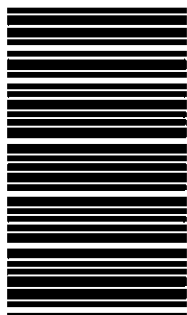


کد کنترل

696A



696A

صبح جمعه  
۱۴۰۴/۱۱/۱۰  
دفترچه شماره ۲ از ۲



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

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»  
مقام معظم رهبری

**آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۵**  
**مهندسی عمران (کد ۲۳۰۷)**

مدت زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۳۱۵ سؤال

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

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

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

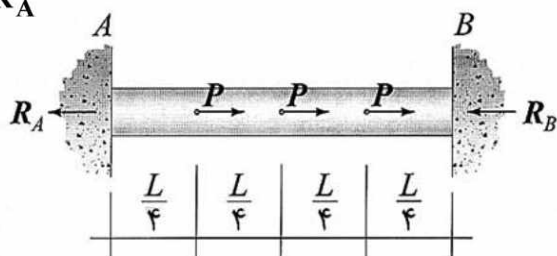
\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات کادر زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

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

امضا:

مکانیک جامدات (مقاومت مصالح و تحلیل سازه‌ها):

۱- میله‌ای با مقطع ثابت مطابق شکل به تکیه‌گاه‌های A و B بسته شده است. نسبت واکنش‌های تکیه‌گاهی  $\frac{R_B}{R_A}$  کدام است؟



۱ (۱)

۲ (۲)

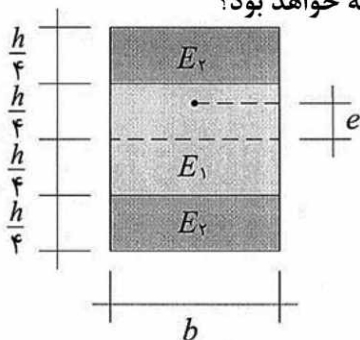
۳ (۳)

۴ (۴)

۲- در شکل زیر، یک مقطع مرکب که از دو ماده با مدول‌های یانگ  $E_2 = 2E_1$  ساخته شده است، تحت یک نیروی

فشاری در راستای عمود بر مقطع با میزان خروج از مرکزیت  $e$  قرار می‌گیرد. به ازای کدام نسبت  $\frac{e}{h}$ ، نیمرخ تنش

نرمال وارد بر مقطع در ارتفاع  $\frac{h}{4}$  از لبه پایینی دقیقاً در مرز بین دو ماده، پیوسته خواهد بود؟



۵ (۱)

۳۶

۵ (۲)

۲۴

۵ (۳)

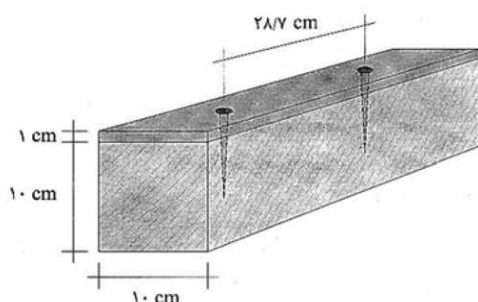
۱۲

(۴) به ازای هیچ نسبتی برای  $\frac{e}{h}$ ، نیمرخ تنش نرمال در مرز مذکور پیوسته نخواهد بود.

۳- از اتصال یک تسمه فولادی بر روی یک الوار چوبی، تیری مطابق شکل ساخته شده است. تسمه فولادی با استفاده از

میخ‌هایی در فواصل نشان داده شده به الوار چوبی متصل شده است. اگر مقطع تیر تحت نیروی برشی ۶ کیلونیوتن قرار گیرد، نیروی برشی وارد بر مقطع هر یک از میخ‌ها بر حسب کیلونیوتن چقدر است؟ (نسبت مدول یانگ فولاد به چوب

برابر با ۲۰ است. گشتاور لختی مقطع معادل این تیر را برابر با  $2870 \text{ cm}^4$  در نظر بگیرید.)



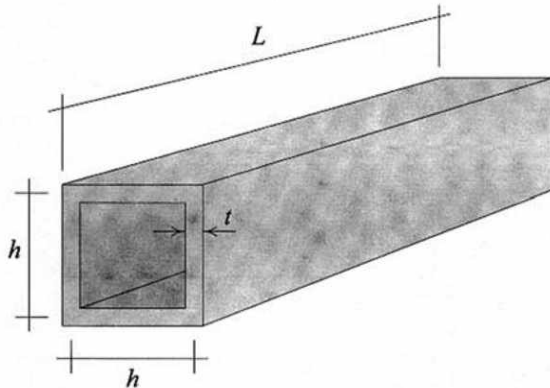
۱۰ (۱)

۱۴ (۲)

۱۸ (۳)

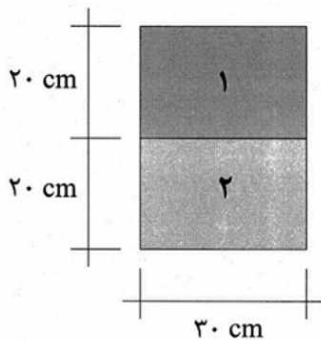
۲۲ (۴)

- ۴- تیر جدار نازکی را مطابق شکل در نظر بگیرید. اگر  $t$  و  $L$  را هر کدام  $20\%$  درصد افزایش و  $h$  را  $20\%$  درصد کاهش دهیم، در آن صورت تحت یک گشتاور پیچشی معین، «تنش برشی ایجاد شده در جداره» و «زاویه پیچش مقطع» هر کدام به ترتیب چند درصد افزایش می‌یابد؟



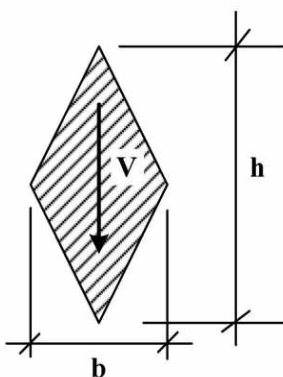
- (۱)  $30/21$  و  $56/25$   
 (۲)  $30/21$  و  $95/31$   
 (۳)  $62/76$  و  $56/25$   
 (۴)  $62/76$  و  $95/31$

- ۵- مقطع تیری مطابق شکل از دو ماده ساخته شده است. مدول یانگ ماده (۱) و (۲) به ترتیب برابر با  $E_1 = 200 \text{ GPa}$  و  $E_2 = 100 \text{ GPa}$  است. نسبت بزرگترین تنش فشاری به بزرگترین تنش کششی پدید آمده در مقطع تیر کدام است؟



- (۱)  $\frac{7}{10}$   
 (۲)  $\frac{10}{7}$   
 (۳)  $\frac{5}{7}$   
 (۴)  $\frac{7}{5}$

- ۶- در تیری با مقطع لوزی همانند شکل زیر، تنش برشی ماکزیمم در کجا رخ می‌دهد؟

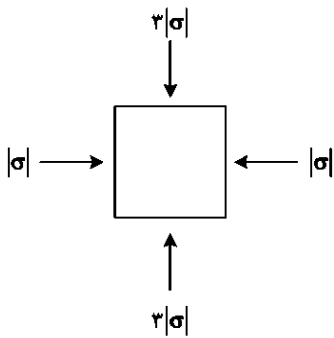


- (۱) فاصله  $\frac{1}{9}h$  بالا و پایین محور خنثی  
 (۲) فاصله  $\frac{1}{8}h$  بالا و پایین محور خنثی  
 (۳) فاصله  $\frac{1}{6}h$  بالا و پایین محور خنثی  
 (۴) محور خنثی

- ۷- المان مکعبی جامدی در عمق  $h$  از سیالی با وزن مخصوص  $\rho g$  قرار می‌گیرد. حداکثر تنش برشی ایجاد شده در این المان کدام است؟

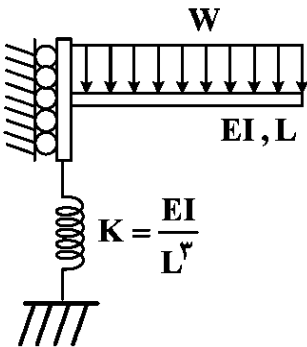
- (۱) صفر  
 (۲)  $\rho gh$   
 (۳)  $\frac{\rho gh}{2}$   
 (۴)  $\frac{\sqrt{2}}{2} \rho gh$

۸- در شکل زیر، مقدار بیشینه تنش برشی در المانی از یک جسم ( $\tau_{max}$ ) در حالت تنش مسطح، کدام است؟



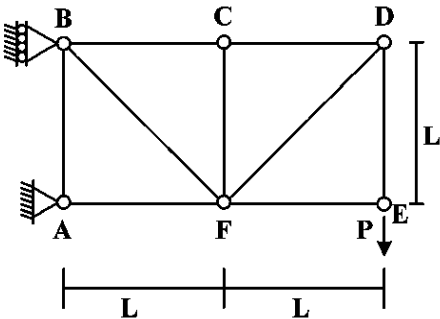
- (۱)  $2|\sigma|$
- (۲)  $|\sigma|$
- (۳)  $1/5|\sigma|$
- (۴)  $0/5|\sigma|$

۹- انرژی ذخیره شده در سیستم برحسب  $\frac{W^2 L^5}{EI}$  کدام است؟



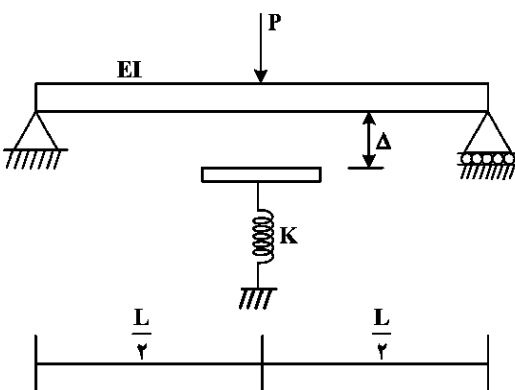
- (۱)  $\frac{11}{20}$
- (۲)  $\frac{21}{20}$
- (۳)  $\frac{21}{40}$
- (۴)  $\frac{41}{40}$

۱۰- تغییر مکان عمودی گره F در خرابی نشان داده شده برحسب  $\frac{PL}{EA}$  کدام است؟ (EA برای تمامی اعضا یکسان است.)



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

۱۱- در شکل زیر، فاصله فنر تا میانه تیر  $\Delta = \frac{PL^3}{192EI}$  است. حداکثر جابه‌جایی قائم میانه تیر با فرض اصابت تیر به



فنر برحسب  $\frac{PL^3}{EI}$  کدام است؟ ( $K = 24 \frac{EI}{L^3}$ )

- (۱)  $\frac{1}{72}$
- (۲)  $\frac{1}{64}$
- (۳)  $\frac{1}{56}$
- (۴)  $\frac{1}{48}$

۱۲- در تیر دو سر گیردار نشان داده شده، تکیه‌گاه‌های A و B به ترتیب متحمل نشست‌هایی برابر با  $\Delta_0$  و  $3\Delta_0$  می‌شوند. گشتاور تکیه‌گاهی پدید آمده در A چند برابر B خواهد بود؟ (EI ثابت است).

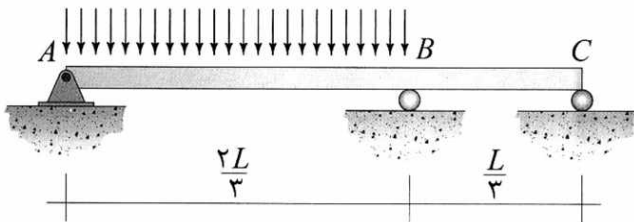
- (۱) ۱  
(۲) ۳  
(۳) ۹  
(۴)  $\frac{1}{3}$



۱۳- برای تحلیل تیر نامعین نشان داده شده به روش نرمی، سازه اولیه (پایه) را با حذف گشتاور خمشی در نقطه B (به عبارتی

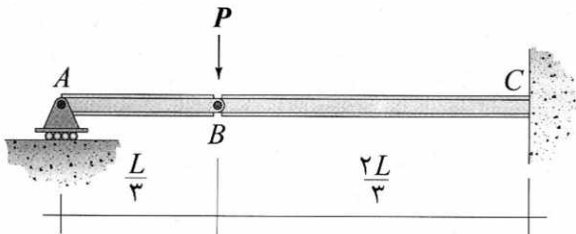
ایجاد یک مفصل خمشی در آن نقطه) می‌سازیم. ضریب نرمی متناظر آن بر حسب  $\frac{L}{EI}$  کدام است؟ (EI ثابت است).

- (۱)  $\frac{2}{9}$   
(۲)  $\frac{1}{9}$   
(۳)  $\frac{2}{3}$   
(۴)  $\frac{1}{3}$



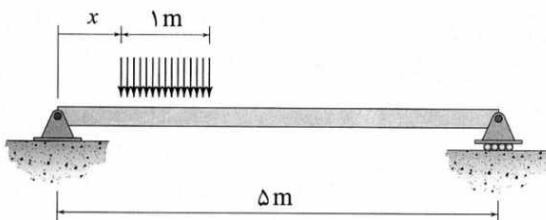
۱۴- شیب تیر در نقطه A بر حسب  $\frac{PL^2}{EI}$  برابر با کدام است؟ (EI ثابت است).

- (۱)  $\frac{2}{27}$   
(۲)  $\frac{2}{81}$   
(۳)  $\frac{8}{27}$   
(۴)  $\frac{8}{81}$



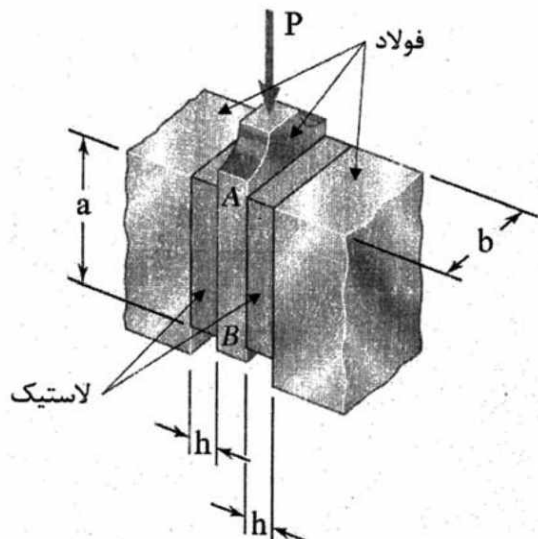
۱۵- تیر ساده‌ای را به طول ۵m مطابق شکل در نظر بگیرید. بار گسترده متحرکی به طول ۱m و با شدت ثابت، سرتاسر این

تیر را می‌پیماید و نهایتاً آن را ترک می‌کند. اگر فاصله لبه سمت چپ بار گسترده از ابتدای تیر را با متغیر x نشان دهیم، نمودار تغییرات نیروی برشی پدید آمده در نقطه وسط تیر بر حسب x به‌ازای  $0 \leq x \leq 5$  کدام خواهد شد؟



- (۱) (۲) (۳) (۴)

- ۱۶- دو بلوک لاستیکی با مدول صلابت  $G$  به صفحه  $AB$  و به تکیه‌گاه‌های صلب مطابق شکل متصل شده‌اند. با اعمال نیروی  $P$  به صفحه  $AB$ ، این صفحه به اندازه  $\delta$  در امتداد نیرو جابه‌جا می‌شود. ثابت فنریت لاستیک ( $K$ ) کدام است؟



(راهنمایی:  $P = K \cdot \delta$ )

$$\frac{G}{2h} \quad (1)$$

$$\frac{2G}{h} \quad (2)$$

$$\frac{abG}{2h} \quad (3)$$

$$\frac{2abG}{h} \quad (4)$$

- ۱۷- یک شفت دایره‌ای توپر ابتدا تحت گشتاور پیچشی  $T_1$  قرار می‌گیرد، سپس گشتاور  $T_2$  به آن اضافه می‌شود. اگر  $T_1 = T_2$ ، انرژی کرنشی کل ذخیره‌شده در شفت پس از اضافه شدن  $T_2$  نسبت به حالتی که فقط  $T_1$  اعمال شده باشد، چند برابر است؟ (با اعمال  $T_1 + T_2$  رفتار شفت در محدوده الاستیک باقی می‌ماند.)

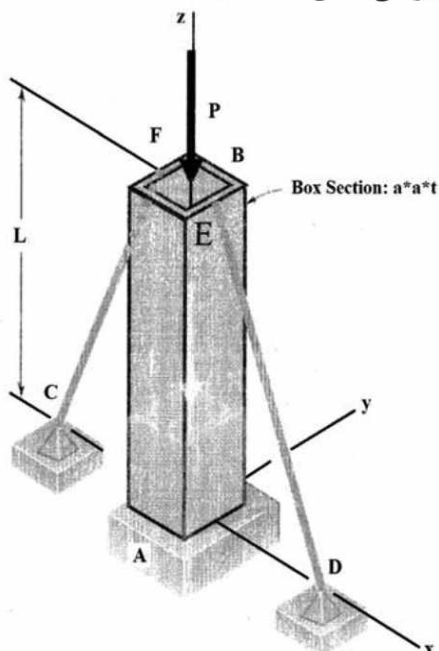
$$1 \quad (1)$$

$$2 \quad (2)$$

$$4 \quad (3)$$

$$8 \quad (4)$$

- ۱۸- در شکل زیر، دو کابل  $DE$  و  $CF$  به ستون  $AB$  با مقطع شکل مربعی و ضخامت  $t$  در صفحه  $xz$  متصل شده‌اند و مانع حرکت انتهای ستون در راستای  $x$  می‌شوند. اگر بار محوری  $P$  به ستون وارد شود، کمانش حول کدام محور اتفاق می‌افتد و مقدار نیروی بحرانی کمانش کدام است؟ ( $E$  و  $I$  به ترتیب مدول یانگ و ممان اینرسی مقطع هستند.)



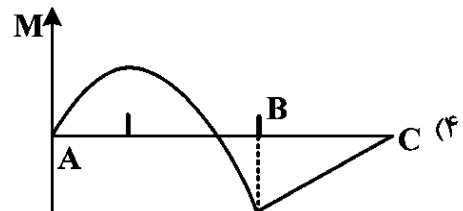
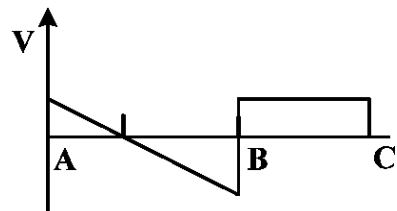
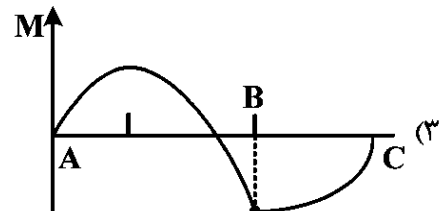
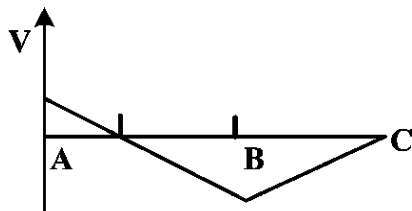
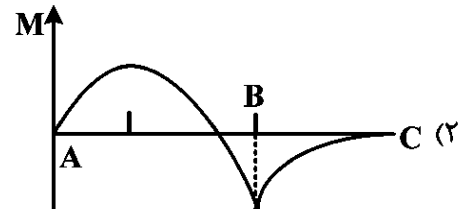
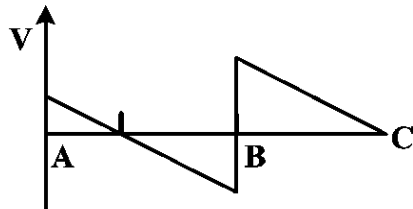
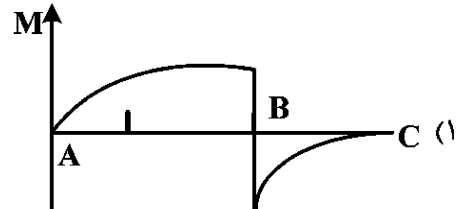
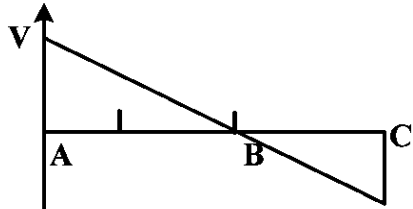
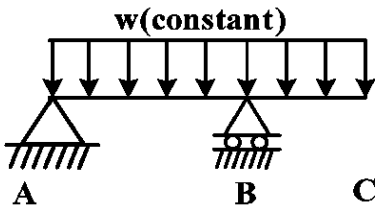
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(2L)^2} \text{ و } x \quad (1)$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\sqrt{2}L)^2} \text{ و } x \quad (2)$$

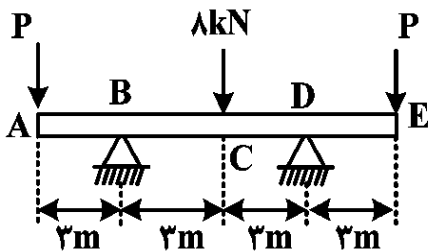
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(2L)^2} \text{ و } y \quad (3)$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\sqrt{2}L)^2} \text{ و } y \quad (4)$$

۱۹- نمودار شماتیک نیروی برشی «V» و گشتاور خمشی «M» تیر نشان داده شده در شکل، کدام است؟

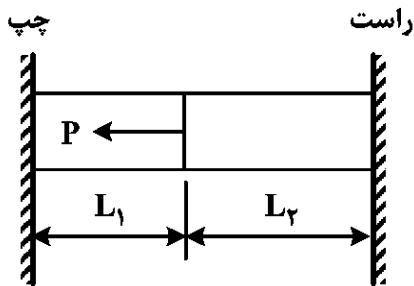


۲۰- در شکل زیر، اگر خیز در نقاط انتهایی تیر صفر شود، مقدار نیروی P چند کیلونیوتن است؟



- ۲ (۱)
- ۳ (۲)
- ۴ (۳)
- ۵ (۴)

۲۱- برای میله نشان داده شده با سطح مقطع ثابت، به ترتیب عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی «راست» و «چپ» نیروی محوری P کدام‌اند؟



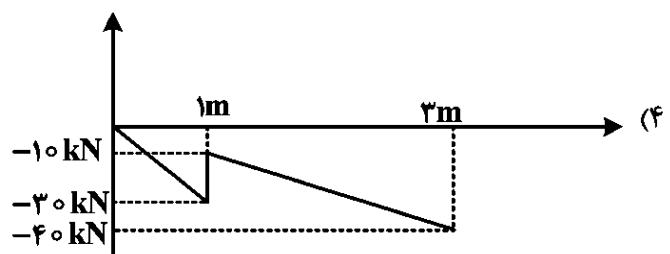
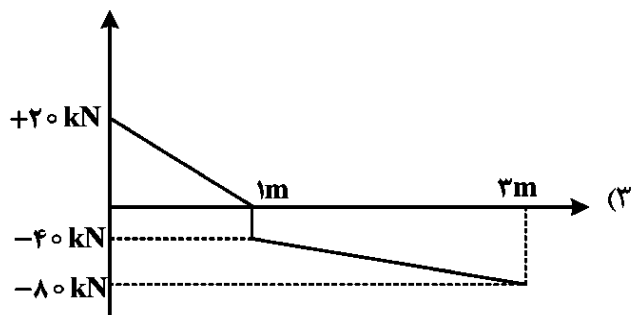
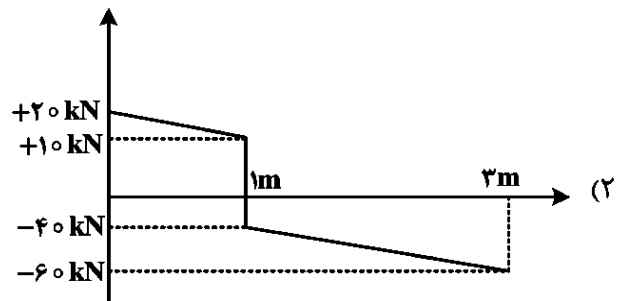
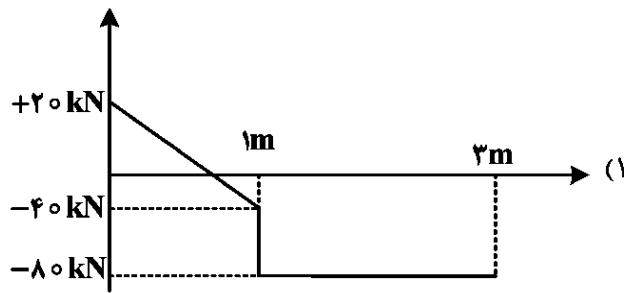
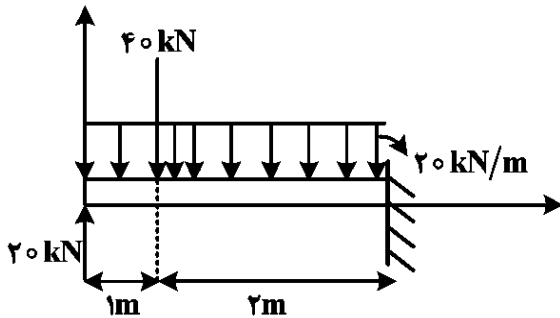
$$(1) \frac{PL_1}{2(L_1 + L_2)} \text{ و } \frac{PL_2}{2(L_1 + L_2)}$$

$$(2) \frac{PL_2}{2(L_1 + L_2)} \text{ و } \frac{PL_1}{2(L_1 + L_2)}$$

$$(3) \frac{PL_1}{L_1 + L_2} \text{ و } \frac{PL_2}{L_1 + L_2}$$

$$(4) \frac{PL_2}{L_1 + L_2} \text{ و } \frac{PL_1}{L_1 + L_2}$$

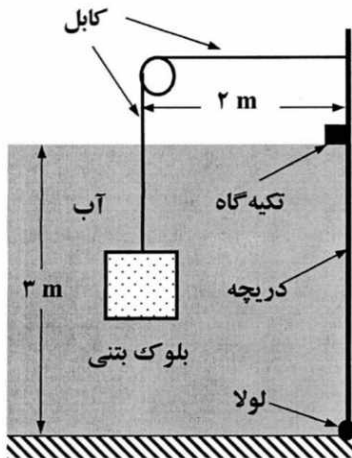
۲۲- برای بارگذاری زیر، دیاگرام نیروی برشی کدام است؟



۲۳- یک لاستیک به شکل مکعب مستطیل تحت یک کشش تک‌محوره ۳۰٪ افزایش طول و ۱۰٪ کاهش عرض پیدا می‌کند، با فرض تراکم‌ناپذیری لاستیک، کدام مورد در خصوص میزان افزایش یا کاهش ضخامت (بعد سوم) آن درست است؟

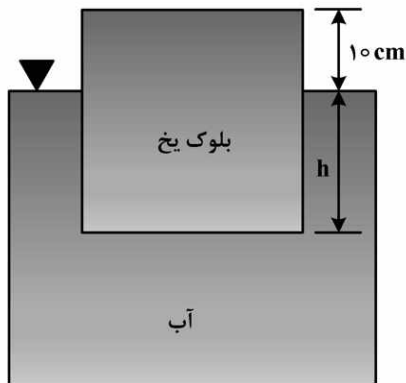
- (۱) ۱۰-۲۰ درصد، کاهش می‌یابد.  
 (۲) ۱۰-۲۰ درصد، افزایش می‌یابد.  
 (۳) ۱۰-۰ درصد، کاهش می‌یابد.  
 (۴) ۱۰-۰ درصد، افزایش می‌یابد.

۲۴- در شکل زیر، مقدار حداقل حجم بلوک بتنی ( $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ ) برای نگه‌داشتن دریچه (با عرض ۱ متر) در حالت بسته بودن، چند متر مکعب است؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 10 \text{ kN/m}^3$ )



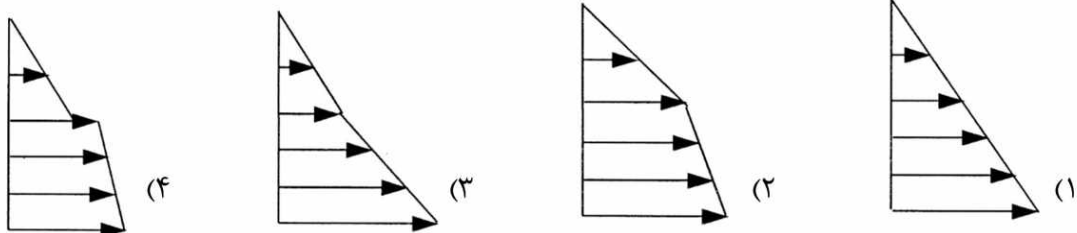
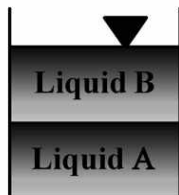
- (۱) ۰/۹  
 (۲) ۱  
 (۳) ۱/۵  
 (۴) ۲

۲۵- یک قطعه یخ مکعب شکل در آب شناور است. اگر ارتفاعی از یخ که بالای سطح آب قرار دارد ۱۰ سانتی‌متر باشد، ارتفاعی از یخ که درون آب قرار دارد (h) چند سانتی‌متر است؟ (چگالی نسبی یخ و آب را به ترتیب ۰/۹ و ۱/۰۲ را در نظر بگیرید.)



- (۱) ۷۵  
 (۲) ۹۲  
 (۳) ۱۰۲  
 (۴) ۱۰۵

۲۶- مخزن نشان داده‌شده در شکل زیر، حاوی دو مایع غیرقابل اختلاط A و B است. کدام مورد نشان‌دهنده توزیع صحیح فشار است؟



۲۷- رابطه گرادیان فشار در جهت  $x$  ( $\frac{\partial p}{\partial x}$ ) با لزجت دینامیکی ( $\mu$ ) برای جریان دائمی یک سیال، غیرقابل تراکم با مؤلفه‌های سرعت  $v = w = 0$ ،  $u = ay - b(cy - y^2)$  کدام است؟ (y جهت قائم و a، b و c ضرایب ثابت هستند.)

