

518F

کد کنترل

518

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 معدن - مکانیک سنگ (کد ۲۳۳۸)

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: - مکانیک سنگ - مکانیک محیط های پیوسته - طراحی و اجرای فضاهای زیرزمینی	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

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 می باشد و یا 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 می‌نمایم.

امضا:

مجموعه دروس تخصصی مکانیک سنگ - مکانیک محیط‌های پیوسته - طراحی و اجرای فضاهای زیرزمینی:

۱- نسبت پوکی (e) یک نمونه خاک خشک با حجم کل 0.15 m^3 و وزن کل 2.5 kN و $G_s = 2.5$ کدام است؟
(وزن واحد حجم آب برابر با $10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ فرض شود.)

- (۱) ۰/۳ (۲) ۰/۵
(۳) ۰/۶ (۴) ۰/۸

۲- نمونه‌ای از یک سنگ، در آزمایش فشاری سه محوره تحت فشار جانبی 10 MPa ، تحت تنش قائم 110 MPa و با زاویه 30° نسبت به قائم می‌شکند. مقدار تنش برشی ایجاد شده بر روی صفحه شکست کدام است؟

- (۱) $55\sqrt{3}$ (۲) 57.5
(۳) $25\sqrt{3}$ (۴) 25

۳- برای نمونه‌ای با سطح مقطع A و طول L، کدام رابطه بین مدول الاستیسیته E و صلبیت K صادق است؟

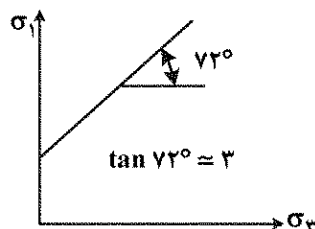
$$K = \frac{EA}{L} \quad (1) \quad K = \frac{A}{EL} \quad (2)$$

$$K = \frac{EL}{A} \quad (3) \quad K = \frac{L}{EA} \quad (4)$$

۴- با نصب ابزار کرنش سنج بر روی صفحه‌ای از یک سنگ در طی یک آزمایش، مقادیر کرنش‌های اصلی به ترتیب 10×10^{-3} و 2×10^{-3} به دست آمده است. اگر شرایط آزمایش تنش صفحه‌ای فرض شود، با در نظر گرفتن مدول الاستیسیته 10 GPa و ضریب پواسون $\frac{1}{4}$ ، مقدار تنش اصلی حداقل ایجاد شده در صفحه چند مگاپاسکال است؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۸۶
(۳) ۴۸ (۴) ۲۰

۵- نتایج حاصل از آزمایش سه محوره فشاری در یک نمونه سنگ مطابق شکل زیر است. با مفروضات موجود، مقدار زاویه گسیختگی در سنگ (نسبت به امتداد بارگذاری σ_1) چند درجه است؟



