



صبح جمعه  
۱۴۰۴/۱۱/۱۰  
دفترچه شماره ۲۱ از ۲



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان نجش آموزش کشور

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

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌تمکن) – سال ۱۴۰۵  
مهندسی عمران (کد ۲۳۰۷)

مدت زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سوال: ۳۱۵ سوال

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سوال‌ها

| ردیف | مواد امتحانی  | تعداد سوال | 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 پیشرفت  | ۱۵         | ۴۶       | ۶۰       |
| ۵    | نتوری استیسیسته   | ۱۵         | ۶۱       | ۷۵       |
| ۶    | دینامیک خاک   | ۱۵         | ۷۶       | ۹۰       |
| ۷    | مهندسي پي پيشرفت  | ۱۵         | ۹۱       | ۱۰۵      |
| ۸    | هیدرولیک پیشرفت - طراحی هیدرولیکی سازه‌ها                                 | ۳۰         | ۱۰۶      | ۱۳۵      |
| ۹    | تحلیل و طراحی روسازی پیشرفت   | ۱۵         | ۱۳۶      | ۱۵۰      |
| ۱۰   | میانی هیدرولیک دریا - اصول طراحی سازه‌های (متعارف) دریابی                 | ۳۰         | ۱۵۱      | ۱۸۰      |
| ۱۱   | آب‌های زیرزمینی پیشرفت - هیدرولوژی مهندسی پیشرفت                          | ۳۰         | ۱۸۱      | ۲۱۰      |
| ۱۲   | برنامه‌ریزی حمل و نقل   | ۱۵         | ۲۱۱      | ۲۲۵      |
| ۱۳   | برنامه‌ریزی و کنترل پروژه - روش‌های ساخت                                  | ۳۰         | ۲۲۶      | ۲۵۵      |
| ۱۴   | اصول مهندسی تصفیه آب و فاضلاب - میانی انتقال، انتشار و مدل‌سازی آبینده‌ها | ۳۰         | ۲۵۶      | ۲۸۵      |
| ۱۵   | هیدرودینامیک پیشرفت - طراحی سازه کشته                                     | ۳۰         | ۲۸۶      | ۳۱۵      |

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سوالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با مخالفین برابر مقررات و فتاوی شود.

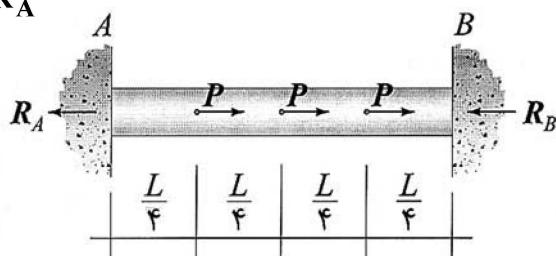
\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات کادر زیر، بهمنزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخ نامه و دفترچه سوالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سوالات و پایین پاسخ نامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

مکانیک جامدات (مقاومت مصالح و تحلیل سازه ها):

-۱ میله ای با مقطع ثابت مطابق شکل به تکیه گاه های A و B بسته شده است. نسبت واکنش های تکیه گاهی  $\frac{R_B}{R_A}$  کدام است؟

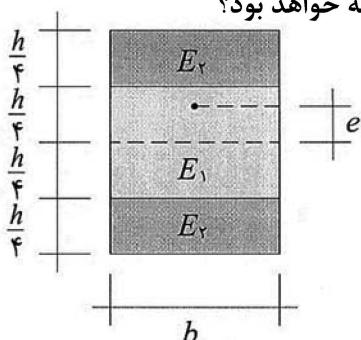


(۱) ۱  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۴

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

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

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

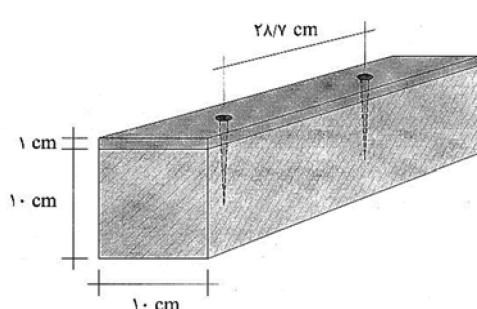


(۱)  $\frac{5}{36}$   
(۲)  $\frac{5}{24}$   
(۳)  $\frac{5}{12}$

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

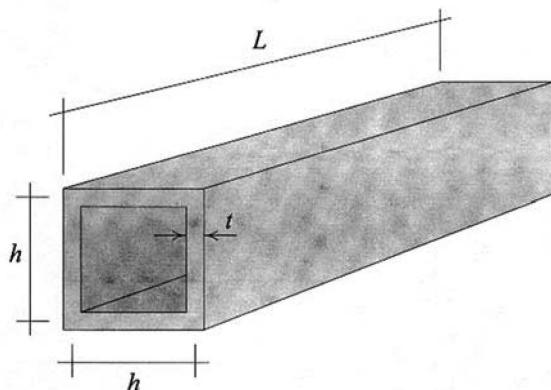
-۳ از اتصال یک تسمه فولادی بر روی یک الار چوبی، تیری مطابق شکل ساخته شده است. تسمه فولادی با استفاده از میخ هایی در فواصل نشان داده شده به الار چوبی متصل شده است. اگر مقطع تیر تحت نیروی برشی ۶ کیلونیوتن قرار گیرد، نیروی برشی وارد بر مقطع هر یک از میخ ها بر حسب کیلونیوتن چقدر است؟ (نسبت مدول یانگ فولاد به چوب

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



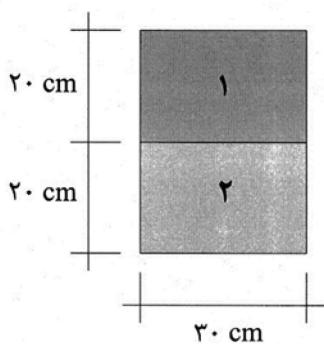
(۱) ۱۰  
(۲) ۱۴  
(۳) ۱۸  
(۴) ۲۲

-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 گشتناور پیچشی معین، «تنش برشی ایجاد شده در جداره» و «زاویه پیچش مقطع» هر کدام به ترتیب چند درصد افزایش می‌یابد؟



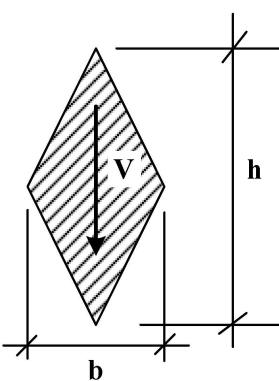
(۱)  $56/25$  و  $30/21$   
 (۲)  $95/31$  و  $30/21$   
 (۳)  $56/25$  و  $62/76$   
 (۴)  $95/31$  و  $62/76$

-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؟

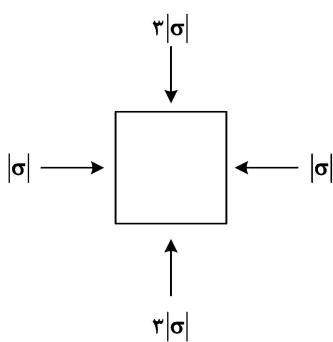


(۱) فاصله  $\frac{1}{9}h$  بالا و پایین محور خنثی  
 (۲) فاصله  $\frac{1}{8}h$  بالا و پایین محور خنثی  
 (۳) فاصله  $\frac{1}{6}h$  بالا و پایین محور خنثی  
 (۴) محور خنثی

-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؟

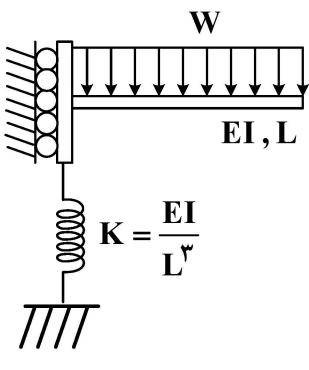
(۱) صفر  
 (۲)  $\rho gh$   
 (۳)  $\frac{\rho gh}{2}$   
 (۴)  $\frac{\sqrt{2}}{2} \rho gh$

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



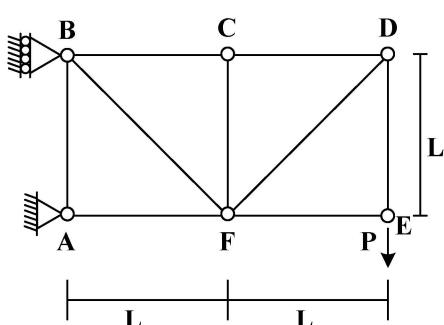
(۱)  $2|\sigma|$   
 (۲)  $|\sigma|$   
 (۳)  $1/5|\sigma|$   
 (۴)  $0/5|\sigma|$

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



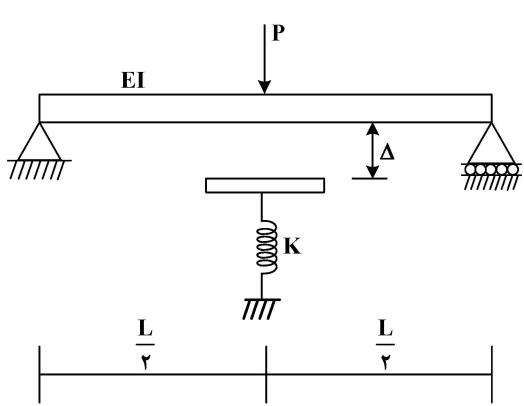
(۱)  $\frac{11}{20}$   
 (۲)  $\frac{21}{20}$   
 (۳)  $\frac{21}{40}$   
 (۴)  $\frac{41}{40}$

-۱۰ تغییر مکان عمودی گره F در خربای نشان داده شده بر حسب  $\frac{PL}{EA}$  کدام است؟ (EA برای تمامی اعضای 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 جایه جایی قائم میانه تیر با فرض اصابت تیر به



فنر بر حسب  $\frac{PL^3}{EI}$  کدام است؟

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

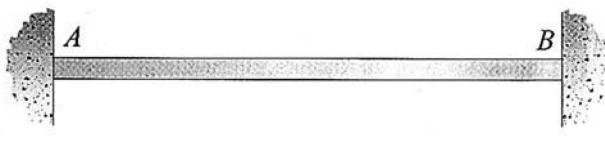
- ۱۲- در تیر دو سر گیردار نشان داده شده، تکیه گاههای A و B به ترتیب متحمل نشستهایی برابر با  $3\Delta$  و  $\Delta$  می‌شوند. گشتاور تکیه گاهی پدید آمده در A چند برابر B خواهد بود؟ (EI ثابت است).

(۱)

(۲)

(۳)

(۴)



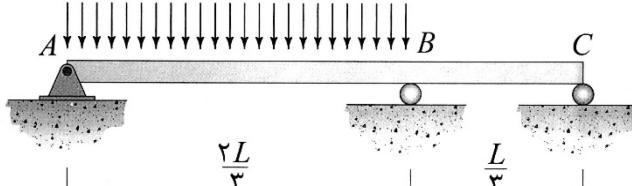
- ۱۳- برای تحلیل تیر نامعین نشان داده شده به روش نرمی، سازه اولیه (پایه) را با حذف گشتاور خمشی در نقطه B (به عبارتی ایجاد یک مفصل خمشی در آن نقطه) می‌سازیم. ضریب نرمی متناظر آن بر حسب  $\frac{L}{EI}$  کدام است؟ (EI ثابت است).

(۱)

(۲)

(۳)

(۴)



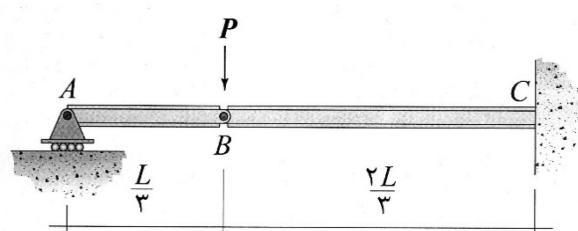
- ۱۴- شبیه تیر در نقطه A بر حسب  $\frac{PL^3}{EI}$  برابر با کدام است؟ (EI ثابت است).

(۱)

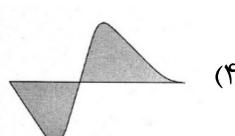
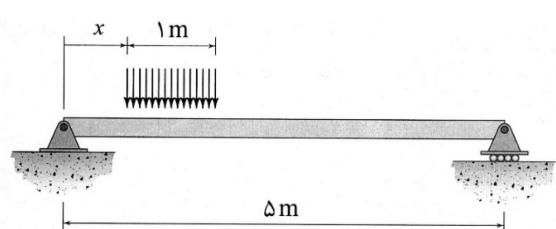
(۲)

(۳)

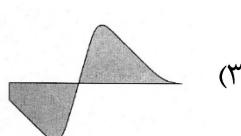
(۴)



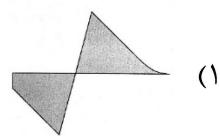
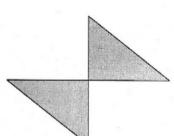
- ۱۵- تیر ساده‌ای را به طول ۵m مطابق شکل در نظر بگیرید. بار گستردگی متحرکی به طول ۱m و با شدت ثابت، سرتاسر این تیر را می‌پیماید و نهایتاً آن را ترک می‌کند. اگر فاصله لبه سمت چپ بار گستردگی از ابتدای تیر را با متغیر x نشان دهیم، نمودار تغییرات نیروی برشی پدید آمده در نقطه وسط تیر بر حسب  $x$  به ازای  $5 \leq x \leq 0$  کدام خواهد شد؟



(۱)



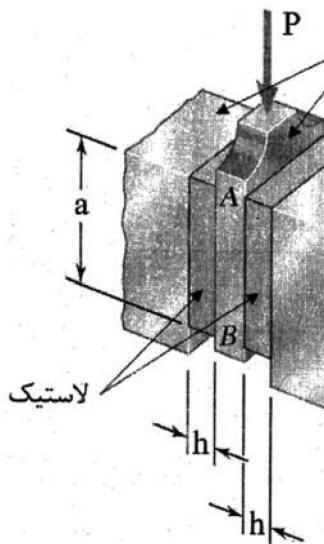
(۲)



(۴)

## مقاومت مصالح و مکانیک سیالات:

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



$$(P = K \cdot \delta)$$

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

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

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

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

- 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 لاستیک باقی می‌ماند).

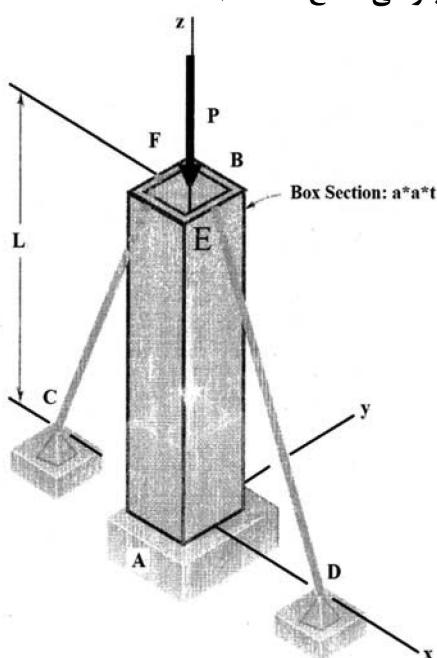
$$1 \quad (1)$$

$$2 \quad (2)$$

$$4 \quad (3)$$

$$8 \quad (4)$$

- 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).



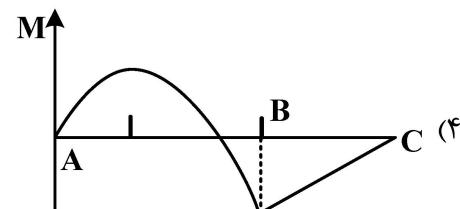
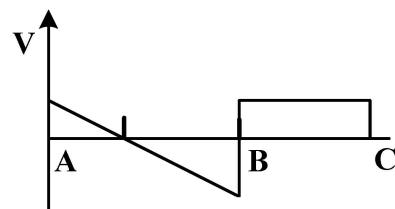
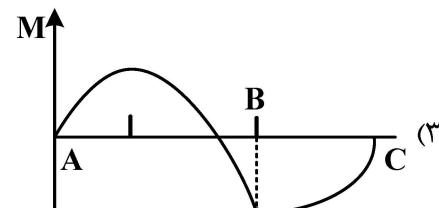
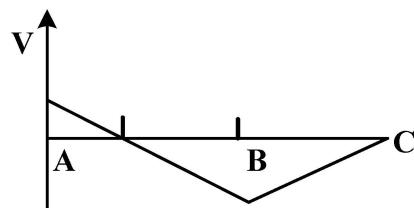
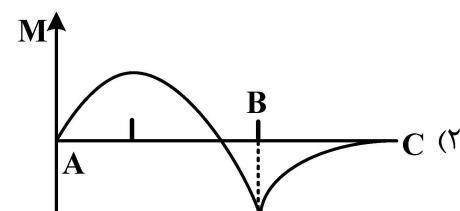
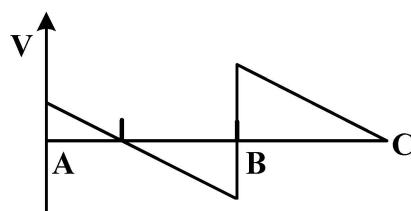
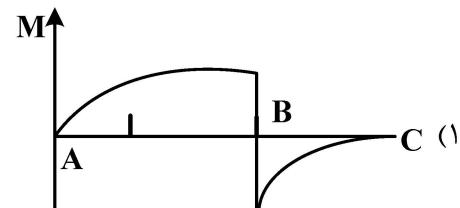
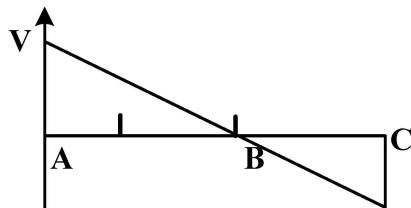
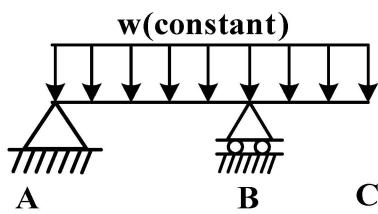
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(2L)^2} \quad x \quad (1)$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\circ/4L)^2} \quad x \quad (2)$$

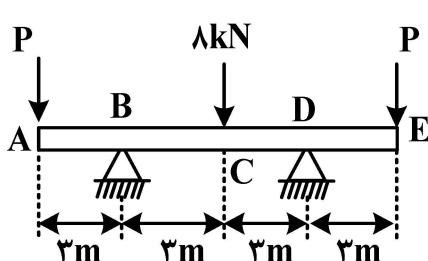
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(2L)^2} \quad y \quad (3)$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\circ/4L)^2} \quad y \quad (4)$$

-۱۹- نمودار شماتیک نیروی برشی «V» و گشتاور خمی «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؟



۱ (۱)

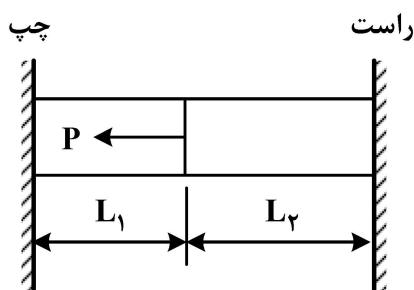
۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

۵ (۵)

۲۱- برای میله نشان داده شده با سطح مقطع ثابت، به ترتیب عکس العمل های تکیه گاهی «راست» و «چپ» نیروی محوری  $P$  کدام اند؟



