



سؤالات آزمون سراسری ۷۲

مهندسی پی

دانشجویان عزیز، از سال ۷۲ تا سال ۷۹ فقط سوالات دروس مهندسی پی، هیدرولیک، سازه‌های فلزی و بتنی و راه‌سازی و روسازی ارائه گردیده است. لازم به ذکر است این دروس از سال ۸۹ به بعد مجدداً به سرفصل‌های آزمون رشته مهندسی عمران اضافه شده است.

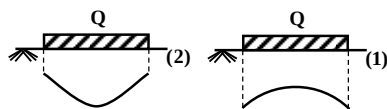
کله ۱- نتایج شناسایی زمین در محل یک گود به شرح زیر بوده است:

وزن مخصوص خاک $\frac{kN}{m^3}$ ۱۸/۵، زاویه اصطکاک داخلی خاک $= 36^\circ$ ، چسبندگی خاک = صفر

در این زمین عملیات گودکنی به منظور احداث یک انبار ۱۵ اشکوبه صورت گرفته و عمق گود به ۱۶ متر بالغ است. دیواره‌های گود همگی قائم‌اند. گود در وضع موجود دو سال است که پایدار باقی مانده است. نتایج شناسایی را تفسیر کنید.

- (۱) خاک اشباع بوده و چسبندگی ظاهری دارد. (۲) پایداری گود غیرطبیعی و کاملاً تصادفی است.
(۳) عملیات گودبرداری بسیار خوب انجام شده است. (۴) آزمایش‌ها بر روی نمونه‌های دست‌خورده انجام شده است.

کله ۲- در شکل زیر توزیع فشار زیر دو نوع پی مجزا نشان داده شده است.



- (۱) تصاویر ۱ و ۲ به ترتیب فشار زیر پی صلب در دو نوع خاک دانه‌ای و ریزدانه را نشان می‌دهد.
(۲) تصاویر ۱ و ۲ به ترتیب فشار زیر پی صلب در دو نوع خاک ریزدانه و دانه‌ای را نشان می‌دهد.
(۳) تصاویر ۱ و ۲ به ترتیب فشار زیر پی انعطاف‌پذیر در دو نوع خاک دانه‌ای و ریزدانه را نشان می‌دهد.
(۴) تصاویر ۱ و ۲ به ترتیب فشار زیر پی انعطاف‌پذیر در دو نوع خاک ریزدانه و دانه‌ای را نشان می‌دهد.

کله ۳- ماسه‌ای به چگالی 1700 و زاویه اصطکاک داخلی $\phi = 30^\circ$ مفروض است. در این ماسه یک پی نواری به عرض 10 متر در ژرفای 40 متری مستقر است. در صورتی که ضریب ایمنی ۳ در نظر گرفته شود، ضریب باربری مجاز زمین را به دست آورید.

$$(N_c = 30/1, N_q = 18/4, N_\gamma = 21/8)$$

- (۱) 211 kPa (۲) 650 kPa (۳) 180 kPa (۴) 310 kPa

کله ۴- در حالتی که پی به روی خاک رس اشباع قرار گرفته باشد با فرض اینکه مقاومت تک محوری خاک زیر پی 100 kPa باشد، مقاومت باربری خاک (نهایی) چقدر است؟ (پی نواری فرض شود)

- (۱) 255 kPa (۲) 251 kPa (۳) 262 kPa (۴) 257 kPa

کله ۵- در حالتی که پی بر روی خاکی قرار گرفته باشد که مختصات مکانیکی لایه زیرین ضعیف‌تر از مشخصات مکانیکی لایه‌رویی باشد و با فرض اینکه

فاصله کف پی از لایه زیرین h و عرض پی B باشد، برای صرف نظر کردن از تأثیر لایه ضعیف زیرین نسبت $\frac{h}{B}$ چقدر باید در نظر گرفته شود؟

- (۱) $3/5$ (۲) $4/5$ (۳) $2/5$ (۴) $1/5$

کله ۶- در رابطه با پی‌های عمیق واژه عمق بحرانی به کدامیک از موارد زیر اطلاق می‌شود؟

- (۱) عمیق بهینه شمع‌هاست که به شرایط باربری خاک بستگی دارد.
(۲) طولی از شمع است که اصطکاک منفی بر آن اثر نمی‌کند.
(۳) طول خطوط لغزش روی شمع‌ها است که به خصوصیات هندسی شمع و مکانیک خاک بستگی دارد.
(۴) طول خطوط لغزش روی شمع است که به شرایط بارگذاری و نوع خاک بستگی دارد.

کله ۷- دلیل پدید آمدن اصطکاک منفی در پی‌های عمیق کدام است؟

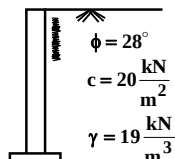
- (۱) بار بیش از حد به شمع‌ها وارد آمده است.
(۲) تغییر شکل کشسان در طول شمع باعث آن است.
(۳) نشست و تحکیم لایه‌های اطراف باعث آن است.
(۴) اساساً شمع دست‌خوش اصطکاک منفی نمی‌شود.



