعبه ابزار Wireframe در پنجره Circle Definition با راست کلیک کردن و انتخاب Create Point و تعریف نقطه ای در مرکز محور مختصاتی و Ok در قسمت Support با راست کلیک کردن و انتخاب Plane XY و سپس در قسمت Radius با راست کلیک کردن و انتخاب Edit Formula در پنجره Formula Editor مقدار Rb را بجای مقدار شعاع از پارامتر ها انتخاب کرده و Ok می کنید.

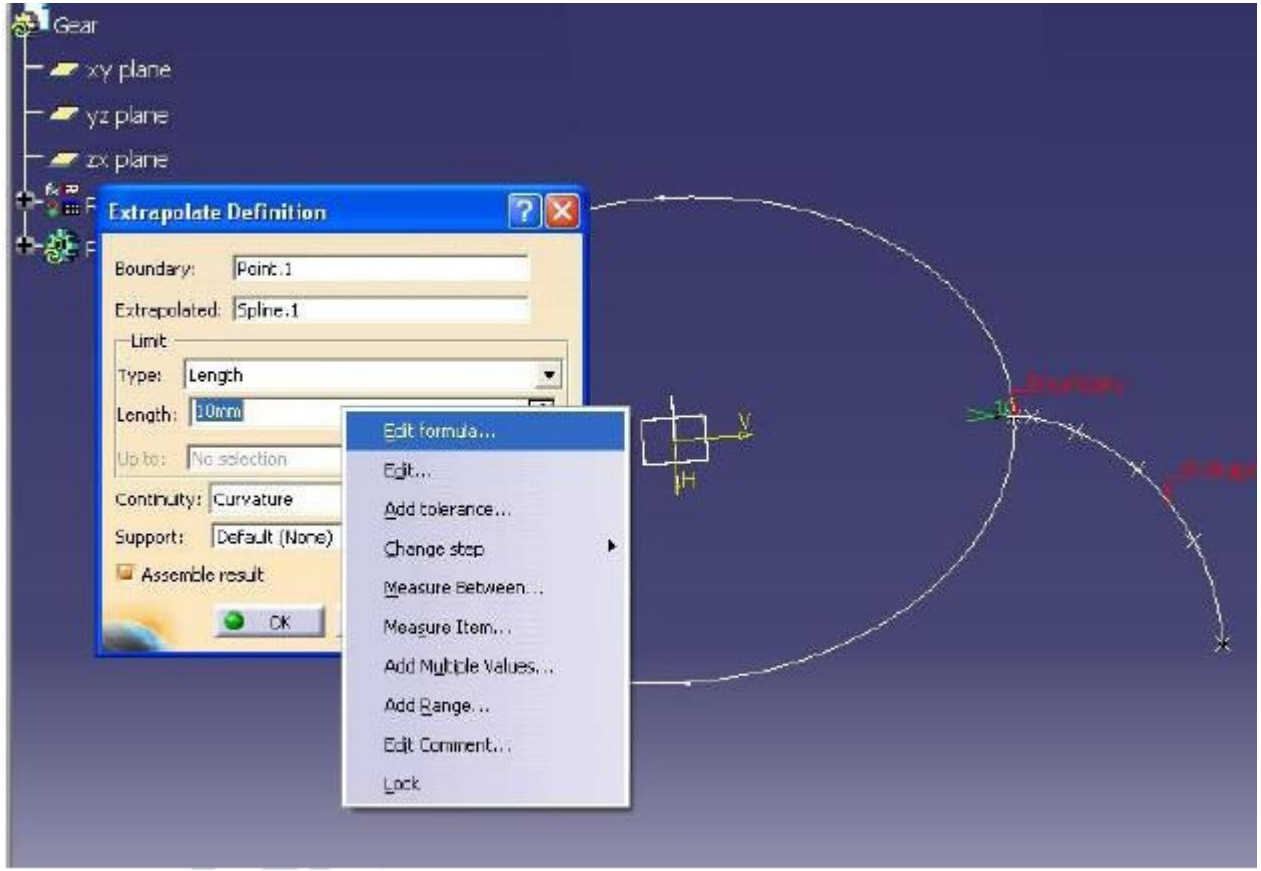








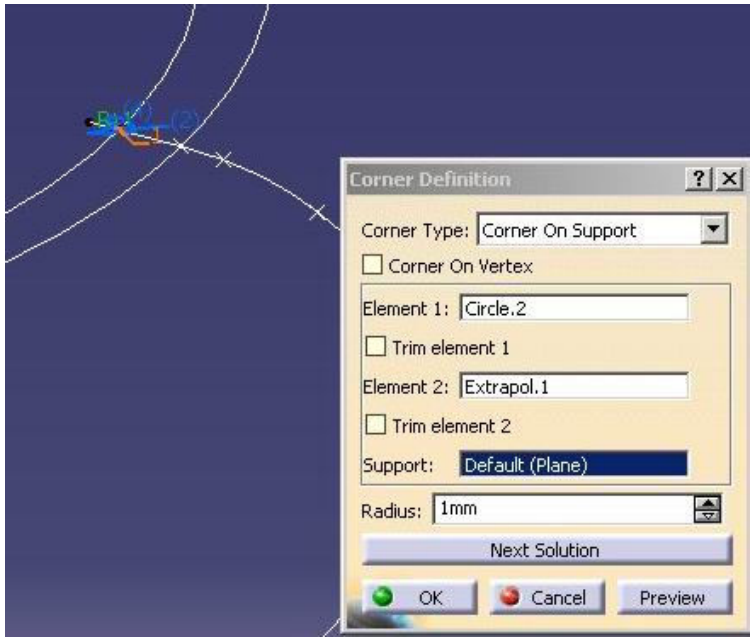
ابزار Extrapolate از جعبه ابزار Operation را انتخاب می کنیم.



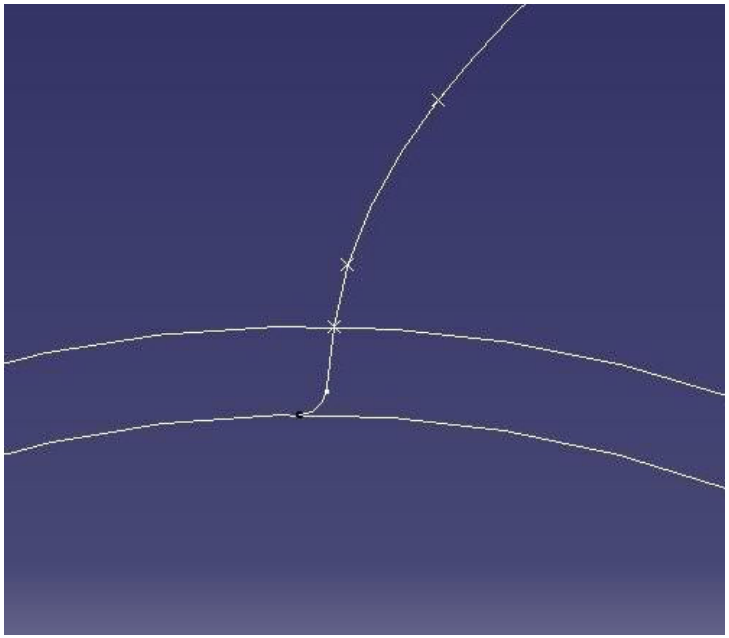
همانطور که در شکل مقابل مشاهده می کنید پس از باز شدن پنجره Extrapolate Definition در قسمت Boundary نقطه یک و در قسمت Extrapolate منحنی یک Spline.1 را وارد می کنید Type را Length انتخاب کرده بر روی مقدار راست کلیک کرده و گزینه Edit formula را انتخاب می کنید و مقدار آن را برابر (Rb-Rf)*1.5 وارد می کنید و Ok می کنید. تا امتداد خط ترسیم شود.

