

کد کنترل

513

F

## آزمون (نیمه متمرکز) ورود به دوره های دکتری - سال ۱۴۰۲

دفترچه شماره (۱)

صبح پنجشنبه

۱۴۰۱/۱۲/۱۱



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.»  
امام خمینی (ره)

مهندسی هوا فضا - سازه های هوایی (کد ۲۳۳۳)

زمان پاسخ گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: - ریاضیات مهندسی - روش اجزای محدود ۱ - تحلیل پیشرفته سازه های هوافضایی	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ و تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

مجموعه دروس تخصصی (ریاضیات مهندسی - روش اجزای محدود ۱ - تحلیل پیشرفته سازه های هوافضایی):

۱- تابع  $f(x, y, t) = \frac{1}{t} e^{-\frac{x^2+y^2}{t}}$  پاسخ کدام یک از معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی (نسبی) زیر است؟

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (1)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (2)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (4)$$

۲- جواب عمومی معادله  $x \frac{\partial z}{\partial x} + z \frac{\partial z}{\partial y} = y$  کدام است؟

$$y + z = f(xy^2 - xz^2) \quad (1)$$

$$y + z = xf(y^2 - z^2) \quad (2)$$

$$y - z = f(xz^2 - xy^2) \quad (3)$$

$$y - z = xf(z^2 - y^2) \quad (4)$$

۳- معادله  $u_{xx} - u_{yy} = 0$  با کدام تغییر متغیرهای زیر به معادله  $u_{rs} = 0$  تبدیل می شود؟

$$\begin{cases} r = y + x \\ s = y - 2x \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} r = y - x \\ s = y + 2x \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} r = y + 2x \\ s = y - 2x \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} r = y + x \\ s = y - x \end{cases} \quad (3)$$

۴- اگر انتگرال فوریه تابع  $f(x) = \begin{cases} 1 & |x| < 1 \\ 0 & |x| > 1 \end{cases}$  به صورت  $f(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{1}{w} \sin w \cos wx \, dw$  باشد، حاصل

$I = \int_0^{\infty} \frac{1}{w} \sin w \cos w \, dw$  کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi}{2}$

(۲)  $\frac{2}{\pi}$

(۳)  $\frac{4}{\pi}$

(۴)  $\frac{\pi}{4}$

۵- تبدیل فوریه کسینوسی  $e^{-2x}$  برابر کدام است؟

(۲)  $\sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{1}{w^2 - 4}$

(۴)  $\sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{1}{w^2 - 4}$

(۱)  $\sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{1}{w^2 + 4}$

(۳)  $\sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{1}{w^2 + 4}$

۶- فرض کنید  $f(z)$  تابعی تحلیلی با قسمت حقیقی  $\cos 2xy e^{x^2 - y^2}$  باشد، آنگاه  $f'(i)$  کدام است؟

(۲)  $-e$

(۴)  $e$

(۱)  $2e$

(۳)  $-2e$

۷- انتگرال تابع  $f(z) = z^{-3} \cosh z$  در جهت پاد ساعتگرد (مخالف حرکت عقربه های ساعت) روی دایره واحد برابر

کدام است؟

(۲)  $2\pi i$

(۴)  $\pi i$

(۱)  $4\pi i$

(۳) صفر

۸- پاسخ معادله  $\cos z = 3$  کدام است؟

(۲)  $z = \pi n \pm i \ln(3 \pm 2\sqrt{2})$ ,  $n \in \mathbb{Z}$

(۱)  $z = 2\pi n \pm i \ln\left(\frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}\right)$ ,  $n \in \mathbb{Z}$

(۴)  $z = \pi n \pm i \ln\left(\frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}\right)$ ,  $n \in \mathbb{Z}$

(۳)  $z = 2\pi n \pm i \ln(3 \pm 2\sqrt{2})$ ,  $n \in \mathbb{Z}$

۹- ضریب  $z$  در بسط به سری لوران کسر  $\frac{1}{z^2 \sinh z}$  حول مبدأ کدام است؟

