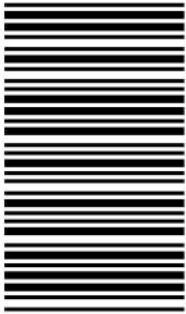


کد کنترل

514

A



514A

## آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۴۰۰

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۹/۱۲/۱۵



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

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

رشته مهندسی معدن - مکانیک سنگ - (کد ۲۳۳۸)

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

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

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

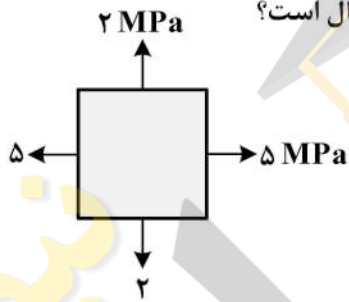
اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالات و پائین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- افزایش درجه حرارت در سنگ باعث کدام یک از شرایط زیر می‌شود؟

- ۱) کاهش مقاومت فشاری و افزایش مدول تغییر شکل پذیری
- ۲) افزایش مقاومت فشاری و کاهش مدول تغییر شکل پذیری
- ۳) افزایش مقاومت فشاری و افزایش مدول تغییر شکل پذیری
- ۴) کاهش مقاومت فشاری و کاهش مدول تغییر شکل پذیری

۲- برای حالت تنش نشان داده شده در شکل زیر، تنش برشی ماکزیمم، چند مگاپاسکال است؟



- ۱) ۵
- ۲) ۳
- ۳) ۲
- ۴) ۱٫۵

۳- در یک نمونه سنگ اگر حجم هوا و آب به ترتیب ۱۰ و ۲۰ درصد حجم کل نمونه باشد، نسبت پوکی (e) نمونه چقدر است؟

- ۱)  $\frac{1}{7}$
- ۲)  $\frac{1}{10}$
- ۳)  $\frac{3}{7}$
- ۴)  $\frac{3}{10}$

۴- مطابق استاندارد ISRM، حداکثر انحراف مجاز از محور نمونه استوانه‌ای در یک تست UCS، چند رادیان است؟

- ۱) ۰٫۰۰۱
- ۲) ۰٫۰۱
- ۳) ۰٫۱
- ۴) ۱

۵- بر روی یک نوع سنگ دو آزمایش سه محوری انجام شده و نتایج آزمایش‌ها در هنگام شکست نمونه‌ها به شرح زیر است. زاویه اصطکاک داخلی سنگ چند درجه است؟

$$\begin{cases} \sigma_3 = 1 \text{MPa} \\ \sigma_1 = 18 \text{MPa} \end{cases} \quad \begin{cases} \sigma_3 = 4 \text{MPa} \\ \sigma_1 = 27 \text{MPa} \end{cases}$$

(۱)  $25^\circ$ (۲)  $28^\circ$ (۳)  $30^\circ$ (۴)  $60^\circ$ 

۶- در یک تست شکست هیدرولیکی اگر مقادیر فشار سیال در لحظه ایجاد ترک، لحظه بسته شدن ترک و لحظه باز شدن مجدد آن به ترتیب ۱۶، ۱۰ و ۱۲ مگاپاسکال باشد، مقاومت کششی سنگ چند مگاپاسکال خواهد بود؟

(۱) ۶

(۲) ۴

(۳) ۳

(۴) ۲

۷- در کدام یک از انواع تست برجا، به ترتیب کمترین و بیشترین تعداد مؤلفه از تانسور تنش برجا، قابل اندازه‌گیری است؟

(۱) جک تخت - بیش مغزه‌گیری به روش USBM

(۲) جک تخت - بیش مغزه‌گیری به روش CSIRO

(۳) شکست هیدرولیکی - بیش مغزه‌گیری به روش CSIRO

(۴) شکست هیدرولیکی - بیش مغزه‌گیری به روش USBM

۸- قرار است یک تونل دایره‌ای در یک سنگ با چسبندگی  $5 \text{MPa}$  و زاویه اصطکاک داخلی  $30^\circ$  حفر شود.

در صورتی که  $\frac{\sigma_\theta}{\sigma_v} = 2$  و تنش عمودی  $5 \text{MPa}$  و تنش افقی  $3 \text{MPa}$  باشد، ضریب ایمنی چقدر است؟

(۱)  $1/2$ (۲)  $2/1$ (۳)  $3/3$ (۴)  $2/6$ 

۹- نمونه‌ای دیسکی شکل از یک سنگ به ضخامت  $20 \text{mm}$  و قطر  $50 \text{mm}$  تحت تست برزیلی قرار گرفته است.

