



پاسخنامه تشریحی درس مکانیک خاک کنکور ارشد عمران ۱۴۰۱

پاسخگویی به سؤالات توسط:

مهندس محمدرضا اکبرزاده @Mohammadrezaakb13

جزئیات دوره‌هاک آموزش:



www.CafeTadrir.com/Omran

مشاوره، سوال و راهنمایی:



@ShahinSagharchi

نمونه فیلم‌هاک آموزش و آزمون‌هاک تستی مؤسسه نوین نگرش، در کانال‌هاک تلگرامی
زیر قایل مشاهده است:



@Omran_Video



@Omran_Tests

تحلیل و بررسی سوالات مکانیک خاک کنکور ارشد ۱۴۰۱ مهندس عمران

تعداد سوال	فصل	تعداد سوال	سطح
۱	مفاهیم مکانیک خاک	۳	ساده
۱	تراکم	۵	متوسط
۲	حرکت آب در خاک	۴	سخت
۲	تنش موثر		
۱	توزیع تنش در خاک		
۳	نشست و تحکیم در خاک		
۲	مقاومت برشی خاک		
۰	پایداری شیروانی های خاکی		

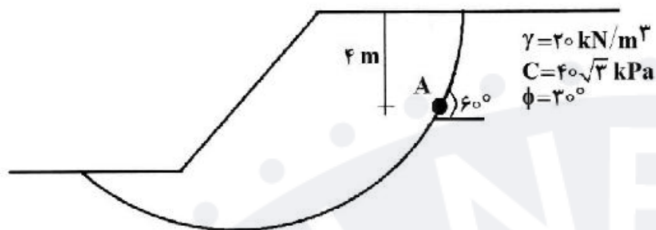
با سلام خدمت همه دوستان عزیزم. اولاً به خسته نباشید می گم خدمت همتون امیدوارم به چیزی که دلتون می خواد رسیده باشید. خب بریم سراغ موضوع اصلی، امسال مکانیک خاک یکم مسیرش عوض شده بود و سوالات جدید و جالبی داشت. بر خلاف سال های گذشته هیچ اثری از دانه بندی خاک و روابط وزنی حجمی نبود اما در عوض سوالاتی از قسمت هایی بود که معمولاً خیلیا نمی خونن یا کم اهمیت تر هستن، مثلاً شیروانی خاکی و مفاهیم و تعاریف مکانیک خاک که این یکم موضوع رو پیچیده کرده بود. چندتایی هم سوال بود که یکم محاسبات شاید اذیت می کرد اما در حالت کلی می شد درصد خوبی هم تو خاک زد.

موفق باشید

محمدرضا کبرزاده

نوین نگرش عمران

۶۶- در شکل زیر ضریب اطمینان لغزش در نقطه A به کدام گزینه نزدیک است؟



(۱) ۱

(۲) ۲/۷۳

(۳) ۵/۷۵

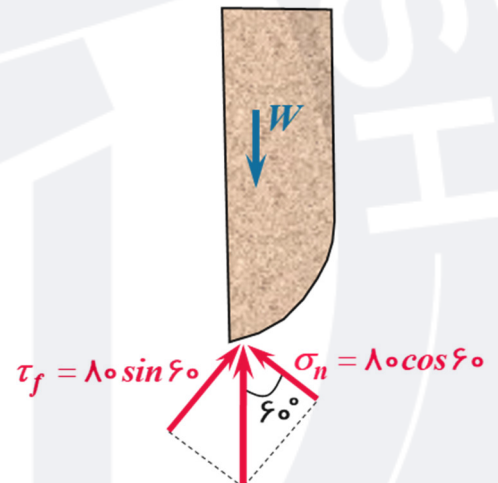
(۴) ۱/۳۳

پاسخ گزینه ۴ (شیروانی خاکی، دشوار)