برای ترسیم دایره ای دیگر همانند دایره قبل مراحل را به ترتیب ادامه می دهیم و فقط در قسمت مقدار شعاع در Edit formula مقدار Rf را از پارامتر ها انتخاب می کنیم.

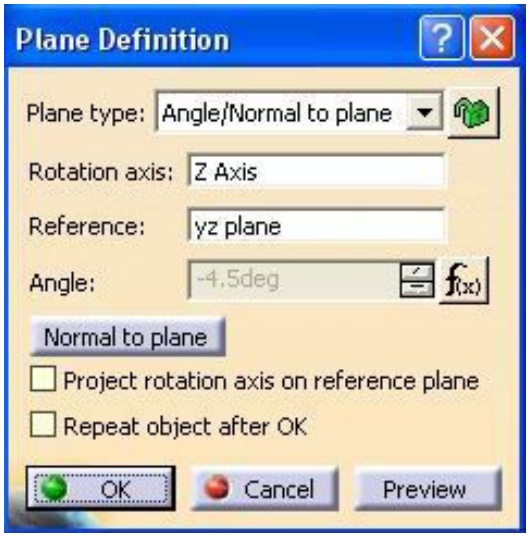
6–1) ایجاد دندانه :



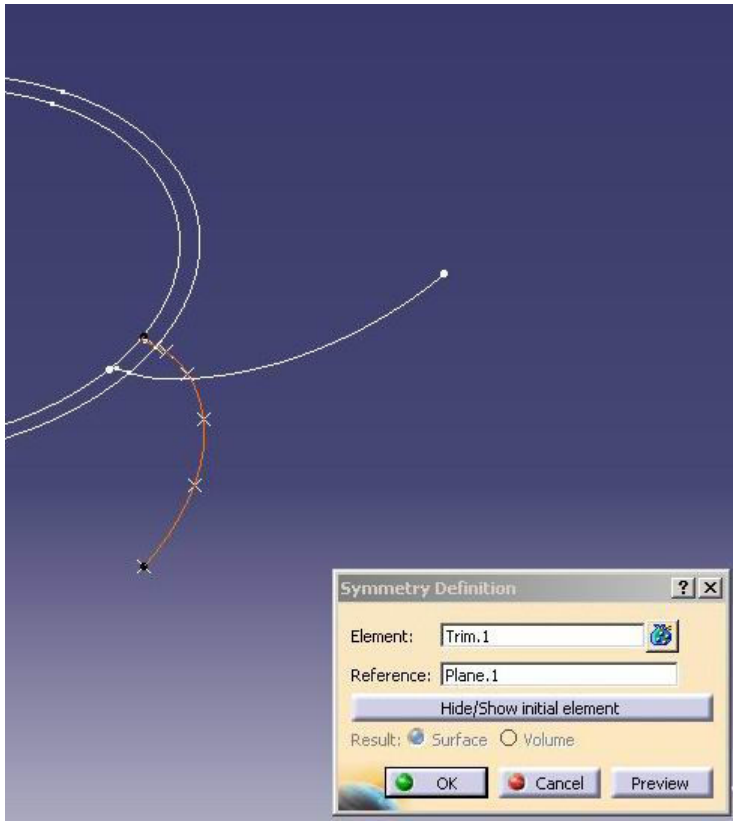
از محیط Sketcher خارج شده وارد محیط Generative Shape Design می شویم در این محیط از ابزار Corner از جعبه ابزار Wireframe انتخاب کرده تا پنجره مقابل باز شود. در پنجره Corner Definition المان اولی (Element 1) را دایره دوم و المان دوم (Extrapolate (Element 2 انتخاب می کنیم و شعاع را برابر 4 قرار می دهیم.



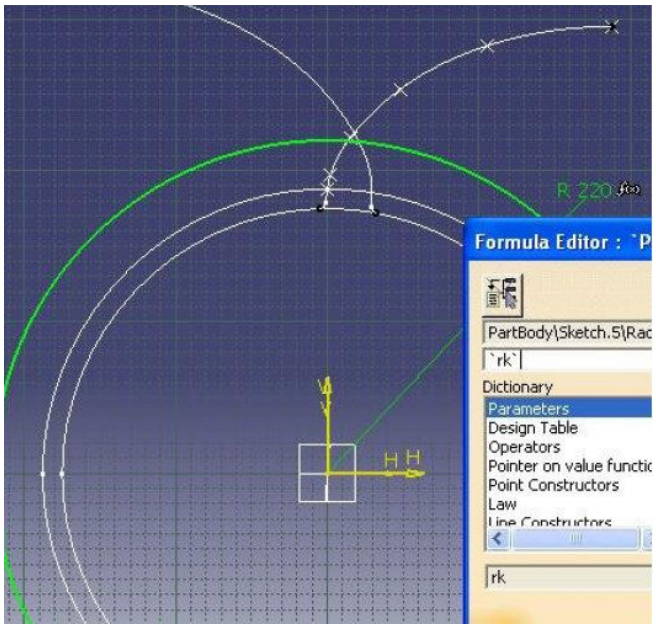
حال با استفاده از ابزار Trim قسمت های اضافی ترسیمان را حذف می کنیم. همانند شکل مقابل :



