



کد کنترل

711

A

صبح جمعه

۹۷/۱۲/۳

دفترچه شماره (۱)



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

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

**آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۸**

**رشته مهندسی هوا فضا - سازه‌های هوایی - کد (۲۳۳۳)**

مدت پاسخ‌گویی: ۱۵۰ 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 سازه‌های هوافضایی	۴۵	۱	۴۵

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ، 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 می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۸

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

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

۱- جواب عمومی معادله دیفرانسیل جزئی  $U_{xy} + U_x = e^x \sin y$  کدام است؟

$$\frac{1}{2}e^x \sin y - \frac{1}{2}e^x \cos y + c(y) \quad (1)$$

$$\frac{1}{2}e^x \sin y - \frac{1}{2}e^x \cos y + c_1(x)e^{-y} + c_2(y) \quad (2)$$

$$e^x \sin \frac{y}{2} - e^x \cos \frac{y}{2} + c(x) \quad (3)$$

$$e^x \sin \frac{y}{2} - e^x \cos \frac{y}{2} + c_1 e^{-y} + c_2(y) \quad (4)$$

۲- در مسئله مقدار اولیه - مرزی

$$\begin{cases} U_{tt} - U_{xx} = \sin^2(\pi x) & 0 < x < 1, t > 0 \\ U(0, t) = 0 = U(1, t) & t > 0 \\ U(x, 0) = 0, U_t(x, 0) = 0 \end{cases}$$

جوابی مستقل از زمان از معادله دیفرانسیل که در شرایط مرزی نیز صدق کند، کدام است؟

$$\frac{2}{\pi^2} \sin(\pi x) + \frac{1}{3\pi^2} \sin^2(\pi x) \quad (1)$$

$$\frac{2}{3\pi^2} \sin(\pi x) + \frac{1}{9\pi^2} \sin^2(\pi x) \quad (2)$$

۳- توابع پایه برای معادله دیفرانسیل  $y'' + \lambda y = x^2$  کدام است؟

$$\sin k\pi x \quad (1)$$

$$\cos k\pi x \quad (2)$$

$$x, x^2, x^3, \dots \quad (3)$$

$$1, x, x^2 - 1, \dots \quad (4)$$

۴- تبدیل فوریه تابع  $u(x, t)$  نسبت به متغیر  $x$  برای معادله زیر کدام است؟

$$\begin{cases} U_t = U_{xx} & -\infty < x < \infty, t > 0 \\ U(x, 0) = f(x) & -\infty < x < \infty \end{cases}$$

(۱)  $i = \sqrt{-1}$  که در آن  $U(\omega, t) = F(\omega)e^{-i\omega t}$

(۲)  $i = \sqrt{-1}$  که در آن  $U(\omega, t) = F(\omega)e^{-i\omega^2 t}$

(۳)  $U(\omega, t) = F(\omega)e^{-\omega t}$

(۴)  $U(\omega, t) = F(\omega)e^{-\omega^2 t}$

۵- در معادله انتگرالی  $\int_0^\infty f(\lambda) \sin \lambda x d\lambda = \begin{cases} \cos x & 0 < x < \pi \\ 0 & x > \pi \end{cases}$  تابع  $f(\lambda)$  کدام است؟

(۱)  $\frac{2\lambda}{\pi(\lambda^2 - 1)}(1 + \cos \lambda \pi)$

(۲)  $\frac{2\lambda}{\pi(\lambda^2 - 1)}(1 - \cos \lambda \pi)$

(۳)  $\frac{\lambda}{\pi(\lambda^2 - 1)}(1 + \cos \lambda \pi)$

(۴)  $\frac{\lambda}{\pi(\lambda^2 - 1)}(1 - \cos \lambda \pi)$

۶- حاصل انتگرال  $\int_0^\pi \frac{d\theta}{2 - \cos \theta}$  کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{\pi\sqrt{3}}$

(۲)  $\frac{\sqrt{3}}{3}\pi$

(۳)  $\frac{\sqrt{3}}{\pi}$

(۴)  $2\pi$

۷- اگر  $A = \begin{bmatrix} 3 & 0 & 1 \\ 5 & -1 & 4 \\ 2 & 5 & 3 \end{bmatrix}$  باشد. آنگاه مقادیر لایتغیرهای (invariants) این ماتریس کدام است؟

(۱)  $\beta_1 = 5, \beta_2 = -19, \beta_3 = -42$

(۲)  $\beta_1 = -19, \beta_2 = 5, \beta_3 = +42$

(۳)  $\beta_1 = 5, \beta_2 = -42, \beta_3 = -19$

(۴)  $\beta_1 = -19, \beta_2 = 5, \beta_3 = -42$

۸- اگر  $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$  باشد در این صورت  $A^3$  کدام است؟