با توجه به داده‌های مورد نظر می‌توان گفت نظر طراح استفاده از روش قطعات و محاسبه ضریب اطمینان در محل یکی از این قطعات می‌باشد. در این روش ابتدا تنش برشی موجود و سپس تنش برشی مقاوم در نقطه مورد نظر محاسبه شده و در نهایت از نسبت این تنش‌ها ضریب اطمینان بدست می‌آید:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_n = (\gamma \times 4) \cos 60^\circ = 40 \text{ kPa} \\ \tau_r = \sigma_n \tan \phi + c \\ c = 40\sqrt{3} \text{ kPa} \\ \phi = 30^\circ \\ \tau_r = \frac{160}{\sqrt{3}} \text{ kPa} \\ \tau_f = (\gamma \times 4) \sin 60^\circ = 40\sqrt{3} \text{ kPa} \end{array} \right.$$

$$\rightarrow FS = \frac{\tau_r}{\tau_f} = \frac{4}{3} = 1/33$$



لازم به ذکر است که در اولین قطعه از شیروانی به دلیل ضخامت کم می‌توان از اثرات نیروهای جانبی صرف نظر نمود.

۶۷- در شکل زیر نسبت تنش مؤثر خاک حالت (۱) به حالت (۲) در تراز X-X کدام است؟

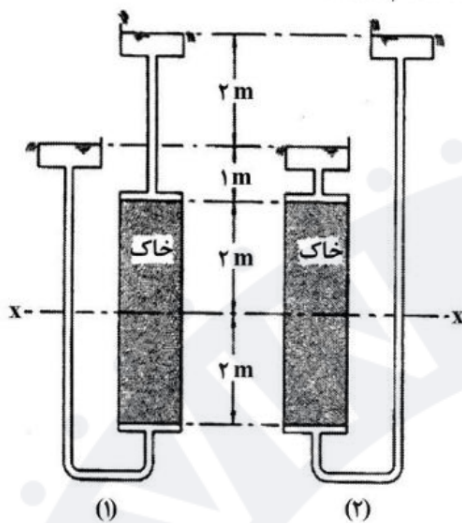
$$(\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3 \text{ و } \gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3)$$

۳ (۱)

۱ (۲)

۲ (۳)

۲/۳ (۴)



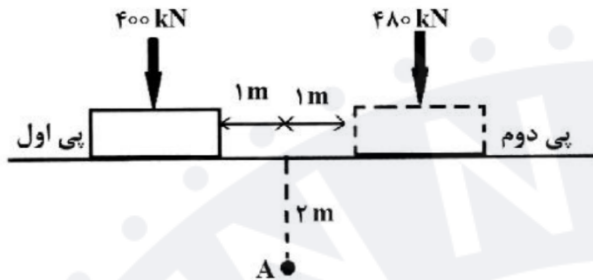
پاسخ گزینه ۱ (تنش مؤثر در خاک، ساده)

این سوال دقیقا سوال کنکور سال ۹۸ می باشد، با این تفاوت که فقط نسبت تنش مؤثر خواسته شده و همچنین وزن مخصوص ها داده شده است.

$$\begin{cases} P_1 = i z \gamma_w = \left(\frac{2}{4}\right) \times 2 \times \gamma_w = \gamma_w \\ P_2 = i z \gamma_w = \left(\frac{2}{4}\right) \times 2 \times \gamma_w = \gamma_w \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sigma'_1 = \sigma'^* + p = 2\gamma' + \gamma_w \xrightarrow[\gamma' = 10 \text{ kPa}]{\gamma_w = 10 \text{ kPa}} 30 \\ \sigma'_2 = \sigma'^* - p = 2\gamma' - \gamma_w \xrightarrow[\gamma' = 10 \text{ kPa}]{\gamma_w = 10 \text{ kPa}} 10 \end{cases} \longrightarrow \frac{\sigma'_1}{\sigma'_2} = 3$$