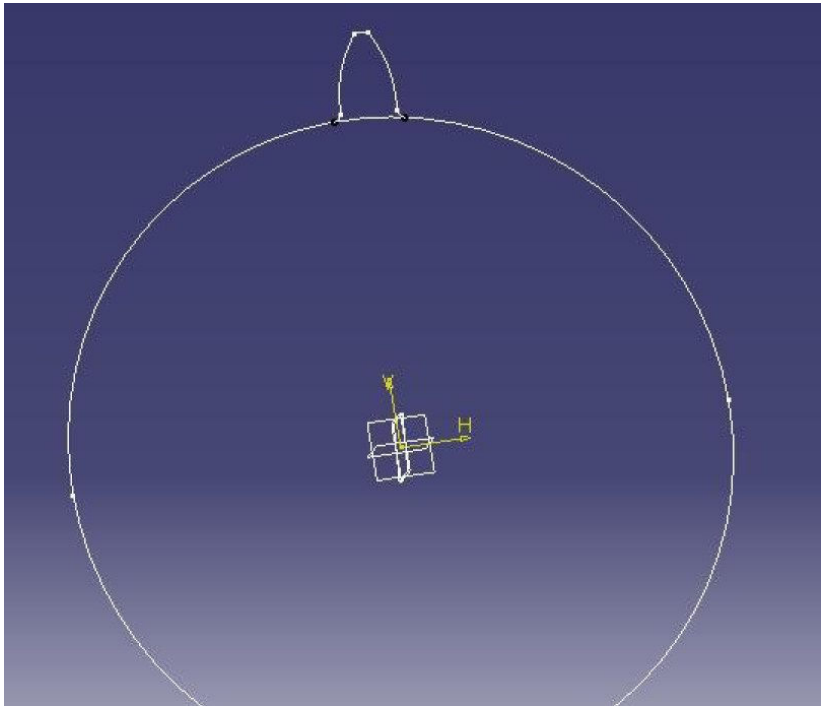
حال با تعریف صفحه ای به موازات صفحه yz و در راستای چرخش محور Z با زاویه تابع از فرمول (360/z)/4*-1deg (بدین ترتیب که بر روی مقدار Angle راست کلیک کرده و گزینه Edit Formula را برگزینید بدین ترتیب با وارد کردن فرمول (360/z)/4*-1deg) منحنی تریم (Trim) شده بالا را Symmetry کنید.

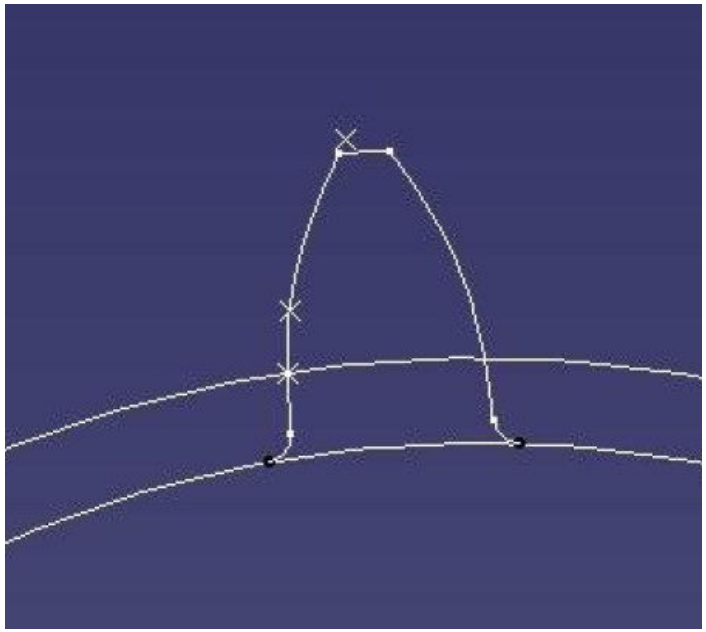


پس از انجام مراحل فوق بار دیگر وارد محیط Sketcher شده دایره ای با شعاع "Rk" همانند دوایر قبلی ترسیم کنید.

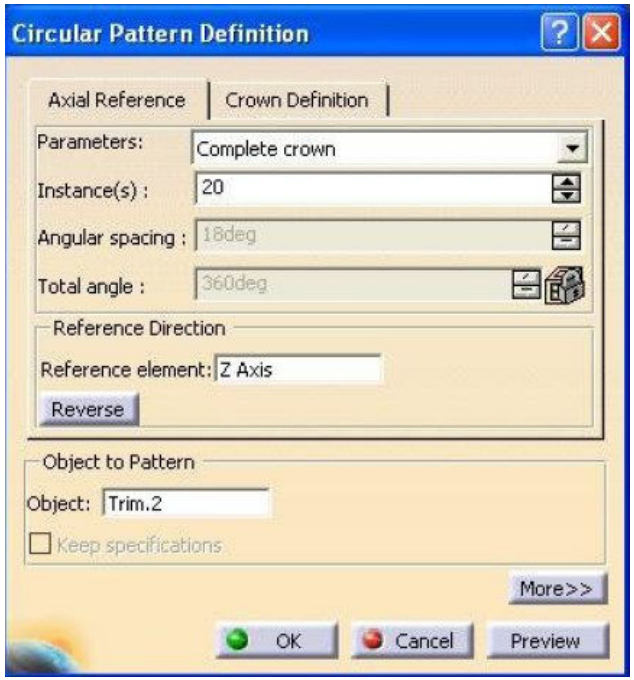


حال از محیط Sketcher خارج شده و به کمک ابزار Trim دایره جدید و خطوط ترسیمی را با همدیگر ویرایش کنید تا شکل یک دندانه ی از چرخدنده حاصل شود.

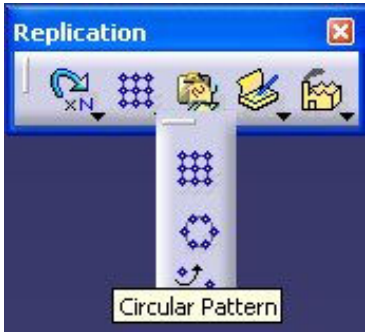


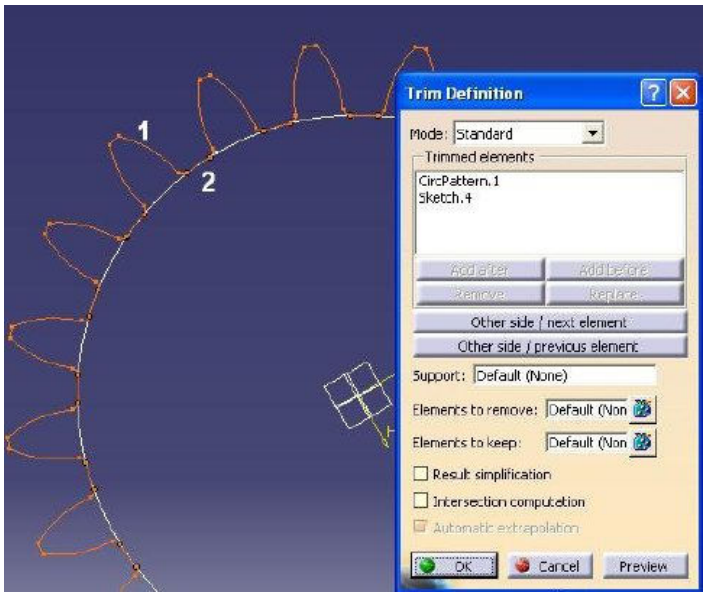


در این مرحله با Hide کردن دایره بیرونی و نقاط اضافی شکل ترسیمیتان را ساده کنید.