(۲)  $\frac{7}{360}$

(۴)  $\frac{7}{240}$

(۱)  $-\frac{7}{360}$

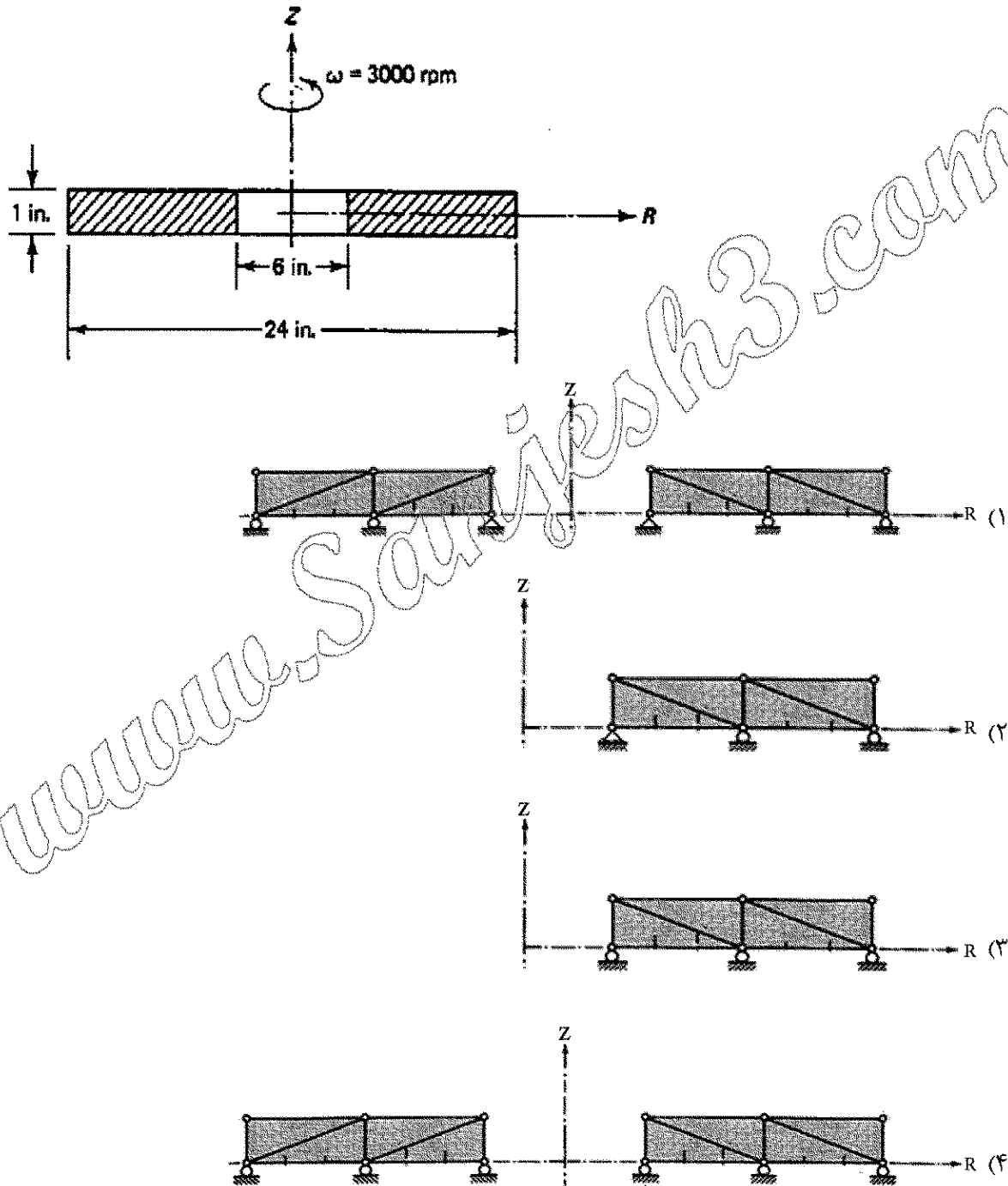
(۳)  $-\frac{7}{240}$

۱۰- تبدیل  $f(x) = \frac{i}{z}$  دایره  $|z-1|=1$  را به کدام شکل تبدیل می کند؟

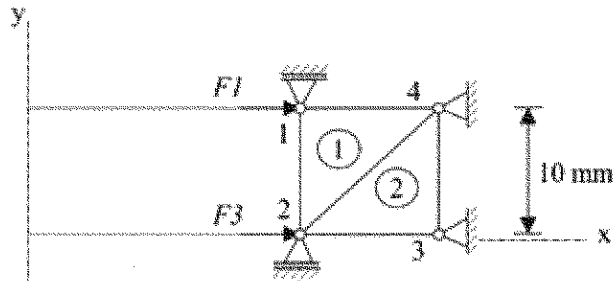
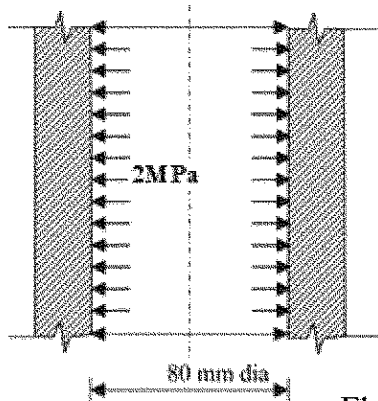
(۱) خط موازی محور حقیقی در صفحه مختلط  
(۲) دایره ای به مرکز  $\frac{-i}{2}$  و شعاع  $\frac{1}{2}$

(۳) خط موازی محور موهومی در صفحه مختلط  
(۴) دایره ای به مرکز  $\frac{i}{2}$  و شعاع  $\frac{1}{2}$

۱۱- دیسک دوار شکل زیر را در نظر بگیرید. برای حل اجزای محدود آن، کدام مدل به جواب درست منجر می شود؟



۱۲- لوله انتقال سیالی که تحت فشار در خاک دفن شده است را در نظر بگیرید. کدام مدل مقادیر  $F1$  و  $F2$  برای اجزای محدود، درست است؟



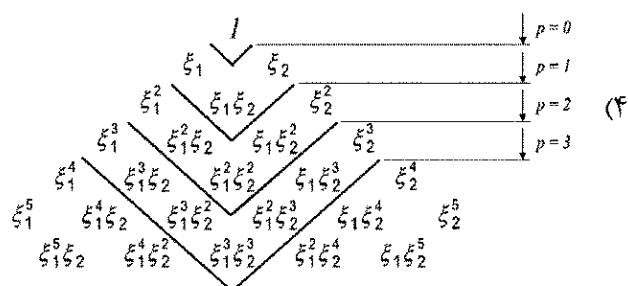
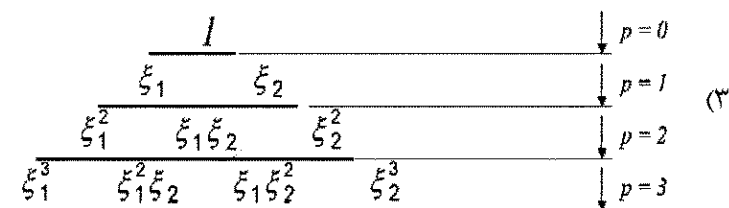
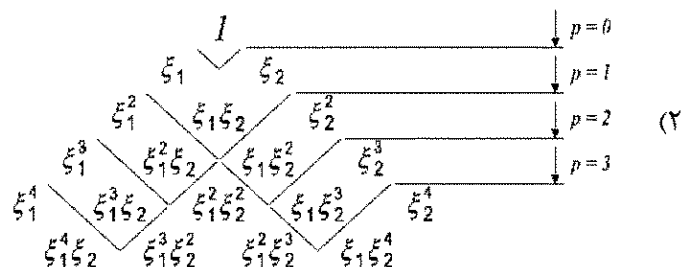
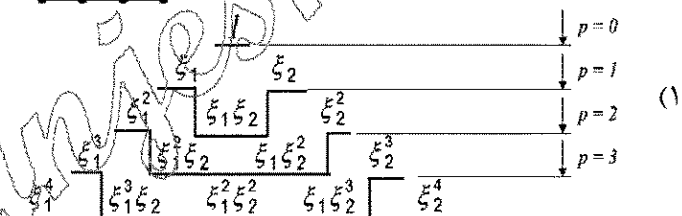
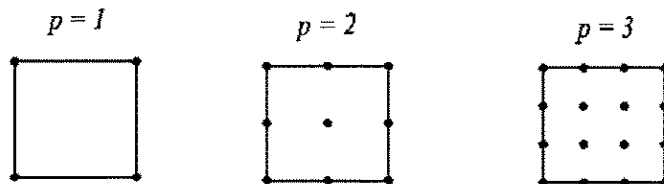
$F1 = F2 = 20 \text{ kN}$  (۲)