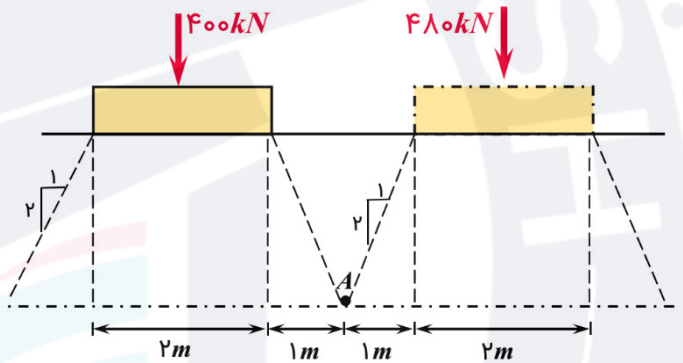
۶۸- یک پی مربع با بعد ۲ متر بار ۴۰۰ کیلونیوتن را تحمل می‌کند. اگر یک پی مشابه با بار ۴۸۰ کیلونیوتن نیز مطابق شکل در فاصله ۲ متری اجرا شود، افزایش تنش به روش تقریبی (۲ به ۱) در نقطه A با اجرای پی اول و دوم به ترتیب کدام است؟ (کیلوپاسکال)



- (۱) ۲۵ و ۳۰
(۲) ۱۰۰ و ۲۲۰
(۳) ۲۵ و ۵۵
(۴) ۱۰۰ و ۱۲۰

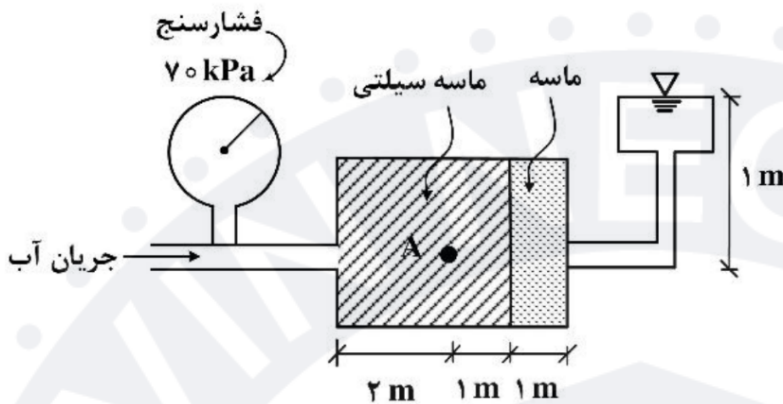
پاسخ گزینه ۳؟ (توزیع تنش در خاک، ساده)

با توجه به شکل زیر می‌توان به این نتیجه رسید که نقطه A در حالت دوم در محدوده هر دو اضافه تنش قرار می‌گیرد و بنابراین در حالت دوم باید اضافه تنش ناشی از هر دو پی با یکدیگر جمع شود:

$$\begin{cases} \Delta\sigma_1 = \frac{P_1}{(B+z)^2} = \frac{400}{(2+2)^2} = 25 \text{ kPa} \\ \Delta\sigma_2 = \frac{P_2}{(B+z)^2} = \frac{480}{(2+2)^2} = 30 \text{ kPa} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \Delta\sigma_{1A} = 25 \text{ kPa} \\ \Delta\sigma_{2A} = 30 \text{ kPa} \end{cases}$$


نکته شک برانگیز در این سوال مرزی بودن نقطه A می‌باشد. یعنی این نقطه دقیقاً روی مرز توزیع تنش در هر دو پی قرار دارد و امکان این حالت وجود دارد که تنش‌ها در آن نقطه با یکدیگر جمع نشوند و در این حالت هر دو گزینه ۱ و ۳ می‌توانند صحیح باشد. اما منظور طراح محترم در این سوال جمع این تنش‌ها بوده است.

