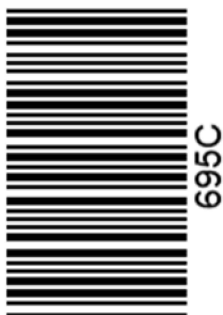


کد کنترل

695

C



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

«در زمینه مسائل علمی، باید دنبال قلّه بود.»  
مقام معظم رهبری

عصر جمعه  
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

## آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۳

### مهندسی عمران (کد ۲۳۰۷)

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۳۱۵

#### عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مکانیک جامدات (مقاومت مصالح و تحلیل سازه‌ها)	۱۵	۱	۱۵
۲	مقاومت مصالح و مکانیک سیالات	۱۵	۱۶	۳۰
۳	دینامیک سازه	۱۵	۳۱	۴۵
۴	مهندسی ترافیک پیشرفته	۱۵	۴۶	۶۰
۵	تئوری الاستیسیته	۱۵	۶۱	۷۵
۶	دینامیک خاک	۱۵	۷۶	۹۰
۷	مهندسی پی پیشرفته	۱۵	۹۱	۱۰۵
۸	هیدرولیک پیشرفته - طراحی هیدرولیکی سازه‌ها	۳۰	۱۰۶	۱۳۵
۹	تحلیل و طراحی روسازی پیشرفته	۱۵	۱۳۶	۱۵۰
۱۰	مبانی هیدرولیک دریا - اصول طراحی سازه‌های (متعارف) دریایی	۳۰	۱۵۱	۱۸۰
۱۱	آب‌های زیرزمینی پیشرفته - هیدرولوژی مهندسی پیشرفته	۳۰	۱۸۱	۲۱۰
۱۲	برنامه‌ریزی حمل‌ونقل	۱۵	۲۱۱	۲۲۵
۱۳	برنامه‌ریزی و کنترل پروژه - روش‌های ساخت	۳۰	۲۲۶	۲۵۵
۱۴	اصول مهندسی تصفیه آب و فاضلاب - مبانی انتقال، انتشار و مدل‌سازی آلاینده‌ها	۳۰	۲۵۶	۲۸۵
۱۵	هیدرودینامیک پیشرفته - طراحی سازه کشتی	۳۰	۲۸۶	۳۱۵

این آزمون، نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

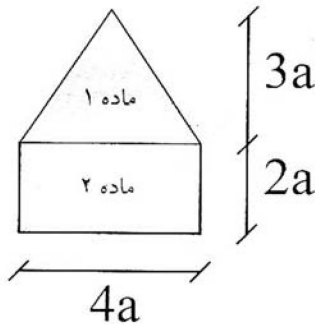
\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

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 سؤالها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالها و پایین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

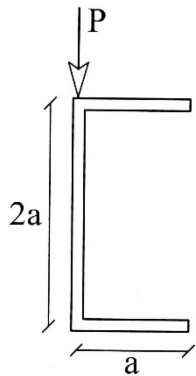
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح و تحلیل سازه‌ها):

۱- مقطع نشان داده شده متشکل از یک مستطیل و یک مثلث متساوی الساقین، از دو ماده با نسبت مدول  $E_1 = 2E_2$  ساخته شده است. نسبت سختی خمشی حول محور افقی در حالتی که دو بخش مقطع به یکدیگر چسبیده باشند، در قیاس با حالتی که نجسبیده و آزادانه در طول هم بلغزد، کدام است؟



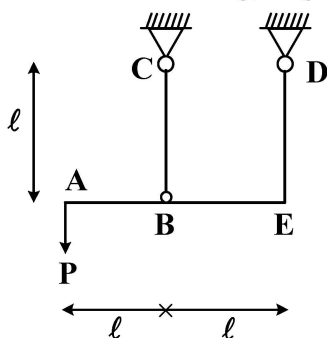
- (۱) عددی بین ۵ تا ۶
- (۲) عددی بین ۳ تا ۴
- (۳) عددی بین ۱ تا ۲
- (۴) ۱

۲- بر مقطع ناودانی متقارن شکل زیر، نیروی برشی  $P$  در امتداد نشان داده شده وارد می‌شود. چنانچه ضخامت جداره برابر  $\frac{a}{20}$  باشد، گشتاور پیچشی وارد بر این مقطع در اثر اعمال بار مذکور چه مضربی از  $Pa$  خواهد بود؟



- (۱) صفر
- (۲)  $\frac{3}{16}$
- (۳)  $\frac{3}{8}$
- (۴)  $\frac{3}{4}$

۳- در سازه شکل زیر، سطح مقطع و مدول یانگ میله‌های  $CB$  و  $DE$  را به ترتیب با  $\{A_2, A_1\}$  و  $\{E_2, E_1\}$  نشان می‌دهیم. در چه صورتی نیروهای پدیدآمده در دو عضو  $CB$  و  $DE$  با یکدیگر برابر خواهد بود؟



- (۱)  $\frac{E_1}{E_2} = 1$  و  $\frac{A_1}{A_2} = 2$
- (۲)  $\frac{E_1}{E_2} = 2$  و  $\frac{A_1}{A_2} = 1$
- (۳)  $\frac{A_1}{A_2} = \frac{E_2}{E_1}$

(۴) در هیچ صورتی امکان پذیر نیست.

۴- تیر یک سرگیردار زیر با مدول برشی  $G$  و سطح مقطع دایره‌ای به شعاع  $R$ ، تحت گشتاور گسترده پیچشی که شدت آن در

واحد طول تیر با معادله  $t = t_0 \frac{x}{\ell}$  توصیف می‌شود، قرار دارد. زاویه پیچش سر آزاد تیر چند برابر  $\frac{t_0 \ell^2}{G\pi R^4}$  است؟

$$t = t_0 \frac{x}{\ell} \quad ۱ \quad (۱)$$



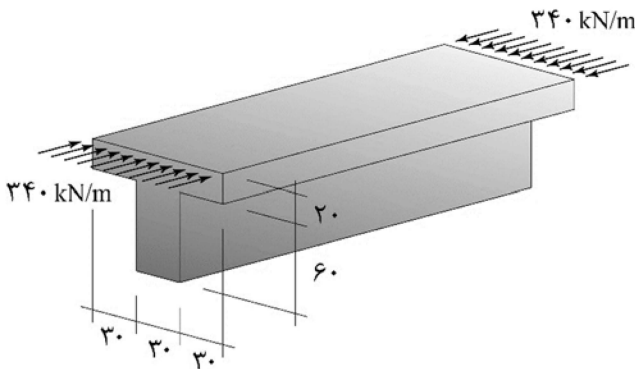
$$\frac{2}{3} \quad (۲)$$

$$\frac{4}{3} \quad (۳)$$

$$۲ \quad (۴)$$

۵- تیری T شکل به طول ۶ m مطابق آنچه در تصویر آمده در بالایی ترین تراز مقطع خود تحت بار خطی یکنواختی در امتداد طولی خود قرار گرفته است. بزرگ‌ترین تنش نرمال فشاری پدیدآمده در مقطع، چند مگاپاسکال است؟ (ابعاد

داده‌شده بر روی شکل همگی بر حسب cm هستند.)



$$۲/۲۰۰ \quad (۱)$$

$$۵/۳۵۰ \quad (۲)$$

$$۲/۴۴۴ \quad (۳)$$

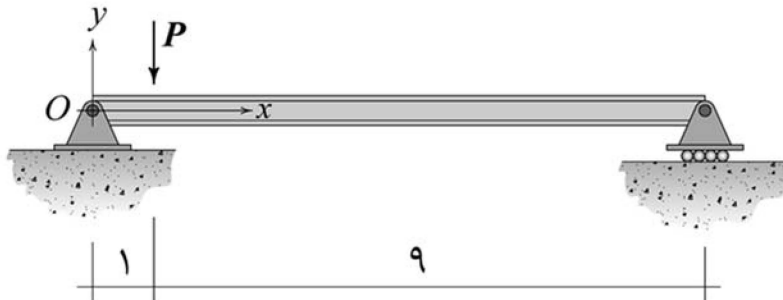
$$۵/۹۴۴ \quad (۴)$$

۶- تیری الاستیک با  $EI$  ثابت در تمام طول خود، مطابق شکل تحت باری متمرکز قرار گرفته است. این بار متمرکز سبب شده است که نقطه زیر محل اثر آن تغییر مکان واحدی را متحمل شود. برای تغییر شکل این تیر، تابع زیر را پیشنهاد داده‌ایم:

$$y(x) = \begin{cases} A_1 x^3 + B_1 x^2 + C_1 x + D_1, & 0 < x < 1 \\ A_2 x^3 + B_2 x^2 + C_2 x + D_2, & 1 < x < 10 \end{cases}$$

که در اینجا  $\{A_1, B_1, \dots, D_2\}$  مجموعه‌ای از ثوابت هستند که با اعمال شرایط مرزی به دست می‌آیند. تغییر مکان به سمت بالا را مثبت در نظر بگیرید. حاصل عبارت  $999A_2 + 99B_2 + 9C_2$  کدام است؟ (فواصل داده‌شده در شکل،

اعداد بی بعد هستند.)



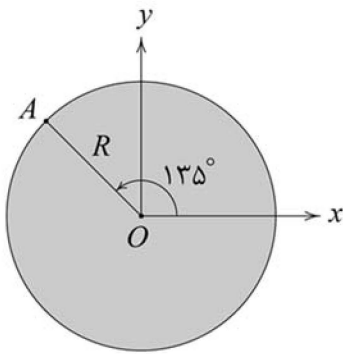
$$-۹ \quad (۱)$$

$$-۱ \quad (۲)$$

$$۱ \quad (۳)$$

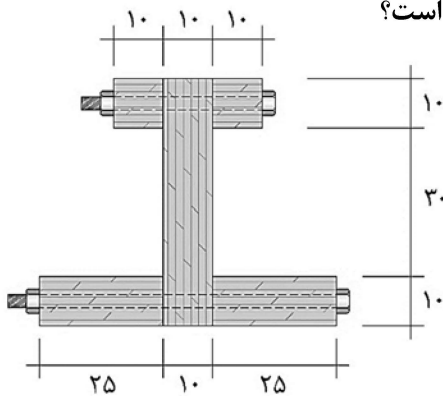
$$۹ \quad (۴)$$

۷- مقطعی دایروی مطابق شکل، تحت تأثیر لنگرهای خمشی  $M_x = M_y = -M_0$  و گشتاور پیچشی  $T_z = M_0$  واقع شده است. کدام گزاره، در خصوص وضعیت تنش نقطه A درست است؟



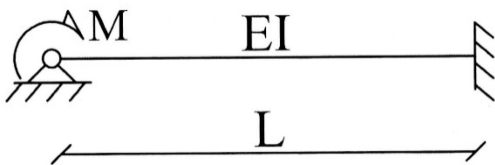
- (۱) صفحه XY صفحه اصلی تنش است.
- (۲) صفحه XZ صفحه اصلی تنش است.
- (۳) صفحه YZ صفحه اصلی تنش است.
- (۴) هیچ یک از صفحات XY، XZ و YZ صفحه اصلی تنش نیست.

۸- تیری چوبی مطابق شکل از چند تکه الوار که با پیچ و مهره بهم بسته شده اند ساخته شده است. ابعاد بر روی شکل بر حسب cm هستند. ضمناً می دانیم که گشتاور لختی حول محور مرکزواری قوی مقطع برابر با  $360 \times 10^3 \text{ cm}^4$  است. نیروی برشی قائم وارد بر این مقطع برابر با  $40 \text{ kN}$  است. سطح مقطع پیچها و تنش مجاز برشی آنها به ترتیب برابر با  $250 \text{ mm}^2$  و  $90 \text{ MPa}$  است. فاصله دو پیچ متوالی از یکدیگر در امتداد طول تیر (عمود بر صفحه) برای بال بالایی و پایینی تیر عددی یکسان است. حداکثر مقدار این فاصله چند میلی متر است؟



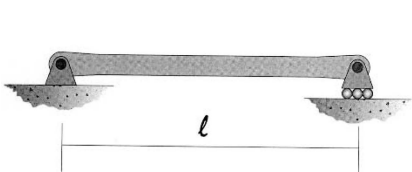
- (۱) ۲۷۰
- (۲) ۴۰۵
- (۳) ۵۴۰
- (۴) ۸۱۰

۹- در تیر شکل زیر، اندازه تغییر مکان حداکثر، کدام ضریب از  $\frac{ML^2}{EI}$  است؟



- (۱)  $\frac{5}{27}$
- (۲)  $\frac{1}{27}$
- (۳)  $\frac{1}{9}$
- (۴)  $\frac{3}{4}$

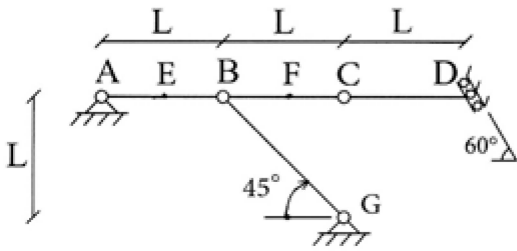
۱۰- دمای سطح زیرین تیر نشان داده شده به چه میزان نسبت به سطح بالایی آن افزایش یابد تا نقطه میانی تیر به اندازه  $\frac{h}{10}$  پایین بیاید؟ (ضریب انبساط حرارتی مصالح برابر با  $\alpha$  است. فرض می شود با افزایش دما، خواص مصالح تغییر نمی کند.)



سطح مقطع تیر

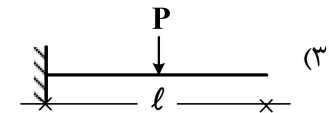
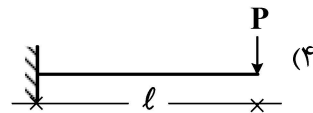
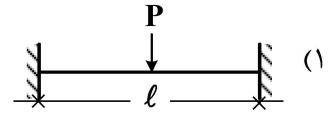
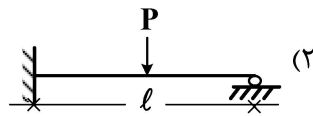
- (۱)  $\frac{1}{10\alpha} \left(\frac{h}{l}\right)$
- (۲)  $\frac{1}{5\alpha} \left(\frac{h}{l}\right)$
- (۳)  $\frac{2}{5\alpha} \left(\frac{h}{l}\right)^2$
- (۴)  $\frac{4}{5\alpha} \left(\frac{h}{l}\right)^2$

۱۱- در سازه زیر، بار گسترده یکنواخت به طول  $L$  در کدام بازه قرار گیرد تا بیشترین نیروی افقی در تکیه‌گاه  $A$  ایجاد شود؟ (نقاط  $E$  و  $F$  به ترتیب وسط پاره‌های  $AB$  و  $BC$  هستند و نقاط  $A, B, C, G$  مفصل هستند.)



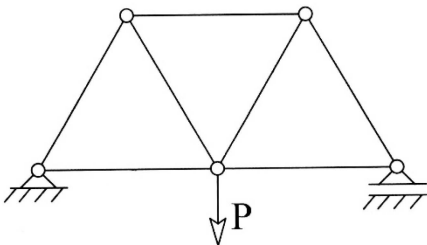
- (۱)  $AB$
- (۲)  $BC$
- (۳)  $CD$
- (۴)  $EF$

۱۲- انرژی ذخیره‌شده در کدام تیر کمتر است؟ (در همه موارد، طول تیر  $l$  و سختی خمشی آنها  $EI$  است.)



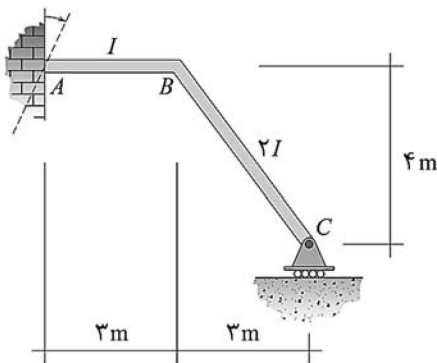
۱۳- در خرپای زیر، طول کلیه اعضا برابر  $L$  بوده و صلبیت محوری برای اعضای افقی  $2EA$  و اعضای مورب  $EA$  است.

تحت بار اعمالی، جابه‌جایی قائم محل اثر بار  $P$  کدام ضریب از  $\frac{PL}{EA}$  است؟



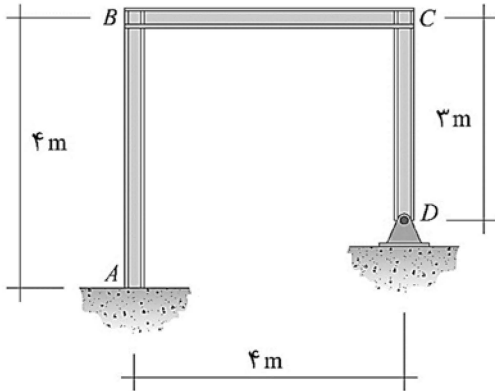
- (۱) ۲
- (۲)  $\frac{3}{4}\sqrt{3}$
- (۳)  $\frac{7}{6}\sqrt{3}$
- (۴)  $\frac{19}{12}$

۱۴- اگر تکیه‌گاه  $A$  دورانی ساعتگرد به میزان  $\theta_0$  را متحمل شود، در آن صورت واکنش تکیه‌گاهی ایجادشده در  $C$  چه مضربی از  $EI\theta_0$  خواهد بود؟ (گشتاور لختی مقاطع اعضا بر روی آنها قیدشده است.)



- (۱)  $\frac{1}{13}$
- (۲)  $\frac{6}{13}$
- (۳)  $\frac{4}{47}$
- (۴)  $\frac{24}{47}$

۱۵- برای تحلیل قاب نامعین شکل زیر، روش نرمی (نیرو) را در پیش می‌گیریم. بدین منظور واکنش افقی تکیه‌گاه D را حذف کرده و یک مفصل دقیقاً وسط عضو BC می‌افزاییم و بدین ترتیب سازه پایه (ابتدایی) مربوطه را می‌سازیم. جمع عناصر قطر اصلی ماتریس ضرایب نرمی متناظر با آن چه مضربی از  $\frac{1}{EI}$  خواهد بود؟ (می‌دانیم که برای تمامی اعضا، EI عددی یکسان است.)

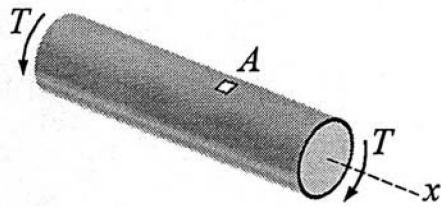


- (۱)  $\frac{443}{3}$
- (۲)  $\frac{397}{3}$
- (۳)  $\frac{395}{3}$
- (۴)  $\frac{287}{3}$

مقاومت مصالح و مکانیک سیالات:

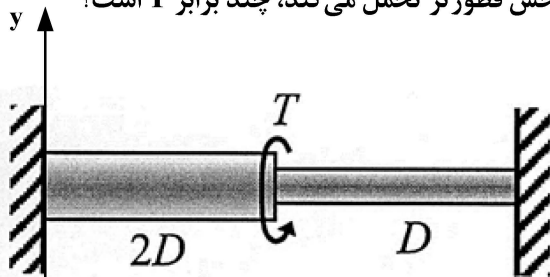
۱۶- یک محفظه استوانه‌ای جدار نازک به شعاع R، ضخامت دیواره t و لنگر اینرسی قطبی مقطع J، که دو انتهای آن بسته است، همزمان تحت فشار داخلی P و گشتاور T قرار دارد به طوری که  $T = \frac{PJ}{2t}$  است. تنش اصلی در هر نقطه

A از دیواره چند برابر  $\frac{PR}{t}$  است؟



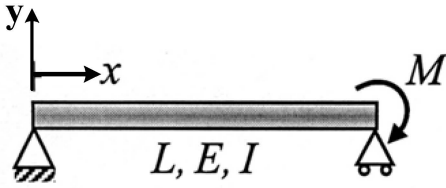
- (۱)  $\frac{3 + \sqrt{5}}{2}$
- (۲)  $\frac{3 + \sqrt{2}}{4}$
- (۳)  $\frac{3 + \sqrt{2}}{2}$
- (۴)  $\frac{3 + \sqrt{5}}{4}$

۱۷- یک میله استوانه‌ای دو سر گیردار از دو بخش با دو قطر D و 2D با طول و ماده یکسان تشکیل شده و تحت گشتاور پیچشی T در محل تغییر مقطع قرار گرفته است. گشتاوری که بخش قطورتر تحمل می‌کند، چند برابر T است؟



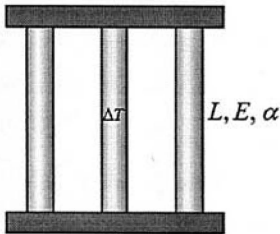
- (۱)  $\frac{15}{16}$
- (۲)  $\frac{13}{16}$
- (۳)  $\frac{16}{17}$
- (۴)  $\frac{15}{17}$

۱۸- یک تیر به طول  $L$ ، لنگر اینرسی مقطع  $I$  و مدول یانگ  $E$  دارای دو تکیه‌گاه ساده و تحت یک لنگر خارجی  $M$  در یک انتها است. خیز در وسط تیر، چند برابر  $\frac{ML^2}{EI}$  است؟



- (۱)  $\frac{1}{48}$
- (۲)  $\frac{3}{48}$
- (۳)  $\frac{5}{48}$
- (۴)  $\frac{7}{48}$

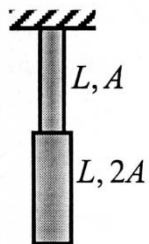
۱۹- سه میله کاملاً یکسان از یک ماده ترد در دو انتها به دو ورق صلب متصل شده‌اند و فقط به میله وسطی حرارت  $\Delta T$  داده می‌شود. اگر در این میله‌ها رابطه تنش مجاز فشاری  $\sigma_c$  و کششی  $\sigma_t$  به صورت  $\sigma_c = \frac{4}{3}\sigma_t$  باشد، حداکثر  $\Delta T$  چند



برابر  $\frac{\sigma_t}{E\alpha}$  است؟

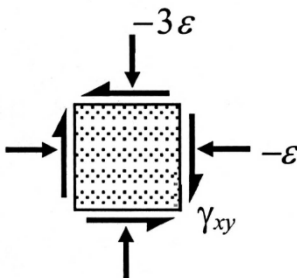
- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۳
- (۴) ۴

۲۰- یک میله با مدول یانگ  $E$  و چگالی (وزن واحد حجم)  $\rho$ ، از دو بخش با سطح مقطع  $A$  و  $2A$  هر یک به طول  $L$  ساخته شده است. این میله از سقف آویزان شده و تحت نیروی وزن خود قرار دارد. مقدار افزایش طول این میله چند برابر  $\frac{\rho L^2}{E}$



- است؟
- (۱) ۱
  - (۲) ۲
  - (۳) ۳
  - (۴) ۴

۲۱- مؤلفه‌های کرنش قائم روی المان کرنش در شکل داده شده‌اند. چنانچه برای این وضعیت، یک کرنش اصلی به میزان  $+ \epsilon$  وجود داشته باشد، مقدار کرنش برشی  $\gamma_{xy}$ ، چند برابر  $\epsilon$  کدام است؟



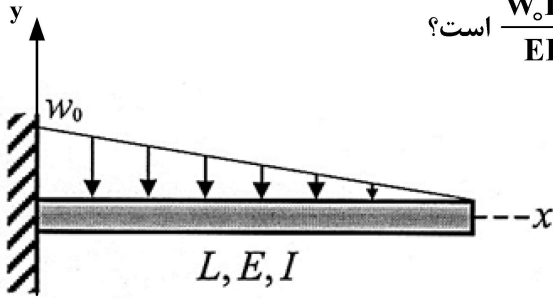
- (۱)  $4\sqrt{2}$
- (۲)  $3\sqrt{2}$
- (۳)  $4\sqrt{3}$
- (۴)  $3\sqrt{3}$

۲۲- یک میله دایره‌ای توپر با قطر ۲۰۰ میلی‌متر به نحوی خم می‌شود که تنش ماکزیمم در آن برابر ۱۰۰ مگاپاسکال باشد. شعاع انحنای میله با فرض اینکه به شکل کمان دایره شده باشد، چند متر است؟ ( $E = ۲۰۰ \text{ GPa}$ )

- (۱) ۵۰
- (۲) ۱۰۰
- (۳) ۲۰۰
- (۴) ۴۰۰

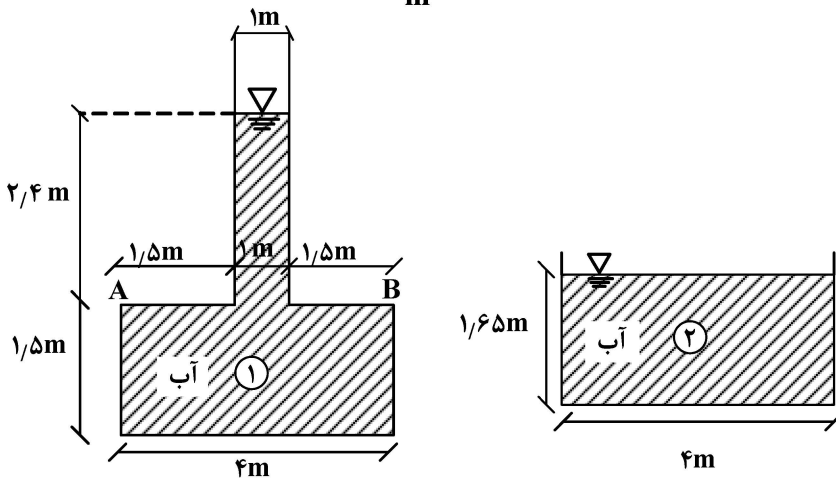
۲۳- یک تیر طره به طول  $L$ ، لنگر اینرسی مقطع  $I$  و مدول یانگ  $E$  تحت اثر یک بار گسترده مثلثی با شدت  $W_0$  در

ابتدای تیر است. شیب تیر در انتهای آزاد تیر، چند برابر  $\frac{W_0 L^3}{EI}$  است؟



- (۱)  $-\frac{7}{24}$
- (۲)  $-\frac{5}{24}$
- (۳)  $-\frac{3}{24}$
- (۴)  $-\frac{1}{24}$

۲۴- حجم دو ظرف پر از آب ۱ و ۲ در شکل زیر، برابر است. با فرض  $\pi = ۳$ ،  $\gamma_w = ۱۰,۰۰۰ \frac{N}{m^3}$ ، کدام مورد در خصوص نیروهای وارده، درست است؟



- (۱) نیروی وارد بر سطح  $AB$ ، در ظرف (۱) کمتر از نیروی وارد بر کف ظرف (۲) است.
- (۲) نیروی وارد بر کف ظرف (۱) بیشتر از دو برابر نیروی وارد بر کف ظرف (۲) است.
- (۳) از آنجا که نیروی وارد بر بخش مرکزی و بخش کناری کف ظرف (۱) مساوی نیست، نمی‌توان درباره نیروی وارد بر کف دو ظرف قضاوت نمود.
- (۴) با توجه به یکسان بودن حجم ظروف و در نتیجه مساوی بودن وزن آب در هر دو ظرف، نیروی وارد شده بر کف ظروف از طرف آب مساوی است.

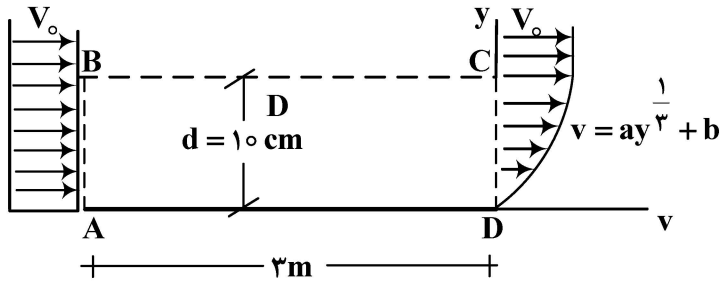
۲۵- در صورتی که کشش سطحی آب در  $20^{\circ}\text{C}$  معادل  $0.074 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  باشد و در همان درجه حرارت، فشار بخار آب  $2340 \text{ Pa}$  فرض شود، احتمال تبخیر قطره آب با کدام قطر (بر حسب میلی‌متر)، به محض تشکیل وجود خواهد داشت؟

- (۱) ۰/۰۵
- (۲) ۰/۱۰
- (۳) ۰/۱۳
- (۴) ۰/۱۸

۲۶- آب از یک دریاچه با دبی  $30 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$  توسط لوله‌ای با قطر ۳ متر که در مسیر آن یک توربین قرار دارد، وارد مخزنی می‌شود. سطح آب دریاچه ۵۰ متر بالاتر از سطح آب در مخزن است. اگر راندمان کل سیستم از جمله توربین ۸۰ درصد باشد، توان تولیدی توربین چند مگاوات است؟

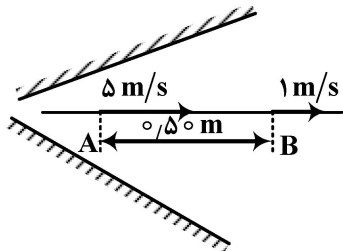
- (۱) ۱۱/۷۷
- (۲) ۱۴/۱۲
- (۳) ۱۴/۷۲
- (۴) ۱۸/۳۹

۲۷- یک جریان یکنواخت با سرعت  $V_0 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  از روی صفحه‌ای به طول ۳ m و عرض ۲ m عبور می‌کند. پس از عبور از روی صفحه، جریان در انتهای صفحه دارای یک پروفیل به صورت شکل زیر می‌شود. در حجم کنترل ABCD، دبی عبوری از سطح BC چند مترمکعب بر ثانیه است؟



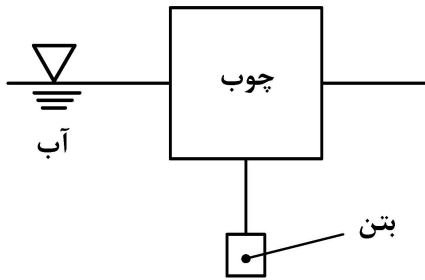
- (۱) ۰/۱
- (۲) ۰/۲
- (۳) ۰/۳
- (۴) ۰/۴

۲۸- در یک لوله واگرا با محور افقی، سرعت جریان آب به‌طور خطی در فاصله ۰/۵ متری AB، از ۵ متر بر ثانیه در نقطه A به ۱ متر بر ثانیه در نقطه B کاهش یافته است. مقدار تغییر فشار  $\Delta p$  ناشی از تغییر مقطع در فاصله مذکور چند کیلوپاسکال خواهد شد؟ (جرم مخصوص آب  $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  و شتاب ثقل  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )



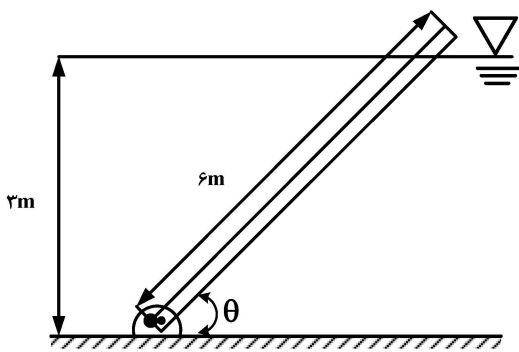
- (۱) ۲/۴
- (۲) ۲۴
- (۳) ۱/۲
- (۴) ۱۲

۲۹- در شکل زیر، یک مکعب بتنی کوچک که هر ضلع آن  $0/6$  متر است به یک مکعب چوبی به اندازه اضلاع  $2$  متر وصل شده است. چگالی چوب  $0/5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$  و بتن  $3 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$  است. عمق استغراق چوب، چند متر است؟



- (۱)  $0/5$
- (۲)  $0/6$
- (۳)  $1/1$
- (۴)  $1/6$

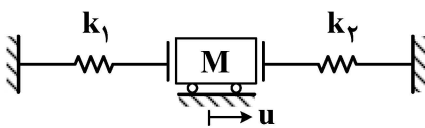
۳۰- میله نازک همگن مطابق شکل در عمق  $3$  متری آب لولا شده است. چنانچه طول میله  $6$  متر، وزن میله  $W$  و نیروی شناوری وارد بر میله  $F_B$  و میله در حالت تعادل مطابق شکل با افق، زاویه  $\theta$  بسازد،  $\sin \theta$  کدام است؟



- (۱)  $\frac{F_B}{2W}$
- (۲)  $\frac{2F_B}{2W}$
- (۳)  $\frac{W}{2F_B}$
- (۴)  $\frac{\sqrt{3}F_B}{2W}$

دینامیک سازه:

۳۱- مدل تحلیلی یک سازه ساده معادل یک درجه آزادی با رفتار ارتجاعی مطابق شکل زیر است. وقتی جرم  $M$  در وضعیت خنثی قرار دارد، فنرها بدون تغییر شکل و مقادیر  $M$ ،  $k_1$ ،  $k_2$  معلوم هستند ( $k_2 > k_1$ ). جرم  $M$  از وضعیت خنثی با سرعت اولیه  $v_0$  به سمت راست حرکت کرده و اندیس  $m$  بیانگر مقدار حداکثر است. بیشترین نیروی فنر ( $R_m$ ) کدام است؟



- (۱)  $R_{m1} = \sqrt{k_1 M} v_0$
- (۲)  $R_{m1} = \sqrt{2k_1 M} v_0$
- (۳)  $R_{m2} = \sqrt{2k_2 M} v_0$
- (۴)  $R_{m2} = \sqrt{k_2 M} v_0$

۳۲- با توجه به اطلاعات سؤال ۳۱، بیشترین تغییر مکان  $u_m$  چه مقداری است؟

- (۱)  $u_{m2} = \sqrt{\frac{2M}{k_2}} v_0$
- (۲)  $u_{m1} = \sqrt{\frac{2M}{k_1}} v_0$
- (۳)  $u_{m1} = \sqrt{\frac{M}{k_1}} v_0$
- (۴)  $u_{m2} = \sqrt{\frac{M}{k_2}} v_0$

۳۳- در وسط دهانه یک تیر ساده فولادی متشکل از دو پروفیل INP۲۲۰ (اینرسی هریک  $I_{xx} = ۳۰۶۰ \text{ cm}^4$ ) به طول ۴ متر، دستگاه صنعتی موتوری به وزن  $۲۶/۸ \text{ kN}$  قرار دارد که سرعت طرح دورانی موتور آن  $۳۰۰ \text{ rpm}$  و دامنه نیرویی آن  $۳۲/۱۳ \text{ kN}$  است. حداکثر تغییر مکان این تیر چند سانتی‌متر برآورد می‌شود؟ (برای سادگی:  $\pi = ۳$ ،  $g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و

از وزن خود تیرها صرف‌نظر می‌شود، مدول ارتجاعی  $E = ۲/۱ \times ۱۰^۶ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  و درصد میرایی  $۱۰\%$  هستند).