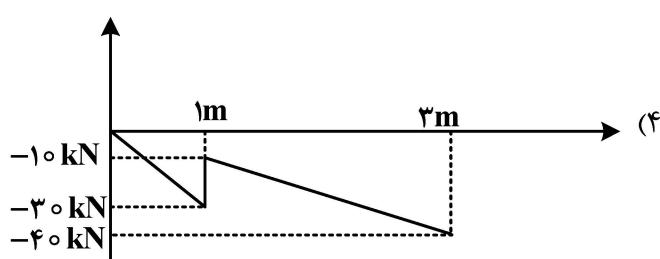
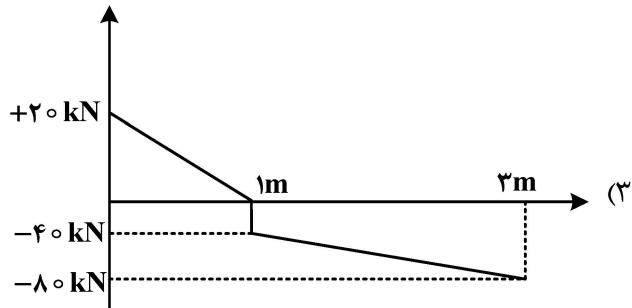
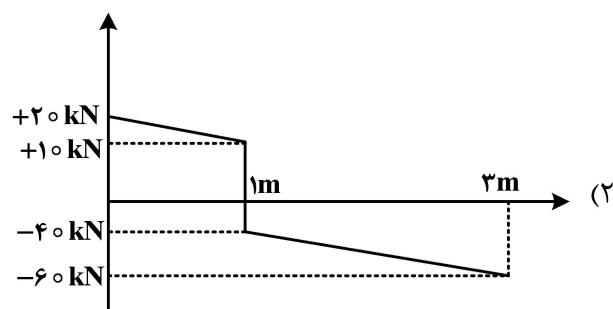
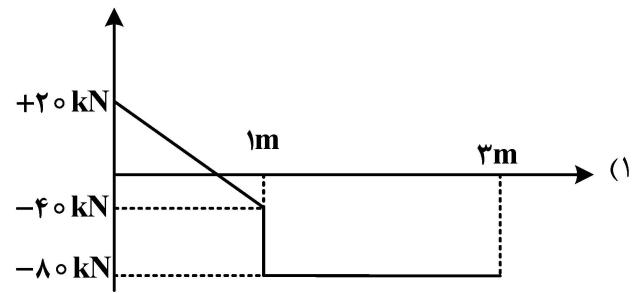
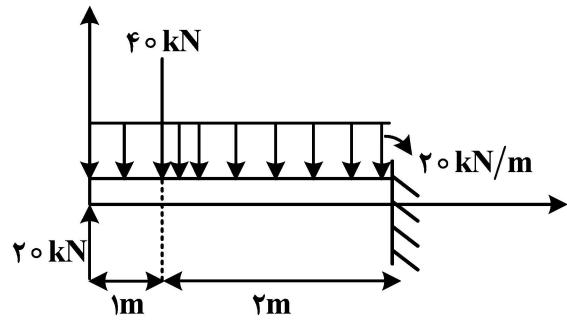
$$\frac{PL_1}{2(L_1 + L_2)} \text{ و } \frac{PL_2}{2(L_1 + L_2)} \quad (1)$$

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

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

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

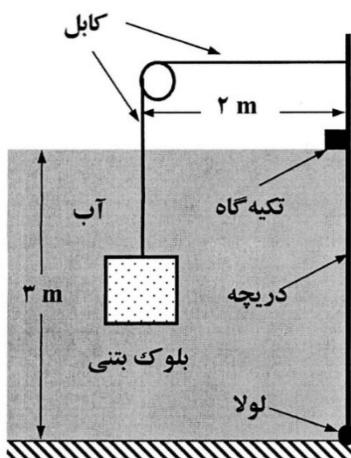
۲۲- برای بارگذاری زیر، دیاگرام نیروی برشی کدام است؟



۲۳- یک لاستیک به شکل مکعب مستطیل تحت یک کشش تکمحوره  $30\%$  افزایش طول و  $10\%$  کاهش عرض پیدا می‌کند، با فرض تراکم‌ناپذیری لاستیک، کدام مورد درخصوص میزان افزایش یا کاهش ضخامت (بعد سوم) آن درست است؟

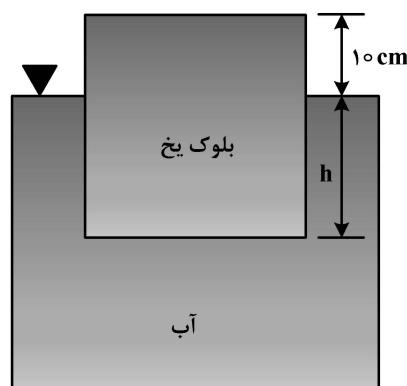
(۱)  $10-20$  درصد، کاهش می‌یابد.  
 (۲)  $10-20$  درصد، افزایش می‌یابد.  
 (۳)  $10-20$  درصد، کاهش می‌یابد.  
 (۴)  $10-20$  درصد، افزایش می‌یابد.

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



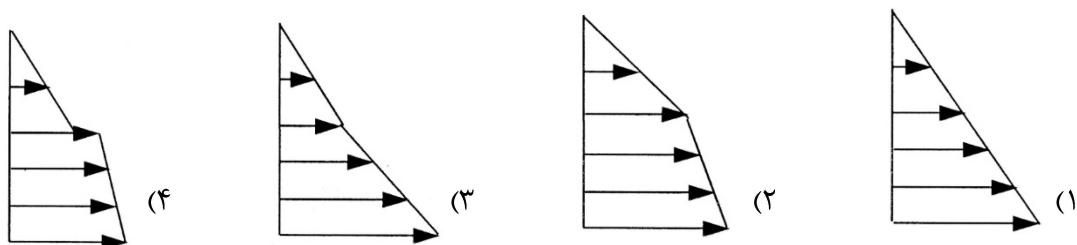
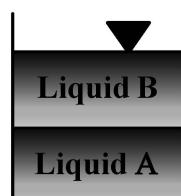
(۱)  $1/9$   
 (۲)  $1$   
 (۳)  $1/5$   
 (۴)  $2$

۲۵- یک قطعه یخ مکعب در آب شناور است. اگر ارتفاعی از یخ که بالای سطح آب قرار دارد  $10$  سانتی‌متر باشد، ارتفاعی از یخ که درون آب قرار دارد ( $h$ ) چند سانتی‌متر است؟ (چگالی نسبی یخ و آب را به ترتیب  $0.9$  و  $1.02$  را در نظر بگیرید).



(۱)  $75$   
 (۲)  $92$   
 (۳)  $102$   
 (۴)  $105$

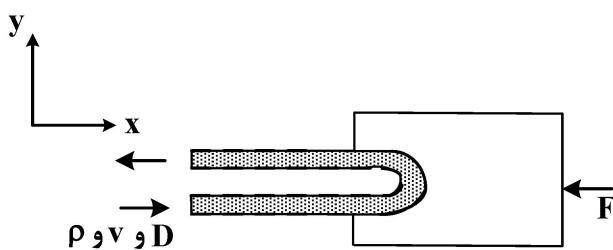
۲۶- مخزن نشان‌داده شده در شکل زیر، حاوی دو مایع غیرقابل اختلاط A و B است. کدام مورد نشان‌دهنده توزیع صحیح فشار است؟



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 ( $y^2$ ) کدام است؟  $v = w = 0$ ,  $u = ay - b(cy - y^2)$ ,  $a$ ,  $b$  و  $c$  ضرایب ثابت هستند.

(۱)  $b\mu$   
 (۲)  $2b\mu$   
 (۳)  $2bc\mu$   
 (۴)  $\frac{1}{2}b\mu$

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 می‌باشد.



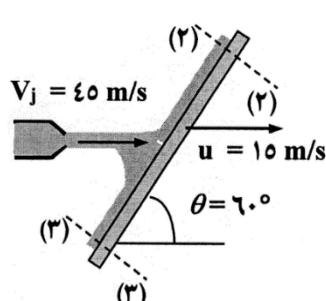
$$v = \sqrt{\frac{4F}{\pi\rho D^4}} \quad (1)$$

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

$$v = \sqrt{\frac{3F}{\pi\rho D^4}} \quad (3)$$

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

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 صرف‌نظر شود و فرض کنید که سرعت جت پس از انحراف نیز ثابت می‌ماند. چگالی آب  $1000 \text{ kg/m}^3$  است).



(۱)  $900$   
 (۲)  $750$   
 (۳)  $520$   
 (۴)  $250$

۳۰- برای مدل‌سازی یک سرریز با دبی عبوری  $400 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ ، دبی جریان در مدل با مقیاس  $\frac{1}{4}$  چند لیتر بر ثانیه است؟

(۱)  $25^\circ$   
 (۲)  $\frac{\sqrt{10}}{8^\circ}$   
 (۳)  $25/4$   
 (۴)  $12.5\sqrt{10}$

با توجه به اطلاعات زیر به سؤالات (۳۱ و ۳۲) پاسخ دهید:

مدل تحلیلی - آزمایشگاهی یک سازه به صورت معادل یک درجه آزادی (SDF) دارای سختی معادل مؤثر برابر  $P(t) = 432 \cos(32t)$   $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}}$  و وزن معادل مؤثر برابر  $250 \text{ kgf}$  بوده و نیروی دینامیکی اعمالی برابر  $\frac{m}{s^2}$  است. (شتاب ثقل برابر  $10 \frac{m}{s^2}$  و میرایی ناچیز فرض می‌شوند).

- ۳۱- تغییر مکان مدل فوق حدوداً چند cm برآورد می‌شود؟

۲/۵ (۲)

۳/۵ (۴)

۲ (۱)

۳ (۳)

- ۳۲- در سؤال قبلی، بر فرض مثال، اگر دامنه ارتعاش مدل برابر  $1/5 \text{ cm}$  درنظر گرفته شود و هدف آزمایش، کاهش دامنه ارتعاش به میزان  $40\%$  باشد، وزن معادل مدل در آزمایش، تقریباً باید چند کیلوگرم نیرو لحاظ شود؟

۱۱۰ (۲)

۱۹۰ (۴)

۸۰ (۱)

۱۵۰ (۳)

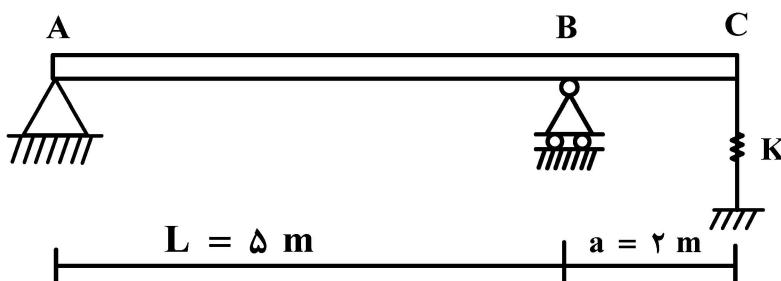
با توجه به اطلاعات زیر به سؤالات (۳۳ و ۳۴) پاسخ دهید:

تیر سرتاسری ABC در انتهای آزاد خود (C) روی یک تکیه‌گاه ارتجاعی قائم به سختی معادل برابر  $550 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$  قرار داشته و

دارای یک دستگاه مرتعش است که تغییر مکان هارمونیکی قائم با پریود ارتعاش برابر  $1/2 \text{ sec}$  و دامنه برابر  $2/5 \text{ cm}$  به تیر اعمال می‌کند. وزن دستگاه برابر  $2475 \text{ kgf}$  و درصد میرایی تیر برابر  $10\%$  هستند. سختی قائم تیر در نقطه C از رابطه

$EI = 4/2 \times 10^9 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$  که  $\frac{3EI}{(L+a)a^2}$

فرض می‌شوند).



- ۳۳- پریود طبیعی ارتعاش آزاد تیر با مدل معادل یک درجه آزادی قائم متتمرکز، چند ثانیه برآورد می‌شود؟

۰/۴ (۲)

۰/۶ (۴)

۰/۳ (۱)

۰/۵ (۳)

۳۴- اگر پریود طبیعی ارتعاش آزاد تیر، بر فرض مثال ۹/۰ ثانیه باشد، حداقل تغییر مکان قائم نقطه C در مدل یک درجه آزادی تیر متمرکز چند سانتی‌متر برآورد می‌شود؟

(۲)  $\frac{5}{5}$

(۴)  $\frac{5}{5}$

(۱)  $1/825$

(۳)  $1/0825$

۳۵- قطعه پیش‌ساخته نسبتاً صلب فلزی عرشه یک پل هنگام جابه‌جایی با جرثقیل، ناگهان به دلیل نقص فنی رها می‌شود. بعد از اغتشاش اولیه، ملاحظه می‌شود که دامنه ارتعاش طی ۵ سیکل کامل از  $10/88 \text{ cm}$  به  $4 \text{ cm}$  کاهش می‌یابد. در صد میرایی این قطعه حدوداً چقدر تخمین زده می‌شود؟ ( $3 = \pi$  فرض شود).

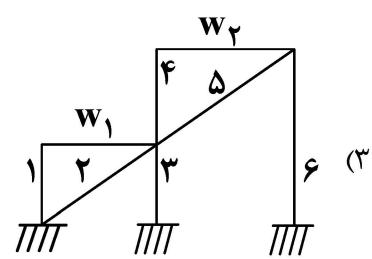
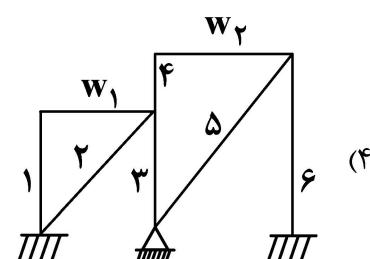
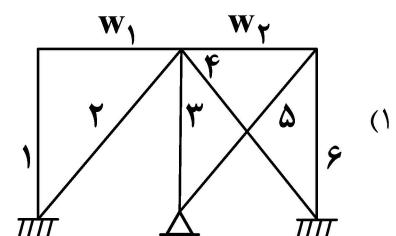
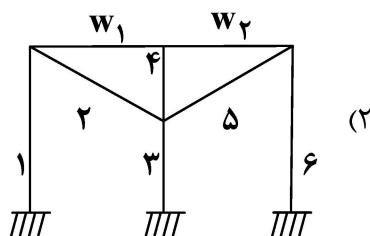
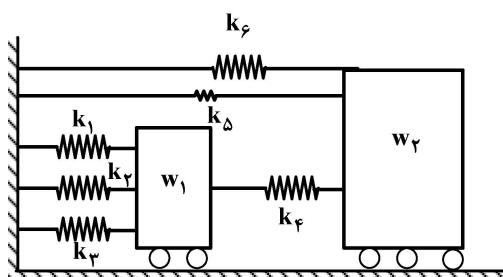
(۱)  $3/3$

(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 به‌چه 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).

(۲)  $\frac{ML^2}{12} + K\theta^2 L^2$

(۱)  $\frac{ML^2}{3} + K\theta^2 L^2$

(۴)  $\frac{ML^2}{12}$

(۳)  $\frac{ML^2}{3}$

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

یک برج مخابراتی به وزن معادل برابر  $500 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  تن بر روی سه پایه قائم با سختی جانبی معادل هریک برابر  $50^{\circ}$  می‌باشد.

قرار دارد. زلزله طرح شبیه‌سازی شده این برج به صورت  $u_g(t) = 4 \sin(1/5t)$  برحسب cm تعیین شده است.

در صد میرایی سازه برابر  $10\%$ ، شتاب نقل برابر  $\frac{m}{s^2} = 3$  و مدل تحلیلی به صورت SDF فرض می‌شوند.

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

(۱)  $1/5$  و ۲

(۲)  $1/3$  و ۲

(۳)  $1/5$  و  $1/5$

(۴)  $1/3$  و  $1/5$

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

زلزله طرح، چند cm تخمین زده می‌شود؟

(۱) ۲

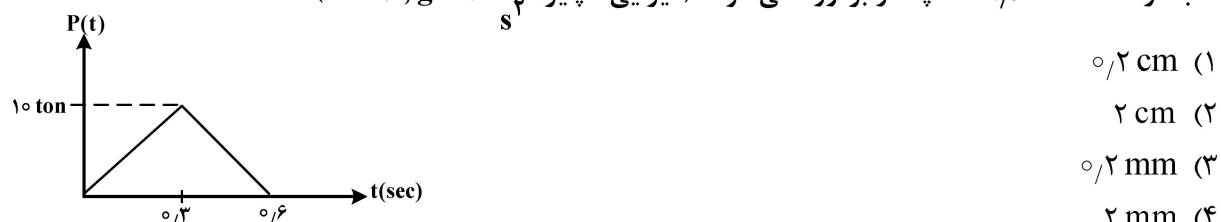
(۲)  $2/5$

(۳) ۳

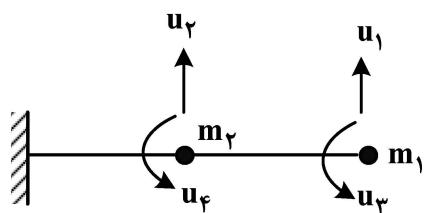
(۴)  $3/5$

۴۰ - قاب یک طبقه‌ای با مدل تحلیلی معادل یک درجه آزادی با رفتار خطی به جرم  $m = 2 \frac{\text{ton} \cdot \text{s}^2}{\text{cm}}$  و پریود طبیعی ارتعاش آزاد برابر  $1/6$  ثانیه تحت اثر نیروی افقی دینامیکی مطابق شکل قرار می‌گیرد. قدر مطلق دامنه تغییر مکان

CAB در لحظه  $t = 1/5 \text{ sec}$  چقدر برآورده می‌شود؟ (میرایی ناچیز،  $\pi \approx 3$ ،  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )



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؟



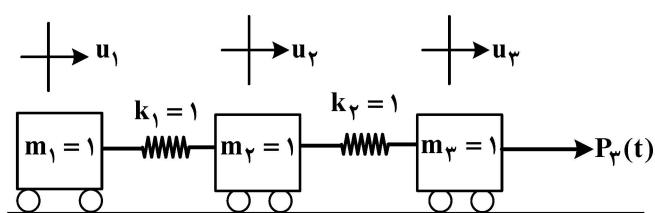
$$\begin{bmatrix} m_1 & \bullet & m_1 & \bullet \\ \bullet & m_2 & \bullet & m_2 \\ m_1 & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & m_2 & \bullet & \bullet \end{bmatrix} \quad (1)$$

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

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

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

با توجه به اطلاعات زیر به سؤالات (۴۲ و ۴۳) پاسخ دهید:  
 مدل تحلیلی رفتار دینامیکی یک سازه مطابق شکل ارائه شده است. درجات آزادی  $u_1$  تا  $u_3$  بوده و مقیاس جرم و سختی هماهنگ هستند.



