

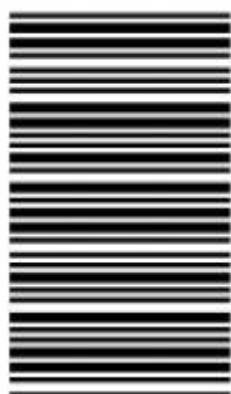
279

F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:



279F

صبح جمعه

۹۳/۱۲/۱۵

دفترچه شماره ۱ از ۲



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

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.

امام خمینی (ره)

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل - سال ۱۳۹۴

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 - طراحی حفاریات روباز، طراحی حفاریات زیرزمینی)	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

اسفند ماه - سال ۱۳۹۳

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.

۱- در ماتریس تنش زیر، مقدار اولین نامتغیر ۱۰ است. مقدار a, b ، کدام است؟

$$\sigma = \begin{bmatrix} 5 & a & 0 \\ 1 & b & 4 \\ 0 & 4 & 3 \end{bmatrix}$$

(۱) $b = 0, a = 1$

(۲) $b = 2, a = 1$

(۳) $b = 0, a = 4$

(۴) $b = -8, a = 4$

۲- مقاومت برشی یک نوع ماسه سنگ بر حسب تن بر متر مربع با رابطه زیر تعریف شده است. انتظار می‌رود مقاومت کششی این سنگ چند تن بر متر مربع باشد؟

$$\tau = 20 \times \sqrt{\sigma_n + 100}$$

(۱) ۲۰

(۲) ۴۰

(۳) ۱۰۰

(۴) ۴۰۰

۳- تنش‌های اصلی بزرگ و کوچک در محل احداث یک سازه زیرزمینی به ترتیب ۶ و ۲ مگاپاسکال است. سنگ‌های محل احداث سازه مذکور از معیار شکست $(\text{MPa}) \sigma_1 = 3/5 + 1/5 \sigma_3$ تبعیت می‌کنند. چنانچه بر اثر بالا آمدن سطح آب زیرزمینی، محل مورد نظر غرقاب شود، حداکثر ارتفاع آب تا قبل از بروز ناپایداری در سنگ محل احداث سازه، چند متر خواهد بود؟

(۱) ۱۰

(۲) ۲۰

(۳) ۵۰

(۴) ۱۰۰

۴- در بررسی ناپیوستگی‌های یک توده سنگ، در امتداد یک خط برداشت به طول ۱۰۰ متر، تعداد ۱۰۰۰ عدد ناپیوستگی برداشت شده است. مقدار تقریبی RQD این توده سنگ، کدام است؟ ($e = 2/72$)

(۱) ۴۲

(۲) ۶۴

(۳) ۷۳

(۴) ۸۶

- ۵- کدام گزینه، نشان دهندهٔ صلبیت (سختی) یک نمونهٔ سنگ استوانه‌ای با نسبت طول به قطر ۳ است.
(E = مدول الاستیسیته و D = قطر نمونه)

$$\frac{\pi D}{4E} \quad (1)$$

$$\frac{\pi D^2 E}{4} \quad (2)$$

$$\frac{\pi D^3}{6E} \quad (3)$$

$$\frac{\pi DE}{12} \quad (4)$$

- ۶- گرادیان افزایش تنش افقی در یک منطقهٔ رسوبی با چینه‌های افقی که در آن شرایط تنش ثقلی حاکم است، حدود ۸۰۰۰ پاسکال به ازای هر متر عمق می‌باشد. چنانچه نسبت پواسون $\nu = 0.25$ باشد، وزن حجمی نسبی سنگ‌های رسوبی، کدام است؟

$$1/6 \quad (1)$$

$$2/4 \quad (2)$$

$$2/6 \quad (3)$$

$$3/2 \quad (4)$$

- ۷- چنانچه ضریب تمرکز تنش در مرکز سقف تونلی با مقطع گرد، یک باشد، نسبت تنش اصلی حداکثر به حداقل در منطقهٔ حفر این تونل، چقدر است؟

$$1 \quad (1)$$

$$1/5 \quad (2)$$

$$2/5 \quad (3)$$

$$3 \quad (4)$$

- ۸- معیار مقاومت برشی برای سنگ آهکی به صورت زیر تعریف شده است:

$$\tau = \sigma_n \tan \left[18 + 14 \log \left(\frac{16}{\sigma_n} \right) \right]$$