در صورتی که بار اعمالی به نمونه در لحظه شکست  $5 \text{kN}$  باشد، مقاومت کششی ( $\sigma_t$ ) آن کدام است؟

(۱)  $2/3 \text{kPa}$ (۲)  $3/2 \text{kPa}$ (۳)  $2/3 \text{MPa}$ (۴)  $3/2 \text{MPa}$

۱۰- نمونه‌ای استوانه‌ای به طول ۱۲۰ میلی‌متر و قطر ۶۰ میلی‌متر تحت آزمایش فشاری تک‌محوره قرار گرفته است. در ناحیه الاستیک، تغییر طول نمونه ۴ میلی‌متر و نسبت پواسون سنگ  $\frac{1}{4}$  است. تغییر قطر نمونه چند میلی‌متر است؟

(۱) ۰/۵

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۳

۱۱- رایج‌ترین تست در تعیین مقاومت کششی ( $\sigma_t$ ) سنگ، کدام است؟

(۴) تیر طره‌ای

(۳) کشش مستقیم

(۲) برزیلی

(۱) خمشی

۱۲- در صورتی که برای یک نمونه همگن و همسانگرد، سرعت طولی دو برابر سرعت عرضی باشد، مدول یانگ سنگ چند برابر مدول برش آن خواهد بود؟

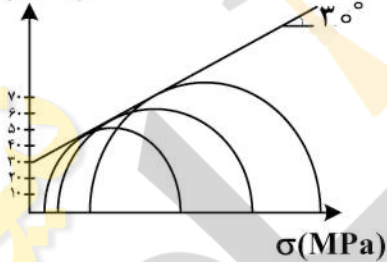
(۱) ۲

(۲) ۰/۵

(۳) ۴

(۴) ۰/۲۵

۱۳- نتایج آزمایش‌های سه محوره فشاری بر روی یک نمونه سنگ مطابق شکل زیر به دست آمده است، مقاومت فشاری تک محوره سنگ طبق معیار گسیختگی کولمب، چند مگاپاسکال است؟

 $\tau$ (MPa)

(۱) ۱۲۰

(۲) ۱۰۰

(۳) ۸۰

(۴) ۵۰

۱۴- مدول تغییر شکل پذیری برای سنگی که مقاومت فشاری تک محوره آن ۲۵MPa و مقدار GSI آن برابر ۵۰ باشد، چند گیگاپاسکال است؟

(۱) ۲۵

(۲) ۱۰

(۳) ۵

(۴) ۴

۱۵- توده سنگی شامل ۴ دسته درزه است. تعداد درزه‌های برداشت شده برای هر دسته درزه به صورت زیر است، RQD توده سنگ کدام است؟

- دسته درزه ۱، تعداد ۱۰ درزه در هر ۱۰ متر

- دسته درزه ۲، تعداد ۱۰ درزه در هر ۵ متر

- دسته درزه ۳، تعداد ۱۵ درزه در هر ۵ متر

- دسته درزه ۴، تعداد ۲۰ درزه در هر ۵ متر

(۱) ۷۰

(۲) ۱۰۰

(۳) ۷۶

(۴) ۸۲

۱۶- مقادیر تنش‌های اصلی تانسور تنش  $\sigma_{ij}$ ، در کدام گزینه صحیح است؟

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} \sigma_0 & \sigma_0 & \sigma_0 \\ \sigma_0 & \sigma_0 & \sigma_0 \\ \sigma_0 & \sigma_0 & \sigma_0 \end{bmatrix}$$

(۱)  $\sigma_1 = 3\sigma_0, \sigma_2 = 0, \sigma_3 = 0$

(۲)  $\sigma_1 = \sigma_0, \sigma_2 = \sigma_0, \sigma_3 = \sigma_0$

(۳)  $\sigma_1 = 2\sigma_0, \sigma_2 = \frac{\sigma_0}{2}, \sigma_3 = \frac{\sigma_0}{2}$

(۴)  $\sigma_1 = 5\sigma_0, \sigma_2 = -\sigma_0, \sigma_3 = -\sigma_0$

۱۷- کرنش نرمال در امتداد محورهای  $x_1$  و  $x_2$  به ترتیب برابر  $4\mu$  و  $8\mu$  است. اگر کرنش نرمال در صفحه، بر نیمساز این دو محور برابر  $8\mu$  باشد، کرنش برشی در صفحه  $x_1 x_2$  چند  $\mu$  است؟ ( $\mu =$  میکرواسترین)