۴۲- فرکانس زاویه‌ای مود اول ارتعاش کدام است؟

$$\sqrt{2} \quad (1)$$

$$\sqrt{3} \quad (2)$$

$$1 \quad (3)$$

$$\text{صفر} \quad (4)$$

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

$$\begin{Bmatrix} \circ \\ 1 \end{Bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{Bmatrix} \circ \\ 1 \\ \circ \end{Bmatrix} \quad (4)$$

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

$$\begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix} \quad (3)$$

۴۴- در تحلیل دینامیکی غیرخطی یک سازه به روش عددی، اگر سختی اولیه برابر  $K$  و گام زمانی برابر  $\Delta t$  و منحنی

$$f_s = 9 \left[ \frac{4u}{3} - \frac{1}{3} \left( \frac{u}{3} \right)^3 \right]$$

در هر لحظه از چه رابطه‌ای تعیین می‌شود؟

$$12K - \frac{u^2}{3} (\Delta t) \quad (2)$$

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

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

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

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

$$mz_0^2 \omega^2 = \frac{x^2}{L^2} \sin \omega t \quad (1)$$

از  $mz_0^2 \omega^2$  خواهد بود؟

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

$$\frac{L}{10} \quad (1)$$

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

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

مهندسی ترافیک پیشرفته:

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

۴۶- برای طراحی یک آزادراه با حجم ساعتی طرح جهتی  $4500^{\circ}$  وسیله نقلیه و حداکثر جریان  $1875$  معادل سواری در ساعت در هر خط، اگر ضریب تصحیح برای وسایل نقلیه سنگین  $0.85$  و ضریب ساعت اوج  $0.95$  باشد، حداقل تعداد خطوط عبوری در هر جهت کدام است؟

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

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

۴۷- اگر در یک راه بین شهری، متوسط ترافیک روزانه در سال  $125,000$  وسیله نقلیه و حجم ترافیک در ساعت اوج  $13$  درصد حجم ترافیک روزانه باشد، با احتساب توزیع جهتی ترافیک  $40-60$ ، نسبت حجم طراحی ساعتی در جهت بیشتر به کمتر، مطابق با کدام گزینه است؟

$$1) 0.5 \quad (1)$$

$$2) 0.67 \quad (2)$$

$$3) 1.5 \quad (3)$$

۴۸- در یک تقاطع چراغ‌دار، اگر سرعت مجاز وسایل نقلیه از یک ورودی به تقاطع  $36$  کیلومتر در ساعت و شیب آن مسیر ورودی به تقاطع  $2$  درصد باشد، با فرض شتاب ترمز وسایل نقلیه  $0.4$  متر بر مجدور ثانیه و زمان عکس‌العمل راننده  $1$  ثانیه باشد، زمان زرد چراغ راهنمایی برای این ورودی به تقاطع چند ثانیه است؟

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

$$2) 1/25 \quad (2)$$

$$3) 1/5 \quad (3)$$

$$4) 1/75 \quad (4)$$

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

(۱) فاصله بین تقاطع های متواالی  
 (۲) درصد سرعت جریان آزاد  
 (۳) درصد زمان دنباله روی  
 (۴) متوسط سرعت سفر

۵۰- برای تحلیل ظرفیت در معابر شهری با جریان تردد ناپیوسته، حداکثر فاصله بین تقاطع های متواالی چراغ دار چند کیلومتر است؟

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

۵۱- در یک تقاطع هم سطح چراغ دار با زمان ثابت، دو زمان چرخه به ترتیب برای ساعات صبح گاهی و عصر گاهی 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 عصر گاهی به صبح گاهی کدام گزینه است؟

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

۵۲- داده های دوره ای ۱۵ دقیقه ای یک معبر در ساعت اوج عصر مطابق جدول زیر است. برای تحلیل صفت راهیکی تشکیل شده، اگر نرخ تخلیه معبر ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت باشد. در بازه زمانی سوم (۵:۳۰-۵:۴۵) تأخیر واردہ بر وسائل نقلیه در صفت، چند ثانیه است؟

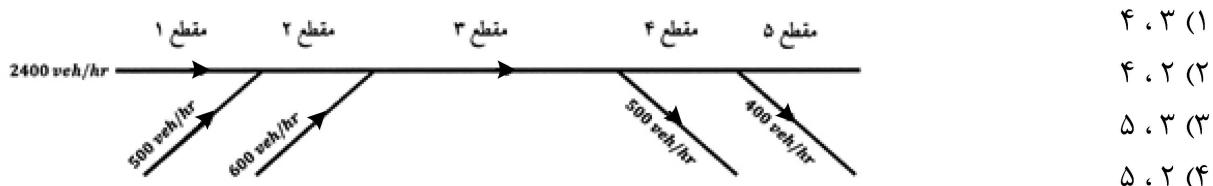
| نرخ تقاضا (وسیله نقلیه در ساعت) | بازه زمانی |
|---------------------------------|------------|
| ۱۰۰۰                            | ۵:۰۰-۵:۱۵  |
| ۱۱۰۰                            | ۵:۱۵-۵:۳۰  |
| ۱۲۰۰                            | ۵:۳۰-۵:۴۵  |
| ۹۰۰                             | ۵:۴۵-۶:۰۰  |

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

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

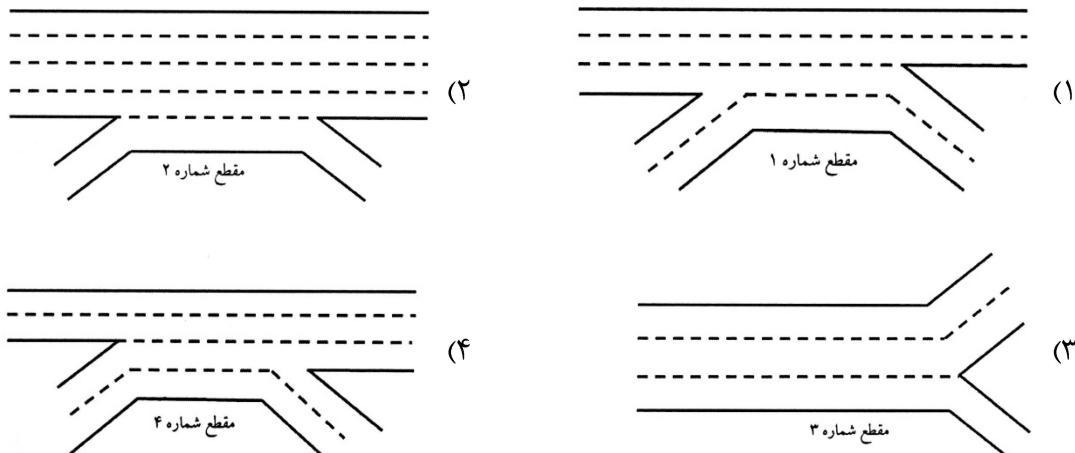
(۱) ۲۸  
 (۲) ۳۴  
 (۳) ۴۸  
 (۴) ۵۰

۵۴- با توجه به نرخ ورودی - خروجی وسائل 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 می افتد؟



(۱) ۴، ۳  
 (۲) ۴، ۲  
 (۳) ۵، ۳  
 (۴) ۵، ۲

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



۵۶- برای یک رویکرد دو خطه در یک تقاطع چراغدار با حرکات گردش به چپ مجاز، اگر  $20$  درصد وسایل نقلیه گردش به چپ کنند و معادل گردش به چپ ( $E_{LT}$ ) برابر  $5$  باشد و مابقی وسایل نقلیه به طور مستقیم از تقاطع عبور کنند و سرفاصله زمانی اشباع بین وسایل نقلیه  $2$  ثانیه باشد، نرخ جریان اشباع معادل بر حسب  $veh/hg/ln$  کدام گزینه است؟

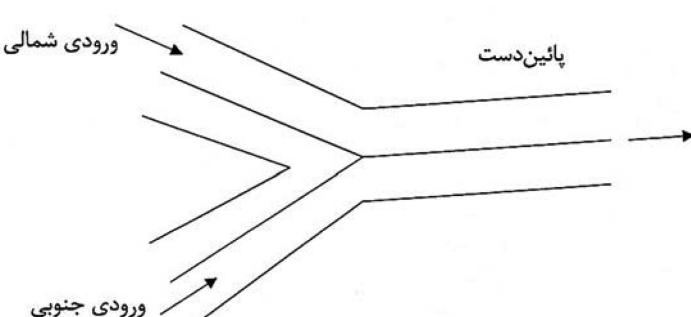
(۱)  $1800$  (۲)  $1500$  (۳)  $1200$  (۴)  $1000$

۵۷- در یک مطالعه پارکینگ در مرکز شهر، میانگین مدت زمان پارک وسایل نقلیه  $45$  دقیقه است. اگر فضاهای پارکینگ در این منطقه در دوره مطالعه  $14$  ساعتی (از  $6$  صبح تا  $8$  شب) با ضریب کارآیی دسترسی  $75\%$  مطابق جدول زیر باشد، چه تعداد وسیله نقلیه می‌تواند در دوره مطالعه پارک شود؟

| گروه پارکینگ | زمان در دسترس | تعداد فضای پارک |
|--------------|---------------|-----------------|
| A            | ۱۵ تا ۱۶      | ۱۰۰             |
| B            | ۱۳ تا ۱۸      | ۱۲۰             |
| C            | ۱۲ تا ۱۶      | ۲۰۰             |
| D            | ۸ تا ۱۸       | ۳۰              |

(۱)  $4500$  (۲)  $4000$  (۳)  $3000$  (۴)  $1800$

۵۸- در محل ادغام دو آزادراه در شکل زیر، ظرفیت بخش پایین دست  $6000$  وسیله نقلیه در ساعت، تقاضای ورودی از شمال  $4000$  وسیله نقلیه در ساعت و تقاضای ورودی از جنوب  $3500$  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 پایین دست و سهم ورودی‌های شمالی و جنوبی از این حجم بر مبنای حجم ترافیک ورودی‌ها، چند وسیله نقلیه در ساعت است؟



(۱)  $4000$ ،  $3500$  و  $3000$   
 (۲)  $3750$ ،  $3750$  و  $3000$   
 (۳)  $3000$ ،  $6000$  و  $3000$   
 (۴)  $2800$ ،  $3200$  و  $6000$

-۵۹ در تردد خودروها از یک خط عبور در راه چند خطه، میانگین سرفاصله مکانی ۲۷ متر و نرخ جریان  $100\text{ m/s}$  وسیله نقلیه در ساعت است. چگالی و سرعت تردد در این خط عبور به ترتیب کدام است؟

(۱) ۳۷ و ۲۷  
(۲) ۱۳۳ و ۷/۵  
(۳) ۱۳۳ و ۷/۵  
(۴) ۳۷ و ۲۷

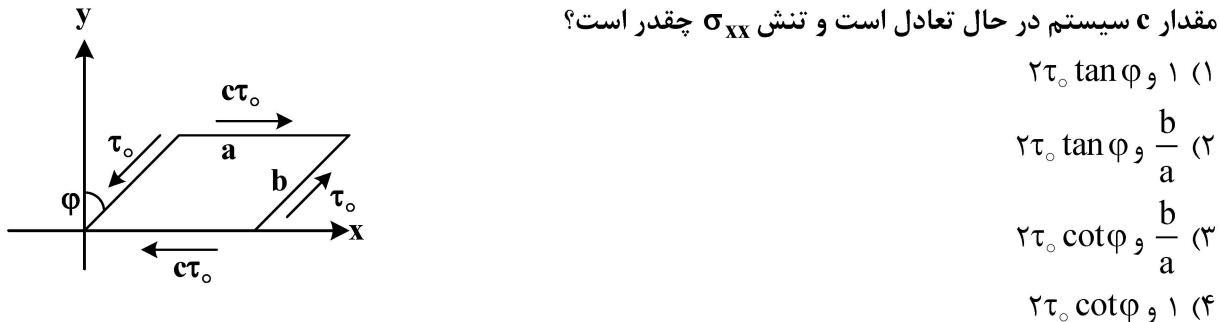
-۶۰ در یک میدان با ورودی‌هایی به عرض ۸ متر، عرض بخش تداخلی ۱۶ متر و طول تداخلی ۳۲ متر است. اگر حجم تداخلی  $1200\text{ m}^3$  و کل حجم مقطع تداخلی  $2000\text{ m}^3$  معادل وسیله نقلیه در ساعت باشد، ظرفیت میدان چند معادل وسیله نقلیه در ساعت است؟

$$Q = \frac{280 \times W \times (1 + \frac{e}{W}) \times (1 - \frac{p}{3})}{1 + \frac{W}{L}}$$

(۱) ۳,۸۰۰  
(۲) ۳,۵۸۴  
(۳) ۳,۴۲۰  
(۴) ۴,۲۱۴

#### تئوری الاستیسیته:

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



-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؟

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

$$ac - b^2 = 0 \quad (2)$$

$$a, c > 0, d = 0 \quad (3)$$

$$\left( (a + c)d > 0, ac - b^2 = 0 \right) \text{ یا } \left( ac - b^2 > 0, d = 0 \right) \quad (4)$$

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

$$-\mathbf{I}_\varepsilon \mathbf{E}^2 - \mathbf{I}_\varepsilon \mathbf{E} - \mathbf{II}_\varepsilon \mathbf{E} - \mathbf{III}_\varepsilon = 0 \quad (1)$$

$$\left( \mu + \frac{\lambda}{2} \right) \mathbf{II}_\varepsilon + 2\mu \mathbf{I}_\varepsilon^2 \quad (2) \quad \left( \mu + \frac{\lambda}{2} \right) \mathbf{I}_\varepsilon^2 - 2\mu \mathbf{II}_\varepsilon \quad (1)$$

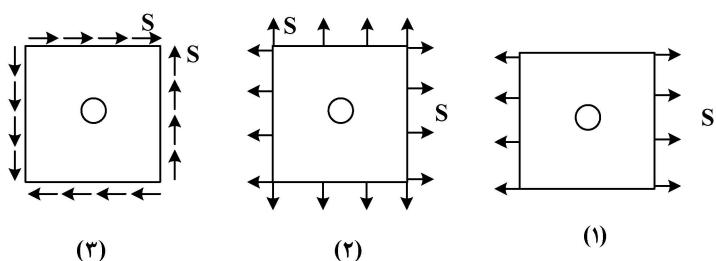
$$\left( \mu + \frac{\lambda}{2} \right) \mathbf{II}_\varepsilon - 2\mu \mathbf{I}_\varepsilon^2 \quad (4) \quad \left( \mu + \frac{\lambda}{2} \right) \mathbf{I}_\varepsilon^2 + 2\mu \mathbf{II}_\varepsilon \quad (3)$$

۶۴- تابع تنش  $\varphi = cr^{\frac{1}{2}} \ln r\theta$  (c ثابت) در مختصات قطبی، چه شرایط مرزی را در مرز ناحیه دایره‌ای  $R \leq r \leq R_0$  با شاعع  $\theta$  می‌کند؟ (e مبنای لگاریتم طبیعی است.)

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

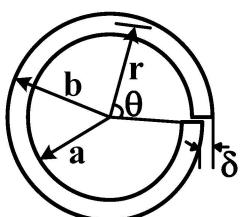
- ۱) تنش شعاعی متناسب با  $\theta$  و تنش برشی یکنواخت
- ۲) تنش شعاعی یکنواخت و تنش برشی یکنواخت
- ۳) تنش شعاعی متناسب با  $\theta$
- ۴) تنش برشی یکنواخت

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) ۴، ۲ و ۳
- ۲) ۴ و ۲، ۳
- ۳) ۲ و ۴، ۳
- ۴) ۲، ۳ و ۴

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



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

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

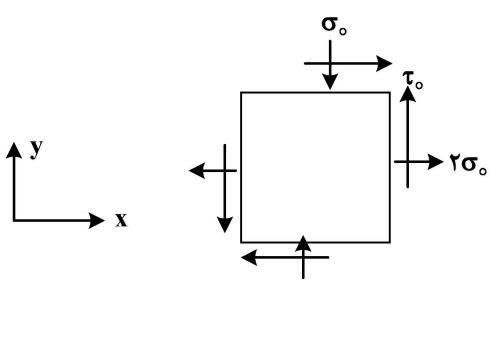
شیار و  $\ln$  معرف لگاریتم نپراست. نسبت  $\frac{\sigma_{rr}}{\sigma_{r\theta}}$  کدام است؟

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

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



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



$$= \text{مدول الاستیسیته} \quad \nu = \text{ضریب پواسون}$$

$$\frac{-\nu \sigma_0 h}{E} \quad (1)$$

$$\frac{-2\nu \sigma_0 h}{E} \quad (2)$$

$$\frac{\nu \sigma_0 h}{E} \quad (3)$$

$$\frac{2\nu \sigma_0 h}{E} \quad (4)$$

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

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

$$G = \frac{1}{5}E \quad (3)$$

۷۰- قانون کلی هوک به صورت  $D_{ijkl}e_{kl} = \tau_{ij}$  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؟

$$81 \quad (1)$$

$$21 \quad (3)$$

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 (۱) بیان کنیم، معادلات سازگاری کدام است؟

$$e_{ij,kl} + e_{lk,ij} - e_{ki,jl} - e_{lj,ik} = 0 \quad (2) \quad e_{ij,kl} + e_{kl,ij} - e_{ik,jl} - e_{jl,ik} = 0 \quad (1)$$

۷۲- در میدان جابه‌جایی کوچک  $u = Ax, v = Bxz, w = c(x^2 + y^2)$  مؤلفه بردار دوران در صفحه  $x-z$  در معادلات سازگاری وجود ندارند زیرا آنها مستقل نیستند. فقط ۶ معادله مستقل برای فضای دو بعدی وجود دارد.

۷۳- در میدان جابه‌جایی کوچک  $u = Ax, v = Bxz, w = c(x^2 + y^2)$  مؤلفه بردار دوران در صفحه  $x-z$  در مبدأ مختصات کدام است؟

$$2c \quad (1)$$

$$-c \quad (3)$$

۷۴- در میدان کرنش زیر، به ازای چه رابطه‌ای بین ضرایب  $A$  و  $B$  در یک ناحیه همبند ساده پیوسته، جابه‌جایی رابطه پیوسته و یک به یک دارد؟

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

$$A = 2B \quad (2) \quad A = B \quad (1)$$

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

۷۵- مؤلفه‌های میدان تغییر مکان در یک جسم ارتجاعی به صورت زیر داده شده است. در این میدان، کرنش‌های اصلی انحرافی کدام گزینه است؟

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

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

$$-2, -4, 4 \quad (4) \quad -3, -1, 4 \quad (3)$$

۷۶- ماتریس تنش در یک نقطه در دستگاه مختصات  $xyz$  به صورت  $\begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 \end{bmatrix}$  داده شده است. کدام راستا

یک راستای اصلی تنش است؟

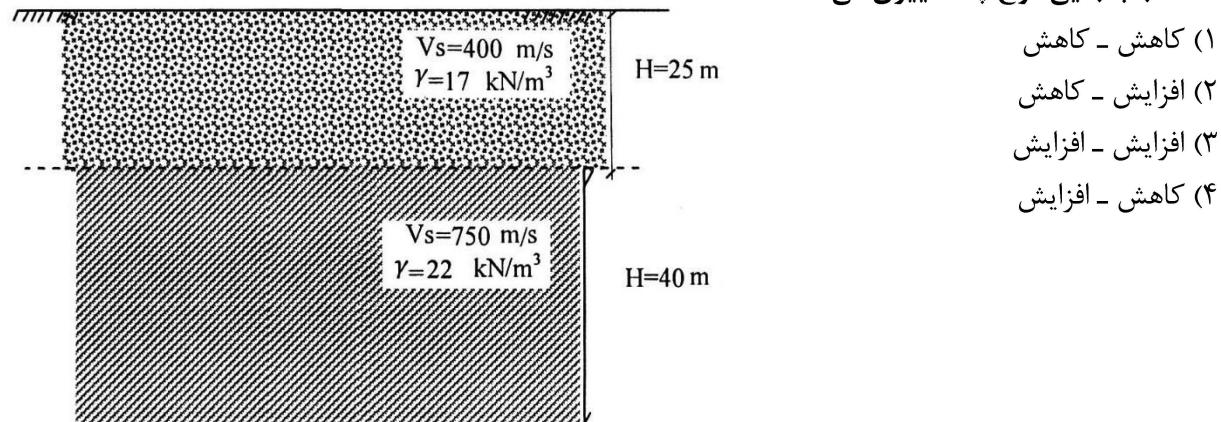
$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4) \quad \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \quad (3) \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix} \quad (2) \quad \frac{1}{5} \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

دینامیک خاک:

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

۱) اصطکاکی      ۲) ویسکوز      ۳) تشعشعی      ۴) هیسترزیس

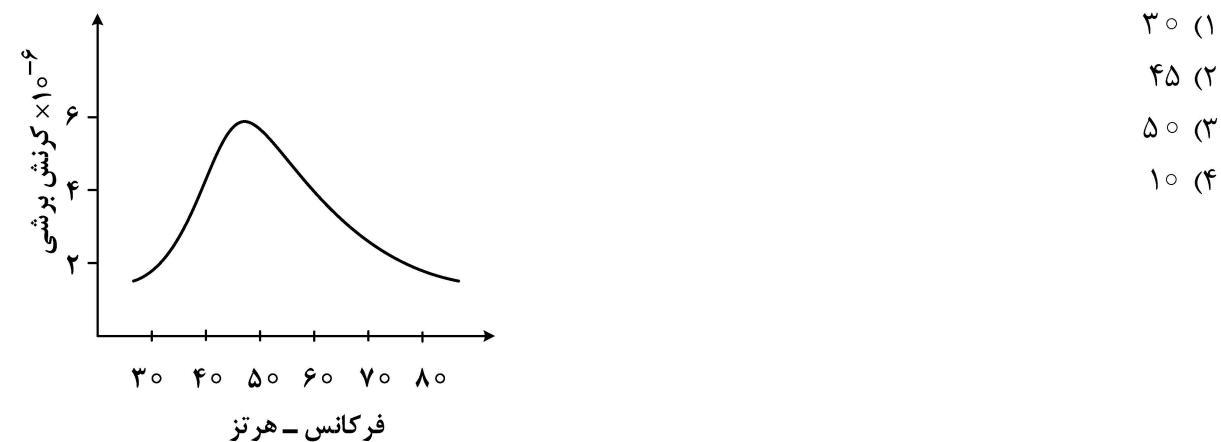
۷۷- در شکل زیر، موج عرضی زلزله در جهت قائم از پایین به سمت سطح زمین منتشر شده است. دامنه تنش موج و سطح زمین دامنه جابه جایی موج چه تغییری می کنند؟



۷۸- زمان رسیدن امواج حاصل از یک ضربه سطحی در فاصله ۱۰۰ متری به ترتیب ۰/۱، ۰/۲، ۰/۵ و ۰/۸ ثانیه اندازه گیری شده است. کدام مورد نادرست است؟

۱) سرعت موج فشاری  $1000 \frac{m}{s}$  است.  
 ۲) سرعت موج حجمی  $200 \frac{m}{s}$  است.  
 ۳) سرعت موج برشی  $50 \frac{m}{s}$  است.  
 ۴) سرعت موج رایلی  $200 \frac{m}{s}$  است.