مقادیر ضریب زبری دیوارهٔ درزه و زاویهٔ اصطکاک داخلی به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟

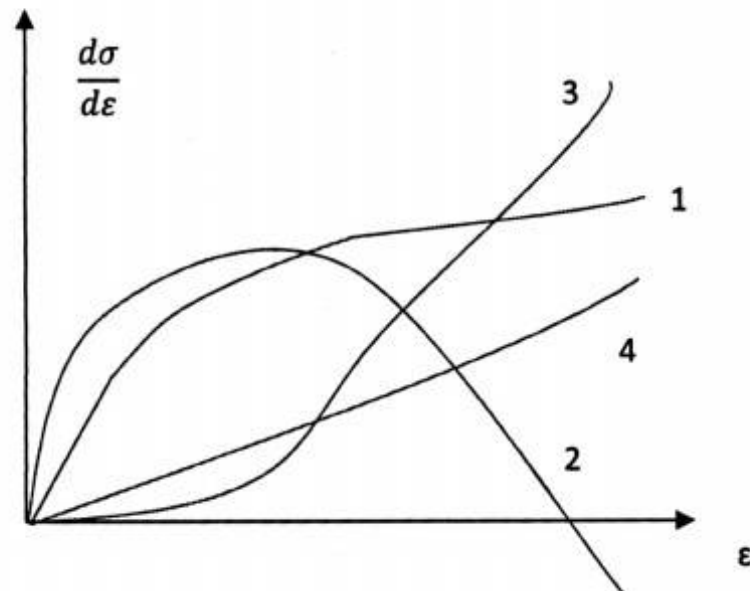
$$16 \text{ و } 14 \quad (1)$$

$$18 \text{ و } 14 \quad (2)$$

$$14 \text{ و } 16 \quad (3)$$

$$14 \text{ و } 18 \quad (4)$$

۹- کدام منحنی نشان دهنده مدول الاستیک و تری (سکانتی) یک نمونه سنگ از زمان بارگذاری فشاری تا لحظه شکست آن است؟



- (۱) ۴
(۲) ۳
(۳) ۲
(۴) ۱

۱۰- در مطالعه مقاومت برشی یک درزه، عدد چکش اشمیت بر روی سطح هوازده درزه $\alpha = 40$ ، بر روی سطح برش خورده از قسمت بکر دیواره درزه $R = 50$ ، زاویه اصطکاک پایه $\phi_b = 32^\circ$ ، مقاومت فشاری دیواره درزه ۹۰ مگاپاسکال و ضریب زبری سطح درزه $JRC = 17$ به دست آمده است. اگر تنش نرمال، ۹ مگاپاسکال باشد، درزه مورد نظر تحت چند مگاپاسکال تنش برشی اعمال شده به موازات سطح درزه گسیخته می شود؟

- (۱) ۹
(۲) ۱۰
(۳) ۱۱
(۴) ۱۲

۱۱- اگر تانسور تنش در یک نقطه از جسمی بر حسب مگاپاسکال به صورت زیر باشد:

$$\sigma = \begin{bmatrix} 10 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 10 \\ 5 & 10 & 15 \end{bmatrix}$$

میدان تنش انحرافی σ' ، چند مگاپاسکال خواهد بود؟

$$\sigma' = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\sigma' = \begin{bmatrix} 0 & 5 & 5 \\ 5 & -5 & 10 \\ 5 & 10 & 5 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\sigma' = \begin{bmatrix} 10 & -5 & -5 \\ -5 & 5 & 0 \\ -5 & 0 & 15 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\sigma' = \begin{bmatrix} 10 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 15 \end{bmatrix} \quad (3)$$