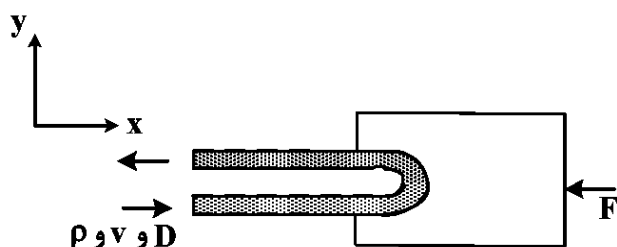
$$(1) b\mu$$

$$(2) 2b\mu$$

$$(3) 2bc\mu$$

$$(4) \frac{1}{2}b\mu$$

۲۸- در شکل زیر، جریان توسط یک مانع  $180^\circ$  تغییر جهت می‌دهد. رابطه سرعت جریان (v) با نیروی مقاوم (F) کدام است؟ (D قطر جریان،  $\rho$  چگالی مایع می‌باشند.)



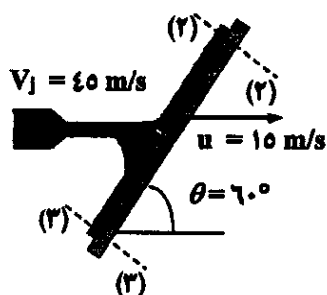
$$v = \sqrt{\frac{4F}{\pi\rho D^2}} \quad (1)$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\pi\rho D^2}} \quad (2)$$

$$v = \sqrt{\frac{2F}{\pi\rho D^2}} \quad (3)$$

$$v = \sqrt{\frac{2F}{\pi\rho D^2}} \quad (4)$$

۲۹- جت آب به مساحت  $1000 \text{ mm}^2$  و سرعت  $45 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  به صفحه‌ای که با سرعت  $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  نیز در راستای جت مطابق شکل حرکت می‌کند، برخورد می‌کند. اگر دبی آب در مقاطع (۲) و (۳) به ترتیب به نسبت دو به سه و یک به سه تقسیم شود، نیروی افقی وارد بر صفحه چند نیوتن است؟ (از اصطکاک هوا و آب صرف نظر شود و فرض کنید که سرعت جت پس از انحراف نیز ثابت می‌ماند. چگالی آب  $1000 \text{ kg/m}^3$  است.)



$$(1) 900$$

$$(2) 750$$

$$(3) 520$$

$$(4) 250$$

۳۰- برای مدل‌سازی یک سرریز با دبی عبوری  $400 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ ، دبی جریان در مدل با مقیاس  $\frac{1}{40}$  چند لیتر بر ثانیه است؟

$$(1) 250$$

$$(2) \frac{\sqrt{10}}{80}$$

$$(3) 25/4$$

$$(4) 12.5\sqrt{10}$$



۳۴- اگر پریرود طبیعی ارتعاش آزاد تیر، بر فرض مثال  $0.9$  ثانیه باشد، حداکثر تغییر مکان قائم نقطه C در مدل یک درجه آزادی تیر متمرکز چند سانتی متر برآورد می‌شود؟

- (۱)  $1/825$  (۲)  $5/5$   
(۳)  $0.0825$  (۴)  $0.55$

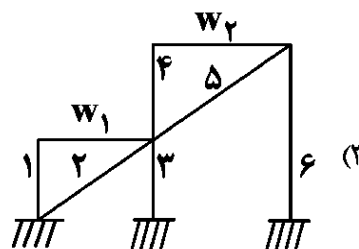
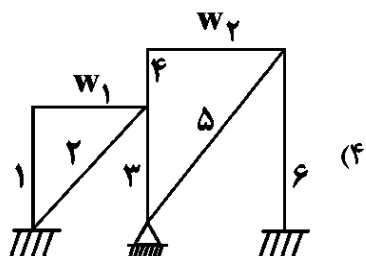
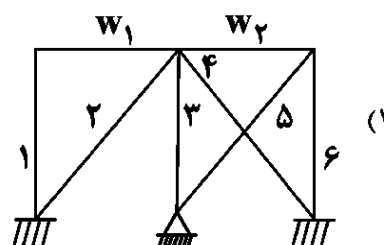
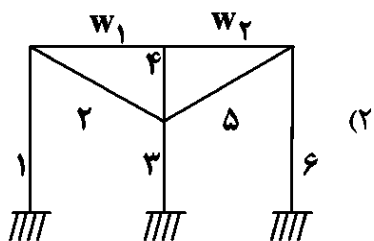
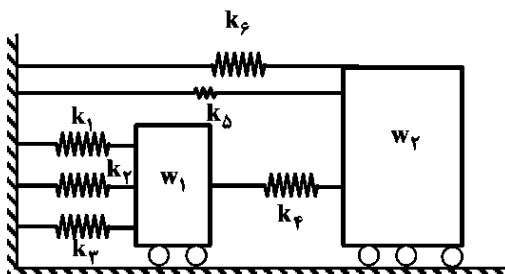
۳۵- قطعه پیش‌ساخته نسبتاً صلب فلزی عرشه یک پل هنگام جابه‌جایی با جرثقیل، ناگهان به دلیل نقص فنی رها می‌شود. بعد از اغتشاش ارتعاش اولیه، ملاحظه می‌شود که دامنه ارتعاش طی  $5$  سیکل کامل از  $10/88$  cm به  $4$  cm کاهش می‌یابد. درصد میرایی این قطعه حدوداً چقدر تخمین زده می‌شود؟ ( $\pi \approx 3$  فرض شود).

- (۱)  $3/3$  (۲)  $4/3$

(۳) به دلیل صلب بودن قطعه، ارتعاشی رخ نمی‌دهد.

(۴) درجه آزادی قطعه نامشخص بوده و پاسخ مشخص نمی‌شود.

۳۶- اگر مدل تحلیلی - رفتاری یک قاب دودهانه با دو سقف صلب  $w_1$  و  $w_2$  به همراه سختی‌های متناظر اعضای سازه، مطابق شکل باشد، ساختار سازه قابی به چه صورت می‌تواند باشد؟



۳۷- یک تیر صلب افقی به طول  $L$  و جرم کل  $M$  در یک انتهای خود بر یک تکیه‌گاه ساده و در انتهای دیگر به یک تکیه‌گاه ارتجاعی قائم به سختی  $K$  تکیه دارد. در ارزیابی رفتار دینامیکی ارتعاش آزاد این تیر، اینرسی مؤثر جرمی چرخشی حول تکیه‌گاه ساده چقدر است؟ (زاویه ارتعاش در تکیه‌گاه ساده برای  $\theta$  فرض شود).

$$\frac{ML^2}{12} + K\theta^2 L^2 \quad (2) \quad \frac{ML^2}{3} + K\theta^2 L^2 \quad (1)$$

$$\frac{ML^2}{12} \quad (4) \quad \frac{ML^2}{3} \quad (3)$$

با توجه به اطلاعات زیر به سؤالات (۳۸ و ۳۹) پاسخ دهید:

یک برج مخابراتی به وزن معادل برابر ۵۰۰ تن بر روی سه پایه قائم با سختی جانبی معادل هریک برابر  $۵۰۰ \frac{kN}{m}$  قرار دارد. زلزله طرح شبیه‌سازی شده این برج به صورت  $u_g(t) = ۴ \sin(۱/۵t)$  بر حسب cm تعیین شده است. درصد میرایی سازه برابر ۱۰٪، شتاب ثقل برابر  $\frac{m}{۴} ۱۰$  و  $\pi = ۳$  و مدل تحلیلی به صورت SDF فرض می‌شوند.

۳۸- پی‌بود ارتعاش آزاد برج (بر حسب ثانیه) و حدود ضریب بزرگنمایی دینامیکی، به ترتیب کدام گزینه است؟

(۱) ۲ و ۱/۵

(۲) ۲ و ۱/۳

(۳) ۱/۵ و ۱/۵

(۴) ۱/۳ و ۱/۵

۳۹- اگر بر فرض مثال، ضریب بزرگنمایی دینامیکی برج برابر یک فرض شود، حداکثر تغییر مکان جانبی برج، در اثر

زلزله طرح، چند cm تخمین زده می‌شود؟

(۱) ۲

(۲) ۲/۵

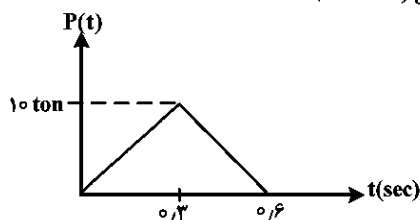
(۳) ۳

(۴) ۳/۵

۴۰- قاب یک طبقه‌ای با مدل تحلیلی معادل یک درجه آزادی با رفتار خطی به جرم  $m = ۲ \frac{ton-s^2}{cm}$  و پی‌بود طبیعی

ارتعاش آزاد برابر ۱/۶ ثانیه تحت اثر نیروی افقی دینامیکی مطابق شکل قرار می‌گیرد. قدر مطلق دامنه تغییر مکان

قاب در لحظه  $t = ۱/۵ \text{ sec}$  چقدر برآورد می‌شود؟ (میرایی ناچیز،  $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$ ،  $\pi = ۳$ )



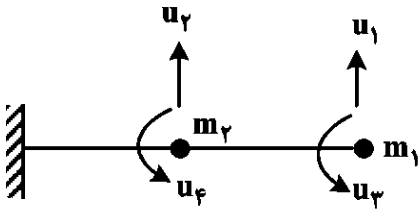
(۱) ۰/۲ cm

(۲) ۲ cm

(۳) ۰/۲ mm

(۴) ۲ mm

۴۱- در ارزیابی رفتار دینامیکی تیر طره افقی با مدل دو جرم متمرکز  $m_1$  و  $m_2$  و چهار درجه آزادی  $u_1$  تا  $u_4$  مطابق شکل زیر است. ماتریس جرم به چه صورتی نوشته می شود؟



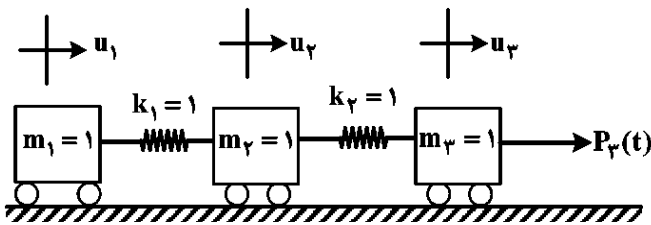
$$\begin{bmatrix} m_1 & \bullet & m_1 & \bullet \\ \bullet & m_2 & \bullet & m_2 \\ m_1 & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & m_2 & \bullet & \bullet \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} m_1 & \text{صفر} \\ & m_2 \\ \text{صفر} & \bullet \\ & \bullet \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} m_1 & \bullet & m_1 + m_2 & \bullet \\ \bullet & m_2 & \bullet & m_1 + m_2 \\ m_1 + m_2 & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & m_1 + m_2 & \bullet & \bullet \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} m_1 & \text{صفر} \\ & \bullet \\ \text{صفر} & m_2 \\ & \bullet \end{bmatrix} \quad (4)$$

با توجه به اطلاعات زیر به سوالات (۴۲ و ۴۳) پاسخ دهید:  
 مدل تحلیلی رفتار دینامیکی یک سازه مطابق شکل ارائه شده است. درجات آزادی  $u_1$  تا  $u_4$  بوده و مقیاس جرم و سختی هماهنگ هستند.



۴۲- فرکانس زاویه‌ای مود اول ارتعاش کدام است؟

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

۴۳- بردار مود اول ارتعاش آزاد به چه صورتی خواهد بود؟

- (۱)  $\begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$
- (۲)  $\begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{Bmatrix}$
- (۳)  $\begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix}$
- (۴)  $\begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix}$

۴۴- در تحلیل دینامیکی غیرخطی یک سازه به روش عددی، اگر سختی اولیه برابر  $K$  و گام زمانی برابر  $\Delta t$  و منحنی رفتاری به صورت  $f_s = 9 \left[ \frac{4u}{3} - \frac{1}{3} \left( \frac{u}{3} \right)^2 \right]$  باشد ( $f_s$  نیروی سختی و  $u$  تغییر مکان در هر لحظه)، سختی مماسی  $K_T$  در هر لحظه از چه رابطه‌ای تعیین می‌شود؟

$$12K - \frac{u^2}{3} (\Delta t) \quad (2) \qquad \frac{4}{3} uK - \frac{u^3}{81} (\Delta t) \quad (1)$$

$$12 - \frac{u^2}{3} \quad (4) \qquad \frac{4}{3} u - \frac{u^3}{81} \quad (3)$$

۴۵- در تحلیل دینامیکی به روش رایله که براساس تساوی انرژی‌های جنبشی و پتانسیل حداکثر استوار است، تغییر مکان هر نقطه در لحظه  $t$  از رابطه  $u(x, t) = \psi(x)z(t)$  که  $\psi(x)$  تابع شکلی مکان و  $z(t)$  تابع زمانی (تغییر مکان نقطه شاخص یا درجه آزادی موردنظر) است، تعیین می‌شود. انرژی جنبشی حداکثر یک تیر به طول  $L$  و جرم گسترده یکنواخت  $m$  با تابع زمانی  $z(t) = z_0 \sin \omega t$  و فرض تابع مکانی به صورت  $\psi(x) = \frac{x^2}{L^2}$ ، چه ضربی

از  $mz_0^2 \omega^2$  خواهد بود؟

$$\frac{3L}{10} \quad (2) \qquad \frac{L}{10} \quad (1)$$

$$\frac{3L}{5} \quad (4) \qquad \frac{L}{5} \quad (3)$$

مهندسی ترافیک پیشرفته:

**توجه: فرمول‌های مورد نیاز در انتهای دفترچه سوالات ضمیمه است.**

۴۶- برای طراحی یک آزادراه با حجم ساعتی طرح جهتی ۴۵۰۰ وسیله نقلیه و حداکثر جریان ۱۸۷۵ معادل سواری در ساعت در هر خط، اگر ضریب تصحیح برای وسایل نقلیه سنگین ۰/۸۵ و ضریب ساعت اوج ۰/۹۵ باشد، حداقل تعداد خطوط عبوری در هر جهت کدام است؟

$$3 \quad (2) \qquad 2 \quad (1)$$

$$5 \quad (4) \qquad 4 \quad (3)$$

۴۷- اگر در یک راه بین شهری، متوسط ترافیک روزانه در سال ۱۲۵,۰۰۰ وسیله نقلیه و حجم ترافیک در ساعت اوج ۱۳ درصد حجم ترافیک روزانه باشد، با احتساب توزیع جهتی ترافیک ۴۰-۶۰، نسبت حجم طراحی ساعتی در جهت بیشتر به کمتر، مطابق با کدام گزینه است؟

$$0.67 \quad (2) \qquad 0.5 \quad (1)$$

$$\text{برابر} \quad (4) \qquad 1.5 \quad (3)$$

۴۸- در یک تقاطع چراغ‌دار، اگر سرعت مجاز وسایل نقلیه از یک ورودی به تقاطع ۳۶ کیلومتر در ساعت و شیب آن مسیر ورودی به تقاطع ۲ درصد باشد، با فرض شتاب ترمز وسایل نقلیه ۰/۴ متر بر مجذور ثانیه و زمان عکس‌العمل راننده ۱ ثانیه باشد، زمان زرد چراغ راهنمایی برای این ورودی به تقاطع چند ثانیه است؟

$$1.25 \quad (2) \qquad 1.1 \quad (1)$$

$$1.75 \quad (4) \qquad 1.5 \quad (3)$$

۴۹- کدام معیار برای محاسبه ظرفیت و تعیین سطح خدمت در راه‌های دوخطه برون شهری، استفاده نمی‌شود؟

- (۱) فاصله بین تقاطع‌های متوالی  
(۲) درصد سرعت جریان آزاد  
(۳) درصد زمان دنباله‌روی  
(۴) متوسط سرعت سفر

۵۰- برای تحلیل ظرفیت در معابر شهری با جریان تردد ناپیوسته، حداکثر فاصله بین تقاطع‌های متوالی چراغ‌دار چند کیلومتر است؟

- (۱)  $3/8$   
(۲)  $3/2$   
(۳)  $2/3$   
(۴)  $2$

۵۱- در یک تقاطع هم‌سطح چراغ‌دار با زمان ثابت، دو زمان چرخه به ترتیب برای ساعات صبح‌گاهی و عصرگاهی به میزان ۶۰ و ۹۰ ثانیه در نظر گرفته شده است. اگر نرخ جریان اشباع ۱۵۰۰ وسیله نقلیه در ساعت و ظرفیت یکی از رویکردهای منتهی به تقاطع، ۷۵۰ وسیله نقلیه در ساعت باشد، نسبت زمان سبز مؤثر عصرگاهی به صبح‌گاهی کدام گزینه است؟

- (۱)  $0/5$   
(۲)  $1$   
(۳)  $1/5$   
(۴)  $2$

۵۲- داده‌های دوره‌ای ۱۵ دقیقه‌ای یک معبر در ساعت اوج عصر مطابق جدول زیر است. برای تحلیل صف ترافیکی تشکیل شده، اگر نرخ تخلیه معبر ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت باشد. در بازه زمانی سوم (۵:۳۰-۵:۴۵) تأخیر

بازه زمانی	نرخ تقاضا (وسیله نقلیه در ساعت)
۵:۰۰-۵:۱۵	۱۰۰۰
۵:۱۵-۵:۳۰	۱۱۰۰
۵:۳۰-۵:۴۵	۱۲۰۰
۵:۴۵-۶:۰۰	۹۰۰

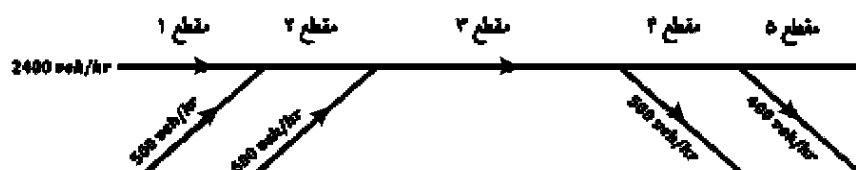
وارد بر وسایل نقلیه در صف، چند ثانیه است؟

- (۱) ۳۶۰,۰۰۰  
(۲) ۲۷۰,۰۰۰  
(۳) ۱۸۰,۰۰۰  
(۴) ۹۰,۰۰۰

۵۳- در انتهای بازه زمان قرمز یک تقاطع چراغ‌دار، ۲۴ وسیله نقلیه در صف قرار گرفته‌اند. اگر نرخ جریان اشباع تخلیه تقاطع، ۹۰۰ وسیله نقلیه در ساعت سبز در هر خط باشد، حداقل زمان سبز برای تخلیه نیمی از وسایل نقلیه در صف چند ثانیه است؟ (زمان تلف شده در شروع فاز را ۲ ثانیه در نظر بگیرید.)

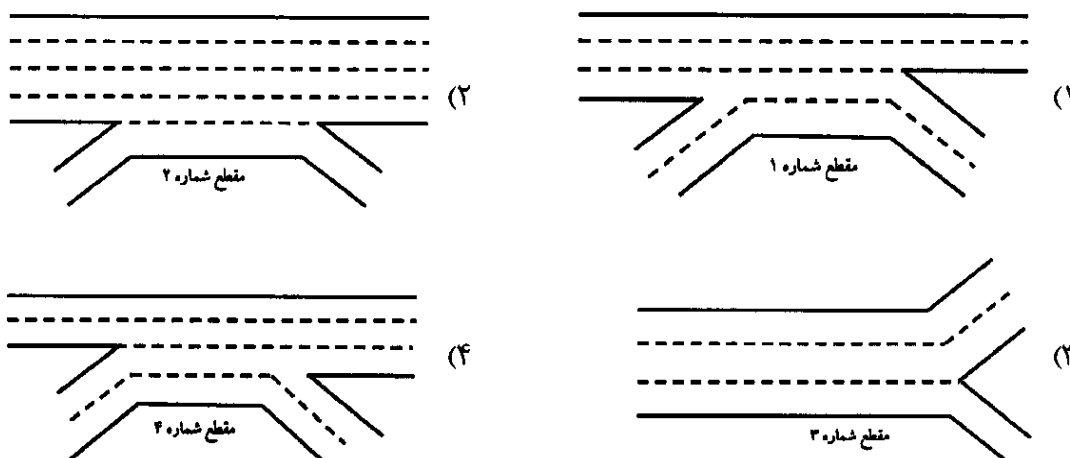
- (۱) ۲۸  
(۲) ۳۴  
(۳) ۴۸  
(۴) ۵۰

۵۴- با توجه به نرخ ورودی - خروجی وسایل نقلیه در آزادراه زیر، اگر ظرفیت مقاطع ۱ تا ۳، معادل ۳۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت و ظرفیت مقاطع ۴ و ۵، معادل ۲۳۰۰ وسیله نقلیه در ساعت باشد، به ترتیب «اولین گلوگاه» و «اولین گلوگاه پنهان» در کدام مقاطع اتفاق می‌افتد؟



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

۵۵- کدام گزینه، شرط تعادل خط عبوری را برای مقاطع ضربداری آزادراه رعایت کرده است؟



۵۶- برای یک رویکرد دو خطه در یک تقاطع چراغ‌دار با حرکات گردش به چپ مجاز، اگر ۲۰ درصد وسایل نقلیه گردش به چپ کنند و معادل گردش به چپ (ELT) برابر ۵ باشد و مابقی وسایل نقلیه به‌طور مستقیم از تقاطع عبور کنند و سرفاصله زمانی اشباع بین وسایل نقلیه ۲ ثانیه باشد، نرخ جریان اشباع معادل برحسب  $\text{veh/hg/ln}$  کدام گزینه است؟

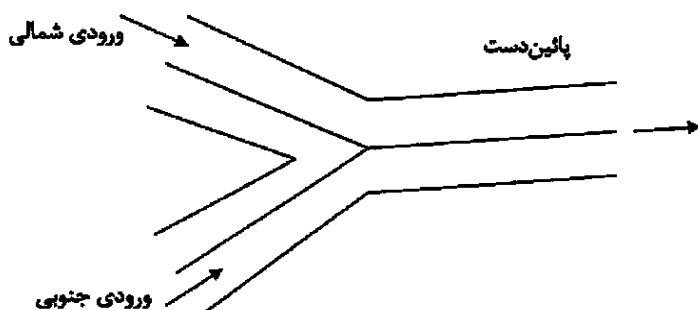
- (۱) ۱۸۰۰  
(۲) ۱۵۰۰  
(۳) ۱۲۰۰  
(۴) ۱۰۰۰

۵۷- در یک مطالعه پارکینگ در مرکز شهر، میانگین مدت زمان پارک وسایل نقلیه ۴۵ دقیقه است. اگر فضاهای پارکینگ در این منطقه در دوره مطالعه ۱۴ ساعتی (از ۶ صبح تا ۸ شب) با ضریب کارایی دسترسی ۷۵٪ مطابق جدول زیر باشد، چه تعداد وسیله نقلیه می‌تواند در دوره مطالعه پارک شود؟

تعداد فضای پارک	زمان در دسترس	گروه پارکینگ
۱۰۰	۶ تا ۱۵	A
۱۲۰	۱۳ تا ۱۸	B
۲۰۰	۶ تا ۱۲	C
۳۰	۸ تا ۱۸	D

- (۱) ۴۵۰۰  
(۲) ۴۰۰۰  
(۳) ۳۰۰۰  
(۴) ۱۸۰۰

۵۸- در محل ادغام دو آزادراه در شکل زیر، ظرفیت بخش پایین‌دست ۶۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت، تقاضای ورودی از شمال ۴۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت و تقاضای ورودی از جنوب ۳۵۰۰ وسیله نقلیه در ساعت است. صف در هر دو ورودی تشکیل می‌شود. با فرض آنکه هیچ وسیله نقلیه‌ای مسیر خود را تغییر نمی‌دهد، به ترتیب حجم واقعی عبوری از بخش پایین‌دست و سهم ورودی‌های شمالی و جنوبی از این حجم بر مبنای حجم ترافیک ورودی‌ها، چند وسیله نقلیه در ساعت است؟



- (۱) ۴۰۰۰ و ۳۵۰۰ و ۷۵۰۰  
(۲) ۳۷۵۰ و ۳۷۵۰ و ۷۵۰۰  
(۳) ۳۰۰۰ و ۳۰۰۰ و ۶۰۰۰  
(۴) ۲۸۰۰ و ۳۲۰۰ و ۶۰۰۰

۵۹- در تردد خودروها از یک خط عبور در راه چند خطه، میانگین سرفاصله مکانی ۲۷ متر و نرخ جریان ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت است. چگالی و سرعت تردد در این خط عبور به ترتیب کدام است؟

(۱) ۲۷ و ۱۳۳ (۲) ۷/۵ و ۱۳۳

(۳) ۱۳۳ و ۲۷ (۴) ۳۷ و ۷/۵

۶۰- در یک میدان با ورودی‌هایی به عرض ۸ متر، عرض بخش تداخلی ۱۶ متر و طول تداخلی ۳۲ متر است. اگر حجم تداخلی ۱۲۰۰ و کل حجم مقطع تداخلی ۲۰۰۰ معادل وسیله نقلیه در ساعت باشد، ظرفیت میدان چند معادل وسیله نقلیه در ساعت است؟

$$Q = \frac{2800 \times w \times (1 + \frac{e}{w}) \times (1 - \frac{p}{3})}{1 + \frac{w}{L}}$$

(۲) ۳,۵۸۴

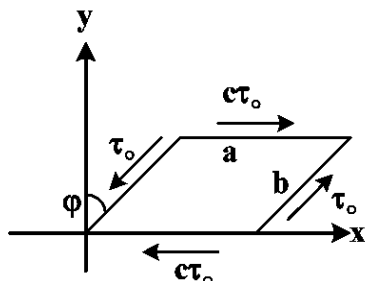
(۱) ۳,۸۰۰

(۴) ۴,۲۱۴

(۳) ۳,۴۲۰

### تئوری الاستیسیته:

۶۱- در شکل زیر، یک ورق متوازی‌الاضلاع تحت تنش‌های برشی روی اضلاع قرار گرفته است. به ترتیب، تحت چه مقدار  $c$  سیستم در حال تعادل است و تنش  $\sigma_{xx}$  چقدر است؟



(۱)  $1$  و  $2\tau_0 \tan \phi$

(۲)  $\frac{b}{a}$  و  $2\tau_0 \tan \phi$

(۳)  $\frac{b}{a}$  و  $2\tau_0 \cot \phi$

(۴)  $1$  و  $2\tau_0 \cot \phi$

۶۲- تانسور تنش در نقطه‌ای از یک جسم الاستیک به صورت  $\begin{pmatrix} a & b & 0 \\ b & c & 0 \\ 0 & 0 & d \end{pmatrix}$  است. چه رابطه‌ای باید بین پارامترها برقرار

باشد تا در این نقطه فقط یک وجه با تنش نرمال صفر وجود داشته باشد؟

(۱)  $d = 0$

(۲)  $ac - b^2 = 0$

(۳)  $a, c > 0, d = 0$

(۴)  $(ac - b^2 > 0, d = 0)$  یا  $((a + c)d > 0, ac - b^2 = 0)$

۶۳- در یک جامد الاستیک همسانگرد، با ثوابت الاستیک  $\lambda$  و  $\mu$ ، که معادله مشخصه کرنش به صورت

$$\varepsilon^3 - I_{\varepsilon} \varepsilon^2 - II_{\varepsilon} \varepsilon - III_{\varepsilon} = 0$$

(۲)  $(\mu + \frac{\lambda}{2}) II_{\varepsilon} + 2\mu I_{\varepsilon}^2$

(۱)  $(\mu + \frac{\lambda}{2}) I_{\varepsilon}^2 - 2\mu II_{\varepsilon}$

(۴)  $(\mu + \frac{\lambda}{2}) II_{\varepsilon} - 2\mu I_{\varepsilon}^2$

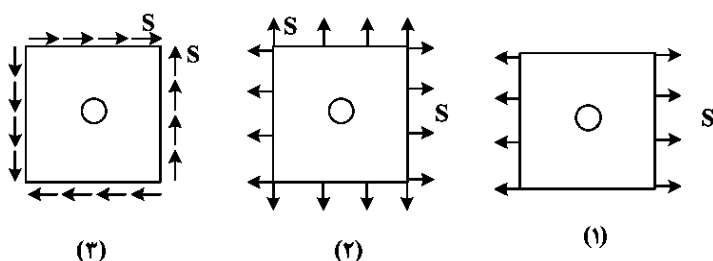
(۳)  $(\mu + \frac{\lambda}{2}) I_{\varepsilon}^2 + 2\mu II_{\varepsilon}$

۶۴- تابع تنش  $\phi = cr^2 \ln r\theta$  (c ثابت) در مختصات قطبی، چه شرایط مرزی را در مرز ناحیه دایره‌ای  $0 \leq r \leq R$  ایجاد می‌کند؟ (e مبنای لگاریتم طبیعی است).  
 $0 \leq \theta \leq 2\pi$  با شعاع  $R = e^{-\frac{1}{2}}$

$$\left( \begin{array}{l} \sigma_{rr} = \frac{1}{r} \phi_{,r} + \frac{1}{r^2} \phi_{,\theta\theta} \\ \sigma_{\theta\theta} = \phi_{,rr} \\ \tau_{r\theta} = -\left(\frac{1}{r} \phi_{,\theta}\right)_{,r} \end{array} \right) \text{ راهنمایی:}$$

- (۱) تنش شعاعی متناسب با  $\theta$  و تنش برشی یکنواخت
- (۲) تنش شعاعی یکنواخت و تنش برشی یکنواخت
- (۳) تنش شعاعی متناسب با  $\theta$
- (۴) تنش برشی یکنواخت

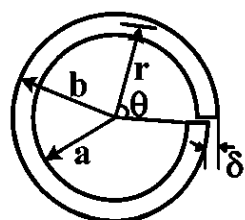
۶۵- با توجه به رابطه  $\sigma_{\theta\theta} = S(1 - 2\cos 2\theta)$  در لبه سوراخ واقع در صفحه بی‌نهایت تحت تنش تک‌محوری S در دوردست (شکل (۱))، مقادیر ضرایب تمرکز تنش برای مسائل نشان داده شده در شکل‌های (۱)، (۲) و (۳) زیر



به ترتیب چقدر است؟

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

۶۶- برای یک رینگ دارای شیار، مطابق شکل تابع تنش به صورت  $\phi = \frac{E\delta}{4\pi} r \sin\theta \ln r$  است.  $\delta$  جابه‌جایی شعاعی

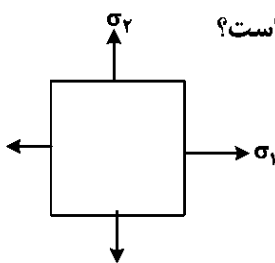


شیار و  $\ln$  معرف لگاریتم نپراست. نسبت  $\frac{\sigma_{rr}}{\sigma_{r\theta}}$  کدام است؟

$$\sigma_{rr} = \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \theta^2}$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2}, \sigma_{r\theta} = -\frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial \theta} \right)$$

- (۱)  $-\cot\theta$
- (۲)  $-\tan\theta$
- (۳)  $\cot\theta$
- (۴)  $\tan\theta$

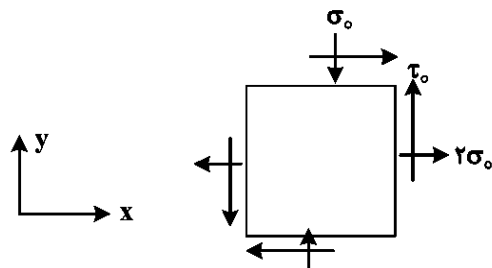


۶۷- تحت وضعیت تنش دومیحوره کششی درون صفحه، تغییر حجم در کدام وضعیت بیشتر است؟

- (۱)  $\sigma_2 = 6\sigma_1 = \sigma_0$
- (۲)  $3\sigma_1 = 2\sigma_2 = \sigma_0$
- (۳)  $\sigma_2 = 5\sigma_1 = \sigma_0$
- (۴)  $3\sigma_2 = 2\sigma_1 = \sigma_0$

۶۸- المانی از ورق نازک به ضخامت h، در حالت تنش صفحه‌ای مطابق شکل زیر است. تغییر ضخامت h کدام است؟

(E = مدول الاستیسیته و  $\nu$  = ضریب پواسون)



- (۱)  $\frac{-\nu\sigma_0 h}{E}$
- (۲)  $\frac{-2\nu\sigma_0 h}{E}$
- (۳)  $\frac{\nu\sigma_0 h}{E}$
- (۴)  $\frac{2\nu\sigma_0 h}{E}$

۶۹- رابطه مدول برشی (G) با مدول یانگ (E) در اجسام تراکم‌ناپذیر (با تغییر حجمی صفر) کدام است؟

$$G = E \quad (1)$$

$$G = \frac{1}{3}E \quad (2)$$

$$G = \frac{1}{2}E \quad (3)$$

$$G \text{ بی‌نهایت است.} \quad (4)$$

۷۰- قانون کلی هوک به صورت  $\tau_{ij} = D_{ijkl}\epsilon_{kl}$  نوشته می‌شود که در آن D تانسور الاستیسیته و دارای ۸۱ مؤلفه است.