(۱) ۰

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۶

۱۸- حاصل عبارت  $A = \delta_{ij} \delta_{ik} \delta_{jk} + \delta_{ij} \delta_{ij} - \delta_{ii}$ ، کدام است؟

(۱) ۹

(۲) ۶

(۳) ۳

(۴) ۰

۱۹- حاصل بسط عبارت  $\varepsilon_{ijk} a_j a_k$ ، کدام است؟

(۱)  $a_j a_j$

(۲)  $3a_j a_j$

(۳) ۱

(۴) ۰

۲۰- توابع زیر توابع کرنش در یک میدان دو بعدی هستند. مقدار ضریب  $B_3$  کدام است؟

$$e_{xx} = A_1 + B_1(x^2 + y^2) + (x^2 + y^2)$$

$$e_{yy} = A_2 + B_2(x^2 + y^2) + (x^2 + y^2)$$

$$\gamma_{xy} = A_3 + B_3 xy(x^2 + y^2)$$

(۱) -۳

(۲) ۰

(۳) ۳

(۴) ۴



۲۱- یک استوانه به طول  $L$  و شعاع  $R$  تحت تنش محوری  $\sigma_0$  قرار گرفته است. مقدار تغییر حجم استوانه کدام است؟ ( $E$  و  $\nu$  ضرایب ارتجاعی استوانه مفروض هستند).

$$\frac{\sigma_0}{E}(1-\nu)L\pi R^2 \quad (1)$$

$$\frac{\sigma_0}{E}(1-\nu^2)L\pi R^2 \quad (2)$$

$$\frac{\sigma_0}{E}(\nu(1-\nu))L\pi R^2 \quad (3)$$

$$\frac{\sigma_0}{E}(\nu(1+\nu))L\pi R^2 \quad (4)$$

۲۲- تانسور تنش  $\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 3 & 0 & 3 \\ 0 & 3 & 0 \\ 3 & 0 & 3 \end{bmatrix}$  است. اگر بردار تنش در صفحه‌ای با نرمال  $\vec{n} = \frac{2\hat{e}_1}{3} + \frac{2\hat{e}_2}{3} + \frac{\hat{e}_3}{3}$  بوده و با

این نرمال زاویه  $\hat{\alpha}$  داشته باشد، مجذور کسینوس زاویه  $\hat{\alpha}$  کدام است؟

$$\frac{64}{83} \quad (1)$$

$$\frac{49}{54} \quad (2)$$

$$\frac{36}{47} \quad (3)$$

$$\frac{20}{27} \quad (4)$$

۲۳- اگر یک استوانه فلزی در داخل یک سیلندر با دیوار صلب محصور بوده و تحت فشار محوری از طرف آزاد آن قرار داشته باشد، مدول ارتجاعی مؤثر آن چقدر است؟ ( $E$  و  $\nu$  مفروض هستند).

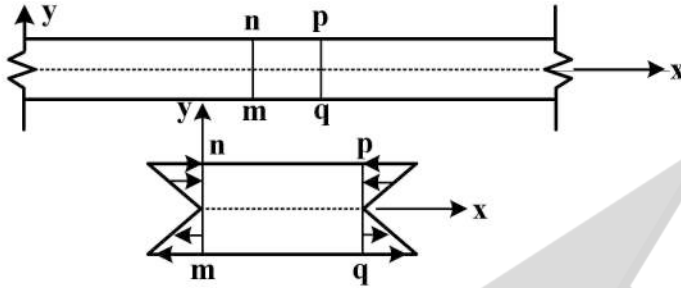
$$E_{\text{eff}} = E \quad (1)$$

$$E_{\text{eff}} = \frac{E}{\left[1 - \frac{\nu^2}{1+\nu}\right]} \quad (2)$$

$$E_{\text{eff}} = \frac{E}{\left[1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu}\right]} \quad (3)$$

$$E_{\text{eff}} = \frac{E}{\left[1 + \frac{\nu}{1-\nu^2}\right]} \quad (4)$$

۲۴- تابع تنش  $\phi = \frac{a}{6}x^3 + \frac{b}{2}x^2y + \frac{c}{2}xy^2 + \frac{d}{6}y^3$  توزیع تنش در یک تیر را نشان می‌دهد. چه ترکیبی از ضرایب  $(a, b, c, d)$  شرایط توزیع تنش نشان داده شده در شکل را ایجاد می‌کند؟



(۱)  $a \neq 0, b \neq 0, c \neq 0, d \neq 0$

(۲)  $a \neq 0, b = c = d = 0$

(۳)  $a \neq 0, b = c = 0, d \neq 0$

(۴)  $a = b = c = 0, d \neq 0$

۲۵- تانسور کرنش در جسمی بر حسب میکرواسترین  $(\mu)$  تحت بارگذاری خارجی برابر  $\epsilon_{ij} = \begin{bmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 1 & 4 & 2 \\ -1 & 2 & 6 \end{bmatrix}$  است.