۱۲- در کدام روش اندازه‌گیری تنش برجا، برای محاسبه مؤلفه‌های تنش برجا، تعیین پارامترهای ژئومکانیکی (ضریب ارتجاعی و نسبت پواسون) ضرورت دارد؟

(۱) بیش مغزه‌گیری

(۲) جک تخت

(۳) شکست هیدرولیکی

(۴) هر سه مورد

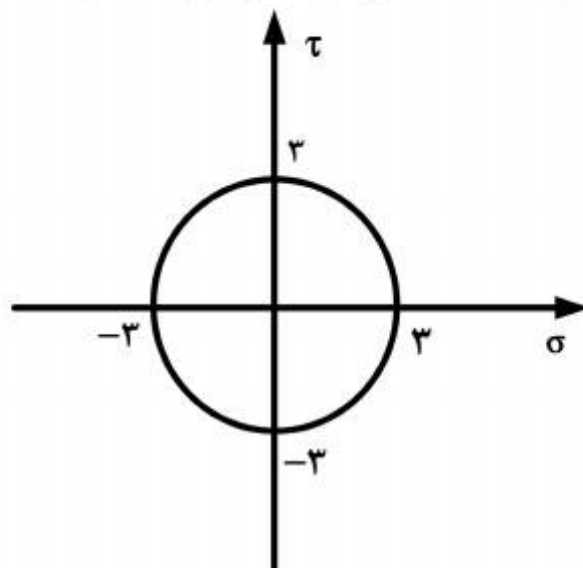
۱۳- در شکل زیر، دایره موهر نشان دهنده شرایط بارگذاری یک نمونه ملاحظه می‌شود. این نمونه کدام یک از حالات بارگذاری زیر را بیان می‌کند؟

(۱) برش خالص

(۲) تراکمی تک محوره

(۳) تراکمی دو محوره

(۴) هیدرواستاتیک



۱۴- در کدام شرایط، معیار برش درزه لادانی و آرشامبول با معیار پاتن منطبق می‌شود؟

(۱) بار نرمال بر سطح درزه بسیار زیاد و سطح درزه کاملاً هوازده باشد.

(۲) بار نرمال بر سطح درزه بسیار زیاد و سطح درزه کاملاً زیر و تازه باشد.

(۳) بار نرمال بر سطح درزه بسیار کم و سطح درزه کاملاً هوازده باشد.

(۴) بار نرمال بر سطح درزه بسیار کم باشد.

۱۵- در یک عملیات مغزه‌گیری با سرمته الماسه و یک مغزه‌گیر به طول سه متر، مغزه‌گیری انجام می‌شود. در

کدام سنگ، احتمال بازیابی مغزه‌ای به طول حدود ۳ متر در هر بار مغزه‌گیری بیشتر است؟