(۱)  $۱/۰$

(۲)  $۰/۷۲$

(۳)  $۰/۴۴$

(۴)  $۰/۲۸$

۳۴- در یک مجتمع صنعتی، یک دستگاه به وزن  $۳ \text{ ton}$  روی یک سه‌پایه مخصوص قرار گرفته و در حال کارکردن با فرکانس  $۵ \text{ Hz}$ ، یک نیروی هارمونیک قائم با دامنه  $۵۰۰ \text{ kg}$  به وجود می‌آورد. اگر برای کارایی دستگاه و محدود کردن ارتعاش وارده به پایه سه‌گوش، سه عدد فنر ویژه یکسان زیر آنها تعبیه شود تا کل نیروی انتقالی از دستگاه به پایه  $۹۰\%$  کاهش یابد، سختی هر فنر حدوداً چقدر تخمین زده می‌شود؟ (برای سادگی  $\pi = ۳$  و  $g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ).

(۱)  $۷۴ \frac{\text{ton}}{\text{m}}$

(۲)  $۷۴ \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$

(۳)  $۸۳ \frac{\text{ton}}{\text{m}}$

(۴)  $۸۳ \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$

۳۵- یک قاب یک دهانه و یک طبقه با ستون‌های IPB۲۰۰ ( $I = ۵۷۰۰ \text{ cm}^4$ ) به ارتفاع  $۴ \text{ m}$  و تیر صلب با وزن معادل مؤثر  $۱۹ \text{ ton}$  در دو تکیه‌گاه ساده مفصلی خود تحت تغییر مکان القایی با دامنه  $۰/۵ \text{ cm}$  و پریود یک ثانیه قرار می‌گیرد. اگر حداکثر تغییر مکان اعمالی به قاب برابر  $۰/۶۴ \text{ cm}$  باشد، درصد میرایی سیستم تقریباً چند درصد

برآورد می‌شود؟ (برای سادگی  $\pi = ۳$ ،  $g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و  $E = ۲ \times ۱۰^۶ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ )

(۱) ۵

(۲) ۱۰

(۳) ۱۵

(۴) ۲۰

۳۶- در یک تونل آزمایش باد، مدل فولادی یک تک‌پایه قائم با تکیه‌گاه گیردار به ارتفاع  $2\text{ m}$  و اینرسی مقطع  $600\text{ cm}^4$  با وزنه  $720$  کیلوگرمی در انتهای آزاد خود قرار دارد (مدل معادل یک درجه آزادی). اگر مشخصات باد طرح به صورت هارمونیک با دامنه  $900\text{ kgf}$  و فرکانس زاویه‌ای  $25$  رادیان بر ثانیه باشد، مقدار حداکثر لنگر در پایه چند تن - متر برآورد می‌شود؟ (برای سادگی  $\pi = 3$ ،  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و مدول ارتجاعی برابر  $2 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  هستند و درصد میرایی  $20$  است.)

(۱)  $2/5$

(۲)  $4/5$

(۳)  $6/5$

(۴)  $8/5$

۳۷- در یک سازه معادل دو درجه آزادی، پیوندهای ارتعاش آزاد به ترتیب  $0/628$  و  $0/418$  ثانیه و جرم مودال و میرایی مودال در مود اول به ترتیب  $6$  و  $6$  و در مود دوم به ترتیب  $10$  و  $6$  هستند. اگر مقیاس واحدها هماهنگ شده باشند، درصد میرایی مود اول و سختی مودال مود دوم به ترتیب، کدام هستند؟

(۱)  $3250$ ،  $5$

(۲)  $3250$ ،  $10$

(۳)  $2250$ ،  $5$

(۴)  $2250$ ،  $10$

۳۸- مدل تحلیل دینامیکی یک مخزن آب هوایی به صورت یک پایه قائم یکنواخت به ارتفاع  $h$  و جرم واحد طول (ارتفاع) برابر  $\rho A$  و صلبیت خمشی ثابت  $EI$  حامل جرم متمرکز  $M$  در انتهای آن، می‌باشد. تکیه‌گاه پایه در مدل به صورت مفصلی بوده که با یک فنر چرخشی با سختی  $k$  تقویت شده است (چرخش پایه در تکیه‌گاه کوچک فرض می‌شود). با انتخاب توابع شکلی به صورت  $\psi_1(x) = \frac{x}{h}$  و  $\psi_2(x) = (\frac{x}{h})^2$  محور قائم به مرکز مختصات در تکیه‌گاه و  $u(x, t)$  تغییر مکان جانبی (افقی) هستند، به ترتیب درایه  $k_{12}$  در ماتریس سختی و  $m_{22}$  در ماتریس جرم را برای معادله حرکت مدل به صورت دو درجه آزادی کدام است؟

(۱) صفر،  $M + \frac{\rho Ah}{5}$

(۲)  $M + \frac{\rho Ah}{5}$ ،  $\frac{4EI}{h^2}$

(۳) صفر،  $M + \frac{\rho Ah}{3}$

(۴)  $M + \frac{\rho Ah}{3}$ ،  $\frac{4EI}{h^2}$

۳۹- یک قاب سه طبقه یک دهانه با ستون‌های یکسان  $IPE180$  ( $I = 1320\text{ cm}^4$ ) و ارتفاع طبقات  $h$  برابر  $3\text{ m}$  با سقف‌های صلب به وزن معادل هر یک برابر  $W$  مورد نظر است. اگر مدول ارتجاعی برابر  $2 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  و درصد میرایی ناچیز باشد، پیوند اصلی ارتعاش آزاد قاب تقریباً برابر  $0/65$  ثانیه برآورد می‌شود. مقدار وزن معادل هر سقف حدوداً چند تن تخمین زده می‌شود؟

(۱)  $5/5$

(۲)  $6/5$

(۳)  $5$

(۴)  $6$

۴۰- چنانچه در یک سازه سه درجه آزادی، ماتریس سختی و ماتریس جرم به صورت زیر باشند، یکی از فرکانس‌های زاویه‌ای ارتعاش آزاد آن کدام خواهد بود؟ (مقیاس واحدها هماهنگ شده است).

$$[k] = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 2 \end{bmatrix}, [m] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(۱)  $\sqrt{2}$

(۲)  $2\sqrt{2}$

(۳)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

(۴) صفر

۴۱- در تحلیل دینامیکی سازه‌های چند درجه آزادی به روش (آنالیز) مودال، اگر ماتریس میرایی ترکیب خطی از ماتریس‌های جرم و سختی به صورت  $[c] = a[m] + b[k]$  باشد (a و b ضرایب ثابت تناسب هستند)، در این صورت خاصیت تعامد مودهای ارتعاش نسبت به ماتریس میرایی نیز صادق خواهد بود. در این شرایط، درایه (ضرایب) قطری ماتریس مودال میرایی  $c_i$  از کدام رابطه تعیین می‌شوند؟ ( $M_i$  و  $K_i$  به ترتیب، جرم و سختی مودال و  $\omega_i$  فرکانس زاویه‌ای در مود i ام هستند).

(۱)  $(a + b \omega_i) M_i$

(۲)  $(a + b \omega_i^2) M_i$

(۳)  $(a + b \omega_i^2) K_i$

(۴)  $(a + b \omega_i) K_i$

۴۲- فرکانس و شکل مودی مود اول یک سازه دو طبقه با جرم m و سختی ثابت k در طبقات به صورت زیر است. در این صورت مقدار a کدام است؟

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \phi_1 = \begin{bmatrix} a \\ 1 \end{bmatrix}$$

(۱) ۰٫۵

(۲) ۰٫۷۵

(۳) ۱

(۴) ۲

۴۳- تجهیزاتی به جرم ۱۵۰۰ کیلوگرم بر روی پایه‌ای دارای فنر و میراگر مستقر است. اگر جابه‌جایی سیستم تحت وزن این تجهیزات برابر با ۲/۵ سانتی‌متر باشد و در صورت ارتعاش آزاد سیستم جابه‌جایی سیستم بعد از ۵ سیکل به یک‌دهم جابه‌جایی اولیه برسد، ضریب میرایی میراگر پایه چند  $\frac{Ns}{m}$  است؟

(فرض:  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  و  $\pi = 3$ )

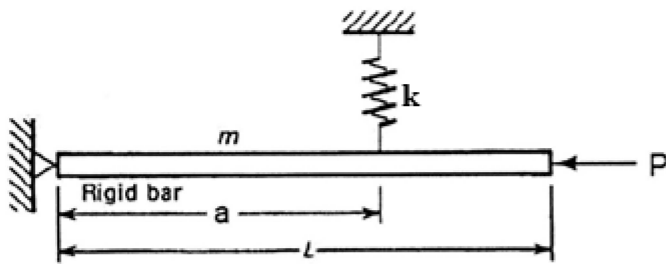
(۱)  $18000 \ln(5)$

(۲)  $18000 \ln(10)$

(۳)  $9000 \ln(5)$

(۴)  $9000 \ln(10)$

۴۴- در شکل زیر نیروی بحرانی P چقدر باشد تا تحت آن ارتعاش سیستم ناپایدار شود؟



(۱)  $\frac{ka}{L}$

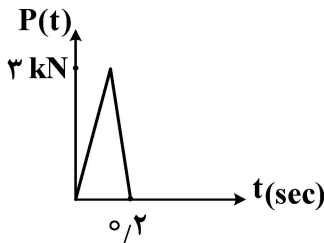
(۲)  $\frac{k}{L}$

(۳)  $\frac{ka^2}{L}$

(۴)  $\frac{ka^2}{L^2}$

۴۵- معادله حرکت یک سیستم یک درجه آزادی به صورت  $P(t) = 2000x + 500\ddot{x}$  است. اگر سیستم تحت نیروی نمایش

داده شده قرار گیرد، حداکثر جابه‌جایی سیستم چند سانتی‌متر است؟ (فرض  $\pi$  برابر با ۳، واحد جرم kg، سختی  $\frac{N}{m}$ )



(۱) ۳۰

(۲) ۳

(۳) ۶۰

(۴) ۶

مهندسی ترافیک پیشرفته:

۴۶- حجم معادل سواری در گردش به چپ، در تقاطع‌های چراغ‌دار کدام است؟

- (۱) با افزایش شعاع گردش به چپ، افزایش می‌یابد.
- (۲) با افزایش حجم ترافیک جهت روبه‌رو، افزایش می‌یابد.
- (۳) با کاهش حجم تمایل گردش به چپ، افزایش می‌یابد.
- (۴) در صورت داشتن خط عبور اختصاصی گردش به چپ، معادل سواری مستقیم است.

۴۷- گام (pace) سرعت چیست؟

- (۱) اختلاف حداکثر و حداقل سرعت
- (۲) سرعت ۸۵ درصد خودروها از آن کمتر است.
- (۳) بازه سرعتی ۱۰ کیلومتر (یا مایل) بر ساعت که دربرگیرنده بیشینه سرعت است.
- (۴) بازه سرعتی به اندازه ۱۰ کیلومتر (یا مایل) بر ساعت که بیشترین فراوانی داده‌های سرعت در آن قرار دارد.

۴۸- کدام مورد، درباره خستگی و هوشیاری راننده درست است؟

- (۱) خستگی، زمان عکس‌العمل راننده را تغییر نمی‌دهد.
- (۲) اثرات خستگی ذهنی همانند اثرات خستگی فیزیکی است.
- (۳) خستگی، تغییرات شدیدی در الگوی رانندگی ایجاد می‌کند.
- (۴) استعداد راننده در به‌خاطر سپردن علائم محیطی برای مدت طولانی را هوشیاری راننده می‌نامند.

۴۹- طبق تئوری دید و عکس‌العمل، عکس‌العمل راننده به یک محرک خارجی دارای چه مراحل است؟

- (۱) شناسایی - دریافت - تصمیم - اجرا
- (۲) دیدن - تشخیص - تصمیم - اجرا
- (۳) دریافت - تشخیص - تصمیم - اجرا
- (۴) دریافت - تشخیص - پاسخ - اجرا

۵۰- معیار سطح سرویس در آزادراه، بزرگراه و تقاطع‌های چراغدار به ترتیب، کدام است؟

- (۱) چگالی، چگالی و زمان تأخیر  
 (۲) چگالی، سرعت و سرعت  
 (۳) سرعت، چگالی و چگالی  
 (۴) سرعت، سرعت و چگالی

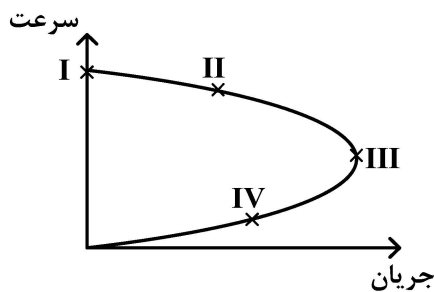
۵۱- در یک جریان ترافیک، اگر سرعت وسایل نقلیه دارای توزیع نرمال با میانگین ۵۶ کیلومتر بر ساعت و انحراف معیار ۱۰ کیلومتر بر ساعت باشد، در عبور ۵۰ وسیله نقلیه، چند وسیله نقلیه احتمالاً سرعت‌شان بین ۵۳ تا ۶۱ کیلومتر

Z	F(z)
۰٫۳	۰٫۶۲
۰٫۴	۰٫۶۵
۰٫۵	۰٫۶۹
۰٫۶	۰٫۷۲
۰٫۷	۰٫۷۶

بر ساعت است؟

- (۱) ۴  
 (۲) ۱۵  
 (۳) ۱۹  
 (۴) ۳۵

۵۲- در نمودار اساسی ترافیک یک آزادراه به شکل زیر، کدام نقطه شرایط جریان ناپایدار را نشان می‌دهد؟



- I (۱)  
 II (۲)  
 III (۳)  
 IV (۴)

۵۳- کدام خصوصیت(ها) برای عابرین پیاده در طراحی تسهیلات ترافیکی آنها در نظر گرفته می‌شود؟

- (۱) زمان پذیرش فاصله  
 (۲) سرعت عابر  
 (۳) درک و شناخت عابرین از علائم  
 (۴) همه موارد

۵۴- تعداد نقاط تداخل در یک تقاطع، به کدام عامل بستگی ندارد؟

- (۱) فاصله دید توقف  
 (۲) نوع کنترل ترافیک  
 (۳) تعداد شاخه‌های تقاطع و تعداد خطوط  
 (۴) حرکات گردش و خطوط ویژه حرکات گردش

۵۵- سرفاصله اشباع برای یک حرکت مستقیم رو به جنوب برابر ۱/۸ ثانیه بر وسیله است. اگر طول زمان سبز مؤثر

- ۳۰ ثانیه و طول چرخه ۶۰ ثانیه باشد، ظرفیت عبوری این حرکت بر حسب وسیله نقلیه بر ساعت، چقدر است؟  
 (۱) ۲۴۰۰  
 (۲) ۴۰۰۰  
 (۳) ۱۰۰۰  
 (۴) ۲۰۰۰

۵۶- برای یک خیابان منتهی به تقاطع چراغدار، اطلاعاتی به این شرح وجود دارد:

زمان سبز = ۳۰" ، طول چرخه = ۶۰" ، زمان زرد = ۳" و کل زمان تلف‌شده در سیکل = ۲/۵".

با فرض سرفاصله اشباع ۳ ثانیه بر وسیله، ظرفیت این خیابان چند وسیله بر ساعت است؟

- (۱) ۶۱۰  
 (۲) ۶۰۰  
 (۳) ۵۹۰  
 (۴) ۵۸۰

۵۷- شش وسیله نقلیه، مسافت ۳۰۰۰ متری را در زمان‌های ۳، ۲، ۳/۵، ۴، ۴/۵ و X دقیقه طی کرده‌اند. مقدار X چند

دقیقه باشد تا متوسط سرعت مکانی ۵۴ کیلومتر بر ساعت باشد؟

- (۱) ۲/۵  
 (۲) ۳  
 (۳) ۳/۵  
 (۴) ۴

۵۸- رابطه سرعت (برحسب کیلومتر بر ساعت) و تراکم (برحسب وسیله نقلیه در هر کیلومتر در هر خط) در بزرگراهی محاسبه شده است و به صورت (تراکم  $\times 2 - 110 =$  سرعت) است. سرعت جریان آزاد، تراکم (چگالی) حداکثر و ظرفیت هر خط این بزرگراه به ترتیب کدام است؟

(۱) ۵۵، ۵۵ و ۳۰۲۵ (۲) ۵۵، ۲۷٫۵ و ۱۵۱۲٫۵

(۳) ۱۱۰، ۵۵ و ۱۵۱۲٫۵ (۴) ۱۱۰، ۲۷٫۵ و ۱۲۳۷٫۵

۵۹- در تعیین سطح سرویس راه‌های دوخطه دوطرفه، کدام عامل باعث افزایش درصد تأخیر می‌شود؟

(۱) کاهش شیب مسیر (۲) کاهش شدت جریان در دو جهت

(۳) کاهش درصد نقاط سبقت ممنوع (۴) نامتعادل ترشدن توزیع جهتی

۶۰- محدوده دید نسبتاً واضح، در چه محدوده‌ای (برحسب درجه) اطراف خط دید است و در این محدوده، کدام مورد قابل تشخیص می‌باشد؟

(۱) ۳ تا ۱۰ - اشکال و رنگ‌ها (۲) ۳ تا ۱۰ - حروف

(۳) ۱۰ تا ۱۲ - اشکال و رنگ‌ها (۴) ۱۰ تا ۱۲ - حروف

تئوری الاستیسیته:

۶۱- فرض شود که  $\hat{e}_i$ ها معرف بردارهای پایه فضای سه‌بعدی هستند. بردار  $\mathbf{u}$  و تانسور مرتبه دوم  $\mathbf{D}$  را به شرح زیر در نظر بگیرید. کسینوس زاویه بین دو بردار  $\mathbf{D} \cdot \mathbf{u}$  و  $\mathbf{u} \cdot \mathbf{D}$  کدام است؟

$$\mathbf{u} = \hat{e}_1 - 2\hat{e}_2 - \hat{e}_3$$

$$\mathbf{D} = \hat{e}_1\hat{e}_1 - \hat{e}_2\hat{e}_2 + 2\hat{e}_3\hat{e}_3 - \hat{e}_1\hat{e}_2 + 2\hat{e}_2\hat{e}_1 + \hat{e}_2\hat{e}_3 - \hat{e}_3\hat{e}_2$$

(۱)  $\frac{1}{63}$

(۲)  $\frac{\sqrt{7}}{7}$

(۳)  $\frac{\sqrt{7}}{3}$

(۴) ۱

۶۲- ماتریس تنش در یک نقطه، به صورت زیر داده شده است. کدام گزاره در خصوص مؤلفه‌های نرمال و برشی بردار ترکشن (traction) روی صفحات گذرنده از نقطه مزبور، درست است؟

$$[\sigma] = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 0 \\ 4 & 0 & 3 \\ 0 & 3 & 0 \end{bmatrix} \text{ (MPa)}$$

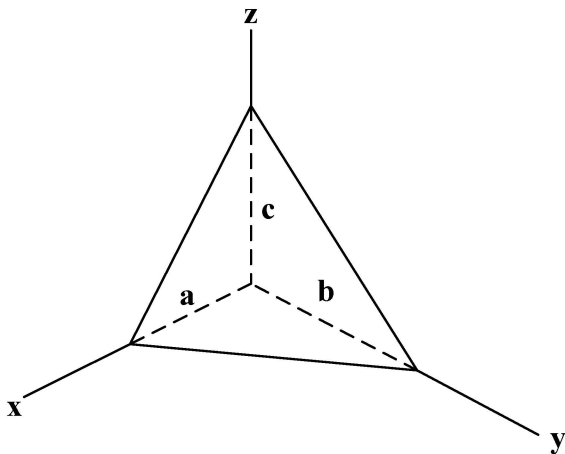
(۱) صفحه عاری از ترکشن (traction free) در این نقطه نداریم.

(۲) حداقل یک صفحه گذرنده حامل تنش نرمال ۶ MPa وجود دارد.

(۳) حداقل یک صفحه گذرنده حامل تنش برشی ۶ MPa وجود دارد.

(۴) صفحه گذرنده‌ای از این نقطه با تنش نرمال ۲/۵ MPa و تنش برشی صفر وجود ندارد.

۶۳- هرم توپر نشان داده شده با یال‌های قائم  $a$ ،  $b$  و  $c$  توسط سیال پیرامونی، روی همه وجوه خود تحت فشار یکنواخت  $P$  قرار گرفته است. بردار ترکشن (traction) روی صفحه گذرنده از مرکز ثقل هرم به موازات صفحه  $xy$  کدام است؟ (از نیروهای حجمی (body-force) صرف نظر شده است.)



$$\begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ -P \end{Bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{Bmatrix} -P \\ -P \\ -P \end{Bmatrix} \quad (3)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}} \begin{Bmatrix} -P \\ -P \\ -P \end{Bmatrix} \quad (4)$$

۶۴- جسمی کروی شکل با مجموعه نقاط  $25 \leq (x_1 - 2)^2 + x_2^2 + (x_3 + 4)^2$  توصیف می‌شود. اگر میدان تنش حاکم بر این جسم به شرح زیر باشد، بردار ترکشن (traction) وارد بر رویه این جسم کروی در نقطه  $(2, 3, 0)$  کدام خواهد بود؟

$$T = \begin{bmatrix} 5x_1^2 & -2x_1x_3 & 0 \\ -2x_1x_3 & 0 & 4x_2^2 \\ 0 & 4x_2^2 & -3x_1x_3 \end{bmatrix}$$

$$(0, 21/6, -28/8) \quad (2)$$

$$(0, 28/8, -21/6) \quad (1)$$

$$(0, 21/6, 28/8) \quad (4)$$

$$(0, 28/8, 21/6) \quad (3)$$

۶۵- نامتغیرهای اول و سوم تانسور کرنش در یک نقطه به صورت  $I_E = 0/01$  و  $III_E = 0$  داده شده‌اند. اگر یکی از کرنش‌های اصلی در این نقطه برابر  $7 \times 10^{-3}$  باشد، حداکثر تغییر زاویه بین راستاهای متعامد گذرنده از این نقطه، کدام است؟

$$6 \times 10^{-3} \quad (2)$$

$$7 \times 10^{-3} \quad (1)$$

$$3 \times 10^{-3} \quad (4)$$

$$3/5 \times 10^{-3} \quad (3)$$

۶۶- در جسمی الاستیک، یک میدان جابه‌جایی دوبعدی به وجود آمده است. گرادیان این میدان جابه‌جایی به شرح زیر است. حال مربع کوچکی را دارای رئوسی به مختصات  $(-1/501, 1/001)$ ،  $(-1/501, 0/999)$ ،  $(-1/499, 0/999)$  و  $(-1/499, 1/001)$  در نظر بگیرید. تحت میدان جابه‌جایی مورد اشاره، زوایای این مربع به چه میزان بر حسب رادیان تغییر می‌کنند؟

$$\nabla u = \begin{bmatrix} 2(x_1 + x_2) & -x_2 \\ 2x_1 & -x_1 + 2x_2 \end{bmatrix} \times 10^{-3}$$

$$0/002 \quad (2)$$

$$0/001 \quad (1)$$

$$0/004 \quad (4)$$

$$0/003 \quad (3)$$

۶۷- ماتریس تنش در یک نقطه دلخواه از یک جسم، به صورت 
$$[\sigma_{ij}] = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} \end{bmatrix}$$
 داده شده است. برقراری

کدام یک از شرایط زیر، به منظور آنکه این تانسور مربوط به حالت تنش صفحه‌ای باشد، کافی است؟

(۱)  $\det[\sigma_{ij}] = 0$

(۲)  $\begin{vmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{13} \\ \sigma_{31} & \sigma_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \sigma_{22} & \sigma_{23} \\ \sigma_{32} & \sigma_{33} \end{vmatrix} = 0$

(۳)  $\text{tr}[\sigma_{ij}] = 0, \sigma_{11}\sigma_{22} + \sigma_{22}\sigma_{33} + \sigma_{33}\sigma_{11} = 0$

(۴)  $\text{tr}[\sigma_{ij}] \neq 0, \sigma_{11}\sigma_{22} + \sigma_{22}\sigma_{33} + \sigma_{33}\sigma_{11} = 0$

۶۸- در آزمایش بارگذاری تک‌محوره یک ماده ارتوتروپیک با صفحات تقارن الاستیک  $xy, xz$  و  $yz$  با اعمال تنش

$\sigma_{xx} = 100 \text{ MPa}$ ، مقادیر کرنش  $\epsilon_{xx} = 0.5 \times 10^{-3}$ ،  $\epsilon_{yy} = -0.1 \times 10^{-3}$  و  $\epsilon_{zz} = -0.2 \times 10^{-3}$

حاصل شده است. اگر آزمایش دیگری را با اعمال تنش تک‌محوره  $\sigma_{yy} = 200 \text{ MPa}$  انجام دهیم، چه

مقداری برای کرنش  $\epsilon_{xx}$ ، حاصل می‌شود؟

(۱)  $-0.5 \times 10^{-3}$

(۲)  $-0.4 \times 10^{-3}$

(۳)  $-0.2 \times 10^{-3}$

(۴)  $-0.1 \times 10^{-3}$

۶۹- میدان تنش پدیدآمده در یک جسم الاستیک در حالت تعادل استاتیکی به شرح زیر است، که اینجا  $\sigma_0$  و  $L$  مقادیر ثابت

هستند. بردار نیروی حجمی (body force) وارد بر این جسم در نقطه  $(x_1, x_2, x_3) = (L, 0, \frac{L}{2})$  کدام است؟

$$T = \frac{\sigma_0}{L^2} \begin{bmatrix} \frac{x_1 x_2^2}{L} & -2x_2 x_3 & \frac{x_1 x_3^2}{L} + x_2^2 \\ -2x_2 x_3 & 0 & -Lx_1 + \frac{x_2^2}{2L} \\ \frac{x_1 x_3^2}{L} + x_2^2 & -Lx_1 + \frac{x_2^2}{2L} & -\frac{x_3^2}{4} \end{bmatrix}$$

(۱)  $(-\frac{3\sigma_0}{L}, 0, -\frac{\sigma_0}{2L})$

(۲)  $(-\frac{\sigma_0}{L}, 0, -\frac{\sigma_0}{2L})$

(۳)  $(-\frac{2\sigma_0}{L}, 0, 0)$

(۴)  $(-\frac{\sigma_0}{L}, 0, 0)$

۷۰- مقادیر تنش‌های انحرافی اصلی در یک نقطه عبارتند از:  $s_1 = 2 \text{ MPa}$ ،  $s_2 = 4 \text{ MPa}$  و  $s_3 = -2 \text{ MPa}$ . اگر

میدان موردنظر از یک ماده الاستیک همسانگرد تراکم‌ناپذیر با مدول الاستیسیته  $E = 3 \text{ GPa}$  ساخته شده باشد،

بزرگ‌ترین کرنش اصلی در این نقطه چه مقداری است؟

(۱)  $10^{-3}$

(۲)  $1.5 \times 10^{-3}$

(۳)  $2 \times 10^{-3}$

(۴) برای حل مسأله، علاوه بر تنش‌های انحرافی، نیاز به اطلاع از مقدار تنش کروی (فشار هیدروستاتیکی) است.