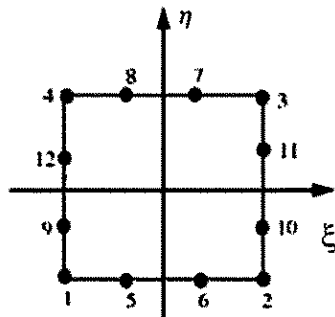
$F1 = F2 = 10 \text{ kN}$  (۱)

$F1 = F2 = 10\pi \text{ kN}$  (۴)

$F1 = F2 = 20\pi \text{ kN}$  (۳)

۱۳- برای المان های زیر، چند جمله ای کامل میان یاب در مثلث خیام- پاسکال کدام است؟





۱۴- برای المان سرنديپيتي زیر، کدام مقدار درست است؟

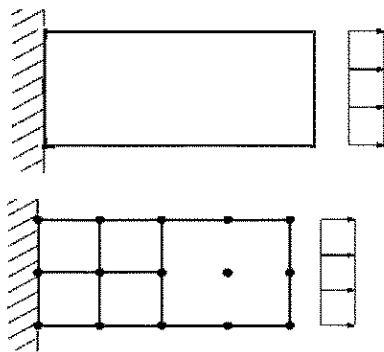
$$N_6 = \frac{27}{32}(1-\xi^2)\left(\frac{1}{3}-\xi\right)(1-\eta) \quad (1)$$

$$N_6 = \frac{32}{27}(1-\xi^2)\left(\frac{1}{2}-\xi\right)(1-\eta) \quad (2)$$

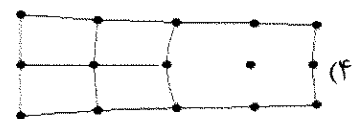
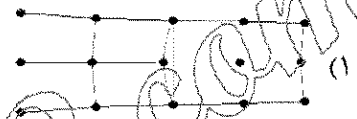
$$N_6 = \frac{27}{32}(1-\xi^2)\left(\frac{1}{3}+\xi\right)(1-\eta) \quad (3)$$

$$N_6 = \frac{32}{27}(1-\xi^2)\left(\frac{1}{2}+\xi\right)(1-\eta) \quad (4)$$

۱۵- برای مدل سازی تیر تحت بار انتهایی زیر از مش بندی نشان داده شده، استفاده شده است. در این صورت کدام مورد



برای تغییر مکان تیر درست است؟



۱۶- برای محاسبه مشتقات توابع شکل کدام رابطه درست است؟

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N_1}{\partial \eta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial \xi} & \frac{\partial y}{\partial \xi} \\ \frac{\partial x}{\partial \eta} & \frac{\partial y}{\partial \eta} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial x} \\ \frac{\partial N_1}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial x} \\ \frac{\partial N_1}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \xi}{\partial x} & \frac{\partial \eta}{\partial x} \\ \frac{\partial \xi}{\partial y} & \frac{\partial \eta}{\partial y} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N_1}{\partial \eta} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial x} \\ \frac{\partial N_1}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \xi}{\partial x} & \frac{\partial \xi}{\partial y} \\ \frac{\partial \eta}{\partial x} & \frac{\partial \eta}{\partial y} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N_1}{\partial \eta} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N_1}{\partial \eta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \xi}{\partial x} & \frac{\partial \xi}{\partial y} \\ \frac{\partial \eta}{\partial x} & \frac{\partial \eta}{\partial y} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial x} \\ \frac{\partial N_1}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (3)$$

۱۷- در حل تقریبی، توابع میان‌یاب برای تقریب متغیر میدان کافی است .....

(۱) شرایط مرزی طبیعی را ارضا نمایند.

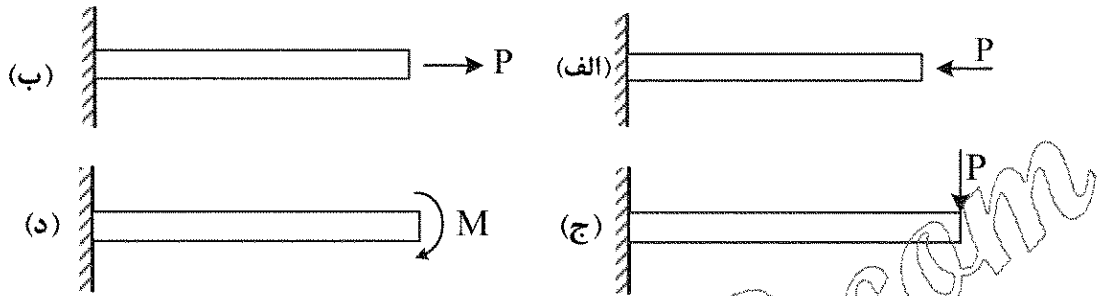
(۲) تنها از توابع پایه مناسب انتخاب شوند.