- (۱) ۷۵
(۲) ۶۰
(۳) ۴۵
(۴) ۳۰

- ۶- در اثر حفر یک فضای زیرزمینی، حالت تنش در یک نقطه به صورت $\begin{bmatrix} 100 & 40 \\ 40 & 40 \end{bmatrix}$ درآمده است. در صورتی که معیار شکست سنگ موردنظر به صورت $\sigma_1 = 100 + 5\sigma_3$ باشد، فاکتور ایمنی در نقطه فوق کدام است؟
- (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) $\frac{3}{2}$ (۴) $\frac{5}{3}$
- ۷- در یک توده سنگ، تعداد سه دسته درزه به شرح زیر شناسایی شده است. شاخص کیفی این توده سنگ کدام است؟
- دسته درزه اول: ۱۰ درزه در ۵ متر طول
دسته درزه دوم: ۱۲ درزه در ۳ متر طول
دسته درزه سوم: ۴ درزه در ۱ متر طول
- (۱) ۱۰ (۲) ۲۶ (۳) ۶۷ (۴) ۸۲
- ۸- در یک منطقه جهت حفر تونلی نعل اسبی با عرض ۸ m و ارتفاع ۱۰ m، طبقه بندی توده سنگ براساس سیستم رده بندی Q انجام شده است. با فرض ESR برابر ۱/۵، مقدار دهانه معادل تونل برای Q حدود عدد ۶، چقدر خواهد بود؟
- (۱) $\frac{16}{3}$ (۲) ۶ (۳) $\frac{20}{3}$ (۴) ۹
- ۹- با افزایش کدام پارامتر، صلبیت برشی (shear stiffness) کاهش می یابد؟
- (۱) طول درزه (۲) تنش قائم (۳) زبری سطح درزه (۴) انطباق سطوح درزه
- ۱۰- قرار است یک تونل با مقطع بیضی حفر شود. در صورتی که نسبت تنش افقی به قائم ۲ باشد، به ازای چه نسبتی از قطر قائم به قطر افقی تونل، بهترین وضعیت تمرکز تنش در اطراف تونل از نقطه نظر مسائل پایداری ایجاد خواهد شد؟
- (۱) ۰/۵ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۴
- ۱۱- کدام گزینه در مورد نتایج آزمایش فشار سه محوری درست است؟
- (۱) با افزایش دما، مقاومت سنگ افزایش می یابد.
(۲) با افزایش فشار جانبی زیاد در سنگ، مقدار کرنش پلاستیک آن نسبت به فشار جانبی کم، افزایش می یابد.
(۳) با افزایش فشار جانبی، مقاومت سنگ کاهش می یابد.
(۴) با افزایش نرخ (سرعت) بارگذاری، مقاومت سنگ کاهش می یابد.
- ۱۲- مقاومت کششی سنگی توسط آزمایش برزلی برای ۱ مگاپاسکال به دست آمده است. در صورتی که قطر نمونه ۵۰ میلی متر و ضخامت آن ۲۰ میلی متر باشد، مقدار نیرو لحظه شکستگی نمونه چند کیلونیوتن است؟ ($\pi \approx 3$)
- (۱) ۰/۵ (۲) ۰/۷۵ (۳) ۱/۲ (۴) ۱/۵
- ۱۳- در کدام یک از روش های اندازه گیری تنش، راستای یکی از تنش های اصلی هم راستا با فضای حفاری شده فرض می شود؟
- (۱) جک تخت (۲) بیش مغزه گیری به روش USBM (۳) بیش مغزه گیری به روش CSIRO (۴) شکافت هیدرولیکی

۱۴- در انجام آزمایش فشاری تک محوره بر روی یک سنگ دارای تورق، به ازای چه زاویه ای بین سطح تورق و راستای بارگذاری، نمونه سنگ کمترین مقاومت را خواهد داشت؟ (زاویه اصطکاک سطوح تورق 30° است).

(۱) 90° درجه

(۲) 60° درجه

(۳) 30° درجه

(۴) 0° درجه

۱۵- در صورتی که RQD توده سنگ برابر 60 و امتیاز شرایط درزه ها مطابق با چارت RMR برابر با 10 باشد، مقدار GSI توده سنگ چقدر خواهد بود؟

(۱) 40

(۲) 45

(۳) 50

(۴) 70

۱۶- از حالت تنش یک جسم در شرایط تعادل اطلاعات زیر در دست است:

$\sigma_{zz} = a$ یک تنش اصلی است.

تنش نرمال متوسط $\sigma_m = a > 0$ است.

تنش برشی حداکثر برابر $\tau_{max} = b$ است.

مقادیر تنش اصلی کدام است؟

$$\sigma_1 = \frac{2a+b}{2}$$

$$\sigma_2 = a \quad (2)$$

$$\sigma_3 = \frac{2a-b}{2}$$

$$\sigma_1 = 2a + \frac{b}{2}$$

$$\sigma_2 = a \quad (4)$$

$$\sigma_3 = -\frac{b}{2}$$

$$\sigma_1 = a + b$$

$$\sigma_2 = a \quad (1)$$

$$\sigma_3 = a - b$$

$$\sigma_1 = 2a + b$$

$$\sigma_2 = a \quad (3)$$

$$\sigma_3 = -b$$

۱۷- در دستگاه مختصاتی که محورهای آن محورهای اصلی باشند، تنش برشی حداکثر در صفحه تنش اصلی متوسط برابر 10 و همین تنش در صفحه تنش اصلی حداقل برابر 6 است. تنش برشی حداکثر در صفحه تنش اصلی حداکثر کدام است؟