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



۸۰- در آزمایش برش سیکلی ضریب میرایی نوعی خاک در کرنش برشی ۱/۰ ۵ حدود ۵ درصد اندازه گیری 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  $(\gamma_{\text{max}} r_d / 65)$  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 بد 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)  $0/3$
- ۲)  $0/5$
- ۳)  $0/7$
- ۴)  $0/9$

-۸۶- در بررسی روانگرایی، اگر به جای  $\tau_{\text{max}} / 65$  به عنوان حداکثر تنش برشی معادل استفاده شود، در این صورت تغییرات تعداد تنابه‌های 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  $15$  درصد تنش سربار قائم است. تحت زلزله‌ای با شدت  $5/1$   $\text{g}$  وضعیت روانگرایی در عمق  $2$  متری از سطح زمین با تغییر سفره آب از سطح زمین به عمق یک متری چگونه خواهد بود؟ (وزن مخصوص خشک  $1/5$  و وزن مخصوص اشباع  $\frac{t}{m^3}$ )

- 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 قرار دارد. فرکانس طبیعی در هارمونیک سوم کدام است؟

$$2\pi V_s \quad (2) \quad \pi V_r \quad (1)$$

$$2\pi V_r \quad (4) \quad \pi V_s \quad (3)$$

- ۸۹- یک فونداسیون بتنی به وزن  $10$  تن، بار یک ماشین تحت نیروی دینامیکی  $3\sin(60t)$  (بر حسب تن) را تحمل می کند. اگر سختی خاک  $\frac{MN}{m}$  باشد، حداکثر بار دینامیکی وارد بر خاک زیر پی، چند تن خواهد بود؟ (از میرایی خاک صرف نظر شود).

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

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

- ۹۰- در تحلیل تک بعدی 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 پس کشیده (Post-Tension Anchor) که برای پایدارسازی گود استفاده شده است، طول آزاد چه وظیفه ای دارد؟

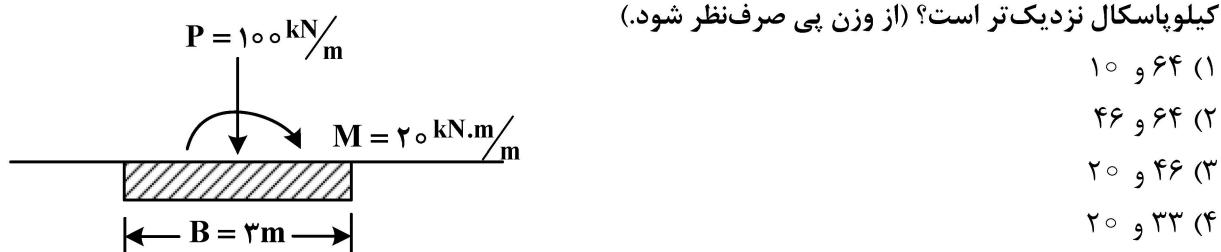
۱) جلوگیری از اعمال نیرو به خاک در ناحیه آزاد برای امکان پس کشیدگی

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 داده شده، به ترتیب، حداکثر و حداقل تنش زیر پی به کدام عدد ها بر حسب کیلوپاسکال نزدیک تر است؟ (از وزن پی صرف نظر شود).



$$10 \quad (1)$$

$$46 \quad (2)$$

$$20 \quad (3)$$

$$20 \quad (4)$$

- ۹۳- برای یک پی نواری مستقر بر خاک دانه ای بر سطح زمین افقی، اگر عرض پی  $2$  برابر شود، ظرفیت بار باری قائم چند برابر می شود؟

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

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

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 بهمسازی در برابر روانگرایی، کدام مورد نامناسب است؟

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

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

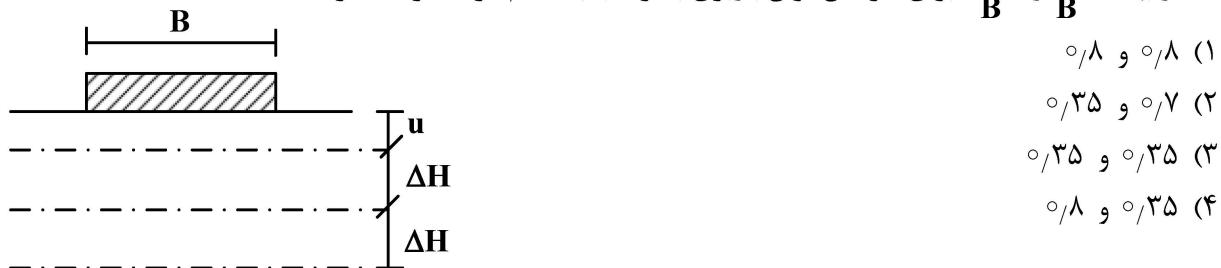
- ۱) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
- ۲) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
- ۳) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
- ۴) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

۹۷- در دیوار حائل مهاربندی شده (Anchored Wall) اگر فاصله بین مهارها کاهش یابد، به ترتیب، چه تغییری در لنگر خمی 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.

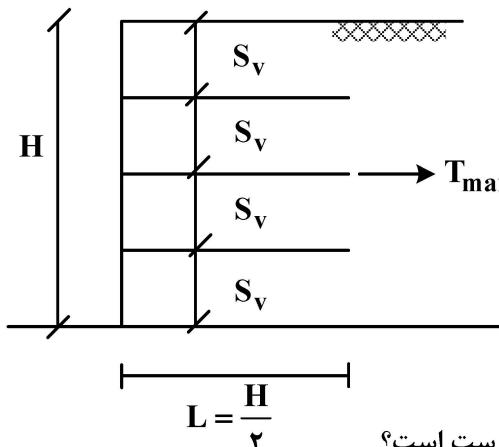
مقدار بهینه  $\frac{\Delta H}{B}$  و  $\frac{u}{B}$  برای افزایش توان باربری به ترتیب به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



۹۹- برای یک پروژه در عمق ۳۰ متری از آزمایش پرسیومتری استفاده شده است. کدام مورد می‌تواند خروجی حاصل از نتایج مستقیم این آزمایش صحرایی 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 تسليح کننده میانی چقدر است؟ (ضریب اطمینان در نظر گرفته نشود).



$$\varphi = 30^\circ, \quad S_v = \frac{H}{4} \quad \frac{\gamma H^3}{12} \quad (1)$$

$$C = 0 \quad \frac{\gamma H^3}{6} \quad (2)$$

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

$$\frac{\gamma H^3}{18} \quad (4)$$

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

(۱) از رسوبات بادرفتی یا لُس و یا خاکستر آتشفسانی 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 نزدیک‌تر است؟

$$285 \quad (2) \quad 50 \quad (1)$$

$$285 \quad (4) \quad 500 \quad (3)$$

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).

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

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

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

(۱) بار واردہ بر نوک شمع      (۲) مدول الاستیسیته شمع

(۳) نسبت پواسون خاک اطراف نوک شمع      (۴) مدول الاستیسیته خاک اطراف نوک شمع

### هیدرولیک پیشرفتی - 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 دریچه کشویی در کانال، باعث ایجاد موج مثبت به طرف پایین دست دریچه و ایجاد موج منفی در بالا دست آن می‌شود.

۱۰۷- یک کanal پایاب مستطیلی به عرض ۱۰ متر، دبی مداوم ۴۰ مترمکعب بر ثانیه را با عمق  $2/5$  متر از یک تأسیسات بر قابی منتقل می‌کند. دبی ورودی به توربین‌ها به طور ناگهانی تا ۱۰۰ مترمکعب بر ثانیه افزایش می‌یابد. اگر عمق موج ایجادشده در کanal ۳ متر باشد، سرعت حرکت آن بر حسب  $\frac{m}{s}$  چقدر است؟

$$12) 2 \quad 1) 6$$

$$20) 4 \quad 16) 3$$

۱۰۸- نهر آبرفتی عریضی با شیب بستر  $1/000$  وجود دارد که اندازه ذرات و چگالی نسبی رسوبات بستر آن به ترتیب  $\Delta = 1/6$  و  $d_5 = 4 \text{ mm}$  است. اگر فراستنجه بی بعد شیلدز در حالت بحرانی برابر با  $4/0$  و ضریب شزی آبراهه برابر

$$(g = 10 \frac{m}{s^2}) \quad \frac{1}{5} \text{ باشد، سرعت متوسط جریان در شرایط آستانه حرکت بر حسب } \frac{m}{s} \text{ کدام است؟}$$

$$1/2) 2 \quad 2/6) 1$$

$$0/6) 4 \quad 0/8) 3$$

۱۰۹- یک مخزن تعادل به قطر ۲ متر در حدفاصل بین سد و توربین خانه 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،

$$\text{نحو تغییرات سطح آب در مخزن تعادل بر حسب } \frac{m}{s} \text{ کدام است؟ (از اصطکاک چشم‌پوشی می‌شود.)}$$

$$1/6) 2 \quad 0/8) 1$$

$$6/4) 4 \quad 3/2) 3$$

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 (بر حسب ثانیه) کدام است؟ ( $g = 10 \frac{m^2}{s^2}$ )

واز تلفات چشم‌پوشی می‌شود.)

$$418) 2 \quad 627) 1$$

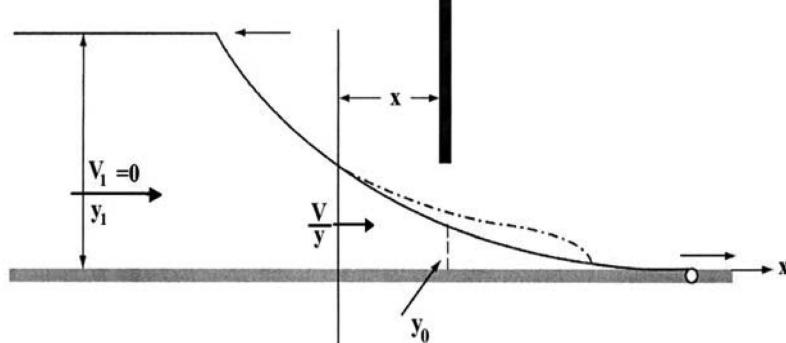
$$105) 4 \quad 209) 3$$

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  $2\sqrt{gy_1} - 2\sqrt{gy_0}$  است. اگر عمق آب در مخزن قبل از شکست ۵۴ متر باشد، مقدار عمق جریان در محل سد  $y$  بر حسب متر کدام است؟

$$1) 24 \quad 2) 20$$

$$3) 16$$

$$4) 12$$



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؟

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

$$R' = \left( \frac{n_s}{n} \right)^{\frac{3}{2}} R \quad (1)$$

$$R' = \left( \frac{n_s}{n} \right)^{\frac{3}{2}} R \quad (4)$$

$$R' = \left( \frac{n_s}{n} \right) R \quad (3)$$

۱۱۳- نمودار شیلدز، تغییرات تنش برشی بی‌بعد وارد بر بستر آبراهه را در مقابل چه پارامتری نشان می‌دهد؟ (شعاع هیدرولیکی آبراهه،  $d$  اندازه دانه‌های بستر،  $* u$  سرعت برشی،  $V$  لزجت سینماتیکی،  $V$  سرعت متوسط جریان)

$$\frac{d}{R} \quad (2)$$

$$\frac{u * R}{V} \quad (1)$$

$$\frac{VR}{V} \quad (4)$$

$$\frac{u * d}{V} \quad (3)$$

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؟

$$Q_R > Q_F \quad (1)$$

$$Q_R = Q_F \quad (2)$$

$$Q_R < Q_F \quad (3)$$

$$Q_R / Q_F \quad (4)$$
 مقداری ثابت در تمامی مراحل عبور سیل است.

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

۱) زبری سطحی

۲) عدد فرود

۱) عدد رینولدز

۴) عدد رینولدز و زبری سطحی

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

$$2) \text{ شتاب موضعی} \frac{\partial V_s}{\partial t} \text{ و اولر}$$

$$1) \text{ شتاب انتقالی} V_s \frac{\partial V_s}{\partial s} \text{ و اولر}$$

$$4) \text{ شتاب انتقالی} V_s \frac{\partial V_s}{\partial s} \text{ و برنولی}$$

$$3) \text{ شتاب موضعی} \frac{\partial V_s}{\partial t} \text{ و برنولی}$$

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

$$n \alpha \epsilon_s^{\left(-\frac{1}{6}\right)} \quad (2)$$

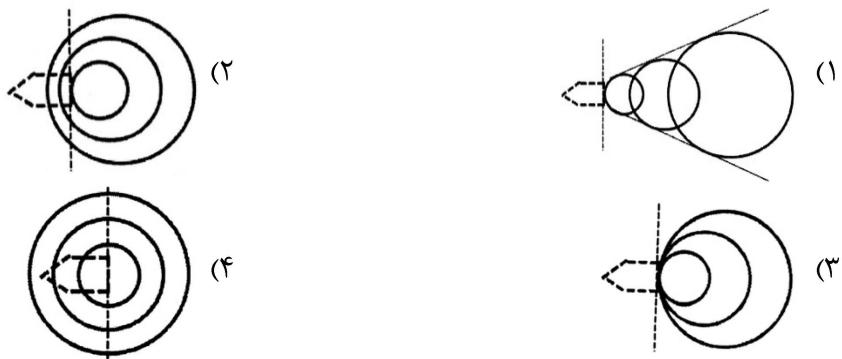
$$n \alpha \epsilon_s^{\left(\frac{1}{6}\right)} \quad (1)$$

$$n \alpha \frac{\epsilon_s}{4R_h} \quad (4)$$

$$n \alpha \epsilon_s^{\left(\frac{1}{3}\right)} \quad (3)$$

۱۱۸- در یک کانال مستطیلی به عمق ۹۰ cm و شیب ناچیز، قایق کوچکی با سرعت  $2/5 \frac{m}{s}$  از دید ناظر ساکن، به سمت غرب در حرکت است. می‌دانیم جریان آب رودخانه با سرعت  $5/5 \frac{m}{s}$  به سمت شرق برقرار است. در این شرایط،

شکل‌گیری امواج ناشی از حرکت قایق بر روی سطح آب به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )



۱۱۹- جسمی به طول ۱۵mm با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  در آب حرکت می‌کند. آیا جریان لایه مرزی روی این جسم تشکیل می‌شود؟

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

(۱) بله (۲) خیر

(۳) بستگی به گرادیان فشار دارد.

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

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

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

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

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

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

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؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

(۱) ۱/۰۸ و ۱/۲۵ (۲)

(۳) ۱/۰۸ و ۱/۱۲ (۴)

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

$5/000$  و سرعت جریان‌های یکنواخت در بالادست و پایین دست به ترتیب برابر  $V_1 = \frac{3m}{s}$  و  $V_2 = \frac{7m}{s}$ ، چند

متر بر ثانیه برآورده می‌شود؟ (ضریب شزی برابر  $5/0$  و  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  فرض شوند).

(۱) ۷/۱ (۲)

(۳) ۸/۵ (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 کanal 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) 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) ۱/۵  
۲) ۲/۵  
۳) ۲

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

۱) کاهشی - کاویتاسیون  
۲) افزایشی - پرش هیدرولیکی  
۳) افزایشی - کاویتاسیون

۱۲۶- سرعت آب در پای سرریز لبه آبریز سدها (پس از عبور جریان آب از روی بدنه سرریز) از رابطه  $V = \sqrt{2g(z - \frac{H_d}{2})}$  تعیین می‌شود. در این رابطه  $z$  بیانگر کدام متغیر است؟ (g شتاب ثقل و تشخیص  $H_d$  بر عهده 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 - بالآمدگی ناگهانی با گالری هوا  
ب - فرورفتگی ناگهانی با گالری هوا  
ج - تعقر انتهایی با تونل هوا  
د - تحدب انتهایی با تونل هوا  
ه - شیب ملایم و فرورفتگی ناگهانی با گالری هوا  
ز - شیب ملایم و فرورفتگی ناگهانی با گالری هوا  
۱) «الف» - «ه» - «ح»  
۲) «ب» - «و» - «ز»  
۳) «ج» - «و» - «ح»  
۴) «د» - «ه» - «ز»

۱۲۸- جریان (زیربحاری) آبی با دبی  $\frac{m^3}{s} ۱۵$  در یک کanal مستطیلی به عرض ۳m و عمق نرمال ۲/۵m منتقل می‌شود. اگر در قسمتی از مسیر کanal به منظور اتصال کanal فوق به یک کanal مستطیلی دیگر به عرض ۶m از یک تبدیل با شیب کناره‌های ۴:۱ استفاده شود، افت انرژی در تبدیل چقدر برآورد می‌شود؟ (g = ۱۰  $\frac{m}{s^2}$ )

۱) ۱/۵m  
۲) ۱/۵cm  
۳) ۱/۵mm

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

۱۲۹- در یک کanal مستطیلی، جریان آبی با عدد فرود ۴ در عرض برابر  $6\text{m}$  و عمق معادل یک متر، منتقل می‌شود. مقرر است با استفاده از یک تبدیل تنگ‌کننده فوق بحرانی با دیوار مستقیم، عرض کanal به  $3\text{m}$  کاهش یابد. عمق معادل جریان در محل تبدیل که در اثر انسداد موضعی به صورت پرش هیدرولیکی نمایان می‌شود، چند متر

$$(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \quad \text{عدد فرود مورد انتظار برابر } \frac{2}{5} \text{ و}$$

۲/۱۲ (۲) ۲/۰۶ (۱)

۲/۲۴ (۴) ۲/۱۸ (۳)

۱۳۰- در یک بند انحرافی، دبی در واحد عرض برابر  $\frac{m^3}{s} 2/4$  و عمق جریان در ابتدای حوضچه آرامش برابر  $40\text{ cm}$  اندازه‌گیری شده است. کدام نوع حوضچه آرامش USBR مناسب طراحی خواهد شد؟

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

II (۲) I (۱)

IV (۴) III (۳)

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  $24\text{m}$ ، هدبار آبی روی تاج برابر  $4\text{m}$  و دبی خروجی برابر

$$(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \quad 20 \text{ و } 16 \text{ مقدار ضریب تخلیه سرریز چقدر تخمین زده می‌شود؟ \quad (3) \pi \approx 3 \text{ و } \frac{m^3}{s}$$

۲/۵ (۲) ۱/۵ (۱)

۴/۵ (۴) ۳/۵ (۳)

۱۳۳- در یک کanal مستطیلی با عمق نرمال برابر  $8\text{m}$ ، یک ناودان با موج ایستاده و بدون برجستگی در کف با

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

بالادست برابر  $0/8$  و ضریب شدت جریان کل ناودان برابر  $3/75$  فرض شود، عرض گلوگاه چندمتر برآورد

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

۰/۶ (۲) ۰/۸ (۱)

۰/۲ (۴) ۰/۴ (۳)

۱۳۴- در یک کanal مستطیلی به عرض  $3\text{m}$  جریان آب با دبی  $15 \frac{m^3}{s}$  و عمق  $1/5\text{m}$  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  $2/5\text{m}$  افزایش

$$(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \quad \frac{m}{s} \text{ خواهد بود؟ \quad (3) } \pi \approx 3$$

۲ (۲) ۱/۵ (۱)

۳ (۴) ۲/۵ (۳)

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

۲) شری - جنس  
۴) مانینگ - جنس

۱) مانینگ - شب  
۳) شری - شب

تحلیل و طراحی روسازی پیشرفتی:

**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  $\sigma_t = N_f$ ، عمر خستگی  $E_t$  = مدول دینامیکی (سفتی) لایه آسفالتی =

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

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

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

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

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

۱) ۱۸  
۲) ۸۱

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 شیارشدنگی

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  $2/454$  و درصد فضای خالی مصالح سنگی برابر  $14$  و وزن مخصوص ماکریم آسفالت برابر  $2/446$  باشد، درصد فضای خالی بتن آسفالتی با درصد قیر بهینه  $5$ ، تقریباً چقدر است؟