۶۹- در شکل زیر ضریب نفوذپذیری ماسه سیلتی (سمت چپ) برابر با 5×10^{-4} متر بر ثانیه است. مساحت مقطع خاک ۲ مترمربع و دبی عبوری 5×10^{-4} مترمکعب بر ثانیه است. فشار آب حفره‌ای در نقطه A چند کیلوپاسکال



است؟

(۱) ۶۰

(۲) ۳۰

(۳) ۸۰

(۴) ۴۰

پاسخ گزینه ۱ (جریان آب در خاک، متوسط)

ابتدا به کمک رابطه دبی برای خاک‌ها، افت هد در ماسه سیلتی (خاک ۱) محاسبه می‌شود و سپس با توجه به اینکه تغییرات افت هد در طول خاک خطی است، مقدار افت هد در نقطه مورد نظر بدست می‌آید. در نهایت می‌توان با استفاده از رابطه برنولی بین نقطه ابتدای خاک (نقطه B) و نقطه A یا معادله خطی تغییرات فشار آب در لایه خاک، فشار آب در نقطه A را محاسبه نمود:

$$Q_1 = \frac{k_1 A_1 \Delta h_1}{L_1} \rightarrow 5 \times 10^{-4} = \frac{(5 \times 10^{-4})(2) \Delta h_1}{3} \rightarrow \Delta h_1 = 1/5 m \quad ; \quad \Delta h_A = \frac{2}{3} 1/5 = 1m$$

$$h_{pA} + (h_z)_A = h_{pB} + (h_z)_B - \Delta h_1 \xrightarrow{(h_z)_A = (h_z)_B} h_{pA} = 6m \rightarrow P_A = h_{pA} \gamma_w = 60 kPa$$

۷۰- دو نمونه ماسه از یک منبع قرضه به ترتیب دارای وزن مخصوص خشک ۱۵ و ۱۸ کیلونیوتن بر مترمکعب هستند.

اگر نسبت تخلخل این دو نمونه $\frac{e_1}{e_2} = 1/6$ باشد، وزن مخصوص دانه‌های جامد ماسه (G_s) کدام است؟

(وزن مخصوص آب ۱۰ کیلونیوتن بر مترمکعب است.)

(۱) ۲/۶

(۲) ۲/۸

(۳) ۲/۵

(۴) ۲/۷

پاسخ گزینه ۴ (تراکم و قرضه، متوسط)

با استفاده از روابط وزنی و حجمی:

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_d = \frac{\gamma_s}{1+e} \\ G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \end{array} \right. \rightarrow \frac{\gamma_{d1}}{\gamma_{d2}} = \frac{1+e_2}{1+e_1} \rightarrow \frac{e_1 = 1/6 e_2}{\gamma_{d1} = \frac{5}{6} \gamma_{d2}} \rightarrow e_2 = 0/5 \rightarrow \gamma_s = 27 kPa \rightarrow G_s = 2/7$$

۷۱- در یک آزمایش برشی مستقیم روی یک نمونه رسی تحت تنش نرمال ۳۰۰ کیلوپاسکال، تنش های اصلی حداقل و حداکثر در لحظه گسیختگی به ترتیب برابر با ۲۰۰ و ۵۰۰ کیلوپاسکال هستند. تنش برشی در صفحه گسیختگی و چسبندگی زهکشی شده خاک رس به ترتیب از راست به چپ حدوداً چند کیلوپاسکال هستند؟