۸- کدامیک از عبارات زیر در مورد شمع‌ها غلط است؟

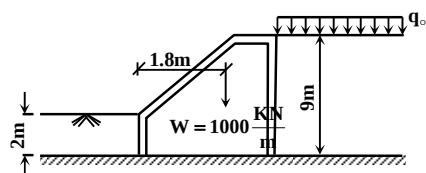
- (۱) ضریب تاثیر گروه شمع بنابر چگالی خاک و فاصله شمع‌ها می‌تواند بزرگتر، برابر یا کوچکتر از ۱ باشد.
- (۲) معمولاً نشست گروه شمع‌ها بیشتر از نشست شمع تکی برای بار یکسان در هر شمع است.
- (۳) در گروه‌های شمع‌ای که عمدتاً براساس مقاومت باربری نوک طراحی شده‌اند، محاسبات نشست می‌تواند بر اساس نظریه ترازقی با فرض پی معادلی برای گروه شمع‌ها با عمق $\frac{2}{3}D$ به عمل می‌آید (D طول شمع‌ها فرض می‌شود).
- (۴) اصطکاک منفی در شمع‌ها پدیده‌ای درازمدت است و باید با مشخصات مکانیکی زهکش‌شده خاک (ϕ', c') محاسبه شود.

۹- در یک دیوار حائل مطابق شکل روبرو، بعد از مدتی از گذشت زمان اجرا، ترک‌هایی در خاکریز پشت دیوار مشاهده می‌شود. عمق تخمینی این ترک‌ها به چه میزان است؟



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

۱۰- دیوار نگهدارنده‌ای مطابق شکل رانش برشی به ارتفاع ۹/۰ متر را که از خاکی با مشخصات $\phi = 30^\circ$ و $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ تشکیل شده، تحمل می‌نماید. چنانچه در جلوی این دیوار لایه‌ای از همین خاک به ضخامت ۲ متر ریخته و کوبیده شود حداکثر سربار مجاز بالای دیوار چه مقدار می‌تواند باشد؟ (ضریب ایمنی ۱/۵)



- (۱) $q_0 = 0.5 \text{ MPa}$
- (۲) $q_0 = 0.1 \text{ MPa}$
- (۳) $q_0 = 0.3 \text{ MPa}$
- (۴) $q_0 = 0.1 \text{ MPa}$

هیدرولیک

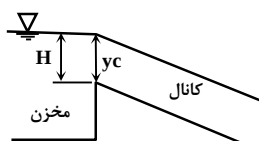
۱۱- جریانی با شدت $q = 1/0 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \right)$ در یک کانال مستطیلی در حرکت است. حداقل انرژی مخصوص این جریان ($E_{\min}$) برابر است با

$$(\text{شتاب ثقل} = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2})$$

- (۱) ۰/۵۰ متر
- (۲) ۰/۷۰ متر
- (۳) ۱/۰۰ متر
- (۴) ۰/۳۰ متر

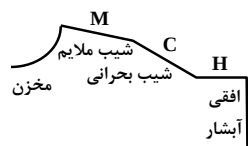
۱۲- آب از مخزن بزرگی پس از عبور از روی یک سرریز مستطیلی وارد کانالی با شیب تند می‌گردد. اگر اختلاف تراز سطح آب در مخزن با آستانه سرریز برابر H و عرض سرریز برابر b باشد، دبی از رابطه $Q = CbH^{3/2}$ به دست می‌آید. اگر از افت و نیز سرعت در بالادست سرریز صرف‌نظر شود،

$$\text{مقدار تنوریک C را محاسبه نمایید. } (g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2})$$



- (۱) ۱/۵۰
- (۲) ۱/۶۰
- (۳) ۱/۷۰
- (۴) ۱/۸۰

۱۳- برای شکل زیر، با فرض طویل بودن قطعات کانال، کدام ترکیب پروفیل‌های سطح آزاد (با شروع از سمت چپ) صحیح است.



- (۱) $H_p - C_1 - M_p - M_1$
- (۲) $H_p - C_1 - M_1 - M_p$
- (۳) $H_p - C_p - M_p - M_1$
- (۴) $H_p - C_1 - C_p - M_p$



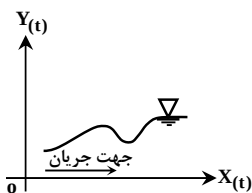
۱۴- اگر V سرعت متوسط جریان در یک مجرای روباز و u_o سرعت برشی آن باشد، با استفاده از رابطه شزی جواب صحیح را مشخص کنید. g شتاب ثقل می‌باشد. ضریب شزی با C نشان داده شده است.

$$V = C\sqrt{gu_o} \quad (۴) \quad V = \frac{C}{\sqrt{g}} u_o \quad (۳) \quad V = \frac{\sqrt{g}}{C} u_o \quad (۲) \quad V = \sqrt{\frac{Cg}{u_o}} \quad (۱)$$

۱۵- عمق‌های متناظر انرژی مخصوص معینی (مانند E) در یک کانال با مقطع مستطیلی بسیار عریض به ترتیب $h_1 = ۱$ و $h_2 = ۲$ متر می‌باشند. با فرض $g = ۱۰ \left(\frac{m}{sec^2}\right)$ ، مقدار دبی در واحد عرض کانال (q) برابر است با:

$$۶/۳۲ \quad (۴) \quad ۸/۹۴ \quad (۳) \quad ۵/۱۶ \quad (۲) \quad ۰/۱۹ \quad (۱)$$

۱۶- در جریان‌های متغیر تدریجی، معادله دیفرانسیل منحنی سطح آب با کدام یک از روابط زیر بیان می‌شود. (S_o شیب بستر، S_f شیب انرژی، Fr عدد فرود)