(۱)  $A - 6I$

(۲)  $3A - 4I$

(۳)  $6A - I$

(۴)  $4A - 3I$

۹- جوابهای کدام معادله دیفرانسیل زیر برهم عمود هستند؟

(۱)  $(1 - x^2)y'' - 2xy' + n(n+1)y = 0$

(۲)  $y'' - 2xy' + n(n+1)y = 0$

(۳)  $(1 + x^2)y'' - 2xy' + n(n+1)y = 0$

(۴)  $y'' + 2xy' + n(n+1)y = 0$

۱۰- اگر  $G = \begin{bmatrix} (\bar{u}_1, \bar{u}_1) & (\bar{u}_1, \bar{u}_2) & (\bar{u}_1, \bar{u}_3) \\ (\bar{u}_2, \bar{u}_1) & (\bar{u}_2, \bar{u}_2) & (\bar{u}_2, \bar{u}_3) \\ (\bar{u}_3, \bar{u}_1) & (\bar{u}_3, \bar{u}_2) & (\bar{u}_3, \bar{u}_3) \end{bmatrix} = 0$  باشد، در این صورت بردارهای  $\bar{u}_1, \bar{u}_2, \bar{u}_3$  چگونه هستند؟

(۱) وابسته خطی

(۲) مستقل خطی

(۳) برهم عمود

(۴) می‌توانند مستقل خطی باشند

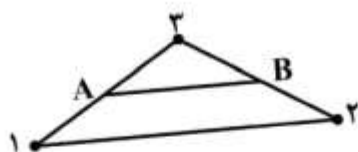
۱۱- در یک المان سه گره‌ای مقدار دما در گره‌های ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه است. دما در وسط خط AB که میانه ضلع ۱-۲ و ۲-۳ را به هم وصل می‌کند چند درجه است؟

(۱) ۱۵

(۲) ۲۰

(۳) ۲۲/۵

(۴) ۲۵/۵



۱۲- برای یک تیر دو سر تکیه‌گاه ساده که در وسط آن نیروی متمرکز وارد می‌شود، حداقل چند المان محدود باید استفاده کرد تا خطای حل جابه‌جایی نقطه اعمال نیرو کمتر از ۱۰٪ باشد؟

(۱) ۲

(۲) ۱۰

(۳) ۲۰

(۴) حداقلی نمی‌توان تعیین کرد.

۱۳- تیر یک سر گیردار شکل با یک المان مدل سازی شده و ماتریس سفتی آن به صورت زیر بدست آمده است:

$$k = 4 \times 10^6 \begin{bmatrix} u_1 & \theta_1 & u_2 & \theta_2 \\ 3 & 0.75 & -3 & 0.75 \\ & 0.25 & -0.75 & 0.125 \\ \text{sym.} & & 3 & -0.75 \\ & & & 0.25 \end{bmatrix} \text{ (Pa)}$$



تغییر مکان نقطه انتهای تیر (گره ۲) چه مقدار است؟

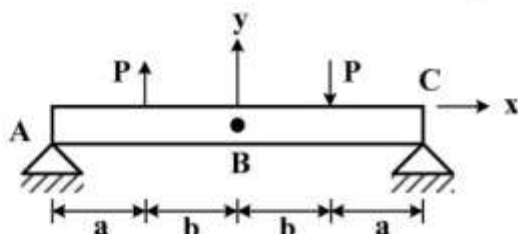
$$u_2 = -3 \times 10^{-4} \text{ m}, \theta_2 = 0 \text{ rad} \quad (1)$$

$$u_2 = -3.33 \times 10^{-4} \text{ m}, \theta_2 = -1 \times 10^{-3} \text{ rad} \quad (2)$$

$$u_2 = -1 \times 10^{-4} \text{ m}, \theta_2 = -3.33 \times 10^{-4} \text{ rad} \quad (3)$$

$$u_2 = 3 \times 10^{-4} \text{ m}, \theta_2 = -9 \times 10^{-3} \text{ rad} \quad (4)$$

۱۴- سازه شکل زیر را در نظر بگیرید. در این رابطه کدام عبارت صحیح است؟



(۱) بارگذاری سازه پاد متقارن است و شرایط مرزی در نقطه B به صورت تغییر مکان صفر و دوران آزاد است.

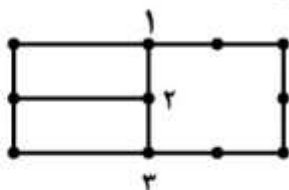
(۲) بارگذاری سازه پاد متقارن است و شرایط مرزی در نقطه B به صورت تغییر مکان و دوران صفر است.