این تانسور برای یک جسم ارتجاعی خطی، حداکثر دارای چند مؤلفه مستقل است؟

$$81 \quad (1)$$

$$36 \quad (2)$$

$$21 \quad (3)$$

$$3 \quad (4)$$

۷۱- اگر روابط کرنش - تغییر مکان را به صورت  $e_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i})$  نشان دهیم و مشتق آن نسبت به  $x_k$  و  $x_l$  را به

شکل  $e_{ij,kl} = \frac{1}{2}(u_{i,j,kl} + u_{j,ikl})$  بیان کنیم، معادلات سازگاری کدام است؟

$$e_{ij,kl} + e_{kl,jz} - e_{ik,jz} - e_{jl,ik} = 0 \quad (1)$$

$$e_{ij,kl} + e_{lk,jz} - e_{ki,jz} - e_{lj,ik} = 0 \quad (2)$$

(۳) معادلات سازگاری وجود ندارند زیرا آنها مستقل نیستند. (۴) فقط ۶ معادله مستقل برای فضای دوبعدی وجود دارد.

۷۲- در میدان جابه‌جایی کوچک  $(x^2 + y^2)$   $w = c(x^2 + y^2)$ ،  $v = Bxz^2$ ،  $u = Axy$  مؤلفه بردار دوران در صفحه X-Z در

مبدأ مختصات کدام است؟

$$2c \quad (1)$$

$$c \quad (2)$$

$$-c \quad (3)$$

$$\text{صفر} \quad (4)$$

۷۳- در میدان کرنش زیر، به‌ازای چه رابطه‌ای بین ضرایب A و B در یک ناحیه همبند ساده پیوسته، جابه‌جایی رابطه

پیوسته و یک به یک دارد؟

$$e_{xx} = Ay^3, e_{yy} = Ax^3, e_{xy} = Bxy(x+y), e_{zz} = e_{xz} = e_{yz} = 0$$

$$A = B \quad (1)$$

$$A = 2B \quad (2)$$

$$A = \frac{B}{3} \quad (3)$$

$$A = \frac{2B}{3} \quad (4)$$

۷۴- مؤلفه‌های میدان تغییر مکان در یک جسم ارتجاعی به‌صورت زیر داده شده است. در این میدان، کرنش‌های اصلی

انحرافی کدام گزینه است؟

$$u_1 = 2x - y + 3z, u_2 = x + 7y, u_3 = -3x + 4y + 4z$$

$$1, 2, 3 \quad (1)$$

$$3, 1, 2 \quad (2)$$

$$4, 1, 3 \quad (3)$$

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

۷۵- ماتریس تنش در یک نقطه در دستگاه مختصات XYZ به‌صورت  $\begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 \end{bmatrix}$  داده شده است. کدام راستا

یک راستای اصلی تنش است؟

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

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

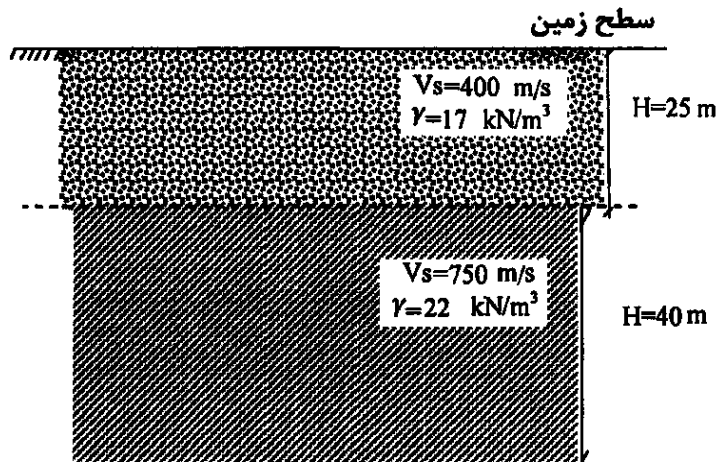
$$\frac{1}{5} \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

## دینامیک خاک:

۷۶- در ارتعاش یک سازه ساختمانی، امواج و انرژی ناشی از ارتعاش توسط پی گستره به خاک منتقل و با انتشار مستهلک می‌شود. این کدام نوع از میرایی است؟

- (۱) اصطکاکی (۲) ویسکوز (۳) تشعشی (۴) هیستریزس

۷۷- در شکل زیر، موج عرضی زلزله در جهت قائم از پایین به سمت سطح زمین منتشر شده است. دامنه تنش موج و دامنه جابه‌جایی موج چه تغییری می‌کنند؟

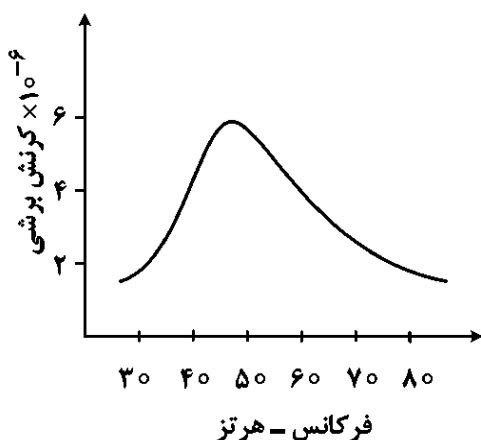


- (۱) کاهش - کاهش  
(۲) افزایش - کاهش  
(۳) افزایش - افزایش  
(۴) کاهش - افزایش

۷۸- زمان رسیدن امواج حاصل از یک ضربه سطحی در فاصله ۱۰۰ متری به ترتیب ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۵ ثانیه اندازه‌گیری شده است. کدام مورد نادرست است؟

- (۱) سرعت موج فشاری  $\frac{m}{s}$  ۱۰۰۰ است.  
(۲) سرعت موج حجمی  $\frac{m}{s}$  ۲۰۰ است.  
(۳) سرعت موج برشی  $\frac{m}{s}$  ۵۰۰ است.  
(۴) سرعت موج رابلی  $\frac{m}{s}$  ۲۰۰ است.

۷۹- نتایج یک آزمایش ستون تشدید، مطابق شکل زیر است. نسبت میرایی این خاک به کدام مورد نزدیک است؟



- (۱) ۳۰  
(۲) ۴۵  
(۳) ۵۰  
(۴) ۱۰

۸۰- در آزمایش برش سیکلی ضریب میرایی نوعی خاک در کرنش برشی ۰/۰۱ حدود ۵ درصد اندازه‌گیری شده است. اگر آزمایش در شرایط مشابه تکرار شود، کدام مورد درست است؟

- (۱) با افزایش کرنش برشی، ضریب میرایی کاهش خواهد یافت.  
(۲) ضریب میرایی خاک به سطح تنش برشی سیکلی وابسته است.  
(۳) با افزایش کرنش برشی، ضریب میرایی نیز افزایش خواهد یافت.  
(۴) ضریب میرایی خاک پارامتری ثابت بوده و به کرنش برشی وابسته نیست.

- ۸۱- در ارزیابی تنش برشی ناشی از زلزله ( $\sigma_{\max} \tau_{\max} R_d$ ) کدام مورد در خصوص ضریب  $R_d$  درست است؟
- (۱) اثر میرایی خاک است که با عمق افزایش می‌یابد.
  - (۲) اثر میرایی خاک است که با عمق کاهش می‌یابد.
  - (۳) اثر صلبیت ستون خاک است و با عمق افزایش می‌یابد.
  - (۴) اثر صلبیت ستون خاک است که با عمق کاهش می‌یابد.
- ۸۲- در خصوص انتشار امواج در سطح یک محیط نیمه بی‌نهایت ارتجاعی، کدام مورد درست است؟
- (۱) سرعت حرکت امواج برشی، بیشتر از امواج رالی بوده و کاهش دامنه اثر امواج رالی، کندتر از امواج برشی است.
  - (۲) سرعت حرکت امواج برشی، بیشتر از امواج رالی بوده و کاهش دامنه اثر امواج برشی، کندتر از امواج رالی است.
  - (۳) سرعت حرکت امواج رالی، بیشتر از امواج برشی بوده و کاهش دامنه اثر امواج رالی، کندتر از امواج برشی است.
  - (۴) سرعت حرکت امواج رالی، بیشتر از امواج برشی بوده و کاهش دامنه اثر امواج برشی، کندتر از امواج رالی است.
- ۸۳- کدام مورد در خصوص وقوع روانگرایی نادرست است؟
- (۱) انرژی تجمعی تلف شده در هر سیکل می‌تواند باعث افزایش فشار آب حفره‌ای و ایجاد روانگرایی شود.
  - (۲) وقوع پدیده روانگرایی مستقل از تنش و کرنش برشی سیکلی بوده و به فشار آب حفره‌ای وابسته است.
  - (۳) کرنش برشی سیکلی می‌تواند باعث افزایش فشار آب حفره‌ای و ایجاد روانگرایی شود.
  - (۴) تنش برشی سیکلی می‌تواند باعث افزایش فشار آب حفره‌ای و ایجاد روانگرایی شود.
- ۸۴- کدام خاک، استعداد روانگرایی بیشتری دارد؟
- (۱) خاک خوب دانه‌بندی شده با درصد ریزدانه کم
  - (۲) خاک خوب دانه‌بندی شده با درصد ریزدانه زیاد
  - (۳) خاک بد دانه‌بندی شده با درصد ریزدانه کم
  - (۴) خاک بد دانه‌بندی شده با درصد ریزدانه زیاد
- ۸۵- در دیوارهای ساحلی در اثر زلزله، نسبت فشار منفذی در سمت خشکی به فشار هیدرودینامیک در سمت آب چقدر است؟
- (۱)  $\frac{1}{3}$
  - (۲)  $\frac{1}{5}$
  - (۳)  $\frac{1}{7}$
  - (۴)  $\frac{1}{9}$
- ۸۶- در بررسی روانگرایی، اگر به جای  $\sigma_{\max} \tau_{\max}$  از  $\sigma_{\max} \tau_{\max}$  به عنوان حداکثر تنش برشی معادل استفاده شود، در این صورت تغییرات تعداد تناوب‌های معادل چگونه خواهد بود؟
- (۱) کاهش می‌یابد.
  - (۲) افزایش می‌یابد.
  - (۳) تغییری نمی‌کند.
  - (۴) بستگی به شتاب حداکثر زلزله دارد ممکن است کاهش و یا افزایش یابد.
- ۸۷- تنش برشی مولد روانگرایی برای نوع ماسه، معادل ۱۰ درصد تنش سربار قائم است. تحت زلزله‌ای با شدت  $g/1$  وضعیت روانگرایی در عمق ۲ متری از سطح زمین با تغییر سفره آب از سطح زمین به عمق یک متری چگونه خواهد بود؟ (وزن مخصوص خشک  $\frac{1}{5}$  و وزن مخصوص اشباع  $\frac{2}{3}$ )
- (۱) در هر دو وضعیت، روانگرایی اتفاق خواهد یافت.
  - (۲) در هر دو وضعیت، روانگرایی اتفاق نخواهد یافت.
  - (۳) با کاهش سطح آب زیرزمین، روانگرایی اتفاق خواهد افتاد.
  - (۴) با کاهش سطح آب زیرزمین، روانگرایی اتفاق نخواهد افتاد.

۸۸- یک میله فلزی طره به طول  $2/5$  متر، تحت ارتعاش پیچشی طبیعی فرار دارد. فرکانس طبیعی در هارمونیک سوم کدام است؟

$$(1) \pi v_T \quad (2) 2\pi v_s$$

$$(3) \pi v_s \quad (4) 2\pi v_T$$

۸۹- یک فونداسیون بتنی به وزن  $10$  تن، بار یک ماشین تحت نیروی دینامیکی  $(3 \sin(60t))$  (برحسب تن) را تحمل می‌کند.

اگر سختی خاک  $9 \frac{MN}{m}$  باشد، حداکثر بار دینامیکی وارد بر خاک زیر پی، چند تن خواهد بود؟ (از میرایی خاک صرف‌نظر شود.)

$$(1) 10 \quad (2) 11$$

$$(3) 12 \quad (4) 14$$

۹۰- در تحلیل تک‌بُعدی ارتعاش زمین، کدام مورد درست است؟

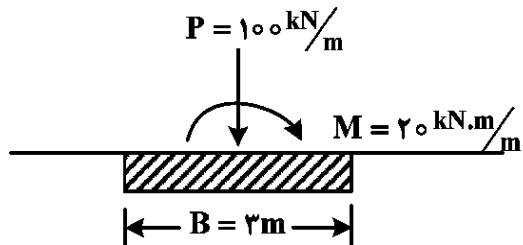
- (۱) با افزایش سختی خاک، حرکات سنگ بستر در پریود بالا تشدید بیشتری دارد.
- (۲) با کاهش سختی خاک، حرکات سنگ بستر در فرکانس بالا تشدید بیشتری دارد.
- (۳) ضریب تشدید با افزایش صلبیت سنگ بستر، کاهش خواهد یافت.
- (۴) ضریب تشدید با افزایش صلبیت سنگ بستر، افزایش خواهد یافت.

### مهندسی پی پیشرفته:

۹۱- در یک مهار پس‌کشیده (Post-Tension Anchor) که برای پایدارسازی گود استفاده شده است، طول آزاد چه وظیفه‌ای دارد؟

- (۱) جلوگیری از اعمال نیرو به خاک در ناحیه آزاد برای امکان پس‌کشیدگی
- (۲) جلوگیری از انتقال نیروی مهار به بتن پاشیده شده
- (۳) کاهش زاویه گوه گسیختگی مهار با دیوار
- (۴) افزایش اصطکاک بین مهار و خاک

۹۲- در شکل زیر برای پی نواری نشان داده‌شده، به ترتیب، حداکثر و حداقل تنش زیر پی به کدام عددها برحسب کیلوپاسکال نزدیک‌تر است؟ (از وزن پی صرف‌نظر شود.)



$$(1) 10 \text{ و } 64$$

$$(2) 46 \text{ و } 64$$

$$(3) 20 \text{ و } 46$$

$$(4) 20 \text{ و } 33$$

۹۳- برای یک پی نواری مستقر بر خاک دانه‌ای بر سطح زمین افقی، اگر عرض پی  $2$  برابر شود، ظرفیت باربری قائم چند برابر می‌شود؟

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

$$(3) \frac{1}{2} \quad (4) \text{ بدون تغییر}$$

۹۴- در آزمایش بارگذاری صفحه (PLT) برای تعیین مدول عکس‌العمل بستر (K) یک خاک ریزدانه، اثر ابعاد صفحه و عمق انجام آزمایش در کدام مورد درست است؟

- (۱) افزایش نسبت طول به عرض صفحه، باعث افزایش K می‌شود.
- (۲) افزایش مقدار بار روی صفحه، باعث افزایش K می‌شود.
- (۳) افزایش عمق کارگذاری صفحه، باعث کاهش K می‌شود.
- (۴) افزایش عرض صفحه، باعث کاهش K می‌شود.

۹۵- یک لایه روانگرا به ضخامت ۳ متر در بین دو لایه غیرروانگرا واقع شده است. برای طرح بهسازی در برابر روانگرایی، کدام مورد نامناسب است؟

- (۱) شمع بتنی
- (۲) ستون سنگی
- (۳) اختلاط عمیق
- (۴) ریز شمع (میکرو پایل)

۹۶- در کاوش‌های صحرائی با استفاده از رادار نفوذی زمینی (GPR)، افزایش فرکانس آنتن، به ترتیب چه اثری بر عمق نفوذ و وضوح (Resolution) دارد؟

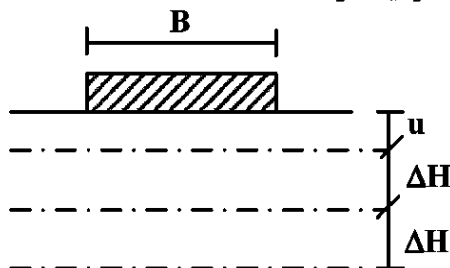
- (۱) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
- (۲) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
- (۳) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
- (۴) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

۹۷- در دیوار حائل مهاربندی شده (Anchored Wall) اگر فاصله بین مهارها کاهش یابد، به ترتیب، چه تغییری در لنگر خمشی و جابجایی افقی دیوار ایجاد می‌شود؟

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

۹۸- به منظور افزایش توان باربری یک پی سطحی مستقر بر خاک ضعیف، از چند لایه مسلح‌کننده استفاده شده است.

مقدار بهینه  $\frac{u}{B}$  و  $\frac{\Delta H}{B}$  برای افزایش توان باربری به ترتیب به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

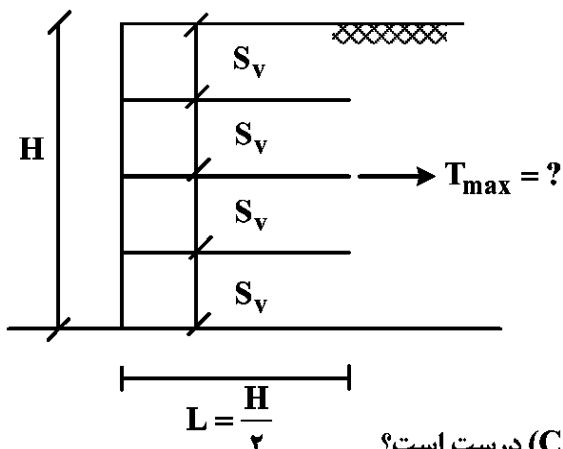


- (۱) ۰/۸ و ۰/۸
- (۲) ۰/۷ و ۰/۳۵
- (۳) ۰/۳۵ و ۰/۳۵
- (۴) ۰/۸ و ۰/۳۵

۹۹- برای یک پروژه در عمق ۳۰ متری از آزمایش پرسیمتری استفاده شده است. کدام مورد می‌تواند خروجی حاصل از نتایج مستقیم این آزمایش صحرائی باشد؟

- (۱) ضریب تحکیم، نسبت پیش‌تحکیمی و مدول الاستیسیته
- (۲) سرعت موج برشی و وزن مخصوص خاک
- (۳) نسبت پواسون و فشار پیش‌تحکیمی
- (۴) مدول الاستیسیته و ظرفیت باربری شمع

۱۰۰- برای خاکریز مسلح ژئوگریدی نشان داده شده در شکل زیر، مقدار نیروی کششی  $T_{max}$  ایجاد شده در تسلیح کننده میانی چقدر است؟ (ضریب اطمینان در نظر گرفته نشود.)



$$\varphi = 30^\circ, \quad S_v = \frac{H}{4} \quad (1) \quad \frac{\gamma H^2}{12}$$

$$C = 0 \quad (2) \quad \frac{\gamma H^2}{6}$$

$$(3) \quad \frac{\gamma H^2}{24}$$

$$(4) \quad \frac{\gamma H^2}{18}$$

۱۰۱- کدام مورد در خصوص خاک رُبنده یا فرو ریزشی (Collapsible) درست است؟

- (۱) از رسوبات بادرفتی یا لُس و یا خاکستر آتشفشانی تشکیل شده‌اند.
- (۲) حاوی مقدار زیادی یون سدیم آزاد هستند.
- (۳) با جذب آب دچار افزایش حجم می‌شوند.
- (۴) حساسیت بالایی به دست‌خوردگی دارند.

۱۰۲- برای یک خاک ماسه‌ای، آزمایش SPT عدد ۴۰ را نشان داده است. مدول الاستیسیته این خاک به کدام مورد بر حسب MPa نزدیک تر است؟

$$(1) \quad 50$$

$$(2) \quad 285$$

$$(3) \quad 500$$

$$(4) \quad 2850$$

۱۰۳- در شمع‌های متکی بر بستر سنگ سخت، به ترتیب مقدار باربری نوک و باربری جدار چگونه است؟

- (۱) زیاد - زیاد
- (۲) زیاد - ناچیز
- (۳) اندک - زیاد
- (۴) ناچیز - ناچیز

۱۰۴- یک دیواره قائم رسی اشباع بدون وجود سازه نگهبان و بدون سربار، تا چه ارتفاعی می‌تواند پایدار بماند؟ (ضریب اطمینان برابر با یک فرض شود.)

$$(1) \quad \frac{2C_u}{\gamma'}$$

$$(2) \quad \frac{2C_u}{\gamma_{sat}}$$

$$(3) \quad \frac{4C_u}{\gamma_{sat}}$$

$$(4) \quad \frac{4C_u}{\gamma'}$$

۱۰۵- نشست الاستیک خاک نوک یک شمع منفرد به کدام عامل بستگی ندارد؟

- (۱) بار وارده بر نوک شمع
- (۲) مدول الاستیسیته شمع
- (۳) نسبت پواسون خاک اطراف نوک شمع
- (۴) مدول الاستیسیته خاک اطراف نوک شمع

هیدرولیک پیشرفته - طراحی هیدرولیکی سازه‌ها:

۱۰۶- کدام مورد در خصوص امواج سرژ در کانال‌های روباز نادرست است؟

- (۱) جبهه یک موج منفی حین حرکت تخت‌تر می‌شود.
- (۲) از دید یک ناظر متحرک با سرعت یک موج مثبت، جریان دائمی و غیریکنواخت است.
- (۳) از دید یک ناظر ساکن، پس از عبور جبهه موج مثبت، عمق زیاد و پس از عبور جبهه موج منفی، عمق کم می‌شود.
- (۴) بسته شدن سریع دریاچه کشویی در کانال، باعث ایجاد موج مثبت به طرف پایین دست دریاچه و ایجاد موج منفی در بالادست آن می‌شود.

۱۰۷- یک کانال پایاب مستطیلی به عرض ۱۰ متر، دبی مداوم ۴۰ مترمکعب بر ثانیه را با عمق ۲/۵ متر از یک تأسیسات برقایی منتقل می‌کند. دبی ورودی به توربین‌ها به‌طور ناگهانی تا ۱۰۰ مترمکعب بر ثانیه افزایش می‌یابد. اگر عمق موج

ایجادشده در کانال ۳ متر باشد، سرعت حرکت آن برحسب  $\frac{m}{s}$  چقدر است؟

۶ (۱)

۱۲ (۲)

۱۶ (۳)

۲۰ (۴)

۱۰۸- نهر آبرفتی عریضی با شیب بستر ۰/۰۰۰۱ وجود دارد که اندازه ذرات و چگالی نسبی رسوبات بستر آن به ترتیب  $d_{50} = 4 \text{ mm}$  و  $\Delta = 1/6$  است. اگر فراسنجه بی‌بعد شیلدز در حالت بحرانی برابر با ۰/۰۴ و ضریب شزی آبراهه برابر

با  $\frac{1}{s} \frac{m^2}{s}$  باشد، سرعت متوسط جریان در شرایط آستانه حرکت برحسب  $\frac{m}{s}$  کدام است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۲/۶ (۱)

۱/۲ (۲)

۰/۸ (۳)

۰/۶ (۴)

۱۰۹- یک مخزن تعادل به قطر ۲ متر در حدفاصل بین سد و توربین‌خانه قرار گرفته است. آب از دریاچه پشت سد با دبی ۱۰ مترمکعب بر ثانیه به طرف توربین حرکت می‌کند. در یک لحظه، توربین از مدار خارج می‌شود. در این لحظه،

نرخ تغییرات سطح آب در مخزن تعادل برحسب  $\frac{m}{s}$  کدام است؟ (از اصطکاک چشم‌پوشی می‌شود.)

۰/۸ (۱)

۱/۶ (۲)

۳/۲ (۳)

۶/۴ (۴)

۱۱۰- در پایین دست تونل کم‌فشاری به قطر ۳ متر و طول ۱۶ کیلومتر، یک مخزن تعادل به قطر ۵ متر نصب شده است. دبی مداوم ۳۶ مترمکعب بر ثانیه که به طرف توربین جاری است به واسطه بسته شدن ناگهانی دریچه‌های ورودی توربین

قطع می‌شود. پریود نوسانات سطح آب در مخزن تعادل (برحسب ثانیه) کدام است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

و از تلفات چشم‌پوشی می‌شود.)

۶۲۷ (۱)

۴۱۸ (۲)

۲۰۹ (۳)

۱۰۵ (۴)

۱۱۱- شکل زیر، نمایی از نیم‌رخ طولی جریان ناشی از شکست ناگهانی و ایده‌آل یک سد را نشان می‌دهد. تحلیل موج

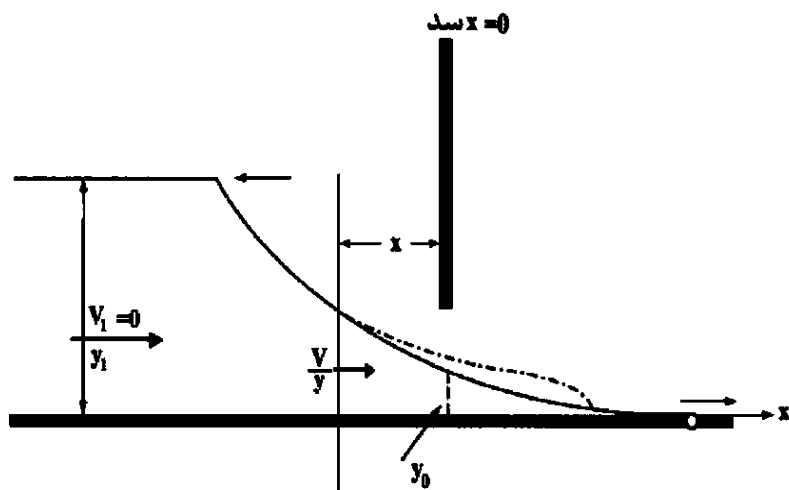
خروجی از محل سد نشان می‌دهد که رابطه سرعت موج  $3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gy_1}$  است. اگر عمق آب در مخزن قبل از شکست ۵۴ متر باشد، مقدار عمق جریان در محل سد  $y_0$  برحسب متر کدام است؟

۲۴ (۱)

۲۰ (۲)

۱۶ (۳)

۱۲ (۴)



۱۱۲- اگر در یک آبراهه آبرفتی  $n_s$  و  $n$  به ترتیب ضریب مانینگ مربوط به زبری دانه‌ها و کل کانال باشند، کدام گزینه ارتباط بین شعاع هیدرولیکی مربوط به زبری دانه‌ها  $R'$  و شعاع هیدرولیکی کل  $R$  را به درستی نشان می‌دهد؟

$$R' = \left(\frac{n_s}{n}\right)^{\frac{2}{3}} R \quad (۲) \qquad R' = \left(\frac{n_s}{n}\right)^{\frac{2}{3}} R \quad (۱)$$

$$R' = \left(\frac{n_s}{n}\right)^{\frac{2}{3}} R \quad (۴) \qquad R' = \left(\frac{n_s}{n}\right) R \quad (۳)$$

۱۱۳- نمودار شیلدز، تغییرات تنش برشی بی‌بعد وارد بر بستر آبراهه را در مقابل چه پارامتری نشان می‌دهد؟

( $R$  شعاع هیدرولیکی آبراهه،  $d$  اندازه دانه‌های بستر،  $u^*$  سرعت برشی،  $\nu$  لزجت سینماتیکی،  $V$  سرعت متوسط جریان)

$$\frac{d}{R} \quad (۲) \qquad \frac{u^* R}{\nu} \quad (۱)$$

$$\frac{VR}{\nu} \quad (۴) \qquad \frac{u^* d}{\nu} \quad (۳)$$

۱۱۴- در یک رودخانه در هنگام عبور سیل براساس منحنی حلقوی تغییرات جریان نسبت به دبی، اگر  $Q_R$  دبی جریان در شرایط افزایش منحنی سطح آب و  $Q_F$  دبی جریان در شرایط کاهش سطح آب در یک عمق آب یکسان باشند، کدام مورد درست است؟

$$Q_R > Q_F \quad (۱)$$

$$Q_R = Q_F \quad (۲)$$

$$Q_R < Q_F \quad (۳)$$

$$Q_R/Q_F \text{ مقداری ثابت در تمامی مراحل عبور سیل است.} \quad (۴)$$

۱۱۵- موقعیت نقطه جدایی جریان به کدام عامل (ها) بستگی دارد؟

$$(۱) \text{ زبری سطحی} \qquad (۲) \text{ عدد فرود}$$

$$(۳) \text{ عدد رینولدز} \qquad (۴) \text{ عدد رینولدز و زبری سطحی}$$

۱۱۶- تفاوت عمده معادله اولر و معادله برنولی به ترتیب، وجود جمله ..... در معادله ..... است.

$$(۱) \text{ شتاب انتقالی } V_s \frac{\partial V_s}{\partial s} \text{ و اولر} \qquad (۲) \text{ شتاب موضعی } \frac{\partial V_s}{\partial t} \text{ و اولر}$$

$$(۳) \text{ شتاب موضعی } \frac{\partial V_s}{\partial t} \text{ و برنولی} \qquad (۴) \text{ شتاب انتقالی } V_s \frac{\partial V_s}{\partial s} \text{ و برنولی}$$

۱۱۷- ارتباط بین ضریب مانینگ  $n$  و زبری معادل دانه‌های بستر  $\epsilon_s$  در یک آبراهه آبرفتی به کدام صورت است؟ ( $R_h$  شعاع هیدرولیکی)

$$n \propto \epsilon_s^{\left(\frac{1}{6}\right)} \quad (۱) \qquad n \propto \epsilon_s^{\left(-\frac{1}{6}\right)} \quad (۲)$$

$$n \propto \epsilon_s^{\left(\frac{1}{3}\right)} \quad (۳) \qquad n \propto \frac{\epsilon_s}{R_h} \quad (۴)$$

۱۱۸- در یک کانال مستقیم مستطیلی به عمق ۹۰ cm و شیب ناچیز، قایق کوچکی با سرعت  $۲/۵ \frac{m}{s}$  از دید ناظر ساکن، به

سمت غرب در حرکت است. می‌دانیم جریان آب رودخانه با سرعت  $۵/۵ \frac{m}{s}$  به سمت شرق برقرار است. در این شرایط،

شکل‌گیری امواج ناشی از حرکت قایق بر روی سطح آب به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ ( $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$ )



۱۱۹- جسمی به طول ۱۵mm با سرعت  $۲۰ \frac{m}{s}$  در آب حرکت می‌کند. آیا جریان لایه مرزی روی این جسم تشکیل می‌شود؟

$$\text{(لزجت سینماتیکی } v = 1 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s} \text{)}$$

(۱) بلی (۲) خیر

(۳) بستگی به گرادیان فشار دارد. (۴) بستگی به عمق جریان روی جسم دارد.