$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_o - S_f}{1 - Fr^2} \quad (۲) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{S_o - S_f}{Fr^2 - 1} \quad (۱) \\ \frac{dx}{dy} = \frac{S_o - S_f}{1 - Fr^2} \quad (۴) \quad \frac{dx}{dy} = \frac{S_o - S_f}{Fr^2 - 1} \quad (۳)$$

۱۷- جریان در کانالی با مقطع مستطیلی به صورت زیر بحرانی است. به منظور ایجاد جریان بحرانی در مقطعی از کانال، کف آن به اندازه معین بالا آورده شده است. در محاسبه ارتفاع لازم برای ایجاد جریان بحرانی از افت انرژی صرف‌نظر شده است. اگر پس از احداث معلوم گردد که افت انرژی قابل ملاحظه‌ای وجود دارد، برآمدگی ساخته شده سبب می‌گردد:

- (۱) بر روی برآمدگی فوق بحرانی گردد و عمق جریان در بالادست تغییر نکند.
- (۲) بر روی برآمدگی زیر بحرانی گردد و عمق جریان در بالادست کمتر شود.
- (۳) بر روی برآمدگی فوق بحرانی بوده و عمق در بالادست کاهش یابد.
- (۴) بر روی برآمدگی بحرانی بوده و عمق در بالادست افزایش یابد.

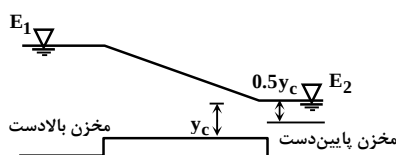
۱۸- آب در کانالی مثلثی با دبی یک متر مکعب در ثانیه با زاویه رأس ۹۰° درجه، ضریب مانینگ $۰/۰۱۳$ و شیب دو در هزار جاری است. عمق بحرانی چقدر است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$)

$$۱/۰۶۰ \quad (۴) \quad ۰/۷۲۵ \quad (۳) \quad ۰/۶۳۵ \quad (۲) \quad ۰/۴۷۵ \quad (۱)$$

۱۹- جریان در یک کانال مستطیلی بسیار عریض با دبی ۲ متر مکعب در ثانیه در واحد عرض، در حالت بحرانی جاری می‌باشد. اگر ضریب مانینگ برابر $۰/۰۱۵$ و شتاب ثقل $۱۰ \left(\frac{m}{sec^2}\right)$ باشد، شیب بستر چقدر است؟

$$۰/۰۰۴ \quad (۴) \quad ۰/۰۰۱۸ \quad (۳) \quad ۰/۰۰۲۵ \quad (۲) \quad ۰/۰۰۳۵ \quad (۱)$$

۲۰- کانال افقی بین دو مخزن وجود دارد و سطح آب در مخزن بالادست ثابت است. سطح آب در مخزن پایین دست متناظر با عمق نرمال در دبی عبور نموده، می‌باشد. اگر سطح آب در مخزن پایین دست به اندازه $۰/۵ y_c$ پایین آورده شود، دبی عبور نموده به چه نسبتی زیاد می‌گردد؟



$$۱/۰۰ \quad (۱)$$

$$۱/۴۱ \quad (۲)$$

$$۲/۰۰ \quad (۳)$$

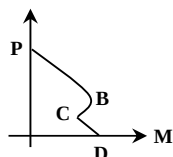
$$۲/۵۰ \quad (۴)$$

طراحی سازه‌های فلزی بتنی

ک ۲۱- در یک مقطع خمشی منظور از حالت بالانس (متعادل) چیست؟

- (۱) بین نیروی فشاری بتن و نیروی کششی فولاد تعادل برقرار باشد.
- (۲) هنگامی که بتن فشاری به تغییر شکل نهایی خود می‌رسد فولاد کششی نیز به تغییر شکل نهایی خود برسد.
- (۳) هنگامی که بتن فشاری به تغییر شکل نهایی خود می‌رسد فولاد کششی به تغییر شکل متناظر با مقاومت تسلیم مشخصه برسد.
- (۴) هیچ کدام

ک ۲۲- در دیاگرام شکل زیر که مربوط به اثر توأم لنگر خمشی و نیروی فشاری در یک مقطع بتن آرمه است، دلیل وجود شاخه‌ای نظیر CD چیست؟



- (۱) زیاد بودن فولاد کششی
- (۲) وجود فولاد فشاری
- (۳) کم بودن مقدار فولاد کششی
- (۴) هیچ کدام

ک ۲۳- در یک تیر عمودی با مقطع مستطیلی تحت اثر لنگر پیچشی، امتداد و موقعیت ترک‌های حاصله چه خواهد بود؟

- (۱) ترک‌های عمود بر محور تیر به طور مجزا در طول تیر
- (۲) ترک‌های مورب به طور مجزا در طول تیر
- (۳) ترک‌های پیوسته مارپیچی در طول تیر
- (۴) هیچ کدام

ک ۲۴- در رابطه با مقاومت ستون‌های بتن آرمه در مقابل آتش‌سوزی، شرایط فولادگذاری مطلوب چیست؟

- (۱) فولادگذاری به مقدار زیاد و توزیع شده در چهار وجه
- (۲) فولادگذاری با مقدار درصد محدود و متمرکز در چهار گوشه
- (۳) فولادگذاری با مقدار درصد محدود و توزیع شده در چهار وجه
- (۴) هیچ کدام

