

318F

کد کنترل

318

F

آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری - سال ۱۴۰۱**دفترچه شماره (۱)**

صبح جمعه ۱۴۰۰/۱۲/۶



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»

امام خمینی (ره)

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سنجش آموزش کشور**رشته مهندسی معدن - مکانیک سنگ
(کد ۲۳۳۸)**

جدول مواد امتحانی، تعداد، شماره سؤال‌ها و زمان پاسخ‌گویی

زمان پاسخ‌گویی	تا شماره	از شماره	تعداد سؤال	مواد امتحانی
۱۵۰ دقیقه	۴۵	۱	۴۵	مجموعه دروس تخصصی: - مکانیک سنگ - مکانیک محیط‌های پیوسته - طراحی و اجرای فضاهای زیرزمینی

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤال‌ها به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و یا متخلفان برابر مقررات رفتار می‌شود.

* متقاضی گرامی، وارد نکردن مشخصات و امضا در کادر زیر، به منزله غیبت و حضور نداشتن در جلسه آزمون است.

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

امضا:

- ۱- به منظور تعیین دوام یک نمونه سنگ در برابر فرسایش، ۱۰ قطعه از سنگ خشک به جرم متوسط ۵۰ گرم برای هر قطعه، را به مدت زمان ۱۰ دقیقه تحت آزمایش دوام قرار داده‌ایم. جرم کل نمونه پس از انجام آزمایش در حالت تر و خشک به ترتیب ۳۵۰ و ۳۰۰ گرم شده است. اندیس دوام این سنگ چقدر است؟

$$\begin{array}{ll} (1) & \frac{1}{7} \\ (2) & \frac{1}{6} \\ (3) & \frac{6}{10} \\ (4) & \frac{7}{10} \end{array}$$

- ۲- کدام یک از انواع آزمایش تعیین هدایت هیدرولیکی در آزمایشگاه برای خاک‌های درشت‌دانه مناسب‌تر است؟

(۱) مکش (۲) پمپاژ (۳) بار افتان (۴) بار ثابت

- ۳- کدام گزینه در مورد قطر مغزه استاندارد برای انجام آزمایش مقاومت فشاری تک محوره سنگ بکر درست است؟
(۱) در روش ISRM قطر مغزه بهتر است کمتر از ۴۷ میلی‌متر نباشد و در روش ASTM قطر مغزه نباید از ۵۴ میلی‌متر کمتر باشد.

(۲) در هر دو روش ISRM و ASTM، حداقل قطر مغزه برابر با ۴۷ میلی‌متر پیشنهاد شده است.

(۳) در هر دو روش ISRM و ASTM، حداقل قطر مغزه برابر با ۵۴ میلی‌متر پیشنهاد شده است.

- (۴) در روش ISRM قطر مغزه بهتر است کمتر از ۵۴ میلی‌متر نباشد و در روش ASTM، قطر مغزه نباید از ۴۷ میلی‌متر کمتر باشد.

- ۴- نمونه‌ای تخت به ضخامت ۲۰ mm تحت آزمون پانچ قرار گرفته است، اگر قطر میله پانچ ۵۰ mm باشد و نمونه در نیروی ۱۰ kN بشکند، مقاومت برشی نمونه چند مگاپاسکال است؟

$$\begin{array}{ll} (1) & \frac{10}{\pi} \\ (2) & \frac{16}{\pi} \\ (3) & \frac{100}{\pi} \\ (4) & \frac{160}{\pi} \end{array}$$

- ۵- در آزمایش تعیین مقاومت کششی سنگ بکر به روش غیرمستقیم (آزمایش برزیلی) در هر کدام از روش‌های ASTM و ISRM صفحه بارگذاری به ترتیب چگونه هستند؟

(۱) مسطح - مسطح (۲) منحنی شکل - منحنی شکل

(۳) هم می‌تواند مسطح باشند هم منحنی شکل (۴) منحنی شکل - هم می‌تواند منحنی شکل باشد هم مسطح