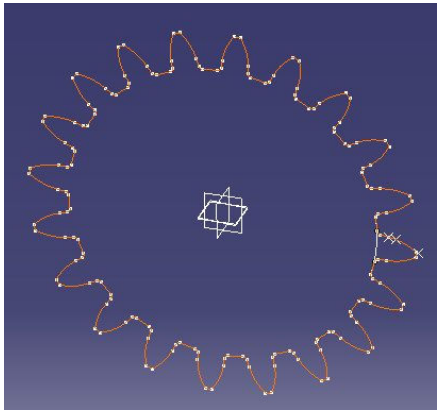


با کمک از ابزار Circular Pattern از جعبه ابزار Replication دندانه ی طراحی شده را به تعداد 20 دندانه حول محور Z تولید کنید. بدین ترتیب که دندانه را به عنوان Objectو محور Z را به عنوانReference element و نوع پارامتر را Complete Crown و Instance(s) تعداد را 20 تعیین کنید.

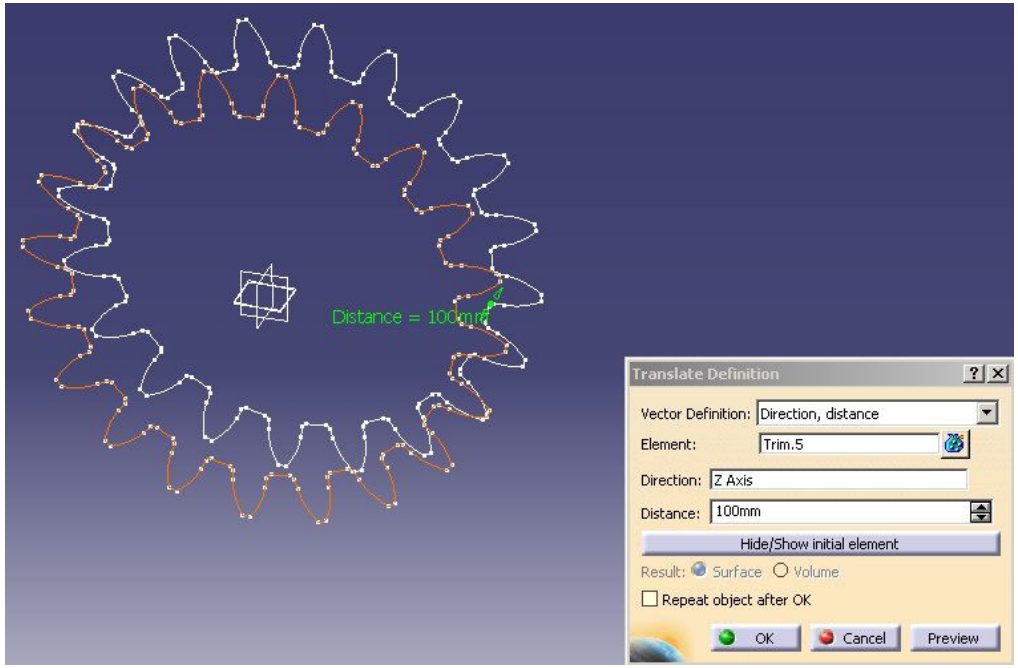


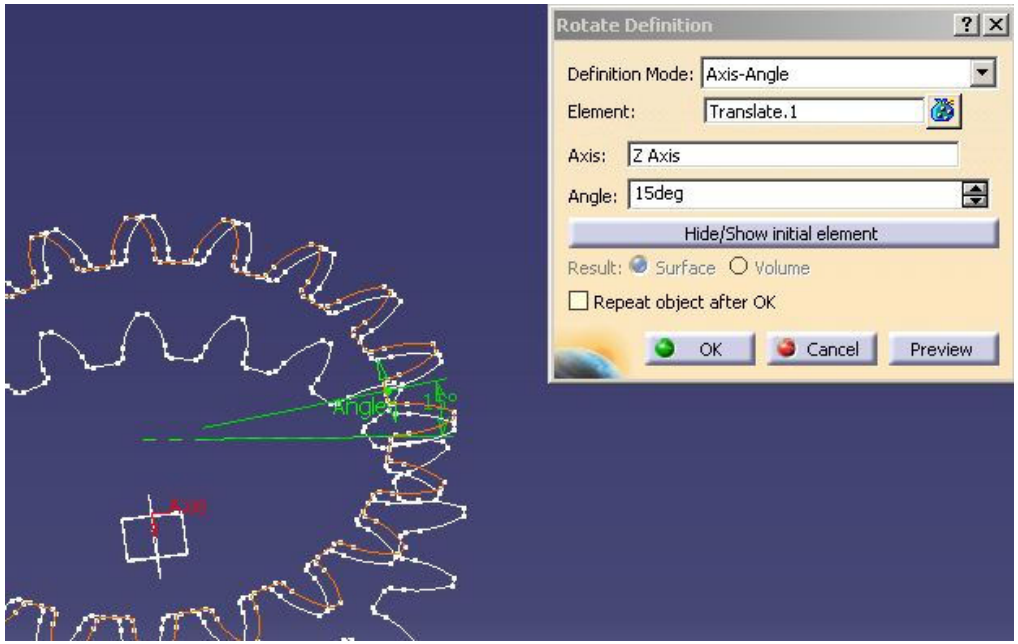


حال همانند شکل مقابل برای از بین بردن خطوط زائد از ابزار Trim استفاده می کنیم بدین ترتیب که پس از انتخاب چرخدنده ها دایره را انتخاب کرده سپس کلیک Ok را می فشاریم. به نحوی که طرح چرخ دنده ساده در این محیط طراحی شود.



مرحله اول طراحی به پایان رسید فایل را با نام Gear2d Save کرده و خارج شوید.





بخش دوم:

2) طراحی چرخده Helical در محیط سه بعدی

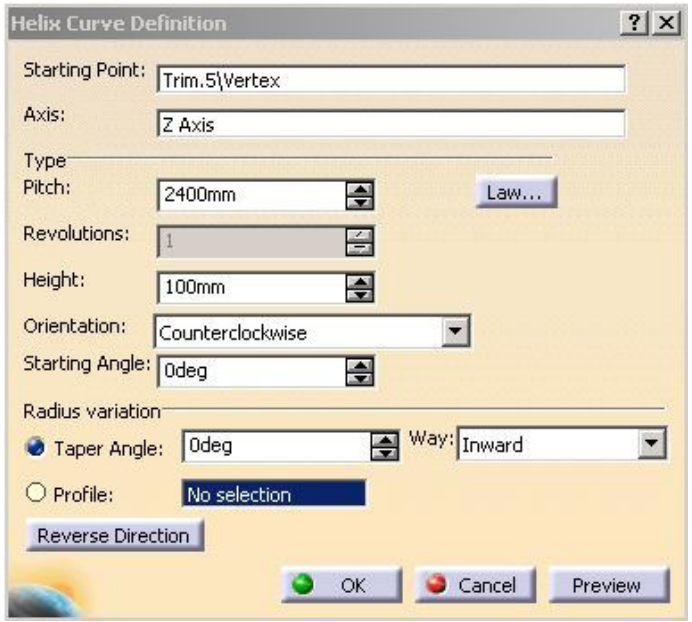
فایل **Ger2d** را که در مرحله قبل طراحی کردید در محیط **Generative Shape Design** باز کنید.