(۱) 16

(۲) 8

(۳) 6

(۴) 4

۱۸- معادلات کرنش در دستگاه مختصات قطبی با فرض حاکم بودن تقارن زاویه ای کامل، کدام است؟

$$\epsilon_{rr} = \frac{\partial u_r}{\partial r}, \epsilon_{\theta\theta} = \frac{u_r}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial r}, \gamma_{r\theta} = \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \theta} + \frac{\partial u_\theta}{\partial r} - \frac{u_\theta}{r} \quad (1)$$

$$\epsilon_{rr} = \frac{\partial u_r}{\partial r}, \epsilon_{\theta\theta} = \frac{u_r}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial r}, \gamma_{r\theta} = 0 \quad (2)$$

$$\epsilon_{rr} = \frac{\partial u_r}{\partial r}, \epsilon_{\theta\theta} = \frac{u_r}{r} \text{ و } \gamma_{r\theta} = 0 \quad (3)$$

$$\epsilon_{rr} = \frac{\partial u_r}{\partial r}, \epsilon_{\theta\theta} = \gamma_{r\theta} = 0 \quad (4)$$

۱۹- یک صفحه مربعی شکل در یک میدان تنش قرار دارد که تابع توزیع تنش از رابطه $\phi = a \frac{x^2}{2} + bxy + \frac{cy^2}{2}$

تبعیت می نماید. پس از محاسبه تنش های تانسور σ_{ij} ، مقادیر a و b و c در کدام گزینه مربوط به شرایط تنش برش خالص است؟

- (۱) $a = b = \tau_0, c = 0$
(۲) $b = 0, a = -c$
(۳) $c = b = \tau_0, a = 0$
(۴) $b = \tau_0, a = c = 0$

۲۰- در حل معادلات تنش و کرنش، روند درست حل معادلات کدام است؟

- (۱) در صورتی که معادلات کرنش مشخص باشد، اقناع معادلات سازگاری کرنش ها لازم نیست.
(۲) در حل معادلات تنش و کرنش، اقناع معادلات سازگاری کرنش ها در هر شرایطی لازم است.
(۳) در صورتی که معادلات تنش مشخص باشند، نیاز به اقناع معادلات سازگاری کرنش وجود ندارد.
(۴) در صورتی که معادلات تغییر مکان مشخص باشند، در حل مسائل تنش کرنش، نیاز به اقناع معادلات سازگاری کرنش ها نیست.

۲۱- در صورتی که \hat{e}_i بردار یک مختصات باشد، مقدار عبارت $\hat{e}_i \cdot \hat{e}_j$ کدام است؟

- (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) \hat{e}_j (۴) صفر

۲۲- اگر سرعت محیط پیوسته ای در مختصات فضایی به صورت زیر داده شود. مقدار k چقدر باشد که در موقعیت

$$\begin{cases} x_1 = 1 \\ x_2 = 2 \\ x_3 = 3 \end{cases} \text{ و در زمان } t = 1 \text{ وضعیت حجم ثابت Isochorie حاکم باشد؟}$$

$$\begin{cases} v_1(\bar{x}, t) = x_1 t \\ v_2(\bar{x}, t) = kx_2 t + 3x_1^2 \\ v_3(\bar{x}, t) = x_3^2 + 2x_2 \end{cases}$$

(۱) -۲۸
(۲) -۱۴
(۳) ۱۴
(۴) ۲۸

۲۳- حداقل و حداکثر تنش های وارد بر مقطع مستطیلی $2b \times 2h$ از یک تیر به طول L که توزیع تنش آن از تابع

$$\phi = 1/6 y^3$$

بارگذاری خمشی (۱) $\sigma_x = \pm 9/6, \sigma_y = \sigma_{xy} = 0$

(۲) بارگذاری خمشی خالص $\sigma_x = \pm 9/6, \sigma_y = \sigma_{xy} = 0$

(۳) بارگذاری محوری خالص $\sigma_x = \pm 4/8, \sigma_y = \sigma_{xy} = 0$

(۴) بارگذاری محوری خالص $\sigma_y = \pm 4/8, \sigma_x = \sigma_{xy} = 0$

۲۴- در تانسور تنش σ_{ij} ، مقادیر ثابت a و b و c و σ_0 حالت تنش را در جسمی در شرایط تعادل را بیان می کنند. اگر

بردار تنش در صفحه اکتاهدرال دارای مؤلفه های برابر صفر باشد، مقادیر a و b و c کدام است؟