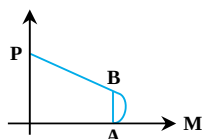
ک ۲۵- تغییر شکل کدامیک از دو قطعه خمشی کاملاً مشابه (از نظر ابعاد و جنس بتن) که در مقابل گسیختگی (حالت حدی نهایی) دارای حاشیه ایمنی یکسان بوده و بطور مشابه بارگذاری شده‌اند، ولی یکی با فولاد AII ($f_y = 300 \text{ MPa}$) و دیگری با فولاد AIII ($f_y = 400 \text{ MPa}$) مسلح شده است، بیشتر است؟

- (۱) تغییر شکل‌های دو قطعه فرقی با هم ندارند.
- (۲) تغییر شکل قطعه مسلح شده با فولاد AII بیشتر است.
- (۳) تغییر شکل قطعه مسلح شده با فولاد AIII بیشتر است.
- (۴) در حالت کلی نمی‌توان پاسخ داد.

ک ۲۶- مقاطع خمشی بتن آرمه را باید طوری طراحی کرد که:

- (۱) گسیختگی خمشی و برشی هم‌زمان اتفاق بیفتد تا طرح اقتصادی باشد
- (۲) گسیختگی برشی قبل از گسیختگی خمشی اتفاق بیفتد.
- (۳) گسیختگی خمشی قبل از گسیختگی برشی اتفاق بیفتد.
- (۴) هیچ‌کدام

ک ۲۷- در یک مقطع بتن آرمه که تحت نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی حول یک محور اصلی قرار دارد، منحنی اندرکنش نیروی محوری و لنگر خمشی مطابق شکل است. دو نقطه A و B روی منحنی متعلق به مقادیر ثابت لنگر خمشی هستند اما نیروی محوری در P در A، صفر و در B، غیر صفر است کدام یک از عبارات زیر درست است؟



- (۱) محل محور خنثی در دو نقطه A و B یکسان نیست.
- (۲) محل تار خنثی در دو نقطه A و B یکی است ولی کرنش فولاد در B کم‌تر از A است.
- (۳) محل محور خنثی یکی است ولی کرنش ماکزیمم بتن فشاری در B بیش‌تر از A می‌باشد.
- (۴) هیچ‌کدام

ک ۲۸- در مقاطع بحرانی یک تیر بتن آرمه که تحت بار گسترده یکنواختی در تمام طول خود قرار می‌گیرد، لنگر خمشی و نیروی برشی وارد شده برابر مقاومت‌های مربوطه هستند. با ثابت بودن دیگر پارامترها، اگر در این تیر عمق مؤثر مقطع دو برابر و شدت بار وارده اندکی بیش از ۲ برابر شود،:

- (۱) احتمالاً ابتدا شکست خمشی رخ خواهد داد.
- (۲) احتمالاً ابتدا شکست برشی رخ خواهد داد.
- (۳) قطعاً هر دو شکست هم‌زمان آغاز خواهند شد.
- (۴) هیچ‌کدام



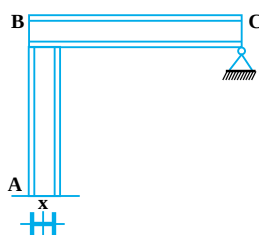
۲۹- در اکثر تیرهای بتن آرمه لنگری که باعث ایجاد نخستین ترک می‌شود:

- (۱) درصد کمی از لنگر مقاوم نهایی است.
- (۲) حدوداً نصف لنگر مقاوم نهایی است.
- (۳) کمی کمتر از لنگر مقاوم نهایی است.
- (۴) هیچ‌کدام

۳۰- خیز بلندمدت یک تیر بتن آرمه:

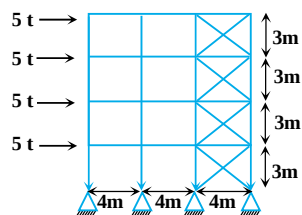
- (۱) ۲ تا ۳ برابر خیز اولیه آن است.
- (۲) ۱/۵ برابر خیز اولیه آن است.
- (۳) به علت جمع‌شدگی (shrinkage) کمتر از خیز اولیه آن است.
- (۴) هیچ‌کدام

۳۱- قطعات قاب ABC از یک نیم‌رخ بال‌پهن تشکیل شده‌اند. وضعیت تکیه‌گاه‌ها در صفحه قاب مطابق شکل زیر بوده و در نقاط A و C دارای تکیه‌گاه جانبی است و از حرکت قاب در امتداد عمود بر صفحه قاب در این نقاط جلوگیری می‌نمایند. ضریب کماتش ستون AB در دو امتداد به ترتیب زیر است:



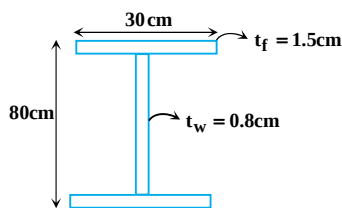
- (۱) $K_X < 1$ و $K_Y < 1$
- (۲) $K_X < 1$ و $K_Y > 1$
- (۳) $K_X > 1$ و $K_Y > 1$
- (۴) $K_X > 1$ و $K_Y < 1$