- ۶- در صورتی که مقاومت کششی یک نمونه سنگ بکر برابر ۵ MPa و مقاومت فشاری آن برابر با ۱۰۰ MPa باشد، مقدار m_i سنگ بکر (متابق با معیار شکست هوک و براون) چقدر خواهد بود؟

$$\begin{array}{ll} (1) & 25 \\ (2) & 20 \\ (3) & 15 \\ (4) & 14 \end{array}$$

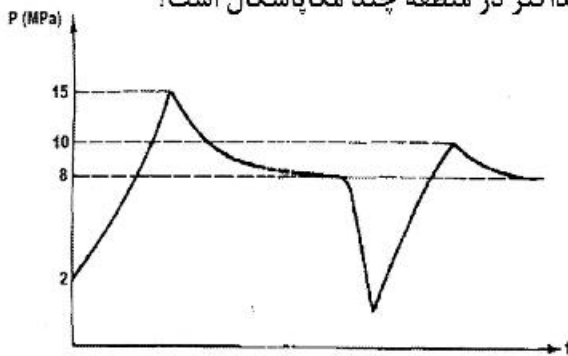
۷- یک نمونه سنگ که از معیار گریفیث تبعیت می کند، تحت تنش های $\sigma_1 = 8 \text{ MPa}$ و $\sigma_3 = 2 \text{ MPa}$ قرار گرفته است. در صورتی که مقاومت فشاری تک محوره سنگ مورد نظر 10 MPa باشد، فشار آب منفذی که باعث شکست نمونه فوق می گردد، چند مگاپاسکال است؟

- (۱) ۲
(۲) ۳/۲
(۳) ۴
(۴) ۶/۴

۸- یک المان سنگ در شرایط بارگذاری دو محوره تحت تنش های اصلی ۱۰ و ۴ مگاپاسکال قرار دارد. تنش های نرمال و برشی بر روی یک صفحه داخل المان که با صفحه تنش σ_1 زاویه $\frac{\pi}{8}$ می سازد، چند مگاپاسکال هستند؟

- (۱) $\tau = 1/5$ $\sigma_n = 8/5$
(۲) $\tau = 1/5$ $\sigma_n = 5/5$
(۳) $\tau = 3$ $\sigma_n = 5/5$
(۴) $\tau = 3$ $\sigma_n = 8/5$

۹- با انجام آزمایش شکافت هیدرولیکی در عمق ۵۰۰ متری بر روی سنگی با وزن واحد حجم ۳۰ کیلونیوتن بر مترمکعب، گراف زیر به دست آمده است. مقدار تنش افقی حداکثر در منطقه چند مگاپاسکال است؟



- (۱) ۱۰
(۲) ۱۲
(۳) ۱۴
(۴) ۱۵

۱۰- در کدام یک از آزمایش های برجا (میدانی) نیاز به نصب ابزار دقیق از نوع کشیدگی سنج (Extensometer) است؟

- (۱) بارگذاری صفحه ای (۲) جک مسطح (۳) شکست هیدرولیکی (۴) دیلاتومتری

۱۱- در صورتی که ضربه و اجهی اشمیت (عدد چکش اشمیت) روی سطح هوازده درزه برابر با ۸۰ و بر روی سطح سنگ بکر برابر با ۱۰۰ باشد و مقدار زاویه اصطکاک پایه (ϕ_0) برابر با ۳۵ درجه باشد، زاویه اصطکاک ماندگار (باقیمانده) درزه چقدر خواهد بود؟

- (۱) ۲۹
(۲) ۳۱
(۳) ۳۳
(۴) ۳۵

۱۲- در مورد تأثیر مقیاس بر رفتار برشی درزه ها، با افزایش طول درزه ها،

- (۱) زاویه اتساع کاهش می یابد.
(۲) زبری مؤثر سطح درزه افزایش می یابد.
(۳) میزان جابه جایی برشی در حداکثر مقاومت کاهش می یابد.
(۴) رفتار برشی درزه از حالت شکل پذیر به شکننده تغییر می یابد.