۷۱- در یک مسئله دوبعدی کرنش مسطحه، میدان کرنشی را با مؤلفه‌هایی به شرح زیر در نظر بگیرید، که اینجا  $E$  و  $\nu$  به ترتیب مدول یانگ و نسبت پواسون و  $\{k_0, k_1, k_2\}$  مجموعه‌ای از ثوابت هستند. اگر میدان کرنش داده شده شرط سازگاری را ارضا کند، در آن صورت  $\frac{k_1}{k_2}$  کدام است؟

$$[e_{ij}] = k_0 \left( \frac{1+\nu}{E} \right) \begin{bmatrix} x_1^2 x_2 + \frac{1}{3} x_1 x_2^2 - k_1 (x_1^3 - x_2^3) & k_1 x_1^2 x_2 + x_1 x_2^2 \\ k_1 x_1^2 x_2 + x_1 x_2^2 & -\frac{1}{3} k_2 x_1^3 + k_2 x_2^3 - 2\nu (x_1^2 x_2 - x_1 x_2^2) \end{bmatrix}$$

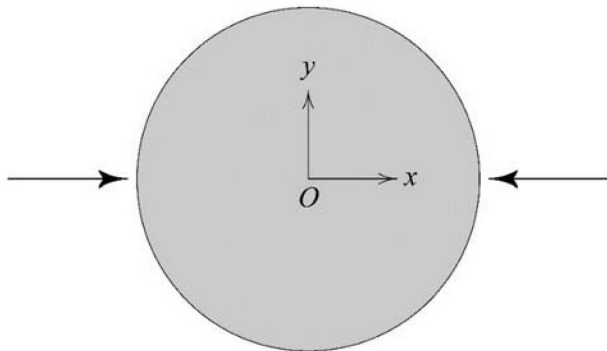
(۱)  $\frac{6\nu}{5}$   
 (۲)  $\frac{1+\nu}{2(1-\nu)}$   
 (۳)  $\frac{1+2\nu}{\nu-2\nu}$   
 (۴) تعداد ثوابت مجهول بیشتر از تعداد معادلات سازگاری است، لذا تعیین نسبت مذکور امکان‌پذیر نیست.

۷۲- تابع تنش ایری  $\phi$  در محدوده مادی  $0 \leq x \leq c$  و  $-c \leq y \leq c$  به صورت زیر برقرار است. برآیند نیروی محوری روی مرز  $x = c$ ، کدام است؟ (ضخامت صفحه را واحد فرض کنید).

$$\phi = \frac{q}{8c^3} (x^2 y^3 - 3c^2 x^2 y + 2c^3 x^2 - \frac{2}{5} c^2 y^3 - \frac{1}{5} y^5)$$

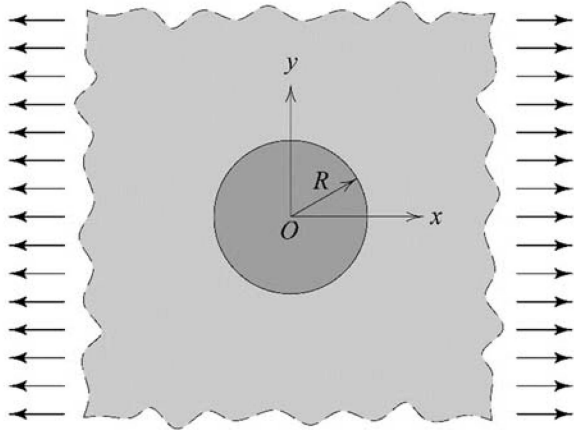
(۱) صفر  
 (۲)  $\frac{q}{40}$   
 (۳)  $\frac{q}{8}$   
 (۴)  $q$

۷۳- جسم دایروی مطابق تصویر تحت دو بار متمرکز قرار گرفته است. مسئله در شرایط کرنش مسطحه قرار دارد. کدام مورد، درباره وضعیت جابه‌جایی و تنش‌های پدیدآمده در این جسم نادرست است؟



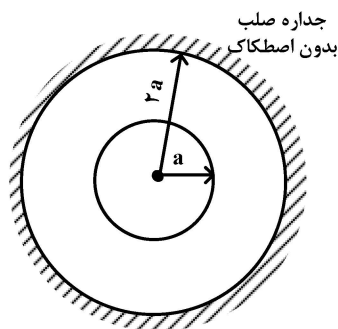
- (۱) مؤلفه تنش  $T_{xy}$  نسبت به متغیر  $x$  تابعی زوج و نسبت به متغیر  $y$  تابعی فرد است.
- (۲) مؤلفه جابه‌جایی  $u_x$  نسبت به متغیر  $x$  تابعی فرد و نسبت به متغیر  $y$  تابعی زوج است.
- (۳) مؤلفه جابه‌جایی  $u_y$  نسبت به متغیر  $x$  تابعی زوج و نسبت به متغیر  $y$  تابعی فرد است.
- (۴) مؤلفه‌های تنش  $T_{yy}$  و  $T_{xx}$  نسبت به دو متغیر  $x$  و  $y$  توابعی زوج هستند.

۷۴- محیطی نامتناهی را مطابق شکل تحت بارگذاری کششی تک‌محوری در دوردست در نظر بگیرید. در میانه این محیط ناحیه دایروی به شعاع  $R$  از ماده‌ای دیگر ساخته شده است. امکان هیچ لغزشی بین این دو ماده در مرز بینشان وجود ندارد. مدول برشی این دو ماده با یکدیگر برابر است ولی نسبت‌های پواسون متفاوتی دارند. مؤلفه‌های کرنش مسئله را در مختصات قطبی با  $\{e_{rr}, e_{r\theta}, e_{\theta\theta}\}$  نشان می‌دهیم. در خصوص وضعیت این مؤلفه‌ها بر روی مرز  $r = R$ ، کدام مورد درست است؟



- (۱)  $e_{r\theta}$  پیوسته است.
- (۲)  $e_{r\theta}$  و  $e_{rr}$  پیوسته‌اند.
- (۳) هر سه مؤلفه کرنش پیوسته هستند.
- (۴) هیچ‌کدام از مؤلفه‌های کرنش پیوسته نیستند.

۷۵- مطابق شکل زیر، استوانه توخالی در حالت کرنش مسطحه با شعاع داخلی  $a$  و شعاع خارجی  $2a$  و با ضریب پواسون  $\nu = \frac{1}{3}$  که در یک جداره صلب محصور شده است، تغییر دمای یکنواخت  $\Delta T$  را تجربه می‌کند. اگر  $\phi$  تابع تنش ایری و  $\alpha$  ضریب انبساط حرارتی خطی باشد، کدام یک از معادلات زیر در این میدان برقرار نیست؟



- (۱)  $\nabla^4 \phi = 0$
- (۲)  $\phi = Ar^2 + B \ln r$
- (۳)  $\epsilon_{ij} = \frac{1}{2\mu} \sigma_{ij} - \frac{\nu}{E} \delta_{ij} \sigma_{kk} - \delta_{ij} \alpha \Delta T$
- (۴)  $\sigma_{rr}|_{r=a} = 0$

دینامیک خاک:

۷۶- در تحلیل لرزه‌ای به روش شبه‌استاتیکی دیوارهای حایل وزنی، اگر از اینرسی دیوار صرف‌نظر شود، تغییرات ضریب اطمینان دیوار در برابر ناپایداری چگونه خواهد بود؟

- (۱) ضریب اطمینان به دست آمده عدد بزرگتری را نشان می‌دهد که در عمل در راستای کاهش ناپایداری دیوار است.
- (۲) ضریب اطمینان به دست آمده عدد بزرگتری را نشان می‌دهد که در عمل در راستای افزایش ناپایداری دیوار است.
- (۳) ضریب اطمینان به دست آمده عدد کوچکتری را نشان می‌دهد که در عمل در راستای کاهش ناپایداری دیوار است.
- (۴) ضریب اطمینان به دست آمده عدد کوچکتری را نشان می‌دهد که در عمل در راستای افزایش ناپایداری دیوار است.

۷۷- در حالت ارتعاش اجباری قائم شالوده یک ماشین صنعتی، چنانچه نسبت میرایی افزایش یابد، چه تغییری در پاسخ سیستم ایجاد می‌شود؟

- (۱) دامنه ارتعاش و فرکانس تشدید هر دو افزایش می‌یابد.
- (۲) دامنه ارتعاش افزایش و فرکانس تشدید کاهش می‌یابد.
- (۳) دامنه ارتعاش و فرکانس تشدید هر دو کاهش می‌یابد.
- (۴) دامنه ارتعاش کاهش و فرکانس تشدید افزایش می‌یابد.

۷۸- یک لایه همگن به ضخامت  $H$  و سرعت موج برشی  $V_s$  مستقر بر سنگ بستر صلب قرار دارد. اگر از میرایی خاک صرف نظر شود، تشدید در کدام فرکانس ارتعاشی احتمال وقوع دارد؟ (تحلیل خطی)

(۱)  $\frac{\pi V_s}{4H}$

(۲)  $\frac{2\pi V_s}{3H}$

(۳)  $\frac{5\pi V_s}{H}$

(۴)  $\frac{9\pi V_s}{2H}$

۷۹- با کاهش کرنش برشی در آزمایش برش سیکلی، کدام مورد اتفاق می افتد؟

(۱) افزایش میرایی

(۲) افزایش مدول برشی

(۳) بسته به مشخصات خاک، میرایی ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

(۴) بسته به مشخصات خاک، مدول برشی ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

۸۰- در یک آزمایش لرزه‌ای بین‌گمانه‌ای (Hole-Cross)، دو گمانه به فاصله ۱۰ متر از یکدیگر در خاکی با دانسیته ۲ گرم بر سانتی متر مکعب حفاری شده و زمان دریافت موج ۵۰ میلی ثانیه به دست آمده است. مدول برشی حداکثر این خاک، چند مگاپاسکال است؟

(۱) ۲۰

(۲) ۴۰

(۳) ۸۰

(۴) ۱۶۰

۸۱- در فاصله ۱۰۰ متری از یک منبع ارتعاش سطحی، نسبت کاهش انرژی موج حجمی و سطحی به ترتیب، کدام است؟

(۱) ۰/۱ ، ۰/۰۱

(۲) ۰/۰۱ ، ۰/۰۱

(۳) ۰/۱ ، ۰/۰۰۰۱

(۴) ۰/۱ ، ۰/۰۰۰۱

۸۲- مدول برشی  $G_{max}$  در کدام آزمایش دینامیکی روی خاک، قابل تعیین است؟

(۱) ژئوفیزیکی

(۲) میز لرزه

(۳) برش نوسانی

(۴) سه‌محوری سیکلی

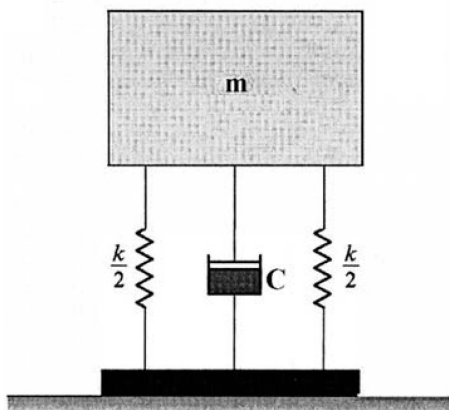
۸۳- در ارتعاش آزاد سیستم زیر، اگر سختی فنر و جرم دو برابر شوند، میرایی ویسکوز چند برابر شود تا فرکانس زاویه‌ای حرکت نوسانی ثابت بماند؟

(۱) ۱

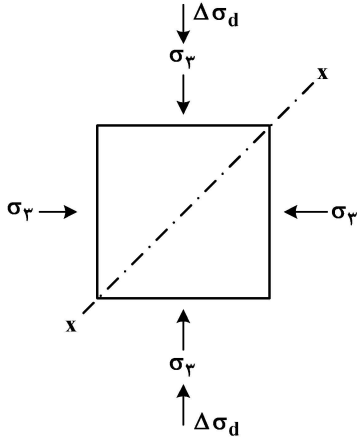
(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

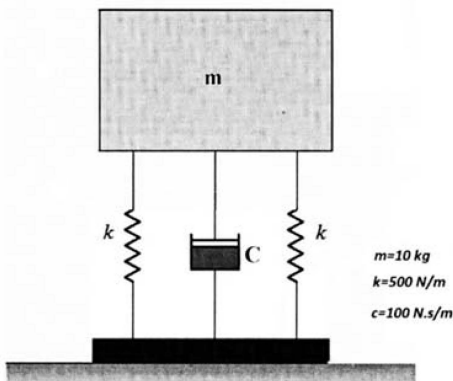


۸۴- در یک آزمایش سه محوری سیکی روی ماسه، نمونه تحت فشار همه جانبه  $100 \text{ kPa}$  قرار دارد. در سیکل بارگذاری تنش انحرافی به میزان  $50 \text{ kPa}$  افزایش و فشار همه جانبه به همین میزان همزمان کاهش می یابد. در سیکل بعد تنش انحرافی  $50 \text{ kPa}$  کاهش و فشار همه جانبه به همین میزان همزمان افزایش می یابد. کدام مورد نادرست است؟



- (۱) تنش برشی روی محور  $x-x$  ثابت و معادل  $75 \text{ kPa}$  است.
- (۲) تنش برشی روی محور  $x-x$  ثابت و معادل  $50 \text{ kPa}$  است.
- (۳) تنش نرمال روی محور  $x-x$  ثابت و معادل  $100 \text{ kPa}$  است.
- (۴) جهت تنش برشی روی سطح  $x-x$  در هر سیکل تغییر می کند.

۸۵- در یک ارتعاش با میرایی ویسکوز مطابق شکل، اگر میرایی سیستم دو برابر شود، کدام مورد درست است؟



- (۱) حرکت ارتعاشی تا توقف کامل به صورت کاهشی ادامه می یابد.
- (۲) حرکت ارتعاشی پس از دوره اول متوقف خواهد شد.
- (۳) حرکت ارتعاشی قبل از دوره اول متوقف خواهد شد.
- (۴) دامنه نوسان در هر دوره نصف خواهد شد.

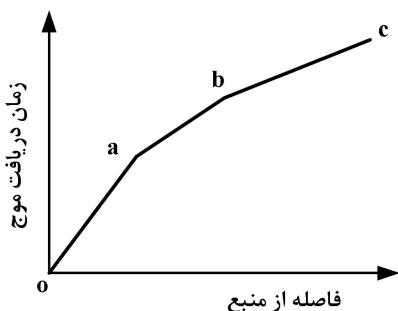
۸۶- کدام مورد، در خصوص طراحی دیوارهای حائل در زمان زلزله نادرست است؟

- (۱) نیروی وارد بر دیوار، موجب لنگر واژگونی بزرگتری می شود.
- (۲) ضریب اطمینان کنترل پایداری در زلزله کوچکتر از حالت استاتیکی لحاظ می شود.
- (۳) در روش شبه استاتیکی، نقطه اثر نیروی وارد بر دیوار مستقل از فرکانس ارتعاش است.
- (۴) در روش شبه دینامیکی، نقطه اثر نیروی وارد بر دیوار مستقل از فرکانس ارتعاش است.

۸۷- در شرایط لرزه ای با افزایش شتاب زلزله، به ترتیب نسبت  $G/G_{max}$  و ضریب میرایی خاک چگونه تغییر می کنند؟

- (۱) کاهش، کاهش
- (۲) افزایش، افزایش
- (۳) افزایش، کاهش
- (۴) کاهش، افزایش

۸۸- نتایج یک بررسی ژئوفیزیکی در شکل زیر آمده است. کاهش زاویه خطوط، به کدام دلیل ایجاد می شود؟



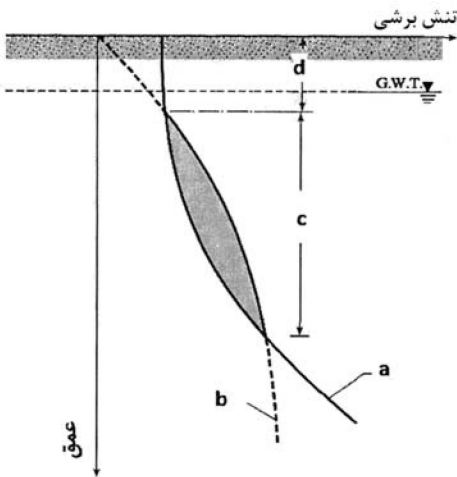
- (۱) موج انعکاسی
- (۲) افزایش ضخامت لایه ها از سطح زمین
- (۳) افزایش سرعت انتشار موج در لایه های زیرین
- (۴) افزایش فاصله انجام آزمایش از گیرنده

۸۹- در آزمایش بارگذاری صفحه به روش سیکلی در سطح تنش ۱ و ۲ کیلوگرم بر سانتی مترمربع، نشست برگشت پذیر خاک به ترتیب ۱ و ۲ میلی متر گزارش شده است. اگر یک پی بتنی مربع با ابعاد ۲ متر و ضخامت ۱ متر روی این خاک قرار گیرد،

فرکانس طبیعی پی ( $\omega_n$ ) با فرض ارتعاش آزاد و غیرمیرا چقدر خواهد بود؟ ( $\gamma = \frac{t}{m} = ۲/۵$  بتن)

- (۱) ۰/۱  
 (۲) ۰/۲  
 (۳) ۰/۴  
 (۴) ۰/۵

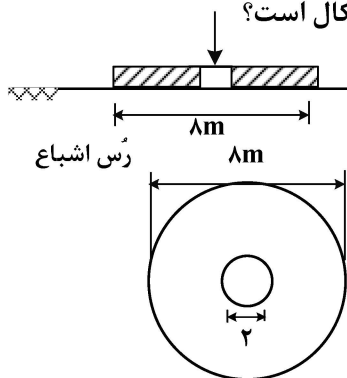
۹۰- در ارزیابی پتانسیل روان گرایی، کدام مورد مطابق شکل نادرست است؟



- (۱) روان گرایی اولیه در محدوده  $d$  اتفاق می افتد.  
 (۲) روان گرایی اولیه در محدوده  $c$  اتفاق می افتد.  
 (۳) منحنی  $a$  بیانگر تنش مولد روان گرایی (CRR) است.  
 (۴) منحنی  $b$  بیانگر تنش برشی ناشی از زلزله (CSR) است.

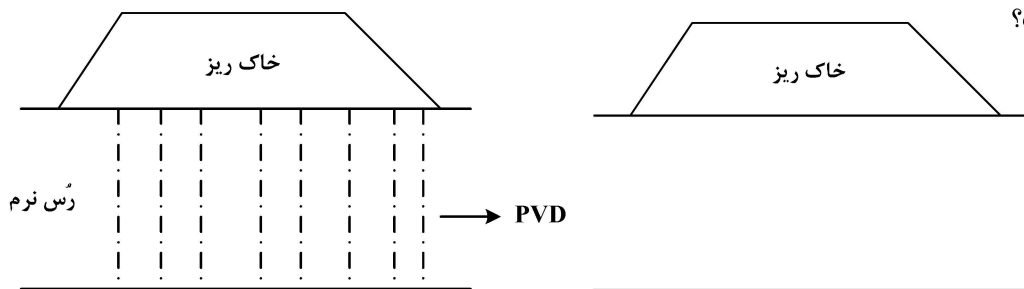
مهندسی پی پیشرفته:

۹۱- ظرفیت باربری پی دایره ای توخالی شکل زیر، در شرایط زهکشی نشده چند کیلو پاسکال است؟



- (۱) ۲۴/۲  
 (۲) ۴۸/۷  
 (۳) ۶۲/۸  
 (۴) ۸۲/۲
- $C_u = ۲۰ \text{ kPa}$   
 $N_c = ۵/۱۴$   
 ضریب شکل پی = ۰/۸

۹۲- به منظور بهسازی یک لایه خاک رس نرم اشباع، از یک سری زهکش پیش ساخته PVD استفاده می شود. در این حالت کدام



مورد درست است؟

- (۱) مقدار نشست تحکیمی و زمان اتفاق افتادن آن در خاک بهسازی شده بیشتر است.  
 (۲) مقدار نشست تحکیمی خاک بهسازی شده بیشتر، اما زمان اتفاق افتادن نشست برای هر دو حالت یکسان است.  
 (۳) مقدار نشست تحکیمی خاک بهسازی شده بیشتر، اما زمان اتفاق افتادن نشست در خاک بهسازی شده کمتر از خاک بهسازی نشده است.  
 (۴) مقدار نشست تحکیمی خاک بهسازی شده و بهسازی نشده یکسان، اما سرعت اتفاق افتادن نشست تحکیمی در خاک بهسازی شده بیشتر است.

۹۳- برای کدام گود، پایدارسازی به روش خرپا مناسب است؟

- (۱) گود به عمق ۶ متر در خاک رُس سیلتی
- (۲) گود به عمق ۵ متر در خاک ماسه‌ای سست
- (۳) گود به عمق ۷ متر در خاک شنی و ماسه اشباع
- (۴) گود به عمق ۲۰ متر در خاک مخلوط شن و ماسه و رُس

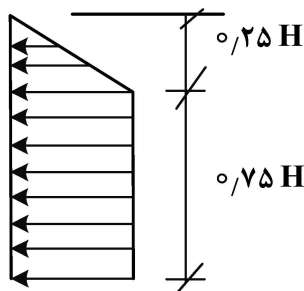
۹۴- در تعیین مقاومت جداری پی‌های عمیق اعم از کوبیدنی و ریختنی، استفاده از کدام ضریب فشار جانبی، تطابق بیشتری با شرایط واقعی دارد؟

- (۱)  $k = k_a$
- (۲)  $k = k_p$
- (۳)  $k_o \leq k \leq k_p$
- (۴)  $k_a \leq k \leq k_o$

۹۵- کدام مورد، در خصوص شمع‌های کوتاه و بلند تحت بار جانبی درست است؟

- (۱) برای شمع‌های کوتاه، تغییر شکل در طول شمع خطی و برش در سر شمع صفر است.
- (۲) برای شمع‌های بلند، تغییر شکل در طول شمع غیرخطی و دوران انتهای شمع صفر است.
- (۳) برای شمع‌های بلند، تغییر شکل در طول شمع غیرخطی و لنگر سر شمع صفر است.
- (۴) برای شمع‌های کوتاه، تغییر شکل در طول شمع غیرخطی و لنگر انتهای شمع صفر است.

۹۶- توزیع فشار جانبی خاک در پشت دیواری انعطاف‌پذیر که با تیرک‌های افقی پایدارسازی شده، به صورت شکل زیر

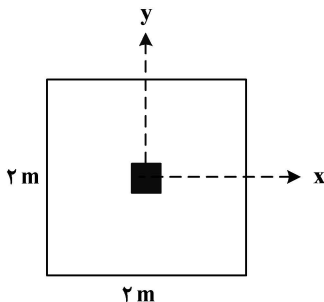


است. خاک پشت دیوار از چه نوعی است؟

- (۱) رُس نرم تا متوسط
- (۲) ماسه متراکم
- (۳) ماسه سست
- (۴) رُس سخت

۹۷- در شالوده شکل زیر، در صورتی که لنگر حول محورهای x و y به ترتیب برابر  $250 \text{ kN.m}$  و  $400 \text{ kN.m}$  باشد،

حداقل نیروی محوری ستون چند کیلونیوتن باشد تا هیچ نقطه‌ای از شالوده به کشش نیفتد (یا اینکه همه نقاط شالوده در انتقال تنش به زمین نقش داشته باشند)؟



- (۱) ۱۵۰۰
- (۲) ۱۹۵۰
- (۳) ۲۴۰۰

(۴) بدون مشخص بودن نیروی محوری ستون، نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۹۸- یک پی مستطیلی شکل به ابعاد  $B \times L$  بر روی خاک رس اشباعی قرار دارد. کف پی منطبق بر سطح زمین است. اگر

پارامترهای مقاومت برشی خاک در شرایط زهکشی نشده ( $C_u$ ,  $\phi_u$ ) دو برابر شوند، ظرفیت باربری پی، چند برابر می‌شود؟

- (۱) ۲/۶
- (۲) ۲/۳۵
- (۳) ۲
- (۴) ۱/۸۵

۹۹- کدام مورد، در خصوص نظریه‌های مختلف محاسبه ظرفیت باربری پی‌های سطحی درست است؟

- (۱) روش ترزاقی، ضریب شکل پی را در نظر نمی‌گیرد.
- (۲) روش هانسن، ضریب عمق را به همراه ضریب شکل در نظر نمی‌گیرد.
- (۳) روش مایرهوف، برای پی‌های با بار مایل ضریب شکل را در نظر نمی‌گیرد.
- (۴) روش هانسن، ضریب شیب زمین را به همراه ضریب شکل در نظر نمی‌گیرد.

۱۰۰- کدام مورد، در خصوص محاسبه باربری پی‌های سطحی صلب و انعطاف‌پذیر درست است؟

- (۱) در پی‌های صلب، توزیع تنش زیر پی خطی است.
- (۲) در پی‌های انعطاف‌پذیر، توزیع تغییر شکل زیر پی خطی است.
- (۳) ظرفیت باربری پی‌های صلب به روش فنر معادل با سختی متغیر محاسبه می‌شود.
- (۴) ظرفیت باربری پی‌های انعطاف‌پذیر به روش دستی از رابطه میرهوف قابل محاسبه است.

۱۰۱- کدام عبارت، در مورد سهم کلاhek در ظرفیت باربری گروه شمع درست است؟

- (۱) هرچه قطر شمع‌ها بیشتر باشد، سهم کلاhek از ظرفیت باربری افزایش می‌یابد.
- (۲) هرچه فاصله شمع‌ها از هم بیشتر باشد، سهم کلاhek از ظرفیت باربری افزایش می‌یابد.
- (۳) هرچه تعداد شمع‌ها در گروه شمع بیشتر باشد، سهم کلاhek از ظرفیت باربری افزایش می‌یابد.
- (۴) در صورتی که گروه شمع بر لایه سنگی اتکا داشته باشند، سهم کلاhek بیش از حالتی است که بر خاک سست تکیه داشته باشند.

۱۰۲- کدام مورد، در خصوص تحلیل گروه شمع درست است؟

- (۱) در روش تیر خمشی معادل، اتصال شمع و سر شمع گیردار است.
- (۲) در روش دال بر بستر الاستیک، از سختی خاک زیر پی صرف نظر می‌شود.
- (۳) در روش ضرایب اندرکنش، از سختی خاک اطراف شمع‌ها صرف نظر می‌شود.
- (۴) در روش استاتیکی معین، اتصال شمع و سر شمع به صورت مفصلی فرض می‌شود.

۱۰۳- یک گروه شمع به قطر ۰/۷ متر و فاصله مرکز به مرکز ۲/۸ متر، در یک زمین ماسه‌ای متراکم اجرا شده است. مقدار

تقریبی راندمان گروه شمع، کدام است؟

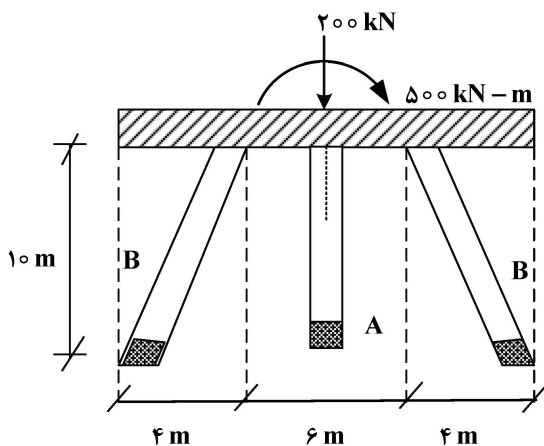
- (۱) کوچکتر از ۱
- (۲) ۱
- (۳) بین ۱ تا ۱/۵
- (۴) ۲

۱۰۴- در گروه شمع سه تایی شکل زیر، اتصال شمع‌ها به کلاhek به صورت مفصلی است. در صورتی که کلاhek صلب و سهم

آن از ظرفیت باربری سیستم رادیه - شمع برابر ۵۰ درصد باشد، نیروی شمع A که در وسط کلاhek قرار دارد، چند

تن است؟

- (۱) ۱۰۰
- (۲) ۶۶/۷
- (۳) ۵۰
- (۴) ۳۳/۳



۱۰۵- برای شناسایی لایه‌بندی خاک در یک نقطه پرترد در مرکز یک شهر بزرگ، کدام ابزار را توصیه می‌کنید؟

- (۱) حفاری گمانه به روش روتاری
- (۲) دستگاه رادار نفوذی (GPR)
- (۳) حفاری چاله آزمایش (Test pit)
- (۴) آزمایش ژئوفیزیک به روش ژئوسایسمیک (روش لرزه‌ای)

هیدرولیک پیشرفته - طراحی هیدرولیکی سازه‌ها:

۱۰۶- کدام یک از موارد زیر درست است؟

الف - روش ماسکینگهام در دسته روندیابی ذخیره‌ای است.

ب - معادله  $S_f = S_o - \frac{\partial y}{\partial x} - \frac{v}{g} \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t}$ ، قادر به شبیه‌سازی جریان‌های متغیر سریع نیست.

ج - روش خصوصیات (Characteristics method)، در مواردی مناسب است که موج سیل، مونوکلینال باشد.

- (۱) «الف» و «ب»
- (۲) «ب» و «ج»
- (۳) «الف» و «ج»
- (۴) «الف»، «ب» و «ج»

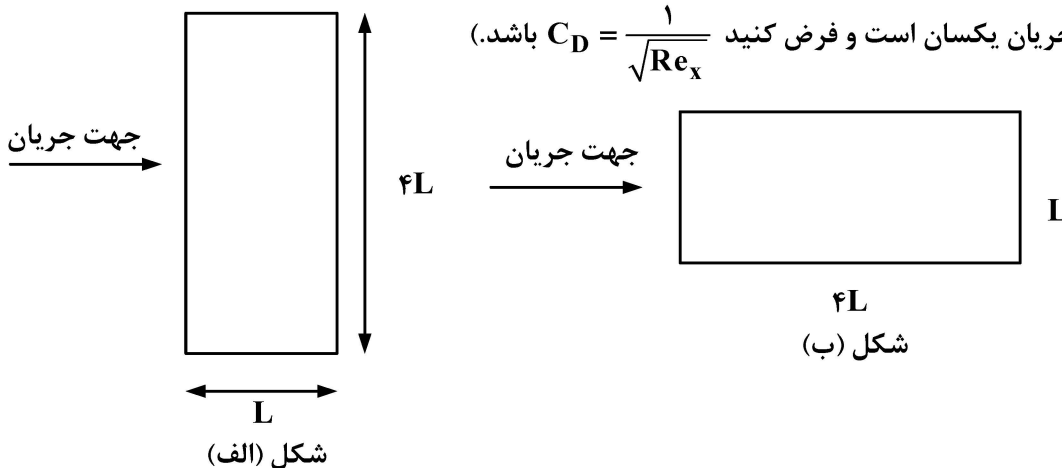
۱۰۷- در یک کانال باز عریض، عمق جریان  $m/9$ ، شیب بستر  $0/01$  و لزجت سینماتیکی آب  $\frac{m^2}{s} \times 10^{-6}$  است. حداکثر ضخامت

زیرلایه لزج آرام، برای این که جریان از نظر هیدرولیکی صاف در نظر گرفته شود، چند متر است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱)  $17 \times 10^{-6}$
- (۲)  $20 \times 10^{-6}$
- (۳)  $23 \times 10^{-6}$
- (۴)  $27 \times 10^{-6}$

۱۰۸- در شکل‌های زیر، تنش برشی مربوط به شکل (الف) با  $\tau_a$  و شکل (ب) با  $\tau_b$  نشان داده شده‌اند. رابطه  $\tau_b$  با  $\tau_a$  چگونه

است؟ (سرعت جریان یکسان است و فرض کنید  $C_D = \frac{1}{\sqrt{Re_x}}$  باشد.)



