

آرم دانشگاه

عنوان پروژه:

مقایسه شبیه‌سازی عددی (حل آباکوس) و تحلیل دستی استوانه جدار ضخیم در  
حالت کرنش صفحه‌ای تحت بار ترمومکانیکی

استاد:

دانشجو:

## بسمه تعالی

تمرین-پروژه سوم) عنوان "تمرین"، بدلیل اینکه جنبه محاسباتی در این تمرین وجود دارد بکار رفته است و عبارت "پروژه" به موجب نیاز به بکارگیری نرم افزار المان محدود انسیس یا آباکوس، بکار رفته است.

الف) مخزن محور متقارن جدار ضخیم در حالت کرنش صفحه‌ای مفروض است. شعاع داخلی آن برابر با  $a = 0.1 \text{ m}$  و شعاع خارجی آن برابر با  $b = 0.3 \text{ m}$  است. افزایش دمای مخزن از لبه داخلی  $T_i = 150^\circ\text{C}$  به لبه خارجی  $T_o = 50^\circ\text{C}$  بصورت خطی تغییر می‌کند. تابع جابجایی شعاعی  $u_r(r)$ ، تنش شعاعی  $\sigma_r(r)$  و تنش محیطی  $\sigma_\theta(r)$  در مخزن مفروض تحت فشار داخلی برابر با  $P_i = 50 \text{ MPa}$  و افزایش دما بصورت خطی، یعنی  $T(r) = \frac{T_o - T_i}{b - a}(r - a) + T_i$  را بدست آورید.

ب) مسئله تعریف شده در الف) را با استفاده از نرم‌افزارهای المان محدود انسیس یا آباکوس (ترجیحاً انسیس)، مدل کرده و منحنی جابجایی شعاعی، تنش شعاعی و تنش محیطی در مخزن را بدست آورید.

ج) برای مقایسه نتایج الف) و ب)، جابجایی شعاعی مستخرج از الف) و ب) را در یک منحنی رسم کنید. همین کار را برای تنش شعاعی و تنش محیطی انجام دهید.

خواص ماده و هندسی و بارگذاری حرارتی-مکانیکی در زیر داده شده است:

ضریب انبساط حرارتی	فشار داخلی	دمای لبه خارجی	دمای لبه داخلی	شعاع خارجی	شعاع داخلی	نسبت شعاعی داخلی	نسبت پواسون	مدول یانگ
$\alpha = 24 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$	$P_i = 50 \text{ MPa}$	$T_o = 50$	$T_i = 150$	$0.3 \text{ m}$	$0.1 \text{ m}$	$0.3$	$0.3$	$70 \text{ GPa}$