در صورتی که  $E = 25 \text{ MPa}$  و  $\nu = 0.25$  باشد، تانسور تنش کدام است؟ (فرمول ضریب لامه  $\lambda$  را به شرح

$$\lambda = \frac{\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)}$$

در نظر بگیرید.)

(۲)  $\begin{bmatrix} 180 & 5 & -5 \\ \text{sym} & 120 & 10 \\ & & 200 \end{bmatrix}$

(۴)  $\begin{bmatrix} 400 & 8 & -8 \\ \text{sym} & 120 & 20 \\ & & 240 \end{bmatrix}$

(۱)  $\begin{bmatrix} 160 & 10 & -10 \\ \text{sym} & 200 & 20 \\ & & 240 \end{bmatrix}$

(۳)  $\begin{bmatrix} 220 & 20 & -20 \\ \text{sym} & 180 & 40 \\ & & 120 \end{bmatrix}$

۲۶- ذره‌ای مادی در لحظه  $t = 1 \text{ s}$  در مختصات  $(1, 1, 1)$  قرار دارد، این ذره بعد از ۲ ثانیه دیگر دارای چه شتابی خواهد بود؟ معادلات حرکت ذره به شرح زیر است.

$$\begin{cases} x_1 = X_1 + 2X_2t^2 \\ x_2 = X_2 + 3X_1t^3 \\ x_3 = X_3t^2 \end{cases}$$

(۱)  $(\frac{18}{5}, \frac{46}{5}, 2)$

(۲)  $(\frac{8}{5}, \frac{54}{5}, 2)$

(۳)  $(\frac{14}{5}, \frac{28}{5}, 2)$

(۴)  $(\frac{6}{5}, \frac{24}{5}, 2)$

۲۷- یک میله منشوری به سطح مقطع  $A$  و طول  $L$  و ضرایب ارتجاعی  $E$  و  $\nu$ ، تحت کشش محوری  $P$  قرار می‌گیرد. انرژی داخلی کرنشی این میله در کدام گزینه صحیح نیست؟

$$U_o = \int_0^L \frac{P^2}{2AE} dx \quad (1)$$

$$U_o = \int_V \frac{\sigma_x^2 dV}{2E} \quad (2)$$

$$U_o = \int_0^L \frac{\sigma_x^2}{2AE} dx \quad (3)$$

$$U_o = \frac{P^2 L}{2AE} \quad (4)$$

۲۸- اندازه بردار تنش روی صفحه اکتاهدرال (صفحه‌ای که با جهت مثبت محورهای اصلی زوایای مساوی می‌سازد) بر حسب تنش‌های اصلی، کدام است؟

$$t = \frac{\sqrt{T_1^2 + T_2^2 + T_3^2}}{3} \quad (1)$$

$$t = \frac{T_1^2 + T_2^2 + T_3^2}{3} \quad (2)$$

$$t = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \quad (3)$$

$$t = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

۲۹- تحت چه شرایطی برای یک جسم صلب الاستیک، محورهای اصلی تانسورهای تنش و کرنش برهم منطبق هستند؟

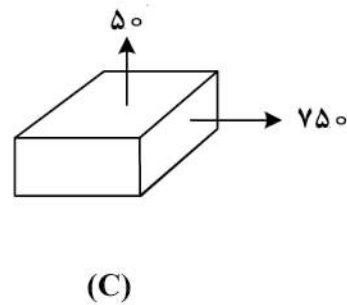
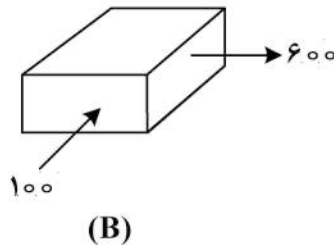
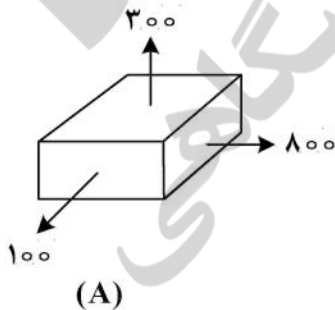
(۱) بستگی به شکل هندسی مسئله دارد.