۱) ۷  
۲) ۹

۳) ۵  
۴) ۳

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

۱) متوسط عمق بافت (MTD) بهمنظور تعیین اصطکاک و تضرس 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

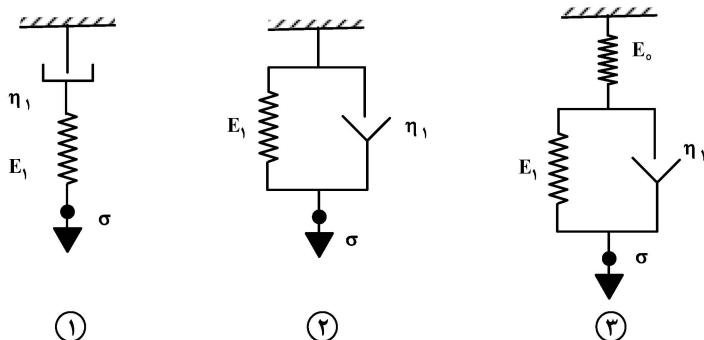
۴) عدد پاندول بریتانیا (BPN) بهمنظور تعیین اصطکاک سطح رویه در شرایط سطحی خیس

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

۲) ایراد در خواص شیمیایی سیمان مصرفی  
۳) طرح اختلاط نامناسب رویه بتنی

۴) عدم کنترل کیفیت مصالح سنگی  
۳) نگهداری نامناسب رویه بتنی اجرا شده

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



(۱) اول

(۲) دوم

(۳) اول و سوم

(۴) دوم و سوم

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

IFI (۲)

PSI (۱)

PCI (۴)

IRI (۳)

۱۴۴- با توجه به نتایج آزمایشات رئومتر برش دینامیکی (DSR)  $\left(\frac{G^*}{\sin \delta}\right)$  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 کوتاه مدت (Pa) | ۳۲۴۰ | ۲۷۵۰ | ۲۳۵۰ | ۲۲۱۰ | ۲۰۸۰ | ۱۹۳۰ | ۱۶۹۰ |

۶۴ (۲)

۵۸ (۱)

۷۶ (۴)

۷۰ (۳)

۱۴۵- در مسیری تعداد وسایل نقلیه در خط و جهت طرح  $100,000$  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 هم ارزی هر گروه | ۰/۲۵                 | ۱/۷۵  | ۲      |         | ۲/۲۵            | ۶               |

۲,۰۰۰,۰۰۰ (۲)

۱,۰۰۰,۰۰۰ (۱)

۱۰,۰۰۰,۰۰۰ (۴)

۴,۰۰۰,۰۰۰ (۳)

۱۴۶- عدد سازه‌ای یک روسازی آسفالتی در وضع موجود برابر  $4/3$  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  $10$  سانتی متری از رویه آسفالتی جدید به عدد سازه‌ای  $5/5$  دست پیدا کنیم؟  $a_1$  : ضریب قشر رویه آسفالتی قدیمی و  $a'_1$  : ضریب قشر رویه آسفالتی جدید

$$a'_1 = 1/5 a_1 \quad (۲)$$

$$a_1 = 1/5 a'_1 + 1/2 \quad (۱)$$

$$a'_1 = 1/28 a_1 + 0/3 \quad (۴)$$

$$a'_1 = 1/5 a_1 + 0/3 \quad (۳)$$

۱۴۷- قابلیت اطمینان در طراحی روسازی برای یک راه اصلی  $90$  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؟

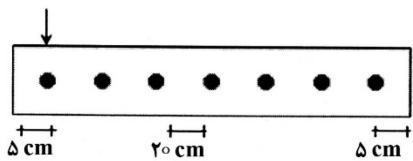
۹۵ (۲)

۹۰ (۱)

۱۰۰ (۴)

۹۹ (۳)

۱۴۸- یک دال بتنی به ضخامت ۳۰ سانتی‌متر بر روی خاک بستر با شعاع سختی نسبی ۱۰۰ سانتی‌متر قرار گرفته است. اگر فاصله میلگرد های داول ۲۰ سانتی‌متر و بار چرخ کامیون  $\frac{7}{5}$  تن باشد، حداقل نیروی منتقل شده توسط یک داول چند کیلوگرم است؟ (ضریب انتقال بار توسط این نوع میلگرد ها ۱۰۰٪ است.)



120° (1)  
220° (2)  
200° (3)  
370° (4)

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  $\frac{1}{\circ\text{C}}$  و مدول الاستیسته آن  $2 \times 10^5$  کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع و گرادیان حرارتی  $\frac{\circ\text{C}}{\text{cm}}$  باشد، چند کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع است؟ (وقتی تنش ناشی از بارگذاری، ۲/۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع و برخلاف جهت آن باشد).

5/5 (2) 50 (1)  
12/5 (4) 10 (3)

۱۵۰- براساس معیار شعاع تماس معادل در روسازی بتی برای چرخ زوج به وزن  $6280 \text{ کیلوگرم}$  با دایره بارگذاری به شعاع  $25 \text{ سانتیمتر}$  که فاصله مرکز به مرکز چرخها  $100 \text{ سانتیمتر}$  است، بهتر تیب شعاع دایره معادل بارگذاری چند سانتیمتر و فشار سطح تماس در آن چند کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است؟ (a) شعاع سطح تماس، (b) فاصله مرکز تا مرکز چرخ زوج)

$$\begin{array}{r} 100^\circ \text{ و } 80^\circ \\ 50^\circ \text{ و } 60^\circ \\ \hline 100^\circ \text{ و } 80^\circ \end{array}$$

## مبانی هیدرولیک دریا – اصول طراحی سازه‌های (متعارف) دریایی:

۱۵۱- دوره برگشت وقوع یک موج طرح با ریسک معادل ۱۵٪ برای یک سازه دریایی با عمر مفید ۱۰۰ سال، چند سال برآورد می‌شود؟ (توجه:  $0,976 = 0,998^{1/15}$ ،  $0,85 = 0,998^{1/85}$ ،  $0,141 = 0,998^{1/141}$ ،  $0,708 = 0,998^{1/708}$ ،  $0,1 = 0,998^{1/1}$ ).

۱۵۲- برای یک سرعت باد (طوفان دریایی) معین، حداقل 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؟

- ١) عمق متوسط محل یا ضریب تندباد - افزایش می‌یابد.
- ٢) عمق متوسط محل یا ضریب تندباد - ثابت می‌ماند.
- ٣) طول بادگیر یا مدت تداوم وزش باد - افزایش می‌یابد.
- ٤) طول بادگیر یا مدت تداوم وزش باد - ثابت می‌ماند.

۱۵۳- اگر در ارزیابی ارتفاع موج در یک ناحیه دریایی براساس توزیع رایله، ارتفاع موج حداقل برابر  $5\text{ m}$  برآورد شده باشد،  $H_{\text{rms}}$  حدوداً چند متر تخمین زده می‌شود؟

2/8 (2) 2/9 (1)  
1/8 (4) 2 (3)

۱۵۴- در طراحی یک سازه دریایی با عمر مفید ۵۰ سال، مقدار  $H_s$  برابر  $4/5m$  برآورده شده است. میزان ارتفاع موج طرح برای دوره برگشت برابر  $100$  سال براساس مبانی تئوری ایری، چند متر تخمین زده می‌شود؟

$$\text{تجهیز: } (0/96)^{50} \approx 0/218, (0/97)^{50} \approx 0/364, (0/98)^{50} \approx 0/605 \text{ و همین‌طور} \\ (\sqrt{\ln 1/5} \approx 0/636 \text{ و } \sqrt{\ln 2/5} \approx 0/957, \sqrt{\ln 3/5} \approx 1/048, \sqrt{\ln 2/2} \approx 0/833)$$

(۱)

(۲)

(۳)

(۴)

۱۵۵- در ارزیابی شرط مرزی کف دریا در حل معادله موج در حالت کلی دو بعدی، اگر تابع جریان (Stream Function) به صورت  $\Psi(x_1, x_2, t)$  (  $x_1$  محور افقی،  $x_2$  محور قائم، دستگاه مختصات روی سطح آب و  $t$  زمان) باشد، کدام روابط درست هستند؟ (۱)  $u_2$  مؤلفه‌های سرعت ذرات موج و  $h$  عمق آب هستند.

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

$$\Psi \Big|_{x_2=-h} = 0 \text{ و مقدار ثابت } u_1 = \frac{\partial \Psi}{\partial x_1} \Big|_{x_2=-h} \quad (2)$$

$$\Psi \Big|_{x_2=-h} = 0 \text{ و مقدار ثابت } u_2 = \frac{\partial \Psi}{\partial x_1} \Big|_{x_2=-h} \quad (3)$$

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

۱۵۶- براساس مبانی هیدرولیک دریا، اگر تابع پتانسیل سرعت به صورت  $(x_1, x_2, t)$   $\phi$  و تابع جریان به صورت  $(t)$   $\Psi(x_1, x_2, t)$  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؟

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

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

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

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

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؟

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

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

$$\vec{P} = \rho \vec{\nabla}P \quad (4)$$

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

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

(۲) پیوستگی در سیال تراکم ناپذیر

(۱) پیوستگی در سیال تراکم پذیر

(۴) بقای اندازه حرکت در جریان غیرچرخشی

(۳) بقای اندازه حرکت در جریان چرخشی

۱۵۹- در ناحیه‌ای از فراساحل خلیج فارس، در طول وزش طوفان دریابی سهیل (هرمزگان – اواخر شهریور – در امتداد جنوب شرقی به شمال غربی)، آمار ۳۱۵ موج ثبت شده و پس از آنالیز بهوسیله روش متعارف، ارتفاع متوسط موج برابر  $1/8\text{m}$  حاصل شده است. به ترتیب  $H_S$  (ارتفاع موج غالب) چند متر است و تعداد امواجی که در آمار فوق، دارای ارتفاع بیشتر از  $2/5\text{m}$  هستند چند تا است؟ (توجه: براساس نمودار توزیع رایله برای ارتفاع امواج، ضریب ثابت  $n$  در این ارزیابی برابر  $22/0$  قرائت شده است).

(۱)  $42/2/3$  و  $69/2/3$  (۲)  
 (۲)  $42/2/8$  و  $69/2/8$  (۳)

۱۶۰- در چارچوب بررسی رقوم (تراز)، جزر و مدّی (Tides Level Variation) دریا، معمولاً تراز مبنا با چه سروواژه‌ای بیان می‌شود و تفاوت بین دو سروواژه  $ML$  و  $WS$  و  $MHWS$  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  $100\text{m}$  و ارتفاع تقریبی  $5/5\text{m}$  در مرز آب‌های عمیق، حدوداً چند ثانیه برآورده می‌شود؟

(۱) بهدلیل وقوع پدیده فرو آب، پریود موج به طور دقیق مشخص نمی‌شود.  
 (۲) در این شرایط، بهدلیل شکست موج، پریود آن مشخص نمی‌شود.  
 (۳)  $7/5$  (۴)  $8/0$

۱۶۲- سرعت ذرات یک موج در تاج آن برابر  $\frac{m}{s}$  اندازه‌گیری شده است. با استفاده از تئوری موج یکتایی (Solitary Wave)، با فرض بستر افقی و عمق آب برابر  $2/45\text{m}$ ، 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

۱۶۳- ارتفاع موج مؤثر ( $H_{mo}$ ) از روش (SPM – Jonswap) بر اثر وزش باد به مدت  $2/5$  ساعت بر روی یک ناحیه عمیق دریا با طول حوزه بادگیر برابر  $25\text{ Km}$ ، چند متر تخمین زده می‌شوند؟ (سرعت باد اصلاحی  $W_A = 50\frac{m}{s}$  و  $g \approx 10\frac{m}{s^2}$  فرض می‌شوند. در ضمن ضریب تناسب بین مشخصات اصلی موج برابر  $50/0$  است)

(۱)  $3/0$  (۲)  $4/0$  (۳)  $3/5$  (۴)  $4/5$

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

(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  $10\text{ m}$  بخوردی برابر  $2/5\text{ m}$  و پریود آن  $8\text{ ثانیه}$  ارزیابی شده‌اند. اگر نسبت سرعت گروهی امواج به سرعت تکموج برابر  $8/0$  و ضریب کشانی (Drag) برابر  $7/0$  و وزن مخصوص آب دریا حدود یک تن بر مترمکعب تعیین شده باشند، حداکثر مؤلفه کشانی نیروی جانبی وارد بر پایه براساس رابطه موریسون چقدر برآورده می‌شود؟ ( $\pi = 3$ )

(۱)  $1/25\text{ KN}$  (۲)  $2/75\text{ KN}$  (۳)  $1/75\text{ KN}$

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

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)  $2/5\text{ KN}$

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

۱۶۸- در طراحی پوزه (سر) یک موج‌شکن شیبدار سنگی، قطر متوسط سنگ‌های لایه حفاظ (آرمور) حدود  $1/5\text{ m}$  برآورده 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)  $4/5$

(۱)  $2/5$  (۲)  $5/5$  (۳)  $4/5$

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)  $2\text{ تا }3$  (۲)  $3\text{ تا }4$

(۳) اگر شیب ملایم باشد،  $4\text{ تا }5$  (۴) اگر شیب تند باشد،  $5\text{ تا }6$

۱۷۰- در طراحی موج‌شکن‌های شیبدار، در کدام نوع قطعه بتنی لایه حفاظ (آرمور)، ضریب پایداری ( $K_D$ ) در تنه و سر موج‌شکن، برای بخورد 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 سوالات (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  $5\text{ m}$  قرار داشته و تحت اثر نیروی امواج طرح به ارتفاع  $2\text{ m}$  و پریود  $10\text{ ثانیه}$  قرار می‌گیرد. در کنترل برای استفاده از تئوری موج مناسب، عدد Ursell  $U = 160$  برابر  $U =$  حاصل شده است. ضمن تعیین شرایط فنی عمق در محل، طول موج طراحی برای ارزیابی نیروی وارد بر پیشانی اسکله، چند متر برآورده می‌شود؟ ( $\pi = 3$  و  $\frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 1/10$  و  $\frac{\text{m}}{\text{s}} = g$  و وزن مخصوص آب  $\gamma = 1/10$ )

(۱) آب کم عمق -  $71$  (۲) آب متوسط عمق -  $71$  (۳) آب کم عمق -  $100$  (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 بخورد تاج موج با دیوار از کف بستر، چند متر حاصل می‌شود؟

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

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

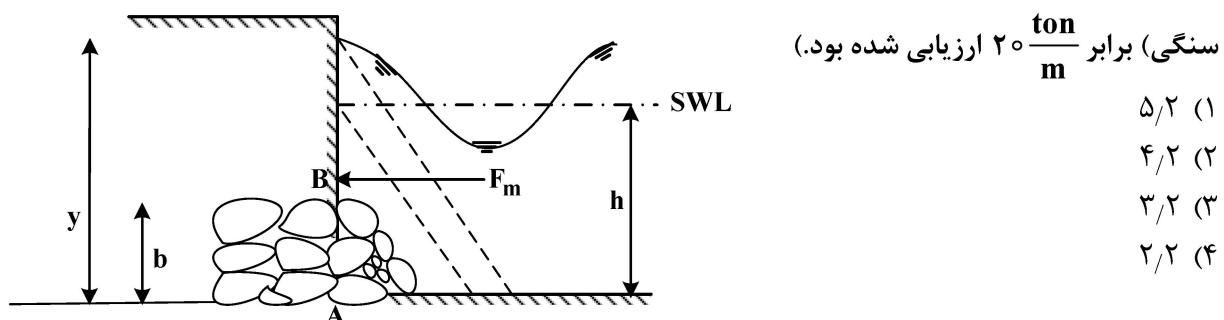
(۱)  $7/42$  (۲)  $6/42$  (۳)  $7/12$

۱۷۳- اگر تراز محل برخورد تاج موج با دیوار از کف بستر برابر  $6/5$  درنظر گرفته شود، نیروی وارد بر واحد عرض

دیوار پیشانی، چند  $\frac{\text{ton}}{\text{m}}$  تعیین می‌شود؟

|          |          |
|----------|----------|
| ۱۵/۶ (۲) | ۱۸/۶ (۱) |
| ۳/۹۸ (۴) | ۵/۹۸ (۳) |

۱۷۴- برای طراحی اقتصادی یک سازه کیسونی مکعب مستطیل 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 سنگ چین پایدار طراحی و احداث شود. اگر فاصله تراز محل برخورد تاج موج با کیسون از بستر  $y = 10 \text{ m}$  باشد، نیروی  $F_m$  وارد به کیسون در واحد عرض چند تن بر متر برآورده می‌شود؟ (توجه: نیروی  $F_m$  اولیه (بدون وجود توده سنگی) برابر  $20 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$  ارزیابی شده بود.)



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  $12 \text{ m}$  (بدون وجود توده سنگی) در واحد عرض و نسبت به A برابر  $70 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$  ارزیابی شده باشد، اینکه لنگر واژگونی نسبت به نقطه B (محل استقرار پای کیسون روی توده سنگ)، حدوداً چند تن - متر تخمین زده می‌شود؟

|         |          |
|---------|----------|
| ۹/۶ (۲) | ۱۰/۶ (۱) |
| ۷/۶ (۴) | ۸/۶ (۳)  |

۱۷۶- یک کشتی حمل کالای عمومی با تناز  $= 2000 \text{ GRT}$  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  $1/10 25 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$  و  $\pi \approx 3$  فرض شوند، وزن آب اضافی جابه‌جاشده همراه کشتی ( $w_2$ ) در حالت پهلوگیری، حدوداً چند تن تخمین زده می‌شود؟

|         |
|---------|
| ۶۶° (۱) |
| ۷۶° (۲) |
| ۸۶° (۳) |
| ۹۶° (۴) |

۱۷۷- با توجه به اطلاعات سؤال قبلی، اگر  $w_2 = 900 \text{ ton}$  درنظر گرفته شود، انرژی پهلوگیری کشتی، چند کیلوژول برآورده می‌شود؟

|         |
|---------|
| ۲۶° (۱) |
| ۲۱° (۲) |
| ۱۶° (۳) |
| ۱۱° (۴) |

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 باربی انتهای شمع موردنظر برابر  $58$  و  $15$  متر ابتدایی لایه به دلیل وجود رسوبات، خاک ضعیف بوده و براساس مطالعات ژئوتکنیک، تنش مؤثر قائم در تراز نوک شمع در عمق  $20$  متری برابر  $\frac{32}{m^2}$  تخمین زده شده است.

اگر شعاع مقطع دایروی شمع برابر  $50\text{ cm}$  و  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  فرض شوند، مقاومت (ظرفیت باربی) کل نوک شمع

حدوداً چند KN برآورد می‌شود؟

۱۲۵۵ (۲)

۱۰۲۵ (۱)

۱۶۷۰ (۴)

۱۳۹۰ (۳)

۱۷۹- در یک پروژه ساحلی لایه خاک رس به ضخامت  $10\text{ m}$  و زاویه اصطکاک داخلی  $15^\circ$  درجه و وزن مخصوص اشباع  $\frac{17}{m^3}$  به صورت عادی تحکیم یافته، وجود دارد. اگر تنش مؤثر قائم در تراز منفی  $6\text{ m}$  برابر  $\frac{80}{m^2}$  تخمین زده شده باشد،

مقدار تنش اصطکاکی جداره یک شمع در آن تراز، چند  $\frac{KN}{m^2}$  برآورد می‌شود؟

$(\tan(15^\circ) = 0.27, \cos(15^\circ) = 1.97, \sin(15^\circ) = 0.26)$

۱۴ (۲)

۱۲ (۱)

۱۸ (۴)

۱۶ (۳)

۱۸۰- در طراحی یک سپر فلزی در ساحلی با خاک رس نسبتاً متراکم با چسبندگی برابر  $60\text{ KPa}$  و وزن مخصوص

۱۶، مقدار فشار محرک در واحد عرض سپر و در عمق متوسط  $5\text{ m}$  چند  $\frac{KN}{m^2}$  برآورد می‌شود؟ (میزان سربار

خاک برابر  $\frac{20}{m^3}$  اندازه‌گیری شده است).