(۳) بارگذاری سازه پاد متقارن است و شرایط مرزی در نقطه B به صورت تغییر مکان و دوران آزاد است.

(۴) به دلیل عدم تقارن در سازه کل سازه نیاز است حین تحلیل مدل سازی شود.

۱۵- برای مش بندی بخشی از یک میدان حل از یک المان درجه دوم و دو المان خطی استفاده شده است.

در این حالت پس از حل:



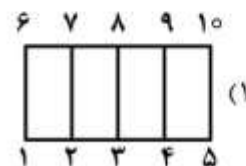
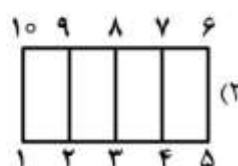
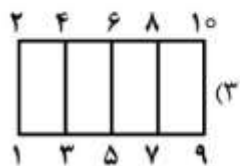
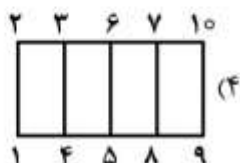
(۱) تغییر مکان گره ها و ضلع های همه المان ها یکسان است.

(۲) تغییر مکان گره های ۱، ۲ و ۳ در هر یک از المان ها متفاوت است.

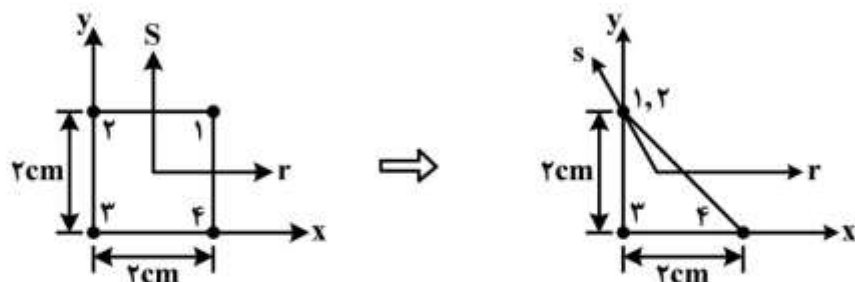
(۳) تغییر مکان گره های ۱ و ۳ در همه المان ها یکسان است اما گره ۲ در هر المان یک مقدار تغییر مکان مخصوص به خود دارد.

(۴) تغییر مکان گره ها در همه المان ها یکسان است ولی تغییر مکان در اضلاع ۱-۲ و ۲-۳ در المان های مختلف متفاوت است.

۱۶- کدام شماره گذاری سرتاسری زیر کمترین زمان را برای حل سازه نیاز دارد؟



۱۷- در یک المان چهارگره‌ای مانند شکل نقطه ۱ و ۲ برهم منطبق می‌شوند تا یک المان سه گره‌ای ایجاد شود. در این حالت هندسه داخل میدان المان سه گره‌ای از کدام رابطه زیر بدست می‌آید؟



$$x = \frac{1}{2}(1+r)(1+s), y = 1+s \quad (1)$$

$$x = \frac{1}{2}(1-r)(1-s), y = 1-s \quad (2)$$

$$x = \frac{1}{4}(1+r)(1+s) - \frac{1}{4}(1-r)(1+s), y = \frac{1}{4}(r+1)(1-s) \quad (3)$$

$$x = \frac{1}{4}(1-r)(1+s) - \frac{1}{4}(1+r)(1+s), y = \frac{1}{4}(1-r)(1+s) \quad (4)$$

۱۸- برای روش ریتز کدام عبارت نادرست است؟

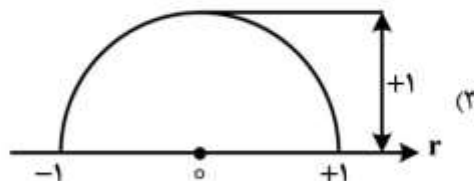
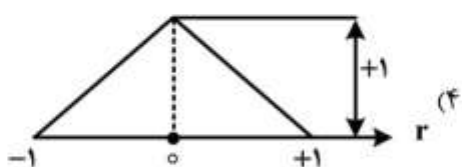
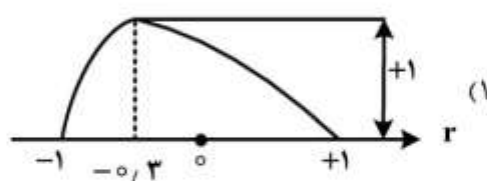
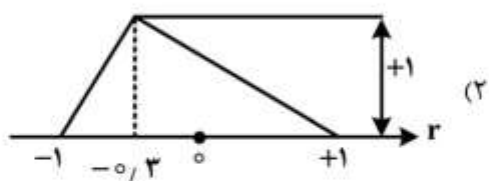
(۱) توابع پایه باید برهم عمود باشند.

(۲) توابع پایه انتخابی باید complete باشند.