(۱) آهک سخت

(۲) بازالت

(۳) گل سنگ

(۴) شیست

۱۶- برای تشخیص تغییر شکل‌های عمقی در شیب‌های بلند، کدام روش مناسب‌تر است؟

(۱) نصب کشیدگی سنج در گمانه‌های ژئوتکنیکی حفاری شده از سطح دیواره

(۲) نصب کشیدگی سنج در گمانه‌های ژئوتکنیکی حفاری شده در گالری‌های اکتشافی

(۳) نصب سیستم رفتارسنجی لیزری در گستره دیواره

(۴) لرزه‌ای

۱۷- اصول روش‌های تعادل حدی، مبتنی بر کدام یک از موارد زیر است؟

(۱) استفاده از تئوری کلاسیک پلاستیسیته

(۲) انتخاب یک صفحه شکست و محاسبه تغییر شکل‌های برشی دیواره

(۳) برآورد میدان تنش و جابه‌جایی حاکم بر دیواره

(۴) محاسبه برآیند نیروهای وارد بر دیواره

- ۱۸- مکانیزم اصلی شکست در پاشنه شیب‌های بلند کدام است؟
 (۱) شکست ناشی از تنش‌های فشاری
 (۲) شکست ناشی از تنش‌های برشی
 (۳) رهاشدگی تنش (Stress relaxation)
 (۴) شکست ناشی از تنش‌ها و تغییر شکل‌های کششی
- ۱۹- برای پایداری یک دیواره سنگی در توده سنگ درزه‌دار، استفاده از کدام مورد مؤثرتر است؟
 (۱) انکر
 (۲) شاتکریت
 (۳) شاتکریت و مش
 (۴) مش و انکر
- ۲۰- در دیواره‌های کم تنش دارای چند دسته ناپیوستگی اصلی، حالت اصلی شکست کدام است؟
 (۱) ریزش‌های صفحه‌ای
 (۲) ریزش‌های قاشقی و دایره‌ای شکل
 (۳) ریزش‌های گوه‌ای
 (۴) ریزش‌های غلتشی (Toppling failure)
- ۲۱- در یک دیواره بلند معدنی به ارتفاع ۸۵۰ متر، با افزایش نسبت تنش‌های افقی به قائم (k)، کدام حالت محتمل‌تر است؟
 (۱) افزایش پایداری دیواره
 (۲) کاهش پایداری دیواره
 (۳) افزایش پایداری دیواره در صورت تخت بودن دیواره
 (۴) نسبت k در پایداری دیواره تأثیر ندارد.
- ۲۲- در تحلیل دینامیکی دیواره‌های معادن روباز، بازه تقریبی لرزش مجاز ناشی از انفجار، چند میلی‌متر بر ثانیه است؟
 (۱) کمتر از ۱۵
 (۲) صفر تا ۳۰
 (۳) صفر تا ۶۰
 (۴) صفر تا ۱۲۰
- ۲۳- زاویه نصب عملی میل مهارهای تزریقی در یک شیروانی سنگی، چگونه است؟
 (۱) ۱۵ - ۱۰ درجه بالای خط افق
 (۲) ۱۵ - ۱۰ درجه زیر خط افق
 (۳) عمود بر سطح گسیختگی
 (۴) $\phi - \psi_p$
- ۲۴- کدام نرم‌افزار، قابلیت تحلیل سه بعدی سطح لغزش شیب‌های سنگی را دارد؟
 (۱) SLIDE
 (۲) Xstable
 (۳) Clara
 (۴) Phase 2
- ۲۵- اثر امواج ارتعاشی ناشی از انفجار روی ناپایداری شیروانی‌ها، کدام است؟
 (۱) امواج ارتعاشی با فرکانس ۵ تا ۱۵ هرتز، بیشترین تأثیر را روی ناپایداری دارند.
 (۲) امواج ارتعاشی با فرکانس ۱۵ تا ۴۵ هرتز، بیشترین تأثیر را روی ناپایداری دارند.
 (۳) امواج ارتعاشی با فرکانس ۴۵ تا ۱۳۵ هرتز، بیشترین تأثیر را روی ناپایداری دارند.
 (۴) فرکانس امواج ارتعاشی تأثیری روی ناپایداری شیروانی ندارد.
- ۲۶- در مطالعات ژئوتکنیکی سدهای بتونی بلند، تعداد و تراز گالری‌های اکتشافی در تکیه‌گاه‌های سد، کدام است؟
 تعداد گالری در هر تکیه‌گاه تراز ارتفاع از تراز پی
- | | | |
|-----|--------|---------------|
| (۱) | ۳ | $\frac{1}{4}$ |
| (۲) | ۲ | $\frac{1}{3}$ |
| (۳) | ۱ | $\frac{1}{2}$ |
| (۴) | ۲ تا ۳ | $\frac{1}{3}$ |
- ۲۷- در تحلیل پایداری ترانشه بالایی ورودی یک تونل بزرگ مقطع راه، استفاده از کدام روش صحیح‌تر است؟
 (۱) تحلیل تقارن محوری
 (۲) تحلیل دو بعدی - تنش صفحه‌ای
 (۳) تحلیل دو بعدی - کرنش صفحه‌ای
 (۴) تحلیل سه بعدی