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} \sigma_0 & a\sigma_0 & b\sigma_0 \\ & \sigma_0 & c\sigma_0 \\ \text{sym.} & & \sigma_0 \end{bmatrix}$$

(۱) $a = b = c = -\frac{1}{2}$
(۲) $a = b = c = \frac{3}{2}$
(۳) $a = \frac{1}{2}, b = -1, c = -\frac{1}{2}$
(۴) $a = b = -\sigma_0, c = 2\sigma_0$

۲۵- در یک سد بتنی، میدان تغییر شکل از توابع

$$\begin{cases} u(x, y) = (-4x^2 - y^2 + 2xy + 2) \times 10^{-3} [m] \\ v(x, y) = (-4y^2 - x^2 + 2xy + 5) \times 10^{-3} [m] \end{cases}$$

تبعیت می کند، تانسور تنش در نقطه به مختصات $(1, 1, 1)$ کدام است؟ (مختصات بر حسب متر است).

$$E = 2.8 \text{ GPa}, \nu = 0.4$$

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 0.04 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.056 \end{bmatrix} \quad (2)$$

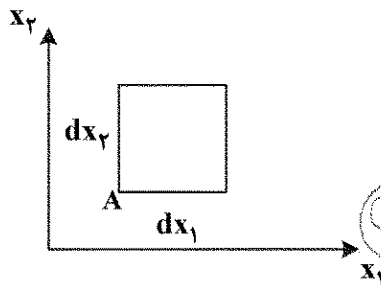
$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} -0.04 & 0 & 0 \\ 0 & -0.1 & 0 \\ 0 & 0 & -0.056 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 0.06 & 0 & 0 \\ 0 & -0.1 & 0 \\ 0 & 0 & -0.064 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} -0.06 & 0 & 0 \\ 0 & -0.06 & 0 \\ 0 & 0 & -0.048 \end{bmatrix} \quad (3)$$

۲۶- المانی به ابعاد dx_1, dx_2 در نقطه A در یک میدان جابه جایی به شرح زیر قرار دارد. تغییر زاویه المان به مبدأ A، کدام است؟

$$\bar{u}_1 = K(2x_1^2 + x_1x_2), \bar{u}_2 = Kx_2^2, \bar{u}_3 = 0$$



$$\frac{1}{2}K \quad (1)$$

$$K \quad (2)$$

$$\sqrt{2}K \quad (3)$$

$$2K \quad (4)$$

۲۷- تانسور کرنش در نقطه P داده شده است. کرنش عمودی در جهت عمود بر صفحه ABC، کدام است؟

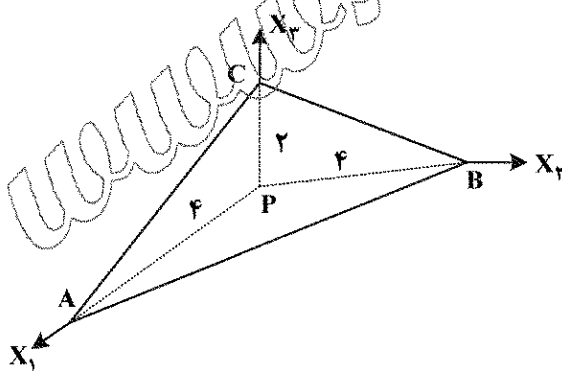
$$\epsilon_p = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

(1) از عدد یک بیشتر است.

(2) یک

(3) از عدد یک کمتر است.

(4) صفر



۲۸- حاصل عبارت $\delta_{ij} \cdot \epsilon_{ijk}$ کدام است؟

$$-1 \quad (2)$$

$$-3 \quad (1)$$

$$3 \quad (4)$$

$$\text{صفر} \quad (3)$$

۲۹- میدان جابه جایی زیر برای چه نوع بارگذاری است؟ (E و ν پارامترهای مادی و I پارامتر هندسی هستند).

$$u = -\frac{M(1-\nu^2)}{EI}xy, \quad v = \frac{M(1+\nu)}{2EI}y^2 + \frac{M(1-\nu^2)}{2EI}(x^2 - \frac{L^2}{4}), \quad w = 0$$

(2) پیچش همراه با کشش

(1) پیچش خالص

(4) پیچش همراه با خمش

(3) خمش خالص

۳۰- ماتریس واحد $I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ را در نظر بگیرید. مقادیر ویژه و بردارهای ویژه آن کدام است؟