۱۲۰- توزیع لگاریتمی سرعت بر روی یک بستر زبر به کدام صورت می‌باشد؟

( $u$  = سرعت متوسط،  $u_*$  = سرعت برشی،  $y$  = عمق جریان،  $k_s$  = قطر معرف،  $v$  = لزجت سینماتیکی،  $k$  = ثابت جهانی،  $C$  = یک ثابت جریان)

$$\frac{u}{u_*} = \frac{1}{k} \ln \frac{u k_s}{v} + C \quad (۲) \quad \frac{u}{u_*} = \frac{1}{k} \ln \frac{u_* y}{v} + C \quad (۱)$$

$$\frac{u}{u_*} = \frac{1}{k} \ln \frac{y}{k_s} + C \quad (۴) \quad \frac{u}{u_*} = k \ln \frac{y}{k_s} + C \quad (۳)$$

۱۲۱- در یک کانال آب با مقطع مثلث (شیب اضلاع به صورت: یک قائم و نیم افقی) اگر عمق بحرانی برابر یک متر باشد، به ترتیب،

مقدار دبی (بر حسب  $\frac{m^3}{s}$ ) و مقدار انرژی مخصوص متناسب با آن (بر حسب متر)، کدام مورد است؟ ( $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$ )

$$۱/۴۵ \text{ و } ۱/۰۸ \quad (۱) \quad ۱/۲۵ \text{ و } ۱/۰۸ \quad (۲)$$

$$۱/۴۵ \text{ و } ۱/۱۲ \quad (۳) \quad ۱/۲۵ \text{ و } ۱/۱۲ \quad (۴)$$

۱۲۲- سرعت یک جریان یکنواخت پیش‌رونده غیردائمی در یک کانال عریض آب با مشخصات: شیب طولی برابر

$۵/۰۰۰۵$  و سرعت جریان‌های یکنواخت در بالادست و پایین دست به ترتیب برابر  $V_1 = \frac{۳m}{s}$  و  $V_2 = \frac{۷m}{s}$  چند

متر بر ثانیه برآورد می‌شود؟ (ضریب شزی برابر  $۵۰$  و  $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$  فرض شوند.)

$$۷/۱ \quad (۱) \quad ۷/۹ \quad (۲)$$

$$۸/۵ \quad (۳) \quad ۸/۹ \quad (۴)$$

۱۲۳- در یک سرریز لبه تیز مستطیلی با طول اجرایی برابر ۲m، ارتفاع آب روی سرریز برابر ۳۰ cm اندازه‌گیری شده است. اگر عرض کانال برابر ۴m باشد، طول مؤثر سرریز که امکان عبور آب را میسر می‌سازد، چند سانتی‌متر کمتر از طول اجرایی، تخمین زده می‌شود؟

- (۱) ۲  
(۲) ۴  
(۳) ۶  
(۴) ۸

۱۲۴- در سرریز نوع متناسب یا سرریز ساترو (Proportional or Sutro Weir) دبی عبوری با توان چندم ارتفاع آب روی سرریز، تناسب دارد؟

- (۱) ۱  
(۲) ۱/۵  
(۳) ۲  
(۴) ۲/۵

۱۲۵- هنگام طراحی سرریز لبه آبریز (Overflow Spillway) یک سد، اگر فشار وارده بر سرریز کمتر از فشار آتمسفریک باشد، تغییر دبی عبوری چگونه خواهد بود و احتمال بروز چه پدیده‌ای وجود خواهد داشت؟

- (۱) کاهش - کاویتاسیون  
(۲) افزایش - پرش هیدرولیکی  
(۳) افزایش - کاویتاسیون  
(۴) کاهش - پرش هیدرولیکی

۱۲۶- سرعت آب در پای سرریز لبه آبریز سدها (پس از عبور جریان آب از روی بدنه سرریز) از رابطه

$$V = \sqrt{2g(z - \frac{H_d}{2})}$$

عده داوطلب است.

- (۱) ارتفاع قائم بدنه سرریز در بالادست  
(۲) عمق آب در پایین دست سرریز  
(۳) فاصله قائم کف پایین دست تا تراز تاج سرریز  
(۴) فاصله قائم کف پایین دست تا تراز آب در بالادست
- ۱۲۷- برای کنترل پدیده کاویتاسیون در سرریزهای بلند سدها، کدام حالت پیشنهادی به عنوان هوادهی مناسب هستند؟
- الف - بالا آمدگی ناگهانی کف  
ب - فرورفتگی ناگهانی کف  
ج - تعقر انتهایی با تونل هوا  
د - تحدب انتهایی با تونل هوا
- (۱) «الف» - «ه» - «ح»  
(۲) «ب» - «و» - «ز»  
(۳) «ح» - «و» - «ج»  
(۴) «د» - «ه» - «ز»

۱۲۸- جریان (زیربحرانی) آبی با دبی  $15 \frac{m^3}{s}$  در یک کانال مستطیلی به عرض ۳m و عمق نرمال  $2/5 m$  منتقل می‌شود. اگر در قسمتی از مسیر کانال به منظور اتصال کانال فوق به یک کانال مستطیلی دیگر به عرض ۶m از یک

تبدیل با شیب کناره‌های ۴:۱ استفاده شود، افت انرژی در تبدیل چقدر برآورد می‌شود؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱) ۱/۵m  
(۲) ۱/۵cm  
(۳) ۱/۵mm

(۴) چون عرض کانال دو برابر می‌شود، میزان افت انرژی صفر می‌شود.

۱۲۹- در یک کانال مستطیلی، جریان آبی با عدد فرود ۴ در عرض برابر ۶m و عمق معادل یک متر، منتقل می‌شود. مقرر است با استفاده از یک تبدیل تنگ‌کننده فوق بحرانی با دیوار مستقیم، عرض کانال به ۳m کاهش یابد. عمق معادل جریان در محل تبدیل که در اثر انسداد موضعی به صورت پرش هیدرولیکی نمایان می‌شود، چند متر

برآورد می‌شود؟ (عدد فرود مورد انتظار برابر ۲/۵ و  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

(۱) ۲/۰۶

(۲) ۲/۱۲

(۳) ۲/۱۸

(۴) ۲/۲۴

۱۳۰- در یک بند انحرافی، دبی در واحد عرض برابر  $2/4 \frac{m^3}{s}$  و عمق جریان در ابتدای حوضچه آرامش برابر ۴۰ cm

اندازه‌گیری شده است. کدام نوع حوضچه آرامش USBR مناسب طراحی خواهد شد؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

(۱) I

(۲) II

(۳) III

(۴) IV

۱۳۱- محل مناسب تعبیه تخلیه‌کننده‌های تحتانی تحت فشار و ژئوممبران، به ترتیب در سدهای خاکی، کجا است؟

(۱) قبل از هسته رسی - شیب بالادست

(۲) پس از هسته رسی - شیب بالادست

(۳) قبل از هسته رسی - مجاورت پرده آب‌بند

(۴) پس از هسته رسی - مجاورت پرده آب‌بند

۱۳۲- در یک سرریز نوع نیلوفری با قطر سرریز در تاج برابر ۲۴m، هدبار آبی روی تاج برابر ۴m و دبی خروجی برابر

$2016 \frac{m^3}{s}$ ، مقدار ضریب تخلیه سرریز چقدر تخمین زده می‌شود؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$  و  $\pi = 3$ )

(۱) ۱/۵

(۲) ۲/۵

(۳) ۳/۵

(۴) ۴/۵

۱۳۳- در یک کانال مستطیلی با عمق نرمال برابر ۰/۸m، یک ناودان با موج ایستاده و بدون برجستگی در کف با

پیش‌بینی حداکثر دبی عبوری  $3 \frac{m^3}{s}$  به‌کار گرفته می‌شود. اگر حداکثر نسبت عمق در پایاب به عمق جریان در

بالادست برابر ۰/۸ و ضریب شدت جریان کل ناودان برابر ۳/۷۵ فرض شود، عرض گلوگاه چندمتر برآورد

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

(۱) ۰/۸

(۲) ۰/۶

(۳) ۰/۴

(۴) ۰/۲

۱۳۴- در یک کانال مستطیلی به عرض ۳m جریان آب با دبی  $15 \frac{m^3}{s}$  و عمق ۱/۵m منتقل می‌شود. با پایین آمدن

ناگهانی یک دریچه کشویی قائم در مسیر، مقدار شدت جریان به  $9 \frac{m^3}{s}$  کاهش و عمق جریان به ۲/۵m افزایش

می‌یابد. سرعت موج به‌وجود آمده در بالادست دریچه چند  $\frac{m}{s}$  خواهد بود؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$  ،  $\pi = 3$ )

(۱) ۱/۵

(۲) ۲

(۳) ۲/۵

(۴) ۳

۱۳۵- در کالورت‌ها با خروجی مستغرق، دبی عبوری با کدام ضریب هیدرولیکی، رابطه معکوس داشته و این ضریب تابع کدام ویژگی کالورت است؟

- (۱) مانینگ - شیب  
(۲) شزی - جنس  
(۳) شزی - شیب  
(۴) مانینگ - جنس

تحلیل و طراحی روسازی پیشرفته:

**توجه: فرمول‌های مورد نیاز در انتهای دفترچه سوالات ضمیمه است.**

۱۳۶- کدام گزینه رابطه عمر خستگی یک مخلوط آسفالتی را بهتر نشان می‌دهد؟

(تنش کششی در انتهای لایه آسفالتی =  $\sigma_f$ ، عمر خستگی =  $N_f$ ، کرنش کشش در انتهای لایه آسفالتی =  $\epsilon_f$ ،

مدول دینامیکی (سفتی) لایه آسفالتی =  $E$ )

$$\log(N_f) = \alpha_1 + \alpha_2 \log(\epsilon_f) + \alpha_3 \log(E) \quad (1)$$

$$\log(N_f) = \alpha_1 - \alpha_2 \epsilon_f - \alpha_3 \log(E) \quad (2)$$

$$\log(N_f) = \alpha_1 - \alpha_2 \log(\sigma_f) + \alpha_3 \log(E) \quad (3)$$

$$\log(N_f) = \alpha_1 - \alpha_2 \log(\epsilon_f) - \alpha_3 \log(E) \quad (4)$$

۱۳۷- اگر وزن یک محور ساده از ۴ تن به ۱۲ تن افزایش یابد، مقدار ضریب بار هم‌ارز (EALF) تقریباً چند برابر می‌شود؟

- (۱) ۸۱  
(۲) ۱۸  
(۳) ۹  
(۴) ۳

۱۳۸- اگر درصد فضای خالی در مصالح (VMA) برای یک مخلوط آسفالتی کم باشد، چه اتفاقی محتمل است؟

(۱) افزایش مقاومت در برابر شیارشدگی

(۲) افزایش دوام مخلوط در برابر آسیب رطوبتی

(۳) کاهش فضای لازم برای قیر و کاهش دوام مخلوط در برابر آسیب رطوبتی

(۴) افزایش فضای قابل استفاده برای قیر و افزایش دوام مخلوط در برابر آسیب رطوبتی

۱۳۹- اگر چگالی واقعی مصالح سنگی برابر ۲/۴۵۴ و درصد فضای خالی مصالح سنگی برابر ۱۴ و وزن مخصوص ماکزیمم

آسفالت برابر ۲/۴۴۶ باشد، درصد فضای خالی بتن آسفالتی با درصد قیر بهینه ۵، تقریباً چقدر است؟

- (۱) ۹  
(۲) ۷  
(۳) ۵  
(۴) ۳

۱۴۰- به‌کارگیری کدام ترکیب آزمون‌های میدانی به‌منظور تعیین عدد لغزش (SN) رویه روسازی آسفالتی / بتنی کافی است؟

(۱) متوسط عمق بافت (MTD) به‌منظور تعیین اصطکاک و تخریب سطح رویه در شرایط واقعی

(۲) ترکیب دو آزمون عدد پاندول بریتانیا (BPN) به‌منظور تعیین بافت ریز و آزمون متوسط عمق بافت (MTD) برای تعیین بافت درشت

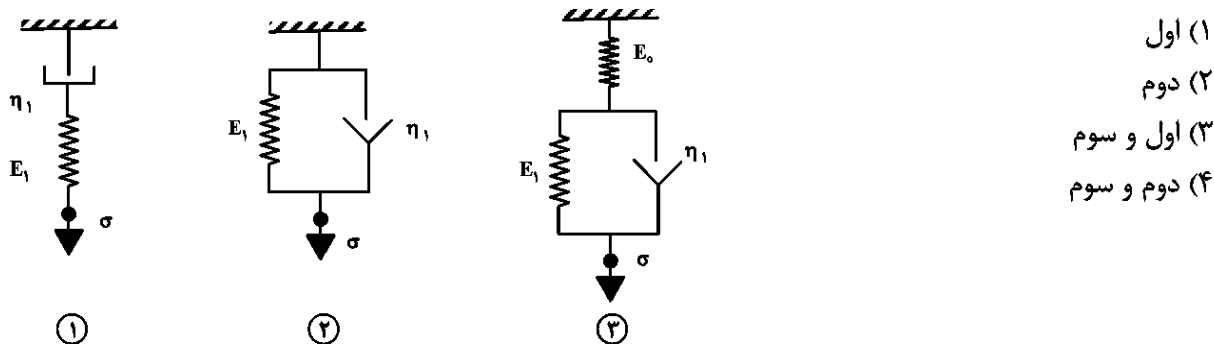
(۳) ترکیب دو آزمون عدد پاندول بریتانیا (BPN) به‌منظور تعیین بافت درشت و آزمون متوسط عمق بافت (MTD) برای تعیین بافت ریز

(۴) عدد پاندول بریتانیا (BPN) به‌منظور تعیین اصطکاک سطح رویه در شرایط سطحی خیس

۱۴۱- خرابی بیرون پریدگی (pop out) در رویه‌های بتنی، ناشی از کدام عامل می‌باشد؟

- (۱) طرح اختلاط نامناسب رویه بتنی  
(۲) ایراد در خواص شیمیایی سیمان مصرفی  
(۳) نگهداری نامناسب رویه بتنی اجرا شده  
(۴) عدم کنترل کیفیت مصالح سنگی

۱۴۲- کدام مدل(های) مکانیکی نشان داده شده، بهتر می تواند پاسخ آنی یک ماده ویسکوالاستیک را نشان دهد؟



۱۴۳- به کارگیری کدام شاخص، برای تخصیص گزینه ترمیم و نگهداری در سیستم مدیریت روسازی (PMS) جامعیت دارد؟

- (۱) PSI  
(۲) IFI  
(۳) IRI  
(۴) PCI

۱۴۴- با توجه به نتایج آزمایشات رئومتر برش دینامیکی (DSR)  $(\frac{G^*}{\sin \delta})$  آورده شده در جدول زیر، دمای عملکردی بالای قیر بر حسب درجه سانتی گراد چقدر است؟

	۴۶	۵۲	۵۸	۶۴	۷۰	۷۶	۸۲
قیر پیرنشده (بکر) (Pa)	۲۲۵۰	۱۸۴۰	۱۵۲۰	۱۲۸۰	۱۰۲۰	۸۵۰	۶۱۰
قیر پیرشده کوتاهمدت (Pa)	۳۲۴۰	۲۷۵۰	۲۳۵۰	۲۲۱۰	۲۰۸۰	۱۹۳۰	۱۶۹۰

- (۱) ۵۸  
(۲) ۶۴  
(۳) ۷۰  
(۴) ۷۶

۱۴۵- در مسیری تعداد وسایل نقلیه در خط و جهت طرح ۱۰۰,۰۰۰ وسیله نقلیه در سال و ضرایب گروهی آنها مطابق جدول زیر است. تعداد کل محور معادل استاندارد برای طراحی، وقتی ضریب رشد برای دوره طرح ۴ باشد، چقدر است؟

نوع گروه وسایل نقلیه	سواری	اتوبوس	کامیونت	کامیون دو محوره	کامیون سه محوره
درصد گروه وسایل نقلیه	۳۰	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
ضرایب هم‌ارزی هر گروه	۰/۲۵	۱/۷۵	۲	۲/۲۵	۶

- (۱) ۱,۰۰۰,۰۰۰  
(۲) ۲,۰۰۰,۰۰۰  
(۳) ۴,۰۰۰,۰۰۰  
(۴) ۱۰,۰۰۰,۰۰۰

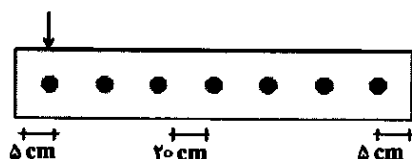
۱۴۶- عدد سازه‌ای یک روسازی آسفالتی در وضع موجود برابر  $\frac{4}{3}$  است. اگر رویه آسفالتی موجود به ضخامت ۱۵ سانتی متر تراشیده شده و برداشته شود، ضریب قشر رویه آسفالتی جدید چه رابطه‌ای با ضریب قشر رویه آسفالتی قدیمی داشته باشد تا با یک لایه ۱۰ سانتی متری از رویه آسفالتی جدید به عدد سازه‌ای  $\frac{5}{5}$  دست پیدا کنیم؟ ( $a_1$ : ضریب قشر رویه آسفالتی قدیمی و  $a'_1$ : ضریب قشر رویه آسفالتی جدید)

- (۱)  $a_1 = \frac{1}{5} a'_1 + \frac{1}{2}$   
(۲)  $a'_1 = \frac{1}{5} a_1$   
(۳)  $a'_1 = \frac{1}{5} a_1 + \frac{3}{5}$   
(۴)  $a'_1 = \frac{1}{28} a_1 + \frac{3}{5}$

۱۴۷- قابلیت اطمینان در طراحی روسازی برای یک راه اصلی ۹۰ درصد است. اگر این روسازی در دو مرحله پس از ساخت اولیه، روکش گردد، قابلیت اطمینان در نظر گرفته شده در طراحی اولیه باید چقدر باشد؟

- (۱) ۹۰  
(۲) ۹۵  
(۳) ۹۹  
(۴) ۱۰۰

۱۴۸- یک دال بتنی به ضخامت ۳۰ سانتی‌متر بر روی خاک بستر با شعاع سختی نسبی ۱۰۰ سانتی متر قرار گرفته است. اگر فاصله میله‌گردهای دال ۲۰ سانتی‌متر و بار چرخ کامیون ۷/۵ تن باشد، حداکثر نیروی منتقل شده توسط یک دال چند کیلوگرم است؟ (ضریب انتقال بار توسط این نوع میله‌گردها ۱۰۰٪ است.)



۱۲۵۰ (۱)

۲۲۵۰ (۲)

۲۵۰۰ (۳)

۳۷۵۰ (۴)

۱۴۹- تنش ناشی از تاب خوردگی به دلیل اختلاف دمایی در لبه دال به ضخامت ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۷/۵ متر وقتی ضریب انبساط حرارتی بتن  $\frac{1}{10^6} \times 10^{-6}$  و مدول الاستیسته آن  $2 \times 10^5$  کیلوگرم بر سانتی مترمربع و گرادیان حرارتی  $\frac{0.8}{cm} ^\circ C$  باشد، چند کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع است؟ (وقتی تنش ناشی از بارگذاری، ۲/۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع و برخلاف جهت آن باشد.)

۷/۵ (۲) ۵۰ (۱)

۱۲/۵ (۴) ۱۰ (۳)

۱۵۰- براساس معیار شعاع تماس معادل در روسازی بتنی برای چرخ زوج به وزن  $6280(2 \times 3140)$  کیلوگرم با دایره بارگذاری به شعاع ۲۵ سانتی‌متر که فاصله مرکز به مرکز چرخ‌ها ۱۰۰ سانتی‌متر است، به ترتیب شعاع دایره معادل بارگذاری چند سانتی‌متر و فشار سطح تماس در آن چند کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع است؟ (a شعاع سطح تماس، S فاصله مرکز تا مرکز چرخ زوج)

۱/۶ و ۱۰۰ (۲) ۰/۸ و ۱۰۰ (۱)

۰/۸ و ۵۰ (۴) ۱/۶ و ۵۰ (۳)

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

۱۵۱- دوره برگشت وقوع یک موج طرح باریک معادل ۱۵٪ برای یک سازه دریایی با عمر مفید ۱۰۰ سال، چند سال برآورد می‌شود؟ (توجه:  $(0.85)^{1/15} = 0.976$ ،  $(0.85)^{0.1} = 0.998$ ،  $(0.85)^{1/85} = 0.141$ ،  $(0.1)^{1/85} = 0.708$ ،  $(0.1)^{1/15} = 0.708$ .)

۵۰۰ (۲) ۴۵۰ (۱)

۶۰۰ (۴) ۵۵۰ (۳)

۱۵۲- برای یک سرعت باد (طوفان دریایی) معین، حداکثر ارتفاع موج حاصل با کدام متغیرها، محدود می‌شود و در شرایط موج کاملاً نمو یافته (Fully Developed Sea)، متوسط ارتفاع امواج، تقریباً چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) عمق متوسط محل یا ضریب تندباد - افزایش می‌یابد.

(۲) عمق متوسط محل یا ضریب تندباد - ثابت می‌ماند.

(۳) طول بادگیر یا مدت تداوم وزش باد - افزایش می‌یابد.

(۴) طول بادگیر یا مدت تداوم وزش باد - ثابت می‌ماند.

۱۵۳- اگر در ارزیابی ارتفاع موج در یک ناحیه دریایی براساس توزیع رایله، ارتفاع موج حداکثر برابر ۵/۶۱ m برآورد شده باشد،  $H_{rms}$  حدوداً چند متر تخمین زده می‌شود؟

۲/۵ (۲) ۲/۹ (۱)

۱/۸ (۴) ۲ (۳)

۱۵۴- در طراحی یک سازه دریایی با عمر مفید ۵۰ سال، مقدار  $H_s$  برابر  $4/5m$  برآورد شده است. میزان ارتفاع موج طرح برای دوره برگشت برابر ۱۰۰ سال براساس مبانی تئوری ایری، چند متر تخمین زده می‌شود؟

(توجه:  $(0/96)^{50} = 0/130$ ،  $(0/96)^{50} = 0/218$ ،  $(0/97)^{50} = 0/364$ ،  $(0/98)^{50} = 0/605$  و  $(0/99)^{50} = 0/99$  و همین‌طور

$$(\sqrt{\ln 1/5} = 0/636 \text{ و } \sqrt{\ln 2/5} = 0/957, \sqrt{\ln 3} = 1/048, \sqrt{\ln 2} = 0/833$$

$$3/0 \quad (1)$$

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

$$4/0 \quad (3)$$

$$2/5 \quad (4)$$

۱۵۵- در ارزیابی شرط مرزی کف دریا در حل معادله موج در حالت کلی دوبعدی، اگر تابع جریان (Stream Function) به صورت  $\Psi(x_1, x_2, t)$  (محور افقی،  $x_2$  محور قائم، دستگاه مختصات روی سطح آب و  $t$  زمان) باشد، کدام روابط درست هستند؟ ( $u_1, u_2$  مؤلفه‌های سرعت ذرات موج و  $h$  عمق آب هستند).

$$\Psi|_{x_2=-h} = 0 \text{ و } u_2 = \frac{\partial \Psi}{\partial x_2}|_{x_2=-h} \quad (1)$$

$$\Psi|_{x_2=-h} = \text{مقدار ثابت} \text{ و } u_1 = \frac{\partial \Psi}{\partial x_1}|_{x_2=-h} \quad (2)$$

$$\Psi|_{x_2=-h} = \text{مقدار ثابت} \text{ و } u_2 = \frac{\partial \Psi}{\partial x_2}|_{x_2=-h} \quad (3)$$

$$\Psi|_{x_2=-h} = 0 \text{ و } u_1 = \frac{\partial \Psi}{\partial x_1}|_{x_2=-h} \quad (4)$$

۱۵۶- براساس مبانی هیدرولیک دریا، اگر تابع پتانسیل سرعت به صورت  $\phi(x_1, x_2, t)$  و تابع جریان به صورت  $\psi(x_1, x_2, t)$  باشند (دستگاه مختصات روی سطح آب،  $x_1$  محور افقی،  $x_2$  محور قائم و  $t$  متغیر زمان)، قدر

مطلق مؤلفه‌های سرعت ذرات موج در حالت کلی به کدام صورت نوشته می‌شوند؟

$$u_2 = \frac{\partial \phi}{\partial x_2} \text{ و } u_1 = \frac{\partial \psi}{\partial x_1} \quad (2) \quad u_2 = \frac{\partial \phi}{\partial x_1} \text{ و } u_1 = \frac{\partial \phi}{\partial x_2} \quad (1)$$

$$u_2 = \frac{\partial \phi}{\partial x_2} \text{ و } u_1 = \frac{\partial \phi}{\partial x_1} \quad (4) \quad u_2 = \frac{\partial \phi}{\partial x_1} \text{ و } u_1 = \frac{\partial \psi}{\partial x_2} \quad (3)$$

۱۵۷- اگر  $\rho$  چگالی جرمی آب دریا باشد، بردار نیروی ناشی از فشار در واحد جرم  $\vec{P}$  (در حالت کلی)، به چه صورتی نوشته می‌شود؟

$$\vec{P} = \rho \vec{\Delta} P \quad (2) \quad \vec{P} = \frac{1}{\rho} \vec{\nabla} P \quad (1)$$

$$\vec{P} = \rho \vec{\nabla} P \quad (4) \quad \vec{P} = \frac{1}{\rho} \vec{\Delta} P \quad (3)$$

۱۵۸- در هیدرولیک محیط دریا، اگر  $\vec{u}$  بردار سرعت ذرات موج باشد، رابطه  $\vec{\nabla} \cdot \vec{u} = \text{div } \vec{u} = 0$  بیانگر مفهوم کدام اصل فیزیکی است؟

(۲) پیوستگی در سیال تراکم ناپذیر

(۱) پیوستگی در سیال تراکم‌پذیر

(۴) بقای اندازه حرکت در جریان غیر چرخشی

(۳) بقای اندازه حرکت در جریان چرخشی

۱۵۹- در ناحیه‌ای از فراساحل خلیج فارس، در طول وزش طوفان دریایی سهیل (هرمزگان - اواخر شهریور - در امتداد جنوب شرقی به شمال غربی)، آمار ۳۱۵ موج ثبت شده و پس از آنالیز به وسیله روش متعارف، ارتفاع متوسط موج برابر  $1/8m$  حاصل شده است. به ترتیب  $H_S$  (ارتفاع موج غالب) چند متر است و تعداد امواجی که در آمار فوق، دارای ارتفاع بیشتر از  $2/5m$  هستند چند تا است؟

(توجه: براساس نمودار توزیع رایله برای ارتفاع امواج، ضریب ثابت  $n$  در این ارزیابی برابر  $0/22$  قرائت شده است.)