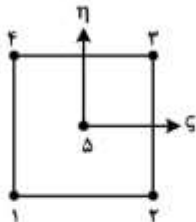
(۳) توابع پایه باید شرایط مرزی مسئله را به‌طور همگن ارضا نمایند.

(۴) می‌توان به هر تعداد دلخواه توابع پایه برای تقریب متغیر میدان استفاده کرد.

۱۹- در المان سه گره‌ای زیر کدام نمودار بیانگر تغییرات  $N_2$  (تابع شکل گره دوم) است؟



۲۰- برای المان پنج گره‌ای شکل زیر کدام پلی نومیال (چند جمله‌ای) میان‌یاب برای تقریب متغیر میدان ( $u$ ) مناسب‌تر است؟



$$u = c_1 + c_2 \zeta + c_3 \eta + c_4 \zeta \eta + c_5 (\zeta^2 + \eta^2) \quad (1)$$

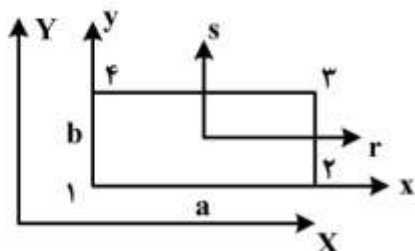
$$u = c_1 \zeta + c_2 \eta + c_3 \zeta \eta + c_4 \zeta^2 + c_5 \eta^2 \quad (2)$$

$$u = c_1 + c_2 \zeta + c_3 \eta + c_4 \zeta \eta + c_5 \zeta^2 \eta^2 \quad (3)$$

$$u = c_1 \zeta + c_2 \eta + c_3 \zeta^2 + c_4 \eta^2 + c_5 \zeta^2 \eta^2 \quad (4)$$

۲۱- برای حل معادله  $\nabla^2 u = 0$  در یک میدان مستطیلی متغیر میدان  $u = \sum N_i u_i$  است. کدام دسته جواب توابع

مناسب برای حل این مسئله است؟



$$N_1 = \frac{1}{4}(a-r)(b-s), N_2 = \frac{1}{4}(a+r)(b-s), N_3 = \frac{1}{4}(a+r)(a+s), N_4 = \frac{1}{4}(a-r)(a+s) \quad (1)$$

$$N_1 = (1-\frac{x}{a})(1-\frac{y}{b}), N_2 = \frac{x}{a}(1-\frac{y}{b}), N_3 = \frac{xy}{ab}, N_4 = (1-\frac{x}{a})\frac{y}{b} \quad (2)$$

$$N_1 = \frac{1}{4}(1-r)(1-s), N_2 = \frac{1}{4}(1+r)(1-s), N_3 = \frac{1}{4}(1+r)(1+s), N_4 = \frac{1}{4}(1-r)(1+s) \quad (3)$$

$$N_1 = \frac{1}{4}(1-\frac{x}{a})(1-\frac{y}{b}), N_2 = \frac{1}{4}\frac{x}{a}(1-\frac{y}{b}), N_3 = \frac{xy}{4ab}, N_4 = (1-\frac{x}{a})\frac{y}{4b} \quad (4)$$

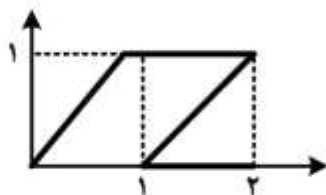
۲۲- در روش اجزاء محدود ایزوپارامتریک کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) تنها کافی است مرتبه تابع میان‌یاب برای هندسه و متغیر میدان یکسان نباشد.
- (۲) مرتبه تابع میان‌یاب برای هندسه پایین‌تر از تابع میان‌یاب برای متغیر میدان است.
- (۳) مرتبه تابع میان‌یاب برای هندسه بالاتر از تابع میان‌یاب برای متغیر میدان است.
- (۴) مرتبه تابع میان‌یاب برای هندسه و متغیر میدان یکسان است.

۲۳- در روش اجزاء محدود بر پایه تغییر مکان کدام مورد صحیح است؟

- (۱) شرایط پیوستگی تغییر مکان و کرنش‌های گره‌ای برآورده می‌شود.
- (۲) شرایط پیوستگی تغییر مکان، کرنش و تنش در گره‌ها برآورده می‌شود.
- (۳) تنها شرط پیوستگی تغییر مکان‌های گره‌ای برآورده می‌شود.
- (۴) شرایط پیوستگی کرنش و تنش‌های گره‌ای برآورده می‌شود.