(۱) ۷۰-۷۸

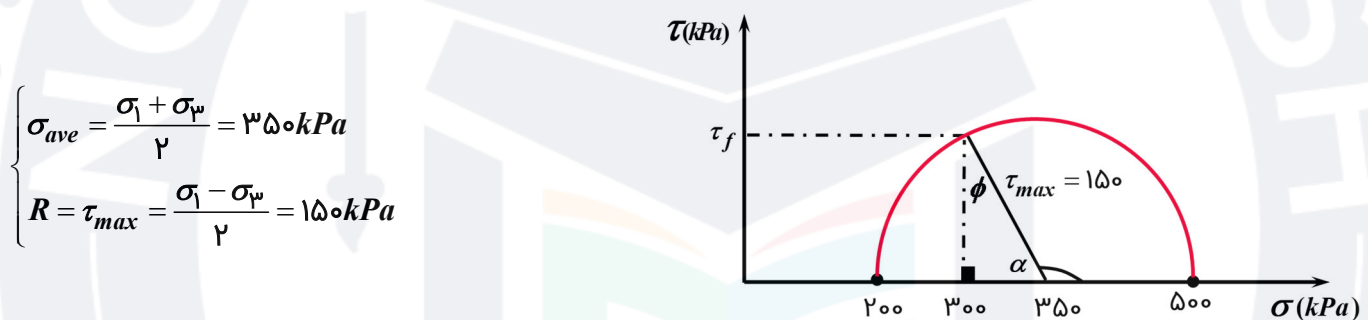
(۲) ۳۵-۷۸

(۳) ۳۵-۱۴۲

(۴) ۷۰-۱۴۲

پاسخ گزینه ۳ (آزمایش مقاومت برشی، دشوار)

می دانیم که در آزمایش برش مستقیم، سطح گسیختگی در راستای افقی می باشد. بنابراین تنش برشی نیز باید در همین سطح بدست آید. با استفاده از دایره مور یا روابط تبدیلات تنش می توان تنش برشی در سطحی که تنش نرمال آن ۳۰۰ kPa را بدست آورد:



با استفاده از دایره مور فوق و روابط هندسی برای مثلث نمایش داده شده:

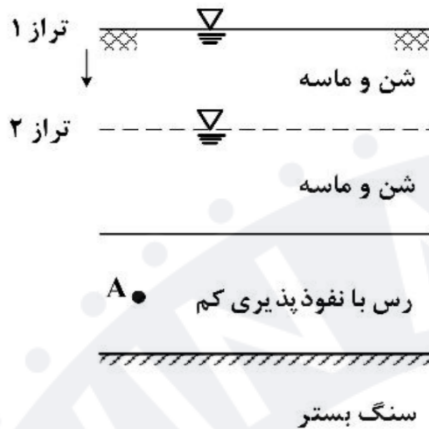
$$\cos(\alpha) = \frac{50}{150} = \frac{1}{3} \xrightarrow{\sin^2(\alpha) + \cos^2(\alpha) = 1} \sin(\alpha) = \frac{\sqrt{8}}{3}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\tau_f}{150} \rightarrow \tau_f = 50\sqrt{8} \simeq 142 \text{ kPa}$$

همچنین برای محاسبه چسبندگی خاک به کمک رابطه مور-کلمب می توان نوشت:

$$\begin{cases} \tau_f = \sigma_f \tan \phi + c \\ \tan \phi = \frac{50}{142} \end{cases} \xrightarrow{\substack{\tau_f = 142 \text{ kPa} \\ \sigma_f = 300 \text{ kPa}}} c \simeq 35 \text{ kPa}$$

۷۲- در نیمرخ نشان داده شده در شکل زیر، چنانچه سطح آب زیرزمینی از تراز ۱ به تراز ۲ افت پیدا کند، مقدار تنش



کل و فشار آب منفذی در کوتاه مدت چه تغییری خواهد کرد؟

(۱) تنش کل و فشار آب منفذی کاهش می یابند.

(۲) تنش کل کاهش و فشار آب منفذی ثابت باقی می ماند.

(۳) تنش کل و فشار آب منفذی ثابت باقی می مانند.

(۴) تنش کل ثابت و فشار آب منفذی کاهش می یابد.

پاسخ گزینه ?? (تحکیم، دشوار)

این سوال نیز دارای مشکل است. با توجه به صورت سوال می توان متوجه شد که منظور طراح محترم، تنش کل و فشار آب در نقطه A می باشد. با این فرض می دانیم که کاهش تراز سطح آب، معادل با افزایش تنش موثر در وسط لایه رس است. بنابراین می توان این طور تجسم نمود که خاک تحت یک بارگذاری خارجی قرار می گیرد.