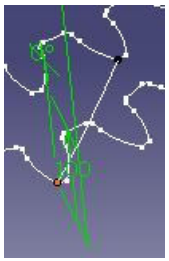
در این مرحله با استفاده از ابزار **Translate** از جعبه ابزار **Operation** چرخدنده دو بعدی طراحی شده را به اندازه **100mm** در راستای محور **Z** انتقال می دهید.
همانند شکل روبرو...

سپس با کمک از ابزار **Rotate** از همان جعبه ابزار **Operation** **15** درجه شکل **Translate** شده را جابجا می کنیم. همانطور که در شکل مقابل مشاهده می کنید.

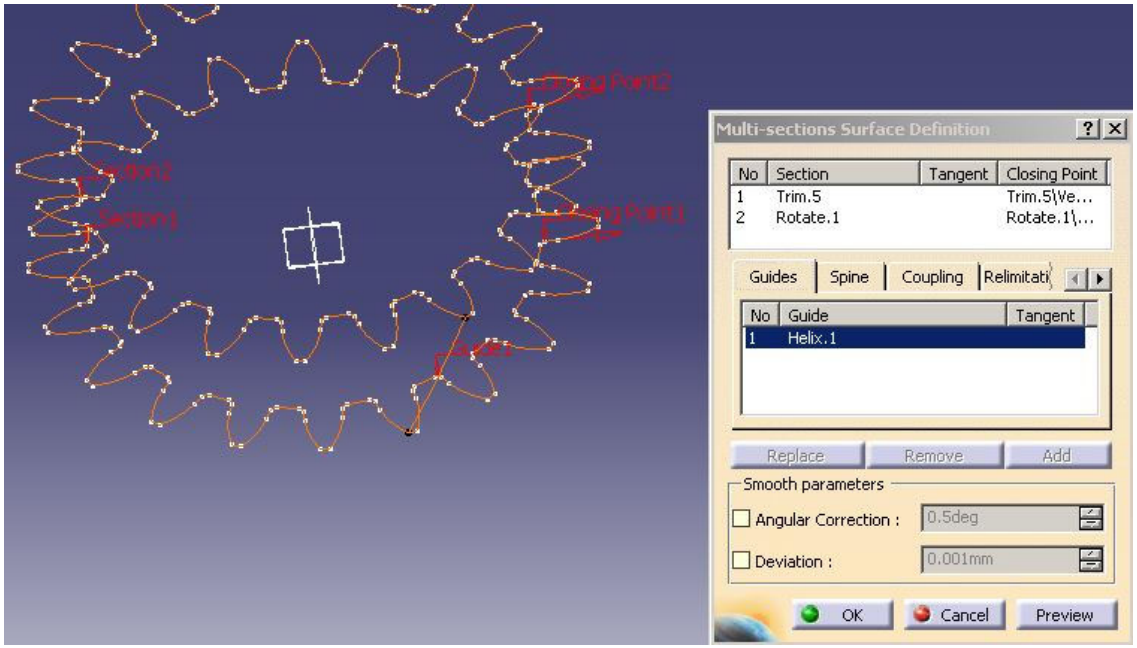
ابزار Helix ابزار ایجاد فنر

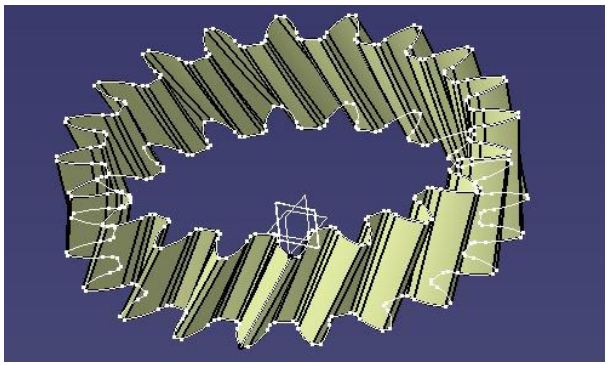
در این مرحله با کمک از ابزار Helix از جعبه ابزار Wireframe بین دو سر چرخدنده های دو بعدی طراحی شده خطی ترسیم کنید. به نحوی که پس از انتخاب نقطه ای بر روی چرخدنده اصلی به عنوان Starting Point و محور Z به عنوان محور دوران یا Axis و 2400mm به عنوان گام یا Pitch فنر ترسیمی و 100mm به عنوان ارتفاع فنر یا Height پنجره Helix Curve Definition پر کنید همانند شکل روبرو تا خطی مثل شکل زیر ظاهر گردد.

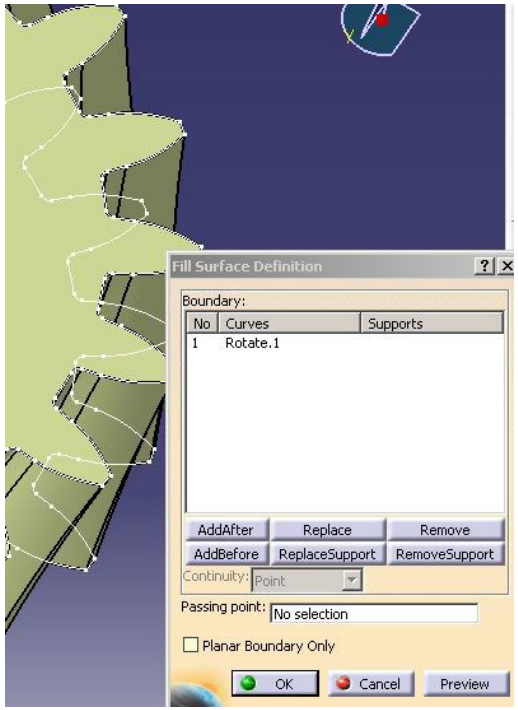




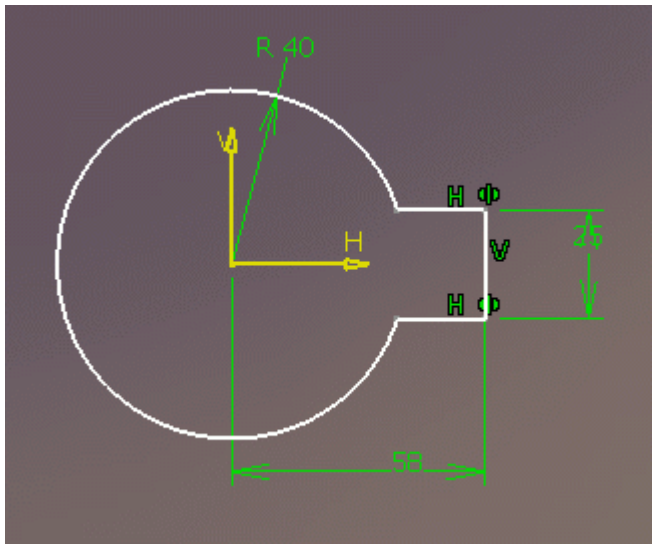
حال با کمک از ابزار Multi Sections Surface از جعبه ابزار Surfaces و انتخاب 2 مقطع بالائی و پائینی و انتخاب Helix به عنوان Guides بدین ترتیب سطحی بین دو مقطع ترسیم کنید. همانند شکل زیر