(۲) بستگی به بارگذاری روی جسم دارد.

(۳) جسم صلب الاستیک خطی همسانگرد باشد.

(۴) محورهای اصلی تانسور تنش و کرنش مستقل از هم بوده و ارتباطی بین آن‌ها موجود نباشد.

۳۰- کدام یک از سه حالت تنش زیر به حالت شکست نزدیک‌تر است؟ (در صورتی که جسم به کشش و فشار یکسان عمل می‌کند).



(۱)  $C, B, A$  هر سه معادلند.

(۲)  $C$

(۳)  $B$

(۴)  $A$



۳۱- پدیدهٔ مجاله شونده در چه نوع محیط‌هایی محتمل است؟

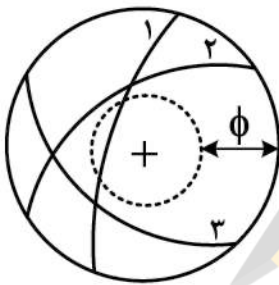
- (۱) توده‌سنگ‌های ترد واقع در اعماق زیاد  
 (۲) توده‌سنگ‌های ترد واقع در اعماق کم  
 (۳) توده‌سنگ‌های شکل‌پذیر واقع در اعماق زیاد  
 (۴) توده‌سنگ‌های شکل‌پذیر واقع در اعماق کم

۳۲- مراحل طراحی سطح مقطع یک تونل راه، به ترتیب کدامند؟

- (۱) طراحی فضای ترافیک - طراحی فضای تأسیسات - طراحی فضای تحکیم  
 (۲) طراحی فضای تحکیم - طراحی فضای تأسیسات - طراحی فضای ترافیک  
 (۳) طراحی فضای تأسیسات - طراحی فضای ترافیک - طراحی فضای تحکیم  
 (۴) طراحی فضای ترافیک - طراحی فضای تحکیم - طراحی فضای تأسیسات

۳۳- نمایش استریوگرافیک درزهای موجود در سقف افقی یک تونل در شکل زیر نشان داده شده است. چه نوع

ناپایداری را برای بلوک سنگی حاصل از تقاطع این درزها می‌توان انتظار داشت؟



(۱) بلوک پایدار است.

(۲) لغزشی بر روی درزه شماره ۱

(۳) لغزش در راستای خط تقاطع درزهای شماره ۲ و ۳

(۴) سقوط بلوک بدون لغزش بر روی وجوه آن

۳۴- کدام یک از مخاطرات اصلی مرتبط با سازه‌های زیرزمینی با عمق زیاد نیست؟

- (۱) مجاله‌شوندگی (۲) حرارت (۳) انفجار سنگ (۴) زمین‌لرزه

۳۵- کدام گزینه در مورد طراحی تونل‌ها توسط روش همگرایی - همجواری، درست است؟

- (۱) نوعی از روش‌های طراحی تحلیلی است و در آن از تحلیل آماری استفاده می‌شود.  
 (۲) نوعی از روش‌های طراحی تجربی است و در آن از تحلیل آماری استفاده می‌شود.  
 (۳) نوعی از روش‌های طراحی تحلیلی است و در آن از تحلیل جابه‌جایی زمین استفاده می‌شود.  
 (۴) نوعی از روش‌های طراحی تجربی است و در آن از تحلیل جابه‌جایی زمین استفاده می‌شود.

۳۶- امتیاز ESR در سیستم طبقه‌بندی Q، برای کدام یک از موارد زیر کمترین است؟

- (۱) تونل‌های اکتشافی معدن  
 (۲) شفت‌های قائم معدن  
 (۳) تونل‌های انتقال آب  
 (۴) ایستگاه‌های راه‌آهن زیرزمینی

۳۷- برای حفر یک تونل مترو به قطر ۱۰m از ماشین حفر مکانیزه نوع TBM - S4 استفاده می‌شود. در صورتی که

ارتفاع اسلاری در پشت جبهه کار ۸m، وزن واحد حجم اسلاری  $15 \frac{kN}{m^3}$  و فشار زمین در تاج جبهه کار

۳۰۰kPa باشد، فشار هوای مورد نیاز برای حفظ تعادل چند کیلوپاسکال است؟

- (۱) ۳۰۰ (۲) ۳۳۰ (۳) ۴۲۰ (۴) ۴۵۰

۳۸- در مورد کرنش بحرانی، کدام گزینه درست است؟

- (۱) کرنش بحرانی تنها برای سنگ بکر به کار می‌رود.  
 (۲) کرنش بحرانی سنگ بکر و توده سنگ برابر است.  
 (۳) کرنش بحرانی سنگ بکر بیشتر از کرنش بحرانی توده سنگ است.  
 (۴) کرنش بحرانی توده سنگ بیشتر از کرنش بحرانی سنگ بکر است.