با توجه به گزینه های سوال **با این فرض** که منظور طراح محترم بعد از رخداد افت تراز آب می باشد، بلافاصله بعد از افت تراز آب، نقطه A در لایه رس دچار اضافه فشار آب حفره ای می شود و مدت کوتاهی بعد از این اتفاق به دلیل نفوذپذیری پایین لایه رس، فشار آب حفره ای تغییری نمی کند و در نهایت پس از گذشت مدت زمان طولانی اضافه فشار آب حفره ای کاهش می یابد و در نهایت به صفر می رسد. همچنین تنش کل نیز در طول این فرآیند (چه در کوتاه مدت چه در بلند مدت) ثابت است.

یک برداشت دیگر نیز در این سوال می تواند به این صورت باشد که کاهش سطح آب، باعث کاهش وزن مخصوص خاک و در نهایت باعث کاهش تنش کل می شود. همین موضوع برای فشار آب حفره ای نیز صادق است. بنابراین هر دو مورد باید کاهش پیدا کند که می توان گفت، گزینه ۱ نیز می تواند صحیح باشد.

اما همانطور که گفته شد سوال دارای ابهاماتی در خود می باشد و با لحاظ فرضیاتی می توان به جواب مد نظر طراح رسید و این سوال جای اعتراض دارد.

۷۳- دو نمونه رس اشباع عادی تحکیم یافته ($C_s = 0.2C_c$)، در آزمایش تحکیم تحت تنش P قرار دارند. در نمونه اول تنش قائم از P به $10P$ افزایش یافته و تحکیم می‌شود. در نمونه دوم ابتدا با افزایش تنش از P به $100P$ نمونه تحکیم شده و سپس تنش به $10P$ کاهش می‌یابد. نسبت نشست تحکیمی نمونه دوم به نمونه اول کدام است؟

۱ (۱)

۲ (۲)

۰.۵۵ (۳)

۱.۸ (۴)

پاسخ گزینه ۴ (تحکیم، متوسط)

با استفاده از نمودار و روابط تحکیم:

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta H_1 &= \frac{H_o}{1+e_o} C_c \log\left(\frac{10P}{P}\right) \\ \Delta H_v &= \frac{H_o}{1+e_o} \left[C_c \log\left(\frac{100P}{P}\right) + \underbrace{C_s}_{0.2C_c} \log\left(\frac{10P}{100P}\right) \right] \end{aligned} \right. \rightarrow \frac{\Delta H_v}{\Delta H_1} = 1.8$$

در واقع جمله دوم در محاسبه تحکیم نمونه دوم نشان دهنده نشست ناشی از باربرداری می‌باشد و همانطور که مشاهده می‌شود از مقدار نشست اولیه این مقدار کاسته می‌شود.

۷۴- در آزمایش تحکیم تک بعدی مقدار تنش از $2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ به $4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ افزایش می‌یابد. تخلخل اولیه نمونه 0.78 و ضخامت اولیه نمونه 2 سانتی‌متر است که با افزایش سربار 2 میلی‌متر نشست می‌کند. تراکم نسبی (Dr) نمونه چند درصد شده است؟ ($e_{\min} = 0.5$, $e_{\max} = 1$)

(۱) ۴۰

(۲) ۸۰

(۳) ۳۶

(۴) ۶۷

پاسخ گزینه ۲ (تحکیم، متوسط)

با استفاده روابط تحکیم:

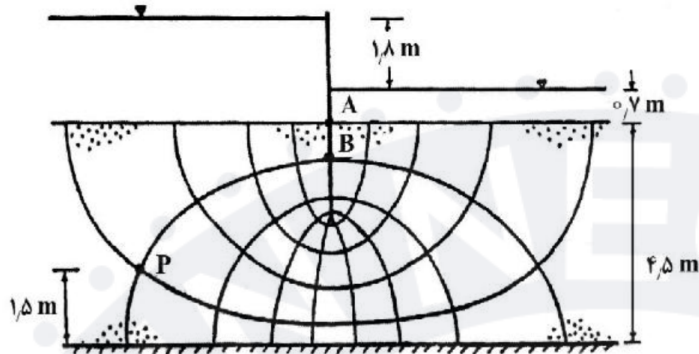
$$\frac{\Delta H}{H_0} = \frac{\Delta e}{1 + e_0} \rightarrow \frac{2}{2.0} = \frac{\Delta e}{1.78} \rightarrow \Delta e = 0.178$$