۲۴- انتگرال  $\int xy^2 dx dy$  روی المان نشان داده شده در شکل با فرض انتگرال گوسی تک نقطه‌ای چقدر است؟



(۱)  $\frac{3}{2}$

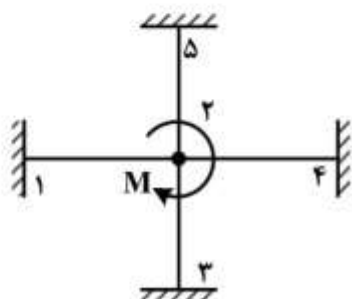
(۲) ۱

(۳)  $\frac{3}{4}$

(۴)  $\frac{1}{4}$

۲۵- با فرض اینکه ماتریس سختی تیر با درجه آزادی  $[w_1 \theta_1 w_2 \theta_2]$  به صورت  $[k] = [k_{ij}]$  تعریف شود، دوران

محل اعمال گشتاور در سازه زیر کدام است؟



(۱)  $\frac{M}{4k_{12}}$

(۲)  $\frac{M}{4k_{22}}$

(۳)  $\frac{M}{4k_{44}}$

(۴)  $\frac{M}{4k_{\Delta 2}}$

۲۶- مقدار  $y(\frac{1}{2})$  پاسخ معادله  $y'' + y = 1$  ( $y(0) = y(1) = 0$ ) با استفاده از روش گالرکین تک مود با فرض

$\phi_1 = \sin \pi x$  کدام است؟

(۱)  $\frac{\lambda}{\pi - \pi^2}$

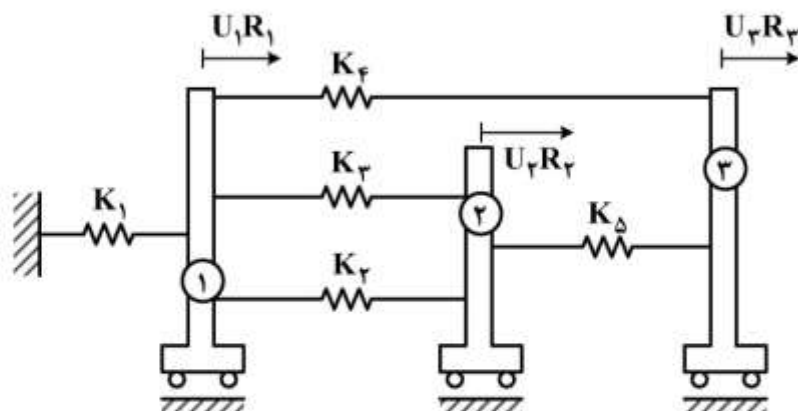
(۲)  $\frac{\lambda}{\pi + \pi^2}$

(۳)  $\frac{\lambda}{2\pi - \pi^2}$

(۴)  $\frac{\lambda}{2\pi + \pi^2}$



۲۷ - ماتریس سختی سازه کدام است؟



$$K = \begin{bmatrix} k_1 + k_r + k_r + k_f & -(k_r + k_r) & -k_f \\ -(k_r + k_r) & k_r + k_r + k_\delta & -k_\delta \\ -k_f & -k_\delta & k_f + k_\delta \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$K = \begin{bmatrix} k_1 + k_f & -k_r & -k_f \\ -k_r & k_r + k_r + k_\delta & -k_\delta \\ -k_f & -k_\delta & k_f + k_\delta \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$K = \begin{bmatrix} k_1 + k_r + k_r & -k_f & -(k_r + k_r) \\ -k_f & k_r + k_r + k_\delta & -k_\delta \\ -(k_r + k_r) & -k_\delta & k_f + k_\delta \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$K = \begin{bmatrix} k_1 + k_r & -(k_r + k_r) & -k_\delta \\ -(k_r + k_r) & k_r + k_r + k_\delta & -k_f \\ -k_\delta & -k_f & k_f \end{bmatrix} \quad (4)$$

۲۸ - در مورد میله تحت پیچش کدام گزینه در مورد جابه‌جایی‌های u، v و w به ترتیب در راستای x، y و z صحیح است؟

(محور z در راستای محور میله است)

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial w}{\partial y} = \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\partial w}{\partial z} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} = 0 \quad (4)$$

۲۹- کرنش حجمی (dilatation) برابر لایتغیر (Invariant) اول ماتریس کرنش است. مقدار این کمیت در حالت زیر کدام است؟

$$\sigma_{11} = \sigma_{13} = \sigma_{22} = \sigma_{23} = \sigma_{33} = 0, \sigma_{12} = \tau$$

(۱)

$$-\frac{v\tau}{E} \quad (۲)$$

$$-\frac{2v\tau}{E} \quad (۳)$$

$$\frac{(1-v)\tau}{E} \quad (۴)$$

۳۰- ورقی با طول و عرض  $a$  و  $b$  تحت بارگسترده عرضی  $q$  قرار دارد.