۳۲- با فرض اتصال لولایی تیرها به ستون‌ها و صرف‌نظر از رفتار فشاری بادبندها، چنانچه تنش مجاز کششی فولاد $\frac{kg}{cm^2} \circ 125$ باشد، سطح مقطع لازم برای بادبند طبقه هم‌کف چقدر است؟



- (۱) 20 cm^2
- (۲) $26/7 \text{ cm}^2$
- (۳) 10 cm^2
- (۴) $13/4 \text{ cm}^2$

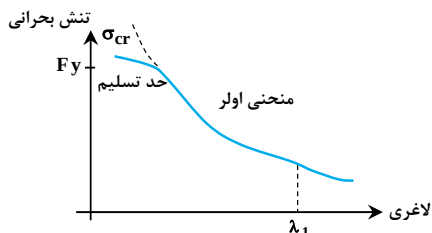
۳۳- در یک تیر ورق با مقطع زیر، ماکزیمم نیروی برشی $V_{max} = 96 \text{ ton}$ است. اگر حد تسلیم فولاد به کار رفته در ساخت تیر ورق



باشد: $F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$

- (۱) این تیر ورق برای تحمل نیروی برشی $V = 96 \text{ ton}$ کافی است و نیاز به تقویت ندارد.
- (۲) ضعف این تیر ورق را با اضافه نمودن تسمه‌های تقویتی به بال‌های فوقانی و تحتانی می‌توان برطرف کرد.
- (۳) ضعف این تیر ورق را می‌توان با اتصال سخت‌کننده‌هایی به جان تیر ورق برطرف نمود.
- (۴) هیچ‌کدام

۳۴- با توجه به شکل زیر که در مورد یک ستون با بار محوری رسم شده است:



- (۱) تنش مجاز ستون در لاغری نظیر λ_1 تنها تابع تنش تسلیم فولاد است.
- (۲) تنش مجاز ستون در لاغری نظیر λ_1 تابع تنش تسلیم فولاد و مدول الاستیسیته فولاد است.
- (۳) تنش مجاز ستون در لاغری نظیر λ_1 تنها تابع مدول الاستیسیته فولاد است.
- (۴) تنش مجاز ستون در لاغری نظیر λ_1 تنها تابع مدول الاستیسیته مماسی فولاد است.

۳۵- پروفیل‌های فشرده به پروفیل‌هایی گفته می‌شوند که دارای خاصیت زیر باشند:

- (۱) نسبت عرض به ضخامت قسمت‌های مختلف آن‌ها از حد معینی تجاوز نکند.
- (۲) همه پروفیل‌های فولادی نوردشده از فولاد نرمه پروفیل فشرده می‌باشند.
- (۳) پروفیل‌هایی هستند که به روش خاصی در کارخانجات نورد شده‌اند.
- (۴) هیچ‌کدام



پاسخنامه آزمون سراسری ۷۲

مهندسی پی

۱- گزینه «۴» با توجه به صفر بودن چسبندگی خاک و اینکه گودبرداری به صورت قائم انجام شده و پس از ۲ سال مشکلی برای آن به وجود نیامده است، به نظر می‌رسد آزمایش باید بر روی نمونه‌های دست‌خورده انجام شده باشد که شرایط واقعی خاک را صحیح مدل نموده است.

۲- گزینه «۲» شکل (۱) حالت فشار زیر پی صلب در خاک ریز دانه (چسبنده) و شکل (۲) حالت فشار زیر پی صلب در خاک دانه‌ای را نشان می‌دهد.

۳- گزینه «۱» $q = \gamma \times D_f = (1/7 \times 10) \times 1/4 = 23/8 \text{ kPa}$ $q_{all} = \frac{1}{SF} (c \cdot N_c + q \times N_q + \gamma \times B \times N_\gamma)$

$\Rightarrow q_{all} = \frac{1}{3} (0 + 23/8 \times 18/4 + 0/5 \times 1/7 \times 10 \times 1/1 \times 21/8) = 211/8 \text{ kPa}$ چگونه خاک ماسه‌ای است لذا $C = 0$ است:

۴- گزینه «۴» $c_u = \frac{q_u}{2} = \frac{\text{مقاومت تک محوری}}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ kPa}$

$q_{ult} = c_u \times N_c = 5/14 c_u = 5/14 \times 50 = 257 \text{ kPa}$ پی واقع بر روی خاک رس اشباع است لذا ظرفیت باربری از رابطه مقابل به دست می‌آید:

۵- گزینه «۱» به منظور صرف نظر کردن از تأثیر لایه ضعیف زیرین باید نسبت $\frac{h}{B}$ باید حداقل ۳/۵ باشد که B عرض پی و h فاصله کف پی از لایه زیرین است.

۶- گزینه «۳» عمق بحرانی طول خطوط لغزش روی شمع‌ها است که به خصوصیات هندسی شمع و نیز مکانیک خاک بستگی دارد.

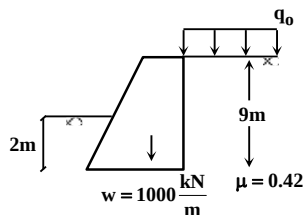
۷- گزینه «۳» نشست و تحکیم لایه‌های خاک اطراف شمع (پی عمیق) باعث ایجاد پدیده‌ی اصطکاک منفی در شمع‌ها می‌گردد.