- (۱)  $\tau_a = \tau_b$
- (۲)  $\tau_a \leq \tau_b$
- (۳)  $\tau_a < \tau_b$
- (۴)  $\tau_a > \tau_b$

۱۰۹- یک کانال فرسایشی با هندسه مثلثی با شیب طولی  $0/01$  و شیب جانبی  $m = 1$  بر پایه بهترین مقطع هیدرولیکی

طراحی شده‌است. مصالح بستر از نوع ماسه لای دار و با قطر متوسط ۱ میلی‌متر و چگالی ۲۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب

است. با فرض پارامتر بحرانی شیلدز برابر  $0/7$ ، حداقل عمق جریان آب برای این که بستر دچار فرسایش نشود، چند

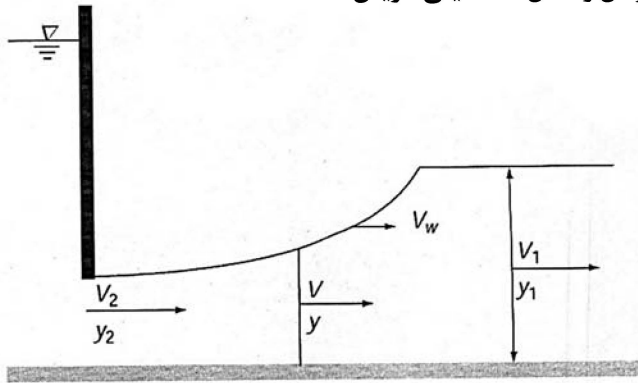
متر است؟

- (۱)  $1/5$
- (۲)  $1/75$
- (۳)  $2/87$
- (۴)  $3/17$

۱۱۰- از دیدگاه ناظر سوار بر موج، موج سیلاب ناشی از شکست سد، چه نوع جریانی است؟

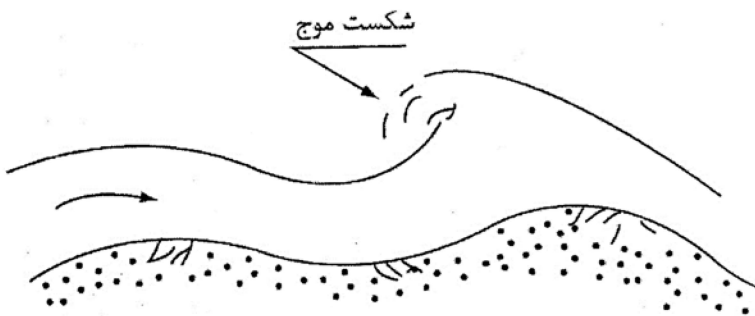
- (۱) دائمی و یکنواخت  
(۲) یکنواخت  
(۳) غیردائمی  
(۴) دائمی

۱۱۱- با توجه به شکل زیر، معادله دیفرانسیل پایه حرکت موج منفی در پایین دست یک دریچه به صورت  $\frac{dV}{dy} = \sqrt{gy}$  است. سرعت حرکت موج به پایین دست  $V_w$  کدام است؟ ( $y_1$  عمق نرمال و کانال مستطیلی عریض است.)



- (۱)  $V_1 + 2\sqrt{gy} - 3\sqrt{gy_1}$   
(۲)  $V_1 + 3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gy_1}$   
(۳)  $V_1 + \sqrt{gy} - 2\sqrt{gy_1}$   
(۴)  $V_1 + 3\sqrt{gy} - \sqrt{gy_1}$

۱۱۲- شکل زیر، نشان دهنده کدام شکل بستر رسوبی است؟



- (۱) تلماسه (Dune)  
(۲) شکنج (Ripple)  
(۳) پاد تلماسه (Anti Dune)  
(۴) موج ایستاده (Standing waves)

۱۱۳- در یک کانال مستطیلی به عرض ۵ متر، یک سرریز جانبی نصب شده است. چنانچه دبی جریان قبل از سرریز برابر با ۱۶ مترمکعب بر ثانیه و عمق جریان بعد از سرریز، ثابت و برابر با ۱/۶ متر باشد، انرژی مخصوص در طول سرریز، کدام است؟

( $n = 0.02$  و  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  و شیب طولی کانال  $= 0.0004$ )

- (۱) ۱/۶۲۵  
(۲) ۱/۶۵  
(۳) ۱/۶۷۵  
(۴) ۱/۷

۱۱۴- چنانچه در یک بستر فرسایش پذیر، اندازه دانه‌های بستر یک میلی‌متر، چگالی دانه‌های بستر ۲۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و پارامتر

شیلدز بحرانی برابر با ۰/۰۵ باشد، مقدار سرعت برشی بحرانی بستر چند متر بر ثانیه است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱) ۰/۰۰۸  
(۲) ۰/۰۱۸  
(۳) ۰/۰۲۸  
(۴) ۰/۰۳۸

۱۱۵- کدام مورد، اصلی‌ترین عامل در افزایش عمق آبشستگی در جلوی پایه پل است؟

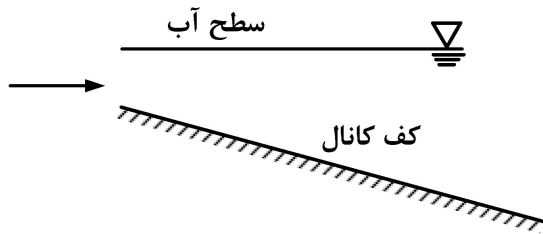
- (۱) گرداب نعل اسبی  
(۲) گرداب برخاستگی  
(۳) جریان روبه پایین  
(۴) گرداب کمانی

۱۱۶- هرگاه  $u'_1 = [0.2, -0.3, 0.18, -0.08]$  باشد، کدام مورد درست است؟

$$\overline{u'^2_1} < \overline{u'^2_1} \quad (2) \qquad \overline{u'^2_1} \geq \overline{u'^2_1} \quad (1)$$

$$\overline{u'^2_1} > \overline{u'^2_1} \quad (4) \qquad \overline{u'^2_1} \leq \overline{u'^2_1} \quad (3)$$

۱۱۷- شکل توزیع تنش رینولدز در یک کانال با مقطع مستطیلی و افزایش عمق جریان مطابق شکل زیر، کدام است؟



(۱) همگرا (Convex)

(۲) واگرا (Concave)

(۳) لگاریتمی

(۴) مثلثی

۱۱۸- با توجه به معادله تغییرات سطح آب در جریان متغیر مکانی، پارامتر  $S_e$ ، نشان دهنده افت ناشی از کدام مورد است؟

(۱) شکل‌های بستر

(۲) تنش برشی بر روی جدار

(۳) آشفتگی و لزجت سیال

(۴) تنش برشی در جهت عرضی

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_e - \alpha \frac{Vq_L}{gA}}{1 - \frac{\alpha Q^2 T}{gA^3}}$$

۱۱۹- افزایش اندازه حرکت و تبادل انرژی در جریان آشفته، سبب کدام شرایط می‌شود؟

(۱) تثبیت نوسانات سرعت

(۲) اثری در ضخامت لایه مرزی ندارد.

(۳) نازک‌تر شدن جریان لایه مرزی

(۴) ضخیم‌تر شدن جریان لایه مرزی

۱۲۰- کدام شکل معادله پیوستگی یک‌بعدی، در یک کانال روباز درست است؟

(۱)  $Q = \text{دبی}$ ،  $A = \text{مساحت}$ ،  $i = \text{شدت بارش}$ ،  $i_b = \text{نرخ نفوذ در محیط خیس شده}$

$W = \text{عرض بالای سطح مقطع}$ ،  $P = \text{محیط خیس شده}$ ،  $q_L = \text{دبی واحد جانبی}$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} + i_b P - i W - q_L = 0 \quad (2) \qquad \frac{\partial A}{\partial t} - \frac{\partial Q}{\partial x} - i_b P + i W - q_L = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial A}{\partial t} - q_L + i_b P + i W = 0 \quad (4) \qquad i W + \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial A}{\partial t} + q_L + i_b P = 0 \quad (3)$$

۱۲۱- یک سرریز لبه تیز مستطیلی به طول (عرض) مؤثر  $(L_e)$  و ارتفاع مؤثر  $(H_{de})$  در یک کانال مستطیلی به عرض  $4m$

قرار دارد. چنانچه مقدار دبی جاری شده از روی سرریز برابر  $0.5 \frac{m^3}{s}$ ، ضریب شدت جریان مؤثر برابر  $0.6$ ، شتاب ثقل

برابر با  $10 \frac{m}{s^2}$  و  $(H_{de})^{1/5} = 0.15$  باشند، طول مؤثر سرریز حدوداً چند متر تخمین زده می‌شود؟

(۱) ۱.۰۵

(۲) ۱.۸۵

(۳) ۲.۲۵

(۴) ۲.۶۵

۱۲۲- مباحث اصلی در هیدرولیک سازه‌های تبدیل (Transition) که دارای اهمیت زیادی می‌باشند، کدام هستند و هدف از آنها چیست؟

- ۱) بهینه‌سازی انرژی مخصوص و تعیین دبی بحرانی در تبدیل - تأمین مطلوب نحوه پخش سرعت در انتهای تبدیل
  - ۲) بهینه‌سازی انرژی مخصوص و محاسبه و طرح پروفیل تبدیل - جلوگیری از بروز پدیده پرش هیدرولیکی در تبدیل
  - ۳) میزان افت انرژی و محاسبه و طرح پروفیل تبدیل - تأمین مطلوب نحوه پخش سرعت در انتهای تبدیل
  - ۴) میزان افت انرژی و تعیین دبی بحرانی در تبدیل - جلوگیری از بروز پدیده پرش هیدرولیکی در تبدیل
- ۱۲۳- برای تبدیل‌های عریض کننده (Expansions) در حالت جریان زیر بحرانی، چنانچه عرض کانال باز، قبل و بعد از تبدیل به ترتیب  $b_1$  و  $b_2$  باشند، طول گرداب به‌وجود آمده در دو طرف تبدیل در چه شرایطی، مساوی خواهند بود و در ضمن این طول‌ها چه تناسبی با عدد رینولدز دارند؟

$$(1) \quad \frac{b_2}{b_1} \geq 2/5, \text{ رابطه مستقیم با آن دارند.} \quad (2) \quad \frac{b_2}{b_1} \leq 2/5, \text{ رابطه معکوس با آن دارند.}$$

$$(3) \quad \frac{b_2}{b_1} \geq 1/5, \text{ بدون تناسب با آن هستند.} \quad (4) \quad \frac{b_2}{b_1} \leq 1/5, \text{ مستقل از آن هستند.}$$

۱۲۴- در طراحی یک ناودان پارشال (Parshall Flume) استاندارد، چنانچه عرض گلوگاه ناودان، دو برابر شود، مقدار دبی عبوری چند برابر خواهد شد؟

- ۱) بستگی به نسبت عمق نرمال به عمق جریان در گلوگاه، خواهد داشت.
- ۲) بستگی به نسبت عمق پایاب به عمق جریان در بالادست، خواهد داشت.
- ۳) چنانچه شیب کانال تند و عدد فرود کمتر از یک باشد، دو برابر می‌شود.
- ۴) چنانچه شیب کانال ملایم و عدد فرود بیشتر از یک باشد، دو برابر می‌شود.

۱۲۵- در طراحی و ساخت سرریزهای اضطراری سدها، رعایت کدام ضابطه درست نمی‌باشد؟

- ۱) مقدار ارتفاع آزاد طرح، بیشتر از حالت بدون سرریز
- ۲) بالاتر بودن تراز تاج سرریز از تراز حداکثر آب مخزن سد
- ۳) پیش‌بینی طرح محل کانال خروجی سرریز با فاصله زیاد از بدنه سد
- ۴) استفاده از مصالح غیرقابل شستشو برای جلوگیری از فرسایش و خرابی آن

۱۲۶- در استخرهای رسوبگیر، سرعت مناسب جریان معمولاً چند m/s باید باشد؟

- ۱)  $0/2$  تا  $0/3$
- ۲) کمتر از  $0/2$
- ۳)  $0/5$  تا  $0/8$
- ۴) بستگی به ذرات رسوب داشته ولی بیش از  $0/5$  می‌باشد.

۱۲۷- در چارچوب کنترل پرش هیدرولیکی در طراحی یک حوضچه آرامش و جهت کوتاه نمودن طول پرش، در مسیر

کانال مستطیلی افقی ورودی، یک پله به ارتفاع  $40 \text{ cm}$  تعبیه می‌شود. اگر دبی نسبی در ابتدای پرش برابر  $6 \frac{\text{m}^3}{\text{s/m}}$

و عمق جریان در پایین دست آن برابر  $50 \text{ cm}$  باشد، فاصله پله تا محل شروع پرش چند متر برآورد

می‌شود؟ (نسبت عمق پایاب به عمق پایین دست، حدود  $5/8$  و شتاب ثقل برابر  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  فرض می‌شوند).

(۱)  $20/5$

(۲)  $16/5$

(۳)  $12/5$

(۴)  $8/5$

۱۲۸- در طراحی هیدرولیکی کالورت‌ها (آبروهای زیرزمینی)، اگر عمق پایاب در خروجی کالورت کمتر از ارتفاع آن باشد (کالورت غیرمستغرق)، عبور جریان از آن ممکن است در چه حالتی باشد و در صورت استفاده از دیواره‌های اضافی به‌عنوان بال هدایتی (wing wall) در ابتدای کالورت، تأثیر آنها در ضریب دبی، در چه نوع کالورت‌هایی به‌وجود می‌آید؟

(۱) نیمه‌پر - لوله‌ای

(۲) نیمه‌پر - جعبه‌ای

(۳) پر یا نیمه‌پر - لوله‌ای

(۴) پر یا نیمه‌پر - جعبه‌ای

۱۲۹- برای طراحی یک سرریز لبه تیز مستطیلی در حالت جریان مستغرق در یک کانال با کف افقی، اگر شرایط شدت جریان سرریز از نظر هیدرولیکی برای هدف طرح ایجاب نماید که نسبت استغراق برابر  $0.4$  و فاصله تراز آب پایین‌دست و بالادست نسبت به کف کانال به ترتیب برابر  $4\text{ m}$  و  $6\text{ m}$  باشند، ارتفاع سرریز برای طراحی حدوداً چند متر برآورد می‌شود؟

(۱)  $1.5$

(۲)  $2.0$

(۳)  $2.5$

(۴)  $3.0$

۱۳۰- در طراحی سازه سرریز بتنی در سدها، برای افزایش مقاومت و توانایی آن در برابر نیروهای آب و هوازدگی، استفاده از کدام اجزاء مناسب است؟

(۱) شبکه (مش) فولادی

(۲) میلگرد اوتکا (عصایی)

(۳) خاموت (رکابی) سنجاقی

(۴) پشم (الیاف) سنگ

۱۳۱- با توجه به کارکردهای انواع سرریزهای سدها، به ترتیب و در حالت متعارف برای عوامل مختلف به شرح زیر، کدام نوع سرریز مناسب‌تر است؟

الف) معمولی‌ترین و ارزانترین، ب) مستعد در ایجاد خسارت از طریق کاویتاسیون، ج) احتمال رخداد فرسایش در محل، د) کاربرد در شرایط مختلف ژئوتکنیکی زمین از پی سنگ سخت تا زمین نرم

(۱) الف) شوتی، ب) نیلوفری، ج) سیفونی، د) اوجی

(۲) الف) نیلوفری، ب) اوجی، ج) شوتی، د) سیفونی

(۳) الف) سیفونی، ب) شوتی، ج) اوجی، د) نیلوفری

(۴) الف) اوجی، ب) سیفونی، ج) نیلوفری، د) شوتی

۱۳۲- در طراحی کدام سد ساخته شده در ایران، دو عدد سرریز لاله‌ای، دو عدد سرریز جانبی و ۵ عدد تخلیه‌کننده تحتانی پیش‌بینی و ساخته شده است؟

(۱) زاینده رود (در غرب استان اصفهان)

(۲) لتیان (در شمال شرقی استان تهران)

(۳) سفیدرود (در جنوب استان گیلان)

(۴) کرخه (در شمال شرقی استان خوزستان)

۱۳۳- در طراحی یک کانال روباز آب با مقطع مستطیلی، چنانچه دبی عبوری برابر  $9.5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$  و عمق بحرانی مورد انتظار برای آبیگری یک مزرعه حدود یک متر باشد، عرض کف کانال تقریباً چند متر باید در طرح لحاظ گردد؟ (شتاب ثقل

$10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  فرض شود.)

(۱)  $3.5$

(۲)  $3$

(۳)  $2.5$

(۴)  $2$

۱۳۴- در طراحی حوضچه‌های آرامش، برای کدام نوع زائده، اگر سرعت آب رسیده به محل، زیاد باشد، ممکن است باعث ایجاد پدیده کاویتاسیون گردد؟

- (۱) بلوک‌های آرام کننده (Baffle Piers)      (۲) بلوک‌های پای تندآب (Chute Blocks)  
 (۳) آب پایه منفرد (Solitary Sill)      (۴) آب پایه دندانه دار (Dentated Sill)

۱۳۵- در محل خروج آب از یک استخر بزرگ به داخل یک کانال مستطیلی (با تراز کف افقی یکسان)، یک دریچه کشویی

یا قائم (Vertical Gate) برای تنظیم ارتفاع آب طراحی می‌شود. اگر دبی خروجی طرح برابر  $15 \frac{m^3}{s}$  و ارتفاع آب

در پشت دریچه و در پایاب (تراز افقی سطح آب بعد از خروج از زیر دریچه) به ترتیب ۹ و یک متر باشند، عرض

کانال باید چند متر طراحی شود؟ (شتاب ثقل  $10 \frac{m}{s^2}$  فرض شود).

- (۱)  $1/8$       (۲)  $1/6$   
 (۳)  $1/4$       (۴)  $1/2$

تحلیل و طراحی روسازی پیشرفته:

۱۳۶- کدام مدل مکانیکی، جهت شبیه‌سازی رفتار مخلوط‌های آسفالتی در برابر بارگذاری خزشی بهتر عمل می‌کند؟



۱۳۷- شعاع سختی معادل (radius of relative stiffness) در طراحی روسازی بتنی، به چه خصوصیتی از روسازی وابسته است؟

- (۱) ضخامت دال بتنی      (۲) مدول گسیختگی بتن  
 (۳) ضریب برجهندگی خاک بستر      (۴) حداکثر تنش خمشی در لبه دال

۱۳۸- کدام مورد، درباره ضریب قشر مورد استفاده در طراحی روسازی‌های آسفالتی درست است؟

- (۱) با افزایش کیفیت مصالح یک لایه، ضریب قشر آن کاهش می‌یابد.  
 (۲) ضریب قشر یک لایه روسازی، نشان‌دهنده قابلیت زهکشی لایه نیز خواهد بود.  
 (۳) هر چه CBR خاک بستر بیشتر باشد، ضریب قشر لایه‌های روسازی بیشتر خواهد شد.  
 (۴) بالا بودن ضریب قشر یک لایه، نمایانگر تأثیر بالای ضخامت آن در طرح نهایی روسازی است.

۱۳۹- کدام مورد، در خصوص عمر خستگی لایه آسفالتی با ضخامت کمتر از ۵ سانتی‌متر درست است؟

- (۱) با کاهش کرنش کششی در پایین لایه آسفالت، عمر خستگی آن کاهش می‌یابد.  
 (۲) با افزایش کرنش کشش در پایین لایه آسفالت، عمر خستگی آن کاهش می‌یابد.  
 (۳) افزایش یا کاهش سختی لایه آسفالت، تأثیری بر عمر خستگی آن ندارد.  
 (۴) با افزایش سختی لایه آسفالتی، عمر خستگی افزایش می‌یابد.

۱۴۰- معیار طراحی روسازی‌های انعطاف‌پذیر در روش آشتو، کدام است؟

- (۱) عمر طراحی روسازی      (۲) عمر بهره‌برداری روسازی  
 (۳) نشانه خدمت‌دهی روسازی      (۴) ضریب هم‌ارزی محور استاندارد

۱۴۱- در طراحی روسازی آسفالتی، برای ضریب ارتجاعی قشر بتن آسفالتی یک مقدار حداکثر در نظر گرفته می‌شود. کدام مورد دلیل این انتخاب است؟

- ۱) حساسیت مخلوط آسفالتی با ضریب ارتجاعی بالا در مقابل ترک‌های ناشی از تغییرات دمای محیط و ترک‌های خستگی
- ۲) حساسیت مخلوط آسفالتی با ضریب ارتجاعی بالا در مقابل خرابی‌های ناشی از رطوبت
- ۳) حساسیت مخلوط آسفالتی با ضریب ارتجاعی بالا در مقابل پدیده قیرزدگی
- ۴) حساسیت مخلوط آسفالتی با ضریب ارتجاعی بالا در مقابل شیارافتادگی

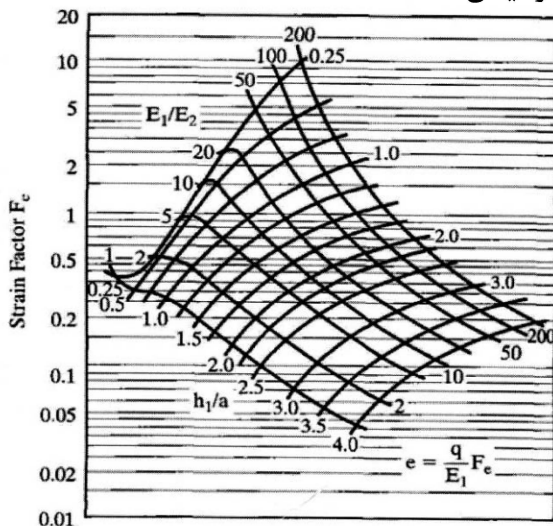
۱۴۲- در محاسبه میلگردهای انتقال بار (داول، Dowel) فاصله بین میلگردها ۴۰ سانتی‌متر و ۱/۸ برابر شعاع سختی نسبی مساوی ۱۶۰ سانتی‌متر می‌شود. اگر بار چرخ، ۴۰۰۰ کیلوگرم باشد و دقیقاً روی اولین میلگرد از لبه دال این بار وارد شود، بار بحرانی منتقل شده توسط میلگردها چند کیلوگرم است؟

- ۱) ۵۰۰
- ۲) ۸۰۰
- ۳) ۱۲۰۰
- ۴) ۱۶۰۰

۱۴۳- در یک روسازی انعطاف‌پذیر، ضریب هم‌ارزی برای محور تاندم ۱۴ تنی برابر ۱/۵ است، ضریب هم‌ارزی برای یک محور تاندم ۲۸ تنی، کدام است؟

- ۱)  $1/5 \times \left(\frac{28}{14}\right)^4$
- ۲)  $\left(\frac{28}{8 \times 1/5}\right)^4$
- ۳)  $1/5 \times \left(\frac{14}{28}\right)^4$
- ۴)  $\left(\frac{8 \times 1/5}{28}\right)^4$

۱۴۴- کرنش بحرانی کششی در زیر لایه آسفالتی وقتی ضخامت لایه آسفالت و شعاع دایره معادل چرخ برابر و مدول الاستیسیته برای لایه آسفالت ۲۰۰,۰۰۰ و برای خاک بستر ۱,۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد، کدام است؟ (فشار سطح تماس ۱۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و سیستم دولایه‌ای است.)



- ۱)  $1/5 \times 10^{-4}$
- ۲)  $5 \times 10^{-5}$
- ۳)  $1 \times 10^{-4}$
- ۴)  $1 \times 10^{-5}$

۱۴۵- در روش تقریبی، بار چرخ تک‌هم‌ارز (ESWL) برای یک بارگذاری چرخ زوج، کدام مورد درست است؟ (بار هر چرخ در چرخ‌های زوج  $P_d$  و فاصله مرکز چرخ‌ها  $S_d$  و  $d$  فاصله آزاد بین چرخ‌ها است.)

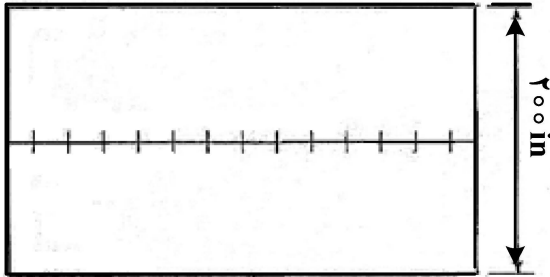
- ۱) تنش قائم فشاری تا عمق معادل  $\frac{d}{4}$ ، در چرخ زوج و چرخ تک‌هم‌ارز، برابرند.
- ۲) تنش قائم فشاری در عمق معادل  $2S_d$  و بیشتر، در هر چرخ زوج و چرخ تک‌هم‌ارز، برابرند.
- ۳) تنش قائم فشاری در هر عمقی، در چرخ تک‌هم‌ارز، به نسبت عکس فاصله از سطح کاهش می‌یابد.
- ۴) تنش قائم فشاری در عمق، بین  $\frac{d}{4}$  تا  $2S_d$ ، در چرخ زوج از هم‌پوشانی کامل اثر هر چرخ به‌دست می‌آید.

۱۴۶- کدام مورد درست است؟

- (۱) رفتار ویسکوالاستیک مخلوط آسفالتی تنها به دما وابسته است.
- (۲) جنس سنگدانه‌ها مستقیماً بر رفتار ویسکوالاستیک مخلوط آسفالتی تأثیرگذار است.
- (۳) نرمی خزشی یک ماده ویسکوالاستیک در دماهای پایین نیز به زمان وابسته است.
- (۴) تنش و کرنش در مصالح ویسکوالاستیک، براساس قانون هوک به یکدیگر مرتبط می‌شوند.

۱۴۷- در شکل، یک روسازی بتنی نشان داده شده است. با توجه به اطلاعات داده شده، سطح مقطع میلگردهای دوخت چند

۴۰۰ in



اینچ مربع بر اینچ است؟

ضخامت دال بتنی = ۸ اینچ

وزن مخصوص بتن = ۱۴۰ Pci

ضریب اصطکاک = ۱/۵

کنش مجاز میلگرد = ۲۰,۰۰۰ psi

(۱) ۰/۰۰۵

(۲) ۰/۰۰۶

(۳) ۰/۰۱۲۰

(۴) ۰/۰۰۶۵

۱۴۸- مقدار کاهش نشانه خدمت‌دهی ناشی از رس‌های تورمزا ( $\Delta PSI_{SW}$ ) و مقدار کاهش نشانه خدمت‌دهی ناشی از

یخبندان ( $\Delta PSI_{FH}$ ) مجموعاً برابر ۰/۹ است (در یک منطقه آب و هوایی خاص). اگر در این منطقه، قصد احداث

یک راه اصلی داشته باشیم، حداکثر مقدار کاهش نشانه خدمت‌دهی ناشی از ترافیک ( $\Delta PSI_{TR}$ ) کدام است؟

(۲) ۰/۸

(۱) ۰/۳

(۴) ۱/۷

(۳) ۱/۳

۱۴۹- کدام عبارت، در خصوص ضریب زهکشی مورد استفاده در طرح روسازی درست است؟

(۱) تنها به قابلیت زهکشی مصالح وابسته است.

(۲) برای مناطق با بارندگی زیاد، کمتر از یک است.

(۳) برای مناطق با بارندگی زیاد و خاک‌های با قابلیت زهکشی کم، همواره کمتر از یک است.

(۴) برای مناطق با بارندگی زیاد و خاک‌های با قابلیت زهکشی کم، همواره بیشتر از یک است.

۱۵۰- مدول برجهنگی مصالح خاکی و شنی دانه‌ای، با افزایش کنش همه‌جانبه چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) افزایش می‌یابد.

(۲) کاهش می‌یابد.

(۳) ثابت می‌ماند. (وابسته نیست).

(۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

مبانی هیدرولیک دریا - اصول طراحی سازه‌های (متعارف) دریایی:

۱۵۱- موجی به پریود ۱۰/۴ ثانیه و طول موجی برابر ۴۸ m موردنظر است. عمق آب در محل این موج، چند متر تخمین زده می‌شود؟

(۱) ۲/۱۶

(۲) ۲/۳۶

(۳) ۲/۵۶

(۴) ۲/۷۶

۱۵۲- پریود یک موج در آب عمیق برابر ۱۲ ثانیه برآورد شده است. سرعت این موج در محلی به عمق  $5\text{ m}$  و با طول موج  $70\text{ m}$ ، چند متر بر ثانیه تخمین زده می‌شود؟

(۱)  $4/23$

(۲)  $4/83$

(۳)  $5/23$

(۴)  $5/83$

۱۵۳- یک موج در آبی به عمق  $120\text{ m}$  دارای پریود ۱۲ ثانیه و ارتفاع  $2\text{ m}$  است. ارتفاع این موج در عمق  $50\text{ m}$  و با سرعت  $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  و تأثیر خزش (Shoaling)، حدوداً چند متر خواهد بود؟

(۱)  $2/5$

(۲) ۳

(۳)  $3/5$

(۴) ۴

۱۵۴- موجی در آب عمیق دارای پریود ۱۲ ثانیه بوده و تاج‌های موج با خط ساحل زاویه  $45$  درجه دارند. ترازهای بستر در نزدیک ساحل عمدتاً مستقیم و موازی با خط ساحلی هستند. در محلی به دلیل یک عارضه رسوبی گذرا، سرعت

موج حدود  $13/25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  تخمین زده می‌شود. ضریب انکسار در این محل تقریباً چقدر خواهد بود؟

(۱)  $0/8$

(۲)  $0/85$

(۳)  $0/9$

(۴)  $0/95$

۱۵۵- در یک تحلیل آماری با استفاده از توزیع رایله از مشخصات موج طی یک طوفان دریایی، ارتفاع موج مؤثر برابر  $3/2\text{ m}$  تعیین شده است. اگر تعداد آمار موج مناسب برابر  $e^4$  باشد، حداکثر ارتفاع موج مورد انتظار و ارتفاع متوسط موج در آمار فوق به ترتیب چند متر برآورد خواهند شد؟

(۱)  $2, 3/5$

(۲)  $2/5, 3/5$

(۳)  $2, 4/5$

(۴)  $2/5, 4/5$

۱۵۶- یک حوضچه آرامش باز دارای عمق متوسط برابر  $5\text{ m}$  و طول افقی  $500\text{ m}$  است. حدود سرعت حداکثر ذرات آب در صورتی که تغییر مکان افقی ذرات در زیر نقطه گره در حالت تشدید با پریود اصلی برابر  $12/5\text{ m}$  باشد، کدام است؟ (تئوری امواج دامنه کوتاه در آب کم‌عمق غالب است.)

(۱)  $0/14 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$

(۲)  $1/4 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$

(۳)  $1/4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

(۴)  $0/14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

۱۵۷- در ارتباط با مسئله شکست موج در آب عمیق، کدام مورد درست است؟

- (۱) در شکست موج، قانون snell حاکم است.
- (۲) وزش باد می‌تواند عامل اصلی شکست موج باشد.
- (۳) شکست موج به علت کاهش انرژی ورودی موج است.
- (۴) نسبت طول موج به ارتفاع موج، محدود به مقدار  $\frac{1}{2}$  است.