۱۳- در سیستم رده بندی RMR، در کدام یک از حالات زیر بیشترین امتیاز منفی مربوط به جهت داری ناپیوستگی نسبت به محور تونل تعلق خواهد گرفت؟

- (۱) حفاری در جهت شیب ناپیوستگی و شیب ناپیوستگی ۴۵ تا ۹۰ درجه
(۲) حفاری در جهت شیب ناپیوستگی و شیب ناپیوستگی ۲۰ تا ۴۵ درجه
(۳) حفاری در خلاف جهت شیب ناپیوستگی و شیب ناپیوستگی ۲۰ تا ۴۵ درجه
(۴) حفاری در خلاف جهت شیب ناپیوستگی و شیب ناپیوستگی ۴۵ تا ۹۰ درجه

۱۴- پارامتر ESR در سیستم رده‌بندی Q معرف کدام یک از موارد زیر است؟

(۱) نسبت تنش فعال

(۲) کاربری و اهمیت سازه

(۳) فاکتور کاهش تنش

(۴) دهانه معادل فضای زیرزمینی

۱۵- یک تونل دایره‌ای در شرایط تنش هیدرواستاتیک را در نظر بگیرید. در صورتی که مقاومت فشاری توده‌سنگ درونگیر

تونل برابر با 6MPa باشد و وزن مخصوص توده‌سنگ $\frac{N}{m^3}$ 20×10^3 باشد، در چه عمقی شکست فشاری در دیواره

تونل حادث می‌شود؟ (بر حسب متر)

(۱) ۱۵

(۲) ۳۰

(۳) ۱۵۰

(۴) ۳۰۰

۱۶- مقدار عبارت $\sum_{j=1}^3 \delta_{ij} \epsilon_{ijk} \delta_{ij}$ ، کدام است؟

(۱) -۳

(۲) صفر

(۳) ۱

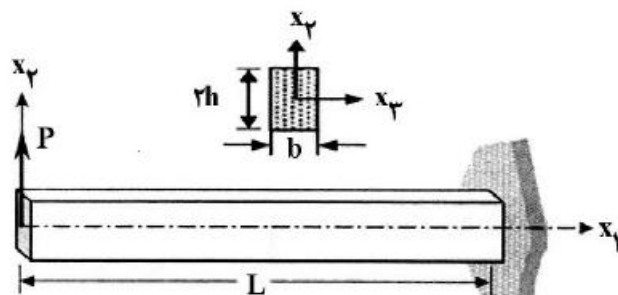
(۴) ۳

۱۷- برای تیر کنسول مطابق شکل زیر، توابع تغییر مکان u_1 و u_2 به شرح زیر هستند، مقادیر ثوابت C_0 و C_1 و C_2

کدام است؟

$$u_1(x_1, x_2) = -\frac{Px_1^2 x_2}{2EI} + \frac{(\gamma + \nu)Px_2^3}{6EI} + C_0 x_2 + C_1$$

$$u_2(x_1, x_2) = -\frac{(1 + \nu)Ph^2 x_1}{EI} + \frac{\nu Px_1 x_2^2}{2EI} + \frac{Px_1^3}{6EI} - C_0 x_1 + 2C_2$$



$$C_0 = \frac{PhL^2}{2EI} - \frac{(1 + \nu)PL^2}{EI}$$

$$C_1 = \frac{PL^2}{2EI} \quad (2)$$

$$C_2 = \frac{PL^2}{2EI}$$

$$C_0 = \frac{PL^2}{2EI} - \frac{(1 + \nu)Ph^2}{EI}$$

$$C_1 = 0 \quad (1)$$

$$C_2 = \frac{PL^2}{6EI}$$

$$C_0 = -\frac{(1 + \nu)Ph^2 L}{EI}$$

$$C_1 = 0 \quad (4)$$

$$C_2 = \frac{PL^2}{2EI}$$

$$C_0 = -\frac{(1 + \nu)PhL^2}{2EI}$$

$$C_1 = 0 \quad (3)$$

$$C_2 = \frac{PL^2}{2EI}$$

۱۸- در شرایط تغییر شکل صفحه‌ای، توابع تغییر مکان در دستگاه مختصات x و y و z از توابع زیر تبعیت می‌کنند:
 $U = -\alpha yz, V = \alpha xz, W = W(x, y)$ معادلات ناویر (Navier) در کدام گزینه درست است؟