- ۲۸- در مطالعات ژئوتکنیکی سدهای بتونی بلند در توده سنگ‌های آهکی، کدام یک از روش‌های زیر برای شناخت حفرات انحلالی و زون‌های کارستی، مناسب‌تر است؟
 (۱) حفر گمانه‌های شناسایی از سطح روی تکیه‌گاه‌ها و تصویربرداری داخل گمانه
 (۲) حفر گالری‌های اکتشافی در تکیه‌گاه‌ها و حفر گمانه‌های شناسایی از گالری‌ها
 (۳) انجام توموگرافی لرزه‌ای در تکیه‌گاه‌ها
 (۴) تهیه مدل هیدروژئولوژی تکیه‌گاه و بررسی جهت جریان آب در تکیه‌گاه‌ها
- ۲۹- اگر جهت تنش‌های افقی اصلی، منطقه شمالی - جنوبی باشد، پایداری کدام دیواره یک معدن روباز بزرگ مخروطی شکل بیشتر است؟
 (۱) شرقی و شمال شرقی (۲) غربی و شرقی (۳) جنوبی و جنوب غربی (۴) شمالی و جنوبی
- ۳۰- برای ارزیابی آنیزوتروپی مدول توده سنگ، کدام آزمون برجا، مناسب‌تر است؟
 (۱) بارگذاری صفحه‌ای (۲) توموگرافی لرزه‌ای
 (۳) دیلاتومتری (۴) جک تخت
- ۳۱- میزان (حجم) مطالعات و شناسایی‌های ژئوتکنیکی به چه عاملی بستگی دارد؟
 (۱) ابعاد و هندسه تونل (۲) پیچیدگی شرایط زمین‌شناسی و کاربری تونل
 (۳) عمق و طول تونل (۴) نحوه حفاری و اجرای نگهداری تونل
- ۳۲- کدام مخاطره زمین‌شناسی در تونل‌های عمیق در توده سنگ‌های سخت، اتفاق می‌افتد؟
 (۱) انفجار سنگ (Rock burst) (۲) پوسته پوسته شدن (Spalling)
 (۳) کمانش (Slabbing) (۴) مچاله شوندگی (Squeezing)
- ۳۳- در سازندهای چین‌خورده و کارستی رشته‌کوه زاگرس، امکان حادث شدن کدام مخاطره در تونل‌سازی احتمال کمتری دارد؟
 (۱) تنش‌های حرارتی (۲) کارستی شدن و انحلال
 (۳) هجوم آب (۴) هجوم گاز
- ۳۴- کدام یک، جزء عوامل مؤثر در تشخیص رفتار زمین اطراف تونل، نیست؟
 (۱) ابعاد حفریه (دهانه یا ارتفاع حفریه) (۲) تنش فعال (Active stress)
 (۳) کیفیت زمین محدوده تونل (ابعاد بلوک‌ها) (۴) شرایط آب زیر زمینی (فشار آب زیرزمینی)
- ۳۵- کدام گزینه، بیان کننده رفتار توده سنگ اطراف تونل براساس مفهوم فاکتور پیوستگی CF (نسبت بین قطر تونل به قطر بلوک $\frac{D_t}{D_b}$) نیست؟
 (۱) $3 < CF < 6$: توده سنگ پیوسته - ناپیوسته (بلوکی سالم)
 (۲) $15 < CF < 30$: توده سنگ ناپیوسته - پیوسته معادل
 (۳) $CF > 30$: توده سنگ پیوسته معادل (خاکسان)
 (۴) $CF > 6$: توده سنگ پیوسته (سالم)
- ۳۶- برای تونل‌های معدنی که به روش چالزی و انفجار در سنگ‌های سخت و با کیفیت خوب و در عمق متوسط بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ متر حفر شده‌اند، مناسب‌ترین روش نگهداری کدام است؟
 (۱) نصب توری سنگی با میل مهار
 (۲) نصب قاب‌های چوبی
 (۳) نصب میل مهار با بتون پاشی
 (۴) نصب قاب‌های فولادی
- ۳۷- برای حفر تونلی به طول ۲۷۵۰ متر با قطر ۱۵ متر در عمق ۵ تا ۲۵ متری درون آبرفت‌های شهری، چه نوع روش حفاری و نگهداری را پیشنهاد می‌کنید؟
 (۱) حفاری تمام مقطع مکانیزه همراه با نصب قاب فولادی و بتون پاشی
 (۲) حفاری تمام مقطع مکانیزه همراه با نصب قطعات پیش ساخته بتونی
 (۳) حفاری مرحله‌ای همراه با نصب قاب خرابایی و بتون پاشی
 (۴) حفاری مرحله‌ای همراه با نصب میل مهار و بتون پاشی