(۳) شرایط مرزی طبیعی و اساسی را ارضا نمایند.

(۴) شرایط مرزی اساسی را ارضا نمایند.

۱۸- فرمولاسیون اجزای محدود داده‌شده، برای محاسبه فرکانس طبیعی کدام یک از سازه‌های زیر، کاربرد دارد؟

$$([k] - \omega^2 [M])[U] = [0]$$



(۲) (ج) - (د)

(۱) (الف) - (ب)

(۴) برای همه سازه‌های نشان داده‌شده

(۳) (الف) - (ب) - (ج)

۱۹- در حل اجزای محدود مسائل ارتعاشاتی - دینامیکی در تبدیل ماتریس جرمی توزیع‌شده (Consistent mass matrix) به ماتریس جرمی متمرکز (Lump mass matrix)، از روش‌های مختلفی از جمله روش Optimal lumping، استفاده می‌شود. در این روش گاهی بعضی از ترم‌های قطر اصلی ماتریس جرمی ( $m_{ii}$ ) معادل صفر شده ( $m_{ii} = 0$ ) و گاهی هم این ترم‌ها منفی می‌شوند ( $m_{ii} < 0$ ). تأثیر این اتفاق بر روی فرکانس طبیعی محاسبه‌شده به روش FEM کدام است؟

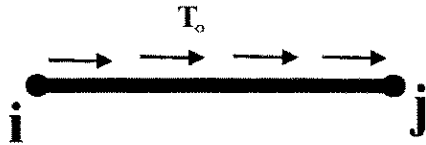
(۱) به‌ازای هر  $m_{ii} = 0$  یک فرکانس طبیعی بی‌نهایت و به‌ازای هر  $m_{ii} < 0$  یک فرکانس طبیعی منفی به‌دست می‌آید.

(۲) به‌ازای هر  $m_{ii} = 0$  یک فرکانس طبیعی بی‌نهایت و به‌ازای هر  $m_{ii} < 0$  یک فرکانس طبیعی صفر حاصل می‌شود.

(۳) به‌ازای هر  $m_{ii} = 0$  یک فرکانس طبیعی صفر و به‌ازای هر  $m_{ii} < 0$  یک فرکانس طبیعی بی‌نهایت به‌دست می‌آید.

(۴) به‌ازای هر  $m_{ii} = 0$  یک فرکانس طبیعی صفر حاصل می‌شود و  $m_{ii} < 0$  تأثیری بر روی فرکانس طبیعی سیستم ندارد.

۲۰- ماتریس سفتی المان تیر دو گره‌ای که تحت تأثیر کشش محوری نیز قرار دارد، کدام است؟



$$K = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} \frac{AL^2}{I} & 0 & 0 & -\frac{AL^2}{I} & 0 & 0 \\ 0 & 12 & 6L & 0 & -12 & 6L \\ 0 & 6L & 4L^2 & 0 & -6L & 2L^2 \\ \text{sym.} & 0 & 0 & \frac{AL^2}{I} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 12 & -6L \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$K = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 + \frac{AL^2}{I} & 6L & -12 - \frac{AL^2}{I} & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ \text{sym.} & -6L & 12 + \frac{AL^2}{I} & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$K = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 + AL^2 & 6L - \frac{AL^2}{I} & -12 & 6L \\ 6L - \frac{AL^2}{I} & 4L^2 + \frac{AL^2}{L} & -6L & 2L^2 \\ \text{sym.} & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$K = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} \frac{AE}{L} & 0 & 0 & -\frac{AE}{L} & 0 & 0 \\ 0 & 12 & 6L & 0 & -12 & 6L \\ 0 & 6L & 4L^2 & 0 & -6L & 2L^2 \\ \text{sym.} & 0 & 0 & \frac{AE}{L} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 12 & -6L \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$



۲۱- برای محاسبه خیر تیر می دانیم  $EI W_{,xx} - M(x) = 0$  و  $B.C's: W(0) = W(L) = 0$  با فرض  $W(x) = c_1 \sin(\pi x/L)$  خیز وسط تیر شکل زیر کدام است؟



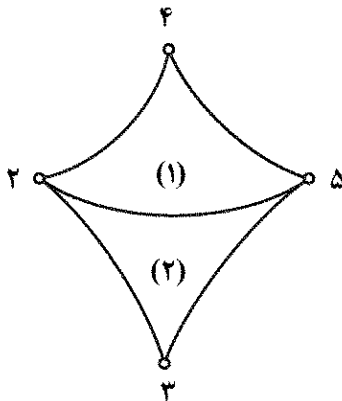
$$-\frac{4M_0L^2}{\pi^3EI} \cos \frac{\pi x}{L} \quad (1)$$

$$-\frac{8M_0L^2}{\pi^3EI} \sin \frac{\pi x}{L} \quad (2)$$

$$-\frac{4M_0L^2}{\pi^3EI} \sin \frac{\pi x}{L} \quad (3)$$

$$-\frac{8M_0L^2}{\pi^3EI} \cos \frac{\pi x}{L} \quad (4)$$

۲۲- بردار اتصال (Connectivity vector) المان شماره (۱) شکل زیر با دو درجه آزادی در هر گره در روش سفتی مستقیم کدام مورد است؟



$$\begin{Bmatrix} 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 3 \\ 4 \\ 9 \\ 10 \\ 7 \\ 8 \end{Bmatrix} \quad (2)$$

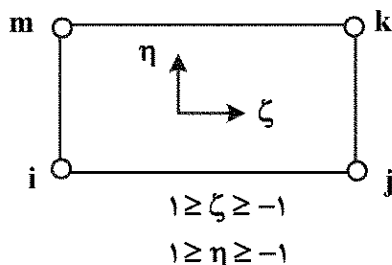
$$\begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 5 \\ 7 \\ 8 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{Bmatrix} 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \end{Bmatrix} \quad (3)$$