(۱)  $2/3$  و  $42$

(۲)  $2/3$  و  $69$

(۳)  $2/8$  و  $42$

(۴)  $2/8$  و  $69$

۱۶۰- در چارچوب بررسی رقوم (تراز)، جزر و مدی (Tides Level Variation) دریا، معمولاً تراز مبنا با چه سرواژه‌ای بیان می‌شود و تفاوت بین دو سرواژه MHW و ML WS بیانگر میانگین چه محدوده‌ای است؟

(۱) MLW - بلندترین جزرهای روزانه

(۲) MSL - بلندترین جزرهای روزانه

(۳) MLW - جزرومد شدید

(۴) MSL - جزرومد شدید

۱۶۱- پریود یک موج با طول موج حدوداً برابر  $100m$  و ارتفاع تقریبی  $5/5m$  در مرز آب‌های عمیق، حدوداً چند ثانیه برآورد می‌شود؟

(۱) به دلیل وقوع پدیده فرو آب، پریود موج به طور دقیق مشخص نمی‌شود.

(۲) در این شرایط، به دلیل شکست موج، پریود آن مشخص نمی‌شود.

(۳)  $7/5$

(۴)  $8/0$

۱۶۲- سرعت ذرات یک موج در تاج آن برابر  $1/8 \frac{m}{s}$  اندازه‌گیری شده است. با استفاده از تئوری موج یکتایی (Solitary Wave)، با فرض بستر افقی و عمق آب برابر  $2/45m$ ، ارتفاع موج چند متر تخمین زده می‌شود و در کجا قرار دارد؟

(۱)  $1/8$  و در مرز پایینی شکست

(۲)  $2/4$  و در مرز پایینی شکست

(۳)  $2/4$  و دور از محدوده شکست

(۴)  $1/8$  و دور از محدوده شکست

۱۶۳- ارتفاع موج مؤثر ( $H_{m0}$ ) از روش (SPM - Jonswap) بر اثر وزش باد به مدت  $2/5$  ساعت بر روی یک ناحیه عمیق دریا با طول حوزه بادگیر برابر  $25 Km$ ، چند متر تخمین زده می‌شوند؟ (سرعت باد اصلاحی  $W_A = 50 \frac{m}{s}$  و

$g = 10 \frac{m}{s^2}$  فرض می‌شوند. در ضمن ضریب تناسب بین مشخصات اصلی موج برابر  $0/0016$  است)

(۱)  $3/0$

(۲)  $4/0$

(۳)  $3/5$

(۴)  $4/5$

۱۶۴- اگر موجی در آب عمیق، دارای طول موجی برابر  $96m$  و ارتفاع برابر  $4m$  باشد، با استفاده از تئوری مرتبه دوم استوکس، اضافه دامنه در تاج موج نسبت به نصف ارتفاع موج، چند سانتی‌متر خواهد بود؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ ,  $\pi = 3$ )

(۱)  $12/5$

(۲)  $18/5$

(۳)  $24/5$

(۴)  $30/5$

۱۶۵- در آب‌های کم عمق، کدام تئوری موج، نتایج مناسب‌تری برای ارزیابی مشخصات آن، ارائه می‌دهد؟

(۱) ایری (Airy)

(۲) تروکوئیدال (Trochoidal)

(۳) استوکس (Stokes)

(۴) کنوئیدال (Conoidal)

۱۶۶- پایه قائم استوانه‌ای شکل یک اسکله دور از ساحل به قطر  $40 \text{ cm}$  در عمق  $10$  متری کوبیده شده و ارتفاع موج طرح برخوردی برابر  $2/5 \text{ m}$  و پرپود آن  $8$  ثانیه ارزیابی شده‌اند. اگر نسبت سرعت گروهی امواج به سرعت تک‌موج برابر  $0/8$  و ضریب کشانی (Drag) برابر  $0/7$  و وزن مخصوص آب دریا حدود یک تن بر مترمکعب تعیین شده باشند، حداکثر مؤلفه کشانی نیروی جانبی وارد بر پایه براساس رابطه موريسون چقدر برآورد می‌شود؟ ( $\pi = 3$ )

- (۱)  $1/75 \text{ KN}$  (۲)  $2/75 \text{ KN}$   
(۳)  $1/75 \text{ Ton}$  (۴)  $2/75 \text{ Ton}$

۱۶۷- با توجه به اطلاعات سؤال قبلی، اگر ضریب جرم (اینرسی) برابر  $1/7$  باشد، حداکثر مؤلفه اینرسی نیروی جانبی وارد بر پایه، چقدر تخمین زده می‌شود؟

- (۱)  $3/75 \text{ Ton}$  (۲)  $2/5 \text{ Ton}$   
(۳)  $3/75 \text{ KN}$  (۴)  $2/5 \text{ KN}$

۱۶۸- در طراحی پوزه (سر) یک موج‌شکن شیب‌دار سنگی، قطر متوسط سنگ‌های لایه حفاظ (آرمور) حدود  $1/5 \text{ m}$  برآورد شده است. اگر ارتفاع موج طراحی برابر  $2 \text{ m}$  و عمق آب در ناحیه پوزه برابر  $7 \text{ m}$  باشند، حداقل عرض فنی موج‌شکن در نواحی اتصال به پوزه (بدون احتساب عرض مورد نیاز تردد تجهیزات اجرایی در حین ساخت)، چند متر توصیه می‌شود؟

- (۱)  $2/5$  (۲)  $3/5$   
(۳)  $4/5$  (۴)  $5/5$

۱۶۹- با توجه به اطلاعات سؤال قبلی، لایه حفاظ در پوزه و در طرف دریا، باید حدوداً چند متر در زیر تراز  $MLW$  گسترش یابد؟

- (۱)  $2$  تا  $3$  (۲)  $3$  تا  $4$

(۳) اگر شیب ملایم باشد،  $4$  تا  $5$  (۴) اگر شیب تند باشد،  $5$  تا  $6$

۱۷۰- در طراحی موج‌شکن‌های شیب‌دار، در کدام نوع قطعه بتنی لایه حفاظ (آرمور)، ضریب پایداری ( $K_D$ ) در تنه و سر موج‌شکن، برای برخورد موج در حال شکست نسبت به موج نشکسته، نصف است؟

- (۱) تتراپود (Tetrapods) (۲) آکمون (Akmon)  
(۳) تری‌بار (Tribars) (۴) دولوس (Dolosse)

توجه: اطلاعات کلی سؤالات (۱۷۱ تا ۱۷۳) یکسان است ولی تحلیل آنها مستقل از یکدیگر است.

۱۷۱- پیشانی یک اسکله عمود بر ساحل از نوع دیواری قائم به ارتفاع  $8 \text{ m}$  در عمق  $5$  متری قرار داشته و تحت اثر نیروی امواج طرح به ارتفاع  $2 \text{ m}$  و پرپود  $10$  ثانیه قرار می‌گیرد. در کنترل برای استفاده از تئوری موج مناسب، عدد Ursell برابر  $U = 160$  حاصل شده است. ضمن تعیین شرایط فنی عمق در محل، طول موج طراحی برای ارزیابی نیروی وارد بر پیشانی اسکله، چند متر

برآورد می‌شود؟ ( $\pi = 3$ ) و  $g \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و وزن مخصوص آب  $\gamma = 101 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$

- (۱) آب کم‌عمق -  $71$  (۲) آب متوسط عمق -  $71$   
(۳) آب کم‌عمق -  $100$  (۴) آب متوسط عمق -  $100$

۱۷۲- با توجه به اطلاعات سؤال قبلی، اگر طول موج طرح برابر  $80 \text{ m}$  و ضریب انعکاس برابر یک و حالت موج به صورت نشکسته باشند، تراز محل برخورد تاج موج با دیوار از کف بستر، چند متر حاصل می‌شود؟

$\tanh(0/1875) = 0/185, \cosh(0/1875) = 1/02, \sinh(0/1875) = 0/189$

$\tanh(0/375) = 0/358, \cosh(0/375) = 1/1, \sinh(0/375) = 0/38$

- (۱)  $7/12$  (۲)  $7/42$   
(۳)  $6/12$  (۴)  $6/42$

۱۷۳- اگر تراز محل برخورد تاج موج با دیوار از کف بستر برابر  $6/5 \text{ m}$  در نظر گرفته شود، نیروی وارد بر واحد عرض دیوار پیشانی، چند  $\frac{\text{ton}}{\text{m}}$  تعیین می‌شود؟

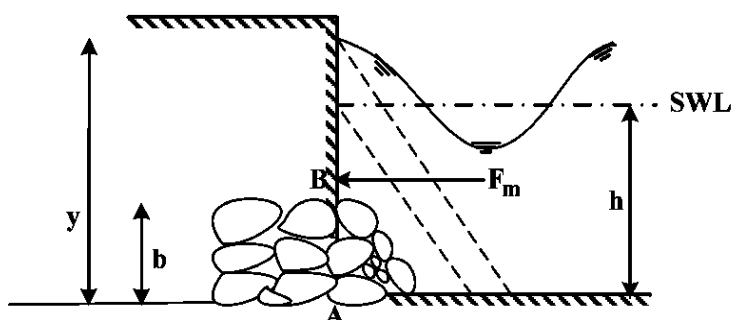
(۲)  $15/6$

(۱)  $18/6$

(۴)  $3/98$

(۳)  $5/98$

۱۷۴- برای طراحی اقتصادی یک سازه کیسونی مکعب‌مستطیل به ارتفاع کل برابر  $12 \text{ m}$ ، به دلیل محدودیت‌های اجرایی، تصمیم گرفته شد،  $b = 6 \text{ m}$  از عمق با سنگ ساخته شود و کیسون موردنظر به ارتفاع کل  $6 \text{ m}$  روی سنگ‌چین پایدار طراحی و احداث شود. اگر فاصله تراز محل برخورد تاج موج با کیسون از بستر  $y = 10$  متر باشد، نیروی  $F_m$  وارد به کیسون در واحد عرض چند تن بر متر برآورد می‌شود؟ (توجه: نیروی  $F$  اولیه (بدون وجود توده



سنگی) برابر  $20 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$  ارزیابی شده بود.

(۱)  $5/2$

(۲)  $4/2$

(۳)  $3/2$

(۴)  $2/2$

۱۷۵- با توجه به اطلاعات سؤال قبلی، اگر بر فرض مثال  $F_m = 2/5 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$  و لنگر واژگونی کیسون در حالت اولیه  $12$  متری (بدون وجود توده سنگی) در واحد عرض و نسبت به  $A$  برابر  $70 \text{ ton-m}$  ارزیابی شده باشد، اینک لنگر واژگونی نسبت به نقطه  $B$  (محل استقرار پای کیسون روی توده سنگ)، حدوداً چند تن - متر تخمین زده می‌شود؟

(۲)  $9/6$

(۱)  $10/6$

(۴)  $7/6$

(۳)  $8/6$

۱۷۶- یک کشتی حمل کالای عمومی با تناژ  $GRT = 2000$  و به طول  $70 \text{ m}$  و آب‌خور کامل  $4 \text{ m}$  با سرعت پهلوگیری  $30 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  در فاصله یک چهارم میانی خود به یک ضربه‌گیر (فندر) برخورد می‌کند. اگر وزن مخصوص آب دریا برابر  $1025 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$  و  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و  $\pi \approx 3$  فرض شوند، وزن آب اضافی جابه‌جا شده همراه کشتی ( $w_p$ ) در حالت پهلوگیری، حدوداً چند تن تخمین زده می‌شود؟

(۱)  $660$

(۲)  $760$

(۳)  $860$

(۴)  $960$

۱۷۷- با توجه به اطلاعات سؤال قبلی، اگر  $w_p = 900 \text{ ton}$  در نظر گرفته شود، انرژی پهلوگیری کشتی، چند کیلوژول برآورد می‌شود؟

(۱)  $260$

(۲)  $210$

(۳)  $160$

(۴)  $110$

۱۷۸- در طراحی یک اسکله نوع شمع و عرشه (در خط ساحلی) در خاک نوع ماسه با زاویه اصطکاک داخلی برابر  $30^\circ$  درجه، مقدار ضریب ظرفیت باربری انتهای شمع موردنظر برابر ۵۸ و ۱۵ متر ابتدایی لایه به دلیل وجود رسوبات، خاک ضعیف بوده و براساس مطالعات ژئوتکنیک، تنش مؤثر قائم در تراز نوک شمع در عمق ۲۰ متری برابر  $32 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$  تخمین زده شده است.

اگر شعاع مقطع دایروی شمع برابر  $50 \text{ cm}$ ،  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و  $\pi \approx 3$  فرض شوند، مقاومت (ظرفیت باربری) کل نوک شمع حدوداً چند KN برآورد می‌شود؟

- (۱) ۱۰۲۵  
(۲) ۱۲۵۵  
(۳) ۱۳۹۰  
(۴) ۱۶۷۰

۱۷۹- در یک پروژه ساحلی لایه خاک رس به ضخامت ۱۰ m و زاویه اصطکاک داخلی  $15^\circ$  درجه و وزن مخصوص اشباع  $17 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$  به صورت عادی تحکیم یافته، وجود دارد. اگر تنش مؤثر قائم در تراز منفی ۶ m برابر  $80 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$  تخمین زده شده باشد، مقدار تنش اصطکاکی جداره یک شمع در آن تراز، چند  $\frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$  برآورد می‌شود؟

( $\tan(15^\circ) \approx 0.27$ ,  $\cos(15^\circ) \approx 0.97$ ,  $\sin(15^\circ) \approx 0.26$ )

(۱) ۱۲  
(۲) ۱۴  
(۳) ۱۶  
(۴) ۱۸

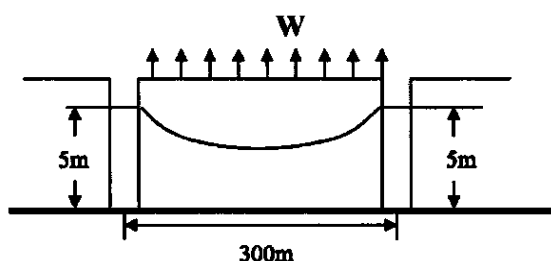
۱۸۰- در طراحی یک سپر فلزی در ساحلی با خاک رس نسبتاً متراکم با چسبندگی برابر  $60 \text{ kPa}$  و وزن مخصوص  $16 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$ ، مقدار فشار محرک در واحد عرض سپر و در عمق متوسط ۵ m چند  $\frac{\text{KN}}{\text{m}}$  برآورد می‌شود؟ (میزان سربار خاک برابر  $20 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$  اندازه‌گیری شده است.)

- (۱) صفر  
(۲) ۱۰  
(۳) ۲۰  
(۴) ۴۰

آب‌های زیرزمینی پیشرفته - هیدرولوژی مهندسی پیشرفته:

۱۸۱- رابطه عمومی خاکم بر جریان آب زیرزمینی در آبخوان‌های نامحصور یعنی  $\nabla^2 h^2 = \frac{2S_y}{K} \frac{\partial h}{\partial t} \pm \frac{2W}{K}$  را در نظر

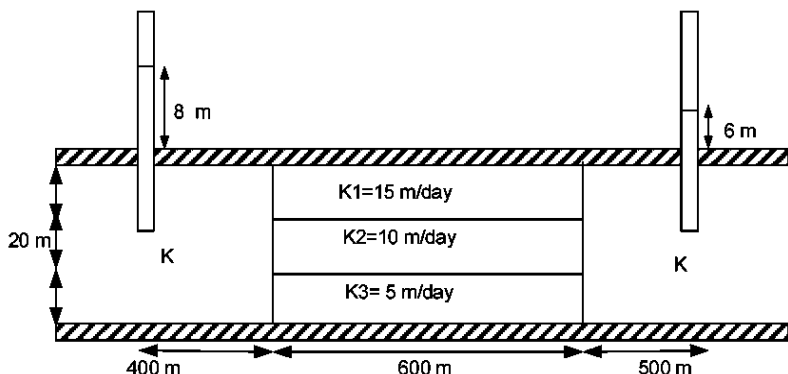
بگیرید. در شکل زیر شدت تبخیر و تعرق برابر با  $0.12 \times 10^{-6}$  متر بر ثانیه است. مقدار هد هیدرولیکی در وسط آبخوان در حالت دائمی و با فرض جریان یک بعدی چقدر است؟ (مقدار هدایت هیدرولیکی آبخوان برابر با



$0.24 \times 10^{-3}$  متر بر ثانیه برآورده شده است.)

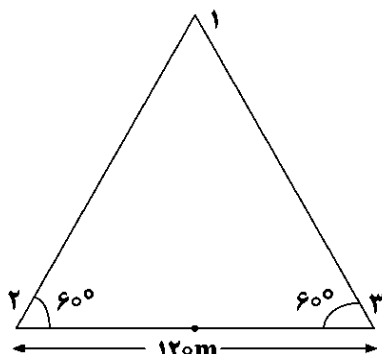
- (۱) ۱/۷  
(۲) ۲/۷  
(۳) ۳/۷  
(۴) ۴/۷

۱۸۲- سطح آب در دو چاه مشاهداتی مطابق شکل زیر آورده شده است. اگر دبی واحد عرض  $0.5$  مترمکعب بر ساعت بر متر باشد، مقدار  $K$  (برحسب متر بر روز) چقدر است؟



- (۱) ۲۵  
(۲) ۲۲.۵  
(۳) ۱۴  
(۴) ۱۲.۵

۱۸۳- سه چاه مشاهداتی در یک لایه آبدار تحت فشار برای تعیین جهت حرکت آب‌های زیرزمینی حفر شده است. ارتفاع پیزومتریک در سه چاه ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۵۲، ۴۹ و ۵۵ متر است. جهت حرکت جریان به سمت کدام چاه و مقدار ضریب هدایت هیدرولیکی آبخوان چقدر است؟



- (۱) ۱ و  $0.15$   
(۲) ۲ و  $0.05$   
(۳) ۲ و  $0.15$   
(۴) ۳ و  $0.05$

۱۸۴- کدام مورد درخصوص آزمایش پمپاژ در لایه آبدار تحت فشار در حالت نادائمی نادرست است؟

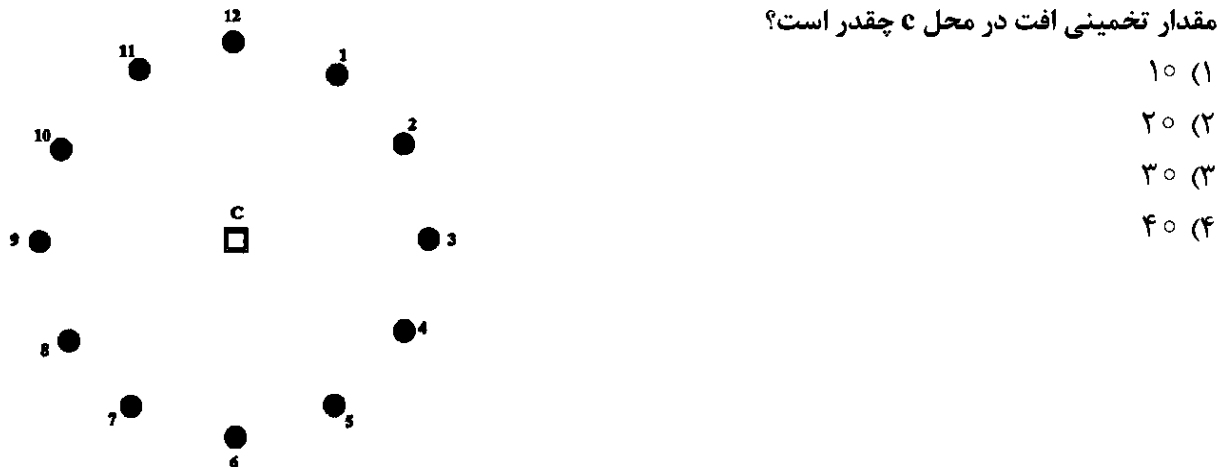
- (۱) در روش چاه، برای حل معادلات تاپس تابع  $F(u)$  تعریف و استفاده می‌شود.  
(۲) روش حل کوپر - ژاکوب برای مقادیر  $u < 0.1$  معتبر و حالت خاص از معادله تاپس است.  
(۳) در روش تاپس، تغییرات بین مقادیر افت و  $\frac{r^2}{t}$  در چاه مشاهداتی به فاصله  $r$  از چاه پمپاژ، مشابه تغییرات تابع چاه نسبت به  $u$  رسم می‌شود.

- (۴) در روش تاپس، نمودار تغییرات بین مقادیر افت و  $\frac{r^2}{t}$  در چاه مشاهداتی به فاصله  $r$  از چاه پمپاژ، روی کاغذ لگاریتمی و در روش چاه نمودار تغییرات افت با زمان بر روی کاغذ نیمه لگاریتمی ترسیم می‌شود.

۱۸۵- درخصوص ناحیه مویینه در محیط متخلخل خاک، فشار آب منفذی ..... نسبت به فشار جو و میزان اشباع آب ..... ۱۰۰٪ است.

- (۱) صفر - کمتر از  
(۲) صفر - برابر با  
(۳) مثبت - کمتر از  
(۴) منفی - برابر با

۱۸۶- یک شبکه ۱۲ حلقه‌ای چاه‌های مشابه پمپاژ، برای کاهش فشار یک آبخوان محبوس در محل C، طی ۲۰ روز قرار است، استفاده شوند. محل قرارگیری این چاه‌ها به صورت دایروی با شعاع ۵۰ متر و به شکل زیر است. ضریب قابلیت انتقال آبخوان، ۱۰۰۰ مترمربع بر روز و ضریب ذخیره ۰/۰۰۱ است. چاه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ هم‌زمان روشن باشند، طی این ۲۰ روز، افت ۷ متری را در محل C ایجاد می‌کنند. اگر همه ۱۲ چاه روشن شوند، پیش‌بینی از مقدار تخمینی افت در محل C چقدر است؟



۱۰ (۱)

۲۰ (۲)

۳۰ (۳)

۴۰ (۴)

۱۸۷- چاه پمپاژی در لایه آبدار آزادی به ضخامت ۱۰۰ m به طور کامل حفاری شده است. اگر آبخوان همگن بوده و شرایط پمپاژ به وضعیت ماندگار رسیده باشد، با فرض ثابت بودن شعاع تأثیر، نسبت دبی پمپاژ چاه در وضعیت افت ۲۰ متری در چاه به افت ۴۰ متری در چاه به چه میزان است؟

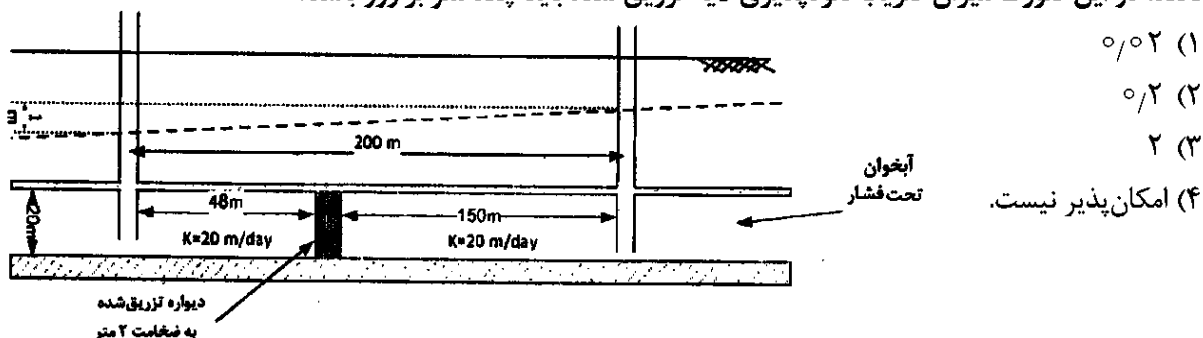
۱/۳۳ (۲)

۱/۷۸ (۱)

۰/۵۶ (۴)

۰/۷۵ (۳)

۱۸۸- فرض کنید در یک آبخوان تحت فشار دو چاه مشاهداتی به فاصله ۲۰۰ متر حفر شده‌اند. اختلاف تراز چاه بالادست و پایین‌دست در حدود ۱ متر است. می‌خواهیم با تزریق یک لایه با نفوذپذیری پایین به ضخامت ۲ متر بین دو چاه، میزان جریان بین دو چاه را به ۰/۱ مقدار فعلی کاهش دهیم. اگر فرض کنیم اختلاف هد چاه‌ها بعد از تزریق لایه مذکور، تغییر نکند، در این صورت میزان ضریب نفوذپذیری لایه تزریق شده باید چند متر بر روز باشد؟



۰/۰۲ (۱)

۰/۲ (۲)

۲ (۳)

۴) امکان‌پذیر نیست.

۱۸۹- آبخوان آزادی به مساحت  $100 \text{ km}^2$  دارای تخلخل برابر با ۳۵٪، ضریب هدایت هیدرولیکی برابر با  $35 \frac{\text{m}}{\text{day}}$  و ضریب آبدهی مخصوص ۰/۱۵ است. اگر در اثر خشکسالی سطح آب به میزان ۰/۲ m افت کند، حجم آب برداشتی از آبخوان مازاد بر میزان ورودی آن بر حسب میلیون مترمکعب چقدر است؟

۳ (۱)

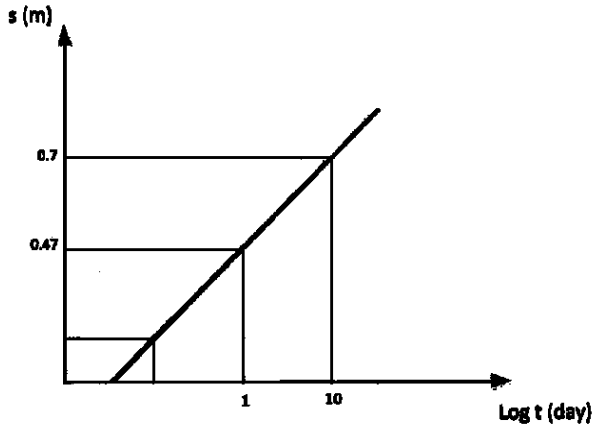
۴ (۲)

۷ (۳)

۱۸ (۴)

۱۹۰- براساس نتایج آزمایش پمپاژ در شرایط ناماندگار در یک آبخوان تحت فشار، منحنی تغییرات افت با لگاریتم زمان در چاه مشاهده‌ای به فاصله ۲۰۰ متر از چاه پمپاژ به صورت زیر حاصل شده است. اگر دبی پمپاژ ۱۰۰۰

مترمکعب در روز باشد، ضریب انتقال این آبخوان چند مترمربع در روز است؟  $s = \frac{2.3Q}{4\pi T} \log \frac{2.25Tt}{r^2 S}$  عدد  $\pi$  را ۳ فرض کنید.)



را ۳ فرض کنید.)

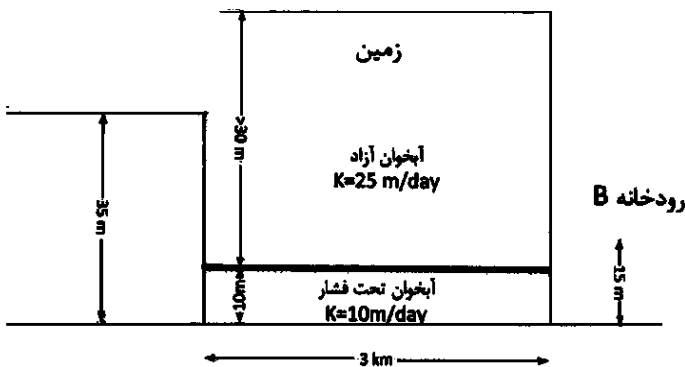
(۱) ۷۹/۶

(۲) ۷۱۶/۵

(۳) ۸۳۳

(۴) ۷۱۶۵

۱۹۱- زمین واقع بین دو رودخانه A و B دارای دو آبخوان آزاد و تحت فشار است که با لایه نازک غیرقابل نفوذی از هم جدا شده‌اند. دبی جریان در واحد عرض بین این دو رودخانه، چند مترمکعب در روز در متر است؟



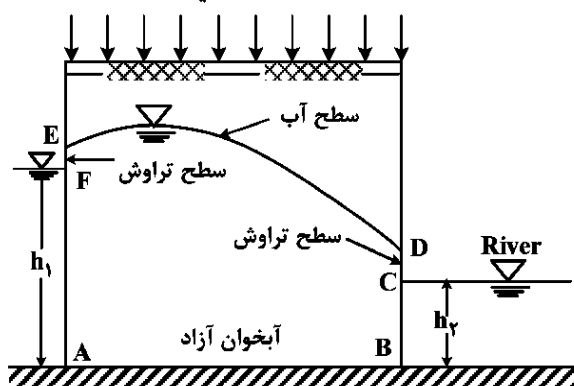
(۱) ۰/۶۷

(۲) ۲/۵

(۳) ۲/۱۳

(۴) ۳/۱۷

۱۹۲- کدام قطعه مرزها در شکل زیر، از نوع شرایط مرزی نوع اول (Dirichlet) هستند؟



(۱) DC و AF

(۲) BC و AE

(۳) BC و AF

(۴) ED و AB

۱۹۳- کدام گزینه، مشخصات آب‌های زیرزمینی را نسبت به آب‌های سطحی نشان می‌دهد؟

(۱) کدورت در آب‌های زیرزمینی کمتر از آب‌های سطحی است.

(۲) آب زیرزمینی دارای ذخیره کلی ثابت و کمتر از آب‌های سطحی است.

(۳) مواد میکروبی و بیولوژیکی آب‌های زیرزمینی عموماً نسبت به آب‌های سطحی بیشتر است.

(۴) دما و ترکیب شیمیایی آب‌های زیرزمینی نسبت به آب‌های سطحی تقریباً ثابت است.

۱۹۴- رابطه  $\nabla^2 h = \frac{S}{T} \frac{\partial h}{\partial t}$  برای توصیف چه نوع جریان آب زیرزمینی به کار برده می‌شود؟

- (۱) جریان ناماندگار در آبخوان تحت فشار هم‌روند و همگن با تغییرات سطح ایستابی کم
- (۲) جریان سه بعدی در آبخوان آزاد، با بافت خاک تراکم‌ناپذیر و تغییرات سطح ایستابی کم
- (۳) جریان ناماندگار در آبخوان تحت فشار، همگن و هم‌روند و با بافت خاک تراکم‌ناپذیر
- (۴) جریان افقی ناماندگار در آبخوان آزاد با ضخامت کم، همگن و هم‌روند

۱۹۵- چاه کاملی به قطر ۶۰ سانتی‌متر در یک آبخوان تحت فشار با هدایت هیدرولیکی ۲۰ متر در روز و با ضخامت ۲۵ متر در فاصله ۱۵۰ متری از یک رودخانه حفر می‌شود. دبی چاه ۹۰۰ مترمکعب در روز است. میزان افت در این چاه چند سانتیمتر است؟ (عدد  $\pi$  را ۳ فرض کنید. فاصله همه نقاط تا نقطه‌ای که افت آن قابل صرف‌نظر کردن است، برابر است.)