- ۳۸- روش حفاری و نگهداری مناسب برای تونل‌های بلند به منظور انتقال آب از زیر رشته کوه‌ها، کدام است؟
 (۱) حفاری با چالزنی تمام مقطع و انفجار همراه با لق‌گیری و نصب میل مهار
 (۲) حفاری مکانیزه تمام مقطع همراه با نصب قطعات پیش ساخته بتونی
 (۳) حفاری مرحله‌ای با استفاده از دستگاه کله‌گاوی و اجرای بتون پاشی
 (۴) حفاری و چالزنی با حفر مرحله‌ای همراه با نصب قاب‌های فولادی
- ۳۹- برای طراحی یک حفاریه زیرزمینی در زمین‌های سست و مچاله شونده، روش طراحی مناسب، کدام است؟
 (۱) استفاده از رده‌بندی Q (۲) NATM
 (۳) استفاده از رده‌بندی RSR (۴) استفاده از رده‌بندی RMR
- ۴۰- سرعت جریان ثقلی و میزان افت هیدرولیکی در تونل‌های انتقال آب (با جریان آزاد)، به چه عواملی بستگی دارد؟
 (۱) سرعت جریان به شعاع هیدرولیکی و شیب کف تونل - میزان افت به زبری جداره، طول تونل، قطر تونل و سرعت جریان
 (۲) سرعت جریان به شعاع هیدرولیکی، شیب کف تونل و زبری جداره - میزان افت به زبری جداره، طول تونل و قطر تونل
 (۳) سرعت جریان به شعاع هیدرولیکی، شیب کف تونل و زبری جداره - میزان افت به زبری جداره، طول تونل، قطر تونل و سرعت جریان
 (۴) سرعت جریان به قطر تونل، شیب کف تونل و زبری جداره - میزان افت به زبری جداره، طول تونل، قطر تونل و سرعت جریان
- ۴۱- براساس نظریه Goel، پتانسیل فشارندگی (Squeezing) زمین، علاوه بر کیفیت توده سنگ، به کدام عوامل بستگی دارد؟
 (۱) ارتفاع تونل و عمق قرارگیری تونل
 (۲) ارتفاع تونل و سطح آب زیرزمینی
 (۳) عرض دهانه تونل و سطح آب زیرزمینی
 (۴) عرض دهانه تونل و عمق قرارگیری تونل
- ۴۲- براساس نظریه ساکورایی، چه عواملی بر کرنش بحرانی توده سنگ تأثیرگذار است؟
 (۱) مدول الاستیک سنگ بکر، فاصله داری متوسط درزه‌ها، آب محتوی
 (۲) مقاومت تراکم تک محوری ماده سنگ، مدول الاستیک سنگ بکر، آب محتوی
 (۳) مقاومت تراکم تک محوری ماده سنگ، مدول الاستیک سنگ بکر، فاصله داری متوسط درزه‌ها
 (۴) مقاومت تراکم تک محوری ماده سنگ، فاصله داری متوسط درزه‌ها، آب محتوی
- ۴۳- کدام گزینه مبانی روش تونل‌سازی نروژی (Norwegian Method of Tunneling) را بیان می‌کند؟
 (۱) سیستم نگهداری موقت بخشی از سیستم نگهداری نهایی می‌باشد. پیمانکار نگهداری موقت را انتخاب می‌کند. کارفرما / مشاور سیستم نگهداری نهایی را انتخاب می‌کند. شاتکریت خشک استفاده نشود. شبکه فولادی استفاده شود. قاب فولادی و لاتیس استفاده شود.
 (۲) سیستم نگهداری موقت بخشی از سیستم نگهداری نهایی می‌باشد. پیمانکار نگهداری موقت را انتخاب می‌کند. کارفرما / مشاور سیستم نگهداری نهایی را انتخاب می‌کند. شاتکریت خشک استفاده نشود. شبکه فولادی استفاده نشود. قاب فولادی و لاتیس استفاده نشود.
 (۳) سیستم نگهداری موقت بخشی از سیستم نگهداری نهایی نمی‌باشد. پیمانکار نگهداری موقت را انتخاب می‌کند. کارفرما / مشاور سیستم نگهداری نهایی را انتخاب می‌کند. شاتکریت خشک استفاده شود. شبکه فولادی استفاده شود. قاب فولادی و لاتیس استفاده شود.
 (۴) سیستم نگهداری موقت بخشی از سیستم نگهداری نهایی نمی‌باشد. پیمانکار نگهداری موقت را انتخاب می‌کند. کارفرما / مشاور سیستم نگهداری نهایی را انتخاب می‌کند. شاتکریت خشک استفاده نشود. شبکه فولادی استفاده نشود. قاب فولادی و لاتیس استفاده نشود.