۱۰ (۲)

۱) صفر

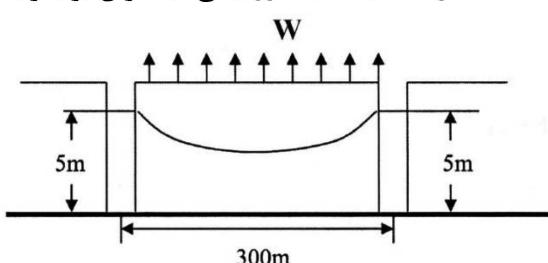
۴۰ (۴)

۲۰ (۳)

آب‌های زیرزمینی پیشرفتی - هیدرولوژی مهندسی پیشرفتی:

۱۸۱- رابطه عمومی حاکم بر جریان آب زیرزمینی در آبخوان‌های نامحصور یعنی  $\frac{2S_Y}{K} \frac{\partial h}{\partial t} \pm \frac{2W}{K} \nabla^2 h^2$  را در نظر بگیرید. در شکل زیر شدت تبخیر و تعرق برابر با  $12 \times 10^{-6}$  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

$3 \times 10^{-5} / 24 \times 10^{-6}$  متر بر ثانیه برآورده شده است).



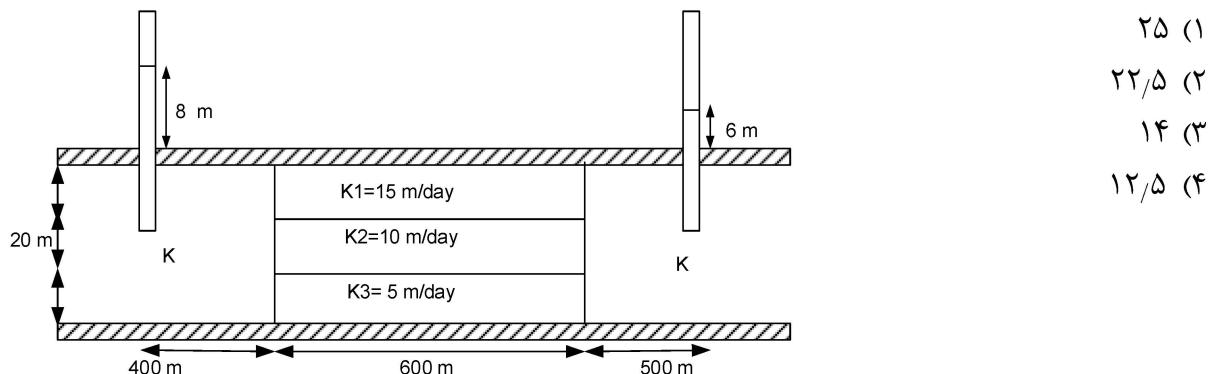
۱/۷ (۱)

۲/۷ (۲)

۳/۷ (۳)

۴/۷ (۴)

۱۸۲- سطح آب در دو چاه مشاهداتی مطابق شکل زیر آورده شده است. اگر دبی واحد عرض  $50 \text{ m}^3/\text{sec}$  بر ساعت بر متر باشد، مقدار  $K$  (بر حسب متر بر روز) چقدر است؟



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  $49, 52, 55$  متر است. جهت حرکت جریان به سمت کدام چاه و مقدار ضریب هدایت هیدرولیکی آبخوان چقدر است؟



۱۸۴- کدام مورد در خصوص آزمایش پمپاژ در لایه آبدار تحت فشار در حالت نادائی نادرست است؟

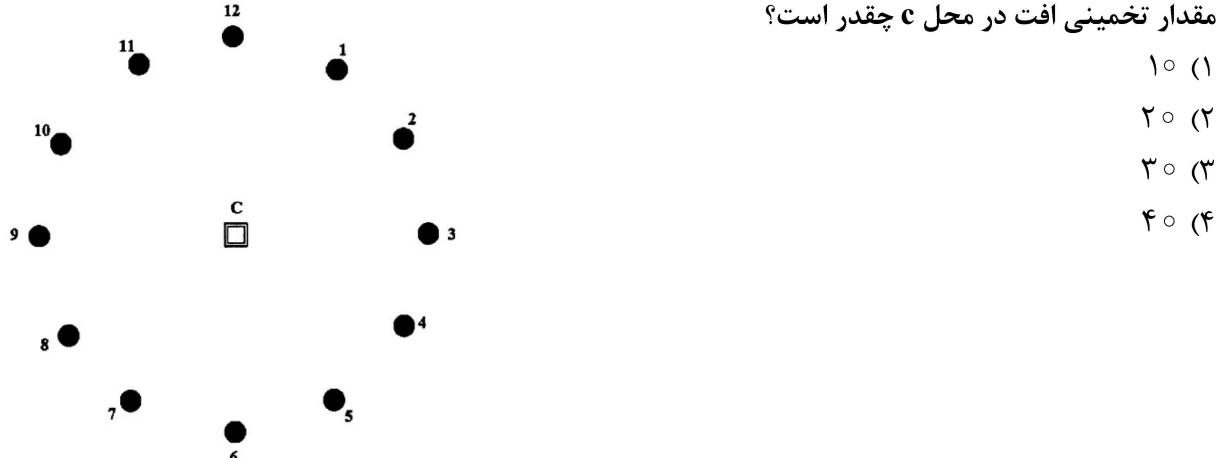
- ۱) در روش چاو، برای حل معادلات تایس تابع  $F(u)$  تعریف و استفاده می‌شود.
- ۲) روش حل کوپر - ژاکوب برای مقادیر  $1, 0, 0, 1$   $u$  معتبر و حالت خاص از معادله تایس است.
- ۳) در روش تایس، تغییرات بین مقادیر افت و  $\frac{r^2}{t}$  در چاه مشاهداتی به فاصله  $r$  از چاه پمپاژ، مشابه تغییرات تابع چاه نسبت به  $u$  رسم می‌شود.

- ۴) در روش تایس، نمودار تغییرات بین مقادیر افت و  $\frac{r^3}{t}$  در چاه مشاهداتی به فاصله  $r$  از چاه پمپاژ، روی کاغذ لگاریتمی و در روش چاو نمودار تغییرات افت با زمان بر روی کاغذ نیمه لگاریتمی ترسیم می‌شود.

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

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

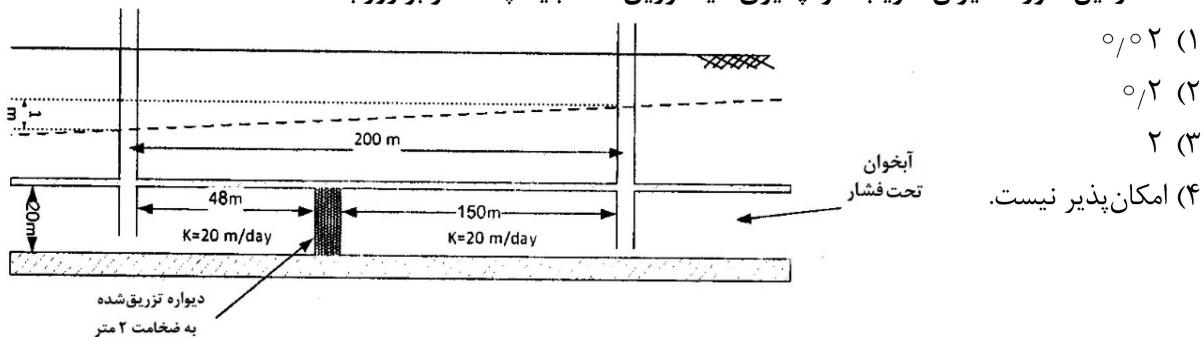
۱۸۶- یک شبکه ۱۲ حلقه‌ای چاههای مشابه پمپاژ، برای کاهش فشار یک آبخوان محبوس در محل ۵، طی ۲۰ روز قرار است، استفاده شوند. محل قرارگیری این چاهها به صورت دایروی با شعاع ۵۰ متر و به شکل زیر است. ضریب قابلیت انتقال آبخوان،  $1000 \text{ m}^2/\text{day}$  بر روز و ضریب ذخیره ۰/۰۰۱ است. چاههای ۳، ۶، ۹ و ۱۲ هم‌زمان روشن باشند، طی این ۲۰ روز، افت ۷ متری را در محل ۵ ایجاد می‌کنند. اگر همه ۱۲ چاه روشن شوند، پیش‌بینی از مقدار تخمینی افت در محل ۵ چقدر است؟



۱۸۷- چاه پمپاژی در لایه آبدار آزادی به ضخامت  $100 \text{ m}$  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)  $1/33$  (۲)  $1/78$  (۳)  $0/56$  (۴)  $0/75$

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  $1/10$  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؟



۱۸۹- آبخوان آزادی به مساحت  $100 \text{ km}^2$  دارای تخلخل برابر با  $35 \text{ m/day}$  و ضریب آبدی مخصوص  $15/0$  است. اگر در اثر خشکسالی سطح آب به میزان  $2 \text{ m}$  افت کند، حجم آب برداشته از آبخوان مازاد بر میزان ورودی آن بر حسب میلیون مترمکعب چقدر است؟

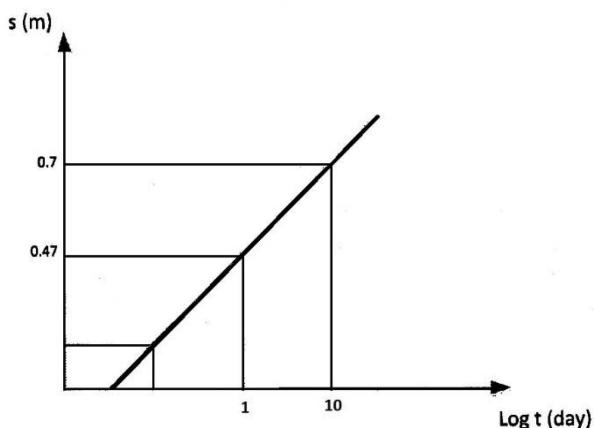
(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۷ (۴) ۱۸

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

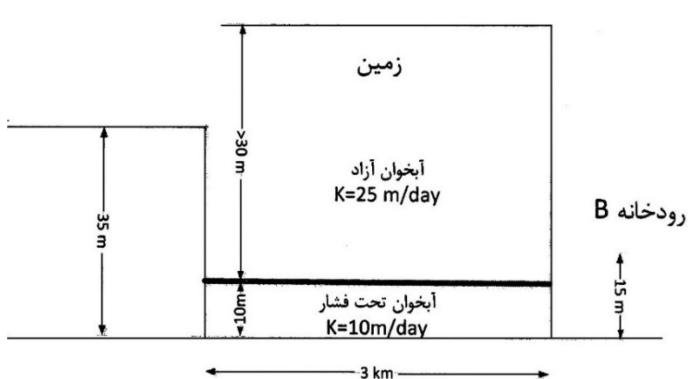
مترا مکعب در روز باشد، ضریب انتقال این آبخوان چند متر مربع در روز است؟ (  $\pi = \frac{2/3Q}{4\pi T} \log \frac{2/25Tt}{r^2 S}$  )

را ۳ فرض کنید).

79/6 (1)  
716/5 (2)  
833 (3)  
7165 (4)

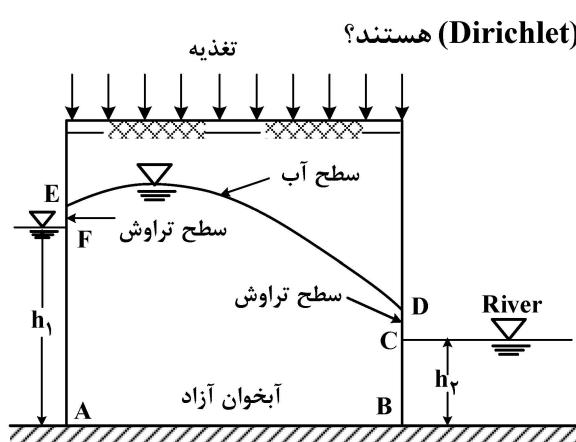


۱۹۱- زمین واقع بین دو رودخانه A و B دارای دو آبخوان آزاد و تحت فشار است که با لایه نازک غیرقابل نفوذی از هم جدا شده‌اند. دیگر چریان در واحد عرض بین این دو رودخانه، چند متر مکعب در روز در متر است؟



○/६७ (१)  
२/८ (२)  
२/१३ (३)  
३/१७ (४)

۱۹۲ - کدام قطعه مرزه DC و AF (۱)  
 BC و AE (۲)  
 BC و AF (۳)  
 ED و AB (۴)



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 برد می‌شود؟

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

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).

۳۰  $\ln(1000)$  (۲)

۵۰  $\ln(200)$  (۴)

۱۸  $\ln(10)$  (۱)

۴۰  $\ln(500)$  (۳)

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

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

۱) ۳۲۰ و ۲۷۰

۲) ۳۵۰ و ۳۰۰

۳) ۳۷۰ و ۳۲۰

۴) ۲۷۰ و ۳۶۰

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

۱) ۳ و ۲۰

۲) ۱۰ و ۴

۳) ۲۵ و ۶

۴) ۱۵ و ۸

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

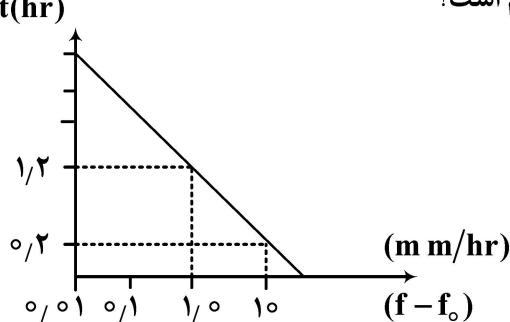
- ۱) دمای حداکثر هوا
- ۲) دمای حداقل هوا
- ۳) رطوبت نسبی هوا
- ۴) درجه - روز

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

۱) ۲۵ و ۵

۲) ۳۵ و ۷

۲۰۰- نتایج یک آزمایش نفوذپذیری خاک به صورت نمودار زیر گزارش شده است. اگر شدت نفوذ نهایی  $10^{\circ}$  میلی‌متر در ساعت باشد، به ترتیب، «ثابت هورتون» و «شدت نفوذ اولیه» کدام است؟



$$10^{1/2} + 10^{\circ} \ln(10) \quad (1)$$

$$10^{1/4} + 10^{\circ} \ln(10) \quad (2)$$

$$10^{1/4} + 10^{\circ} \ln(10) \quad (3)$$

$$10^{1/2} + 10^{\circ} \ln(10) \quad (4)$$

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؟

$$Q_6 = P_1 U_5 + P_2 U_4 + P_3 U_3 \quad (2)$$

$$Q_3 = P_1 U_3 + P_2 U_2 + P_3 U_1 \quad (1)$$

$$Q_6 = P_1 U_6 + P_2 U_5 + P_3 U_4 + P_4 U_3 \quad (4)$$

$$Q_3 = P_1 U_2 + P_2 U_1 \quad (3)$$

۲۰۲- در منطقه‌ای در خردادماه با میانگین دمای  $30^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد و ساعت روشنایی  $10^{\circ}$  ساعت در روز، دو نوع محصول ذرت ( $K=6^{\circ}$ ) و برنج ( $K=1^{\circ}$ ) 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 ساعت روشنایی روزانه این منطقه  $9/3$  ساعت است.

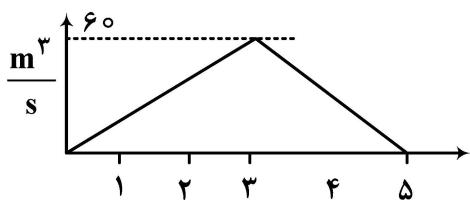
$$18 \quad (2)$$

$$12 \quad (1)$$

$$78 \quad (4)$$

$$35 \quad (3)$$

۲۰۳- هیدروگراف واحد یک ساعته حوضه‌ای مطابق شکل زیر است. به ازای بارش در بازه‌های زمانی یک ساعته، برابر با  $1$ ،  $2$  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؟



$$24 \quad (1)$$

$$89 \quad (2)$$

$$107 \quad (3)$$

$$115 \quad (4)$$

۲۰۴- بر روی داده‌های دبی میانگین در طول  $60$  سال رودخانه مدل‌های خود همبسته (۱)، (۲) و (۳) توسعه داده شده است که لگاریتم طبیعی واریانس باقی‌مانده سری زمانی ( $\ln \sigma_e^2$ ) آن به ترتیب برابر با  $-3/5$ ،  $-4$  و  $-4/6$  می‌باشد. کدام مدل بهتر است؟

$$AR(1) \quad (1)$$

$$AR(2) \quad (2)$$

$$AR(3) \quad (3)$$

۲۰۵- مدل‌های (۱) و (۳) AR 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؟

(۱) ۲۰  
(۲) ۲۸  
(۳) ۳۲  
(۴) ۴۵

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

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

(۱) ۲/۷۵  
(۲) ۲/۸۶  
(۳) ۲/۳۲  
(۴) ۲/۴۰

- 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؟

(۱) روش هیدروگراف واحد  
(۲) معادلات تجربی و منحنی‌های پوشش  
(۳) روش هیدروگراف SCS و روش استدلالی  
(۴) روش تحلیل فراوانی وقوع سیل

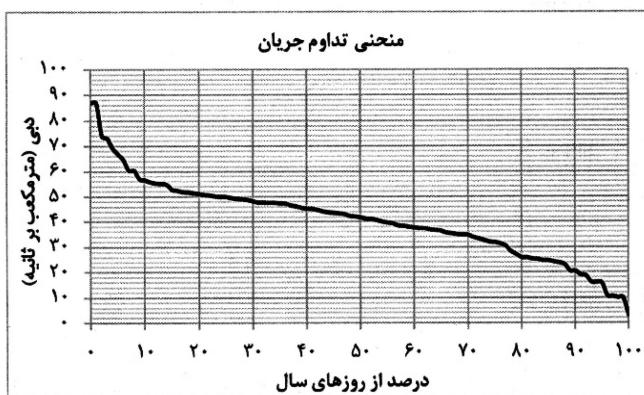
- ۲۰۸- هنگام روندیابی یک سیل در یک قطعه رودخانه با روش ماسکینگام، اگر پارامتر وزنی (X) صفر باشد، این حالت از نظر فیزیکی به چه وضعیتی اشاره می‌کند؟

(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 تأثیری 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؟

(۱) ۱۱۲  
(۲) ۱۲۱  
(۳) ۱۲۴  
(۴) ۱۲۸

- 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 (بر حسب مترمکعب بر ثانیه) است؟



(۱) کمتر از ۲۵  
(۲) ۲۵ تا ۵۰  
(۳) ۷۵ تا ۵۰  
(۴) بیش از ۷۵

## برنامه ریزی حمل و نقل:

- ۲۱۱- مدل تقاضای سفر با مترو مطابق رابطه  $V_m = \alpha t_m^{-0.3} t_c^{0.2} P_m^{-0.4} P_c^{0.0+0.1I}$  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) درصد افزایش می‌یابد.  
۲) درصد کاهش می‌یابد.  
۳) درصد افزایش می‌یابد.  
۴) درصد کاهش می‌یابد.

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

$$\sum (y_i - \bar{y})^r = \sum (y_i - \hat{y}_i)^r \times \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^r \quad (r) \quad \sum (y_i - \bar{y})^r = \sum (y_i - \hat{y}_i)^r - \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^r \quad (1)$$

$$\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum (y_i - \bar{y}_i)^2 \times \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad (\text{F}) \quad \sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 + \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad (\text{F})$$

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

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

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

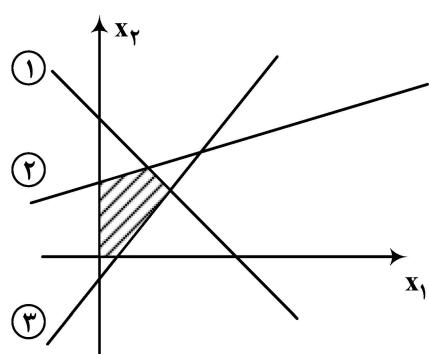
– (i) احتمال یافتن مسافری که شیوه سفر  $\alpha$  را انتخاب می کند. (در نمونه)

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

## ۲) طبقه‌بندی شده ۳) ساده تصادفی

## ۱) خوشهاي

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



1 (1)

۶۲

۸ (۳

10 (F)

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

۱) رسیدن به الگوی جریان SO مستلزم فدایکاری تعدادی از کاربران است تا زمان سفر شخصی خود را از حالت بهینه به نفع زمان سفر کل، شیکه افزایش دهند.