۲۳- برای المان مستطیلی در دستگاه مختصات طبیعی  $(\zeta, \eta)$  چهار تابع شکل بدون لحاظ ترتیب به صورت زیر داده شده اند. تقریب صحیح  $\phi(\zeta, \eta)$  برای نقطه دلخواهی از المان کدام مورد است؟

$$N_1 = \frac{1}{4}(1+\zeta)(1-\eta), \quad N_2 = \frac{1}{4}(1-\zeta)(1+\eta)$$

$$N_3 = \frac{1}{4}(1-\zeta)(1-\eta), \quad N_4 = \frac{1}{4}(1+\zeta)(1+\eta)$$



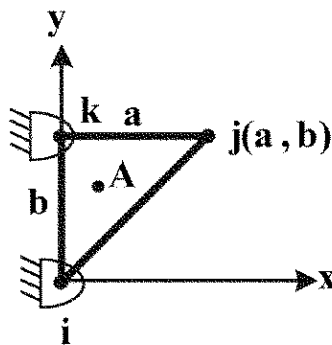
$$N_2\Phi_i + N_1\Phi_j + N_4\Phi_k + N_3\Phi_m \quad (1)$$

$$N_2\Phi_i + N_1\Phi_j + N_3\Phi_k + N_4\Phi_m \quad (2)$$

$$N_4\Phi_i + N_2\Phi_j + N_1\Phi_k + N_3\Phi_m \quad (3)$$

$$N_4\Phi_i + N_1\Phi_j + N_2\Phi_k + N_3\Phi_m \quad (4)$$

۲۴- شکل زیر یک المان مثلثی کرنش ثابت (CST) را نشان می دهد و ماتریس سفتی این المان به صورت زیر است. اگر تغییر مکان گره  $j$  برابر با  $u_j = v_j = 0.001a$  باشد، کرنش برشی در گره  $k$  کدام است؟



$$K = \frac{1}{2A} \begin{bmatrix} 0 & 0 & b & 0 & -b & 0 \\ 0 & -a & 0 & 0 & 0 & a \\ a & 0 & 0 & b & a & -b \end{bmatrix}$$

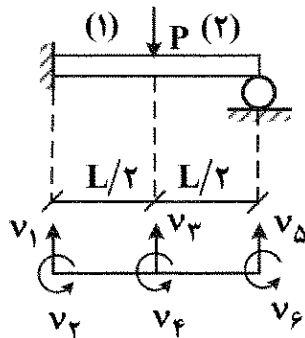
(۲)  $0.001 \text{ rad}$

(۱)  $0.002ab \text{ rad}$

(۴)  $0.002 \text{ rad}$

(۳)  $0.001ab \text{ rad}$

۲۵- برای تغییر شکل زیر پس از المان بندی اجزای محدود خیز و شیب وسط دهانه تیر به ترتیب  $-10 \text{ cm}$  و  $-0.01 \text{ rad}$  محاسبه شده اند. در صورتی که ماتریس سفتی المان شماره ۱ به صورت زیر برآورد شده باشد، عکس العمل تکیه گاه گیردار کدام است؟



$$K^{(1)} = \begin{bmatrix} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 \\ 1 & 10 & -1 & 10 \\ 10 & 100 & -10 & 1 \\ -1 & -10 & 1 & -10 \\ 10 & 1 & -10 & 100 \end{bmatrix}$$

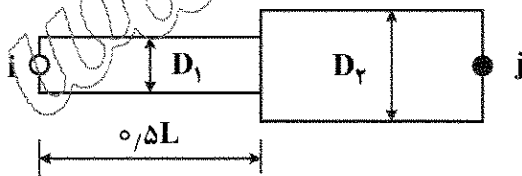
(۲)  $v = 9 \text{ N}$  ,  $\mu = 99.99 \text{ N.cm}$

(۱)  $v = 9.99 \text{ N}$  ,  $\mu = 99.9 \text{ N.cm}$

(۴)  $v = 9.99 \text{ N}$  ,  $\mu = 99.99 \text{ N.cm}$

(۳)  $v = 9.9 \text{ N}$  ,  $\mu = 99.99 \text{ N.cm}$

۲۶- برای المان دوگره ای پیچشی به طول  $L$  با سطح مقطع پله ای مطابق شکل، بار معادل گره ای المان تحت بار گسترده (کوپل پیچشی) با شدت یکنواخت  $T_0$  کدام است؟



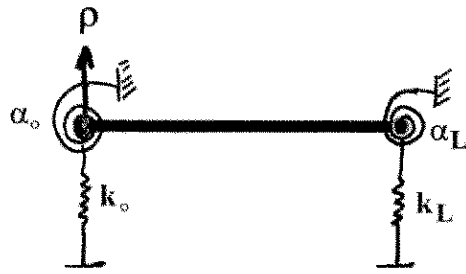
(۱)  $\frac{T_0 D_2 L}{2 D_1} \left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\}$

(۲)  $\frac{T_0 L}{2} \left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\}$

(۳)  $\frac{T_0 D_1 L}{2 D_2} \left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\}$

(۴)  $T_0 L \left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\}$

۲۷- می دانیم برای المان تیر ماتریس سفتی به صورت زیر است. ماتریس سازه با تکیه گاه های فنر شکل زیر، کدام است؟



$$K_{Blam} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_i \\ \alpha_i \\ w_j \\ \alpha_j \end{bmatrix}$$