$$e_f = e_0 - \Delta e \rightarrow e_f = 0.602$$

حال با استفاده از رابطه دانسیته نسبی می‌توان نوشت:

$$Dr = \frac{e_{\max} - e_f}{e_{\max} - e_{\min}} \rightarrow \frac{1 - 0.602}{1 - 0.5} \times 100 \simeq 80\%$$

۷۵- در شکل زیر فشار آب حفره‌ای در نقطه P (کیلو پاسکال) و گرادیان هیدرولیکی خروجی حداکثر به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ ($AB = 1m$)



(۱) ۰/۶۲ - ۲۳

(۲) ۰/۲۰ - ۵۲

(۳) ۰/۲۲ - ۲۳

(۴) ۰/۶۲ - ۵۲

پاسخ گزینه ۲ (تراوش دوبعدی، متوسط)

به کمک رابطه برنولی بین تراز بالادست و نقطه P می‌توان نوشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta h_{P-1} = \frac{1.8}{4} \times 1 = 0.45 \\ \frac{u_1}{\gamma_w} = 2.5m \\ z_P = 1.5, \quad z_1 = 4.5m \\ \gamma_w = 10kPa \end{array} \right. \rightarrow \frac{u_1}{\gamma_w} + z_1 = \frac{u_P}{\gamma_w} + z_P + \Delta h_{P-1}$$

$$\rightarrow 2.5 + 4.5 = \frac{u_P}{10} + 1.5 + 0.45 \rightarrow u_P = 53kPa$$

برای محاسبه گرادیان هیدرولیکی خروجی حداکثر نیز می‌توان نوشت:

$$(i_{max})_{exit} = \frac{\Delta h}{L_{min}} = \frac{0.45}{1} = 0.45$$

همانطور که مشاهده می‌شود جواب در گزینه‌ها نمی‌باشد. ولی با توجه به اینکه برای $(i_{max})_{exit}$ یک گزینه صحیح وجود دارد، احتمالاً در گزینه‌ها اشتباه تایپی رخ داده است و گزینه دوم مد نظر طراح بوده است.

۷۷- چند مورد از موارد بیان شده، از ویژگی‌های خاک‌های برجاست؟

- خاصیت رمبندگی از خود نشان می‌دهند.
- تغییر دانه‌بندی با عمق به صورت تدریجی رخ می‌دهد.
- سرعت هوازگی بیشتر از سرعت انتقال است.
- پیدایش این خاک‌ها در مناطق گرم و مرطوب است.

(۴) ۳

(۳) ۱

(۲) ۴

(۱) ۲

پاسخ گزینه ۴ (مفاهیم مکانیک خاک، دشوار)

در بسیاری از مراجع معتبر مکانیک خاک از ویژگی‌های اصلی خاک‌های برجا می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

(۱) تغییر دانه‌بندی با عمق به صورت تدریجی (از ریز دانه به درشت دانه).

(۲) پیدایش این خاک‌ها در مناطق گرم و مرطوب بیشتر است.

(۳) سرعت هوازگی بیشتر نسبت به سرعت انتقال.

۷۸- آزمایش برش پره، در کدامیک از خاک‌های اشباع زیر کاربرد ندارد؟

(۴) رس

(۳) شن

(۲) رس ماسه‌دار

(۱) سیلت

پاسخ گزینه ۳ (مقاومت برشی، متوسط)

آزمایش برش پره برای محاسبه مقاومت برشی زهکشی نشده در خاک‌های ریزدانه (مخصوصاً خاک‌های رسی یا حاوی رس) استفاده می‌شود.