۸- گزینه «۳» تنها گزینه‌ی نادرست گزینه‌ی (۳) می‌باشد.

۹- گزینه «۳» $K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) = \tan^2(45 - \frac{28}{2})$

$Z_c = \text{عمق ترک کششی} = \frac{2c}{\gamma \sqrt{K_a}} = \frac{2 \times 20}{19 \times \sqrt{\tan^2(45 - \frac{28}{2})}} = \frac{40}{19 \times \tan(45 - \frac{28}{2})} = 3/5 \text{ m}$

۱۰- گزینه «۳»



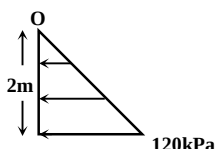
$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) = \tan^2(45 - \frac{30}{2}) = \tan^2(30) = \frac{1}{3}$

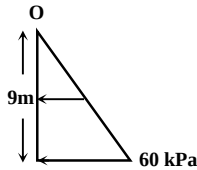
$K_p = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) = \tan^2(45 + \frac{30}{2}) = \tan^2(60) = 3$

$K_p \times \gamma \times H = 3 \times 20 \times 2 = 120 \text{ kPa}$

حالت مقاوم:

$P_p = \frac{1}{2} \times 2 \times 120 + 1000 \times 0/42 = 120 + 420 = 540 \text{ kPa}$





حالت محرک:

$$K_a \times \gamma \times H = \frac{1}{3} \times 20 \times 9 = 60 \text{ kPa}$$

$$p_a = \frac{1}{3} \times 60 \times 9 + K_a \times H \times q_o = 270 + \frac{1}{3} \times q \times q_o = 270 + 3q_o$$

$$SF = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} \Rightarrow 1/5 = \frac{540}{270 + 3q_o} \Rightarrow q_o = 30 \text{ KPa} = 0.3 \text{ MPa}$$

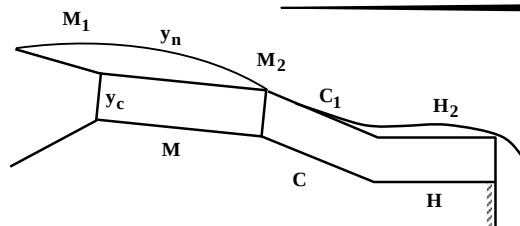
هیدرولیک

۱۱- گزینه «۲» می‌توان از روابط جریان حالت بحرانی در کانال مستطیلی استفاده کرد.

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1^2}{10}} = 0.46 \text{ (m)} \quad E_{\min} = 1/5 y_c = 1/5 \times 0.46 = 0.09 \text{ (m)}$$

۱۲- گزینه «۳» آب با عمق بحرانی وارد کانال می‌شود، بنابراین مقدار انرژی آن برابر هد استاتیکی آب است.

$$H = E_{\min} = \frac{3}{2} y_c \Rightarrow y_c = \frac{2}{3} H \quad q = \sqrt{g y_c^3} = \sqrt{g \times \left(\frac{2}{3} H\right)^3} = 1/5 H^{1/5} \quad q = \frac{Q}{b} = C H^{1/5} \Rightarrow C = 1/5$$



۱۳- گزینه «۱»

نکته ۱: پروفیل C_1 هرگز وجود ندارد بنابراین گزینه‌های ۳ و ۴ رد می‌شود.

نکته ۲: جریان با عمق بحرانی از لبه آبشار به پایین می‌افتد.

نکته ۳: چون جریان در شیب M زیر بحرانی است از پایین دست تأثیر نپذیرفته و با عمق بحرانی وارد کانال نمی‌شود.

$$\begin{cases} u_o = \sqrt{gRS} \\ V = C\sqrt{RS} \end{cases} \Rightarrow \frac{u_o}{V} = \frac{\sqrt{g}}{C} \Rightarrow V = u_o \frac{C}{\sqrt{g}}$$

۱۴- گزینه «۳» سرعت برشی به صورت رابطه داده شده u_o تعریف می‌شود.

در این مساله برای حل رابطه سرعت برشی با رابطه شزی مقایسه شده است.

۱۵- گزینه «۲»

$$\begin{cases} E_1 = E_2 \\ V_1 y_1 = V_2 y_2 \end{cases} \Rightarrow V_1 = 2V_2 \quad y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = y_2 + \frac{V_2^2}{2g} \Rightarrow y_1 = h_1 = 1 \text{ (m)} \quad y_2 = h_2 = 2 \text{ (m)}$$

$$1 + \frac{V_1^2}{2 \times 10} = 2 + \frac{1}{2 \times 10} \Rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{10}{3}} = 5.77 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \Rightarrow q = V_1 y_1 = 5.77 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{sec}}\right)$$

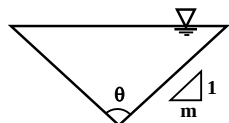
$$E_1 = E_2 \Rightarrow y_1 + \frac{q^2}{2gy_1^2} = y_2 + \frac{q^2}{2gy_2^2}$$

روش دیگر: محاسبه مستقیم دبی واحد عرض

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_o - S_f}{1 - Fr^2} \quad \frac{dy}{dx} \text{ بیان می‌شود.}$$

۱۷- گزینه «۴» جریان در هنگام عبور از سرریز با ارتفاع کمتر از ارتفاع حداقل (با فرض عدم اتلاف انرژی) به صورت زیر بحرانی عبور می‌کند، بنابراین در صورت وجود اتلاف انرژی ارتفاع محاسبه شده بیشتر از ارتفاع مورد نیاز حداقل سرریز است. در نتیجه لازم است برای تأمین انرژی بحرانی لازم برای عبور از سرریز افزایش ارتفاع جریان روی دهد (پس بزند) تا از روی سرریز به صورت بحرانی عبور نماید.