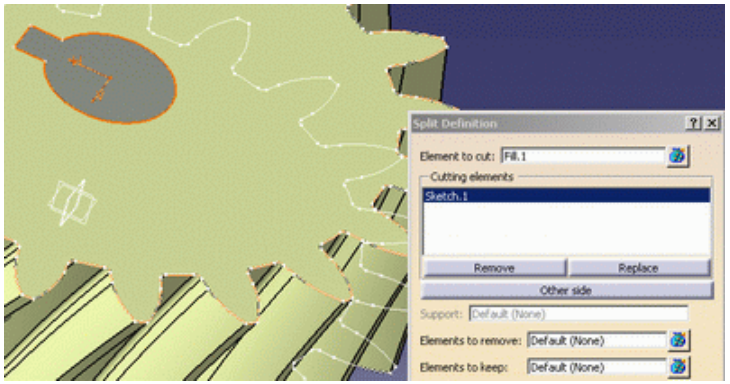




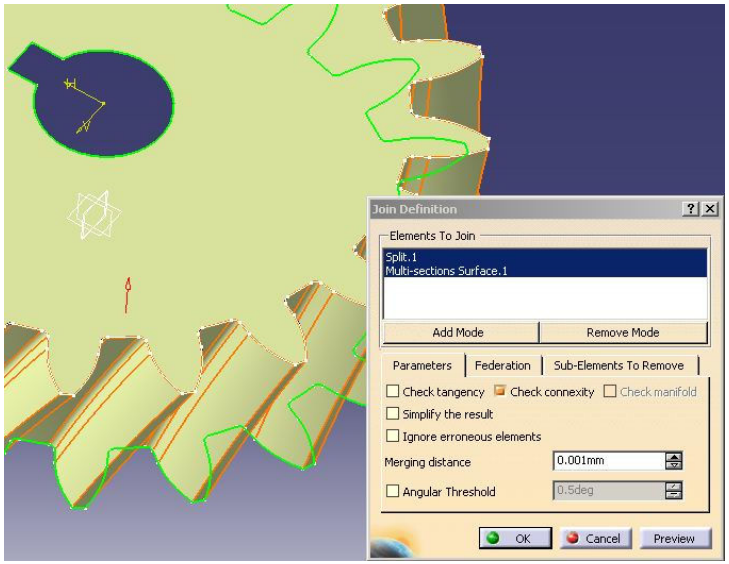
سپس با استفاده از ابزار Fill از جعبه ابزار Surfaces با انتخاب لبه بالائی چرخدنده ترسیمی (Rotate) سطحی در آن مقطع ترسیم می کنیم.



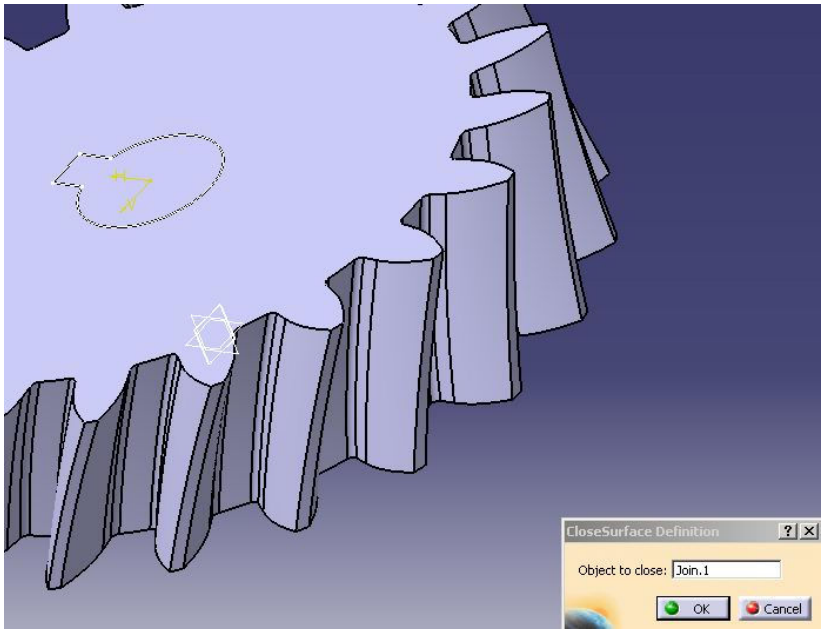
حال با انتخاب سطح بالائی و ورود به محیط Sketcher طرح دو بعدی مقابل را در مرکز مختصات ترسیم می کنیم. پس از ترسیم بار دیگر وارد محیط Generative Shape Design شده و به کمک ابزار Split از جعبه ابزار Operationsترسیم دو بعدی از سطح بالائی انتخاب کرده و کلید Ok را فشار دهید تا همانند شکل زیر آن قسمت برش داده شود.



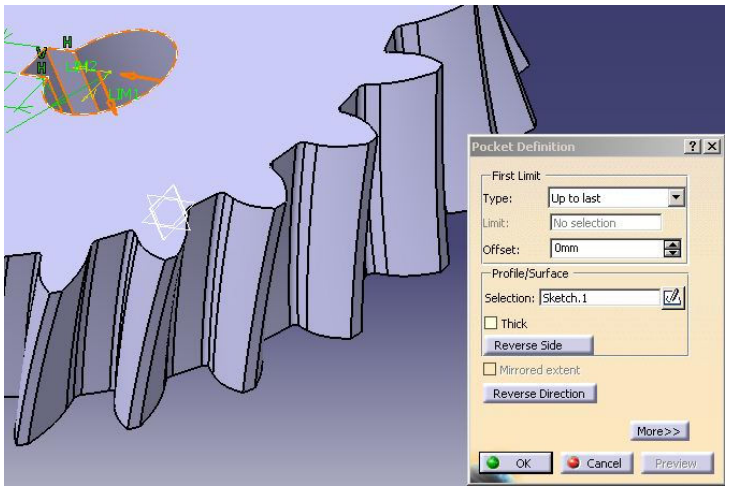
در این مرحله به کمک از ابزار Join از جعبه ابزار Operations دو سطح ترسیم یعنی Split و Multi sections Surfaces را به یکدیگر می چسبانیم.
تا در واقع دو سطح به یک سطح تبدیل شوند.