- (۱)  $18 \ln(10)$
- (۲)  $3 \ln(1000)$
- (۳)  $40 \ln(500)$
- (۴)  $50 \ln(200)$

۱۹۶- سیلی با دبی ورودی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ مترمکعب بر ثانیه در ۶ ساعت اول وارد مخزن سدی می‌شود. در روش روندیابی مخزن - تراز، مقادیر «الف» و «ب»، به ترتیب چقدر است؟

زمان (ساعت)	دبی ورودی ( $\frac{m^3}{s}$ )	$\frac{2S_j}{\Delta t} - Q_j$	$\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} + Q_{j+1}$	دبی خروجی
۰	۱۰		۳۴۴	۱۲
۳	۲۰	«الف»		۱۵
۶	۳۰		«ب»	۲۳

- (۱) ۲۷۰ و ۳۲۰
- (۲) ۳۰۰ و ۳۵۰
- (۳) ۳۲۰ و ۳۷۰
- (۴) ۳۶۰ و ۲۷۰

۱۹۷- شدت بارندگی مؤثر در ۲ ساعت اول و دوم به ترتیب ۶ و ۳ سانتی‌متر بر ساعت بوده است. هیدروگراف رواناب مستقیم ناشی از این بارندگی ترکیبی، در جدول زیر آمده است. براساس روش پیچشی، به ترتیب هیدروگراف واحد ۲ ساعته حوضه 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) ۳ و ۲۰
- (۲) ۴ و ۱۰
- (۳) ۶ و ۲۵
- (۴) ۸ و ۱۵

۱۹۸- یک دستگاه اندازه‌گیری از دو دماسنج جیوه‌ای معمولی تشکیل شده است. یکی از آنها در شرایط معمولی هوا و دیگری، در شرایطی که فتیله‌ای مرطوب به دور مخزن آن پیچیده است، دمای هوا را اندازه‌گیری می‌کنند. اختلاف بین این دو دماسنج چه تغییری را نشان می‌دهد؟

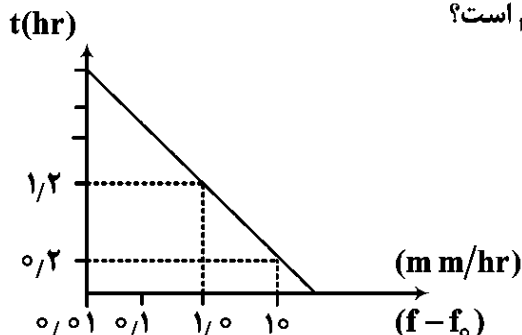
- (۱) دمای حداکثر هوا
- (۲) دمای حداقل هوا
- (۳) رطوبت نسبی هوا
- (۴) درجه - روز

۱۹۹- براساس تقسیم‌بندی وزارت نیرو، «تعداد حوضه‌های آبریز اصلی کشور» و «تعداد زیر حوضه‌های درجه ۲ آن» کدام است؟

- (۱) ۵ و ۲۵
- (۲) ۶ و ۳۵
- (۳) ۶ و ۳۰
- (۴) ۷ و ۴۲

۲۰۰- نتایج یک آزمایش نفوذپذیری خاک به صورت نمودار زیر گزارش شده است. اگر شدت نفوذ نهایی ۱۰ میلی‌متر در

ساعت باشد، به ترتیب، «ثابت هورتون» و «شدت نفوذ اولیه» کدام است؟



(۱)  $10^{1/2} + 10$  و  $1/2 \ln(10)$

(۲)  $10^{1/4} + 10$  و  $0.9 \ln(10)$

(۳)  $10^{1/4} + 10$  و  $1/4 \ln(10)$

(۴)  $10^{1/2} + 10$  و  $\ln(10)$

۲۰۱- با داشتن هیدروگراف واحد دو ساعته حوضه در بازه‌های زمانی دو ساعته  $(U_1 \dots U_N)$ ، کدام رابطه برای به دست

آوردن مؤلفه رواناب ناشی از سه بارش دو ساعته ترکیبی، در زمان  $t=6$  ساعت درست است؟

(۲)  $Q_6 = P_1 U_6 + P_2 U_4 + P_3 U_2$

(۱)  $Q_3 = P_1 U_3 + P_2 U_2 + P_3 U_1$

(۴)  $Q_6 = P_1 U_6 + P_2 U_5 + P_3 U_4 + P_4 U_3$

(۳)  $Q_3 = P_1 U_2 + P_2 U_1$

۲۰۲- در منطقه‌ای در خردادماه با میانگین دمای  $30^\circ$  درجه سانتی‌گراد و ساعات روشنایی  $10$  ساعت در روز، دو نوع محصول

ذرت ( $K=0.6$ ) و برنج ( $K=1$ ) به ترتیب با  $20$  و  $80$  درصد مساحت منطقه کشت شده‌اند. تبخیر و تعرق پتانسیل

این گیاهان در این ماه به روش بلاتی - کرایدل چند سانتی‌متر است؟  $PET = K \sum P_h \cdot \frac{1/8 Ta + 32}{40}$ ، براساس آمار

بلندمدت  $30$  ساله، مقدار نرمال ساعات روشنایی روزانه این منطقه  $9.3$  ساعت است.

(۲) ۱۸

(۱) ۱۲

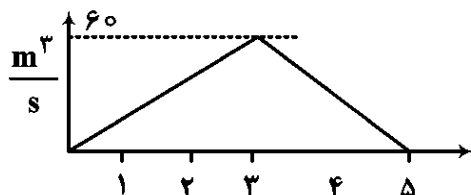
(۴) ۷۸

(۳) ۳۵

۲۰۳- هیدروگراف واحد یک ساعته حوضه‌ای مطابق شکل زیر است. به ازای بارش در بازه‌های زمانی یک ساعته، برابر با

۱، ۲ و  $1/6$  سانتی‌متر بر ساعت و نفوذ برابر با  $50$  درصد بارش در این حوضه، دبی حداکثر هیدروگراف این بارش

در خروجی حوضه چند مترمکعب بر ثانیه است؟



(۱) ۲۴

(۲) ۸۹

(۳) ۱۰۷

(۴) ۱۱۵

۲۰۴- بر روی داده‌های دبی میانگین در طول  $60$  سال رودخانه مدل‌های خود همبسته  $AR(1)$ ،  $AR(2)$  و  $AR(3)$  توسعه

داده شده است که لگاریتم طبیعی واریانس باقی‌مانده سری زمانی  $(Ln \hat{\sigma}_e^2)$  آن به ترتیب برابر با  $-3/5$ ،  $-4$  و  $-4/6$

می‌باشد. کدام مدل بهتر است؟

(۱)  $AR(1)$

(۲)  $AR(2)$

(۳)  $AR(3)$

(۴) مدل‌های  $AR(1)$  و  $AR(3)$  عملکرد یکسانی دارند و بهترین مدل‌ها هستند.

۲۰۵- اگر هیدروگراف واحد ۲ ساعته حوضه‌ای به صورت زیر باشد، دبی تعادلی در هیدروگراف منحنی S چقدر است؟

۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰	زمان (ساعت)
۰	۱	۸	۱۵	۲۰	۳۰	۰	دبی (مترمکعب بر ثانیه)

(۱) ۲۰

(۲) ۲۸

(۳) ۳۲

(۴) ۴۵

۲۰۶- روی حوضه‌ای به مساحت ۶۰۰ کیلومتر مربع، بارانی به مدت ۱۸۰ دقیقه رخ داده است. که شدت آن در بازه‌های نیم‌ساعته به ترتیب ۱، ۲، ۷/۴، ۴/۲، ۶/۴ و ۳ می‌باشد. حجم رواناب حاصل از آن ۳۰ میلیون مترمکعب است. نمایه  $\Phi$  برای این حوضه چقدر است؟

(۲) ۲/۸۶

(۱) ۲/۷۵

(۴) ۲/۴۰

(۳) ۲/۳۲

۲۰۷- در یک حوضه دارای آمار، اگر داده‌های حداکثر دبی لحظه‌ای رودخانه موجود باشد، اما داده‌های هیدروگراف سیل همراه با بارندگی موجود نباشد، کدام روش محاسبه سیل طرح باید مورد استفاده قرار گیرد؟

(۲) معادلات تجربی و منحنی‌های پوشش

(۱) روش هیدروگراف واحد

(۴) روش تحلیل فراوانی وقوع سیل

(۳) روش هیدروگراف SCS و روش استدلالی

۲۰۸- هنگام روندیابی یک سیل در یک قطعه رودخانه با روش ماسکینگام، اگر پارامتر وزنی (X) صفر باشد، این حالت از نظر فیزیکی به چه وضعیتی اشاره می‌کند؟

(۱) پارامتر X نمی‌تواند صفر باشد، زیرا همیشه نوعی ذخیره موقت وجود دارد.

(۲) ذخیره موقت رودخانه صرفاً به دبی ورودی بستگی دارد و تأثیر دبی خروجی بر ذخیره حذف می‌شود.

(۳) رودخانه دارای ذخیره موقت منشوری است و تأثیر دبی ورودی بر ذخیره حذف می‌شود.

(۴) ذخیره رودخانه کاملاً به دبی خروجی وابسته است و هیچ تأخیری در دبی پیک رخ نمی‌دهد.

۲۰۹- مقادیر بارندگی نرمال سالیانه در ۳ ایستگاه باران‌سنجی به ترتیب ۶۰۰، ۶۵۰ و ۶۶۰ سانتی‌متر است. در طی یک سال که آمار ایستگاه سوم موجود نیست، مقادیر بارندگی سالیانه در ایستگاه اول و دوم به ترتیب ۱۰۰ و ۱۳۰ سانتی‌متر است. داده غیرموجود در ایستگاه سوم چقدر است؟

(۲) ۱۲۱

(۱) ۱۱۲

(۴) ۱۲۸

(۳) ۱۲۴

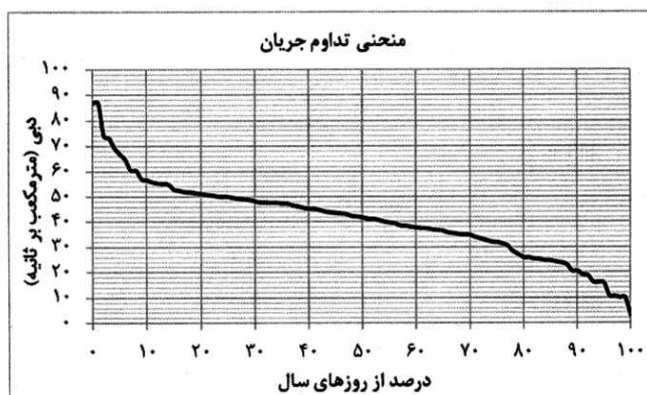
۲۱۰- نمودار زیر مربوط به منحنی تداوم جریان یک ساله یک رودخانه است. براساس آن، بیشترین تعداد روزهای سال مربوط به کدام بازه از جریان (برحسب مترمکعب بر ثانیه) است؟

(۱) کمتر از ۲۵

(۲) ۲۵ تا ۵۰

(۳) ۵۰ تا ۷۵

(۴) بیش از ۷۵



برنامه‌ریزی حمل‌ونقل:

۲۱۱- مدل تقاضای سفر با مترو مطابق رابطه  $V_m = \alpha t_m^{-\theta/2} t_c^{\theta/2} P_m^{-\theta/4} P_c^{\theta/4 + \theta I}$  است که در آن  $V_m$  تعداد سفر با مترو،  $t_m$  زمان سفر با مترو،  $P_m$  هزینه سفر با مترو،  $t_c$  زمان سفر با وسیله شخصی،  $P_c$  هزینه سفر با وسیله شخصی،  $I$  میانگین درآمد و مابقی پارامترهای مدل هستند. با افزایش ۱۰ درصدی زمان سفر با مترو و وسیله شخصی و کاهش ۵ درصدی هزینه سفر با مترو، تقاضای سفر با مترو حدوداً چقدر تغییر می‌کند؟

- (۱) ۱ درصد افزایش می‌یابد. (۲) ۱ درصد کاهش می‌یابد.  
 (۳) ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. (۴) ۱۰ درصد کاهش می‌یابد.

۲۱۲- کدام مورد، نشان‌دهنده ارتباط مقادیر مشاهده شده  $(y_i)$ ، مقادیر برآورد شده توسط مدل  $(\hat{y}_i)$  و مقدار میانگین داده‌ها  $(\bar{y})$  در هر مجموعه داده است؟

$$\begin{aligned} \sum (y_i - \bar{y})^2 &= \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \times \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 & (۲) \quad \sum (y_i - \bar{y})^2 &= \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 - \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 & (۱) \\ \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 &= \sum (y_i - \bar{y}_i)^2 \times \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 & (۴) \quad \sum (y_i - \bar{y})^2 &= \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 + \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 & (۳) \end{aligned}$$

۲۱۳- فرض کنید فرایند انتخاب شیوه سفر در جامعه، توسط یک مدل با پارامترهای  $\theta$  ارائه شود. داریم:

$i$ : انتخاب مشاهده شده شیوه سفر مسافر نمونه (مثلاً انتخاب اتوبوس توسط مسافر) و  $X$ : بردار خصوصیات مسافر (سن، جنس، درآمد، مالکیت وسیله و ...) و خصوصیات شیوه‌های موجود سفر در مجموعه انتخاب مسافر (زمان پیاده‌روی، زمان انتظار، زمان سفر، هزینه سفر و ...). اگر توزیع توأم  $i$  ام و  $X$  در نمونه توسط رابطه  $f(i, X|\theta) = f(i) P(X|i, \theta)$  تعریف شود، نوع نمونه‌گیری برای تخمین مدل چه بوده است؟ (سایر تعاریف به شرح زیر است:

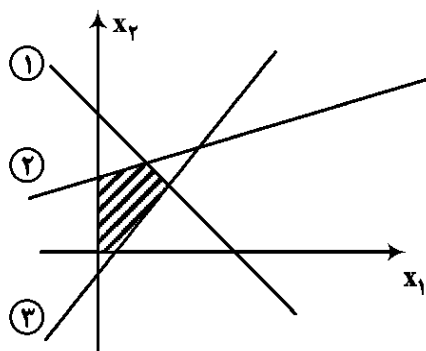
۱-  $P(i, X|\theta)$  توزیع توأم  $i$  و  $X$  در جامعه

۲-  $P(X|i, \theta)$  احتمال یافتن مسافری با ویژگی‌های  $X$ ، به شرط شیوه سفر  $i$  در جامعه

۳-  $f(i)$  احتمال یافتن مسافری که شیوه سفر  $i$  را انتخاب می‌کند. (در نمونه))

۴- خوشه‌ای (۱) ساده تصادفی (۲) طبقه‌بندی شده (۳) سادگی تصادفی (۴) مبتنی بر انتخاب

۲۱۴- تعداد کل نقاط گوشه مدل برنامه‌ریزی خطی شکل زیر چقدر است؟



- (۱) ۴  
 (۲) ۶  
 (۳) ۸  
 (۴) ۱۰

۲۱۵- در خصوص اصول تخصیص تعادل کاربرد (UE) و بهینه‌سازی سیستم (SO) کدام گزینه درست است؟

- (۱) رسیدن به الگوی جریان SO مستلزم فداکاری تعدادی از کاربران است تا زمان سفر شخصی خود را از حالت بهینه به نفع زمان سفر کل شبکه افزایش دهند.  
 (۲) تخصیص تعادل کاربرد دیر همگرا می‌شود و تعداد اجرای بالایی نیاز دارد چون به تعادل رساندن شبکه از دیدگاه تک‌تک کاربران، زمان‌بر است.  
 (۳) اصل تعادل کاربرد، پایه و مبنای رفتاری دارد و به دنبال بیشینه‌کردن مطلوبیت سفر در مسیرها از طریق کمینه‌کردن زمان سفر کاربران است.  
 (۴) در شبکه‌های شلوغ، تعادل کاربرد و بهینه‌سازی سیستم جواب یکسانی دارند.

۲۱۶- کدام گزینه در خصوص آمارگیری مبدأ - مقصد خانوار و خط‌برش درست است؟

- (۱) در آمارگیری مبدأ - مقصد خانوار، سفرهایی که از خط برش عبور نمی‌کنند، تصحیح نمی‌شود.
- (۲) در آمارگیری‌های خط برش و مبدأ - مقصد سفر خانوار، فرض بر صحت نتایج ماتریس سفرها است.
- (۳) قبل از آمارگیری مبدأ - مقصد خانوار، لازم است آمارگیری خط برش انجام شود.
- (۴) خط برش می‌تواند خط بسته باشد.

۲۱۷- برای بررسی معناداری متغیرها در مدل‌های رگرسیون جذب سفر، از کدام آزمون استفاده می‌شود؟

- (۱) F
- (۲) t
- (۳) من - ویتنی
- (۴) دوربین - واتسون

۲۱۸- کدام گزینه بیانگر خصوصیت تخصیص پویای ترافیک است؟

- (۱) تقاضا در شبکه به‌صورت منعطف و تابعی از عرضه فرض می‌شود.
- (۲) وضعیت ازدحام در کمان‌ها، تابعی از زمان فرض می‌شود.
- (۳) الزاماً از مدل‌های دنباله‌روی و تغییر خط در آنها استفاده می‌شود.
- (۴) حالت بعدی شبکه ترافیک، تنها تابعی از حالت قبلی آن فرض می‌شود.

۲۱۹- کدام مدل از انواع مدل‌های پیش‌بینی تولید سفر در یک منطقه است؟

- (۱) فراتر
- (۲) جاذبه
- (۳) محدودیت ظرفیت
- (۴) رشد

۲۲۰- از کدام مدل برای پیش‌بینی توزیع سفرها در یک منطقه استفاده می‌شود؟

- (۱) رگرسیون
- (۲) دسته‌بندی ضربدری
- (۳) دترویت
- (۴) توصیفی

۲۲۱- کدام گزینه، فرض اساسی در روش دسته‌بندی ضربدری (Cross Classification) می‌باشد؟

- (۱) ثابت بودن ویژگی‌های اقتصادی - اجتماعی خانوار
- (۲) ثابت بودن میزان سفرها
- (۳) ثابت بودن نرخ ایجاد سفر
- (۴) ثابت بودن توزیع سفر بین مبادی - مقاصد

۲۲۲- کدام فرمول، در خصوص ضریب تصحیح ستونی ماتریس سفرها در روش جاذبه درست است؟

- (۱) 
$$\frac{A_j \text{ مشاهدات}}{A_j \text{ محاسبات}}$$
- (۲) 
$$\frac{A_j \text{ محاسبات}}{A_j \text{ مشاهدات}}$$
- (۳) 
$$\frac{O_i \text{ مشاهدات}}{O_i \text{ محاسبات}}$$
- (۴) 
$$\frac{O_i \text{ محاسبات}}{O_i \text{ مشاهدات}}$$

۲۲۳- توابع مطلوبیت سفر با خودروی شخصی و حمل‌ونقل عمومی به‌شرح زیر است که در آن  $U_i$ : تابع مطلوبیت سفر با

روش  $i$ ،  $X$ : زمان سفر در وسیله نقلیه،  $Y$ : زمان سفر خارج از وسیله نقلیه و  $C$ : نسبت هزینه سفر وسیله نقلیه بر

درآمد ساعتی می‌باشد. ویژگی‌های سفر بین دو ناحیه به‌صورت جدول زیر است:

$$U_p = -0.4 - 0.3X - 0.1Y - 0.4C \quad \text{خودرو شخصی}$$

$$U_t = -0.3X - 0.1Y - 0.4C \quad \text{حمل‌ونقل عمومی}$$

سفر با حمل‌ونقل عمومی	سفر با خودرو شخصی	
۳۰	۲۵	زمان سفر در وسیله نقلیه (دقیقه)
۱۰	۵	زمان سفر خارج از وسیله نقلیه (دقیقه)
۶۵	۳۰۰	هزینه سفر (تومان)

احتمال این‌که فردی با درآمد ساعتی ۱۰۰۰۰ تومان با حمل‌ونقل عمومی سفر کند، چند درصد است؟

- (۱) ۲۷
- (۲) ۳۶
- (۳) ۶۴
- (۴) ۷۳

۲۲۴- تعداد سفرهای خرید که با وسیله نقلیه انجام می‌شود در یک منطقه به‌ازای هر خانوار در طی ساعت اوج به شکل رابطه زیر است. اگر خانواده دارای ۴ عضو و ۶۰۰۰۰ تومان درآمد روزانه باشد و در منطقه ۱۳۵۰ مغازه کوچک وجود داشته باشد، تعداد سفرهای خرید این خانواده در این منطقه در طی ساعت اوج چقدر است؟

$$Y = 0,36 + 0,27X_1 + 0,33X_2 - 0,45X_3$$

Y: تعداد سفرهای خرید به‌ازای هر خانوار در طی ساعت اوج،  $X_1$ : اندازه خانواده،  $X_2$ : درآمد روزانه خانواده (در واحد ۱۰۰ تومان) و  $X_3$ : تعداد مغازه‌های کوچک در منطقه (در واحد ۱۰۰ مغازه).

$$137 \quad (2)$$

$$1374 \quad (1)$$

$$15 \quad (4)$$

$$150 \quad (3)$$

۲۲۵- ضرایب مدل‌های مطلوبیت استفاده از انواع وسایل نقلیه برای انجام سفرهای کاری و هزینه‌ها و زمان‌های سفر هر کدام به‌صورت جداول زیر است. احتمال استفاده از هر کدام از وسایل نقلیه برای انجام سفر کاری، به‌ترتیب چند درصد است؟

$$U_{P_1} = 3/3 - 0,3 \text{ cost} - 0,04 \text{ time} \quad \text{خودروی تک‌سرنشین}$$

$$U_{P_2} = 0,8 - 0,3 \text{ cost} - 0,04 \text{ time} \quad \text{خودروی با بیش از یک سرنشین}$$

$$U_t = -0,3 \text{ cost} - 0,01 \text{ time} \quad \text{اتوبوس}$$

اتوبوس (t)	خودروی با بیش از یک سرنشین ( $P_2$ )	خودروی تک‌سرنشین ( $P_1$ )	ضرایب مدل‌ها
0	0,8	3/3	میزان تمایل استفاده از وسیله نقلیه
-0,01	-0,04	-0,04	زمان سفر
-0,3	-0,3	-0,3	هزینه سفر

اتوبوس (t)	خودروی با بیش از یک سرنشین ( $P_2$ )	خودروی تک‌سرنشین ( $P_1$ )	مقدار ضرایب
30	25	25	زمان سفر (دقیقه)
2	6	9	هزینه سفر (تومان)

$$62 \text{ و } 7,31 \quad (1)$$

$$50 \text{ و } 9,41 \quad (2)$$

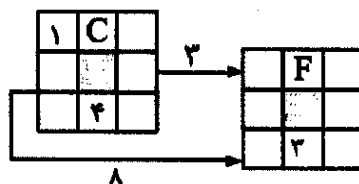
$$47 \text{ و } 8,45 \quad (3)$$

$$36 \text{ و } 11,53 \quad (4)$$

برنامه‌ریزی و کنترل پروژه - روش‌های ساخت:

۲۲۶- شکل زیر، بخشی از شبکه زمان‌بندی است که قرار است با روش تقویمی، تحلیل زمان شود. زمان‌های «EST» معرف زمان شروع زود فعالیت B و «LFT» معرف زمان اتمام دیر فعالیت A هستند. به‌ترتیب زمان EST و LFT چقدر هستند؟

EST	ID	EFT
TFE		TFI
LST	D	LFT



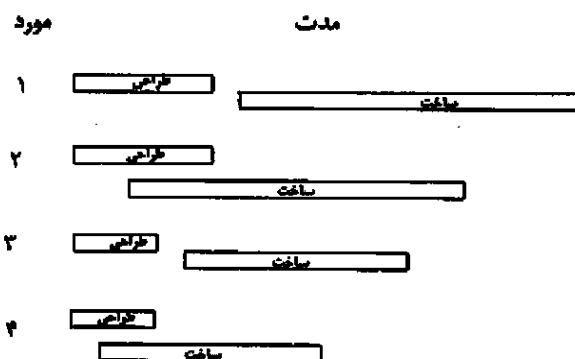
$$4 \text{ و } 9 \quad (1)$$

$$6 \text{ و } 9 \quad (2)$$

$$4 \text{ و } 8 \quad (3)$$

$$5 \text{ و } 8 \quad (4)$$

۲۲۷- در پروژه‌ها می‌توان دو مرحله مانند ساخت و طراحی را یا فشرده (Compression) و یا با روش انجام سریع (Fast track) انجام داد. در شکل نشان داده شده به ترتیب، موارد ۱، ۲، ۳ و ۴ کدام حالت را نشان می‌دهند؟



- ۱) عملیات عادی - فشرده‌سازی زمان‌بندی - انجام سریع - فشرده‌سازی زمان‌بندی
- ۲) عملیات عادی - انجام سریع - فشرده‌سازی زمان‌بندی - انجام سریع و فشرده‌سازی زمان‌بندی
- ۳) عملیات عادی - فشرده‌سازی زمان‌بندی - انجام سریع و فشرده‌سازی زمان‌بندی - انجام سریع
- ۴) عملیات عادی - انجام سریع و فشرده‌سازی زمان‌بندی - انجام سریع - فشرده‌سازی زمان‌بندی

۲۲۸- یک پیمانکار قصد دارد مبلغ صورت وضعیت دوم را که ماه سوم دریافت می‌کند با مشخصات به شرح زیر محاسبه کند. مبلغ صورت وضعیت دوم، چند میلیارد تومان است؟

- سود: ۲۰ درصد

- تضمین: ۱۰ درصد

- هزینه ماه اول: ۴ میلیارد تومان

- هزینه ماه دوم: ۵ میلیارد تومان

- مبلغ پیش‌پرداخت در صورت وضعیت اول: ۴ میلیارد تومان

- بازپرداخت مبلغ پیش‌پرداخت از هر صورت وضعیت (بازپرداخت از صورت وضعیت دوم کسر می‌شود): ۰/۵ میلیارد تومان

$$(۱) \quad ۷/۸۲$$

$$(۲) \quad ۱۲/۲۲$$

$$(۳) \quad ۱۲/۷۲$$

$$(۴) \quad ۱۳/۲۲$$

۲۲۹- برای محاسبه مدت یک پروژه از روش بررسی برنامه و فناوری تجدیدنظر PERT استفاده شده است، احتمال وقوع ۴۸ هفته چند درصد است؟ (برای محاسبه از جدول احتمالات زیر استفاده شود.)

$$Z = \frac{T_s - T_e}{\sigma_e} = \frac{\text{مدت محاسبه شده} - \text{مدت پیشنهادی}}{\text{انحراف استاندارد}}$$

$$Z = \frac{۴۸ - ۵۰}{۴/۵} = -۰/۴۴$$

مقادیر Z برای احتمال‌های مختلف

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224

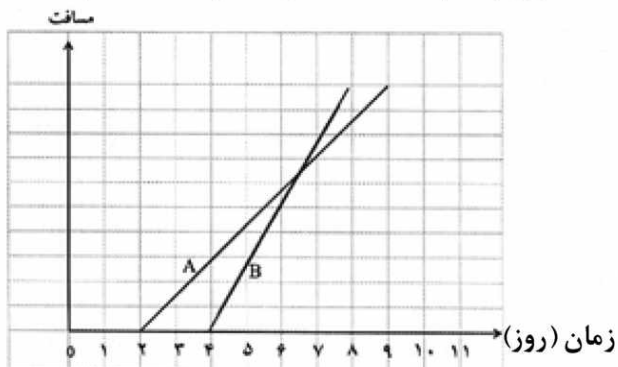
(۱) ۳۳

(۲) ۳۸

(۳) ۶۷

(۴) ۷۲

۲۳۰- شکل زیر، زمان بندی یک پروژه را نشان می دهد و دو فعالیت تداخل دارند. با در نظر گرفتن فرض ها به شرح زیر، زمان شروع فعالیت B با کمترین فاصله زمانی بین دو فعالیت، روز چندم باید باشد تا از تداخل اجتناب شود؟



- بهره‌وری فعالیت B تغییر نمی کند.

- اتمام هر دو فعالیت همزمان است.

۴ (۱)

۵ (۲)

۶ (۳)

۷ (۴)

۲۳۱- مؤلفه‌های کنترل بخشی از یک پروژه در جدول زیر نشان داده شده است. ارزش کسب شده تجمعی در ماه سوم چقدر است؟

فعالیت	اندازه گیری ها	مدت (ماه)		
		۱	۲	۳
A	PV	۱۰۰		
	AC	۱۴۰		
	% تکمیل	۱۰۰		
	EV			
B	PV	۶۰	۶۰	
	AC	۵۰	۸۰	
	% تکمیل	۴۰	۶۰	
	EV			
EV	کل			
	تجمعی			

- ارزش برنامه ریزی شده  $Planned Value = PV$

- هزینه واقعی  $Actual Cost = AC$

- ارزش کسب شده  $Earned Value = EV$

۷۲ (۱)

۱۷۲ (۲)

۲۲۰ (۳)

۲۷۰ (۴)

۲۳۲- در پروژه‌های عمرانی، احتمال دارد تأخیر (Delay) یا اختلال (Disruption) رخ دهد. به ترتیب، تأخیر و اختلال به چه مفهومی هستند؟

(۱) عقب افتادن زمان اتمام پروژه در مقایسه با مدت اتمام طبق زمان بندی پایه است. - همان تأخیر است.

(۲) عقب افتادن زمان اتمام پروژه در مقایسه با مدت اتمام طبق زمان بندی پایه است. - افت بهره‌وری و وقفه در بازدهی است اما نمی تواند سبب تأخیر شود.

(۳) ارتباطی به مدت برنامه ریزی شده و مدت واقعی ندارد فقط ممکن است برای چند ساعت مانند دیر رسیدن مصالح وقفه در کار ایجاد شود. - افت بهره‌وری در بازدهی است و می تواند موجب تأخیر شود.