۱۵۸- در تئوری موج دامنه کوتاه، در صورتی که بتوان از معادله لاپلاس  $\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = 0$  (مبدأ صفر  $z$  بر روی تراز میانگین

سطح آب است)، برای تابع پتانسیل سرعت در فرض جریان غیرچرخشی و غیرقابل تراکم استفاده نمود، صورت خطی شده شرط مرزی سینماتیک سطح آزاد، کدام است؟

( $\eta$ : ترفیع سطح آب،  $u$  و  $w$ : به ترتیب مؤلفه‌های اسکالر سرعت جریان در راستای انتشار موج و عمود بر راستای انتشار)

$$(1) -\frac{\partial \phi}{\partial z} = u \frac{\partial \eta}{\partial x}$$

$$(2) -\frac{\partial \phi}{\partial z} = \frac{\partial \eta}{\partial t}$$

$$(3) -\frac{\partial \phi}{\partial z} = w \frac{\partial \eta}{\partial z}$$

$$(4) -\frac{\partial \phi}{\partial z} = \frac{1}{2}(u^2 + w^2)$$

۱۵۹- موج نامنظمی با ارتفاع مشخصه  $4/25$  متر را در نظر بگیرید. ارتفاع موجی که  $10\%$  درصد امواج دارای ارتفاع بزرگتر از آن باشد، چند متر تخمین زده می‌شود؟

$$(1) 3\sqrt{\ln 10}$$

$$(2) 3\sqrt{\ln \frac{1}{10}}$$

$$(3) 4/25\sqrt{\ln \frac{1}{10}}$$

$$(4) 4/25\sqrt{\ln 10}$$

۱۶۰- در صورت عدم حضور نیروهای برشی، در ارزیابی تئوری موج ایری، کدام موارد با هم برابر هستند؟

(۱) کرل (curl) تابع پتانسیل و بردار شتاب ذرات آب

(۲) کرل (curl) تابع جریان و بردار شتاب ذرات آب

(۳) گرادیان تابع پتانسیل و بردار سرعت ذرات آب

(۴) گرادیان تابع جریان و بردار سرعت ذرات آب

۱۶۱- اگر سرعت باد در شرایط کاملاً توسعه یافته (Fully Developed Condition) در آب عمیق،  $20$  متر بر ثانیه باشد،

ارتفاع موج ناشی از این باد تقریباً چند متر برآورد می‌شود؟

$$(1) 5$$

$$(2) 10$$

$$(3) 12$$

$$(4) 15$$

۱۶۲- در هیدرولیک دریا دوبعدی، تابع جریان بین دو نقطه به صورت  $\Psi(x_1, x_2) = \int (-u_1 dx_2 + u_2 dx_1)$  نوشته می شود.

بر چه اساسی می توان انتگرال فوق را مستقل از مسیر تفکیک نمود؟

(۱) اصل پیوستگی برای سیال غیرقابل تراکم (۲) اصل پیوستگی برای سیال تراکم پذیر

(۳) تابع پتانسیل سرعت غیر چرخشی (۴) تابع پتانسیل سرعت چرخشی

۱۶۳- حالت دوبعدی موج (جهت قائم برای تغییرات ارتفاعی موج برابر  $\eta$  و جهت افقی به صورت پیش رونده موج برابر  $x$ )

به صورت  $\frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} = 0$  نمایش داده می شود. (c ضریب ثابت است). برای حل آن کدام روش مناسب تر است؟

(۱) روش فرکانس ها (۲) تقلیل شرایط مرزی

(۳) مجزاسازی متغیرها (۴) تعدیل ضرایب ثابت

۱۶۴- در ارزیابی شرط مرزی سطح آب (شرط دینامیکی یا مرز آزاد) جهت حل معادله موج، اگر جریان غیر چرخشی باشد،

$\frac{D\bar{u}}{Dt}$  به چه صورتی نوشته می شود؟ ( $\bar{u}$  بردار سرعت است).

(۱)  $\frac{\partial u}{\partial t} + \nabla(\bar{u})^2$  (۲)  $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{2} \nabla(\bar{u})^2$

(۳)  $\frac{\partial u}{\partial t} + \nabla(\bar{u})^2$  (۴)  $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{2} \nabla(\bar{u})^2$

۱۶۵- سرعت ذرات تاج یک موج با پیوند ۱۰ ثانیه، ارتفاع ۱٫۸ m در آبی به عمق ۲٫۵ m، چند  $\frac{m}{s}$  تخمین زده می شود؟

$(g = 10 \frac{m}{s^2})$

(۱) ۱٫۲ (۲) ۱٫۴

(۳) ۱٫۶ (۴) ۱٫۸

۱۶۶- در طراحی موج شکن ها به روش فن درمیر (VAN DER MIR)، اگر ضریب نفوذ پذیری بدنه حدود یک دهم و قطر اسمی

سنگ های لایه حفاظ (آرمور) برابر ۱٫۸ m باشند، وزن قطعات سنگ های لایه فیلتر حدوداً چقدر برآورد می شوند؟ (وزن

مخصوص سنگ های معدن مورد استفاده برابر ۲٫۳۵ تن بر مترمکعب اعلام شده است.)

(۱) ۱۵۰ kg

(۲) ۱۵ kN

(۳) ۰٫۲۵ ton

(۴) ۲۵۰۰ N

۱۶۷- یک موج شکن سنگی به روش هودسن (Hodson)، طراحی می شود. وزن قطعه سنگ لایه حفاظ (آرمور) برابر ۸ تن، وزن

مخصوص سنگ معدن مصرفی ۲٫۲ تن بر مترمکعب، تعداد لایه ۲ و ضریب لایه برابر ۱٫۰۲ لحاظ می شوند. در نقشه فنی

طراحی، ضخامت لایه حفاظ حدوداً چند متر با مقیاس نقشه، ترسیم خواهد شد؟

(۱) ۳٫۷۵

(۲) ۳٫۵۵

(۳) ۳٫۳۵

(۴) ۳٫۱۵

۱۶۸- پایه قائم یک سکوی دریایی با مقطع دایره به قطر  $1.5 \text{ m}$ ، نیروی کشانی (Drag) در واحد طول ارتفاع برابر  $86.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

را در عمقی از دریا که مؤلفه افقی سرعت ذرات آب موج برخوردی برابر  $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است، را تحمل می‌کند. اگر ارتفاع پایه از

بستر دریا تا سطح آب  $20 \text{ m}$ ، وزن مخصوص آب دریا حدود  $10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$  و شتاب ثقل حدود  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  باشند، ضریب کشانی

( $C_D$ ) چقدر برآورد می‌شود؟

(۱)  $0.7$  (۲)  $0.75$

(۳)  $0.8$  (۴)  $0.85$

۱۶۹- یک ستون مهاربند قائم (دولفین) با مقطع دایره به قطر  $1.5 \text{ m}$  در ناحیه شکست با موج به ارتفاع  $H_b = 4 \text{ m}$ ، نیروی فشاری (در حالت برخورد تاج موج)، برابر  $5.25$  تن بر متر را در تراز سطح آب متحمل می‌شود. ضریب

کشانی حالت شکست ( $C_B$ )، چقدر تخمین زده می‌شود؟ (وزن مخصوص آب  $1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$  و شتاب ثقل  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

(۱)  $1.15$

(۲)  $1.35$

(۳)  $1.55$

(۴)  $1.75$

۱۷۰- یک دیوار قائم ساحلی به ارتفاع کل  $10 \text{ m}$  با تراز ایستابی جلوی خود برابر  $5 \text{ m}$ ، تحت اثر موج‌های برخوردی به ارتفاع  $2 \text{ m}$  قرار دارد. اگر طول موج محل  $20 \text{ m}$  و ضریب انعکاس برابر  $0.9$  فرض شوند، حداکثر نیروی وارد بر واحد عرضی

وجه جلویی دیوار چقدر تخمین زده می‌شود؟ (وزن مخصوص آب دریا و شتاب ثقل برای سادگی به ترتیب  $1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$  و

$10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  فرض شوند.)

(۱)  $1.82 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$

(۲)  $2.18 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$

(۳)  $18.2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$

(۴)  $21.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$

۱۷۱- در طراحی ضربه‌گیر (فندر) یک اسکله کالای عمومی، مشخصات شناور طرح عبارت است از: طول  $150 \text{ m}$ ، عرض

$20 \text{ m}$ ، آب‌خور کامل  $8 \text{ m}$ ، وزن مخصوص آب دریا  $1.025 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$ ، ظرفیت ثبت‌شده ناخالص شناور  $2400 \text{ t}$  و شناور

به‌طور متعارف در فاصله  $\frac{1}{4}$  میانی خود با اولین ضربه‌گیر برخورد می‌کند. چنانچه انرژی پهلوگیری شناور از پهلو

حدود  $100$  کیلوژول تخمین زده شده باشد، سرعت پهلوگیری شناور چقدر برآورد می‌شود؟

(۱)  $1.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  (۲)  $2.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

(۳)  $18 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  (۴)  $28 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$

با توجه به اطلاعات زیر به سوال های ۱۷۲ تا ۱۷۴ پاسخ دهید.  
پاسخ هر یک از سه سوال ارتباطی به پاسخ سوالات دیگر ندارد و هر سوال مستقل بوده و جهت صرفه جویی در زمان پاسخگویی، اطلاعات کلی آنها یکبار نوشته شده است.

یک اسکله نوع شمع و عرشه عمود بر ساحل در یک مجتمع بندری مورد نظر است. بستر دریا در عمق ۵ متری در ناحیه پیشانی اسکله از خاک نوع ماسه همگن با زاویه اصطکاک داخلی ۴۵ درجه و وزن مخصوص اشباع  $\frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$  ۱/۸ است. شمع های پیشانی به صورت قائم با سطح مقطع دایره به قطر ۱/۵ m و طول مدفون ۱۵ m به روش کوبیدنی با جابه جایی کم (ضریب فشار جانبی  $K = 1/4 K_0$  که  $K_0$  ضریب فشار جانبی حالت سکون است) بوده و اندرکنشی با یکدیگر ندارند. زاویه اصطکاک خاک با جداره شمع ۶۷ درصد زاویه اصطکاک داخلی خاک گزارش شده است. برای سادگی، تنش مؤثر قائم خاک بستر به صورت میانگین در نظر گرفته شود. (وزن مخصوص آب دریا  $1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$  و شتاب ثقل  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  فرض شوند).

۱۷۲- مقاومت اصطکاکی شمع چقدر برآورد می شود؟

(۱) ۱۷۰۰ kN

(۲) ۲۷۰۰ kN

(۳) ۱۷ ton

(۴) ۲۷ ton

۱۷۳- چنانچه ظرفیت باربری نهایی نوک شمع  $1236/2$  تن برآورد شده باشد، ضریب باربری نوک شمع، حدوداً چقدر خواهد بود؟

(۱) ۷۰

(۲) ۸۰

(۳) ۹۰

(۴) ۱۰۰

۱۷۴- اگر کوبیده شدن یک شمع با جابه جایی زیاد انجام و مقاومت اصطکاکی متوسط کل جدار شمع برابر ۲۱۲۰ kN برآورد می شود، عدد نفوذ استاندارد متوسط حدوداً چه مقداری به خود اختصاص می داد؟

(۱) ۱۰

(۲) ۱۵

(۳) ۲۰

(۴) ۲۵

۱۷۵- در طراحی اسکله سپری، انتهای سپر مهار شده در خاک در چه حالتی گیردار در نظر گرفته می شود؟

(۱) خاک با زاویه اصطکاک داخلی زیاد و از نوع ماسه، سپر نسبتاً عمیق و بلند

(۲) خاک با چسبندگی کم و از نوع تراکم ناپذیر، سپر با سختی زیاد

(۳) خاک با زاویه اصطکاک داخلی کم و از نوع رس و لای، سپر نسبتاً کوتاه

(۴) خاک با چسبندگی زیاد و از نوع تراکم پذیر، سپر انعطاف پذیر

۱۷۶- عدد استرومال المانی به قطر ۰/۵ متر در برابر باد در دریا برابر با ۰/۲۵ است و فرکانس گردابی باد ۲ هرتز می باشد. سرعت باد در حالت پدیده شدید چند متر بر ثانیه برآورد می شود؟

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

۱۷۷- در صورتی که وزن آرمور یک موج شکن توده سنگی شیب دار به روش هودسون ۳ تن و ضریب پایداری  $K_D$  و ضریب لایه  $K_{\Delta}$  این آرمور به ترتیب ۱/۵ و ۲ در نظر گرفته شود، عرض تاج موج شکن با دو قطعه آرمور، حدوداً چند متر برآورد می شود؟

۳ (۱)

۳/۷۵ (۲)

۵ (۳)

۵/۷۵ (۴)

۱۷۸- فرکانس طبیعی سازه ای ۰/۵ هرتز و قطر آن ۱ متر است. اگر ضریب محاسبه سرعت بحرانی جریان دریایی در جهت نوسان سازه ۲ باشد، سرعت بحرانی جریان دریایی برای این سازه چند متر بر ثانیه تخمین زده می شود؟

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

با توجه به اطلاعات زیر به سوال های ۱۷۹ و ۱۸۰ پاسخ دهید.

یک صندوقه (کیسون) مکعب شکل بتنی منفرد با کف باز و طول ضلع بیرونی ۳m و ضخامت یکسان جداره برابر ۳۰ cm جهت عملیات کمک ناوبری در ساحل یک حوضچه آرامش روی یک دال بتنی در بستر حوضچه قرار دارد.

داخل صندوقه پر از خاک منتخب اشباع به وزن مخصوص  $\frac{20 \text{ kN}}{\text{m}^3}$  و ضخامت روساز بتنی روی صندوقه ۲۰ cm و

عمق (ارتفاع) آزاد در طرف حوضچه برابر ۵۰ cm و فشار میانگین خاک اشباع پشت صندوقه (طرف ساحل) برابر

$\frac{20 \text{ kN}}{\text{m}^2}$  (با نقطه اثر نیروی فعال حاصل در وسط وجه عقبی صندوقه) می باشد. برای سادگی از فشار و اندرکنش خاک

داخل صندوقه و فشار هیدرودینامیکی آب صرف نظر شده و وزن مخصوص آب دریا برابر  $\frac{10 \text{ kN}}{\text{m}^3}$ ، وزن مخصوص بتن

مصرفی برابر  $\frac{24 \text{ kN}}{\text{m}^3}$  و شتاب ثقل برابر  $\frac{10 \text{ m}}{\text{s}^2}$  در نظر گرفته می شوند.

۱۷۹- ضریب اطمینان در برابر واژگونی صندوقه در حالت استاتیکی حدوداً چقدر است؟

۳ (۲)

۲ (۱)

۳/۵ (۴)

۲/۵ (۳)

۱۸۰- اگر در حالت وقوع زلزله، مؤلفه شتاب افقی زلزله باعث افزایش فشار خاک اشباع فعال به مقدار ۲۰٪ شود، برای دستیابی به ضریب اطمینان در مقابل لغزش صندوقه برابر یک، ضریب اصطکاک بین صندوقه و خاک داخل آن با

دال بتنی بستر، حدوداً چقدر باید باشد؟ (از اثر مقاوم آب حوضچه به نفع ضریب اطمینان صرف نظر می شود).

۰/۴ (۲)

۰/۵ (۱)

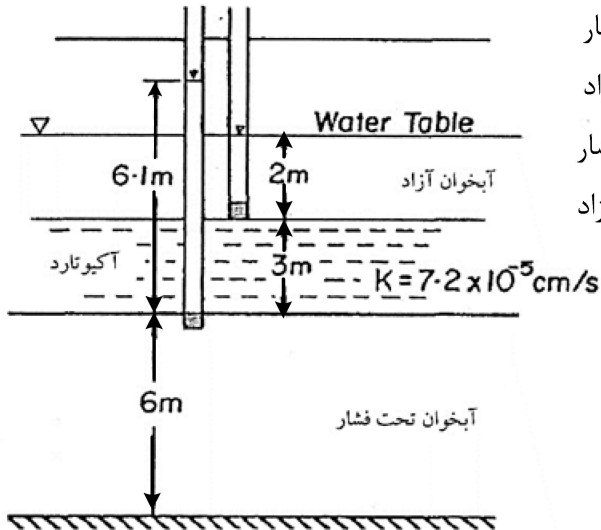
۰/۵۵ (۴)

۰/۴۵ (۳)

آب‌های زیرزمینی پیشرفته - هیدرولوژی مهندسی پیشرفته:

۱۸۱- در آبخوان دولایه و نشتی شکل زیر که با یک آکیوتارد به ضخامت ۳ متر و هدایت هیدرولیکی  $\frac{cm}{s} \times 10^{-5} \times \frac{7}{2}$  از

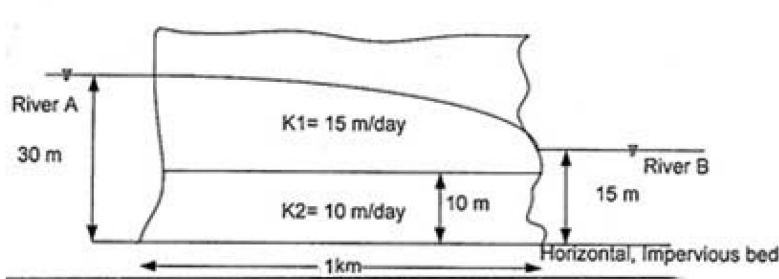
هم جدا شده‌اند، سرعت چند  $\frac{cm}{s}$  است و جهت جریان بین دو آبخوان چگونه می‌باشد؟



- (۱)  $2.64 \times 10^{-5}$  از آبخوان آزاد به سمت آبخوان تحت فشار
- (۲)  $2.64 \times 10^{-5}$  از آبخوان تحت فشار به سمت آبخوان آزاد
- (۳)  $4.8 \times 10^{-5}$  از آبخوان آزاد به سمت آبخوان تحت فشار
- (۴)  $4.8 \times 10^{-5}$  از آبخوان تحت فشار به سمت آبخوان آزاد

۱۸۲- دو رودخانه A و B توسط دو لایه با مشخصات هدایت هیدرولیکی داده شده در شکل زیر، از هم جدا شده‌اند.

چنانچه فرض شود نفوذ از بستر ناچیز باشد، مقدار کل تخلیه جریان از رودخانه A به رودخانه B چند  $\frac{m^2}{day}$  است؟



(طول = ۱۰۰۰ m)

- (۱) ۱/۵
- (۲) ۳/۲
- (۳) ۴/۳
- (۴) ۸/۵

۱۸۳- کدام آلاینده، در آب‌های زیرزمینی مناطق شهری و کشاورزی بیشتر انتظار می‌رود؟

- (۱) آرسنیک
- (۲) نیترات
- (۳) کروم
- (۴) فسفات

۱۸۴- در یک واحد زمین‌شناسی اشباع از آب که مؤلفه افقی ضریب تراوایی نسبت به مؤلفه قائم آن قابل اغماض است،

این واحد می‌تواند کدام مورد را تشکیل دهد؟

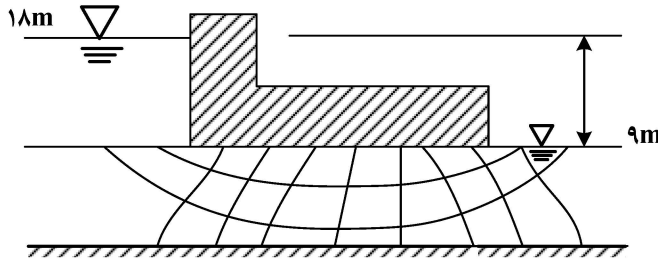
- (۱) آبخوان معلق یا سوار
- (۲) آبخوان محبوس
- (۳) آبخوان آزاد
- (۴) آبخوان نشتی

۱۸۵- در مسیر رودخانه‌ای به مقطع یک نیم‌دایره کامل با قطر ۴ متر، ردیاب محلولی وارد آب رودخانه شده است. این ردیاب پس از

۱۰ ثانیه، طول ۵ متری از رودخانه را طی می‌کند. دبی تقریبی جریان آب رودخانه چند  $\frac{m^3}{s}$  می‌باشد؟

- (۱)  $\pi$
- (۲)  $2\pi$
- (۳)  $\frac{1}{2}\pi$
- (۴)  $\frac{1}{2}\pi^2$

۱۸۶- در شبکه جریان زیر که مربوط به یک سد خاکی می‌باشد، میزان تراوش آب از زیر سد، چند مترمربع بر ثانیه بر واحد عرض است؟ (محیط جریان آب کاملاً همگن بوده و ضریب نفوذپذیری محیط  $1 \times 10^{-4}$  متر بر ثانیه فرض می‌شود).



- (۱)  $2.7 \times 10^{-3}$
- (۲)  $2.7 \times 10^{-4}$
- (۳)  $3 \times 10^{-4}$
- (۴)  $6 \times 10^{-4}$

۱۸۷- در یک آبخوان آزاد، رابطه بین سرعت داریسی ( $V_d$ )، سرعت متوسط خطی ( $V_\phi$ ) و سرعت مؤثر خطی ( $V_{\phi_e}$ ) کدام است؟

- (۱)  $V_d > V_\phi > V_{\phi_e}$
- (۲)  $V_\phi > V_{\phi_e} > V_d$
- (۳)  $V_d > V_{\phi_e} > V_\phi$
- (۴)  $V_{\phi_e} > V_\phi > V_d$

۱۸۸- مطابق رابطه تحلیلی ژاکوب - کوپر، ضریب ذخیره تقریبی آبخوان محبوس کدام مورد است؟ (افت هد هیدرولیکی در فاصله ۲۰ متری از محور چاه مورد پمپاژ اندازه‌گیری شده است. ضریب تراوایی آبخوان ۲۰ متر بر روز و ضخامت آبخوان ۲۰ متر است. امتداد خط برازش شده در نمودار «افت - لگاریتم زمان» محور زمان را در ۴ دقیقه قطع می‌کند).

- (۱)  $0.15$
- (۲)  $0.375$
- (۳)  $12960$
- (۴)  $6.25 \times 10^{-3}$

۱۸۹- کدام مورد در خصوص پمپاژ آب از یک سفره آزاد، درست است؟

- (۱) تأثیری روی ضریب انتقال ندارد.
- (۲) ضریب انتقال را افزایش می‌دهد.
- (۳) ضریب انتقال را کاهش می‌دهد.
- (۴) تأثیری روی ضریب انتقال ندارد ولی ضریب نفوذپذیری را کاهش می‌دهد.

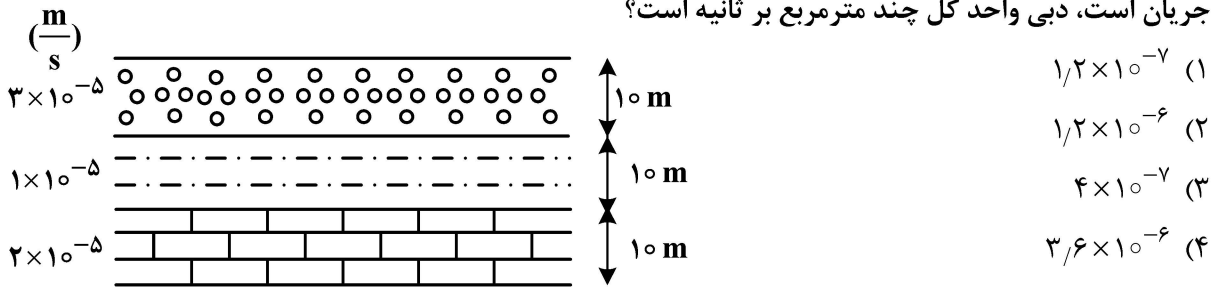
۱۹۰- در کدام روش محاسبه ضرایب هیدوردینامیک آبخوان‌ها در آزمایشات پمپاژ، ضریب ذخیره قابل محاسبه نیست؟

- (۱) کوپر - ژاکوب
- (۲) برگشت آب
- (۳) تایس
- (۴) چاو

۱۹۱- کدام مورد در خصوص رابطه تحلیلی بولتون در هیدرولیک چاه‌ها درست است؟

- (۱) برای توصیف جریان غیردائم (ناپایا) در یک سفره آزاد، مشروط بر اینکه ضخامت ستون آب در داخل چاه ( $h_w$ ) هیچگاه کمتر از نصف ضخامت اولیه سفره نباشد.
- (۲) برای توصیف جریان دائم (پایا) در یک سفره آزاد، مشروط بر اینکه ضخامت ستون آب در داخل چاه ( $h_w$ ) کمتر از نصف ضخامت اولیه سفره ( $h_o$ ) نباشد.
- (۳) برای توصیف جریان غیردائم (ناپایا) در یک آبخوان محبوس، مشروط بر اینکه ارتفاع ستون آب در داخل چاه ( $h_w$ ) کمتر از نصف ارتفاع سطح پیزومتریک اولیه آبخوان نباشد.
- (۴) برای توصیف جریان دائم (پایا) آب در یک آبخوان محبوس، مشروط بر اینکه ارتفاع ستون آب در داخل چاه ( $h_w$ ) هیچگاه کمتر از نصف ارتفاع سطح پیزومتریک اولیه آبخوان نباشد.

۱۹۲- در سه لایه رسوبی هم ضخامت زیر که آب زیرزمینی به موازات لایه‌بندی با گرادیان هیدرولیک  $0.002$  در حال جریان است، دبی واحد کل چند مترمربع بر ثانیه است؟



۱۹۳- در دشتی با مساحت  $50$  کیلومتر مربع در طول یک سال آبی، سطح ایستابی به‌طور متوسط  $0.5$  متر پایین افتاده است. در صورتی که آبدهی ویژه این دشت به‌طور متوسط  $2$  درصد باشد، حجم آب تخلیه شده از آبخوان چند میلیون متر مکعب است؟

- (۱) ۱
- (۲) ۵
- (۳)  $0.1$
- (۴)  $0.5$

۱۹۴- رابطه تیم برای تعیین کدام مورد استفاده می‌شود؟

- (۱) ضریب انتقال در یک سفره آزاد
- (۲) ضریب ذخیره در یک سفره آزاد
- (۳) ضریب انتقال در یک سفره محبوس
- (۴) ضریب ذخیره در یک سفره محبوس

۱۹۵- قرار است در یک منطقه‌ای مجوز تعدادی چاه با دبی متوسط  $20$  لیتر در ثانیه صادر شود. این چاه‌ها در طول سال به‌طور متوسط هر کدام  $12$  ساعت در روز کار می‌کنند. اگر حجم بارش و حجم تبخیر و تعرق سالیانه به ترتیب  $25$  و  $10$  میلیون مترمکعب و دبی رواناب  $13700$  مترمکعب بر روز باشد با فرض اینکه جریان‌های ورودی و خروجی آبهای زیرزمینی با هم برابرند و تراز آب زیرزمینی ثابت باشد، تعداد چاه‌ها چند تا است؟

- (۱) ۱۸
- (۲) ۲۲
- (۳) ۳۲
- (۴) ۳۹

۱۹۶- سطح یک حوضه به شکل قطاعی از دایره به شعاع  $3$  کیلومتر و زاویه  $30$  درجه می‌باشد. هیدروگراف این حوضه را می‌توان به شکل یک مثلث با زمان پایه  $12$  ساعت تقریب زد. اگر باران مؤثر در مدت یک رگبار  $6$  ساعته برابر با  $3$  cm

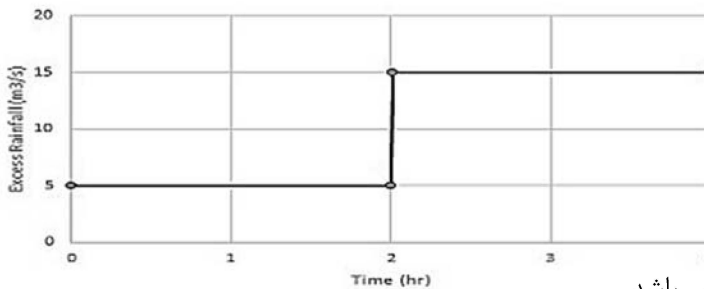
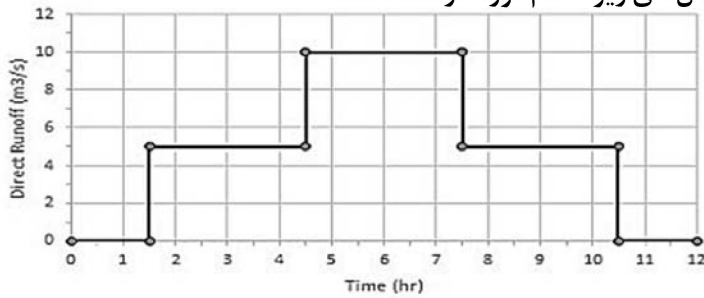
باشد، پیک هیدروگراف چند  $\frac{m^3}{s}$  است؟

- (۱)  $3/27$
- (۲)  $6/47$
- (۳)  $6/54$
- (۴)  $7/47$

۱۹۷- احتمال اینکه یک سیل  $5$  ساله، چهار بار در یک دوره  $10$  ساله اتفاق بیافتد چقدر است؟

- (۱)  $0.017$
- (۲)  $0.032$
- (۳)  $0.065$
- (۴)  $0.088$

۱۹۸- در استفاده از مدل Nash برای محاسبه هیدروگراف واحد لحظه‌ای یک حوضه آبریز براساس هیتوگراف بارش اضافی و هیدروگراف رواناب مستقیم ارائه شده مطابق شکل‌های زیر، کدام مورد درست است؟



- (۱) زمان تأخیر مدل ۳/۵ ساعت می‌باشد.
- (۲) ممان اول هیدروگراف واحد لحظه‌ای ۳/۵ می‌باشد.
- (۳) حاصلضرب تعداد مخازن در زمان تأخیر هر مخزن ۳/۵ می‌باشد.
- (۴) هر سه مورد درست است.

۱۹۹- در صورتی که رابطه بین دبی (y) و تبخیر (x) برای ایستگاهی با معادله  $y = c + \frac{b}{x-a}$  بیان شود، فرم معادله رگرسیون

خطی آن برابر با کدام مورد است؟

$$\frac{y - y_0}{x - x_0} = c + \frac{b}{x - x_0} \quad (۱)$$

$$\frac{x - x_0}{y - y_0} = -\frac{a - x_0}{a - y_0} + \frac{1}{a - y_0} (x - x_0) \quad (۲)$$

$$\frac{x - x_0}{y - y_0} = (a - cx_0) + \frac{b(a + bx_0)x}{a} \quad (۳)$$

(۴) معادله غیرخطی بوده و قابل تبدیل به رگرسیون خطی نمی‌باشد.