اگر چهار ضلع ورق دارای تکیه‌گاه ساده باشد و خیز ورق به صورت زیر باشد  $A$  برحسب سفتی خمشی ورق  $D$  کدام است؟

$$w = A(x^2 y^2 - bx^2 y - axy^2 + abxy)$$

$$\frac{q}{D} \quad (۱)$$

$$\frac{q}{2D} \quad (۲)$$

$$\frac{q}{8D} \quad (۳)$$

$$\frac{2q}{D} \quad (۴)$$

۳۱- توزیع تنش در جسمی در حال تعادل در مختصات  $x_1 x_2 x_3$  مطابق زیر است. کدام گزینه در مورد نیروهای جسمی  $b_1, b_2, b_3$  نادرست است؟  $\rho$  چگالی است.

$$\sigma_{11} = x_1^2 + x_2^2, \sigma_{33} = x_1^2 + x_2^2, \sigma_{12} = x_1 x_2, \sigma_{22} = \sigma_{23} = \sigma_{13} = 0$$

$$b_1 + b_2 = -\frac{1}{\rho}(3x_1 + x_2) \quad (۱)$$

$$b_2 - b_1 = \frac{1}{\rho}(-2x_2 + 3x_1) \quad (۲)$$

$$b_2 = -\frac{x_2}{\rho} \quad (۳)$$

$$b_1 = b_2 - b_3 \quad (۴)$$

۳۲- در حل مسئله پیچش با تشابه غشاء، کدام گزینه نادرست است؟ ( $Z$  عمود بر صفحه غشاء و در راستای محور میله است)

(۱) خیز غشاء ( $Z$ ) متناسب با تابع پوانتل  $\phi$  است.

(۲) صلبیت کششی غشاء متناسب با صلبیت پیچشی میله است.

(۳) گشتاور پیچشی  $M$  متناسب با حجم تشکیل شده بین غشاء و صفحه ( $X, Y$ ) است.

(۴) شیب خیز غشاء در دو راستا متناسب با تنش‌های برشی در پیچش هستند.

۳۳- تیر جدار نازک با مقطع مربع به ضخامت یکنواخت  $t$  مد نظر است. نسبت صلبیت پیچشی ( $G, J$ ) این تیر در حالت بسته نسبت به حالتی که فقط در یک نقطه باز باشد کدام است؟ ( $a$  ضلع مربع)

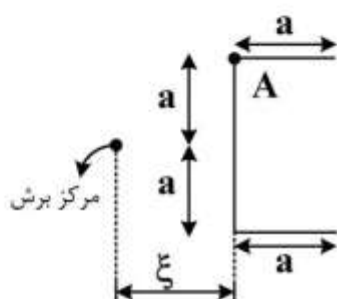
$$\frac{1}{4} \left(\frac{a}{t}\right)^2 \quad (1)$$

$$\frac{3}{4} \left(\frac{a}{t}\right)^2 \quad (2)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \left(\frac{a}{t}\right)^2 \quad (3)$$

$$\sqrt{2} \left(\frac{a}{t}\right)^2 \quad (4)$$

۳۴- تیر با مقطع جدار نازک نشان داده شده تحت پیچش پادساعتگرد  $T$  قرار دارد. وارپینگ (واپیچش) نقطه  $A$  کدام است؟ (ضخامت یکنواخت و برابر  $t$  است.)



$$-\frac{T\xi}{2Gat^2} \quad (1)$$

$$-\frac{Ta}{2\xi Gt^2} \quad (2)$$

$$\frac{-2T\xi}{4Gt^2} \quad (3)$$

$$-\frac{4Ta}{2\xi Gt^2} \quad (4)$$

۳۵- در تیر جدار نازک بسته تحت پیچش در کدام هندسه وارپینگ (واپیچش) ممکن است ایجاد شود؟ (مدول برش ثابت است)

(۱) مقطع مستطیل با ضخامت یکنواخت

(۲) مقطع دایروی با ضخامت یکنواخت

(۳) مقطع مثلث با ضخامت یکنواخت

(۴) مقطع پنج ضلعی منتظم با ضخامت یکنواخت

۳۶- تیر جدار نازک با مقطع دایره به شعاع  $r$  و مدول برشی  $G$  از یک طرف گیردار است و در طرف دیگر تحت پیچش

$T$  قرار دارد. نرخ پیچش ( $\beta = \frac{d\theta}{dz}$ ) در آن چقدر است؟ ضخامت را یکنواخت و برابر  $t$  فرض کنید.

$$\frac{T}{Gt^2 r^2} \quad (1)$$

$$\frac{T}{2\pi r^2} \quad (2)$$

$$\frac{T}{\pi Gt^2 r} \quad (3)$$

$$\frac{T}{2\pi r^2 Gt} \quad (4)$$

۳۷- ورق مستطیلی به طول  $a$  و عرض  $b$  تحت بار فشاری داخل صفحه  $N$  در راستای  $x$  قرار دارد. کمینه بار بحرانی به

$$\text{صورت } N_{cr} = \frac{4\pi^2 D}{b^2} \text{ است. کدام عبارت نادرست است؟ (D صلبیت خمشی ورق است)}$$

(۱) تنش کمانش با معکوس مربع عرض ورق متناسب است.