(۴) عقب افتادن زمان اتمام پروژه در مقایسه با مدت اتمام طبق زمان بندی پایه است. - افت بهره‌وری و وقفه در بازدهی است و می تواند موجب تأخیر شود.

۲۳۳- در روش زنجیره بحرانی، با حذف زمان ایمنی، کدام رفتار انسانی حذف می شود؟

(۱) قانون پارکینسون و سیندروم دانشجویی

(۲) سیندروم دانشجویی

(۳) قانون پارکینسون

(۴) چندوظیفه‌ای

۲۳۴- مفهوم زنجیره بحرانی چیست؟

(۱) طولانی ترین زنجیره فعالیتها است که در آن زنجیره وابستگی منبع در نظر گرفته شده است و در نظر گرفتن وابستگی فنی الزامی نیست.

(۲) طولانی ترین زنجیره فعالیتها است که در آن ذخیره‌های زمانی در نظر گرفته شده است، بدون آنکه وابستگی فنی و منبع در نظر گرفته شود.

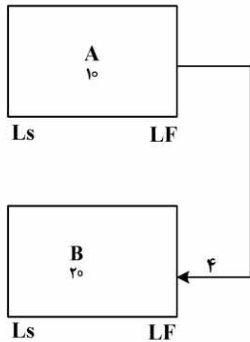
(۳) طولانی ترین زنجیره فعالیتها است که در آن زنجیره وابستگی فنی و منبع در نظر گرفته شده است.

(۴) وابستگی فنی و منبع در نظر گرفته می شود، اما لزوماً طولانی ترین مسیر نیست.

۲۳۵- با گذشت مراحل چرخه عمر پروژه از مرحله امکان‌سنجی، مرحله طراحی، مرحله ساخت تا مرحله بستن پروژه، به ترتیب، «هزینه تغییر در پروژه» و «عدم قطعیت یا خطرپذیری» چه تغییری می‌کنند؟

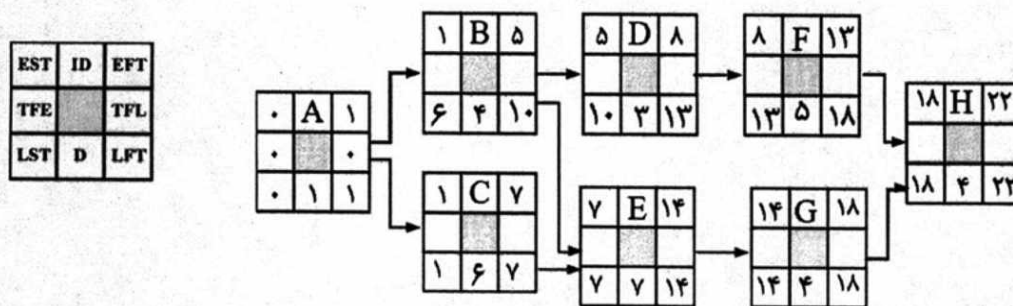
- (۱) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.  
 (۲) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.  
 (۳) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.  
 (۴) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.

۲۳۶- در زمان بندی یک پروژه با روش مسیر بحرانی از نوع فعالیت در گره، دو فعالیت A و B رابطه اتمام به اتمام دارند. مدت فعالیت A و B به ترتیب ۱۰ و ۲۰ روز است. تأخیر بین اتمام فعالیت B نسبت به فعالیت A، ۴ روز در نظر گرفته شده است. در محاسبه زمان‌های گره‌های با عبور به عقب، اگر اتمام دیر فعالیت B برابر با روز ۴۰ باشد، زمان اتمام دیر فعالیت A چه روزی است؟ (محاسبه زمان‌ها، براساس عددی است و تقویمی نیست).



- (۱) ۱۰  
 (۲) ۲۰  
 (۳) ۳۶  
 (۴) ۴۴

۲۳۷- قرار است یک پروژه طبق شبکه زمان بندی نشان داده شده به مدت ۲ ماه فشرده شود. از نظر اجرایی، امکان شکستن مدت فعالیت‌های H و G نیست. برای فشردن مدت پروژه کدام مورد درست است؟



(۱) فعالیت E یا فعالیت B به مدت ۲ ماه  
 (۲) فعالیت C یا فعالیت E به مدت ۲ ماه  
 (۳) فعالیت C و فعالیت F با هم به مدت ۲ ماه  
 (۴) فعالیت E و فعالیت F با هم به مدت ۲ ماه

۲۳۸- یک پیمانکار، برای نصب اسکلت فولادی و جهت جوشکاری، یک موتور برق جدید می‌خرد. مبلغ هزینه این موتور به کدام گروه هزینه تعلق دارد؟

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

۲۳۹- در یک پروژه زمان بندی کسب شده ES (Earned schedule) بیشتر از زمان واقعی AT (Actual cost) است. مفهوم آن چیست؟

- (۱) زمان صرف شده برای فعالیت‌ها بیشتر از زمان پیش‌بینی شده است.  
 (۲) زمان صرف شده برای فعالیت‌ها کمتر از زمان پیش‌بینی شده است.  
 (۳) زمان صرف شده برای فعالیت‌ها با زمان پیش‌بینی شده تطابق دارد.  
 (۴) پروژه از مدت پیش‌بینی عقب است.

۲۴۰- در تخمین هزینه مالی پروژه، قبل از آنکه نقشه‌ها آماده شوند از داده تاریخی با تحلیل آماری انجام می‌شود. این روش که هم از داده تاریخی و هم نمودار آماری استفاده می‌شود، چه نام دارد؟

- (۱) تخمین تشابه  
 (۲) تخمین از پایین به بالا  
 (۳) تخمین خبرگان  
 (۴) تخمین پارامتری

۲۴۱- در بتن حجیم و در عمل آوری با بخار برای قطعات پیش ساخته، نباید دمای بتن بیشتر از ۷۰ درجه سلسیوس باشد. دلیل این محدودیت دما جلوگیری از کدام موارد است؟

- ۱) کاهش مقاومت فشاری بتن در درازمدت و ترک خوردگی ناشی از خود جمع شدگی
- ۲) ترک خوردگی ناشی از تشکیل اترینگایت تأخیری و کاهش مقاومت فشاری بتن در درازمدت
- ۳) ترک خوردگی ناشی از تشکیل اترینگایت تأخیری و ترک خوردگی ناشی از جمع شدگی درازمدت
- ۴) افزایش تخلخل بیشتر بتن و کاهش مقاومت فشاری

۲۴۲- کدام نوع تکیه گاه (Bearing)، در پل ها هم اجازه حرکت افقی و هم چرخش را می دهد؟

- ۱) غلتک (Roller)
- ۲) میخ ته گرد (Pin)
- ۳) لولا یا پاشنه (Pivot)
- ۴) الاستومری (Elastomeric)

۲۴۳- در شکل زیر، قرار است دو صفحه فولادی با اتصال لب به لب با جوش شیاربی متصل شوند، برش صفحه ها صاف است. نام این نوع جوش چیست؟

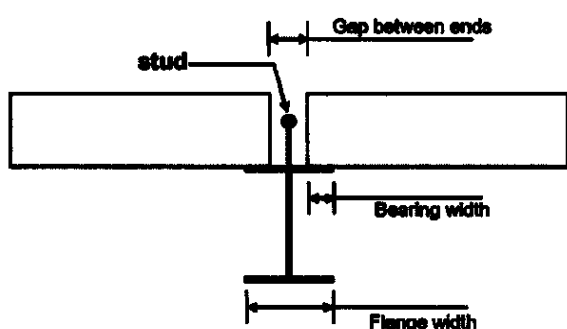


- ۱) شیاربی جناغی دوطرفه
- ۲) شیاربی نیم جناغی دوطرفه
- ۳) شیاربی جناغی یک طرفه
- ۴) شیاربی نیم لاله یک طرفه

۲۴۴- برای اجتناب از ترک خوردگی ناشی از خم شدگی و پیچش در رویه بتنی، اجرای کدام مورد درست است؟

- ۱) درز انقباض طولی و میله های مهار (Deformed Tie Bar)
- ۲) درز انقباض عرضی و میله های مهار (Deformed Tie Bar)
- ۳) درز انقباض طولی و میله های انتقال بار (Dowel bars)
- ۴) درز انقباض عرضی و میله های انتقال بار (Dowel bars)

۲۴۵- در شکل زیر، برای نصب دال های پیش ساخته بتن حفره ای در قالب های فولادی، از گل میخ (stud) استفاده می شود.



دلیل استفاده از گل میخ برای تأمین کدام مقاومت است؟

- ۱) کششی
- ۲) برشی
- ۳) خمشی
- ۴) لرزه ای

۲۴۶- پذیرش مقاومت بتن در سازه، طبق آیین نامه بتن ایران (آبا)، براساس کدام شروط تعیین می شود؟

- ۱) - میانگین نتایج هر سه نمونه متوالی، مقاومت فشاری بتن کمتر از ۸۵ درصد مقاومت مشخصه نباشد. - هیچ یک از نتایج مقاومت فشاری نمونه بتن، کمتر از ۷۵ درصد مقاومت مشخصه نباشد.
- ۲) - میانگین نتایج هر سه نمونه متوالی، مقاومت فشاری بتن کمتر از مقاومت مشخصه نباشد. - هیچ یک از نتایج مقاومت فشاری نمونه بتن، کمتر از مقاومت مشخصه نباشد.
- ۳) - میانگین نتایج هر سه نمونه متوالی، مقاومت فشاری بتن کمتر از ۹۰ درصد مقاومت مشخصه نباشد. - هیچ یک از نتایج مقاومت فشاری نمونه بتن، کمتر از مقاومت مشخصه نباشد.
- ۴) - میانگین نتایج هر سه نمونه متوالی، مقاومت فشاری بتن کمتر از مقاومت مشخصه نباشد. - هیچ یک از نتایج مقاومت فشاری نمونه بتن، کمتر از ۹۰ درصد مقاومت مشخصه نباشد.

۲۴۷- حداکثر زمان مجاز برای عملیات بتن‌ریزی شامل انتقال، بتن‌ریزی و تراکم، در دمای محیطی به ترتیب کمتر و بیشتر از ۲۵ درجه سلسیوس، لازم است چند ساعت پس از ساخت بتن محدود شود؟

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

۲۴۸- کدام روش عمل‌آوری برای ستون‌های ساختمان با بتن پرمقاومت، که قابلیت اجرایی داشته باشد مناسب است؟

- (۱) پارچه چتایی مداوم خیس  
(۲) غرقاب‌سازی  
(۳) بخاردهی  
(۴) آب‌پاشی

۲۴۹- در ساخت یا اجرای شمع‌ها، برای کدام نوع شمع، احتمال ریزش جدار حفاری در خاک غیرچسبنده وجود دارد؟

- (۱) کوبشی بتنی  
(۲) کوبشی فولادی  
(۳) در جاریز بدون غلاف فولادی  
(۴) در جاریز با غلاف فولادی

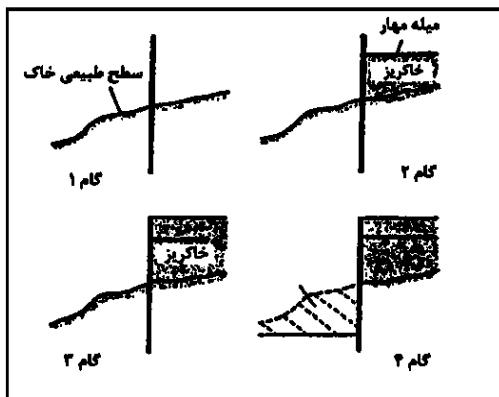
۲۵۰- بالازدگی و پشته‌کردن خاک کف گود، ناشی از کدام مورد است؟

- (۱) تورم خاک کف گود  
(۲) فشار رانشی افقی خاک  
(۳) وجود ارتعاش در کناره گود  
(۴) وزن خاک‌های مجاور گود

۲۵۱- ویژگی‌های بتن الیافی با الیاف فولادی چیست؟

- (۱) شکل‌پذیری بالا، مقاومت در برابر ضربه و مقاومت در برابر ترک‌خوردگی  
(۲) مقاومت بالای فشاری، مقاومت در برابر حریق و مقاومت در برابر خوردگی  
(۳) شکل‌پذیری بالا، مقاومت در برابر حریق و مقاومت در برابر خوردگی  
(۴) مقاومت بالای فشاری، مقاومت در برابر ضربه و مقاومت در برابر حریق

۲۵۲- مراحل اجرایی زیر، مربوط به کدام نوع از اجرای دیوار می‌باشد؟



- (۱) طره‌ای  
(۲) مهارشده  
(۳) لایروبی شده  
(۴) خاک‌ریزی شده

۲۵۳- قرار است که در یک پروژه با سازه فولادی، بین صفحه زیر ستون و سطح پی از ملات ویژه (Grout)، استفاده

شود. غیر از پر مقاومت بودن ملات ویژه، چه خاصیت دیگری حائز اهمیت است؟

- (۱) مقاومت لغزش و مقاومت کششی  
(۲) مقاومت سایش  
(۳) مقاومت لغزش  
(۴) ضد جمع‌شدگی

۲۵۴- در محاسبه حداکثر فشار جانبی بتن بر قالب ستون، از ضریب شیمی بتن استفاده می‌شود. ضریب شیمی بتن تابع

کدام عامل(ها) است؟

- (۱) نوع سیمان و مواد افزودنی معدنی و شیمیایی  
(۲) ترکیب شیمیایی مواد افزودنی معدنی  
(۳) ترکیب شیمیایی سیمان  
(۴) مواد افزودنی شیمیایی

۲۵۵- برای تعیین مقاومت بتن در سازه‌ها، استفاده از مغزه‌ها با قطر کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر مجاز نیست. مشکل مغزه‌ها با قطر کمتر چیست؟

- (۱) مقاومت فشاری را بیشتر از مقدار واقعی نشان می‌دهند.
- (۲) مقاومت فشاری را کمتر از مقدار واقعی نشان می‌دهند.
- (۳) پراکندگی در نتایج مقاومت فشاری شدید است.
- (۴) با قطر نمونه‌های استاندارد تطابق داشته باشد.

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

۲۵۶- برای تعیین عدد آستانه بو (TON) یک نمونه پساب، از ۱۵۰ میلی‌لیتر آب بدون بو برای رقیق‌سازی استفاده می‌شود. مقدار TON چقدر است؟

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

۲۵۷- بیشترین سهم تولید متان در فرآیند هضم بی‌هوازی ناشی از کدام ترکیب است؟

- |           |            |               |             |
|-----------|------------|---------------|-------------|
| (۱) استات | (۲) کربنات | (۳) بی‌کربنات | (۴) بوتیرات |
|-----------|------------|---------------|-------------|

۲۵۸- فرض کنید عمق فیلتری با بستر یکنواخت و تخلخل اولیه ۴۰٪ در اثر شستشوی معکوس تا دو برابر عمق اولیه افزایش یابد. نسبت سرعت شستشوی معکوس به سرعت ته‌نشینی ذرات فیلتر حدوداً چقدر است؟

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

۲۵۹- نمونه آبی دارای قلیائیت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بر حسب  $\text{CaCO}_3$  می‌باشد. غلظت  $\text{Ca}^{2+}$  برابر  $\frac{\text{mg}}{\text{L}}$  ۱۶۰ و

غلظت  $\text{Mg}^{2+}$  برابر  $\frac{\text{mg}}{\text{L}}$  ۴۰ و  $\text{pH} = ۸/۱$  است. به ترتیب، سختی کل، سختی کربناته و سختی بی‌کربناته بر حسب میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم کدام است؟

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| (۱) ۵۶۷، ۱۶۰ و ۴۰۷ | (۲) ۵۶۷، ۳۶۷ و ۲۰۰ |
| (۳) ۵۶۷، ۲۰۰ و ۳۶۷ | (۴) ۴۰۰، ۲۰۰ و ۲۰۰ |

۲۶۰- قدرت اکسیدکنندگی کدام عامل در گندزدایی آب بیشتر است؟

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| (۱) مونوکلروآمین | (۲) دی‌کلروآمین   |
| (۳) دی‌اکسید کلر | (۴) یون هیدروکسیل |

۲۶۱- اگر جریان ورودی به یک تانک هوادهی برابر ۸۰۰ مترمکعب در روز با  $\text{BOD}$  ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بوده و

$\text{MLSS}$  تانک نیز برابر با ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد، حجم مورد نیاز تانک برای حصول  $\frac{\text{F}}{\text{M}}$  برابر با ۰/۱۵

چند مترمکعب است؟

- |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| (۱) ۱۵۲۴ | (۲) ۲۵۲۴ | (۳) ۳۵۲۴ | (۴) ۴۵۲۴ |
|----------|----------|----------|----------|

۲۶۲- در حوض هوادهی فرایند لجن فعال،  $\text{BOD}$  فاضلاب ورودی و خروجی از حوض و مقدار  $\text{MLSS}$  داخل حوض به ترتیب ۲۳۰، ۲۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است. اگر زمان ماند هیدرولیکی ۱۸ ساعت باشد، سرعت مخصوص مصرف

سوبسترا بر حسب  $\text{d}^{-۱}$ ، چقدر است؟

- |          |          |
|----------|----------|
| (۱) ۰/۰۷ | (۲) ۰/۰۵ |
| (۳) ۰/۰۴ | (۴) ۰/۱  |

۲۶۳- توان تئوری مورد نیاز برای یک واحد اختلاط به حجم مخزن ۲۰۰۰ مترمکعب و گرادیان سرعت  $100 (1/S)$

تقریباً چند کیلووات است؟ (ویسکوزیته دینامیکی آب در دمای مورد نظر  $1.0139 \times 10^{-3} \text{ N.S/m}^2$  است.)

(۱) ۳۵ (۲) ۳۳

(۳) ۳۰ (۴) ۲۳

۲۶۴- غلظت TDS در آب ورودی به یک سیستم RO برابر میلی‌گر در لیتر ۲۰۰۰ است. اگر فاکتور تغلیظ

(Concentration Factor) در پساب ۴ باشد، غلظت TDS در پساب خروجی چند میلی‌گر در لیتر است؟

(۱) ۱۰۰۰۰ (۲) ۸۰۰۰

(۳) ۶۰۰۰ (۴) ۴۰۰۰

۲۶۵- در یک فیلتر ماسه‌ای، عمق بستر ۶۷ سانتی‌متر و تخلخل آن  $0.4$  است. اگر به هنگام شستشوی معکوس،

تخلخل به  $0.7$  برسد، عمق بستر شناور چند سانتی‌متر می‌شود؟

(۱) ۱۳۴ (۲) ۱۲۴

(۳) ۱۱۴ (۴) ۱۰۶

۲۶۶- گرادیان سرعت در خصوص دو ذره موجود در آب که نسبت به یکدیگر با سرعت ۱ متر بر ثانیه و در فاصله ۱۰ سانتی‌متری

از هم در حرکت هستند، چند  $(1/S)$  است؟

(۱) ۵ (۲) ۱۰

(۳) ۵۰ (۴) ۱۰۰

۲۶۷- کدام رزین برای حذف سختی از آب مناسب‌تر است؟

(۱) آنیونی ضعیف (۲) آنیونی قوی (۳) کاتیونی قوی (۴) کاتیونی ضعیف

۲۶۸- میزان اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)، یک نمونه آب که حاوی  $540$  گرم در مترمکعب گلوکز

( $C_6H_{12}O_6$ ) می‌باشد، چند میلی‌گر در لیتر است؟

( $H=1, O=16, C=12$ )

(۱) ۱۴۴ (۲) ۲۸۸

(۳) ۴۳۲ (۴) ۵۷۶

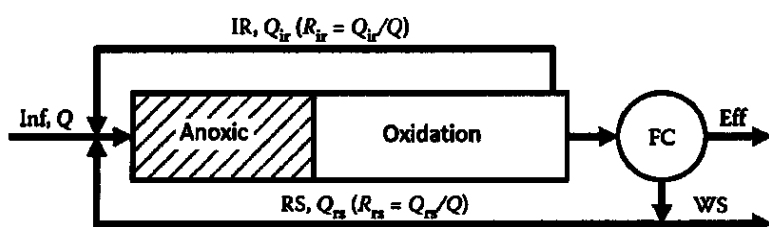
۲۶۹- میزان ضریب بازده سلولی (Y)، و سرعت حداکثر رشد ( $\mu_m$ )، در فرایندهای بی‌هوازی نسبت به فرایندهای

هوازی به ترتیب کدام است؟

(۱) بیشتر - بیشتر (۲) کمتر - بیشتر

(۳) کمتر - کمتر (۴) بیشتر - کمتر

۲۷۰- شکل شماتیک زیر، مربوط به کدام فرایند بیولوژیکی در تصفیه فاضلاب می‌باشد؟



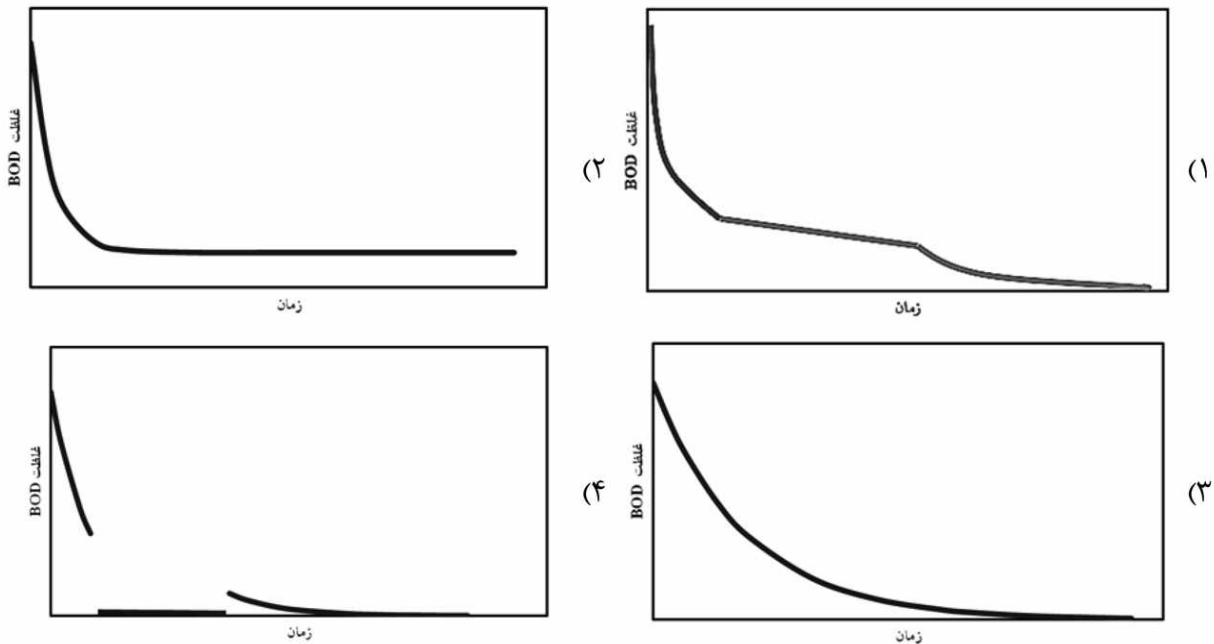
(۱)  $A^2O$

(۲) MLE

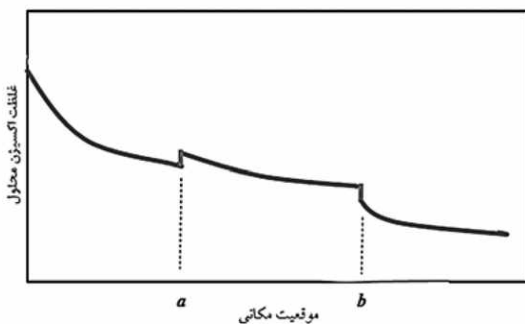
(۳)  $Ao$

(۴) LE

۲۷۱- کدام نمودار نمایش‌دهنده غلظت BOD (نیاز اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی) در طی زمان در یک پیکره آبی مواجه با شرایط بی‌هوازی است؟

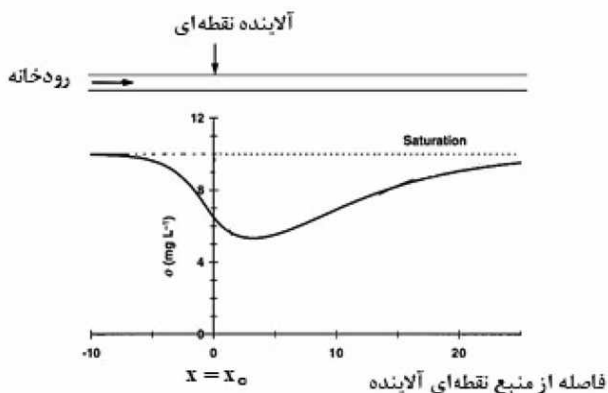


۲۷۲- نمودار تغییرات غلظت اکسیژن محلول در یک رودخانه که جریان‌های فرعی تمیز و پاک و فاضلاب تصفیه‌خانه‌هایی به آن وارد می‌شود در شکل زیر نمایش داده شده است. کدام عبارت در خصوص وضعیت این رودخانه درست است؟



- (۱) در نقطه  $b$ ، شرایط بی‌هوازی روی داده است.
- (۲) در نقطه  $a$ ، ضریب اکسیژن‌گیری ( $K_a$ ) کاهش می‌یابد.
- (۳) در نقطه  $b$ ، ضریب اکسیژن‌گیری ( $K_a$ ) افزایش می‌یابد.
- (۴) در نقطه  $a$ ، یک جریان آبی تمیز و پاک وارد رودخانه می‌شود.

۲۷۳- بار آلودگی نقطه‌ای BOD به شرح زیر در نقطه  $x = x_0$  در رودخانه‌ای وارد و تغییرات غلظت اکسیژن محلول به شرح زیر است. کدام مورد در خصوص سیستم تحت مطالعه، توصیف جامع و کامل خواهد بود؟



- (۱) عامل اثرگذار در انتقال جرم آلاینده، فرارفت است.
- (۲) عامل اثرگذار در انتقال جرم آلاینده، فرارفت و پخشیدگی است.
- (۳) عامل اثرگذار در غلظت اکسیژن محلول، واکنش‌های شیمیایی است.
- (۴) عامل اثرگذار در غلظت اکسیژن محلول، واکنش‌های بیولوژیکی است.

۲۷۴- کدام مورد در خصوص فرایند اکسیژن‌گیری در پیکره‌های آبی یا ضرایب آن نادرست است؟

- (۱) اکسیژن‌گیری در شرایط بی‌هوازی با شدت  $K_a O_s$  صورت می‌پذیرد.
- (۲) اکسیژن‌گیری در آب‌های ساکن می‌تواند با فرایند پخشیدگی (Diffusion) توصیف شود.
- (۳) ضریب اکسیژن‌گیری ( $K_a$ ) وابسته به میزان اکسیژن محلول در ستون آب است.
- (۴) ضریب اکسیژن‌گیری ( $K_a$ ) در آب‌های جاری با افزایش سرعت جریان افزایش می‌یابد.

۲۷۵- تصفیه‌خانه فاضلاب شهری مقدار  $5 \times 10^{10}$  باکتری را در ثانیه به رودخانه‌ای با دبی  $\frac{m^3}{d} = 100,000$  تخلیه می‌کند.

رودخانه دارای عرض  $20\text{ m}$  و عمق  $20\text{ cm}$  است. در چه موقعیت مکانی (برحسب  $\text{km}$ ) غلظت باکتری‌ها به نصف

مقدار اولیه کاهش می‌یابد؟ (واکنش از مرتبه یک و ضریب واکنش  $\frac{1}{\text{day}} = 0.69$  است.  $\ln 2 = 0.69$ )

(۱) ۱

(۲) ۵

(۳) ۲۵

(۴) ۵۰

۲۷۶- براساس مبانی انتقال و انتشار جرم در محیط‌زیست (سیال)، کدام گزینه درست نیست؟

- (۱) پروفیل عمقی سرعت جریان در رودخانه در شکل‌گیری فرایند انتشار (Dispersion) مؤثر است.
- (۲) ضریب انتشار افقی در یک رودخانه بزرگ‌تر از ضریب پخشیدگی (Diffusion) افقی است.
- (۳) ترکیب فرایندهای پخشیدگی و فرارفت (Advection)، در شکل‌گیری فرایند انتشار مؤثر است.
- (۴) ضریب انتشار افقی در یک رودخانه، مستقل از مشخصه هیدرولیکی عمق جریان است.

۲۷۷- کدام گزینه، در خصوص واکنش‌ها و خصوصیات آن‌ها درست است؟

- (۱) زمان نیمه‌عمر همواره به غلظت اولیه آلاینده وابسته است.
- (۲) زمان نیمه‌عمر به ضریب و مرتبه واکنش وابسته است.
- (۳) ضریب واکنش، مستقل از دما است.
- (۴) مرتبه واکنش، وابسته به دما است.

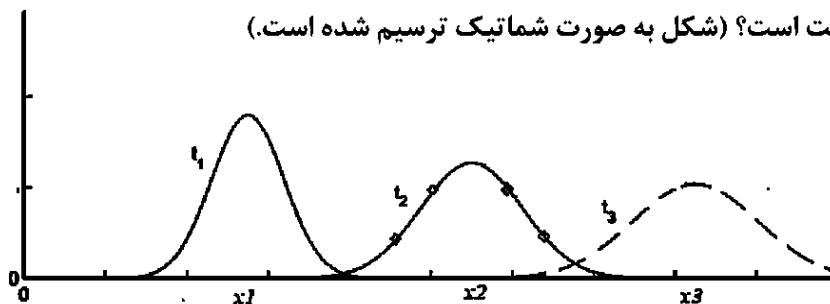
۲۷۸- در توصیف سرعت از دیدگاه رینولدز  $u(x, t) = \bar{u}(x) + u'(x, t)$ . بزرگ بودن عبارت  $u_{rms} = \sqrt{u' \cdot u'}$ ، چه

مفهومی دارد؟

- (۱) ضریب پخشیدگی آشفته در راستای  $X$ ، عدد بزرگی است.
- (۲) ضریب پخشیدگی مولکولی در راستای  $X$ ، عدد بزرگی است.
- (۳) سرعت برشی در سیستم تحت مطالعه، عدد بزرگی است.
- (۴) شار ناشی از فرارفت در سیستم، عدد بزرگی است.