۸۲- یک پی نواری بر روی سطح خاک رس اشباعی به ضخامت H احداث شده است. چنانچه تنش مؤثر موجود در وسط لایه رسی قبل از احداث پی برابر P'_0 و افزایش تنش متوسط در اثر احداث پی و بارگذاری برابر $9P'_0$ باشد، دو حالت زیر برای خاک رس در نظر بگیرید:

حالت ۱- خاک رس تحکیم عادی یافته با شاخص فشردگی C_c و نسبت تخلخل اولیه e_0
حالت ۲- خاک رس بیش تحکیم یافته با شاخص تورم $C_s = 0.2 C_c$ و فشار بیش تحکیمی برابر $10P'_0$ و نسبت تخلخل اولیه e_0

نسبت نشست تحکیمی حالت ۱ به نشست تحکیمی حالت ۲ چقدر خواهد بود؟

۷/۵ (۱)

۲/۵ (۲)

۱۰ (۳)

۵ (۴)

پاسخ گزینه ۴ (تحکیم، ساده)

با استفاده از نمودار و روابط تحکیم:

$$\begin{cases} \Delta H_1 = \frac{H_0}{1+e_0} C_c \log\left(\frac{10P'_0}{P'_0}\right) \\ \Delta H_2 = \frac{H_0}{1+e_0} C_s \log\left(\frac{10P'_0}{P'_0}\right) \end{cases} \rightarrow \frac{\Delta H_1}{\Delta H_2} = \frac{C_c}{0.2C_c} = 5$$

لازم به ذکر است که در حالت دوم با توجه به بزرگ بودن تنش پیش تحکیمی نسب به تنش اعمال شده به خاک، خاک وارد شاخه نزولی تحکیم نشده و با شیب C_s نشست می‌کند.

برخ از نتایج درخشان دانشجویان مجموعه نوین نگرش در کنکور ارشد عمران ۱۴۰۱

رضا ملکشاہ

رتبه کشوری: ۲۱

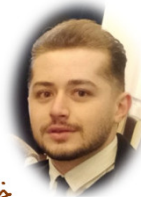
خدمات: فیلم آموزشی



امیرحسن واحدی

رتبه کشوری: ۱۴

خدمات: مشاوره، کلاس، آزمون



علیرضا عبداللہی

رتبه کشوری: ۱۱

خدمات: مشاوره، کلاس، آزمون



عماد مطلبزادہ

رتبه کشوری: ۳۸

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، کلاس



مرتضی ریاحی

رتبه کشوری: ۳۵

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، کلاس



محمدصادق ملک

رتبه کشوری: ۲۲

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، کلاس



محمدرضا محمودی

رتبه کشوری: ۹۴

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، آزمون



علی رحیمی

رتبه کشوری: ۸۱

خدمات: مشاوره، کلاس، آزمون



علی کریمی

رتبه کشوری: ۷۰

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، کلاس



فرید قاسمی

رتبه کشوری: ۶۸

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، کلاس



امیرعباس ہرنندی

رتبه کشوری: ۶۲

خدمات: مشاوره، کلاس، آزمون



محمدامین نجفی

رتبه کشوری: ۱۴۶

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، آزمون



امیرمحمد مسرورچہر

رتبه کشوری: ۱۳۱

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، کلاس



یوریا بالال

رتبه کشوری: ۱۱۳

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، کلاس



محمدعرفان طلوعی

رتبه کشوری: ۱۱۱

خدمات: مشاوره، کلاس، آزمون



امیرمہدک تیموری

رتبه کشوری: ۹۹

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، کلاس



عرفان سعیدک بہروز

رتبه کشوری: ۱۹۱

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، کلاس، آزمون



مہدک اسامی

رتبه کشوری: ۱۸۲

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، کلاس، آزمون



میکائیل تندرکانفر

رتبه کشوری: ۱۷۹

خدمات: فیلم آموزشی، کلاس



فردین بفر

رتبه کشوری: ۱۶۹

خدمات: مشاوره، آزمون



مہدیہ سلیمانی

رتبه کشوری: ۱۵۶

خدمات: مشاوره، فیلم آموزشی، کلاس