۲۰۰- هیتوگراف بارش مؤثر و هیدروگراف رواناب مستقیم رویداد بارشی برای یک حوضه مطابق روابط زیر می‌باشند:

$$Q(t) = \begin{cases} 2/5 t & 0 \leq t \leq 2 \\ 10 - 2/5 t & 2 \leq t \leq 4 \end{cases} \quad \text{و} \quad I(t) = \begin{cases} 5 \frac{cm}{h} & 0 \leq t \leq 2 \\ 0 & t \geq 2 \end{cases}$$

هیدروگراف واحد ۴ ساعته حوضه برابر با کدام است؟

$$h_f(t) = \begin{cases} 0.5t & 0 \leq t \leq 2 \\ 1 & 2 \leq t \leq 4 \\ 3 - 0.5t & 4 \leq t \leq 6 \end{cases} \quad (۲) \quad h_f(t) = \begin{cases} 0.25t & 0 \leq t \leq 2 \\ 0.5 & 2 \leq t \leq 4 \\ 1.5 - 0.25t & 4 \leq t \leq 6 \end{cases} \quad (۱)$$

$$h_f(t) = \begin{cases} 0.25t & 0 \leq t \leq 2 \\ 1 - 0.25t & 2 \leq t \leq 4 \end{cases} \quad (۴) \quad h_f(t) = \begin{cases} 0.125t & 0 \leq t \leq 2 \\ 0.25 & 2 \leq t \leq 4 \\ 0.75 - 0.125t & 4 \leq t \leq 6 \end{cases} \quad (۳)$$

۲۰۱- برای مدل سازی یک فرایند هیدرولوژیکی، در صورت داشتن پنج پارامتر کاندیدای ورودی، چند حالت ترکیب ورودی های مختلف را می توان به مدل ارائه کرد؟

(۱) ۳۱

(۲) ۳۲

(۳) ۳۵

(۴) ۳۶

۲۰۲- برای ایستنا کردن سری زمانی بارش روزانه  $x_t$ ، کدام تبدیل مناسب تر است؟

(۱)  $\frac{1}{x_t}$

(۲)  $\log x_t$

(۳)  $\sqrt{x_t}$

(۴)  $\ln x_t$

۲۰۳- کدام مورد در خصوص مدل بارش - رواناب استدلالی (Rational) درست نیست؟

(۱) توزیع زمانی رواناب را ارائه نمی کند.

(۲) توزیع بارش را روی حوضه ثابت لحاظ می کند.

(۳) از اطلاعات ژئومورفولوژی، حوضه استفاده نمی کند.

(۴) به عنوان مدل کاملاً جعبه سیاه از قوانین فیزیکی تبعیت نمی کند.

۲۰۴- داده های دبی ارائه شده در جدول زیر از مدل  $(1, 0, 1)_d \text{ SARIMA}(0, 0, 0)$  با پارامترهای  $\Phi = 0.4, \theta = 0.4, a_t \sim N(0, 1)$  پیروی می کنند. مقدار دبی پیش بینی با این مدل در زمان پنجم برابر چند واحد است؟

t	۱	۲	۳	۴
$z_t$	۱	۲	۱	۲
$a_t$	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۱

(۱) ۰/۲۸

(۲) ۰/۳۲

(۳) ۰/۳۶

(۴) ۰/۴۴

۲۰۵- بر روی داده های دبی میانگین در طول چند سال یک رودخانه، مدل های خودهمبسته  $AR(1)$  و  $AR(3)$  توسعه داده شده

است که لگاریتم طبیعی واریانس باقیمانده سری زمانی  $(LN(\hat{\sigma}_e^2))$  آن به ترتیب برابر  $-0.75$  و  $-0.9$  است. اگر مدل

$AR(3)$  مدل بهتری باشد، تعداد داده ها باید از حداقل کدام عدد بیشتر باشد؟

(۱) ۱۶

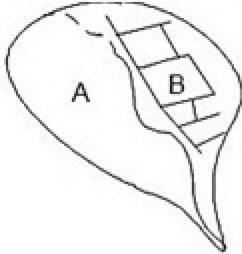
(۲) ۲۷

(۳) ۳۰

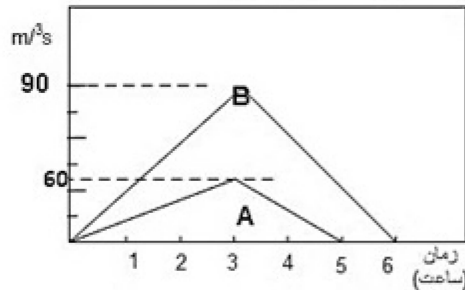
(۴) ۴۲

۲۰۶- حوضه‌ای شامل یک زمین باز A و یک مجموعه صنعتی تجاری B است که هیدروگراف‌های واحد یک ساعته هر زیرحوضه در شکل‌های زیر نشان داده شده است. به‌ازای باران ورودی اندازه‌گیری شده از یک طوفان و تلفات نفوذ متوسط (شکل‌های ب و ج)، دبی حداکثر هیدروگراف طوفان کل در خروجی حوضه چند مترمکعب بر ثانیه است؟

حوضه شکل الف



واحد هیدروگراف ب

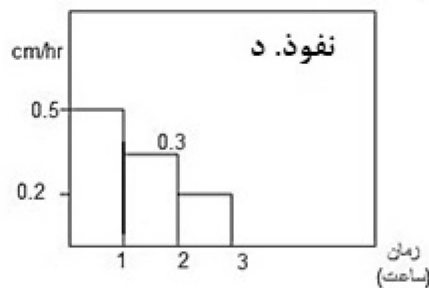
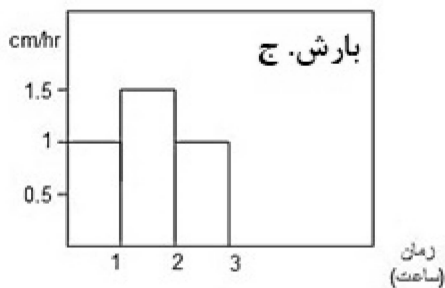


(۱) ۳۲۵

(۲) ۳۷۵

(۳) ۲۶۵

(۴) ۲۸۵



۲۰۷- در منطقه‌ای در تیر ماه با میانگین دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و ساعات روشنایی ۹ ساعت در روز، دو نوع محصول پنبه ( $K = 0.5$ ) و حبوبات ( $K = 0.8$ ) و هر کدام به‌ترتیب ۴۰ و ۶۰ درصد مساحت منطقه کشت شده است. تبخیر و تعرق پتانسیل این گیاهان در این ماه به روش بلانی - کریدل چند سانتی‌متر است؟ (براساس آمار بلندمدت ۳۰ ساله، مقدار نرمال ساعات روشنایی روزانه این منطقه برابر ۸ ساعت می‌باشد.)

$$PET = K \sum p_h \frac{1/8 T_a + 32}{40}$$

(۱) ۴/۱

(۲) ۱۲/۸

(۳) ۱۵/۴

(۴) ۳۲

۲۰۸- شدت بارندگی مؤثر در ۲ ساعت اول و دوم به‌ترتیب ۶ و ۳ سانتی‌متر بر ساعت بوده است. هیدروگراف رواناب مستقیم ناشی از این بارندگی ترکیبی در جدول زیر آمده است. براساس روش پیچشی، هیدروگراف واحد ۲ ساعته حوضه به‌ترتیب، دارای چند مؤلفه غیرصفر است و مقدار دومین مؤلفه غیرصفر آن چقدر است؟

زمان (ساعت)	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
دبی ( $\frac{m^3}{s}$ )	۰	۸۰	۱۲۰	۲۸۰	۳۰۰	۲۶۰	۲۴۰	۱۱۰	۴۰	۰

(۱) ۲۵، ۶

(۲) ۲۰، ۳

(۳) ۱۵، ۸

(۴) ۱۰، ۴

۲۰۹- سیلی با دبی ورودی ۱۵، ۲۰ و ۲۵ مترمکعب بر ثانیه در ۶ ساعت اول وارد مخزن سدی می‌شود، در روش روندیابی مخزن - تراز، مقادیر (الف) و (ب) به ترتیب چقدر است؟

دبی خروجی	$\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} + Q_{j+1}$	$\frac{2S_j}{\Delta t} - Q_j$	دبی ورودی $(\frac{m^3}{s})$	زمان (ساعت)	
۱۲	۳۴۲		۱۵	۰	(۱) ۳۶۲ ، ۳۱۶
۱۸			۲۰	۳	(۲) ۳۶۰ ، ۳۲۷
۲۲٫۵	(ب)	(الف)	۲۵	۶	(۳) ۳۷۲ ، ۳۳۶
					(۴) ۳۵۰ ، ۳۲۵

۲۱۰- روی حوضه‌ای به مساحت ۶۰۰ کیلومترمربع، بارانی به مدت ۱۸۰ دقیقه رخ داده است که شدت آن در دوره‌های ۳۰ دقیقه‌ای به ترتیب ۲، ۳، ۷/۴، ۳/۲، ۵/۴ و ۳ سانتی‌متر بر ساعت بوده است. حجم رواناب حاصل از آن ۳۰ میلیون مترمکعب است. نمایه  $\phi$  برای این حوضه چقدر است؟

- (۱) ۲/۶  
(۲) ۲/۴  
(۳) ۲/۳  
(۴) ۲/۲

برنامه‌ریزی حمل‌ونقل:

۲۱۱- کدام روش برای برآورد ایجاد سفر به کار نمی‌رود؟

- (۱) مدل رگرسیون  
(۲) تحلیل نرخ سفر  
(۳) طبقه‌بندی متقاطع  
(۴) مدل فرصت‌های میانی

۲۱۲- کشسانی (Elasticity) پارامتر A براساس تغییرات B برابر ۵- و کشسانی پارامتر B براساس تغییرات C برابر ۳- است. با ۲۰ درصد افزایش C، مقدار A چقدر تغییر می‌کند؟

- (۱) ۳ درصد افزایش می‌یابد.  
(۲) ۱۶ درصد افزایش می‌یابد.  
(۳) ۱۶ درصد کاهش می‌یابد.  
(۴) از روی دو مقدار کشسانی مجزا، قابل محاسبه نیست.

۲۱۳- در مدیریت تقاضای حمل‌ونقل، عبارت ERP به چه معناست؟

- (۱) قیمت‌گذاری معابر شهری  
(۲) مرکز مدیریت ترافیک  
(۳) اخذ الکترونیکی عوارض  
(۴) مدیریت اروپایی

۲۱۴- کدام مورد در ارتباط با ایمنی حمل‌ونقل نیست؟

- (۱) تصادف اتوبوس با عابر پیاده  
(۲) جیب‌بری در ایستگاه اتوبوس  
(۳) تصادف اتوبوس‌ها با یکدیگر  
(۴) سر خوردن مسافران هنگام ترمز در اتوبوس

۲۱۵- در رابطه کلی مدل جاذبه  $T_{ij} = P_i \left( \frac{A_j F_{ij} K}{\sum_l A_l F_{il} K} \right)$ ، متغیر K، تابع کدام مورد است؟

- (۱) فقط مبدأ  
(۲) فقط مقصد  
(۳) مبدأ و مقصد  
(۴) مقدار ثابتی است.

۲۱۶- در برنامه‌ریزی برای حمل‌ونقل پایدار، اولویت اول مربوط به کدام شیوه حمل‌ونقل است؟

- (۱) دوچرخه‌سواری  
(۲) پیاده‌روی  
(۳) اتوبوس  
(۴) مترو

۲۱۷- در مدل رگرسیونی تولید سفر خانوار - مبنا به صورت  $Y = \alpha X_1 + \beta X_2$ ، که در آن  $X_1$  تعداد شاغل در هر خانوار،  $X_2$  تعداد خودروی هر خانوار و  $Y$  تعداد سفر تولیدشده کاری به ازای هر خانوار است، آزمون آماری  $t$  برای پارامتر  $\alpha$ ، در فرضیه صفر، ضریب متغیر  $X_1$  را چه مقداری ابراز می‌کند؟

- (۱) صفر (۲) بیشتر از صفر (۳) کمتر از صفر (۴) مخالف صفر

۲۱۸- کدام مورد در خصوص تعریف قابلیت دسترسی نادرست است؟

- (۱) مفهومی بنیادی که مبنای رابطه بین کاربری زمین و حمل‌ونقل است.  
 (۲) با کاهش هزینه جابه‌جایی، افزایش پیدا خواهد کرد.  
 (۳) با کاهش زمان جابه‌جایی، کاهش پیدا خواهد کرد.  
 (۴) سهولت جابه‌جایی بین مکان‌ها است.

۲۱۹- در مسئله تخصیص ترافیک در شبکه، اگر تعریف کنیم:

$x_a$ : جریان در کمان  $a$

$t_a$ : زمان سفر در کمان  $a$

تابع هدف برنامه‌ریزی ریاضی مسئله تخصیص ترافیک، بر مبنای بهینه‌سازی (system optimization)، کدام است؟

$$\min z(x) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(w) dw \quad (۱)$$

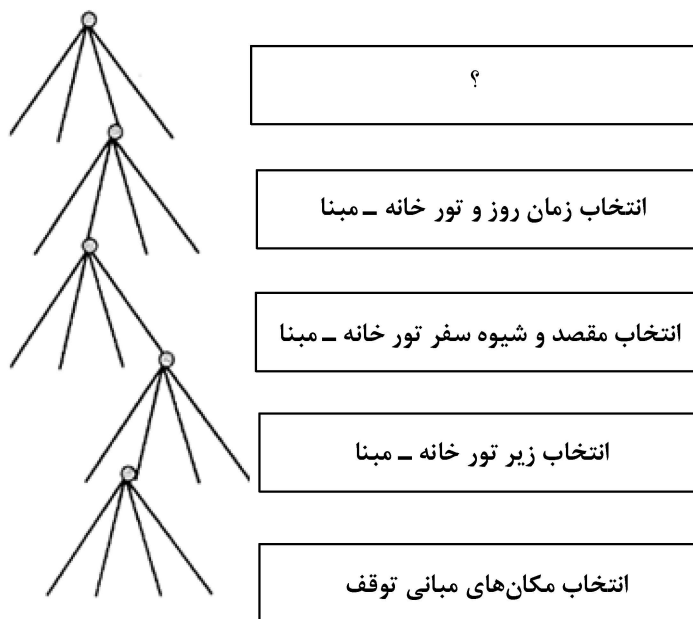
$$\max z(x) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(w) dw \quad (۲)$$

$$\max z(x) = \sum_a x_a t_a(x_a) \quad (۳)$$

$$\min z(x) = \sum_a x_a t_a(x_a) \quad (۴)$$

۲۲۰- نمونه‌ای از ساختار انتخاب آشیانه‌ای برنامه‌ریزی فعالیت (activity schedule)، به صورت زیر است. جای علامت

سؤال چه می‌نشیند؟



- (۱) انتخاب الگوی فعالیت کل روز  
 (۲) انتخاب مسیرهای تور خانه - مبنا  
 (۳) انتخاب فعالیت‌های به - و - از منزل  
 (۴) انتخاب مسیرهای تور غیرخانه - مبنا

۲۲۱- برای مدل انتخاب مسیر در یک شبکه حمل‌ونقل درون‌شهری متراکم، کدام مدل پیشنهاد می‌شود؟

- (۱) مدل همه یا هیچ (All or nothing)  
 (۲) لوجیت چندجمله‌ای (Multinomial logit)  
 (۳) لوجیت ترتیبی (Ordered logit)  
 (۴) لوجیت ترکیبی (Mixed logit)

۲۲۲- براساس تابع BPR با رابطه  $t = t_0 (1 + \alpha (\frac{V}{C})^\beta)$ ، اگر مسیری در ظرفیت خود عمل نماید، زمان سفر آن چند برابر

زمان سفر آزاد خواهد بود؟

(۱)  $\alpha$

(۲)  $1 + \alpha$

(۳)  $\beta$

(۴) ۱

۲۲۳- کدام مورد از شرایط مدل لوجیت چندجمله‌ای است؟

(۱) خطای گزینه‌ها با توزیع یکسان باشد.

(۲) خطای گزینه‌ها از هم مستقل باشد.

(۳) خطای گزینه‌ها با توزیع یکسان و از هم مستقل باشد.

(۴) به گزینه‌هایی که به وضوح بد باشند، احتمال انتخاب صفر نسبت داده می‌شود.

۲۲۴- تناقض (Braess's paradox) چه شرایطی را در مسئله تخصیص ترافیک بیان می‌کند؟

(۱) افزودن یک کمان جدید به شبکه، زمان سفر همه مسیرها را بهتر می‌کند.

(۲) افزودن یک کمان جدید به شبکه، ممکن است زمان سفر کل شبکه را افزایش دهد.

(۳) افزودن یک کمان جدید به شبکه، ممکن است موجب افزایش مقدار تابع هدف تعادل کاربر (UE) شود.

(۴) افزودن یک کمان جدید به شبکه، ممکن است موجب شود الگوی جریان تعادل کاربر (UE) به بهینه‌سازی سیستم (SO) نزدیک شود.

۲۲۵- در کدام مدل (های) توزیع سفر، سفرها به‌صورتی توزیع می‌شوند که ماتریس سفر حاصل، بیشترین احتمال وقوع را

با توجه به قیدهای موردنظر داشته باشد؟

(۱) جاذبه

(۲) رشد

(۳) آنتروپی

(۴) فرصت میانی

### برنامه‌ریزی و کنترل پروژه - روش‌های ساخت:

۲۲۶- در کنترل پروژه، اختلاف هزینه (CV) و اختلاف زمان‌بندی (SV) براساس فرمول‌های زیر محاسبه می‌شوند. در

کنترل پروژه، منحنی AC بالاترین، منحنی PV پایین‌ترین و منحنی EV در میان منحنی‌های AC و PV قرار

دارند. وضعیت پروژه چگونه است؟

$$CV = EV - AC$$

$$SV = EV - PV$$

(۱) هزینه بیشتر از بودجه و زمان‌بندی پایه با تأخیر است.

(۲) هزینه کمتر از بودجه و زمان‌بندی پایه با تأخیر است.

(۳) هزینه بیشتر از بودجه و جلو بودن از زمان‌بندی پایه است.

(۴) هزینه کمتر از بودجه و جلو بودن از زمان‌بندی پایه است.

۲۲۷- در کنترل پروژه، برای محاسبه ارزش کسب‌شده (EV)، از کدام مؤلفه‌ها استفاده می‌شود؟

(۱) بودجه و هزینه واقعی

(۲) درصد تکمیل و بودجه

(۳) درصد تکمیل و هزینه واقعی

(۴) درصد تکمیل و مدت پروژه

۲۲۸- در کنترل پروژه، کدام اختلاف یا شاخص نشان می‌دهد که برای هر واحد پول صرف شده، چه مقدار کار انجام شده است؟

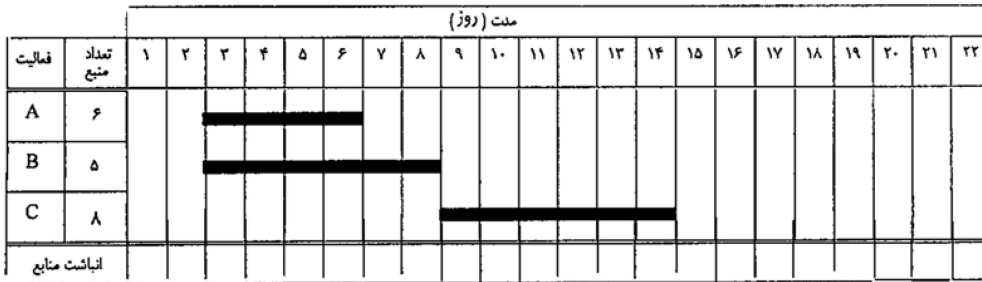
(۱) اختلاف هزینه (CV)

(۲) شاخص عملکرد هزینه (CPI)

(۳) اختلاف زمان بندی بر حسب حجم کار ( $SV_w$ )

(۴) شاخص عملکرد زمان بندی بر حسب زمان ( $SPI_t$ )

۲۲۹- برای بهینه سازی منابع در نمودار نشان داده شده در شکل زیر، اگر قرار باشد که منابع کمتر از ۱۰ باشد، کدام فعالیت‌ها و به مدت چند روز باید جابه جا شود؟ (در صورتی که A نمی تواند بعد از B انجام شود و C باید بعد از اتمام B شروع شود).



(۲) B و C، ۵

(۱) B و C، ۶

(۴) B و C، ۳

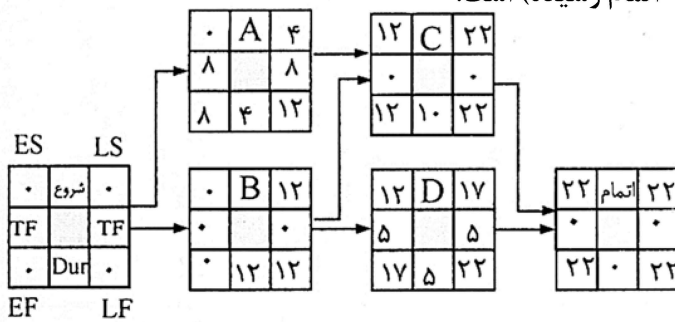
(۳) B و C، ۴

۲۳۰- شکل زیر زمان بندی پایه یک پروژه را نشان می‌دهد. این پروژه قرار است در هفته ۸ به روزرسانی شود. در هفته

به روزرسانی، اطلاعات به شرح زیر به دست آمده است. مدت پروژه پس از به روزرسانی چند هفته خواهد بود؟  
 - فعالیت A، به اتمام رسیده است.

- فعالیت B، ۲۰ درصد باقی مانده (۸۰ درصد به اتمام رسیده) است.

- فعالیت C و D آغاز نشده است.



(۱) ۱۸

(۲) ۲۰

(۳) ۲۲

(۴) ۲۴

۲۳۱- در کنترل پروژه، منحنی های هزینه واقعی (AC)، ارزش برنامه ریزی شده (PV) و ارزش کسب شده (EV) ترسیم شده اند. در این پروژه زمان بندی کسب شده (ES) بیشتر از زمان واقعی (AT) است. دلیل بیشتر از AT مطابق

با کدام مورد است؟

(۱) منحنی EV مساوی با منحنی PV است.

(۲) منحنی AC پایین تر از منحنی PV است.

(۳) منحنی EV بالاتر از منحنی AC است.

(۴) منحنی EV بالاتر از منحنی PV است.

۲۳۲- در شکل زیر، در روند فشرده کردن مدت پروژه، اگر فعالیت D به مدت ۲ هفته کم شود، از کدام فعالیت‌ها هر کدام

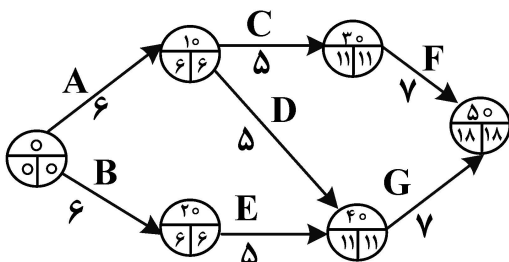
دو هفته کم می‌شود؟

(۱) E و F

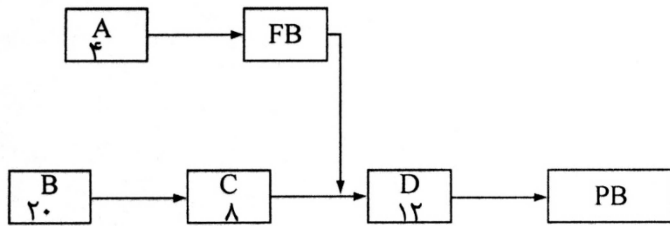
(۲) E و G

(۳) G و A

(۴) C و A



۲۳۳- در شبکه زنجیره بحرانی شکل زیر، مقادیر PB و FB به ترتیب چقدر است؟ (مدت‌ها به هفته است و برآورد اولیه بدون اعمال کاهش مدت است.)



- (۱) ۲۰ ، ۲
- (۲) ۲۰ ، ۱
- (۳) ۱۰ ، ۱
- (۴) ۱۰ ، ۲

۲۳۴- یکی از مزایای استفاده از توزیع بتا در روش بررسی برنامه و فناوری تجدیدنظر (PERT)، انحراف توزیع به سمت راست است. این خصوصیت توزیع بتا نشانه چیست؟

- (۱) احتمال افزایش مدت فعالیت
- (۲) احتمال کاهش مدت فعالیت
- (۳) وجود محدودیت زمان به جای بی‌نهایت
- (۴) افزایش احتمال وقوع زمان خوش‌بینانه

۲۳۵- براساس مشخصات فنی یک پروژه، تا مشخص شدن نتیجه مقاومت فشاری بتن پی‌ها، نباید ستون‌ها ساخته شوند. این وابستگی بین فعالیت‌ها از چه نوعی است؟

- (۱) اختیاری
- (۲) داخلی
- (۳) خارجی
- (۴) الزامی

۲۳۶- هزینه اجاره دفتر مرکزی یک پیمانکار افزایش یافته است. این هزینه متعلق به کدام گروه هزینه است؟

- (۱) بالاسری پروژه
- (۲) بالاسری عمومی
- (۳) مستقیم
- (۴) بالاسری پروژه و عمومی

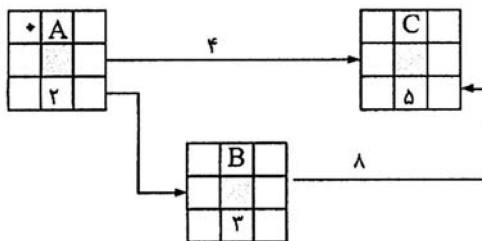
۲۳۷- یک پیمانکار قصد دارد مبلغ صورت‌وضعیت اول را که ماه دوم دریافت می‌کند با مشخصات به شرح زیر محاسبه کند. مبلغ صورت‌وضعیت چند میلیون تومان است؟

- سود: ۱۰ درصد
- تضمین: ۱۰ درصد
- هزینه ماه اول: ۴۰۰ میلیون تومان
- مبلغ پیش‌پرداخت در صورت‌وضعیت اول: ۲۰۰ میلیون تومان
- بازپرداخت مبلغ پیش‌پرداخت از هر صورت‌وضعیت: ۵۰ میلیون تومان

- (۱) ۷۰۰
- (۲) ۵۹۶
- (۳) ۵۴۶
- (۴) ۳۴۶

گره راهنما

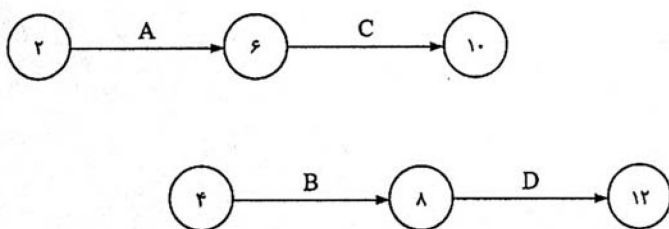
EST	ID	EFT
LST	D	LFT



۲۳۸- در شکل LFT، گره A با تحلیل عددی و تحلیل نوع پیوسته چه مقدار است؟

- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) ۵
- (۴) صفر

۲۳۹- در شکل زیر، اگر فعالیت B تابع انجام فعالیت‌های A و C باشد، فعالیت مجازی، به ترتیب باید از کدام گره به کدام گره ترسیم شود؟



- (۱) ۸ به ۱۰
- (۲) ۴ به ۱۰
- (۳) ۸ به ۱۰
- (۴) ۱۰ به ۴

۲۴۰- در طول چرخه عمر پروژه، تغییر در پروژه توسط عوامل پروژه امکان پذیر است. شدت تأثیرگذاری عوامل به ترتیب در مرحله تغییر طراحی و مرحله ساخت چگونه است؟

- (۱) کم و زیاد  
(۲) زیاد و زیاد  
(۳) کم و کم  
(۴) زیاد و کم

۲۴۱- به کدام دلیل، اگر نسبت طول به قطر مغزه کاهش یابد، مقاومت فشاری مغزه‌ها بیشتر ثبت می‌شود؟

- (۱) اثر دیواره‌ای  
(۲) اثر ریزترک‌ها  
(۳) اثر غیریکنواختی بتن  
(۴) اثر قید صفحات جک

۲۴۲- در نظر است برای اجرای یک اتصال فولادی تیر به ستون گیردار در منطقه زلزله‌خیز، از پیچ استفاده شود. کدام مورد برای این اتصال درست است؟

- (۱) اتصال اصطکاکی با پیچ پرمقاومت با هر نوع سوراخ  
(۲) اتصال اصطکاکی با پیچ معمولی و یا پرمقاومت با سوراخ استاندارد  
(۳) اتصال اصطکاکی با پیچ پرمقاومت فقط با سوراخ استاندارد یا سوراخ بزرگ‌اندازه  
(۴) اتصال اتکایی با پیچ معمولی با سوراخ استاندارد یا سوراخ بلند یا کوتاه عمود بر نیرو

۲۴۳- حداقل ضخامت مؤثر جوش شیاری تابع کدام است؟

- (۱) نوع فولاد  
(۲) قطعه ضعیف‌تر  
(۳) قطعه نازک‌تر  
(۴) میانگین ضخامت قطعه‌ها

۲۴۴- مزیت دستگاه جوشکاری جریان متناوب نسبت به مستقیم، کدام است؟

- (۱) هزینه مصرف برق کمتر است.  
(۲) پایداری و ثبات قوس بیشتر است.  
(۳) خطر کار کمتر است.  
(۴) انتخاب قطب برای اتصال الکتروود آزاد است.

۲۴۵- فشار حاصل از بتن‌ریزی بر روی قالب، تابع کدام عامل است؟

- (۱) نسبت عکس با وزن بتن  
(۲) نسبت مستقیم با زمان بتن‌ریزی  
(۳) نسبت معکوس یا مجذور ارتفاع بتن‌ریزی  
(۴) نسبت معکوس با مدت زمان بتن‌ریزی

۲۴۶- معمولاً سوله‌ها به نحوی طراحی می‌شوند که لنگر از قاب‌های سوله به پی منتقل نشود و یا مقدار کمی از لنگر منتقل شود. اتصال ورق زیر ستون چگونه باید باشد، تا لنگر منتقل نشود؟

- (۱) اتصال صلب با دو عدد میله مهارتی  
(۲) اتصال مفصل با دو عدد میله مهارتی  
(۳) اتصال مفصل با چهار عدد میله مهارتی  
(۴) اتصال صلب با چهار عدد میله مهارتی

۲۴۷- در ساخت دال‌های یک ساختمان قرار است از بتن پیش‌تنیده استفاده شود. چرا موقعیت کابل‌های پیش‌تنیده در طول مسیر تغییر داده می‌شود؟

- (۱) تماس کابل‌ها با میل‌گردها به حداقل برسد.  
(۲) امکان نصب میل‌گردهای حرارتی فراهم شود.  
(۳) مقدار کشیدگی کابل‌ها بر اساس و منطبق با مقدار ممان باشد.  
(۴) مقدار کشیدگی کابل‌ها بر اساس و منطبق با مقدار تنش برشی باشد.