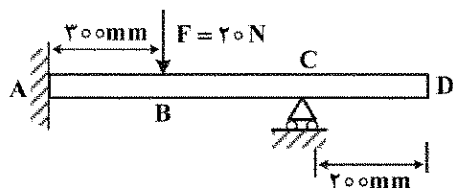
$$K = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 + K_o & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 + \alpha_o & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 + K_L & -6L \\ \text{sym.} & & & 4L^2 + \alpha_L \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$K = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 + K_o & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 + K_L & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 + \alpha_o & -6L \\ \text{sym.} & & & 4L^2 + \alpha_L \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$K = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 + \alpha_o & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 + \alpha_L & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 + K_o & -6L \\ \text{sym.} & & & 4L^2 + K_L \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$K = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 + \alpha_L & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 + K_L & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 + \alpha_o & -6L \\ \text{sym.} & & & 4L^2 + K_L \end{bmatrix} \quad (4)$$

۲۸- وقتی بار  $F = 20 \text{ N}$  در نقطه B به تیر زیر اعمال شده باشد، شیب انتهای تیر  $\theta_D$  بوده و  $\tan \theta_D = 0.006$  است. اگر محل بار به نقطه D منتقل و مقدار آن نیز دو برابر گردد، خیز در نقطه B چند میلی متر است؟



(1)  $1/2$

(2)  $2/4$

(3)  $0/6$

(4)  $0/012$

۲۹- یک صفحه همسانگرد دوبعدی با مدول یانگ  $E$  و ضریب انبساط خطی  $\alpha$ ، به طور غیریکنواخت و تحت دمای  $T(x, y)$  گرم می شود. تابع تنش، پاسخ کدام معادله است؟

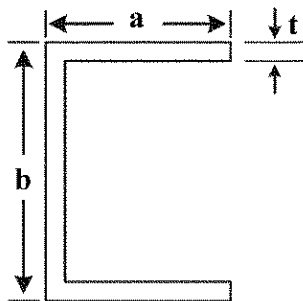
$$\nabla^2(\nabla^2\phi) = 0 \quad (1)$$

$$\nabla^2(\nabla^2\phi + E\alpha T) = 0 \quad (2)$$

$$\nabla^2(\nabla^2\phi - E\alpha T) = 0 \quad (3)$$

(۴) در این مسئله نمی توان معادلات حاکم همزمان را برقرار کرد.

۳۰- مقطع یک استرینگر، با ضخامت یکنواخت  $t$ ، مطابق شکل زیر است. اگر این استرینگر تحت پیچش  $T$  قرار بگیرد، نرخ پیچش آن با استفاده از فرض تیر جدار نازک کدام است؟



$$\frac{d\theta}{dz} = \frac{12T}{G(2a+b)t^3} \quad (1)$$

$$\frac{d\theta}{dz} = \frac{T}{12G(2a+b)t^3} \quad (2)$$

$$\frac{d\theta}{dz} = \frac{T}{2G(2a+b)t^3} \quad (3)$$

$$\frac{d\theta}{dz} = \frac{3T}{G(2a+b)t^3} \quad (4)$$

۳۱- اگر یک مکعب آلومینیومی با مدول یانگ  $E$ ، نسبت بواسون  $\nu$  و ضریب انبساط حرارتی  $\alpha$  که از همه طرف مقید شده است در معرض افزایش یکنواخت دما،  $\Delta T$ ، قرار گیرد، تنش هیدرواستاتیک ایجادشده در داخل مکعب، کدام است؟

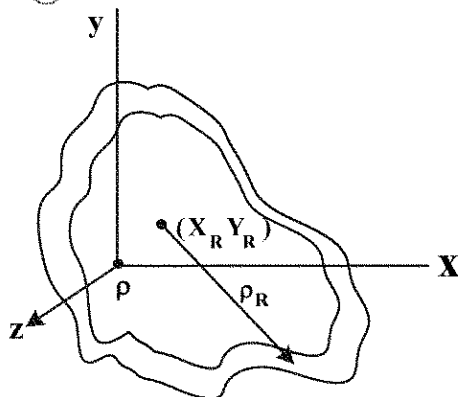
(۱) صفر

$$-\frac{E\alpha\Delta T}{1+\nu} \quad (2)$$

$$-E\alpha\Delta T \quad (3)$$

$$-\frac{E\alpha\Delta T}{1-2\nu} \quad (4)$$

۳۲- برای یک تیر جدار نازک بسته تحت بار پیچشی که در آن رابطه  $(\rho_R G t = \text{ثابت})$  برقرار است، کدام مورد درست است؟ (در این رابطه  $G$  مدول برشی،  $t$  ضخامت پوسته است.  $\rho_R$  نیز در شکل نشان داده شده است.)

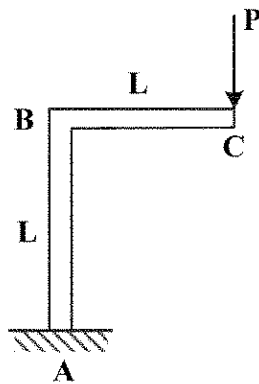


(۱) اعوجاج یا warping در مقطع تیر مشاهده نمی شود.

(۲) برای محاسبه جریان برش باید تیر در دو مقطع برش زده شود.

(۳) برای این نوع تیرها تحت پیچش جریان برش در پوسته ثابت است.

(۴) جریان برش وجود دارد اما در مقطع تیر در محل دورترین فاصله تا مرکز برش این جریان صفر می شود.



۳۳- خیز نقطه C در اثر اعمال بار P کدام است؟

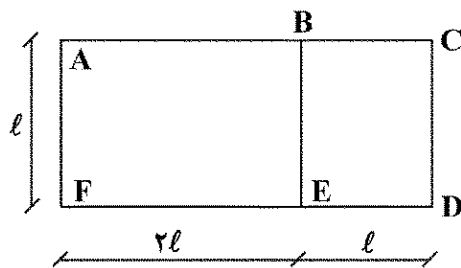
(۱) افقی:  $\frac{PL^3}{2EI}$ , قائم:  $\frac{PL^3}{3EI}$

(۲) افقی:  $\frac{PL^3}{2EI}$ , قائم:  $\frac{4PL^3}{3EI}$

(۳) افقی: صفر, قائم:  $\frac{PL^3}{3EI}$

(۴) افقی:  $\frac{PL^3}{3EI}$ , قائم:  $\frac{PL^3}{2EI}$

۳۴- به مقطع جدار نازک زیر، تورک پیچشی T وارد می شود. میزان جریان برش (q) در جداره CD، کدام است؟



(ضخامت پوسته در همه جا برابر است.)