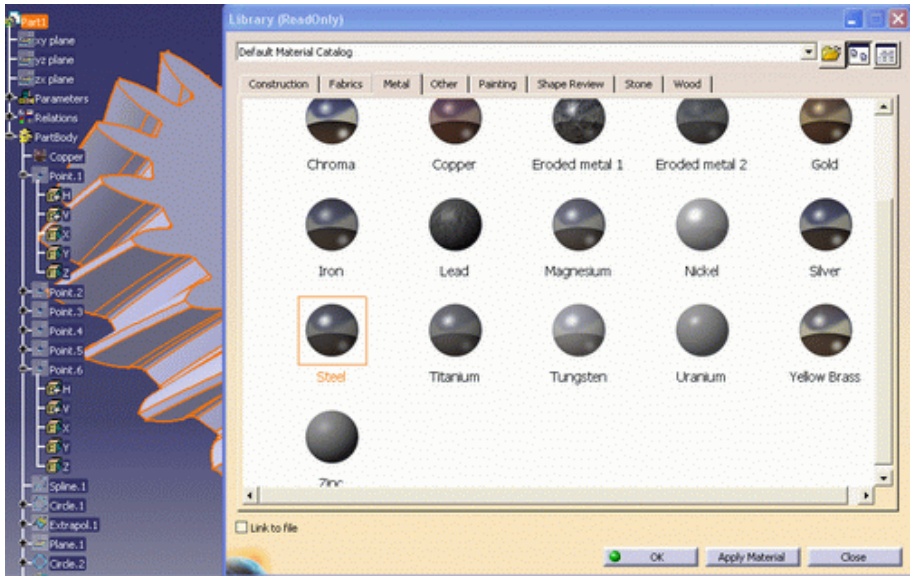


حال وارد محیط Part Design شده و با استفاده ابزار CloseSurface از جعبه ابزار Surface-Based Features و انتخاب Join به عنوان سطی که ما می خواهیم داخل آن را به Solid تبدیل کنیم و فشار دادن کلید Ok ملاحظه می کنید که داخل سطح ترسیمیمان پر شده می شود.



در مرحله آخر بار دیگر با انتخاب Sketch.1 یا همان ترسیمی که برای Split استفاده کردیم را انتخاب می کنیم و سپس ایزار Poket را از جعبه ابزار Sketch-Based Features فعال کرده و گزینه Up to last را انتخاب کرده و کلید Ok را فشار دهید.
فایل را بنام "Save "Gear3d کنید.
مرحله دوم نیز در اینجا به پایان می رسد.

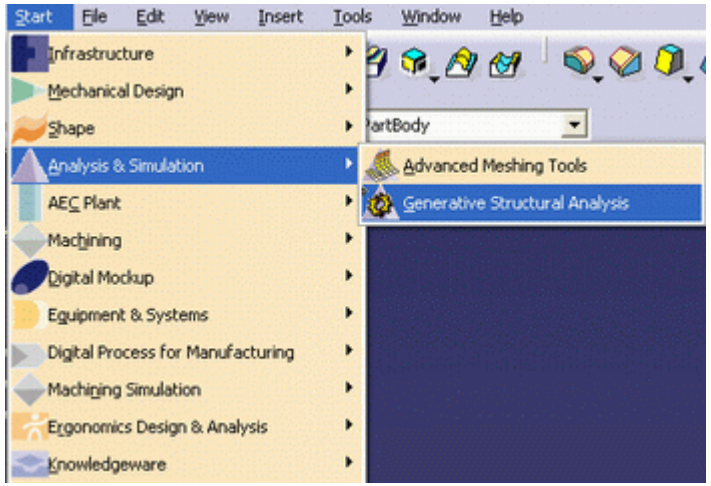




بخش سوم :

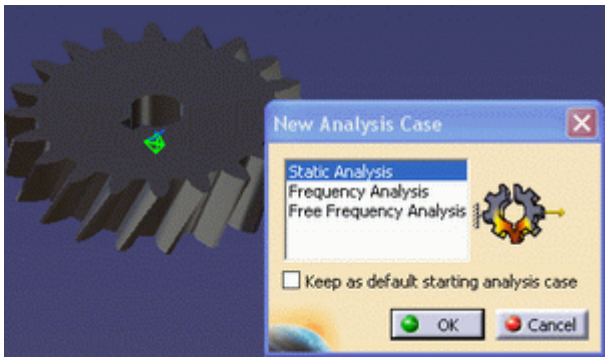
3) آنالیز چرخدنده

قبل از ورود به محیط آنالیز اولین کار را که باید انجام داد تعیین نوع ماده تشکیل دهنده چرخدنده می باشد. برای این کار فایل "Gear3d" را باز کرده و با استفاده از ابزار Apply Material از جعبه ابزاری به همین نام بر روی چرخدنده کلیک کرده و از سربرگ Metal ماده Steel را انتخاب کنید و کلید Ok را فشار دهید.

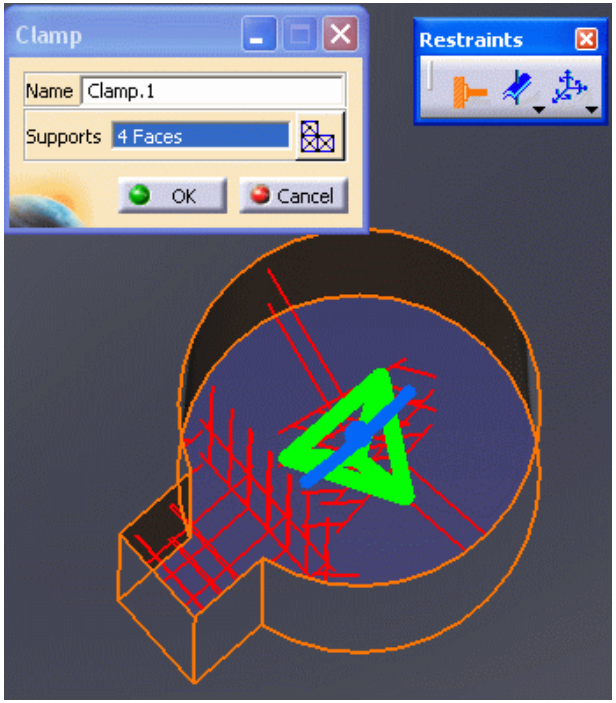


ورود به محیط آنالیز:

از منوی Start بخش Analysis & Simulation را انتخاب کرده و بر روی محیط Generative Structural Analysis کلیک کنید تا وارد محیط آنالیز شوید. در این محیط با انتخاب گزینه Static Analysis کلید Ok را فشار دهید.

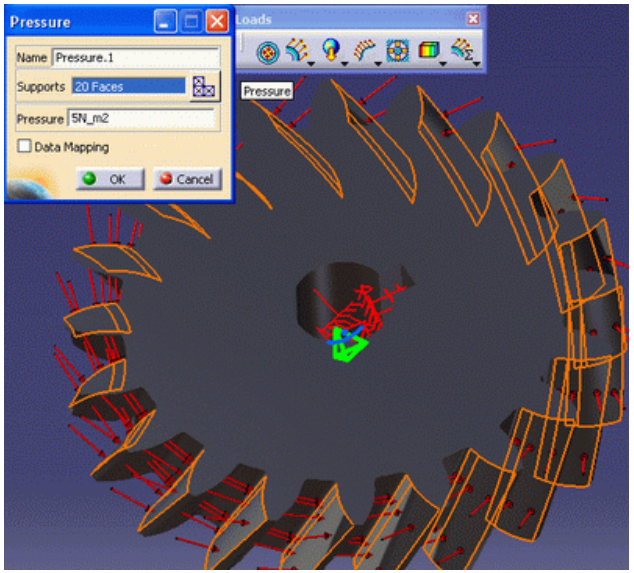


ایجاد تکیه گاه:

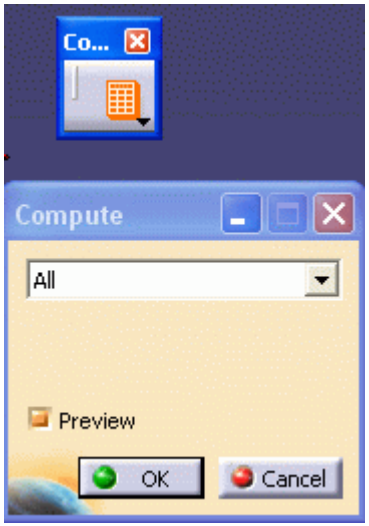


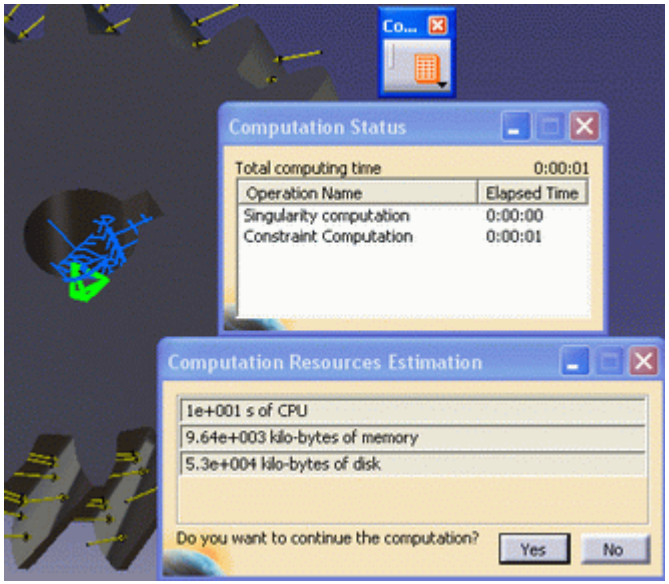
حال با انتخاب ابزار Clamp از جعبه ابزارRestraints در داخل حفره مرکزی چرخدنده تکیه گاه قرار دهید. بدین نحو که پس از انتخاب ابزار 4 سطح از داخل حفره را کلیک کرده و کلید Ok را بفشارید. همانند شکل مقابل.

ایجاد فشار در تمام پره های چرخدنده :



پس از انتخاب ابزار Pressure از جعبه ابزار Loads بر روی 20 لبه از لبه های چرخدنده در راستای پاد ساعتگرد کلیک کنید و سپس در قسمت Pressure مقدار 5 نیوتن بر متر مربع را وارد کنید وکلیک Ok را فشار دهید.

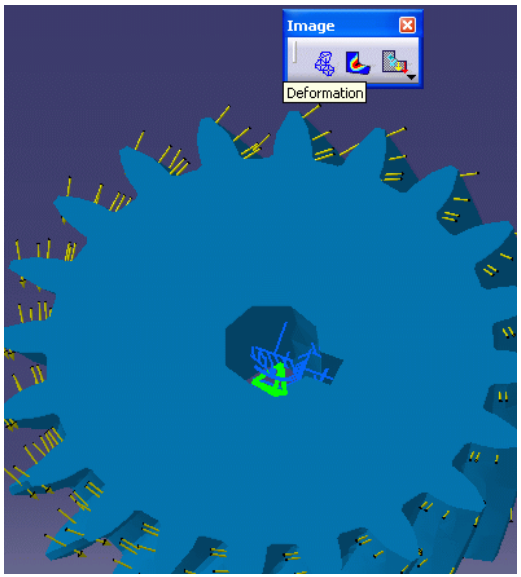


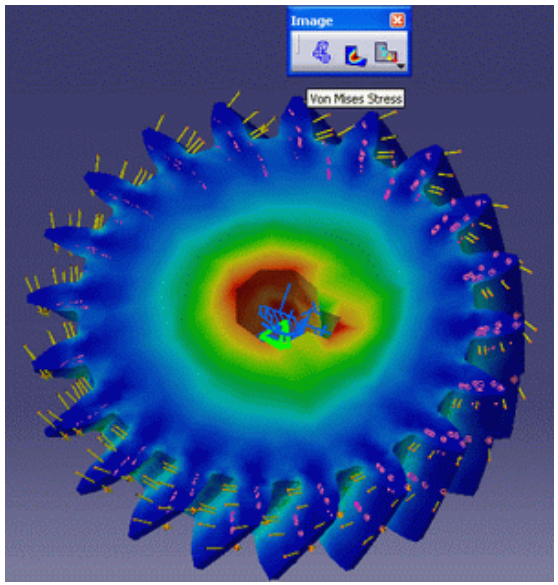


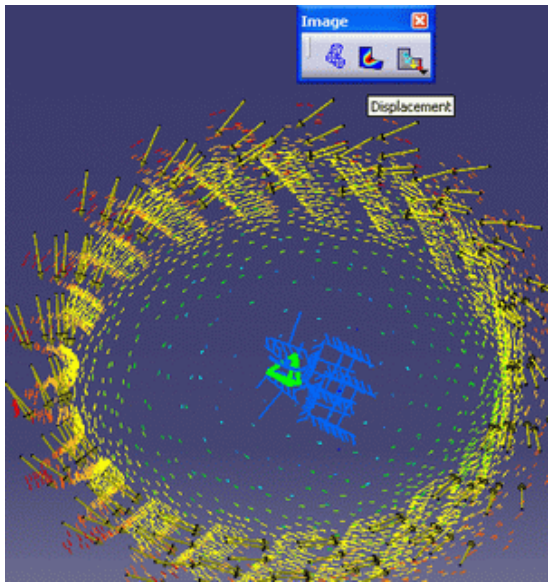
تحلیل در محیط آنالیز:

برای آنالیز باید ابتدا پس از بارگذاری و تعیین تکیه گاه با استفاده از ابزار Compute از جعبه ابزار Compute در واقعه به محاسبه پرداخت بدین ترتیب که پس از انتخاب ابزار و کلید Ok دو پنجره Computation Status و Computation Resources Estimation باز می شود و با فشار دادن کلید Yes مراحل محاسبه را ادامه می دهید.

در مرحله بعد با استفاده از ابزار های Deformationو Von MisesSteress و Displacement از جعبه ابزار Image تغییرات را می توانید مشاهده کنید.







For more information, please contact:

Website: www.CATIA.ir

Farhad N. Novin
Mechanic Engineering,
CATIA Professional,
SSRCO General Manager,
Project Manager of CATIA.ir

Mobile : +98 912 3062503
E-mail : fn_novin@yahoo.com
Personal Website: www.Novin.SSRCO.ir

Iman Tajzad
Mechanic Engineering,
CATIA Professional,
SSRCO Successor General Manager,

E-mail : i_tajzad@yahoo.com
Personal Website: www.Tajzad.com

www.SSRCO.ir
www.SahandSaman.com