۲۴۸- معمولاً برای ساختمان‌های بتن‌آرمه با طول زیاد (معمولاً ۳۵ متر و بیشتر) از درز جداکننده استفاده می‌شود. دلیل ایجاد این درز کدام است؟

- (۱) جمع‌شدگی  
(۲) تغییرهای دما  
(۳) نشست غیریکنواخت  
(۴) تنش‌های ناشی از بارهای سازه‌ای

۲۴۹- چرا در هنگام کوبش شمع‌ها، از بالش‌تک (Cushion) استفاده می‌شود؟

- (۱) توزیع یکنواخت نیروی ضربه  
(۲) انطباق امتداد شمع با چکش  
(۳) جلوگیری از آسیب شمع‌ها  
(۴) عدم کج شدن شمع‌ها

۲۵۰- برای سفت کردن پیچ‌ها در اتصال‌های فولادی، کدام نوع اتصال نیاز به پیش‌تنیدگی دارد؟

- (۱) اتکایی با هر نوع سوراخ  
(۲) اصطکاکی با سوراخ استاندارد  
(۳) اتکایی با سوراخ استاندارد  
(۴) اصطکاکی با هر نوع سوراخ

۲۵۱- در دال‌های بتنی، منظور از درز سرد (Cold joint)، عدم پیوستگی بتن در کدام درز است؟

- (۱) انقباض (۲) ساخت (۳) جداکننده (۴) انبساطی

۲۵۲- برای افزایش بازده دستگاه کوبش چکش سقوطی، برای نصب شمع‌ها کدام مورد انجام می‌شود؟

- (۱) افزایش وزن چکش  
(۲) تغییر نوع دستگاه  
(۳) افزایش ارتفاع چکش  
(۴) افزایش ارتفاع و وزن چکش

۲۵۳- چنانچه از مقطع تیر ورقی با ابعاد بال‌های کششی و فشاری برابر  $۲ \times ۲۰$  سانتی‌متر و جان آن برابر  $۱ \times ۲۰$  سانتی‌متر، جهت انتقال نیروی محوری و لنگر خمشی استفاده شود، به ترتیب چند درصد از نیروی محوری و لنگر

خمشی توسط جان تحمل می‌شود؟

- (۱) ۶/۵، ۲۰  
(۲) ۶/۵، ۸۰  
(۳) ۲۰، ۸۰  
(۴) ۶۰، ۴۰

۲۵۴- میلگرد بستر پیش‌ساخته برای دیوارهای بنایی باید، به ترتیب دارای حداقل یک سیم عرضی با قطر حدود چند میلی‌متر

برای هر  $۰/۲$  مترمربع از مساحت دیواره باشد و فاصله عمودی میلگرد بستر نباید بیش از چند میلی‌متر باشد؟

- (۱) ۳ و ۴۰۰  
(۲) ۴ و ۳۰۰  
(۳) ۶ و ۴۰۰  
(۴) ۸ و ۴۰۰

۲۵۵- در بتن حجیم، ضریب انبساط حرارتی بتن چه تأثیری بر حداکثر اختلاف دمای مجاز بین بخش مرکزی و بخش

سطحی بتن ( $\Delta T$ ) دارد؟

- (۱) ضریب انبساط حرارتی بتن ارتباطی با  $\Delta T$  ندارد.  
(۲) هرچه ضریب انبساط حرارتی بتن بیشتر باشد،  $\Delta T$  کمتر می‌شود.  
(۳) هرچه ضریب انبساط حرارتی بتن بیشتر باشد،  $\Delta T$  بیشتر می‌شود.  
(۴) ضریب انبساط حرارتی یک خاصیت ذاتی است، اما  $\Delta T$  عامل بیرونی است و نباید ضریب انبساط حرارتی را در محاسبه در نظر گرفت.

#### اصول مهندسی تصفیه آب و فاضلاب - مبانی انتقال، انتشار و مدل‌سازی آلاینده‌ها:

۲۵۶- کدام مورد در سختی‌گیری به روش شیمیایی کاربرد ندارد؟

- (۱) خاکستر سودا  
(۲) سود سوزآور  
(۳) آلوم  
(۴) آهک

۲۵۷- واحد شمارش باکتری‌ها در روش شمارش بشقابی هتروتروفیک (HPC) کدام است؟

(۱) NTU

(۲)  $\frac{CFU}{ml}$

(۳)  $\frac{MPN}{ml}$

(۴)  $\frac{MPN}{100ml}$

۲۵۸- در یک فیلتر سه لایه تصفیه آب که از ماسه، آنتراسیت و گارنت به عنوان مصالح فیلتری استفاده شده است، کدام یک از مصالح در پایین‌ترین لایه قرار می‌گیرد؟

(۱) مخلوط ماسه و آنتراسیت

(۲) آنتراسیت

(۳) ماسه

(۴) گارنت

۲۵۹- کدام عامل در کنترل پدیده حجیم‌شدن لجن (Bulking) در حوض ته‌نشینی ثانویه مؤثر است؟

(۱) استفاده از سلکتور در ابتدای حوض هوادهی

(۲) تزریق متانول به حوض هوادهی

(۳) افزایش قلیائیت در حوض هوادهی

(۴) افزایش دبی لجن برگشتی

۲۶۰- اکسیداسیون منگنز (II) به منگنز (IV) با استفاده از پراکسید هیدروژن، در کدام دامنه مقدار pH انجام می‌پذیرد؟

(۱) حدود ۶ تا ۷

(۲) حدود ۷ تا ۸

(۳) حدود ۷ یا کمتر

(۴) حدود ۹ یا بیشتر

۲۶۱- در واکنش کلر با مواد آلی موجود در آب، افزایش مقدار تری‌هالومتان‌های تشکیل‌شده، در صورتی که مقدار کلر تزریق‌شده ثابت باشد، تابع چه پارامترهایی است؟

(۱) افزایش مقدار pH، کاهش دما و کاهش مقدار DOC

(۲) افزایش مقدار pH، افزایش دما و افزایش مقدار DOC

(۳) کاهش مقدار pH، کاهش دما و کاهش غلظت اسید هیومیک

(۴) کاهش مقدار pH، افزایش دما و کاهش غلظت اسید هیومیک

۲۶۲- کدام مورد، تفاوت‌های اصلی دیسک‌های بیولوژیکی بی‌هوای با انواع هوای آن است؟

(۱) مخزن راکتور بی‌هوای سرپوشیده و مدت زمان تماس دیسک‌ها با فاضلاب معمولاً طولانی‌تر است.

(۲) مخزن راکتور بی‌هوای سرپوشیده و مدت زمان تماس دیسک‌ها با فاضلاب معمولاً کوتاه‌تر است.

(۳) مخزن راکتور بی‌هوای روباز و مدت زمان تماس دیسک‌ها با فاضلاب معمولاً طولانی‌تر است.

(۴) مخزن راکتور بی‌هوای روباز و مدت زمان تماس دیسک‌ها با فاضلاب معمولاً کوتاه‌تر است.

۲۶۳- منظور از ناحیه واکنش در راکتورهای متعارف بی‌هوای پتوی لجن با جریان روبه‌بالای فاضلاب (UASB) چیست و ناحیه بالای ناحیه واکنش را چه می‌نامند؟

(۱) ناحیه پتوی لجن حاوی لجن غیرمنسجم و سبک - ناحیه بستر لجن بسیار غلیظ

(۲) ناحیه بستر لجن بسیار غلیظ و منسجم دارای قابلیت ته‌نشینی خوب - ناحیه خروج گاز

(۳) ناحیه شامل پتوی حاوی لجن غیرمنسجم و سبک زیرین و بستر لجن بسیار غلیظ و منسجم دارای قابلیت ته‌نشینی خوب روی آن - ناحیه خروج گاز

(۴) ناحیه شامل بستر لجن بسیار غلیظ و منسجم دارای قابلیت ته‌نشینی خوب زیرین و پتوی لجن حاوی لجن غیرمنسجم و سبک روی آن - ناحیه ته‌نشینی داخلی و خروجی گاز

۲۶۴- در راکتورهای تصفیه بی‌هوازی، به ترتیب، به مقدار pH ..... و نسبت لازم اسیدهای چرب فرار به قلیائیت ..... الزامی است.

(۱) کمتر از ۴/۵، ۷/۵ تا ۱/۵

(۲) بیشتر از ۹ و کمتر از ۳، ۱ تا ۲

(۳) کمتر از ۶/۸ و بیشتر از ۷/۲، ۱ تا ۲

(۴) کمتر از ۴ و بیشتر از ۹/۵، ۸/۵ تا ۲

۲۶۵- در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به روش لجن فعال، کدام دسته از میکروارگانیسم‌ها مهم‌ترین عامل تشکیل لجن شناور یا کفاب لزج قهوه‌ای رنگ هستند و پارامتر اصلی تأثیرگذار کدام است؟

(۱) متانوسارسیناها به‌ویژه باکتری‌های حاوی اسید استیک، مدت زمان ماند زیاد سلولی (MCRT) در حوض هوادهی

(۲) فلکسی‌باکترها به‌ویژه باکتری‌های حاوی اسید سیتریک، مدت زمان ماند کم سلولی (MCRT) در حوض هوادهی

(۳) آکتینومیسیت‌ها به‌ویژه باکتری‌های حاوی اسید مایکولیک، مدت زمان ماند زیاد سلولی (MCRT) در حوض هوادهی

(۴) گلیکوکالیکس‌ها به‌ویژه باکتری‌های حاوی ترکیبات معدنی، مدت زمان ماند کم سلولی (MCRT) در حوض هوادهی

۲۶۶- دلیل پتانسیل‌های بالای صافی‌های بی‌هوازی برای تصفیه فاضلاب‌های رقیق، میزان SRT ..... در کنار HRT ..... است.

(۱) کوتاه - کوتاه (۲) زیاد - کوتاه (۳) کوتاه - زیاد (۴) زیاد - زیاد

۲۶۷- در فرایند لجن فعال، اگر لجن ته‌نشین‌شده در یک استوانه مدرج یک لیتری به مقدار ۲۵۵ میلی‌لیتر پس از ۳۰ دقیقه باشد، نسبت دبی لجن برگشتی به دبی ورودی تقریباً چند درصد است؟

(۱) ۲۵

(۲) ۳۵

(۳) ۵۰

(۴) ۷۵

۲۶۸- در یک لجن با غلظت جامدات ۱۰ درصد، در صورتی که وزن مخصوص معادل همه جامدات ۱/۲۵ باشد و وزن مخصوص آب ۱ باشد، وزن مخصوص لجن کدام است؟

(۱) ۱/۰۲

(۲) ۱/۱

(۳) ۱/۲

(۴) ۱/۲۵

۲۶۹- اگر غلظت MLSS در حوض هوادهی ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و لجن ته‌نشین‌شده در یک استوانه مدرج یک لیتری، ۲۰۰ میلی‌لیتر پس از ۳۰ دقیقه باشد، شاخص حجمی لجن (SVI) چقدر است؟

(۱) ۱۵۰

(۲) ۱۲۰

(۳) ۱۰۰

(۴) ۸۰

۲۷۰- عملکرد سلکتور بی‌هوازی مبتنی بر قابلیت باکتری‌های فلوک‌ساز در خصوص جذب و تجمع کدام مورد و تحت چه شرایطی است و استفاده از آن به‌عنوان منبع انرژی برای جذب کدام مورد و تحت کدام شرایط است؟

(۱) ترکیبات کلسیم - هوازی، سوبستره معدنی - محلول بی‌هوازی

(۲) نیتروژن آمونیاکی - بی‌هوازی، سوبستره معدنی محلول - هوازی

(۳) پلی‌فسفات‌ها - هوازی، سوبستره آلی محلول - بی‌هوازی

(۴) پلی‌فسفات‌ها - بی‌هوازی، سوبستره آلی محلول - هوازی

۲۷۱- پارامترهای مربوط به مواد آلی که ممکن است به دلیل فرسایش خاک به آب منتقل شوند، کدام هستند؟

- ۱) کربن آلی (TOC)، نیتروژن آمونیاکی و  $BOD_5$
- ۲) کربن آلی (TOC)، نیتروژن کل،  $BOD_5$  و جامدات فرار
- ۳) کربن آلی (TOC)، نیتروژن آلی،  $BOD_5$  و جامدات کل
- ۴) کربن آلی (DOC, TOC)، نیتروژن آلی،  $BOD_5$  و COD

۲۷۲- افزایش انتقال عوامل اسیدی به خاک ممکن است به ترتیب، چه تأثیری بر قابلیت فیلتراسیون، جذب سطحی و فعالیت بیولوژیکی خاک داشته باشد؟

- ۱) کاهش، افزایش و افزایش
- ۲) افزایش، افزایش و افزایش
- ۳) کاهش، کاهش و کاهش
- ۴) افزایش، کاهش و افزایش

۲۷۳- در رابطه با انتقال مواد از اتمسفر به زمین، منظور از دپوزیسیون خشک (Dry Deposition) کدام است؟

- ۱) مجموع انتقال گرد و غبار (بزرگتر از ۵ میکرومتر)، هواویزها (آئروزولها، کوچکتر از ۱ میکرومتر) و جذب گازها
- ۲) مجموع انتقال گرد و غبار (کوچکتر از ۵ میکرومتر)، هواویزها (آئروزولها، بزرگتر از ۱۰۰ میکرومتر) و جذب ترکیبات اسیدی
- ۳) مجموع انتقال هواویزها (آئروزولها، بزرگتر از ۳۰۰ میکرومتر)، قطره‌های مه و اکسیژن
- ۴) مجموع مواد منتقل شده در هنگام بارش به سطح زمین

۲۷۴- روش استفاده از ویژگی‌های آلاینده، جزو کدام دسته از روش‌های اندازه‌گیری جذب در خاک به‌شمار می‌رود، در رابطه با کدام دسته از آلاینده‌ها استفاده می‌شود و رابطه مربوطه چه نام دارد؟

- ۱) تست میدانی - معدنی - هاتوش (Hatush)
- ۲) تجربی - معدنی - دومینیکو (Domenico)
- ۳) تجربی - آلی - کیرشهف (Kirchhoff)
- ۴) تست آزمایشگاهی - آلی - پکلت (Pecllet)

۲۷۵- در صورت اسیدی شدن خاک، فعال‌سازی و جابه‌جایی به عمق بیشتر، یون‌های کلسیم و منیزیم در کدام دامنه مقدار pH انجام می‌پذیرد؟

- ۱) کمتر از ۷
- ۲) کمتر از ۵
- ۳) کمتر از ۴
- ۴) کمتر از ۳

۲۷۶- در رابطه با چرخه کامل نیتروژن در منابع خاک و آب زیرزمینی، در صورت غلظت زیاد نیترات موجود، انجام کدام فرایند از اهمیت بسزایی برخوردار است؟

- ۱) اکسیداسیون
- ۲) آمونیفیکاسیون
- ۳) نیتریفیکاسیون
- ۴) دی‌نیتریفیکاسیون

۲۷۷- غلظت ترکیبات آلی محلول موجود در آب زیرزمینی (DOM) به چه دلیل معمولاً کم است و این ترکیبات موجود را چه می‌نامند؟

- ۱) بخش بزرگی از DOM توسط میکروارگانیسم‌های خاک تجزیه می‌شوند، بخش موجود از آن در سفره آب زیرزمینی را سختی قابل تجزیه (RDOC) می‌نامند.
- ۲) بخش بزرگی از DOM توسط میکروارگانیسم‌های خاک تجزیه می‌شوند، بخش موجود از آن در سفره آب زیرزمینی را سختی قابل تجزیه (BTOC) می‌نامند.
- ۳) بخش بزرگی از DOM به دلیل فیلتراسیون در خاک حذف می‌شوند، بخش موجود از آن در سفره آب زیرزمینی را سختی قابل تجزیه (RTOC) می‌نامند.
- ۴) بخش بزرگی از DOM از طریق جذب سطحی خاک حذف می‌شوند، بخش موجود از آن در سفره آب زیرزمینی را سختی قابل تجزیه (RPOM) می‌نامند.

۲۷۸- کدام لایه خاک زمین به‌عنوان ناحیه فعال بیولوژیکی در نظر گرفته می‌شود؟

- (۱) سطح سفره آب زیرزمینی  
 (۲) ناحیه اشباع سفره آب زیرزمینی  
 (۳) ناحیه غیراشباع روی سفره آب زیرزمینی  
 (۴) ناحیه غیرقابل نفوذ زیر سفره آب زیرزمینی

۲۷۹- پدیده انتشار ذرات چگونه به‌وقوع می‌پیوندد؟

- (۱) جریان توده‌ای ذرات از نقطه‌ای به نقطه دیگر  
 (۲) پدیده انتشار حرکت غیرخطی توده‌ای ذرات از نقطه‌ای به نقطه دیگر  
 (۳) حرکت خطی توده‌ای ذرات به‌دلیل گرادیان غلظت از نقطه‌ای به نقطه دیگر  
 (۴) حرکت شبکه‌ای ذرات به‌دلیل گرادیان غلظت بدون نیاز به جریان توده‌ای آنها از نقطه‌ای به نقطه دیگر

۲۸۰- حرکت تصادفی ذرات معلق سیال که در نتیجه برخورد سریع اتم‌ها و مولکول‌ها در گاز یا مایع است، چه نوع حرکتی دارد؟

- (۱) زنجیره‌ای  
 (۲) براونی  
 (۳) الکارولینی  
 (۴) انتقالی

۲۸۱- ضریب انتشار در جامدات به استثنای ..... با استفاده از قانون ..... مقدار آن بسیار کمتر است

و این مقدار با افزایش دما، به سرعت ..... می‌یابد.

- (۱) هیدروژن - فیک - افزایش  
 (۲) اکسیژن - فرویندلیش - افزایش  
 (۳) نیتروژن - تیلور - کاهش  
 (۴) فسفر - بدینت - افزایش

۲۸۲- اگر در یک مسئله انتقال آلودگی در یک آبخوان یا سفره آب زیرزمینی، ضریب نفوذپذیری  $0.0002$  متر بر ثانیه،

شیب آبی یا گرادیان هیدرولیک  $0.001$  و تخلخل متوسط محیط  $20$  درصد و ضریب پراکندگی  $2$  متر فرض شود،

با صرف نظر کردن از ضریب نفوذ مولکولی، پراکندگی هیدرودینامیکی تقریبی چند  $\frac{m^2}{s}$  است؟

- (۱)  $0.2 \times 10^{-7}$   
 (۲)  $2.0 \times 10^{-7}$   
 (۳)  $1.0 \times 10^{-7}$   
 (۴)  $0.1 \times 10^{-7}$

۲۸۳- اگر پهنرفت (Advection) تنها مکانیزم حاکم بر انتقال آلودگی در آب رودخانه‌ای باشد که در آن آب با سرعت

یک متر بر ثانیه جریان دارد، در مدل‌سازی عددی یک‌بعدی انتقال جرم که تعداد مش‌ها  $100$  و طول مدل  $10$  متر

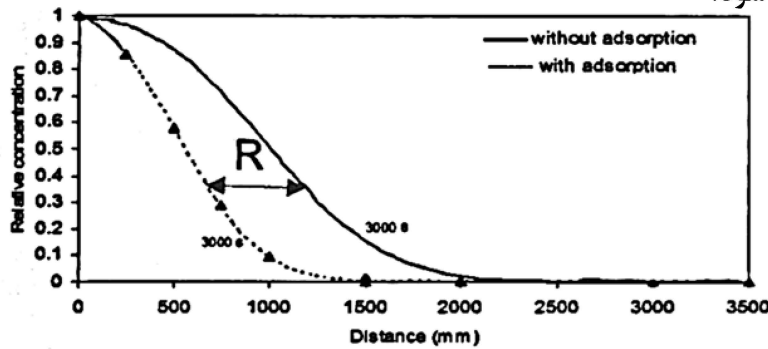
است، گام زمانی مناسب چند ثانیه است؟

- (۱)  $0.1$   
 (۲)  $1$   
 (۳)  $10$   
 (۴)  $100$

۲۸۴- کدام مورد درباره هدایت الکتریکی شیرابه حاصل از یک خاکچال درست است؟

- (۱) مستقل از جامدات موجود در آن است.  
 (۲) به جامدات محلول آن بستگی دارد.  
 (۳) به جامدات معلق ریز آن بستگی دارد.  
 (۴) به مجموع جامدات محلول و معلق آن بستگی دارد.

۲۸۵- شکل زیر نتایج حاصل برای انتقال یک آلاینده واکنشی با جذب خطی را با همان فرایند انتقال ولی بدون جذب مقایسه می کند، عبارت R چه نامیده می شود؟

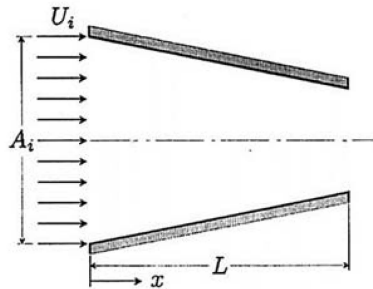


- (۱) پیشانی واکنش
- (۲) ضریب واکنش
- (۳) عامل تأخیر
- (۴) ضریب توزیع

هیدرودینامیک پیشرفته - طراحی سازه کشتی:

۲۸۶- یک جریان غیرقابل تراکم از یک سیال در داخل نازل در شکل زیر را در نظر بگیرید. سرعت در ورودی نازل  $U_i = 3 + 6 \sin \omega t$  و مساحت مقطع نازل در فاصله x از ورودی برابر با  $A = A_i(1 - 0.1x)$  است. اگر

شتاب موضعی سیال در فاصله  $x = 5 \text{ m}$  از مقطع ورودی در زمان  $\omega = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$ ،  $A_i = 0.5 \text{ m}^2$  باشد،



چند متر بر مجذور ثانیه است؟

- (۱) ۱/۵
- (۲) ۱/۵۷
- (۳) ۳/۱۴
- (۴) ۶

۲۸۷- جریان سیال پیرامون یک جسم دو بُعدی دارای سرعت  $\vec{V} = 2x\vec{i} + (y-1)\vec{j}$  است. بردار عمود بر جسم در نقطه

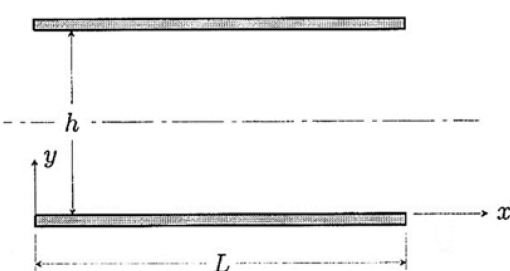
$P(2, 5)$  برابر  $\vec{n} = 0.5\vec{i} + 0.5\sqrt{3}\vec{j}$  است. تغییرات پتانسیل سرعت نسبت به بردار نرمال در نقطه P کدام است؟

- (۱)  $2 + 4\sqrt{3}$
- (۲)  $2 + 2\sqrt{3}$
- (۳)  $2\vec{i} + 3\vec{j}$
- (۴)  $2\vec{i} + \sqrt{3}\vec{j}$

۲۸۸- یک جریان لایه‌ای (Laminar)، دائم (Steady)، غیرقابل تراکم، یک بُعدی و کاملاً توسعه یافته مابین دو صفحه ثابت طویل، در اثر اختلاف فشار ثابت مابین پایین دست و بالادست جریان برقرار است. اگر فاصله مابین دو صفحه h باشد، با توجه به محورهای مختصات نشان داده شده در شکل، توزیع سرعت سیال مابین دو صفحه ممکن است

به صورت  $u = \frac{-1}{2\mu} \frac{\partial P}{\partial x} y(h-y)$  باشد. اگر  $h = 5 \text{ mm}$ ، تغییرات فشار به ازای واحد طول  $\frac{\partial P}{\partial L} = 10 \frac{\text{kPa}}{\text{m}}$  و طول

صفحه‌ها  $L = 10 \text{ m}$  باشد، نیروی وارد بر هر یک از صفحه‌ها به ازای واحد عرض صفحه چند  $\frac{\text{N}}{\text{m}}$  است؟



- (۱) ۵۰۰
- (۲) -۲۵۰
- (۳) -۵
- (۴) ۲/۵

۲۸۹- یک جریان لایه‌ای (Laminar)، دائم (Steady)، غیرقابل تراکم، یک بُعدی و کاملاً توسعه یافته مابین دو صفحه ثابت طویل در اثر اختلاف فشار ثابت مابین پایین دست و بالادست جریان برقرار است. اگر فاصله مابین دو صفحه  $h$  باشد، با توجه به محورهای مختصات نشان داده شده در شکل، توزیع سرعت سیال مابین دو صفحه را ممکن است به صورت

$$u = -\frac{1}{2\mu} \frac{\partial P}{\partial x} y(h-y)$$

اگر  $h = 6 \text{ mm}$ ، تغییرات فشار به ازای واحد طول  $\frac{\partial P}{\partial L} = 10 \frac{\text{kPa}}{\text{m}}$ ، طول صفحه‌ها

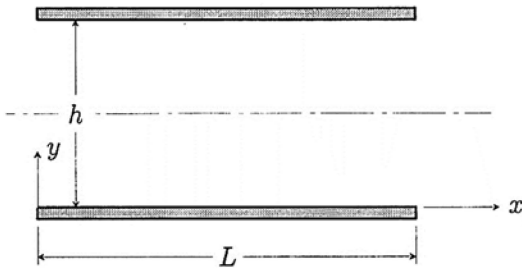
$L = 10 \text{ m}$  و ویسکوزیته سیال  $\mu = 10^{-3} \frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\text{m}^2}$  باشد، جریان حجمی سیال به ازای واحد عرض چند  $\frac{\text{m}^3}{\text{s}\cdot\text{m}}$  است؟

(۱) ۰٫۱۲-

(۲) ۰٫۰۰۰۴-

(۳) ۰٫۰۰۰۲۵-

(۴) ۰٫۱۸-



۲۹۰- یک جریان یکنواخت، غیرویسکوز، غیردائم و غیرچرخشی از روی یک استوانه طویل با مقطع دایره‌ای شکل به شعاع  $a = 2 \text{ m}$  مطابق شکل زیر عبور می‌کند. تابع پتانسیل جریان در یک نقطه به فاصله  $r$  و زاویه  $\theta$

$$\phi = U(t) r \left(1 + \frac{a^2}{r^2}\right) \cos \theta$$

اگر چگالی سیال  $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  و  $U(t) = \frac{t}{\pi} \text{ m/s}$  باشد، مقدار

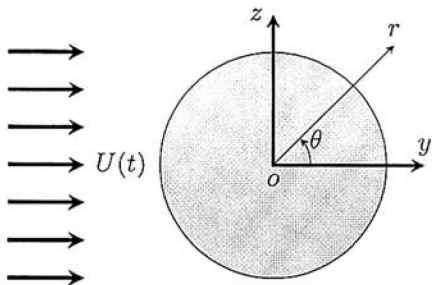
نیروی وارد بر استوانه به ازای واحد طول چند نیوتن است؟

(۱)  $4000 \hat{j}$ -

(۲) صفر

(۳)  $4000 \hat{j}$

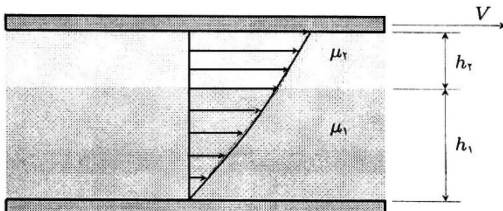
(۴)  $8000 \hat{j}$



۲۹۱- سیال با ویسکوزیته‌های  $\mu_1 = 0.1 \frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\text{m}^2}$  و  $\mu_2 = 0.15 \frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\text{m}^2}$  مابین دو صفحه طویل مطابق شکل زیر قرار دارند.

ضخامت لایه‌های سیال به ترتیب  $h_1 = 0.5 \text{ mm}$  و  $h_2 = 0.25 \text{ mm}$  است. اگر صفحه بالایی با سرعت  $V = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

حرکت کند، سرعت در فصل مشترک دو سیال چند متر بر ثانیه است؟



(۱) ۰٫۶

(۲) ۰٫۶۶

(۳) ۰٫۷۵

(۴) ۰٫۸

۲۹۲- بارجی دارای سطح مقطع آبخور به شکل مربع و با طول ضلع ۸ متر و آبخور ۶ متر در آب شیرین شناور است. اگر

جرم افزوده یک مربع با طول ضلع  $a$  برابر  $m_{11} = 1.25a^2$  باشد، جرم افزوده بارج در حرکت سرچ چند تن است؟

(۲) ۴۸۰

(۱) ۳۶۰

(۴) ۶۴۰

(۳) ۵۲۰

۲۹۳- میدان سرعت در یک سیال  $\vec{V} = (2xt)\vec{i} + (3x+t)\vec{j}$  است. مقدار شتاب در نقطه  $(1, 1)$  در لحظه  $t = 2$  ثانیه، چند متر بر مجذور ثانیه است؟

(۱)  $\sqrt{493}$

(۲)  $\sqrt{535}$

(۳)  $4\sqrt{19}$

(۴)  $3\sqrt{17}$

۲۹۴- در جریان پیرامون یک کره با شعاع  $r$ ، مقدار پتانسیل  $\phi = rx^3 + x^2z + 3zy^2 + 2z^3$  است. شرط آنکه جریان پیوسته باشد، کدام است؟

(۱)  $x = -\frac{y}{10}ry$

(۲)  $x = \frac{3}{r}yz$

(۳)  $y = rx^2 + z$

(۴)  $z = -\frac{3}{10}rx$

۲۹۵- سرعت سیال جریان دو بُعدی در جهت  $(u)x$  و در جهت  $(v)y$  به ترتیب،  $u = 2xyt$  و  $v = -y^2t$  است. معادله خط جریان که از نقطه  $P(1, 1)$  می‌گذرد، کدام است؟

(۱)  $x^2 + y = 2$

(۲)  $x = y^2$

(۳)  $xy^2 = 1$

(۴)  $x^2y = 1$

۲۹۶- پتانسیل مختلط در جریان سیال  $F(z) = 2z^2$  است، که در آن  $z = x + iy$  می‌باشد. سرعت جریان در نقطه  $P(2, 1)$  کدام است؟

(۱)  $4\sqrt{11}$

(۲)  $4\sqrt{5}$

(۳)  $2\sqrt{13}$

(۴)  $2\sqrt{5}$

۲۹۷- تابع پتانسیل در یک جریان  $\phi = 2xy$  است. تابع جریان  $\psi$  کدام است؟

(۱)  $y^2 - x^2 + 3$

(۲)  $x^2 + 2xy + y^2$

(۳)  $x^2 - 2xy + y^2$

(۴)  $y^2 + x^2 + 7$

۲۹۸- در جریان سیال  $u = xy + z^2$ ،  $v = x^2 + yz$  و  $w = 2xy$  است. مقدار ورتیسیتته در نقطه  $P(2, 1, 3)$  کدام است؟

(۱)  $4\vec{i} + \vec{j} + 3\vec{k}$

(۲)  $3\vec{i} - 2\vec{j} + \vec{k}$

(۳)  $3\vec{i} + 4\vec{j} + 2\vec{k}$

(۴)  $4\vec{i} - 2\vec{j} + 3\vec{k}$

۲۹۹- در جریان پیرامون یک جسم  $u = 3xy + z^2$  و  $v = 2y^2 + x^2y$  و  $w = xz$  است. شرط آنکه جریان پیوسته باشد، کدام است؟

(۱)  $x = \frac{-z(y+1)}{6}$

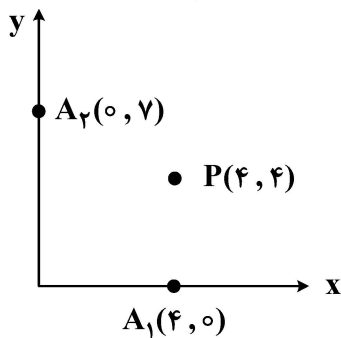
(۲)  $y = \frac{-x(x+z)}{3}$

(۳)  $x = \frac{-y(y+z)}{7}$

(۴)  $y = \frac{-x(x+1)}{7}$

۳۰۰- پتانسیل سرعت پیرامون یک منبع  $\phi = \frac{m}{2\pi r}$  است که  $r$  فاصله تا منبع و  $m$  شدت منبع است. اگر یک چشمه با

شدت ۸ در نقطه  $A_1$  و یک چاه با شدت ۷ در نقطه  $A_2$  باشد، پتانسیل سرعت در نقطه  $P$  کدام است؟



(۱)  $\frac{3}{10\pi}$

(۲)  $\frac{5}{12\pi}$

(۳)  $-\frac{4}{13\pi}$

(۴)  $\frac{7}{20\pi}$

۳۰۱- کدام مورد در خصوص فرایند طراحی منطقی سازه‌ای کشتی (Rationally – Based Ship Structural Design) درست‌تر است؟

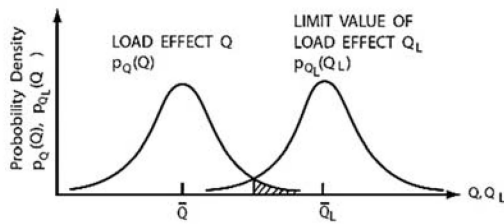
(۱) اتافک‌های بدنه را می‌توان به صورت دوجه‌دو، در هر چرخه از طراحی، بهینه‌سازی نمود.