۳۹- در ماشین حفر مکانیزه نوع تعادل فشار زمین (EPB)، فشار جبهه کار معمولاً به چه روشی کنترل می‌شود؟

(۱) کنترل سرعت نوار نقاله مارپیچی

(۲) کنترل سرعت چرخشی کله حفار

(۳) کنترل فشار هوای پشت کله حفار

(۴) کنترل فشار دوغاب تزریقی پشت سگمنت‌ها

۴۰- در یک توده سنگ یکپارچه با رفتار الاستیک، به‌ازای چه مقادیری از نسبت تنش‌های برجا ( $k$ )، وجود ترک شعاعی در سقف یک تونل دایروی تأثیری در رفتار توده سنگ ندارد و توزیع تنش اطراف تونل را می‌توان همچنان از روابط کرش (Kirsch) به‌دست آورد؟

(۴)  $k < 3$

(۳)  $k > 3$

(۲)  $k < \frac{1}{3}$

(۱)  $k > \frac{1}{3}$

۴۱- در شرایط میدان تنش هیدرواستاتیک در یک توده سنگ یکپارچه، ضریب تمرکز تنش در سقف یک تونل با مقطع دایروی چقدر است؟

(۴) -۱

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

۴۲- مهم‌ترین مکانیسم ناپایداری برای تونل‌های حفرشده در توده سنگ بلوکی با مقاومت زیاد و روبراه کم، کدام است؟

(۲) شکست برشی ماده‌سنگ

(۱) ریزش دودکشی

(۴) تشکیل زون پلاستیک اطراف تونل

(۳) ریزش گوه‌ای

۴۳- با استفاده از کدام‌یک از روش‌های طبقه‌بندی مهندسی سنگ، می‌توان سیستم نگهداری تقاطع تونل‌ها را انتخاب کرد؟

(۴) هیچ‌کدام

(۳) GSI

(۲) RMR

(۱) Q

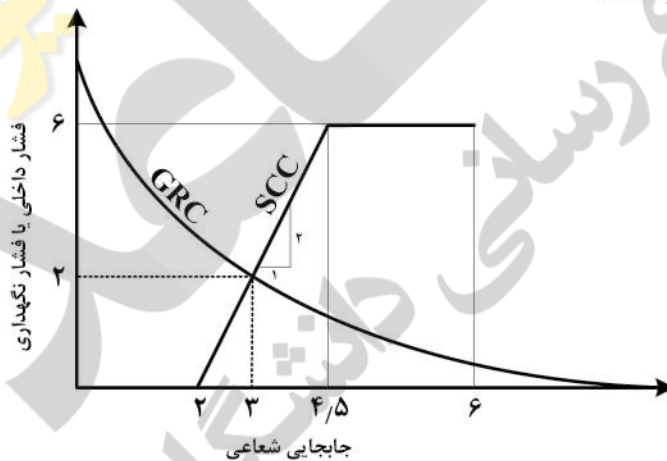
۴۴- در شکل زیر ضریب ایمنی سیستم نگهداری چقدر است؟

(۱)  $\frac{2}{3}$

(۲)  $\frac{3}{2}$

(۳) ۲

(۴) ۳



۴۵- اگر در یک منطقه نسبت تنش افقی به قائم برابر با ۴ باشد ( $k=4$ )، بهترین شکل فضای زیرزمینی از نظر توزیع تنش در سقف و دیواره کدام گزینه خواهد بود؟

(۱) تونل بیضوی خوابیده با نسبت عرض به ارتفاع برابر با ۲

(۲) تونل بیضوی ایستاده با نسبت عرض به ارتفاع برابر با ۲

(۳) تونل بیضوی خوابیده با نسبت عرض به ارتفاع برابر با ۴

(۴) تونل بیضوی ایستاده با نسبت عرض به ارتفاع برابر با ۴