(۲) تنش کمانش با مکعب ضخامت ورق متناسب است.

(۳) تنش کمانش با مدول یانگ ورق متناسب است.

(۴) تنش کمانش به ضریب پواسون ورق وابسته است.

۳۸- اگر در مسئله یک تیر یکسر گیردار که تحت نیروی متمرکز  $P$  در سر تیر قرار گرفته باشد میزان تغییر مکان

$$\text{در این صورت خیز تار خنثی با در نظر گرفتن به صورت } \begin{cases} u = -\frac{Px^2y}{2EI} - \frac{vPy^3}{6EI} + \frac{Py^3}{6EI} + \left(\frac{PL^2}{2EI} - \frac{Pb^2}{8GI}\right)y \\ v = \frac{vPxy^2}{2EI} + \frac{Px^3}{6EI} - \frac{PL^2x}{2EI} + \frac{PL^2}{2EI} \end{cases}$$

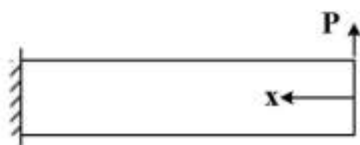
اثرات کرنش برشی کدام است؟

$$v = \frac{Px^2}{6EI} - \frac{PL^2x}{2EI} + \frac{PL^2}{2EI} + \frac{Pb^2}{8GI}(L-x) \quad (۱)$$

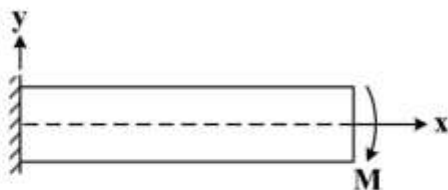
$$v = \frac{Px^2}{6EI} - \frac{PL^2x}{2EI} + \frac{PL^2}{2EI} + \frac{Pb^2}{8GI}Lx \quad (۲)$$

$$v = \frac{Px^2}{6EI} + \left(\frac{PL^2}{2EI} - \frac{Pb^2}{8GI}\right)y \quad (۳)$$

$$v = \frac{Px^2}{6EI} + \frac{PL^2}{2EI}y \quad (۴)$$



۳۹- اگر در یک تیر یکسرگیردار تحت خمش تابع تنش ایری (Airy) به فرم  $\phi = \frac{Ax^2y}{2} + \frac{Bxy}{2} + \frac{Cy^3}{6}$  باشد در چه



صورت تابع مذکور حل درستی است؟

$$C \neq 0, A = B = 0 \quad (۱)$$

$$B \neq 0, A = C = 0 \quad (۲)$$

$$A \neq 0, B = C = 0 \quad (۳)$$

$$A \neq 0, C \neq 0, B = 0 \quad (۴)$$

۴۰- علت تقارن ماتریس سختی در سازه‌های الاستیک چیست؟

(۱) قرینه بودن تانسورهای تنش و کرنش

(۲) قرینه بودن سازه و بارگذاری سازه

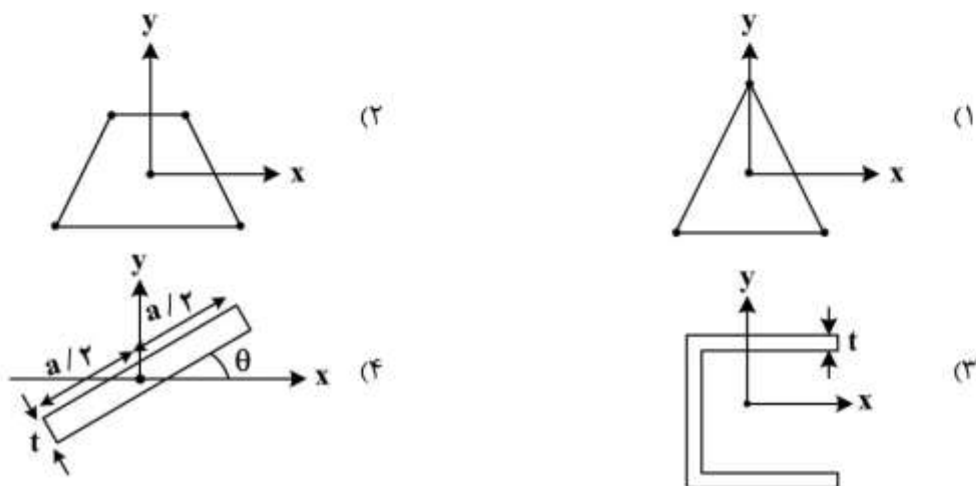
(۳) قرینه بودن سازه

(۴) قانون ماکسول

۴۱- در شرایط کرنش صفحه‌ای در مسائل الاستیسیته به ترتیب چند معادله کرنش - تغییر مکان و چند معادله سازگاری در مسئله باقی می‌ماند؟