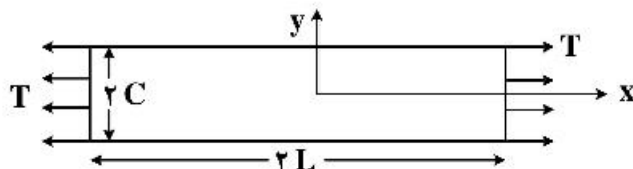
$$\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} + \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y} = 0 \quad (۱)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} = 0 \quad (۲)$$

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} = 0 \quad (۳)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y} = 0 \quad (۴)$$

۱۹- کدام تابع تنش ایری مبین توزیع تنش تک‌محوره در یک پلیت به طول $2L$ و عرض $2C$ و ضخامت t است؟ (ضرایب A_i ثوابت تابع هستند.)



$$\phi = A_1 y^2 \quad (۱)$$

$$\phi = A_1 x^2 \quad (۲)$$

$$\phi = A_1 x + A_2 yx \quad (۳)$$

$$\phi = A_1 A_2 xy + A_3 x + A_4 y \quad (۴)$$

۲۰- یک مکعب به اضلاع $a \times a \times a$ ، در یک میدان تنش به شرح زیر قرار دارد:

$$\sigma_{ij} = p\delta_{ij} + (1 - \delta_{ij})\tau$$

که p تنش کششی و τ تنش برشی بر حسب کیلوپاسکال است. اگر خواص الاستیک جسم E و ν باشد، کرنش حجمی مکعب چقدر است؟

$$\frac{1 - 2\nu}{E} p + \frac{\tau}{2(1 + 2\nu)} \quad (۱)$$

$$\frac{1 + 2\nu}{E} p + \frac{\tau}{2(1 + \nu)} \quad (۲)$$

$$\frac{1 - 2\nu}{E} p \quad (۳)$$

$$\frac{2 - 6\nu}{E} p \quad (۴)$$

۲۱- توابع تغییر مکان $\vec{U} = (U_1, U_2, U_3)$ از روابط زیر تبعیت می‌کند، مجموع کرنش‌های برشی واقعی جسم کدام است؟

$$U_1 = Ax^2 y \quad U_2 = Byz \quad U_3 = Cxz^2$$

$$Ax^2 + Cz^2 + By \quad (۲)$$

$$Ax + Cz^2 + By^2 \quad (۱)$$

$$Ax^2 + Cz^2 + By \quad (۴)$$

$$Ax + Cz^2 + By^2 \quad (۳)$$

۲۲- با چه شرایطی تانسور ϵ_{ij} معرف تانسور کرنش یک جسم در حالت تعادل است؟

$$\epsilon_{ij} = \begin{bmatrix} C_1 x_1 (x_1^2 + x_2^2) & \frac{C_2}{3} (x_1^2 x_2) \\ \frac{C_2}{3} (x_1^2 x_2) & \frac{1}{3} C_2 x_1^2 \end{bmatrix}$$

(۱) $C_1 + C_2 = C_2$

(۲) $C_1 + C_2 + C_2 = 0$

(۳) $C_1 + C_2 = 2C_2$

(۴) $C_1 + C_2 = 2C_1$

۲۳- در صورتی که تابع تنش ابری برای یک جسم در حالت تعادل به شرح زیر باشد. مقدار تغییرناپذیر اول تانسور تنش « I_1 » در کدام گزینه درست است؟

$$\phi = x_1^4 x_2 + 2x_1^2 x_2^2 - x_2^5$$

(۱) $45x_1^2 x_2 - 15x_2^4$

(۲) $36x_1^2 x_2 - 12x_2^4$

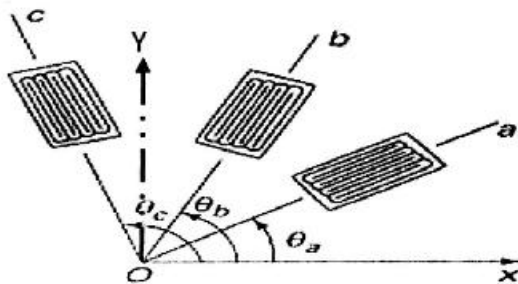
(۳) $3x_1^2 x_2 - 7x_2^4$

(۴) $36x_1^2 x_2 + 12x_2^4$

۲۴- سه کرنش سنج مداری مطابق شکل روی یک عضو سازه‌ای نصب شده‌اند، مقادیر قرائت شده به شرح زیر است.