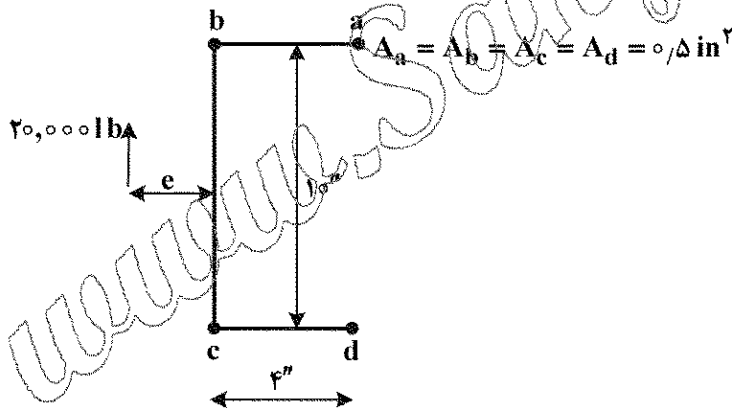
(۱)  $\frac{9T}{40l^2}$

(۲)  $\frac{9T}{52l^2}$

(۳)  $\frac{2T}{13l^2}$

(۴)  $\frac{9T}{26l^2}$

۳۵- محل مرکز برش شکل زیر (e) کدام است؟ (جریان برش مابین بوم ها ثابت است.)



(۱)  $3/5''$

(۲)  $3''$

(۳)  $2/5''$

(۴)  $2''$

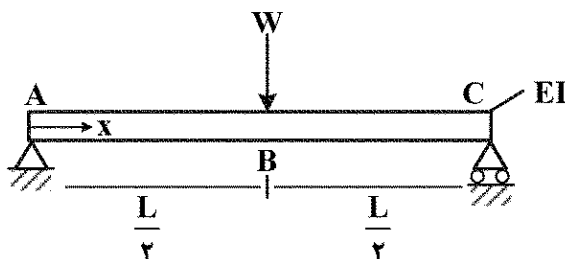
۳۶- شیب تیر ABC در نقطه A کدام است؟

(۱)  $\theta_A = \frac{WL^2}{24EI}$

(۲)  $\theta_A = \frac{WL^2}{16EI}$

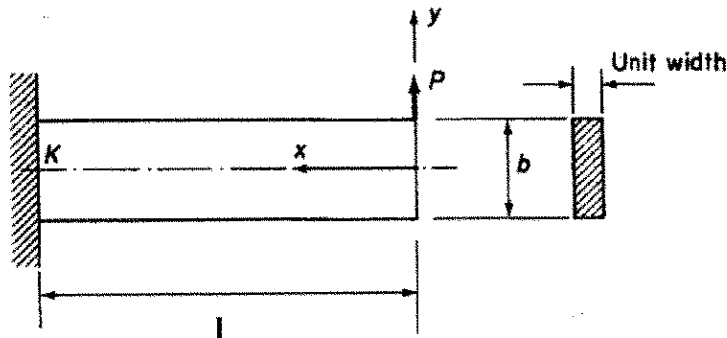
(۳)  $\theta_A = \frac{WL^2}{6EI}$

(۴)  $\theta_A = \frac{WL^2}{2EI}$



۳۷- برای تیر یکسر گیردار نشان داده شده تحت نیروی متمرکز در سر تیر از کدام یک از شرایط مرزی زیر برای به دست

آوردن مجهولات تابع تنش  $\phi = Axy + \frac{Bxy}{6}$ ، نمی‌توان استفاده کرد؟



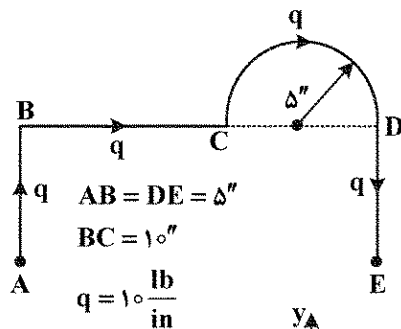
$$\int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} \tau_{xy} dy = P \quad (1)$$

$$y = -\frac{b}{r} ; \tau_{xy} = 0 \quad (r$$

$$y = \frac{b}{r} \quad ; \quad \tau_{xy} = 0 \quad (r$$

$$\int_{-\frac{b}{r}}^{\frac{b}{r}} \sigma_x y dy = -Pl \quad (e)$$

۳۸- برآیند و محل نیروی حاصل از جریان برش ثابت در مقطع باز زیر به ترتیب کدام اند؟ ( $\pi = 3$ )



(۱) ۲۰۰ lb و ۸/۷۵" بالای نقطه B در جهت X

(۲) ۴۰۰ lb و ۱۳/۷۵" بالای نقطه B در جهت X

(۳) ۴۰۰ lb و ۱۳/۷۵" زیر نقطه A در جهت X

(۴) ۲۰۰ lb و ۸/۷۵" زیر نقطه A در جهت X

۳۹- مطابق شکل زیر اگر میله‌ای با سطح مقطع دلخواه غیر دایره‌ای تحت کشش و پیچشی در دو سر قرار گیرد،

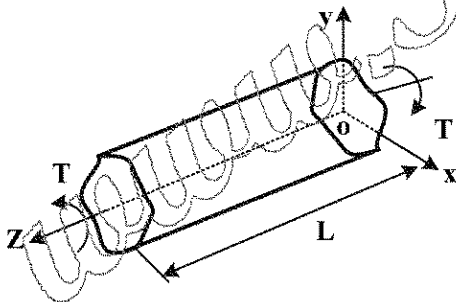
کدام یک از موارد زیر نادرست است؟

(۱) در فاصله کافی از مرزها  $\tau_{yz}$  تابعی از  $Z$  نیست.