۱۸- گزینه «۳» در شرایط بحرانی در هر مقطع، از رابطه زیر استفاده می‌شود:



$$\frac{Q^2}{g} = \frac{A_c^3}{T}$$

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{(my_c^2)^3}{2my_c} \Rightarrow \frac{y^2}{10} = \frac{y_c^6}{2y_c} \Rightarrow y_c = \sqrt[5]{\frac{2}{10}} = 0.725 \text{ (m)}$$

$$\theta = 90^\circ \Rightarrow m = 1$$

۱۹- گزینه «۲» طبق رابطه مانینگ می‌توان نوشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = 0.74 \text{ (m)} \\ q = \frac{1}{n} y_c^2 S_c^{\frac{1}{2}} \end{array} \right. \Rightarrow S_c = \frac{q^2 n^2}{y_c^2} = \frac{2^2 \times 0.015^2}{0.74^2} = 2/5 \times 10^{-3}$$

۲۰- گزینه «۱» در مخزن پایین‌دست آب با عمق بحرانی وارد می‌شود، بنابراین با توجه به بحرانی بودن در این نقطه در مقطع کنترلی پایین‌دست موج به بالادست منتقل نمی‌شود و تراز پایین‌دست اگر کمتر از عمق بحرانی باشد در حالت شیب H, M در دبی عبوری تأثیری ندارد.

طراحی سازه‌های فلزی بتنی

۲۱- گزینه «۳» حالت متعادل یعنی، هم‌زمانی کرنش در دورترین تار فشاری به کرنش نهایی بتن و کرنش در آرماتورهای کششی به حد تسلیم برسد.

۲۲- گزینه «۴» شاخه CD در منحنی اثر توأم لنگر خمشی و نیروی محوری مربوط به اعمال ضرایب کاهش مقاومت $0.9 < \phi < 0.75$ طبق روش ACI است و ربطی به مقدار فولاد ندارد.

۲۳- گزینه «۳» در اثر اعمال لنگر پیچشی، یک سری ترک‌های ۴۵ درجه در اضلاع تیر ایجاد می‌شود که به طور پیوسته در طول تیر وجود داشته و به شکل مارپیچ می‌باشد.

۲۴- گزینه «۴» برای حفاظت در برابر آتش‌سوزی، باید فاصله آرماتورها با سطح خارجی بتن (پوشش) رعایت گردد.

۲۵- گزینه «۱» تغییر شکل قطعات خمشی مستقل از خصوصیات مقاومتی فولاد مسلح‌کننده است.

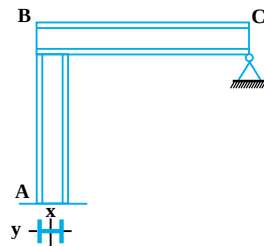
۲۶- گزینه «۳» از آنجایی که گسیختگی خمشی به صورت نرم و گسیختگی برشی به صورت ترد اتفاق می‌افتد با انتخاب ضرایب اطمینان بزرگ‌تر در برش، نسبت به خمش، تیرها را طوری طراحی می‌کنند که در خمشی زودتر به گسیختگی برسد.

۲۷- گزینه «۱» به دلیل وجود نیروی محوری در B، تنش فشاری در مقطع افزایش یافته، لذا محل تار خنثی نسبت به A تغییر می‌کند و یکی نیست.

۲۸- گزینه «۲» با دو برابر شدن ارتفاع تیر، مقاومت خمشی ۴ برابر شده (وابسته به bd^2) ولی مقاومت برشی ۲ برابر می‌شود (وابسته به bd) لذا احتمال شکست برشی وجود دارد.

۲۹- گزینه «۱» لنگری که باعث ایجاد نخستین ترک در تیر می‌شود، لنگر ترک‌خوردگی نام دارد که مقدار آن درصد کمی از لنگر مقاوم نهایی تیر است.

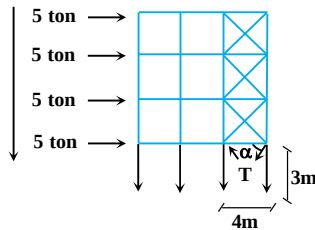
۳۰- گزینه «۴» تغییر شکل درازمدت یک تیر بتن آرمه تحت بار ثابت ممکن است تا دو برابر تغییر شکل اولیه آن باشد، اما نمی‌توان عدد دقیقی را به عنوان این نسبت تعیین کرد. همچنین وجود فولادهای فشاری باعث کاهش خیز درازمدت تیر ناشی از خزش شده، لیکن مقدار این خیز همچنان از مقدار خیز اولیه تیر بیشتر خواهد بود.