(۲) تنها لازم است اتافک میانی را، آن هم فقط یکبار در طول فرایند طراحی، بهینه‌سازی نمود.

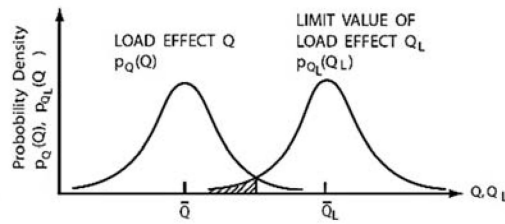
(۳) هر یک از اتافک‌های بدنه را می‌توان به صورت مجزا از هم، در هر چرخه از طراحی، بهینه‌سازی نمود.

(۴) بهینه‌سازی اتافک‌های قرارگرفته در نواحی سینه، وسط و پاشنه کشتی، آن هم فقط یکبار در طول فرایند طراحی، الزامی است.

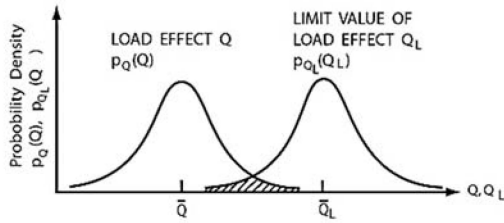
۳۰۲- کدام منطقه هاشور خورده، نماینده احتمال وقوع خرابی است؟



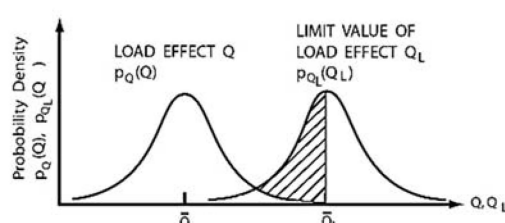
الف



ب



ج



د

- (۱) «د»
- (۲) «ج»
- (۳) «ب»
- (۴) «الف»

۳۰۳- تحلیل پاسخ سازه‌ای یک کشتی با ویژگی‌های ذکر شده در زیر، در ترازهای مختلف، چگونه باید باشد؟

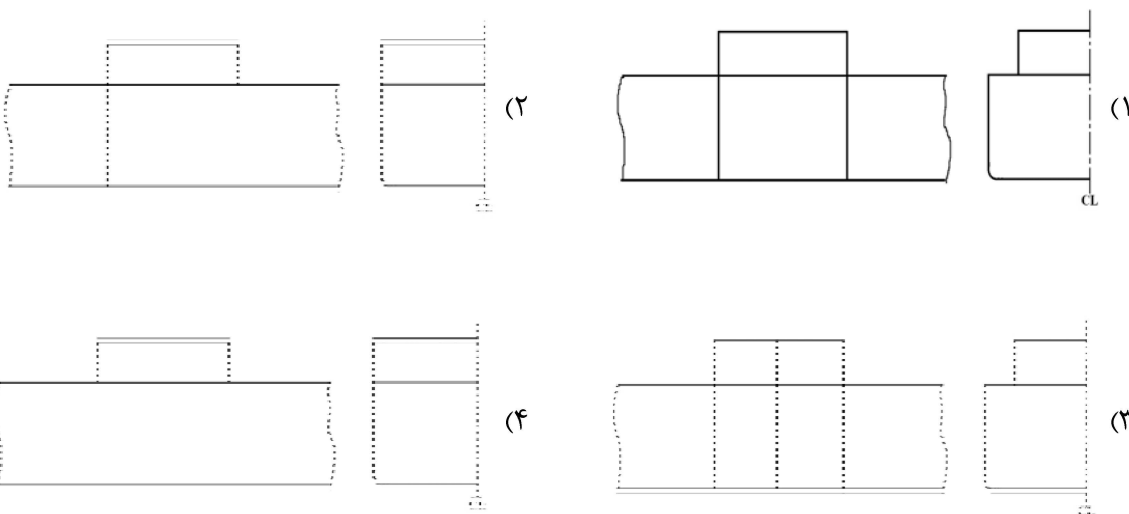
– نوع کشتی: کشتی با طرح غیراستاندارد یا نوین (Ship with Non-Standard or Novel Design)

– وقوع پدیده کوبش (Slamming) یا ارتعاش فرنی (Springing) در کشتی: محتمل

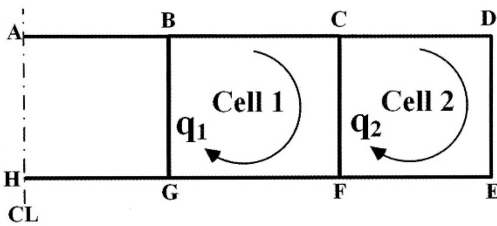
- (۱) تحلیل دینامیکی در ترازهای شاه‌تیر بدنه، اتاقک‌های بدنه، اجزای اصلی و اجزای محلی
- (۲) تحلیل استاتیکی در ترازهای شاه‌تیر بدنه، اتاقک‌های بدنه، اجزای اصلی و اجزای محلی
- (۳) تحلیل شبه‌استاتیکی در تراز شاه‌تیر بدنه به‌علاوه تحلیل دینامیکی در ترازهای اتاقک‌های بدنه، اجزای اصلی و اجزای محلی
- (۴) تحلیل شبه‌استاتیکی در ترازهای شاه‌تیر بدنه و اتاقک‌های بدنه به‌علاوه تحلیل دینامیکی در ترازهای اجزای اصلی و اجزای محلی

۳۰۴- کدام جانمایی نشان داده شده در زیر، منجر به خمش محلی شدید روسازه (Superstructure) نسبت به محور

خنثای محلی خود، به هنگام خمش طولی بدنه (Hull) می‌شود؟



۳۰۵- به منظور محاسبه جریان‌های برشی اصلاح‌کننده (Corrective Shear Flows) برای مقطع یک تیر با شکل زیر، واقع در معرض برش قائم در امتداد محور تقارن مقطع، کدام مجموعه از معادلات باید حل شود؟



$$\begin{cases} \oint_{\text{Cell 1}} \frac{q_1}{t} ds = - \oint_{\text{Cell 1}} \frac{q^*}{t} ds \\ \oint_{\text{Cell 2}} \frac{q_2}{t} ds = - \oint_{\text{Cell 2}} \frac{q^*}{t} ds \end{cases} \quad (1)$$

$q^*$ : Statically Determinate Shear Flow

$q_1$  and  $q_2$ : Corrective Shear Flows

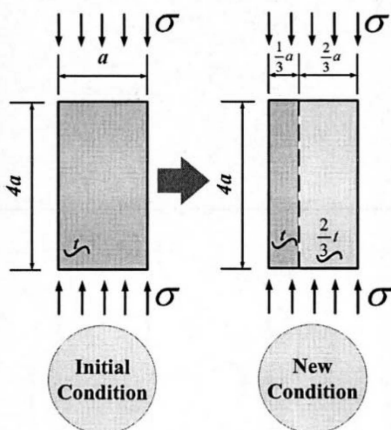
$$\begin{cases} - \oint_{\text{Cell 1}} \frac{q_2}{t} ds + \oint_{\text{Cell 1}} \frac{q_1}{t} ds = \oint_{\text{Cell 1}} \frac{q^*}{t} ds \\ \oint_{\text{Cell 2}} \frac{q_1}{t} ds - \oint_{\text{Cell 2}} \frac{q_2}{t} ds = \oint_{\text{Cell 2}} \frac{q^*}{t} ds \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} \oint_{\text{Cell 1}} \frac{q_1}{t} ds + \oint_{\text{Cell 2}} \frac{q_1}{t} ds = - \oint_{\text{Cell 1}} \frac{q^*}{t} ds \\ \oint_{\text{Cell 1}} \frac{q_2}{t} ds + \oint_{\text{Cell 2}} \frac{q_2}{t} ds = - \oint_{\text{Cell 2}} \frac{q^*}{t} ds \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \oint_{\text{Cell 1}} \frac{q_1}{t} ds + \oint_{\text{Cell 1}} \frac{q_2}{t} ds = - \oint_{\text{Cell 1}} \frac{q^*}{t} ds \\ \oint_{\text{Cell 2}} \frac{q_1}{t} ds + \oint_{\text{Cell 2}} \frac{q_2}{t} ds = - \oint_{\text{Cell 2}} \frac{q^*}{t} ds \end{cases} \quad (4)$$

۳۰۶- یک پانل ورقه‌ای در حالت اولیه خود، وضعیتی همانند آنچه که در شکل زیر نشان داده شده است، را دارد. اینک مقرر شده به دلایلی متعدد، تا علاوه بر اتصال یک تقویت‌کننده طولی معمولی اضافی در موقعیت خط چین به آن پانل ورقه‌ای، ضخامت ناحیه‌ای از آن نیز کاهش داده شود. بر این اساس، وضعیتی جدید برای آن پانل ورقه‌ای ایجاد می‌گردد نسبت استحکام کمانشی پانل ورقه‌ای در وضعیت جدید به استحکام کمانشی آن پانل ورقه‌ای در همان

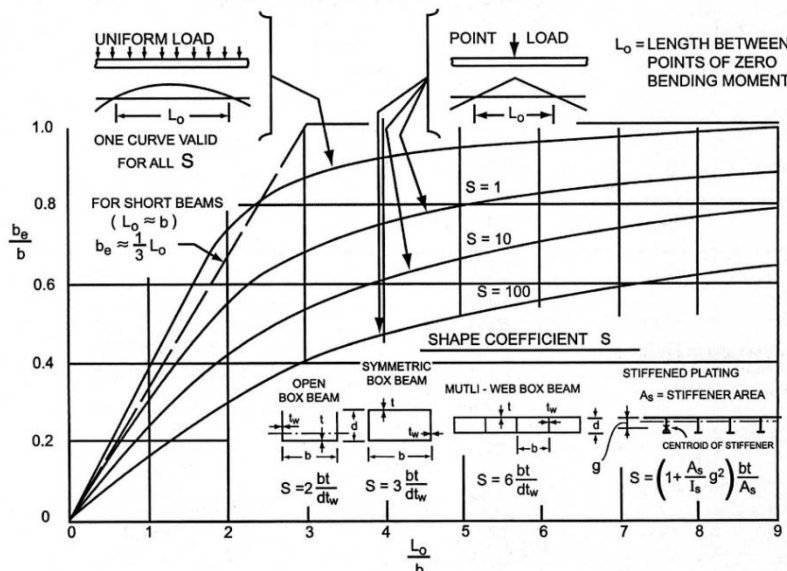
وضعیت اولیه چقدر است؟



- ۱ (۱)
- ۴ (۲)
- ۹ (۳)
- ۹/۴ (۴)

۳۰۷- مقدار عرض مؤثر ( $b_e$  : Effective Breadth) برای یک تیر با مقطع جعبه‌ای متقارن (Symmetric Box Beam) تحت اثر بار جانبی از نوع متمرکز، با در نظر گرفتن فرضیات زیر، چقدر است؟

عرض مقطع تیر	$b = ۰/۵ m$
رابطه بین ابعاد بال و ابعاد جان در تیر	$b.t = ۱/۵ d.t_w$
فاصله بین نقاط با گشتاور خمشی صفر بر روی نمودار توزیع گشتاور خمشی تیر	$L_o = ۵b$



- (۱)  $b_e \approx ۰/۳۰۰ m$
- (۲)  $b_e \approx ۰/۳۷۵ m$
- (۳)  $b_e \approx ۰/۴۰۰ m$
- (۴)  $b_e \approx ۰/۵۰۰ m$

۳۰۸- معادله دیفرانسیل زیر بر خمش یک ورق حاکم است. کدام یک از موارد، معرف نوع خمش ورق و همچنین، وضعیت بارگذاری خارجی-داخلی مؤثر بر جزئی بینهایت کوچک از آن ورق است؟

$$\nabla^4 w = \frac{1}{۰/۰۰۴ MN.m} \left( (۰/۰۶۴ N/mm^2) + (۱۰ N/mm) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + (۱۵ N/mm) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} - (۲۰ N/mm) \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)$$

نوع خمش ورق	الاستیک با تغییر شکل کوچک
مدول الاستیسیته مؤثر ورق	$۰/۰۰۴ MN.m$
تنش خمشی مؤثر بر ورق	$۰/۰۶۴ N/mm^2$

(۱)

نوع خمش ورق	الاستیک با تغییر شکل کوچک
سختی خمشی ورق	$۰/۰۰۴ MN.m$
شدت فشار جانبی مؤثر بر ورق	$۰/۰۶۴ N/m$

(۲)

نوع خمش ورق	الاستوپلاستیک با تغییر شکل بزرگ
مدول الاستیسیته مؤثر ورق	$۰/۰۰۴ MN.m$
تنش خمشی مؤثر بر ورق	$۰/۰۶۴ N/mm^2$

(۳)

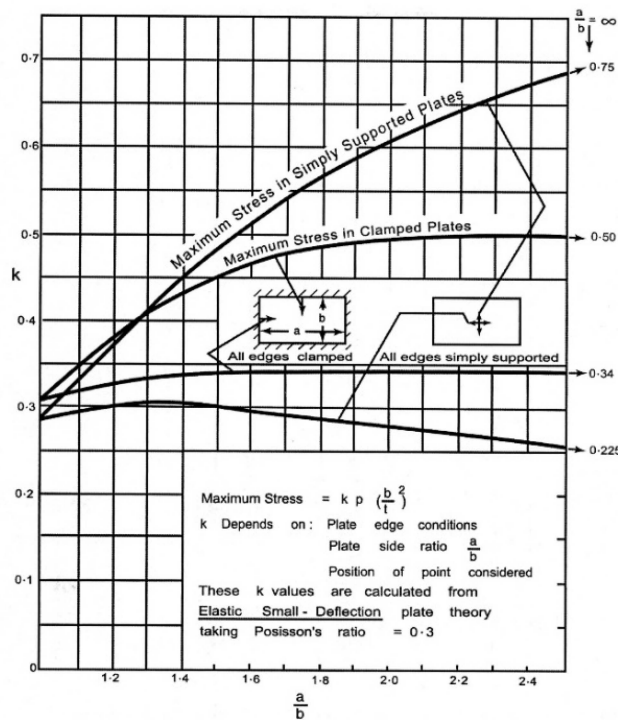
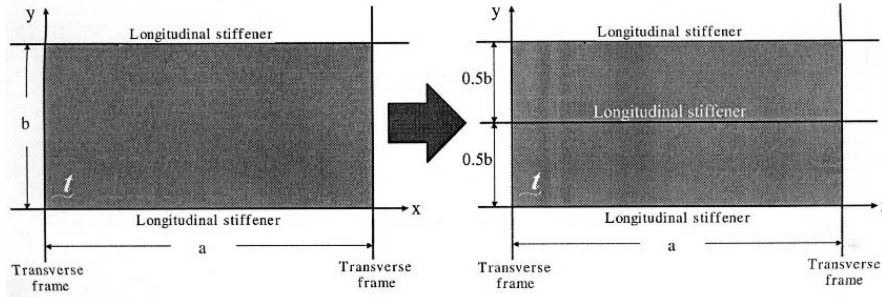
نوع خمش ورق	الاستیک با تغییر شکل بزرگ
سختی خمشی ورق	$۰/۰۰۴ MN.m$
شدت فشار جانبی مؤثر بر ورق	$۰/۰۶۴ N/mm^2$

(۴)

۳۰۹- در ورق نشان داده شده در شکل زیر، یک تقویت کننده طولی اضافی در نیم عرض ورق نصب می شود. شرایط مرزی ورق در هر حالت، گیردار است. با عنایت به فرضیات زیر، مقدار تنش خمشی بیشینه در وسط اضلاع طویل (وسط تقویت کننده های طولی) چند برابر می شود، در صورتی که ضخامت ورق و فشار جانبی مؤثر بر ورق تغییری نداشته باشند؟

$b = ۸۰۰ \text{ mm}$

$a = ۱۶۰۰ \text{ mm}$



Maximum stresses in rectangular plates under uniform lateral pressure.

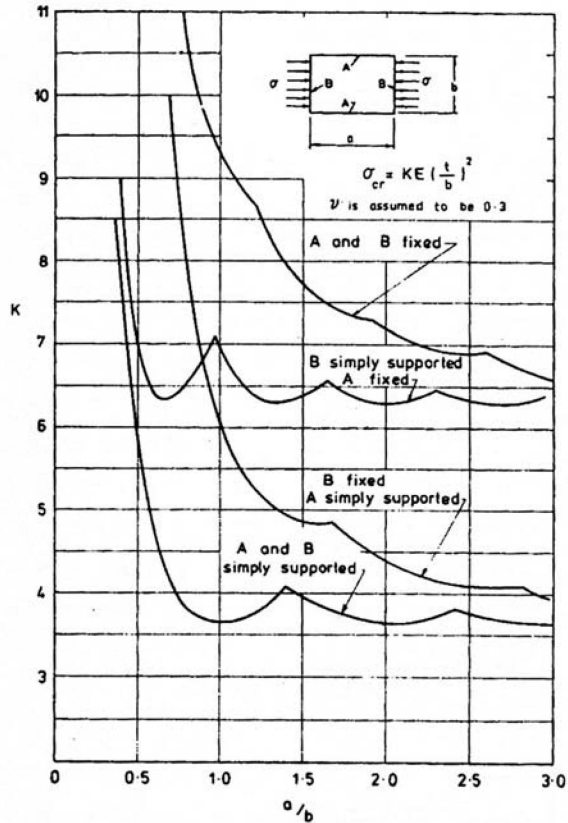
$\sigma_{\max}^{\text{New}} = 0.25 \sigma_{\max}^{\text{Old}} \quad (۲)$

$\sigma_{\max}^{\text{New}} = \sigma_{\max}^{\text{Old}} \quad (۱)$

$\sigma_{\max}^{\text{New}} = 0.75 \sigma_{\max}^{\text{Old}} \quad (۴)$

$\sigma_{\max}^{\text{New}} = 0.5 \sigma_{\max}^{\text{Old}} \quad (۳)$

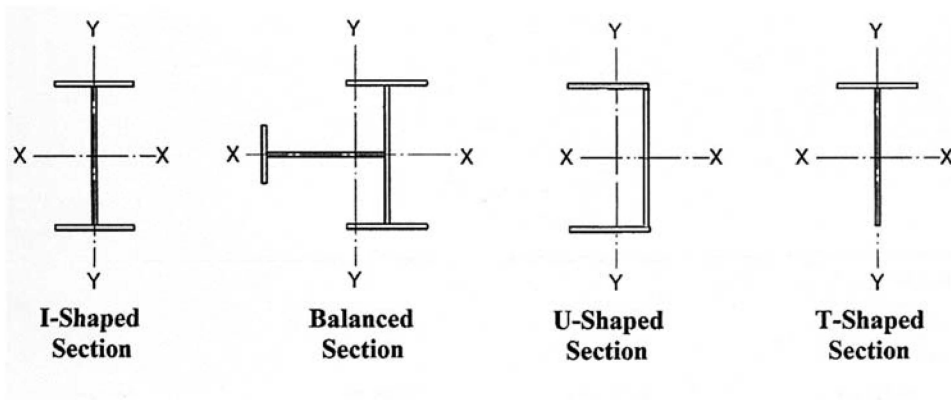
۳۱۰- یک پانل ورقه‌ای با نسبت ابعادی ۲/۵ در سازه یک کشتی فولادی با دو تقویت کننده طولی معمولی و دو قاب عرضی معمولی احاطه شده است. در بازسازی آن کشتی، تقویت کننده‌های معمولی با تقویت کننده‌های سخت تری جایگزین می‌شوند. استحکام کمانشی پانل ورقه‌ای پس از بازسازی کشتی، نسبت به حالت اولیه کشتی، چند برابر می‌گردد؟



Buckling coefficient  $k$  in the design formula for flat plates in uniaxial compression.

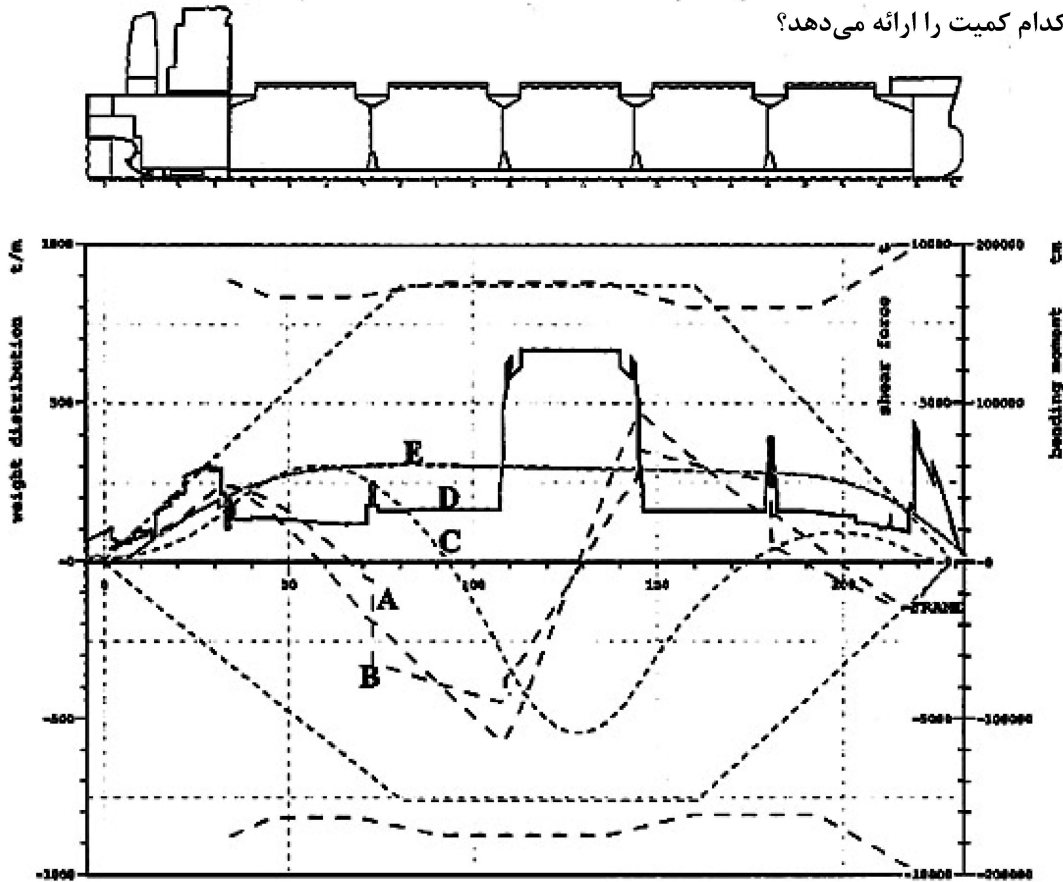
- (۱)  $\sigma_{cr}^{New} \approx \sigma_{cr}^{Old}$
- (۲)  $\sigma_{cr}^{New} \approx 0.6 \sigma_{cr}^{Old}$
- (۳)  $\sigma_{cr}^{New} \approx 1/2 \sigma_{cr}^{Old}$
- (۴)  $\sigma_{cr}^{New} \approx 1/7 \sigma_{cr}^{Old}$

۳۱۱- از دیدگاه استحکام عرضی، قیدهای عرضی (Cross-Ties) در ساختمان کشتی‌های تانکر رفتاری مانند کدام مورد داشته و بهترین مقطع عرضی برای آنها کدام است؟



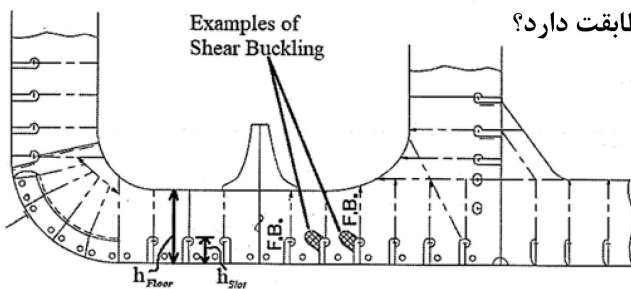
- (۱) ستون، I- شکل بالانس شده
- (۲) تیر، U- شکل
- (۳) شاه تیر، T- شکل
- (۴) ستون، I- شکل

۳۱۲- برای یک کشتی با نیمرخ طولی نشان داده شده در شکل زیر، گزیده‌ای از نتایج در قالب مجموعه‌ای از نمودارها در ادامه شکل، داده شده است. این نتایج مربوط به کدام حوزه از محاسبات طراحی سازه‌ای کشتی بوده و نمودار C توزیع کدام کمیت را ارائه می‌دهد؟

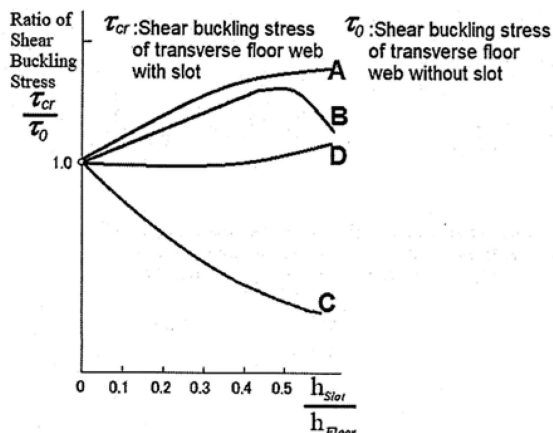


(۱) حوزه ارزیابی استحکام طولی سازه کشتی - بویانسی (۲) حوزه ارزیابی استحکام برشی سازه کشتی - نیروی برشی (۳) حوزه ارزیابی استحکام طولی سازه کشتی - گشتاور خمشی (۴) حوزه ارزیابی استحکام پیچشی سازه کشتی - زاویه وزن

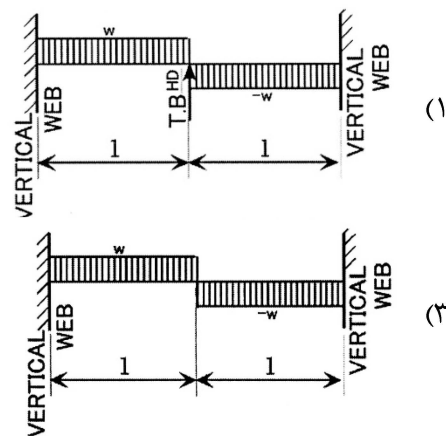
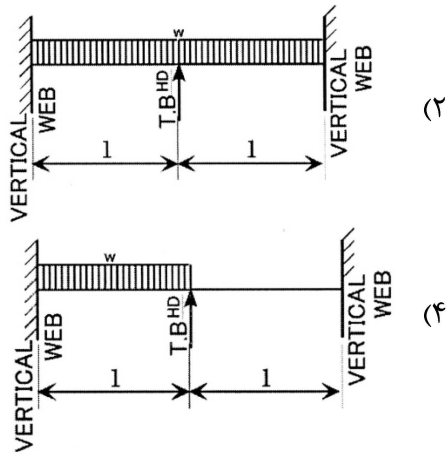
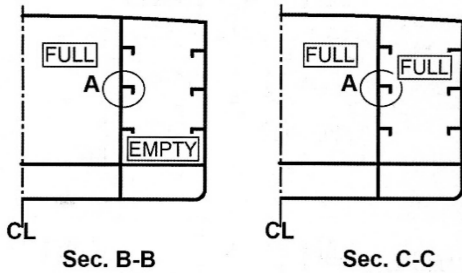
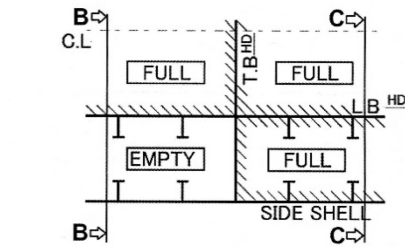
۳۱۳- از دیدگاه استحکام محلی، منحنی رفتاری نسبت بی‌بعد شده تنش بحرانی کمانشی (Critical Shear Buckling) در ساختمان کف کشتی‌ها در مقابل نسبت ارتفاع معبر (Slot) به ارتفاع جان شاه تیرهای عرضی کف (Floor)، با کدام یک از منحنی‌های نشان داده شده در شکل زیر مطابقت دارد؟



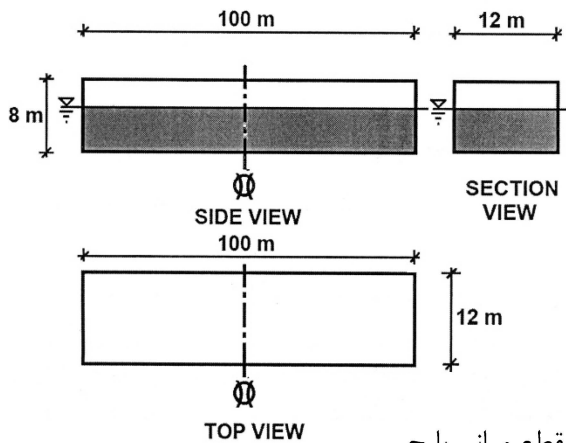
- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)
- D (۴)



۳۱۴- ساده ترین مدل برای تحلیل سازه ای تقویت کننده طولی - افقی A نصب شده بر روی دیواره طولی از یک کشتی با جزئیات نشان داده شده در شکل زیر چیست؟



۳۱۵- با افزودن باری ۸ کیلونیوتنی، درست در مرکز هندسی عرشه بارژی با جزئیات نمایش داده شده در زیر، میزان تغییر در گشتاور خمشی بیشینه آن بارچ چقدر است و موقعیت اعمال گشتاور خمشی بیشینه در بارچ نیز در کدام مقطع قرار دارد؟



- (۱) افزایش در گشتاور خمشی بیشینه = ۱۰۰ کیلونیوتن متر، مقطع میانی بارچ
- (۲) کاهش در گشتاور خمشی بیشینه = ۸۰۰ کیلونیوتن متر، مقطع میانی بارچ
- (۳) افزایش در گشتاور خمشی بیشینه = ۴۰۰ کیلونیوتن متر، مقطعی با فاصله ۲۵ متر پشت مقطع میانی بارچ
- (۴) کاهش در گشتاور خمشی بیشینه = ۲۰۰ کیلونیوتن متر، مقطعی با فاصله ۲۵ متر جلوی مقطع میانی بارچ