$\epsilon_a = 190 \mu$ $\epsilon_b = 200 \mu$ $\epsilon_c = -300 \mu$

$\theta_a = 0^\circ$ $\theta_b = 60^\circ$ $\theta_c = 120^\circ$



مقدار کرنش ϵ_y چقدر است؟

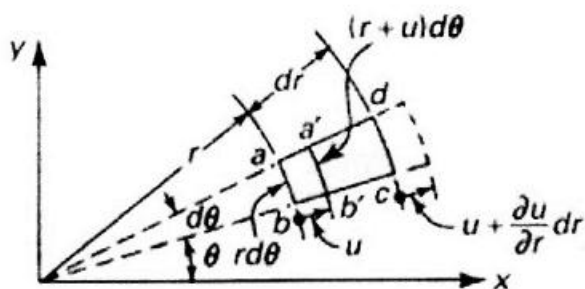
(۱) $\frac{2}{3}(\epsilon_b + \epsilon_c) - \frac{1}{3}\epsilon_a$

(۲) $\frac{1}{3}(\epsilon_a + \epsilon_b) - \frac{2}{3}\epsilon_c$

(۳) $\frac{1}{3}(\epsilon_a + \epsilon_b) - \frac{1}{3}\epsilon_c$

(۴) $\frac{2}{3}(\epsilon_a + \epsilon_b) - \frac{1}{3}\epsilon_c$

۲۵- در شکل زیر کرنش مماسی ضلع ab ناشی از تابع تغییر مکان شعاعی u در کدام گزینه درست است؟ $(\epsilon_\theta)_r = ?$



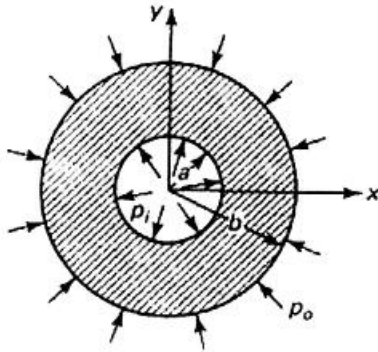
(۱) $\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \theta}$

(۲) $\frac{u}{r}$

(۳) $\frac{\partial u}{\partial \theta}$

(۴) $r \frac{\partial u}{\partial \theta}$

۲۶- اگر در یک سیلندر جدار ضخیم تنش‌ها از روابط زیر تبعیت کنند، حداکثر تنش برشی در دیواره سیلندر چقدر است؟



$$\sigma_r = \frac{a^2 p_i - b^2 p_o}{b^2 - a^2} - \frac{(p_i - p_o) a^2 b^2}{(b^2 - a^2) r^2}$$

$$\sigma_\theta = \frac{a^2 p_i - b^2 p_o}{b^2 - a^2} + \frac{(p_i - p_o) a^2 b^2}{(b^2 - a^2) r^2}$$

$$\frac{(p_i - p_o)(a^2 + b^2)}{(b^2 - a^2)} \quad (1)$$

$$\frac{(p_i - p_o)(a^2 b^2)}{r(b^2 - a^2)} \quad (2)$$

$$\frac{(p_i - p_o)b^2}{b^2 - a^2} \quad (3)$$

(۴) به خاطر تقارن صفر است.

۲۷- مقدار عبارت $\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 \epsilon_{ijk} \epsilon_{ijk}$ در کدام گزینه درست است؟

(۱) -۱

(۲) صفر

(۳) ۳

(۴) ۶

۲۸- تابع تنش ϕ (Airy Function) در چه صورت بی‌هارمونیک است؟

$$\nabla^4 \phi = 0 \quad (1) \quad \nabla^2 \phi \nabla^2 \phi = 0 \quad (2)$$

(۳) اگر $\nabla^4 \phi = 0$ باشد، ربطی به نیروهای وارده ندارد. (۴) نیروهای حجمی ثابت یا صفر و $\nabla^4 \phi = 0$ باشد.