- ۴۴- کدام گزینه، مبانی روش جدید تونل سازی اتریشی (NATM) را تشکیل می دهد؟
- (۱) بهره برداری از مقاومت توده سنگ، پایش تغییر شکل جداره، بستن کف تونل و استفاده از شاتکریت جهت حفظ ظرفیت باربری سنگ
 - (۲) استفاده از سیستم نگهداری فعال اما انعطاف پذیر، پایش تغییر شکل جداره و استفاده از شاتکریت جهت حفظ ظرفیت باربری سنگ
 - (۳) بهره برداری از مقاومت توده سنگ، استفاده از سیستم نگهداری فعال اما انعطاف پذیر و پایش تغییر شکل جداره
 - (۴) هر سه مورد فوق درست است.
- ۴۵- مبانی طراحی مغارهای ذخیره سازی CNG و LNG در کدام گزینه درست تعریف شده است؟
- (۱) CNG: بررسی رفتار سنگ در بارگذاری متناوب، بررسی رفتار سنگ در فشارهای بالا، مهار آبهای زیرزمینی، بررسی پدیده خوردگی و کمانش جداره فولادی
 - LNG: بررسی رفتار سنگ در دمای پایین، بررسی رفتار سنگ در بارگذاری متناوب، مهار آبهای زیرزمینی، بررسی پدیده خوردگی و کمانش جداره فولادی
 - (۲) CNG: بررسی رفتار سنگ در بارگذاری متناوب، بررسی رفتار سنگ در دمای پایین، مهار آبهای زیرزمینی، بررسی پدیده خوردگی و کمانش جداره فولادی
 - LNG: بررسی رفتار سنگ در بارگذاری متناوب، بررسی رفتار سنگ در فشارهای بالا، مهار آبهای زیرزمینی، بررسی پدیده خوردگی و کمانش جداره فولادی
 - (۳) CNG: بررسی رفتار سنگ در فشارهای بالا، مهار آبهای زیرزمینی، بررسی پدیده خوردگی و کمانش جداره فولادی
 - LNG: بررسی رفتار سنگ در دمای پایین، مهار آبهای زیرزمینی، بررسی پدیده خوردگی و کمانش جداره فولادی
 - (۴) CNG: بررسی رفتار سنگ در بارگذاری متناوب، بررسی رفتار سنگ در فشارهای بالا، مهار آبهای زیرزمینی
 - LNG: بررسی رفتار سنگ در دمای پایین، بررسی پدیده خوردگی و کمانش جداره فولادی