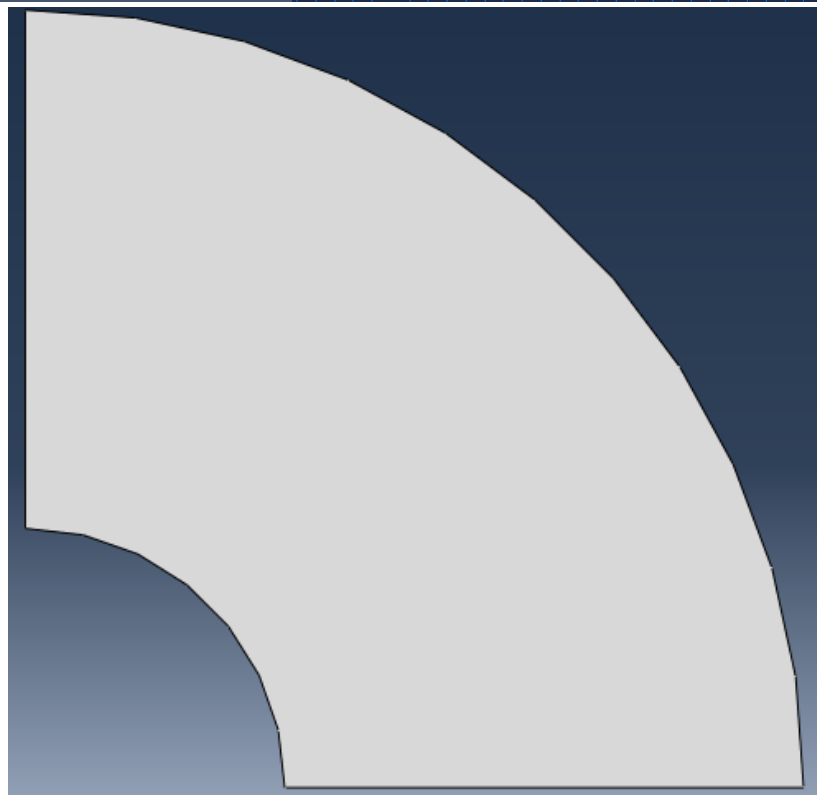
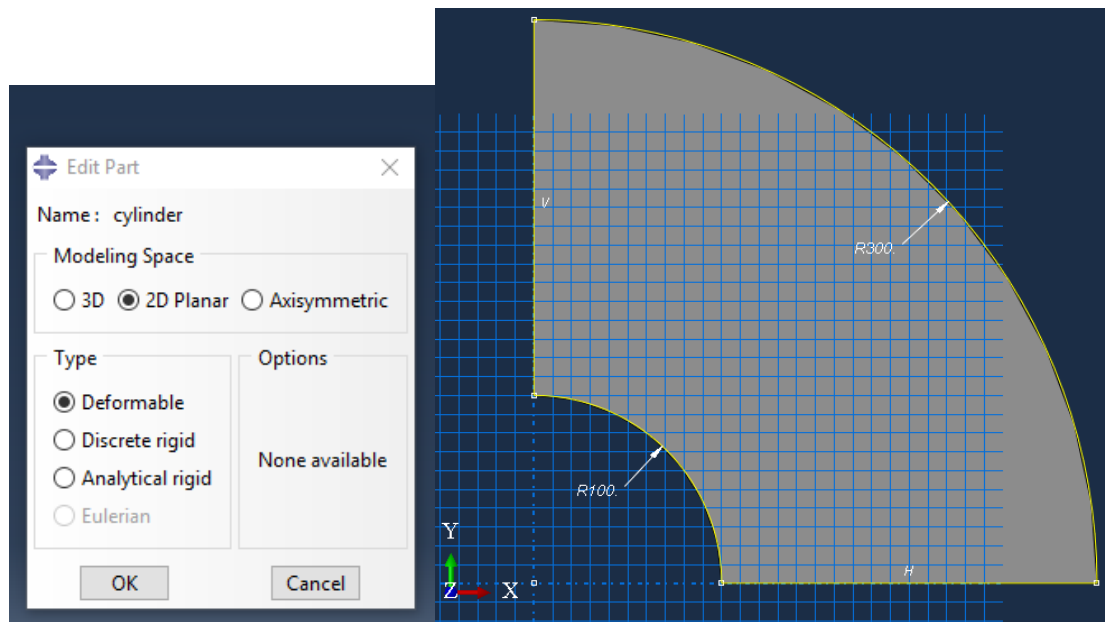
راهنمایی ۱) به معادلات ساختاری ترموالاستیسیته در بخش ۴ جزوه، اسلایدهای ۲۲ و ۲۳ و همچنین بخش ۸، میحث مخزن استوانه‌ای جدار ضخیم تخت فشار داخلی توجه کنید. دقت کنید که مخزن تمرین حاضر، در حالت کرنش-صفحه‌ای (و نه تنش صفحه‌ای) است.

راهنمایی ۲) ابعاد مخزن در راستای محوری، اهمیت ندارد (بدلیل ماهیت کرنش صفحه‌ای بودن مخزن). مقدار کوچک برای مثال  $L = 0.01 \text{ m}$  در نظر بگیرید. حالت کرنش صفحه‌ای باید با اعمال شرایط مرزی مناسب به مسئله، تحمیل شود.

راهنمایی ۳) برای چک کردن درستی پاسخ، جابجایی شعاعی در لبه بیرونی مخزن برابر با  $u(b) = 0.9067 \text{ mm}$  است.

شبیه‌سازی عددی در نرم افزار آباکوس 6.14 انجام شده است. واحدها به صورت mm به ازای جابجایی، MPa به ازای تنش و فشار و  $^\circ\text{C}$  به ازای دما می‌باشد. ابتدا در محیط Part آباکوس، استوانه جدار ضخیم به صورت دو بعدی مدل‌سازی شده است. شعاع داخلی استوانه ( $a = 100 \text{ mm}$ )، شعاع خارجی استوانه ( $b = 300 \text{ mm}$ )، مدول یانگ استوانه از جنس آلومینیوم ( $E = 70 \text{ GPa}$ )، نسبت پواسون ( $\nu = 0.3$ )، ضریب انبساط حرارتی  $\alpha = 24 * 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  می‌باشند:

به دلیل کمتر شدن محاسبات و راحتی شبیه‌سازی، مسئله به صورت یک چهارم، دوبعدی و Deformable مدل‌سازی شده است. به عبارتی از دو صفحه تقارن X-Symm و Y-Symm استفاده شده است. در شکل ۱، نحوه رسم استوانه جدار ضخیم در محیط Sketch و Part آباکوس نشان داده شده است.



شکل ۱: محیط Part و ایجاد Sketch برای رسم استوانه جدار ضخیم

تعریف خواص در محیط Property آباکوس به صورت شکل ۲ می‌باشد؛ لازم به ذکر است خاصیت هدایت‌پذیری حرارتی (conductivity) برحسب  $\frac{W}{m \cdot K}$  به صورت متغیر با دما در نرم افزار اعمال شده است. (در سیستم mm، MPa، N و ... این واحد در صورت و مخرج ساده می‌شود و تغییری نمی‌یابد).