۲۹- در یک تیر دو سرگیردار تحت فشار داخلی، اگر دمای محیط سردتر شود، چه نتیجه‌ای در میدان تنش و کرنش ایجاد می‌شود؟

(۱) تنش فشاری کم و کرنش تغییر نمی‌کند. (۲) تنش فشاری زیاد و کرنش تغییر نمی‌کند.

(۳) تنش فشاری و کرنش فشاری کم می‌شوند. (۴) تنش فشاری و کرنش زیاد می‌شوند.

۳۰- در تانسور تنش σ_{ij} مقادیر b نامشخص است. اگر تنش‌های اصلی $\sigma_1 = 2$ و $\sigma_3 = 3$ باشد، مقدار b چقدر خواهد بود؟

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 5 & b & b \\ b & 0 & 5 \\ b & 5 & 4 \end{bmatrix}$$

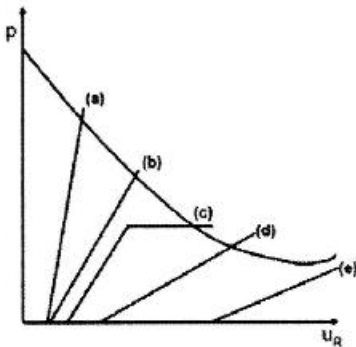
(۱) -۲

(۲) صفر

(۳) ۲

(۴) ۳

- ۳۱- محتمل‌ترین و مهم‌ترین مکانیسم ناپایداری برای تونل در زمین با $GSI > 65$ و روباره ۱۰۰ متر، کدام است؟
 (۱) تشکیل زون پلاستیک (Plastic Zone) (۲) شکست برشی (Shear Failure)
 (۳) ریزش دودکشی (Chimney Failure) (۴) ریزش بلوکی یا گوه‌ای (Wedge Failure)
- ۳۲- روش حفاری کندوپوش برای چه شرایطی مناسب‌تر است؟
 (۱) حفر تونل‌های انتقال آب (۲) حفر ایستگاه‌های مترو چند طبقه
 (۳) نواحی شهری کم‌عمق بدون معارض (۴) نواحی شهری بالای سطح آب زیرزمینی
- ۳۳- کدام‌یک از روش‌های حفاری زیر (روش‌های مرحله‌ای) دارای انعطاف‌پذیری بیشتری در حین عملیات اجرایی (نسبت به شرایط پیش‌بینی نشده زمین) است؟
 (۱) طاق و پطاق (۲) دیافراگم میانی
 (۳) گالری‌های کناری (Side drifting) ۹ مرحله‌ای (۴) گالری‌های کناری (Side drifting) ۱۵ مرحله‌ای
- ۳۴- مطابق شکل زیر، کدام سیستم نگهداری مناسب‌تر است؟
 a (۱)
 b (۲)
 c (۳)
 d (۴)



- ۳۵- در کدام‌یک از شرایط زیر استفاده از روش‌های طبقه‌بندی توده‌سنگ در مرحله امکان‌سنجی و طراحی اولیه پروژه پیشنهاد نمی‌شود؟
 (۱) در شرایطی که روش مکانیزه برای حفر تونل انتخاب شده باشد.
 (۲) در شرایطی که ناهمسان‌گردی حاصل از وجود ناپیوستگی‌ها در محیط غالب باشد.
 (۳) در شرایطی که روش چالزنی و انفجار برای حفر تونل انتخاب شده باشد.
 (۴) در شرایطی که اطلاعات محدودی از توده‌سنگ و شرایط ژئومکانیکی در دست باشد.
- ۳۶- پدیده انفجار خودبه‌خودی سنگ (Rock Burst) در چه نوع محیط‌هایی محتمل است؟
 (۱) توده‌سنگ‌های ترد واقع در اعماق زیاد (۲) توده‌سنگ‌های شکل‌پذیر واقع در اعماق زیاد
 (۳) توده‌سنگ‌های شکل‌پذیر واقع در اعماق کم (۴) توده‌سنگ‌های ترد واقع در اعماق کم
- ۳۷- شرایط کاربرد معیار کرنش بحرانی، برای بررسی پایداری تونل‌ها کدام است؟
 (۱) برای تونل‌هایی با اشکال و تنش برجا مختلف
 (۲) برای تونل‌های دایره‌ای و تنش برجا غیر هیدرواستاتیک
 (۳) برای تونل‌های دایره‌ای و تنش برجا هیدرواستاتیک
 (۴) برای تونل‌هایی با اشکال مختلف و تنش برجا هیدرواستاتیک
- ۳۸- متداول‌ترین معیارهای شکست سنگ که در روش همگرایی - همجواری استفاده شده، کدام است؟
 (۱) هوک - براون و موهر - کلمب (۲) موهر - کلمب و ترسکا
 (۳) هوک - براون و ترسکا (۴) هوک - براون و موهر - کلمب و ترسکا