- (۱) معادله کرنش - تغییر مکان و ۳ معادله سازگاری  
 (۲) معادله کرنش - تغییر مکان و یک معادله سازگاری  
 (۳) معادله کرنش - تغییر مکان و دو معادله سازگاری  
 (۴) معادله کرنش - تغییر مکان و یک معادله سازگاری

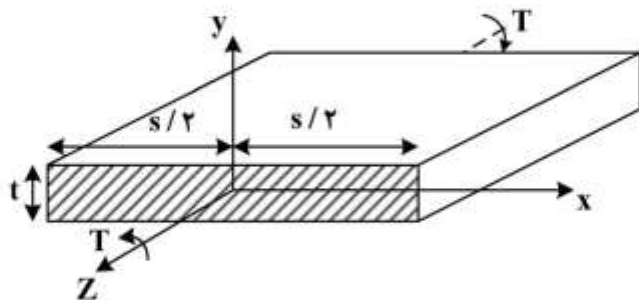
۴۲- در کدام یک از مقاطع زیر در اثر اعمال ممان خمشی  $M_x$  جابه‌جایی تیر در راستای  $x$  علاوه بر جابه‌جایی عرضی در راستای  $y$  وجود دارد؟



۴۳- در تئوری خمشی کلاسیک صفحه کدام عبارت صحیح است؟ محور  $z$  بر صفحه عمود است.

- (۱) انرژی ناشی از کرنش‌های برشی عرضی در محاسبات خیز وارد می‌شود.  
 (۲) تنش‌های برشی در ضخامت صفحه ثابت فرض می‌شود و انرژی حاصل از آن محاسبه می‌شود.  
 (۳) از تنش‌های برشی  $\sigma_{yz}, \sigma_{xz}$  در ابتدا صرف‌نظر می‌شوند و پس از روابط الاستیسیته سه بعدی قابل محاسبه می‌باشند.  
 (۴) از انرژی ناشی از تنش‌های برشی درون صفحه‌ای  $\sigma_{xy}$  صرف‌نظر می‌شود.

۴۴- در جسمی با مشخصات زیر که تحت پیچش خالص قرار گرفته تابع تنش مناسب برای حل مسئله کدام است؟ (نسبت به ابعاد دیگر بسیار کوچک تر می‌باشد)



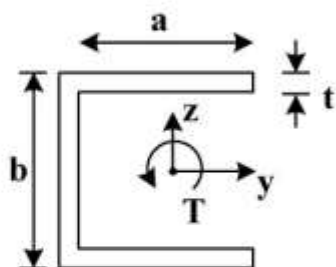
$$\phi = -G \frac{d\theta}{dz} \left[ x^2 - \left(\frac{t}{2}\right)^2 \right] \quad (1)$$

$$\phi = G \frac{d\theta}{dz} \left[ x^2 + \left(\frac{t}{2}\right)^2 \right] \quad (2)$$

$$\phi = -G \frac{d\theta}{dz} \left[ y^2 - \left(\frac{t}{2}\right)^2 \right] \quad (3)$$

$$\phi = G \frac{d\theta}{dz} \left[ y^2 + \left(\frac{t}{2}\right)^2 \right] \quad (4)$$

۴۵- مقطع تیری به شکل زیر است و تحت گشتاور پیچشی  $T$  قرار دارد. مقدار تنش برشی بیشینه در مقطع  $(\tau_{zy, \max})$  و نرخ پیچش در تیر  $(d\theta/dz)$  به ترتیب کدام است؟



$$\frac{2T}{G(a+2b)t^3} \text{ و } \pm \frac{2T}{(a+2b)t^3} \quad (۱)$$

$$\frac{2T}{G(2a+b)t^3} \text{ و } \pm \frac{2T}{(2a+b)t^3} \quad (۲)$$

$$\frac{2T}{G(a+2b)t^3} \text{ و } \pm \frac{2T}{(a+2b)t^3} \quad (۳)$$

$$\frac{2T}{G(2a+b)t^3} \text{ و } \pm \frac{2T}{(2a+b)t^3} \quad (۴)$$



