

## تمرینات و پروژه ها:

- \* سه سوال به عنوان تمرین و پروژه مطرح شده که تفاوت ها و انتظارت در جدول زیر آمده است.
- \* هر سوال به عنوان تمرین دارای بارم نمره برابر  $A$  و به عنوان پروژه دارای بارم  $2A$  است.
- \* مهلت ارسال تا تاریخ ۱۴۰۰/۴/۱۰ است.
- \* ارسال فقط از طریق ایمیل زیر در قالب پوشه زیپ شده به ایمیل زیر:

[Projects.zajkani@gmail.com](mailto:Projects.zajkani@gmail.com)

توضیحات بیشتر	الزامی بودن یا نبودن	بارم کل	نوع سوال
<ul style="list-style-type: none"> <li>• در پاسخ دادن به سوالات به عنوان تمرین نیاز به یافتن جواب عددی برای تمرینات نیست و فقط استخراج روابط و تولید رابطه نهایی (که برای حل عددی فراهم می شود) کفایت.</li> <li>• پاسخ ها باید تایپ شوند.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• پاسخ به همه سوالات به عنوان تمرین الزامی است.</li> </ul>	3A	• تمرینات
<ul style="list-style-type: none"> <li>• بکار گیری یک مدل عددی و محاسباتی و برنامه نویسی به نحوی که بتواند جاب نهایی را تعیین کند لازم است.</li> <li>• درباره نوع مدل عددی و گسسته سازی معادله دیفرانسیل بدست آمده می توانید از هر روشی که می شناسید استفاده کنید. مثلا:</li> <li>• روش تفاضل محدود <math>FDM</math>، روش تریب دیفرانسیلی <math>G.DQ</math>، روش کالوکیشن طیفی، روش هموتوبی، روش تجزیه آدومین <math>Adomian Decomposition</math> و هر روش دیگر</li> <li>• در خصوص روش عددی بکار رفته و نحوه گسسته سازی معادلات ضمنی پلاستیسیته حتما از من نیز مشاوره بگیرید.</li> <li>• جواب پروژه ها باید به صورت فایل ورد و نتایج آن شامل کد ها و نمودارهای تولید شده و سایر اطلاعات در یک پوشه ضمیمه شده و با هم ایمیل شود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• پاسخ به هیچ کدام از سوالات به عنوان پروژه الزامی نیست و اختیاری است.</li> <li>• انجام و ارایه هر پروژه نمره اضافه و مثبت دارد.</li> <li>• دانشجو می تواند علاوه بر تمرینات یک یا همه سوالات را به عنوان پروژه نیز کار کند.</li> </ul>	6A	• پروژه ها

## ★ سوال یک

تغییر شکل ویسکو پلاستیک یک تیر اویلر برنولی یک سر گیردار تحت بار گسترده را بر اساس تئوری تغییر شکل کلی- یا روش تناسبی (معادلات هنکی) و مدل مادی ویسکوپلاستیک جانسون - کوک زیر تحلیل کنید.  $\bar{\sigma}_d$  تنش تسلیم دینامیکی،  $\dot{\epsilon}^p$  نرخ کرنش موثر،  $\bar{\epsilon}^p$  کرنش موثر و بقیه ضرایب ثابت مادی هستند. پس از اعمال حساب تغییرات معادلات دیفرانسیل حاکم بر مساله را بدست بر حسب دو حالت زیر آورید و با استفاده از یک روش عددی میدان های جابجایی را حل نمایید.

• الف- تابع تسلیم فون - میزز

• ب- تابع تسلیم زیر

$$\left[ \frac{m_1}{6} [(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + (\sigma_{11} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{33} - \sigma_{22})^2] + m_2(\sigma_{12}^2 + \sigma_{13}^2 + \sigma_{23}^2) \right]^3 \quad (1)$$

$$- c \left( \begin{array}{l} \frac{n_1}{27} (2\sigma_{11} - \sigma_{22} - \sigma_{33})(2\sigma_{22} - \sigma_{33} - \sigma_{11}) \\ (2\sigma_{33} - \sigma_{11} - \sigma_{22}) + 2n_4\sigma_{12}\sigma_{13}\sigma_{23} \\ - \frac{n_3}{3} \left[ \begin{array}{l} \sigma_{23}^2(2\sigma_{11} - \sigma_{22} - \sigma_{33}) \\ + \sigma_{13}^2(2\sigma_{22} - \sigma_{33} - \sigma_{11}) \\ + \sigma_{12}^2(2\sigma_{33} - \sigma_{11} - \sigma_{22}) \end{array} \right] \end{array} \right)^2 = k^6$$

که  $m_1, m_2, m_2$  و  $m_2$  و  $n_1$  و  $n_4$  و  $n_3$  و نیز  $c$  پارامترهای مادی هستند.

- فرضیات:
- رفتار تیر در محدوده الاستو-پلاستیک است.
- میدان تغییر شکل مناسب با عنوان میدان جابجایی کلاسیک اویلر برنولی انتخاب می شود.
- معادلات حاکم بر تیر الاستو-پلاستیک با استفاده از اصول حساب تغییرات استخراج شده است.

- رفتار ماده بر پایه مدل ویسکوپلاستیک جانسون - کوک استوار می گردد.

$$\bar{\sigma}_d = (A + B(\bar{\varepsilon}^p)^n) \left( 1 + C \ln \frac{\dot{\bar{\varepsilon}}^p}{\dot{\bar{\varepsilon}}_0} \right) \quad (2)$$

- تئوری تغییر شکل کلی روش تناسبی (معادلات هنکی) برای روابط تنش و کرنش پلاستیک انتخاب می گردد.