۲) تخصیص تعادل کاربر دیر همگرا می‌شود و تعداد اجرای بالایی نیاز دارد چون به تعادل رساندن شبکه از دیدگاه تک‌تک کاربران، مانند است.

۳) اصل تعادل کاربر، پایه و مبنای رفتاری دارد و به دنبال بیشینه کردن مطلوبیت سفر در مسیرها از طریق کمینه کردن زمان سفر کار از این ترتیب است.

<sup>۴۴</sup> د. شیکوهه، شامغ، تعادا، کارب و بهنگسانع، سیستم حمام بکسان داند.

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

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

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

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

- ۲۱۸- کدام گزینه بیانگر خصوصیت تخصیص پویای ترافیک است؟

- ۱) تقاضا در شبکه به صورت 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، درخصوص ضریب تصحیح ستونی ماتریس سفرها در روش جاذبه درست است؟

$$\frac{\frac{\text{محاسبات}}{\text{مشاهدات}} - \frac{\text{Aj}}{\text{Aj}}}{\frac{\text{Aj}}{\text{محاسبات}} - \frac{\text{Aj}}{\text{مشاهدات}}} \quad (1)$$

$$\frac{\frac{\text{محاسبات}}{\text{مشاهدات}} - \frac{\text{Oi}}{\text{Oi}}}{\frac{\text{Oi}}{\text{محاسبات}} - \frac{\text{Oi}}{\text{مشاهدات}}} \quad (2)$$

$$\frac{\frac{\text{محاسبات}}{\text{مشاهدات}} - \frac{\text{Aj}}{\text{Aj}}}{\frac{\text{Aj}}{\text{محاسبات}} - \frac{\text{Aj}}{\text{مشاهدات}}} \quad (3)$$

- ۲۲۳- توابع مطلوبیت سفر با خودروی شخصی و حمل و نقل عمومی به شرح 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 به صورت جدول زیر است:

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

$$U_t = -0.3X - 0.4Y - 0.4C \quad \text{حمل و نقل عمومی}$$

| سفر با حمل و نقل 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 این که فردی با درآمد ساعتی ۱۰۰۰۰ تومان با حمل و نقل 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 ۱۳۵ مغازه کوچک وجود داشته باشد، تعداد سفرهای خرید در این منطقه در طی ساعت اوج چقدر است؟

$$Y = 0, 36+, 27X, +0, 033X, -0, 45X$$

Y: تعداد سفرهای خرید به ازای 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).

۱۳۷ (۲)

15 (4)

۱۳۷۴ (۱)

15° (3

۲۲۵- ضرایب مدل‌های مطلوبیت استفاده از انواع وسایل نقلیه برای انجام سفرهای کاری و هزینه‌ها و زمان‌های سفر هر کدام به صورت حداکثری است. احتمال استفاده از هر کدام از وسایل نقلیه برای انجام سفر کاری، به ترتیب چند درصد است؟

خودروی تک سرنشیں  $U_p = 3/3 - 0/3 \cos t - 0/0 \text{ time}$

خودروی با بیش از یک سرنشین  $U_{p_2} = 0.8 - 0.3 \cos t - 0.4 \sin t$

$$U_t = -\circ/\circ \cos t - \circ/\circ \text{ time} \quad \text{اتوبوس}$$

| اتوبوس (t) | خودروی با بیش از یک سرنشین ( $P_2$ ) | خودروی تک سرنشین ( $P_1$ ) | ضرایب مدل‌ها                       |
|------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| ۰          | ۰/۸                                  | ۳/۳                        | میزان تمايل استفاده از وسیله نقلیه |
| -۰/۰۱      | -۰/۰۴                                | -۰/۰۴                      | زمان سفر                           |
| -۰/۳       | -۰/۳                                 | -۰/۳                       | هزینه سفر                          |

| اتوبوس (t) | خودروی با بیش از یک سرنشین ( $P_2$ ) | خودروی تک سرنشین ( $P_1$ ) | مقدار ضرایب زمان سفر (دقیقه) |
|------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| ۳۰         | ۲۵                                   | ۲۵                         | زمان سفر (دقیقه)             |
| ۲          | ۶                                    | ۹                          | هزینه سفر (تومان)            |

٦٢، ٧، ٣١ (١)

۵۰، ۹، ۴۱ (۲)

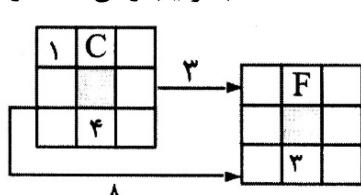
۴۷، ۸، ۴۵ (۳)

۳۶۱۱، ۵۳ (۴)

برنامه ریزی و کنترل پروژه - روش‌های ساخت:

شكل زیر، بخشی از شبکه زمان‌بندی است که قرار است با روش تقویمی، تحلیل زمان شود. زمان‌های «EST» معرف ز

| EST | ID | EFT |
|-----|----|-----|
| TFE |    | TFL |
| LST | D  | LFT |



1991

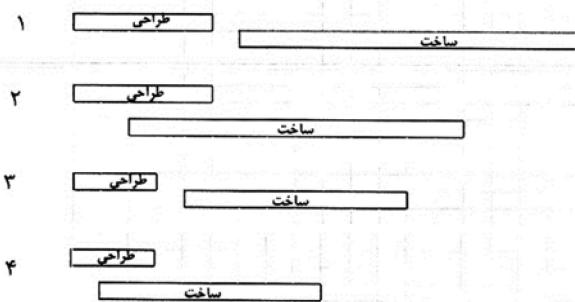
5.9 (2)

四、八

Δ, Δ (°C)

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؟

مورد مدت



۱) عملیات عادی - فشرده‌سازی زمان‌بندی - انجام سریع - انجام سریع و 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): ۵/۴ میلیارد تومان

(۱) ۷/۸۲ (۲) ۱۲/۲۲

(۳) ۱۲/۷۲ (۴) ۱۲/۲۲

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).

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

$$Z = \frac{48 - 50}{4/5} = -0,44$$

مقادیر Z برای احتمال‌های مختلف

۳۳ (۱)

۳۸ (۲)

۶۷ (۳)

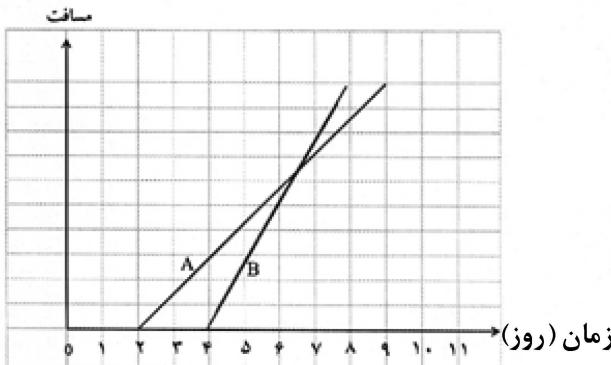
۷۲ (۴)

| 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 |

۲۳۰- شکل زیر، زمان‌بندی یک پروژه را نشان می‌دهد و دو فعالیت تداخل دارند. با درنظر گرفتن فرض‌ها 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 نمی‌کند.
- اتمام هر دو فعالیت همزمان است.

(۱) ۴  
(۲) ۵  
(۳) ۶  
(۴) ۷



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

- ارزش برنامه‌ریزی شده  $\text{Planned Value} = PV$

- هزینه واقعی  $\text{Actual Cost} = AC$

- ارزش کسب شده  $\text{Earned Value} = EV$

(۱) ۷۲  
(۲) ۱۷۲  
(۳) ۲۲۰  
(۴) ۲۷۰

| مدت (ماه) | اندازه گیری‌ها |         |      | فعالیت |  |
|-----------|----------------|---------|------|--------|--|
|           | ۳              | ۲       | ۱    |        |  |
| A         | ۱۰۰            | PV      |      | A      |  |
|           | ۱۴۰            | AC      |      |        |  |
|           | ۱۰۰            | % تکمیل |      |        |  |
|           |                | EV      |      |        |  |
| B         | ۶۰             | PV      |      | B      |  |
|           | ۸۰             | AC      |      |        |  |
|           | ۶۰             | % تکمیل |      |        |  |
|           |                | EV      |      |        |  |
|           |                |         | کل   | EV     |  |
|           |                |         | جمعی |        |  |

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

(۱) عقب‌افتدن زمان اتمام پروژه در مقایسه با مدت اتمام طبق زمان‌بندی پایه است. - همان تأخیر است.

(۲) عقب‌افتدن زمان اتمام پروژه در مقایسه با مدت اتمام طبق زمان‌بندی پایه است. - افت بهره‌وری و وقفه در بازدهی است اما نمی‌تواند سبب تأخیر شود.

(۳) ارتباطی به مدت برنامه‌ریزی شده و مدت واقعی ندارد فقط ممکن است برای چند ساعت مانند دیررسیدن مصالح وقفه در کار ایجاد شود. - افت بهره‌وری در بازدهی است و می‌تواند موجب تأخیر شود.

(۴) عقب‌افتدن زمان اتمام پروژه در مقایسه با مدت اتمام طبق زمان‌بندی پایه است. - افت بهره‌وری و وقفه در بازدهی است و می‌تواند موجب تأخیر شود.

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

(۱) قانون پارکینسون و سیندروم دانشجویی  
(۲) سیندروم دانشجویی  
(۳) قانون پارکینسون  
(۴) چندوظیفه‌ای

۲۳۴- مفهوم زنجیره بحرانی چیست؟

(۱) طولانی‌ترین زنجیره فعالیت‌ها است که در آن زنجیره وابستگی منبع درنظر گرفته شده است و درنظر گرفتن وابستگی فنی الزامی نیست.

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

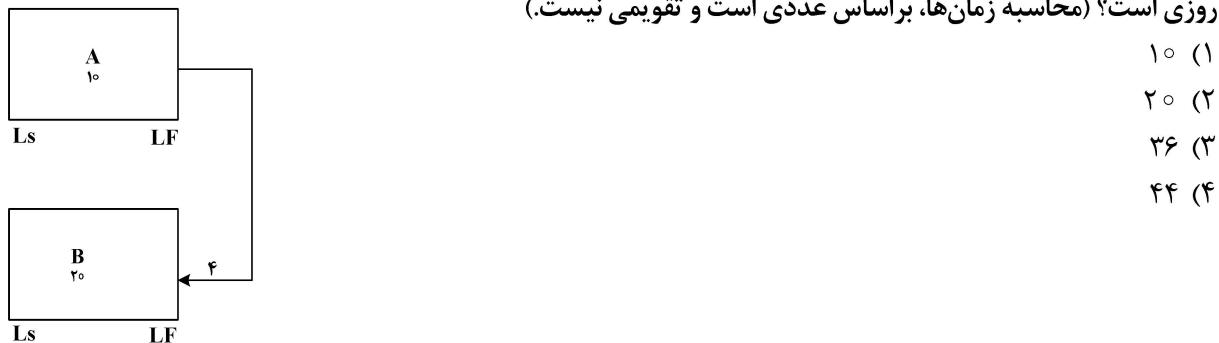
(۳) طولانی‌ترین زنجیره فعالیت‌ها است که در آن زنجیره وابستگی فنی و منبع درنظر گرفته شده است.

(۴) وابستگی فنی و منبع درنظر گرفته می‌شود، اما لزوماً طولانی‌ترین مسیر نیست.

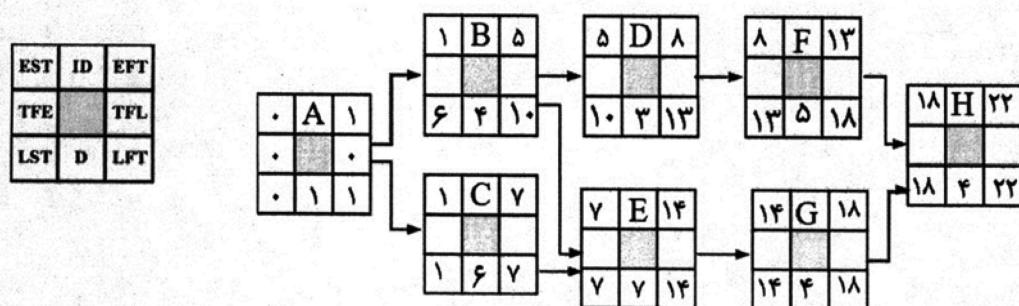
۲۳۵- با گذشت مراحل چرخه عمر پروژه از مرحله امکان‌سنگی، مرحله طراحی، مرحله ساخت تا مرحله بستن پروژه، به ترتیب، «هزینه تغییر در پروژه» و «عدم قطعیت یا خطرپذیری» چه تغییری می‌کنند؟

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

۲۳۶- در زمان‌بندی 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.)



۲۳۷- قرار است یک پروژه طبق شبکه زمان‌بندی 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؟



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 زمان‌بندی 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  $70^{\circ}$  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 شیاری متصل شوند، برش صفحه ها صاف است. نام این نوع جوش چیست؟



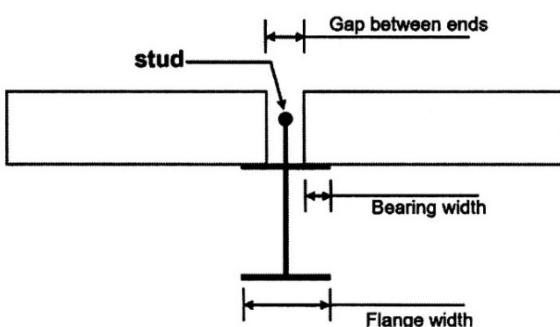
- ۱) شیاری جناغی دو طرفه
- ۲) شیاری نیم جناغی دو طرفه
- ۳) شیاری جناغی یک طرفه
- ۴) شیاری نیم لاله یک طرفه

- 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 مهاری (Deformed Tie Bar)
- ۲) درز انقباض عرضی و میله های مهاری (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 (آبآ)، براساس کدام شروط تعیین می شود؟

۱) میانگین نتایج هر سه نمونه متواالی، مقاومت فشاری بتن کمتر از  $85^{\circ}$  درصد مقاومت مشخصه نباشد.

- هیچ یک از نتایج مقاومت فشاری نمونه بتن، کمتر از  $75^{\circ}$  درصد مقاومت مشخصه نباشد.

۲) میانگین نتایج هر سه نمونه متواالی، 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 متواالی، مقاومت فشاری بتن کمتر از  $90^{\circ}$  درصد مقاومت مشخصه نباشد.

- هیچ یک از نتایج مقاومت فشاری نمونه بتن، کمتر از مقاومت مشخصه نباشد.

۴) میانگین نتایج هر سه نمونه متواالی، مقاومت فشاری بتن کمتر از مقاومت مشخصه نباشد.

- هیچ یک از نتایج مقاومت فشاری نمونه بتن، کمتر از  $90^{\circ}$  درصد مقاومت مشخصه نباشد.

۲۴۷- حداقل زمان مجاز برای عملیات بتن ریزی شامل انتقال، بتن ریزی 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) ۲/۵ و ۲  
۲) ۱/۵ و ۱  
۳) ۱/۵ و ۲

۲۴۸- کدام روش عمل آوری برای ستون های ساختمان با بتن پر مقاومت، که قابلیت اجرایی داشته باشد مناسب است؟

۱) پارچه چتایی مداوم خیس  
۲) غرقاب سازی  
۳) بخاردهی

۲۴۹- در ساخت یا اجرای شمع ها، برای کدام نوع شمع، احتمال ریزش جدار حفاری در خاک غیر چسبنده وجود دارد؟

۱) کوبشی بتنی  
۲) کوبشی فولادی  
۳) در جاریز بدون غلاف فولادی

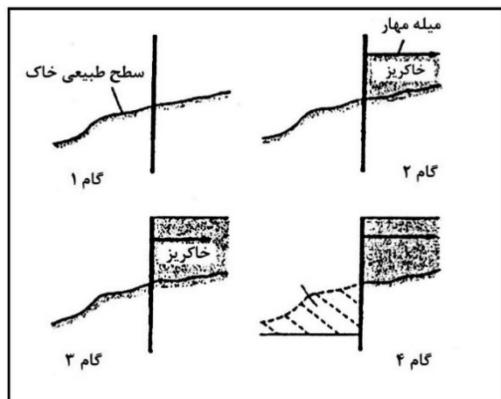
۲۵۰- بالازدگی و پشتنه کردن خاک کف گود، ناشی از کدام مورد است؟

۱) تورم خاک کف گود  
۲) فشار رانشی افقی خاک  
۳) وجود ارتعاش در کناره گود

۲۵۱- ویژگی های بتن الیافی با الیاف فولادی چیست؟

۱) شکل پذیری بالا، مقاومت در برابر ضربه و مقاومت در برابر ترک خوردگی  
۲) مقاومت بالای فشاری، مقاومت در برابر حریق و مقاومت در برابر خوردگی  
۳) شکل پذیری 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 می باشد؟



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 جمع شدگی

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

أصول مهندسی تصفیه آب و فاضلاب - مبانی 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) ۴
- ۳) ۳

۲۵۷- بیشترین سهم تولید متان در فرآیند هضم بی‌هوایی 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 تنه‌شینی ذرات فیلتر حدوداً چقدر است؟

- ۱) ۲
- ۲) ۵
- ۳) ۳

۲۵۹- نمونه آبی دارای قلیائیت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر برحسب  $\text{CaCO}_3$  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 برحسب میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم کدام است؟

- ۱) ۴۰٪، ۱۶۰ و ۵۶۷
- ۲) ۲۰۰ و ۳۶۷
- ۳) ۳۶۷ و ۵۶۷
- ۴) ۴۰٪، ۲۰۰ و ۴۰۰

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، ۲۵ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است. اگر زمان ماند هیدرولیکی ۱۸ ساعت باشد، سرعت مخصوص مصرف سوسترا بر حسب  $\text{d}^{-1}$ ، 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 ۱۰۰ (S/1) تقریباً چند کیلووات است؟ (ویسکوزیته دینامیکی آب در دمای مورد نظر  $139 \times 10^{-3} \text{ N.S/m}^2$  است).