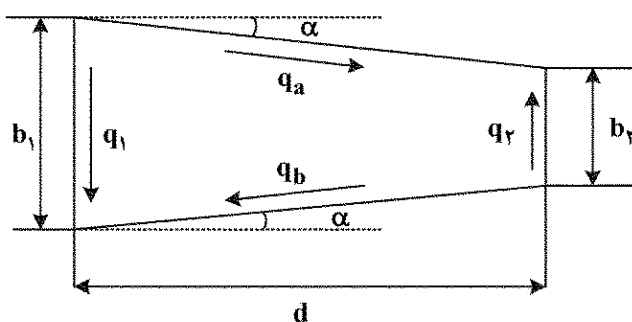
(۲) جابه‌جایی سطح مقطع در جهت Z وجود دارد.

$$\tau_{XY} \neq 0 \quad (r$$

$$\tau_{xz} \neq 0 \quad (f)$$



۴۰- در پانل شکل زیر کدام رابطه بین جریان برش دیواره‌ها نادرست است؟



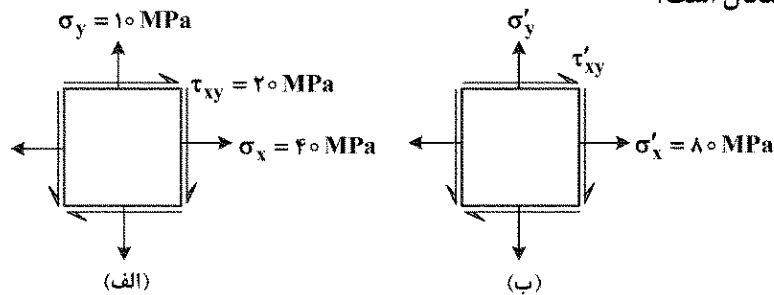
$$q_1 = \left( \frac{b_1 + b_r}{b_1} \right) q_r \quad (1)$$

$$q_1 = q_r \left( \frac{b_r}{b_1} \right)^r \quad (r$$

$$q_1 = \left( \frac{b_r}{b_1 + b_r} \right) q_r \quad (r$$

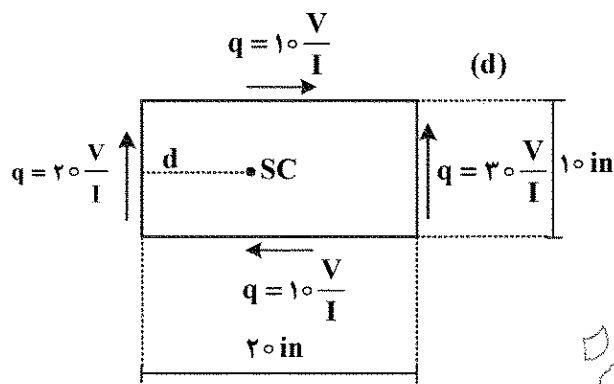
$$q_1 = \left(\frac{b_1}{b_r}\right)q_r \quad (f)$$

- ۴۱- وضعیت تنش در المان بحرانی از یک سازه به شکل (الف) است. اگر با چرخش مختصات به اندازه  $\theta$ ، وضعیت (ب) را داشته باشیم، مقدار  $\sigma'_y$  چند مگاپاسکال است؟



- (۱) ۳۰  
(۲) ۱۰  
(۳) ۵  
(۴) ۲۰

- ۴۲- در مقطع زیر نیروی برشی  $V$  به مرکز برش وارد شده است و جریان برش ناشی از آن در مقطع جدار نازک داده شده است. محل مرکز برش مقطع چند اینچ است؟



- (۱)  $d = 7.5$   
(۲)  $d = 8$   
(۳)  $d = 8.5$   
(۴)  $d = 10$

- ۴۳- در مورد خمش در نظریه کلاسیک ورق ایزوتروپ کدام فرض وجود ندارد؟

- (۱) ضخامت ورق ثابت است.  
(۲) لایه میانی ورق، همان تار خنثی است.  
(۳) همه مؤلفه های کرنش برشی صفر هستند.  
(۴) خطوط عمود بر ورق میانی، بعد از تغییر شکل عمود می مانند.
- ۴۴- هواپیمایی با جرم ۶۰ ton و طول ۳۰ m در حال پرواز افقی بدون شتاب است. اگر به صورت لحظه ای متحمل شتاب زاویه ای (pitch rate)  $20 \frac{\text{deg}}{\text{s}^2}$  شود. حداکثر میزان افزایش ممان خمشی اعمال شده به بدنه (برحسب کیلونیوتن متر) در اثر شتاب زاویه ای کدام است؟ (مرکز ثقل را در وسط پرده و توزیع جرم را یکنواخت و  $\pi$  را ۳ فرض کنید).

- (۱) ۲۲۵  
(۲) ۶۲۵  
(۳) ۷۵۰  
(۴) ۱۵۰۰

- ۴۵- درباره ورقی تحت بار گسترده عرضی  $q$  کدام مورد در خصوص بارهای داخل صفحه اشتباه است؟

- (۱) در حالت ایدئال بدون بار عرضی ( $q = 0$ ) بار داخل صفحه باعث ایجاد خیز نمی شود.  
(۲) بار داخل صفحه فشاری، می تواند خیز ورق را زیاد کند.  
(۳) بار داخل صفحه کششی، خیز ورق را کمتر می کند.  
(۴) بار داخل صفحه برشی، اثری در خیز ورق ندارد.