۲۷۹- اگر نمودار تغییرات غلظت آلاینده در زمان و مکان براساس حل معادله  $\frac{dc}{dt} + u \frac{dc}{dx} + kc = D \frac{d^2c}{dx^2}$  به شرح زیر

باشد، در این صورت کدام گزینه درست است؟ (شکل به صورت شماتیک ترسیم شده است.)



(۱) تنها فرایند انتقال (Transportation) در تعیین غلظت نقش دارد.

(۲) اگر ضریب  $k$  برابر صفر باشد، سطح زیر نمودارها با یکدیگر برابر نخواهند بود.

(۳) تنها فرایند تبدیل - واکنش (Transformation) در تعیین غلظت نقش دارد.

(۴) فرایندهای پخشیدگی (Diffusion) و فرارفت (Advection) با هم در تعیین غلظت نقش دارند.

۲۸۰- به منظور اندازه‌گیری ضریب پخشیدگی در یک رودخانه، تزریق ناگهانی یک ماده رنگی پایستار انجام و انحراف

استاندارد طول گسترش آلودگی در مسیر افقی جریان، ۱۰۰ متر اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری انجام پذیرفته در

کیلومتر ۵ از نقطه تزریق آلودگی به عمل آمده است. اگر سرعت جریان در رودخانه  $200 \frac{m}{hr}$  باشد، مقدار ضریب

پخشیدگی چند  $\frac{m^2}{hr}$  است؟

(۱) ۱۰۰

(۲) ۲۰۰

(۳) ۴۰۰

(۴) ۵۰۰

۲۸۱- آب‌های زیرزمینی آلوده به بنزین، از یک پمپ بنزین نزدیک به یک واحد مسکونی، منتقل می‌شوند. با هم ۲ متر

پایین‌تر از کف واحد مسکونی با زیربنای ۱۰۰ مترمربع، غلظت بخارات هیدروکربن (ناشی از بنزین) در هوای

زیرزمین ۲۵ ppm بر مبنای جرم گازوئیل به جرم هوا است. (۲۵ ppm معادل ۲۵ gr بخارات گازوئیل در هر

میلیون گرم هوا است.) ضریب پخشیدگی برای بخارات گازوئیل در خاک  $10^{-2} \frac{cm^2}{sec}$  است (این مقدار با در نظر

گرفتن ذرات خاک، تصحیح شده است.) همچنین فرض کنید زیرزمین به خوبی تهویه شده است. چگالی هوا در

فشار یک اتمسفر و دمای  $20^\circ C$  (شرایط زیرزمین) برابر  $1/2 \frac{gr}{lit}$  است. شدت جرمی انتقال یافته بخارات گازوئیل

ناشی از پخشیدگی مولکولی به واحد مسکونی چند  $\frac{gr}{sec}$  است؟

(۱)  $1/2 \times 10^{-6}$

(۲)  $1/5 \times 10^{-6}$

(۳)  $2/5 \times 10^{-6}$

(۴)  $3 \times 10^{-6}$

۲۸۲- شار جرمی انتقال یافته ناشی از فرایند پخشیدگی (Diffusion) با کدام رابطه ریاضی بیان می‌شود؟ (D ضریب

پخشیدگی و C غلظت است.)

(۱)  $-D \frac{d^2C}{dx^2}$

(۲)  $+D \frac{d^2C}{dx^2}$

(۳)  $-D \frac{dC}{dx}$

(۴)  $+D \frac{dC}{dx}$

۲۸۳- در اثر واژگونی یک قایق حامل ماده شیمیایی، مقدار  $3\pi$  کیلوگرم از آن ماده در سطح مقطع  $10$  مترمربع از آن پیکره آبی را به صورت ناگهانی آلوده می‌کند. سرعت جریان در پیکره آبی  $20 \frac{cm}{sec}$  و ضریب پخشیدگی  $9 \times 10^2 \frac{m^2}{d}$  است.

غلظت استاندارد ماده شیمیایی در آب، مقدار  $2 \frac{mg}{lit}$  است. در این حالت، ۲ روز پس از رویداد سرریز آلودگی، چه

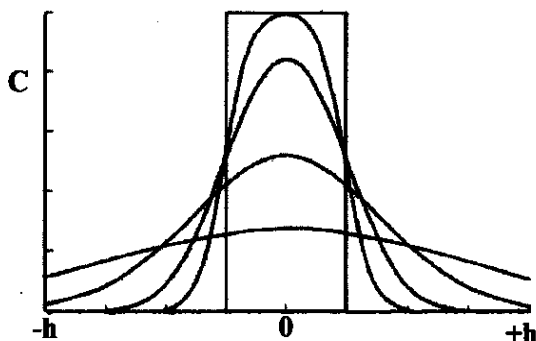
طولی (برحسب متر) از پیکره آبی آلوده به ماده شیمیایی است و آیا غلظت آلاینده کمتر از مقدار استاندارد است؟

- (۱) ۲۴۰ - بلی  
(۲) ۱۲۰ - بلی  
(۳) ۴۸۰ - خیر  
(۴) ۶۰ - خیر

۲۸۴- کدام مدل به‌طور معمول در خصوص انتشار آلودگی هوا مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

- (۱) واسپ (WASP)  
(۲) هک - ۵ کیو (HEC-5Q)  
(۳) گاوس (Gaussian model)  
(۴) کوال ۲ ای (QUAL 2E)

۲۸۵- در شکل زیر، در خصوص غلظت یک آلاینده متأثر از مکانیزم پخشیدگی در یک بازه محدود در فاصله  $-h < x < +h$  با ..... زمان از ارتفاع پیک منحنی کاسته شده و پخشیدگی جانبی آن ..... می‌یابد.



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

هیدرودینامیک پیشرفته - طراحی سازه کشتی:

۲۸۶- یک کشتی با سرعت ۱۶ گره دریایی دارای مقاومت کلی  $153/6$  کیلونیوتن است. اگر تراست تولیدی  $200$  کیلونیوتن و ضریب ویک برابر  $0/2$  باشد، راندمان بدنه چند درصد است؟ (یک گره دریایی برابر  $0/5$  متر بر ثانیه است.)

- (۱) ۸۶  
(۲) ۸۸  
(۳) ۹۲  
(۴) ۹۶

۲۸۷- یک کشتی با سرعت ۱۵ گره دریایی حرکت می‌کند. تراست پروانه  $550$  کیلونیوتن و مقاومت مؤثر  $418$  کیلونیوتن است. ضریب کاهش تراست (t) کدام است؟

- (۱)  $0/16$   
(۲)  $0/18$   
(۳)  $0/24$   
(۴)  $0/26$

۲۸۸- پروانه‌ای به قطر  $3/2$  متر و گام ۳ متر، دارای نسبت لغزش ( $S_R$ ) برابر  $0/2$  است. ضریب پیشروی پروانه (J) کدام است؟

- (۱)  $0/75$   
(۲)  $0/78$   
(۳)  $0/8$   
(۴)  $0/85$

۲۸۹- پروانه یک کشتی با قطر ۳ متر و چرخش  $180$  دور در دقیقه دارای گشتاور  $4800$  کیلونیوتن-متر است. مدل این پروانه با قطر ۱۵ سانتی‌متر در دور متناظر در آزمایشگاه حرکت می‌کند. گشتاور مدل پروانه چند نیوتن-متر است؟

- (۱) ۲۵  
(۲) ۳۰  
(۳) ۳۶  
(۴) ۴۸

۲۹۰- پتانسیل پیرامون یک شناور به صورت  $\phi = x^2 - 2xy + z^2$  تعریف شده است. مقدار سرعت سیال در نقطه  $(x=1, y=2, z=2)$  پیرامون شناور کدام است؟

- (۱)  $4\sqrt{3}$  (۲)  $3\sqrt{5}$   
(۳)  $2\sqrt{6}$  (۴)  $4\sqrt{6}$

۲۹۱- برای یک کشتی با طول ۶۴ متر و سرعت  $8 \frac{m}{s}$ ، مدلی با طول ۴ متر ساخته شده و در حوضچه کشتی آزمایش می‌شود. نسبت توان مؤثر کشتی به توان مؤثر مدل، کدام است؟

- (۱) ۳۲,۷۶۸ (۲) ۱۶,۳۸۴  
(۳) ۴,۰۹۶ (۴) ۱,۰۲۴

۲۹۲- یک کشتی تجاری در دریای با عمق زیاد حرکت می‌کند. اگر طول امواج عرضی ایجاد شده در سطح آب  $45\pi$  باشد، سرعت کشتی چند متر بر ثانیه است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱)  $5\pi$  (۲)  $10\pi$   
(۳)  $22/5$  (۴) ۱۵

۲۹۳- پروانه کشتی داخل آب قرار دارد. فشار محلی روی سطح مکش پره پروانه برابر  $P_{local} = P_{atm} + \rho gh - \frac{1}{2}\rho V^2$

است.  $h = 4m$ ،  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ ،  $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$  و فشار اتمسفر  $(P_{atm})$  برابر  $100000$  پاسکال و فشار بخار آب

$(P_{vap})$  برابر  $2000$  پاسکال است. در خصوص رخ دادن کاویتاسیون کدام گزینه درست است؟

- (۱) فشار محلی کمتر از فشار بخار است، پس کاویتاسیون اتفاق می‌افتد.  
(۲) فشار محلی بیشتر از فشار بخار است، پس کاویتاسیون اتفاق نمی‌افتد.  
(۳) بدون داشتن تعداد پره پروانه، نمی‌توان در خصوص کاویتاسیون نظر داد.  
(۴) فشار بخار همیشه کمتر از فشار محلی است، پس هرگز کاویتاسیون اتفاق نمی‌افتد.

۲۹۴- یک شناور در سرعت‌های نسبتاً کم تا متوسط حرکت می‌کند. کدام یک از اجزای مقاومت، بیشترین سهم را در مجموع مقاومت هیدرودینامیکی در این بازه سرعتی دارد؟

- (۱) مقاومت فشاری: ناشی از جدایی جریان و اختلاف فشار جلو و عقب بدنه  
(۲) مقاومت موج‌سازی: انرژی مصرف شده برای ایجاد امواج  
(۳) مقاومت هوا: نیروی وارد از جریان هوا روی عرشه و سازه‌ها  
(۴) مقاومت اصطکاکی: ناشی از برهم‌کنش لایه مرزی با بدنه

۲۹۵- یک کشتی با سرعت  $V_s = 15 \frac{m}{s}$  حرکت می‌کند. تراست پروانه  $3000$  کیلو نیوتن و ضریب کاهش تراست

$t = 0.25$  است. توان مؤثر چند کیلووات است؟

- (۱) ۲۵,۰۰۰ (۲) ۳۲,۲۵۰  
(۳) ۳۳,۷۵۰ (۴) ۴۲,۵۰۰

۲۹۶- سرعت یک کشتی ۴ برابر سرعت مدل آن در آزمایش حوضچه کشتی است. اگر حجم جابه‌جایی کشتی  $6144$  مترمکعب باشد، حجم جابه‌جایی مدل کشتی چند مترمکعب است؟

- (۱)  $1/25$  (۲)  $1/50$   
(۳)  $1/75$  (۴)  $1/80$

۲۹۷- راندمان بدنه یک شناور که با سرعت ۱۸ گره دریایی حرکت می‌کند برابر ۰/۹ است. اگر مقاومت مؤثر شناور  $504 \text{ kN}$  و ضریب ویک در این سرعت ۰/۲ باشد، نیروی تراست چند کیلونیوتن است؟

(۱) ۵۶۰

(۲) ۵۶۴

(۳) ۷۰۰

(۴) ۷۸۰

۲۹۸- طول شناور «الف»، چهار برابر طول شناور «ب» است. اگر سرعت شناور «الف»، ۱۸ گره دریایی و سرعت شناور «ب»، ۱۲ گره دریایی باشد، نسبت عدد فرود شناور «الف» به عدد فرود شناور «ب» کدام است؟

(۱) ۰/۷۵

(۲) ۰/۸۵

(۳) ۱/۱۵

(۴) ۱/۲۵

۲۹۹- شناوری با طول ۱۰۰ متر، عرض ۱۲ متر و آب‌خور ۶ متر، دارای مقاومت باقی‌مانده ۱۰,۳۶۸ نیوتن است. مدلی از شناور با عرض یک متر ساخته شده و در حوضچه کششی آزمایش می‌شود. مقاومت باقی‌مانده مدل چند نیوتن است؟

(۱) ۵/۴

(۲) ۶

(۳) ۷/۸

(۴) ۸

۳۰۰- پروانه‌ای با قطر  $D$  در آب آزاد دارای راندمان  $\frac{5}{2\pi}$  است. ضریب تراست  $K_T = 0.5$  و ضریب گشتاور  $K_Q = 0.08$

و دور پروانه ۱۲۰ دور بر دقیقه و سرعت پیشروی  $V_A = 6/4 \frac{m}{s}$  است. قطر پروانه چند متر است؟

(۱) ۴/۴

(۲) ۳/۶

(۳) ۵

(۴) ۴

۳۰۱- برای افزایش سختی خمشی (bending stiffness) یک شاه‌تیر طولی در عرشه کشتی، در صورت محدود بودن منابع، کدام تغییر زیر بیشترین تأثیر را خواهد داشت؟

(۱) افزودن شبکه‌ای از وصله‌های عمودی کوچک (تقویت‌کننده‌های عمودی) روی جان شاه‌تیر

(۲) استفاده از فولاد با تنش تسلیم بالاتر ولی حفظ همان شکل هندسی شاه‌تیر

(۳) افزایش ارتفاع کلی شاه‌تیر

(۴) پهن‌تر کردن جان شاه‌تیر

۳۰۲- در بخشی از بدنه یک کشتی، یک پانل ورقه‌ای فولادی به ضخامت  $t$  بین دو تقویت‌کننده طولی (Longitudinal Stiffener) و دو قاب عرضی (Transverse Frame)، به صورت چهار طرف گیردار نصب شده است. فرض می‌شود که طول پانل ورقه‌ای دو برابر عرض آن است. اگر ضخامت ورق در طراحی جدید کشتی، به میزان ۵۰٪ افزایش یابد، ولی به جای فولاد معمولی از فولادی با مدول یانگ ۲۰٪ کمتر استفاده شود، آنگاه صلبیت خمشی مؤثر (Effective Bending Rigidity) پانل ورقه‌ای نسبت به حالت اولیه در صورت وجود، حدوداً چه تغییری می‌کند؟

(۱) ۱/۵ برابر

(۲) ۲ برابر

(۳) ۳ برابر

(۴) تقریباً بدون تغییر می‌ماند.

۳۰۳- یک ورق مستطیلی با لبه‌های متکی بر تکیه‌گاه‌های ساده، تحت بار جانبی عمود بر سطح خود قرار دارد. وقتی بار جانبی چنان افزایش یابد که تغییر شکل‌های عمودی ورق نسبت به ضخامت ورق و شیب‌های ورق «بزرگ» شوند، کدام توصیف صحیح‌ترین بیان اثر تغییر شکل‌های بزرگ الاستیک مطابق تئوری وون - کارمن (von Kármán) است؟

(۱) نیروی کششی غیرفعال ناشی از کشیدگی ورق (membrane action) شکل می‌گیرد که نسبت به حالت خطی باعث سخت‌تر شدن ورق و کاهش جابجایی می‌شود.

(۲) تغییر شکل‌های بزرگ منجر به افت صلبیت (softening) می‌شوند؛ یعنی ورق نسبت به حالت خطی انعطاف‌پذیرتر می‌شود و جابه‌جایی ورق افزایش می‌یابد.

(۳) رفتار ورق همانند حالت خطی باقی می‌ماند؛ تنها مقدار ممان خمشی تغییر می‌کند.

(۴) تنها تأثیر، تغییر در مدول یانگ مؤثر ماده ورق است؛ اثرات هندسی اهمیت ندارند.

۳۰۴- ستونی در ساختمان یک کشتی در حالت اولیه خود دارای براکت‌هایی در دو انتهای بالایی و پایینی خود است. فاصله سرستون تا کف ستون ۶۰۰۰ میلی‌متر است. براکت‌ها مثلثی شکل و طول هر یک از ساق‌های آنها ۶۰۰ میلی‌متر است. اگر در طرح جدید، براکت‌های بالایی و پایینی سنون حذف شوند، ظرفیت باربری ستون تقریباً چه نسبتی از ظرفیت باربری اولیه ستون خواهد بود؟

(۱) ۰/۸۵

(۲) ۰/۷۵

(۳) ۰/۶۴

(۴) ۰/۴۹

۳۰۵- در تحلیل موضعی سازه‌ای کشتی (Local Ship Structural Analysis)، تفاوت میان «Load Effects» و «Response» کدام گزینه است؟

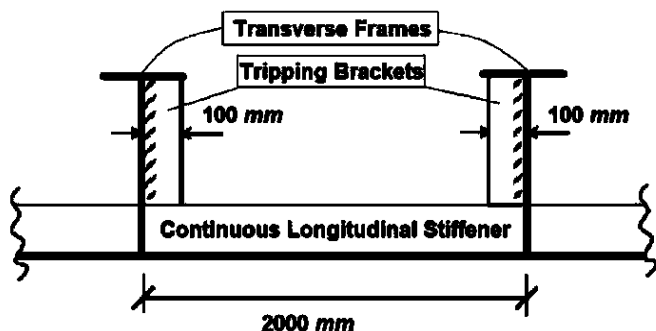
(۱) «Response» تنها در تحلیل دینامیکی مطرح می‌شود و در تحلیل استاتیکی هیچ تفاوتی با «Load Effects» ندارد.

(۲) «Load Effects» و «Response» هر دو به نیروهای داخلی مانند لنگر خمشی و برشی در عضو اشاره دارند و عملاً مترادف هستند.

(۳) «Load Effects» بیانگر بارهای خارجی محیطی است (مثل موج و باد)، در حالی که «Response» نیروها و ممان‌های داخلی ناشی از آن بارها است.

(۴) «Load Effects» نیروها و ممان‌های داخلی ایجاد شده در عضو است، در حالی که «Response» تنش‌ها، کرنش‌ها و تغییر شکل‌های ناشی از آن اثر بار است.

۳۰۶- در شکل زیر، دهانه (طول) مؤثر تقویت‌کننده طولی ممتد، چند میلی‌متر است؟



(۱) ۱۸۰۰

(۲) ۱۹۰۰

(۳) ۲۰۰۰

(۴) ۲۲۰۰

۳۰۷- در سازه عرشه یک کشتی با سیستم قاب‌بندی طولی، یک پانل ورقه‌ای تحت فشار درون صفحه‌ای تک‌سویه (Uni-axial In-plane Compression) در امتداد طول کشتی قرار دارد. اگر طراح بخواهد یکی از چهار تغییر

زیر را اجرا کند، کدام مورد بیشترین افزایش را در مقدار استحکام کمانشی آن پانل ورقه‌ای ایجاد می‌کند؟

(۱) تغییر تکیه‌گاه‌های لبه‌های پانل ورقه‌ای از «ساده» به «گیردار کامل»

(۲) کاهش دهانه آزاد بین تقویت‌کننده‌های طولی پانل ورقه‌ای به نصف

(۳) افزایش ضخامت پانل ورقه‌ای به مقدار ۵۰٪

(۴) انتخاب فولادی با مدول یانگ ۵۰٪ بیشتر

۳۰۸- در یک ناحیه ورقه‌ای تقویت‌شده از بدنه یک کشتی با سیستم قاب‌بندی طولی، ورق و تقویت‌کننده‌ها، همگی

درگیر در تحمل بار فشاری درون صفحه‌ای طولی هستند. فرض کنید تنش بحرانی کمانش موضعی ورق

(Local Plate Buckling) برابر  $\sigma_{cr,p}$  و تنش بحرانی کمانش کلی مجموعه ورق - تقویت‌کننده

(Overall Column Buckling) برابر  $\sigma_{cr,g}$  باشد. اگر نسبت  $\sigma_{cr,p}/\sigma_{cr,g} \approx 2$  برقرار شود، کدام گزینه،

رفتار واقعی آن ناحیه ورقه‌ای تقویت‌شده را به‌درستی توصیف می‌کند؟

(۱) هیچ‌کدام؛ زیرا در عمل، همواره  $\sigma_{cr,p} = \sigma_{cr,g}$  در طراحی صحیح تنظیم می‌شود.

(۲) ناحیه ورقه‌ای تقویت‌شده مستقیماً دچار کمانش کلی (Global Buckling) می‌شود و ورق بین تقویت‌کننده‌ها

تقریباً بدون موج‌زدگی باقی می‌ماند.

(۳) کمانش هم‌زمان (Interactive Buckling) رخ می‌دهد و ظرفیت کلی ناحیه ورقه‌ای تقویت‌شده کمتر از هر دو

مقدار تئوری  $\sigma_{cr,p}$  و  $\sigma_{cr,g}$  خواهد بود.

(۴) ابتدا کمانش موضعی ورق بین تقویت‌کننده‌ها رخ می‌دهد و سپس ناحیه ورقه‌ای تقویت‌شده با اندکی کاهش

مقاومت، توانایی تحمل بار تا حد کمانش کلی را حفظ می‌کند.

۳۰۹- در یک کشتی فله‌بر (Bulk Carrier) با بدنه فولادی، در طول سرویس دریایی بلندمدت، تحلیل‌های غیرخطی نشان

می‌دهد که در شرایط خمش شدید ناشی از موج‌های بزرگ (hogging و sagging متناوب)، ناحیه عرشه در فشار و

کف در کشش قرار می‌گیرد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که پیش از رسیدن به بار نهایی، ناحیه عرشه دچار کمانش

موضعی ورق‌ها بین تقویت‌کننده‌ها شده است و پس از آن، ترک‌هایی در جان تقویت‌کننده‌ها مشاهده می‌شود که با

چرخه‌های بعدی رشد می‌کنند. کدام مورد، با توجه به ترتیب پدیده‌ها و منطق رفتار غیرخطی سازه، بهتر ماهیت مود

خرابی نهایی را توصیف می‌کند؟

(۱) فروپاشی خمیری موضعی (Local Plastic Collapse) در عرشه پس از کمانش موضعی، بدون تأثیر پدیده‌های

چرخه‌ای.

(۲) کمانش کلی (Overall Buckling) ناشی از ازدست‌رفتن هم‌زمان سختی ورق و تقویت‌کننده‌ها، که به ناپایداری کل

بدنه منجر می‌شود.

(۳) شکست ترد (Brittle Fracture) ناشی از تمرکز تنش در نوک ترک‌های جان تقویت‌کننده‌ها، حتی بدون وجود تغییر

شکل پلاستیک.

(۴) تعامل کمانش - خستگی (Buckling-Fatigue Interaction) که در آن کمانش موضعی اولیه باعث تمرکز تنش‌های

سیکلی و تسریع رشد ترک‌های خستگی می‌شود.

۳۱۰- یک کشتی فله‌بر در حالت آب آرام (Still Water) تحت گشتاور خمشی سگینگ (Sagging) به مقدار زیر قرار دارد:

$$M_{SW} = 2.5 \times 10^9 \text{ N.m}$$

هنگامی که کشتی در موج مقابل حرکت می‌کند، گشتاور خمشی موج (Wave Bending Moment) در وسط کشتی مقدار زیر را به صورت هاگینگ (Hogging) ایجاد می‌کند:

$$M_{Wave} = 3.5 \times 10^9 \text{ N.m}$$

اساس مقطع بدنه کشتی در مقطع میانی آن برابر  $Z = 9 \text{ m}^3$  و تنش تسلیم فولاد بدنه برابر  $\sigma_Y = 225 \text{ MPa}$ ، تنش خمشی بیشینه ایجاد شده در تراز عرشه کشتی در این شرایط چند مگاپاسکال است؟

(۱) ۶۱

(۲) ۱۱۱

(۳) ۲۲۲

(۴) ۳۳۳

۳۱۱- در یک کشتی تانکر، بدنه به چند اتاقک بدنه (Hull Module) تقسیم شده است. هر اتاقک بدنه به طول

$L_m = 30 \text{ m}$  طراحی شده و باید در برابر گشتاور خمشی ناشی از بارهای سرهم‌بندی و حمل

(Erection & Lifting Loads) نیز مقاوم باشد. در هنگام حمل یک اتاقک بدنه با جرثقیل، دو وجه انتهایی آن

دارای تکیه‌گاه ساده‌اند و بیشترین بار گسترده یکنواخت مؤثر بر اتاقک بدنه برابر  $q = 2800 \text{ kN/m}$  و اساس مقطع

اتاقک بدنه در مقطع بحرانی آن  $Z = 15 \text{ m}^3$  است. تنش خمشی بیشینه ایجاد شده در مقطع بحرانی اتاقک بدنه در

این شرایط چند مگاپاسکال است؟

(۲) ۱۶۰

(۱) ۱۰۵

(۴) ۲۵۰

(۳) ۲۱۰

۳۱۲- در یک ناحیه ورقه‌ای تقویت شده با تقویت‌کننده‌های طولی از ساختمان بدنه یک کشتی، نوعی از عیب هندسی

اولیه در مود "Hungry Horse Mode" اغلب پس از جوشکاری دیده می‌شود. اگر چنین عیبی وجود داشته

باشد، کدام اثر اصلی را بر رفتار سازه خواهد داشت؟

(۱) تأخیر در شروع کماتش به دلیل مود خیز اولیه

(۲) کاهش سختی برشی ناحیه ورقه‌ای تقویت شده بدون تأثیر محسوس بر کماتش کلی

(۳) افزایش سختی خمشی ناحیه ورقه‌ای تقویت شده به دلیل توزیع تنش غیرخطی اولیه

(۴) ایجاد تمرکز تنش‌های فشاری موضعی بین تقویت‌کننده‌ها و کاهش بار کماتش کلی ناحیه ورقه‌ای تقویت شده

۳۱۳- در چارچوب طراحی منطقی سازه‌ای کشتی (Rationally-Based Ship Structural Design)، برای یک

شناور ویژه عملیات امداد و نجات زیردریایی‌ها، کدام مجموعه از تحلیل‌های زیر باید به صورت الزام‌آور انجام شود

تا از کفایت و ایمنی سازه در شرایط کاری اطمینان حاصل شود؟

(۱) تحلیل کلی پاسخ بدنه در امواج (Hull Girder Response Analysis)، تحلیل بارهای دینامیکی عملیات بلندکردن

زیردریایی نجات (Dynamic Lifting Analysis)، و تحلیل‌های موضعی (Local Strength Analysis) برای

سازه‌های پشتیبان

(۲) فقط تحلیل بارهای ساکن (Still Water) و محاسبه ممان خمشی نهایی بدنه در شرایط عادی دریانوردی

(۳) تحلیل تنش‌های محلی ناشی از تجهیزات نصب شده، بدون توجه به پاسخ کلی بدنه

(۴) فقط بررسی مقاومت خستگی در محل اتصالات جوشی دکل‌ها و جرثقیل‌ها

۳۱۴- در محلی از ساختمان یک کشتی، دو تسمه‌ورق فولادی از سمت عرض بر روی یکدیگر قرار گرفته و به صورت یک تیر دو سر مفصل، یک بار گسترده یکنواخت را حمل می‌کنند. عرض مقطع هر دو تسمه‌ورق یکسان بوده، اما ضخامت مقطع تسمه‌ورق بالایی ۲ برابر ضخامت مقطع تسمه‌ورق پایینی است. نسبت تنش خمشی بیشینه ایجادشده در تسمه‌ورق بالایی به تنش خمشی بیشینه ایجادشده در تسمه‌ورق پایینی چقدر است؟ (هیچ اتصالی بین آن دو مقطع وجود ندارد).

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

۳۱۵- ترتیب صحیح مراحل طراحی منطقی سازه‌ای کشتی (Rationally-Based Ship Structural Design)، برای

یک کشتی ویژه حمل افقی بار (RO-RO SHIP) با عرشه‌های پیوسته و بازشوهای بزرگ، کدام است؟

(۱) تخمین بارهای بهره‌برداری ← تحلیل کمانش موضعی ← تعیین چیدمان سازه ← ارزیابی تغییرشکل‌ها ← اصلاح ابعاد و مواد

(۲) تعیین مشخصات بهره‌برداری ← تحلیل پایداری کلی ← ارزیابی استحکام نهایی ← بهینه‌سازی آرایش سازه ← بررسی خستگی

(۳) انتخاب شکل بدنه و سازه اصلی ← محاسبه ظرفیت نهایی مقاطع ← تحلیل بارهای امواج و بارهای بارگیری ← ارزیابی پاسخ کلی ← بازنگری وزن

(۴) تعریف مأموریت، بارگذاری و محیط ← تحلیل پاسخ کلی بدنه ← تحلیل پاسخ اتاقک‌های بدنه ← بررسی تمرکز تنش موضعی ← ارزیابی استحکام و خستگی ← اصلاح جزئیات

فرمول‌های ضمیمه درس مهندسی ترافیک پیشرفته:

$$DDHV = AADT \times K \times D \quad , \quad Y = t_r + \frac{0.5 \left( \frac{V_D}{3.6} \right)}{a_b + 9/8 G} \quad , \quad N = \frac{V}{MSF \times PHF \times f_{HV}}$$

فرمول‌های ضمیمه درس تحلیل و طراحی روسازی پیشرفته:

$$ESAL = \sum_{i=1}^m F_i \cdot n_i \quad , \quad a_{eq} = a \left[ 1 + 0.25 \frac{S}{a} \right] \quad , \quad \sigma = \frac{E \cdot \alpha \cdot \Delta T}{2} \quad , \quad VMA = 100 - \frac{Gmb}{Gsb} \times P_s$$

$$EALF = \frac{\omega_{t18}}{\omega_{tx}} = \left( \frac{\epsilon_x}{\epsilon_{18}} \right)^4 \quad , \quad \Delta L = L \cdot C(\alpha_t \cdot \Delta t + \epsilon) \quad , \quad \sigma_x = \frac{E \alpha_t \Delta t}{2(1 - \nu^2)} (C_x + \nu C_y)$$