## \* سوال دو

پوسته مخروطی ناقص دارای تقارن محوری، به شعاع های کوچک  $r_1$  و بزرگ  $r_2$  و ضخامت  $h$  تحت فشار خارجی  $q$  قرار گرفته است. جابجایی های در جهت مماسی  $S$  برابر  $u$ ، در جهت محیطی  $\theta$  برابر  $v$  و در جهت عمود بر پوسته (جهت  $Z$ ) برابر  $w$  است. اگر دو طرف این لوله بسته شود، روابط توزیع تنش پلاستیک و توزیع ضخامت این پوسته را با استفاده از تئوری نموی پرناتل - ریوس برای دو مدل مادی سخت شوندگی زیر بیابید.

- الف- مدل مادی سخت شوندگی ایزوتروپیک با رابطه تجربی رامبرگ-آزگود با ضرایب مادی  $C$  و  $n$
- ب- مدل مادی ویسکوپلاستیک جانسون - کوک استوار می گردد.

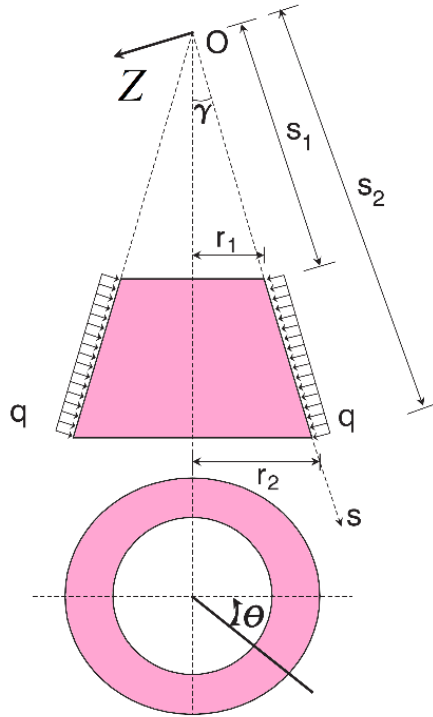
$$\bar{\sigma}_d = (A + B(\bar{\epsilon}^p)^n) \left( 1 + C \ln \frac{\dot{\bar{\epsilon}}^p}{\dot{\bar{\epsilon}}_0} \right) \quad (۳)$$

معادله تعادل استاتیکی:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial s^2} \sigma_s + \frac{1}{s} \left( \frac{\partial w}{\partial s} + \cot \gamma \right) \sigma_\theta = 0 \quad (۴)$$

معادله سازگاری هندسی:

$$\frac{\cot \gamma}{s} \frac{\partial^2 w}{\partial s^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_\theta}{\partial s^2} + \frac{2}{s} \frac{\partial \varepsilon_\theta}{\partial s} - \frac{1}{s} \frac{\partial \varepsilon_s}{\partial s} = 0 \quad (۵)$$



## ★ سوال سوم

روابط تنش - کرنش الاستیک- پلاستیک (تئوری نموی پرانتل- ریوس  $J_2$ ) را برای تحلیل رفتار دینامیک- پلاستیک پوسته استوانه جدار نازک دو انتها گیردار که تحت تاثیر بار ضربه ی عرضی با سرعت  $V_0$  قرار دارد را بدست آورید.

مختصات استوانه بر حسب متغیرهای طولی  $x$ ، شعاعی  $r$  و محیطی  $\theta$  بیان می شود. متغیر فاصله نقطه دلخواه از سطح میانی در جهت ضخامتی هم با  $Z$  نشان داده می شود. برای توصیف مادی از مدل سخت شونده گی تجربی ویسکو ترموپلاستیک لیتونسکی - باترا استفاده کنید:

$$\bar{\sigma} = Y \left(1 + \frac{\bar{\varepsilon}_p}{\varepsilon_0}\right)^n (1 + \beta \dot{\bar{\varepsilon}}_p)^m (1 - \gamma \theta) \quad (6)$$

و معادله دیفرانسیل را بر پایه روش انرژی استخراج نمایید.

- الف- تابع تسلیم فون - میزز
- ب- تابع تسلیم زیر

$$\left[ \frac{m_1}{6} [(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + (\sigma_{11} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{33} - \sigma_{22})^2] + m_2(\sigma_{12}^2 + \sigma_{13}^2 + \sigma_{23}^2) \right]^3 \quad (۷)$$

$$- c \left( \begin{array}{l} \frac{n_1}{27} (2\sigma_{11} - \sigma_{22} - \sigma_{33})(2\sigma_{22} - \sigma_{33} - \sigma_{11}) \\ (2\sigma_{33} - \sigma_{11} - \sigma_{22}) + 2n_4\sigma_{12}\sigma_{13}\sigma_{23} \\ - \frac{n_3}{3} \left[ \begin{array}{l} \sigma_{23}^2(2\sigma_{11} - \sigma_{22} - \sigma_{33}) \\ + \sigma_{13}^2(2\sigma_{22} - \sigma_{33} - \sigma_{11}) \\ + \sigma_{12}^2(2\sigma_{33} - \sigma_{11} - \sigma_{22}) \end{array} \right] \end{array} \right)^2 = k^6$$

که  $m_1, m_2, m_2$  و  $m_2$  و  $n_1, n_4$  و  $n_3$  و نیز  $c$  پارامترهای مادی هستند.