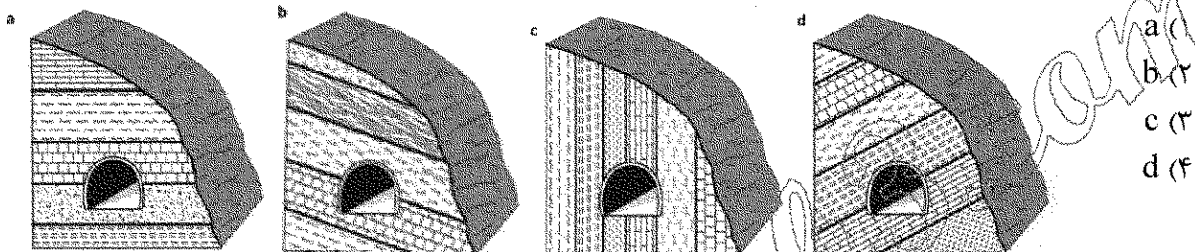
(۱) مقادیر ویژه $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 1$ و بردارهای $\left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}, 0\right)$ و $(1, 0, 0)$ و $\left(\frac{\sqrt{3}}{3}, \frac{\sqrt{3}}{3}, \frac{\sqrt{3}}{3}\right)$

(۲) مقادیر ویژه $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \frac{1}{3}$ و بردارهای $\left(0, 0, \frac{\sqrt{3}}{3}\right)$ و $\left(0, \frac{\sqrt{3}}{3}, 0\right)$ و $\left(\frac{\sqrt{3}}{3}, 0, 0\right)$

(۳) سه مقدار ویژه واحد و سه بردار ویژه واحد

(۴) مقادیر ویژه $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 1$ و هر بردار a می تواند بردار ویژه آن باشد.

۳۱- برای سیستم اندرکنشی تونل و ترانشه، در کدام شکل احتمال وقوع ناپایداری (به ویژه ترانشه) بیشتر است؟



۳۲- با فرض برقراری قانون کرش و $K=1$ (نسبت تنش افقی به قائم)، نسبت بین تنش شعاعی به مماسی $\left(\frac{\sigma_{rr}}{\sigma_{\theta\theta}}\right)$ در فاصله ۲ برابر شعاع تونل کدام است؟

- (۱) $\frac{3}{5}$
(۲) $\frac{5}{3}$
(۳) $\frac{5}{2}$
(۴) $\frac{2}{5}$

۳۳- به استثنای کدام ویژگی همگی از فرضیات روش تحلیلی همگرایی - همجواری به حساب می آیند؟

(۱) مقطع دایروی (۲) تنش هیدرواستاتیک (۳) کرنش صفحه ای (۴) تنش صفحه ای

۳۴- در طراحی تونل های تحت فشار با و از استفاده می شود.

(۱) کاهش عمق سربار - افزایش فشار آب - پوشش فلزی (۲) افزایش عمق سربار - کاهش فشار آب - پوشش بتنی

(۳) افزایش عمق سربار - افزایش فشار آب - پوشش بتنی (۴) افزایش عمق سربار - افزایش فشار آب - پوشش فلزی

۳۵- مطابق طبقه بندی و روش هوک، شرایط فشارندگی شدید کدام است؟

(۱) کرنش بالاتر ۱۰ درصد باشد. (۲) کرنش بین ۵ تا ۱۰ درصد باشد.

(۳) کرنش بین ۲/۵ تا ۵ درصد باشد. (۴) کرنش بین ۱ تا ۲/۵ درصد باشد.

۳۶- یک تونل با سقف مسطح را در نظر بگیرید. اگر یک بلوک سنگی به حجم ۴۰ مترمکعب با قاعده مربع شکل با ابعاد ۵m × ۵m در سقف ایجاد شده باشد، ضخامت شاتکریت لازم برای حصول ضریب اطمینان ۲ چند سانتی متر

خواهد بود؟ (دانسیته سنگ $\frac{2}{5} \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$ و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ، مقاومت برشی شاتکریت برابر با ۱ MPa)