۳۱- گزینه «۲» برای دوران مقطع حول محور y ، ستون در نقطه B مهار جانبی ندارد و در نتیجه در این جهت مقدار ضریب طول مؤثر K_y بزرگتر از ۱ خواهد شد. در جهت x به دلیل این که از تغییر مکان جانبی B صرف نظر شده است، ستون AB حول محور x مهار شده در نظر گرفته شده و مقدار K_x کوچکتر از ۱ می‌باشد.

$$(k_x \approx 0.5, k_y \approx 2)$$

۳۲- گزینه «۱» از دیاگرام آزاد قاب در طبقه هم کف خواهیم داشت:



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow T \cos \alpha = 4 \times 5 = 20 \text{ ton} \Rightarrow T = \frac{20}{\cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow T = \frac{20 \times 5}{4} = 25 \text{ ton} = 25000 \text{ kg}$$

پس از محاسبه نیروی المان، بر اساس تنش مجاز کششی مقدار سطح مقطع مورد نیاز به دست می‌آید:

$$f_t = \frac{T}{A} \leq F_t \Rightarrow \frac{25000}{A} \leq 1250 \Rightarrow 20 \text{ cm}^2 \leq A$$

۳۳- گزینه «۴» اضافه نمودن سخت کننده در جان تیر - ورق‌های با خطر کمناش قطری باعث افزایش تنش مجاز می‌شود، اما حد نهایی مقاومت برشی $F_v = 0.4 F_y$ است؛ یعنی در بهترین حالت ظرفیت برش جان تیر - ورق مطرح شده عبارت است از:

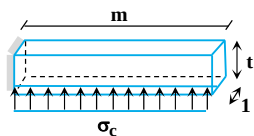
$$\frac{V_{all}}{h_w \cdot t_w} \leq 0.4 F_y \Rightarrow V_{all} \leq 0.4 \times 24000 \times (80 - 3)(0.8) = 59136 \text{ kg} \Rightarrow V_{all} = 59.136 \text{ ton}$$

چون این ظرفیت برشی ورق جان در بهترین شرایط هنوز از برش وارده بر تیر - ورق کوچکتر است. لذا وجود سخت کننده روی جان مؤثر نیست و ضخامت جان تیر - ورق خیلی نازک انتخاب شده است.

۳۴- گزینه «۳» با توجه به محل λ_1 که در ناحیه کمناش ارتجاعی قرار دارد، تنش مجاز فشاری تابع ضریب لاغری ستون است $(F_a = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2})$

و ارتباطی با تنش تسلیم فولاد ندارد. در حالی که تنش مجاز ستون در ناحیه کمناش غیرالاستیک، تابع تنش تسلیم فولاد است.

۳۵- گزینه «۴» شرایط یک مقطع فشرده عبارت است از عدم تجاوز عرض به ضخامت در بال و جان از مرز مشخصی و پیوستگی سراسری بال و جان در طول عضو.



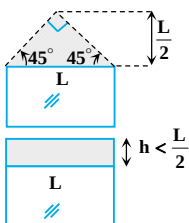
$$f_b = \frac{M}{S} \Rightarrow f_b = \frac{\sigma_c m^2}{t^2} \leq F_b \Rightarrow m \sqrt{\frac{3 \sigma_c}{F_b}} \leq t$$

۳۶- گزینه «۱» با توجه به توزیع تنش زیر کف - ستون، ضخامت ورق به شکل زیر به دست می‌آید.

۳۷- گزینه «۴» به منظور ممانعت از ناپایداری کمناش قائم بال فشاری در اثر لاغری بیش از حد ورق جان، حداکثر لاغری جان تیر - ورق‌ها در بهترین شرایط؛ یعنی قرار گرفتن سخت کننده‌هایی با فاصله‌ای کمتر از ۱/۵ برابر ارتفاع تیر - ورق از رابطه زیر به دست می‌آید که برای ورق‌های ST-۳۷، تقریباً

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{16770}{\sqrt{F_y}} \xrightarrow{F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2} \frac{h}{t_w} \leq 342$$

عدد ۳۴۲ است.



۳۸- گزینه «۳» سطح بارگیر یک تیر نعل درگاهی از دیوار فوقانی‌اش عبارت است از مثلث متساوی‌الساقین قائم‌الزاویه‌ای با زوایای 45° که وتر آن تیر نعل درگاهی است.

اگر رأس مثلث در بالای دیوار قرار گیرد، آنگاه تیر نعل درگاهی باید قادر به تحمل وزن کل دیوار فوقانی‌اش باشد (بار مستطیلی).

$$(1 \text{ Ksi} = 70 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})$$

۳۹- گزینه «۳» دو یا سه رقم بعد از E، مقاومت نهایی فلز جوش را بر حسب Ksi یا $\frac{\text{کیلو پوند}}{\text{اینچ مربع}}$ مشخص می‌کنند.

و دو رقم بعدی (XX): علامت سایر عوامل نظیر وضعیت جوشکاری، منبع تأمین برق، جنس روکش و ... به عنوان مثال:

$$E = 60 \text{ XX} \Rightarrow F_u = 60 \times 70 = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$E 110 \text{ XX} \Rightarrow F_u = 110 \times 70 = 7700 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\alpha = \frac{M_p}{M_y} = \frac{ZF_y}{SF_y} = \frac{Z}{S}$$

۴۰- گزینه «۲» طبق تعریف، ضریب شکل یک مقطع خمشی از رابطه مقابل به دست می‌آید:

که در آن: M_p : لنگر پلاستیک مقطع، M_y : لنگر الاستیک مقطع، Z : اساس مقطع پلاستیک تیر، S : اساس مقطع الاستیک تیر