۳۳ (۲)

۳۵ (۱)

۲۳ (۴)

۳۰ (۳)

۲۶۴- غلظت TDS در آب ورودی به یک سیستم RO برابر میلیگرم در لیتر ۲۰۰۰ است. اگر فاکتور تغليظ (Concentration Factor) در پساب ۴ باشد، غلظت TDS در پساب خروجی چند میلیگرم در لیتر است؟

۸۰۰۰ (۲)

۱۰۰۰۰ (۱)

۴۰۰۰ (۴)

۶۰۰۰ (۳)

۲۶۵- در یک فیلتر ماسه‌ای، عمق بستر ۶۷ سانتی‌متر و تخلخل آن ۴۰٪ است. اگر به هنگام شستشوی معکوس، تخلخل به ۷٪ برسد، عمق بستر شناور چند سانتی‌متر می‌شود؟

۱۲۴ (۲)

۱۳۴ (۱)

۱۰۶ (۴)

۱۱۴ (۳)

۲۶۶- گرادیان سرعت درخصوص 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 (S/1) است؟

۱۰ (۲)

۵ (۱)

۱۰۰ (۴)

۵۰ (۳)

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 ۵۴۰ گرم در مترمکعب گلوکز ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) می‌باشد، چند میلیگرم در لیتر است؟

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

۲۸۸ (۲)

۱۴۴ (۱)

۵۷۶ (۴)

۴۳۲ (۳)

۲۶۹- میزان ضریب بازده سلولی (Y)، و سرعت حداکثر رشد ( $\mu_m$ )، در فرایندهای بی‌هوایی نسبت به فرایندهای هوایی به ترتیب کدام است؟

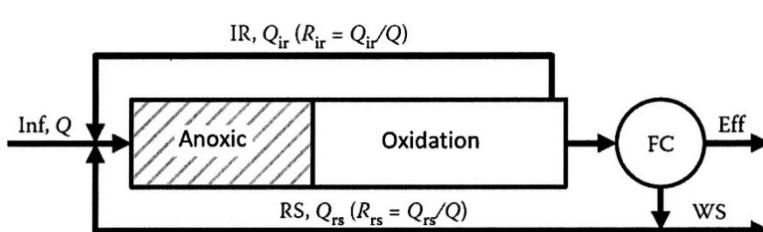
(۱) بیشتر - بیشتر

(۲) کمتر - بیشتر

(۳) بیشتر - کمتر

(۴) کمتر - کمتر

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



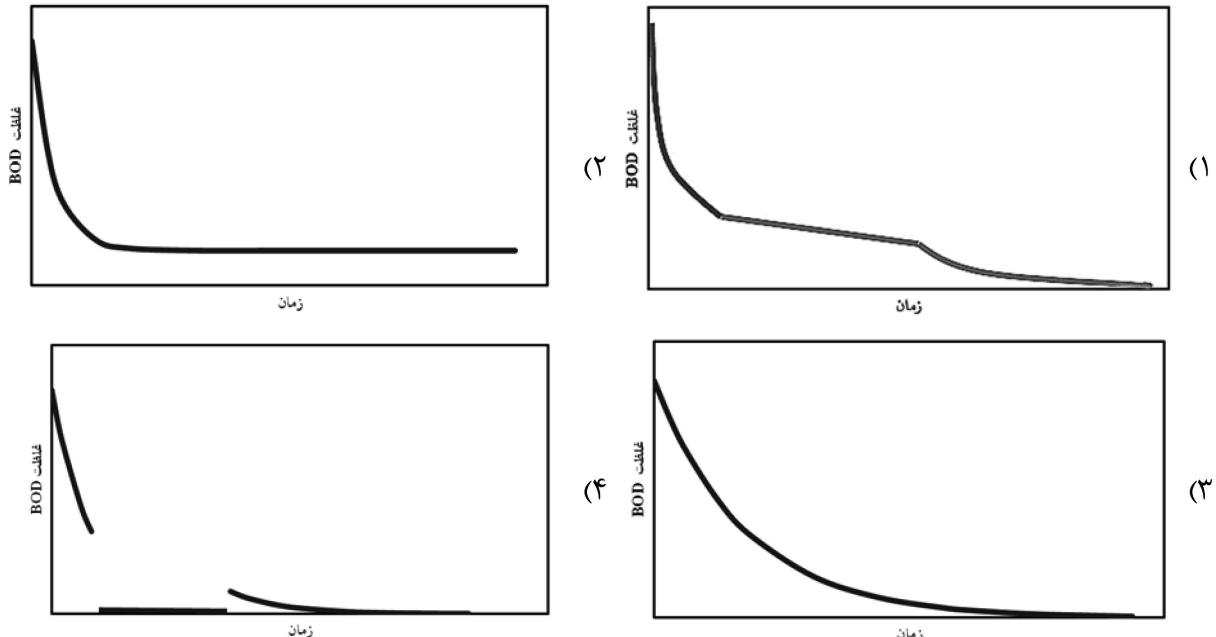
A³O (۱)

MLE (۲)

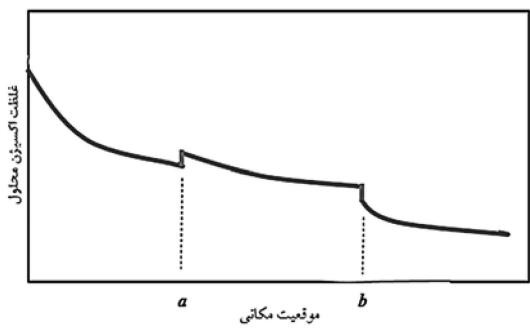
Ao (۳)

LE (۴)

۲۷۱- کدام نمودار نمایش دهنده غلظت **BOD** (نیاز اکسیژن خواهی بیولوژیکی) در طی زمان در یک پیکره آبی مواجه با شرایط بی‌هوایی است؟

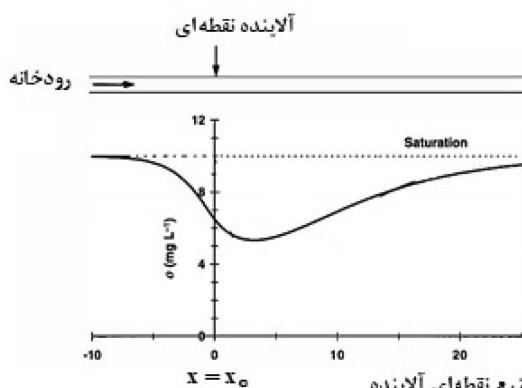


۲۷۲- نمودار تغییرات غلظت اکسیژن محلول در یک رودخانه که جریان‌های فرعی تمیز و پاک و فاضلاب تصفیه‌خانه‌هایی به آن وارد می‌شود در شکل زیر نمایش داده شده است. کدام عبارت درخصوص وضعیت این رودخانه درست است؟



- ۱) در نقطه b، شرایط بی‌هوایی 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 درخصوص 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 بی‌هوایی 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- تصفیه خانه فاضلاب شهری مقدار  $10^{10} \times 5$  باکتری را در ثانیه به رودخانه‌ای با دبی  $100,000 \frac{m^3}{day}$  تخلیه می‌کند.

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

مقدار اولیه کاهش می‌یابد؟ (واکنش از مرتبه یک و ضریب واکنش  $\frac{1}{Ln 2} = 0,69$  است.)

(۱)

(۲)

(۳)

(۴)

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 ( $t$ )، بزرگ بودن عبارت  $u_{rms} = \sqrt{u' \cdot u'}$ ، چه مفهومی دارد؟

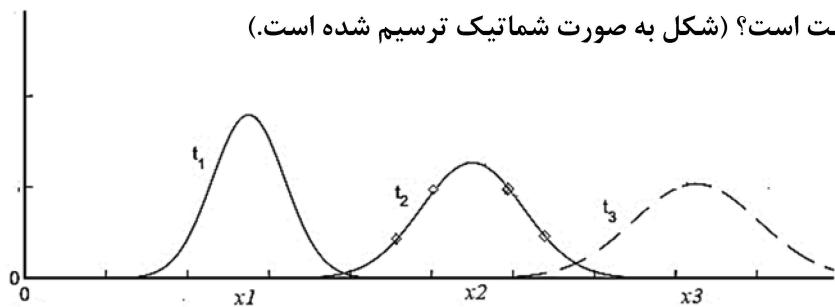
۱) ضریب پخشیدگی آشفته در راستای  $X$ ، عدد بزرگی است.

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 نخواهد 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

$$\text{پخشیدگی چند } \frac{m^2}{hr} \text{ است؟}$$

$$(1) 100 \quad (2) 200$$

$$(3) 400 \quad (4) 500$$

۲۸۱- آب‌های زیرزمینی آلوده به بنزین، از یک پمپ بنزین نزدیک به یک واحد مسکونی، منتقل می‌شوند. با هم ۲ متر پایین‌تر از یک واحد مسکونی با زیربنای  $10^0$  مترمربع، غلظت بخارات هیدروکربن (ناشی از بنزین) در هوای زیرزمین  $25 \text{ ppm}$  برابر مبنای جرم گازوئیل به جرم هوا است. ( $25 \text{ ppm}$  معادل  $25 \text{ gr}$  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 تهווیه شده است. چگالی هوا در فشار یک اتمسفر و دمای  $20^0 C$  (شرایط زیرزمین) برابر  $\frac{gr}{lit}$  است. شدت جرمی انتقال یافته بخارات گازوئیل ناشی از پخشیدگی مولکولی به واحد مسکونی چند  $\frac{gr}{sec}$  است؟

$$(1) 1/2 \times 10^{-6} \quad (2) 1/5 \times 10^{-6}$$

$$(3) 2/5 \times 10^{-6} \quad (4) 3 \times 10^{-6}$$

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

$$+D \frac{d^2C}{dx^2} \quad (2) \quad -D \frac{dC}{dx} \quad (1)$$

$$+D \frac{dC}{dx} \quad (4) \quad -D \frac{dC}{dx} \quad (3)$$

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  $20 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$  و ضریب پخشیدگی  $9 \times 10^2 \frac{\text{m}^2}{\text{lit}}$  است.

غلظت استاندارد ماده شیمیایی در آب، مقدار  $2 \frac{\text{mg}}{\text{lit}}$  است. در این حالت،  $2$  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؟

(۲)  $120$  - بلی

(۱)  $240$  - نه

(۴)  $60$  - خیر

(۳)  $480$  - نه

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

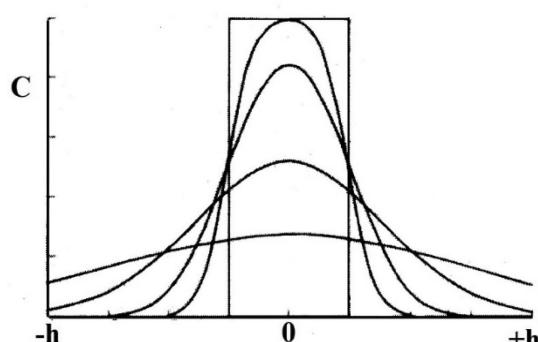
(۲) هک - ۵ کیو (HEC-5Q)

(۱) واسپ (WASP)

(۴) کوال ۲ ای (QUAL 2E)

(۳) گاوس (Gaussian model)

۲۸۵- در شکل زیر، در خصوص غلظت یک آلاینده متأثر از مکانیزم پخشیدگی در یک بازه محدود در فاصله  $x < -h < h < +h$  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 پیشرفتی - طراحی سازه کشتی:

۲۸۶- یک کشتی با سرعت  $16$  گره دریایی دارای مقاومت کلی  $153/6$  کیلونیوتن است. اگر تراست تولیدی  $200$  کیلونیوتن و

ضریب ویک برابر  $2/0$  باشد، راندمان بدنه چند درصد است؟ (یک گره دریایی برابر  $5/0$  متر بر ثانیه است).

(۲)  $88$

(۱)  $86$

(۴)  $96$

(۳)  $92$

۲۸۷- یک کشتی با سرعت  $15$  گره دریایی حرکت می‌کند. تراست پروانه  $550$  کیلونیوتن و مقاومت مؤثر  $418$  کیلونیوتن

است. ضریب کاهش تراست ( $t$ ) کدام است؟

(۲)  $16/0$

(۱)  $16/0$

(۴)  $24/0$

(۳)  $24/0$

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

(۲)  $78/0$

(۱)  $75/0$

(۴)  $85/0$

(۳)  $8/0$

۲۸۹- پروانه یک کشتی با قطر  $3$  متر و چرخ  $180$  دور در دقیقه دارای گشتاور  $4800$  کیلونیوتن متر است. مدل این

پروانه با قطر  $15$  سانتی متر در دور متناظر در آزمایشگاه حرکت می‌کند. گشتاور مدل پروانه چند نیوتن متر است؟

(۲)  $30$

(۱)  $25$

(۴)  $48$

(۳)  $36$

- ۲۹۰- پتانسیل پیرامون یک شناور به صورت  $\varphi = x^3 - 2xy + z^2$  تعریف شده است. مقدار سرعت سیال در نقطه  $(x = 1, y = 2, z = 2)$  پیرامون شناور کدام است؟

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

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

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

- 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؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

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

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

است.  $P_{local} = P_{atm} + \rho gh$ ،  $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$ ،  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ ،  $h = 4m$ ،  $V = 100000$  پاسکال و فشار بخار آب

( $P_{vap}$ ) برابر ۲۰۰۰ پاسکال است. درخصوص رخدادن 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 درخصوص 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. کدامیک 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 بدن
- ۲) مقاومت موج‌سازی: انرژی مصرف شده برای ایجاد امواج
- ۳) مقاومت هوای نیروی وارد از جریان هوا روی عرشه و سازه‌ها
- ۴) مقاومت اصطکاکی: ناشی از برهم‌کنش لایه مرزی با بدن

- ۲۹۵- یک کشتی با سرعت  $V_s = 15 \frac{m}{s}$  حرکت می‌کند. تراست پروانه ۳۰۰۰ کیلونیوتن و ضریب کاهش تراست

$t = 0,25$  است. توان مؤثر چند کیلووات است؟

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

- ۲۹۶- سرعت یک کشتی ۴ برابر سرعت مدل آن در آزمایش حوضچه کشش است. اگر حجم جابه‌جایی کشتی ۶۱۴۴ مترمکعب باشد، حجم جابه‌جایی مدل کشتی چند مترمکعب است؟

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| $1/5^\circ$ (۲) | $1/25^\circ$ (۱) |
| $1/8^\circ$ (۴) | $1/75^\circ$ (۳) |

- ۲۹۷- راندمان بدنی یک شناور که با سرعت ۱۸ گره دریایی حرکت می کند برابر  $0/9$  است. اگر مقاومت مؤثر شناور  $504 \text{ kN}$  و ضریب ویک در این سرعت  $0/2$  باشد، نیروی تراست چند کیلونیوتن است؟

(۱)  $56^{\circ}$   
 (۲)  $564$   
 (۳)  $700$   
 (۴)  $780$

- 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)  $0/75$   
 (۲)  $0/85$   
 (۳)  $1/15$   
 (۴)  $1/25$

- ۲۹۹- شناوری با طول  $100$  متر، عرض  $12$  متر و آبخور  $6$  متر، دارای مقاومت باقیمانده  $15,368$  نیوتن است. مدلی از شناور با عرض یک متر ساخته شده و در حوضچه کششی آزمایش می شود. مقاومت باقیمانده مدل چند نیوتن است؟

(۱)  $5/4$   
 (۲)  $6$   
 (۳)  $7/8$   
 (۴)  $8$

- ۳۰۰- پروانه‌ای با قطر  $D$  در آب آزاد دارای راندمان  $\frac{5}{2\pi}$  است. ضریب تراست  $K_T = 0/5$  و ضریب گشتاور  $K_Q = 0/8$  است. دور پروانه  $120$  دور بر دقیقه و سرعت پیشروی  $V_A = 6/4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است. قطر پروانه چند متر است؟

(۱)  $4/4$   
 (۲)  $3/6$   
 (۳)  $5$   
 (۴)  $4$

- ۳۰۱- برای افزایش سختی خمشی (bending stiffness) یک شاه‌تیر طولی در عرضه کشته، در صورت محدودبودن 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 بدنی یک کشته، یک پانل ورقه‌ای فولادی به ضخامت  $t$  بین دو تقویت‌کننده طولی (Transverse Frame) و دو قاب عرضی (Longitudinal Stiffener) قرار گرفته است. فرض می‌شود که طول پانل ورقه‌ای دو برابر عرض آن است. اگر ضخامت ورق در طراحی جدید کشته، به میزان  $50\%$  افزایش یابد، ولی به جای فولاد معمولی از فولادی با مدول یانگ  $20\%$  کمتر استفاده شود، آنگاه صلبیت خمشی مؤثر (Effective Bending Rigidity) پانل ورقه‌ای نسبت به حالت اولیه در صورت وجود، حدوداً چه تغییری می‌کند؟

(۱)  $1/5$  برابر  
 (۲) برابر  
 (۳)  $3$  برابر  
 (۴) تقریباً بدون تغییر می‌ماند.

۳۰۳- یک ورق مستطیلی با لبه‌های منکی بر تکیه‌گاه‌های ساده، تحت بار جانبی عمودی بر سطح خود قرار دارد. وقتی بار جانبی چنان افزایش یابد که تغییرشکل‌های عمودی ورق نسبت به ضخامت ورق و شیب‌های ورق «بزرگ» شوند، کدام توصیف صحیح‌ترین بیان اثر تغییرشکل‌های 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 سخت‌ترشدن ورق و کاهش جابجایی می‌شود.

۲) تغییرشکل‌های 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 برآکت‌هایی در دو انتهای بالایی و پایینی خود است. فاصله سرستون تا کف ستون ۶۰۰۰ میلی‌متر است. برآکت‌ها مثلثی شکل و طول هریک از ساق‌های آنها ۶۰۰ میلی‌متر است. اگر در طرح جدید، برآکت‌های بالایی و پایینی ستون حذف شوند، ظرفیت باربری ستون تقریباً چه نسبتی از ظرفیت باربری اولیه ستون خواهد بود؟

۱)  $85^\circ$

۲)  $75^\circ$

۳)  $64^\circ$

۴)  $49^\circ$

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

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

۴) «Load Effects» نیروها و ممان‌های داخلی ایجادشده در عضو است، درحالی‌که «Response» تنش‌ها، کرنش‌ها و تغییرشکل‌های ناشی از آن اثر بار است.

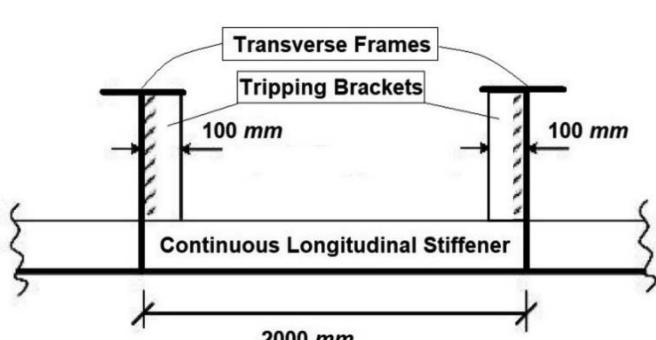
۳۰۶- در شکل زیر، دهانه (طول) مؤثر تقویت‌کننده طولی ممتد، چند میلی‌متر است؟

۱) ۱۸۰۰

۲) ۱۹۰۰

۳) ۲۰۰۰

۴) ۲۲۰۰



۳۰۷- در سازه عرشه یک کشتی با سیستم قاب‌بندی طولی، یک پانل ورقه‌ای تحت فشار درون‌صفحه‌ای 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  $0.5\%$
- ۴) انتخاب فولادی با مدول یانگ  $0.5\%$  بیشتر

۳۰۸- در یک ناحیه ورقه‌ای تقویت‌شده از بدنه یک کشتی با سیستم قاب‌بندی طولی، ورق و تقویت‌کننده‌ها، همگی در گیر در تحمل بار فشاری درون‌صفحه‌ای 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  $2 \approx \sigma_{cr,p} / \sigma_{cr,g}$  برقرار شود، کدام گزینه، رفتار واقعی آن ناحیه ورقه‌ای تقویت‌شده را به درستی 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  $\sigma_{cr,g}$  و  $\sigma_{cr,p}$  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 (sagging و hogging 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.

- ۳۰- یک کشتی فله بر 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 مقابله 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 بدن کشتی در مقطع میانی آن برابر  $Z = 9 \text{ m}^3$  و تنش تسلیم فولاد بدن برابر  $\sigma_Y = 235 \text{ MPa}$ ، تنش خمشی بیشینه ایجاد شده در تراز عرشه کشتی در این شرایط چند مگاپاسکال است؟

(۱) ۶۱  
(۲) ۱۱۱  
(۳) ۲۲۲  
(۴) ۳۳۳

- ۳۱- در یک کشتی تانکر، بدن به چند اتاقک بدن تقسیم شده است. هر اتاقک بدن به طول  $L_m = 30 \text{ m}$  طراحی شده و باید در برابر گشتاور خمشی ناشی از بارهای سرمهبندی و حمل (Erection & Lifting Loads) نیز مقاوم باشد. در هنگام حمل یک اتاقک بدن با جرثقیل، دو وجهه انتهایی آن دارای تکیه‌گاه ساده‌اند و بیشترین بار گستردگی کنواخت مؤثر بر اتاقک بدن برابر  $q = 2800 \text{ kN/m}$  و اساس مقطع اتاقک بدن در مقطع بحرانی آن  $Z = 15 \text{ m}^3$  است. تنش خمشی بیشینه ایجاد شده در مقطع بحرانی اتاقک بدن در این شرایط چند مگاپاسکال است؟

(۱) ۱۰۵  
(۲) ۱۶۰  
(۳) ۲۱۰  
(۴) ۲۵۰

- ۳۱۲- در یک ناحیه ورقه‌ای تقویت شده با تقویت‌کننده‌های طولی از ساختمان بدن 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 کمانش به دلیل مود خیز اولیه  
(۲) کاهش سختی برشی ناحیه ورقه‌ای تقویت شده بدون تأثیر محسوس بر کمانش کلی  
(۳) افزایش سختی خمشی ناحیه ورقه‌ای تقویت شده به دلیل توزیع تنش غیرخطی اولیه

- 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 بدن 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 بدن در شرایط عادی دریانوردی  
(۳) تحلیل تنش‌های محلی ناشی از تجهیزات نصب شده، بدون توجه به پاسخ کلی بدن  
(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 گستردگی کنواخت 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)
- ۲)
- ۳)
- 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 عرضه‌های 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 توافیک 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:**

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

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