- ۳۹- در مورد کرنش بحرانی کدام جمله درست است؟
 (۱) کرنش بحرانی تنها برای سنگ‌بکر به کار می‌رود.
 (۲) کرنش بحرانی سنگ‌بکر و توده‌سنگ برابر است.
 (۳) کرنش بحرانی توده‌سنگ یک تا سه برابر کرنش بحرانی سنگ‌بکر است.
 (۴) کرنش بحرانی سنگ‌بکر یک تا سه برابر کرنش بحرانی توده‌سنگ است.
- ۴۰- مطابق روابط تحلیلی کرچ، در حالتی که نسبت تنش (k) بیشتر از ۱٫۳ باشد، در این صورت:
 (۱) تنها در دیواره‌های تونل، تنش مماسی فشاری ایجاد می‌شود.
 (۲) در سقف، کف و دیواره‌های تونل، تنش مماسی فشاری ایجاد می‌شود.
 (۳) در سقف و کف تونل، تنش مماسی کششی ایجاد می‌شود.
 (۴) تنها در دیواره‌های تونل، تنش مماسی کششی ایجاد می‌شود.
- ۴۱- محدوده بلوک‌های پیوسته براساس معیار فاکتور پیوستگی کدام است؟
 (۱) $3 < CF < 30$
 (۲) $15 < CF < 30$
 (۳) $CF < 6$ و $CF > 30$
 (۴) $CF < 3$ و $CF > 30$
- ۴۲- کدام جمله در مورد تغییر شکل و جابه‌جایی شعاعی تونل‌های سنگی در هنگام حفاری درست است؟
 (۱) حداکثر جابه‌جایی در جبهه کار تونل اتفاق می‌افتد.
 (۲) حداکثر جابه‌جایی در فاصله ۸ برابر شعاع تونل از جبهه کار تونل اتفاق می‌افتد.
 (۳) حداکثر جابه‌جایی در فاصله ۴ برابر شعاع تونل از جبهه کار تونل اتفاق می‌افتد.
 (۴) حداکثر جابه‌جایی در فاصله ۲ برابر شعاع تونل از جبهه کار تونل اتفاق می‌افتد.
- ۴۳- با افزایش تنش‌های محصورکننده (جانبی)، مقاومت توده‌سنگ
 (۱) افزایش می‌یابد.
 (۲) کاهش می‌یابد.
 (۳) تغییری نمی‌کند.
 (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
- ۴۴- کدام گزینه به‌عنوان روش عایق‌بندی لاینینگ نهایی تونل‌های آزادراهی در بالای سطح آب زیرزمینی و در نواحی آب‌وهوایی مرطوب مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
 (۱) تزریق شیمیایی
 (۲) ژئوممبران و ژئوتکستایل
 (۳) نیاز به عایق‌بندی تونل نیست.
 (۴) تزریق تماسی و تحکیمی
- ۴۵- کدام طول از مغزه سالم در محاسبات RQD به‌عنوان ملاک محاسبات در نظر گرفته می‌شود؟
 (۱) متوسط طول سالم مغزه
 (۲) حداکثر طول سالم مغزه
 (۳) حداقل طول سالم مغزه
 (۴) طول مغزه در راستای محور طولی