- (۱) ۸ (۲) ۱۰ (۳) ۱۲/۵ (۴) ۲۰

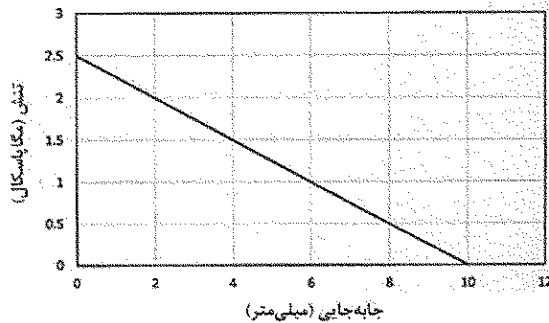
۳۷- کدام یک از بولت های زیر دارای مکانیسم تماس اصطکاکی با سطح تنش کم در ناحیه تماس است؟

(۱) رزینی (۲) سیمانی (۳) شکاف دار (۴) پوسته منبسط شونده

۳۸- مطابق روابط کرش در صورتی که تنش های مماسی در سقف، کف و دیواره های تونل با هم برابر و میزان آن دو برابر تنش عمودی باشد، مقدار K (نسبت تنش افقی به قائم) کدام است؟

- (۱) ۲ (۲) ۱ (۳) ۰/۳ (۴) صفر

۳۹- در یک تونل با قطر ۱۰ متر، سیستم نگهداری در فاصله ۶ متری سینه کار نصب می شود. با فرض اینکه سیستم نگهداری صلب، در موقعیت نصب حدود ۱ میلی متر تا تاج تونل فاصله خالی شعاعی داشته باشد و مقدار نسبت جابه جایی شعاعی تونل به جابه جایی حداکثر در این موقعیت ۰/۶ باشد، مقدار فشار اعمال شده به سیستم نگهداری در نقطه تعادل چند مگاپاسکال است؟



- (۱) ۱/۵

- (۲) ۱

- (۳) ۰/۷۵

- (۴) ۰/۵

۴۰- از ترکیب کدام یک از نمودارها، می توان نمودار «فشار زمین - فاصله از سینه کار» را ترسیم نمود؟

- (۱) LDP و GRC

- (۲) SCC و GRC

- (۳) SCC و LDP

(۴) ترسیم نمودار فشار زمین - فاصله از سینه کار امکان پذیر نیست.

۴۱- در صورتی که مقدار Q برابر با ۸ و J_r برابر با ۴ باشد، ضخامت زون سست شده (بار سنگ) بالای تونل به عرض ۱۲ متر چند متر خواهد بود؟

$$P_v \text{ (MPa)} = \left(\frac{0.2}{J_r} \right) \left(Q^{-\frac{1}{3}} \right) \quad \left(\text{چگالی نسبی توده سنگ را } 2.5 \text{ و مقدار } g = 10 \frac{m}{s^2} \text{ در نظر بگیرید.} \right)$$

- (۲) ۲

- (۱) ۱

- (۴) ۰/۵

- (۳) ۱/۲

۴۲- جابه جایی فزاینده در طول زمان در دیواره ها و سقف تونل بیانگر کدام یک از رفتار زمین است؟

- (۲) پوسته پوسته شدن (Slabing)

- (۱) روان شدگی (Raveling)

- (۴) مجاله شوندگی (Squeezing)

- (۳) جریان (Flowing)

۴۳- در طراحی مغارهایی که در زمین های سنگی حفاری می شود، جهت محور طولی مغار نسبت به تنش های اصلی به چه صورت باید در نظر گرفته شود؟

- (۲) موازی با محور تنش اصلی حداقل باشد.

- (۱) موازی با محور تنش اصلی میانی باشد.

- (۴) موازی با محور تنش اصلی حداکثر باشد.

- (۳) عمود بر محور تنش اصلی حداکثر باشد.

۴۴- اصطلاح شرایط زمین Ground Condition در مطالعات زیر سطحی تونل کدام یک از موارد زیر را شامل می شود؟

- (۱) تنش های برجا (۲) شرایط آب زیرزمینی (۳) توده سنگ (۴) همه موارد

۴۵- در کدام یک از مراحل طراحی فضاهای زیرزمینی، مطالعه در مقیاس $\frac{1}{100}$ الی $\frac{1}{500}$ انجام می شود؟

- (۲) طراحی اولیه (Preliminary Design)

- (۱) طراحی مفهومی (Conceptual Design)

- (۴) مطالعات امکان سنجی (Feasibility Study)

- (۳) طراحی تفصیلی (Detailed Design)