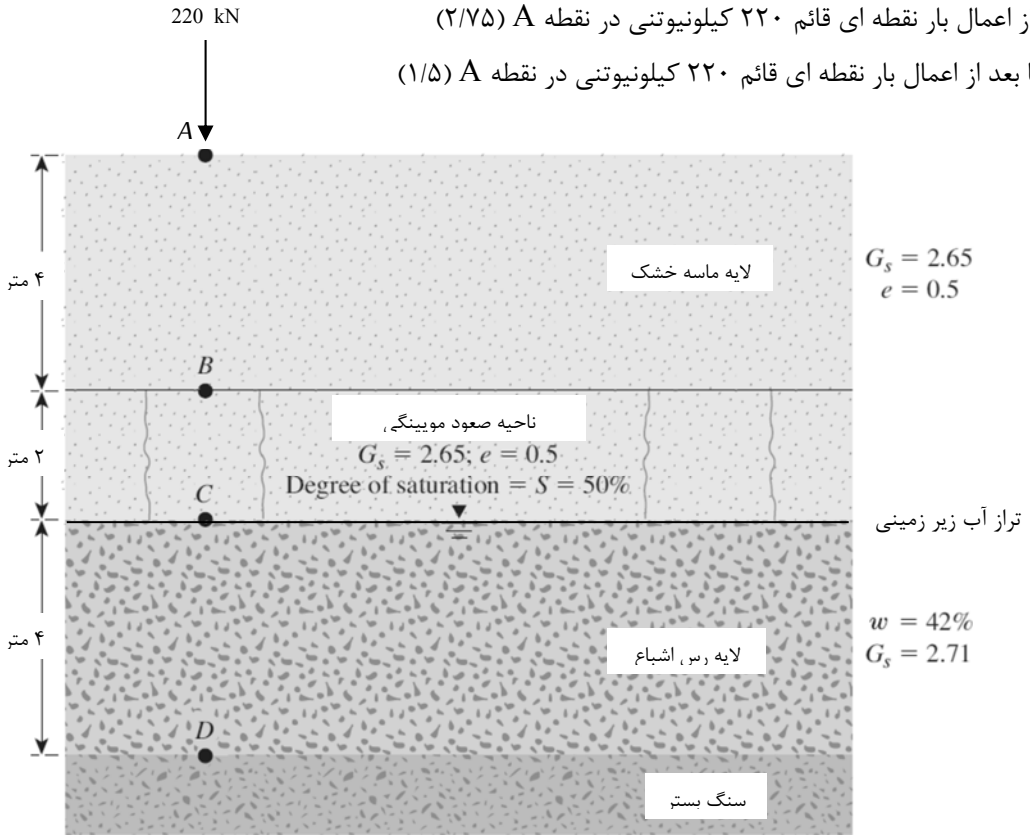
امتحان پایان ترم درس مکانیک خاک- جزوه بسته

نام و نام خانوادگی: شماره دانشجویی: جمع بارم: ۱۲ نمره مدت زمان: ۹۰ دقیقه

۱- در شکل زیر مطلوبست محاسبه مقادیر تنش کل، فشار آب حفره ای و تنش موثر:

a. در نقاط B، C و D قبل از اعمال بار نقطه ای قائم ۲۲۰ کیلونیوتنی در نقطه A (۲/۷۵)

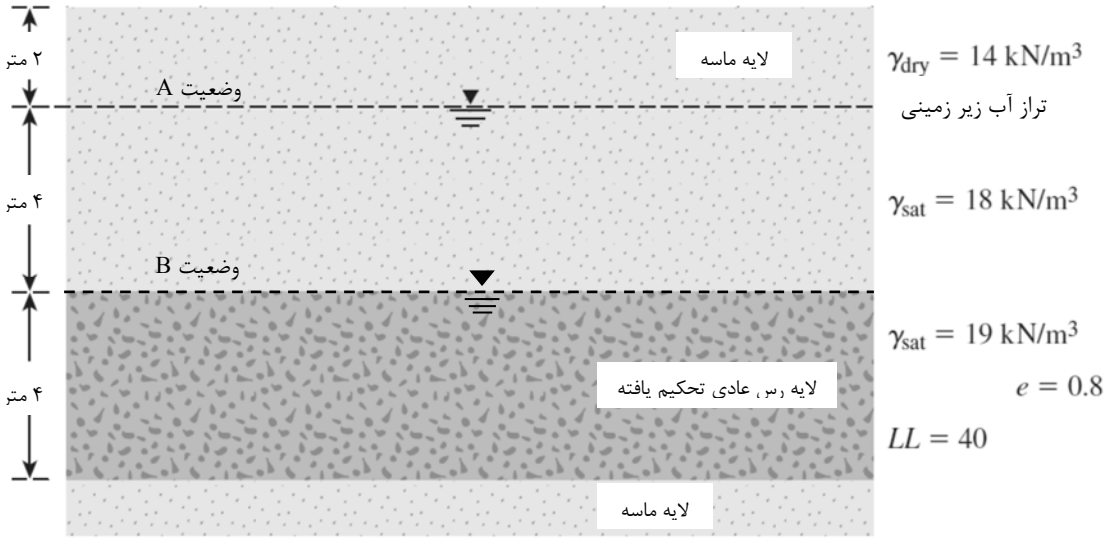
b. در نقطه B بلافاصله دقیقا بعد از اعمال بار نقطه ای قائم ۲۲۰ کیلونیوتنی در نقطه A (۱/۵)



۲- در شکل زیر تراز آب زیرزمینی در لایه ماسه ای از وضعیت A به وضعیت B کاهش یافته است. مطلوبست:

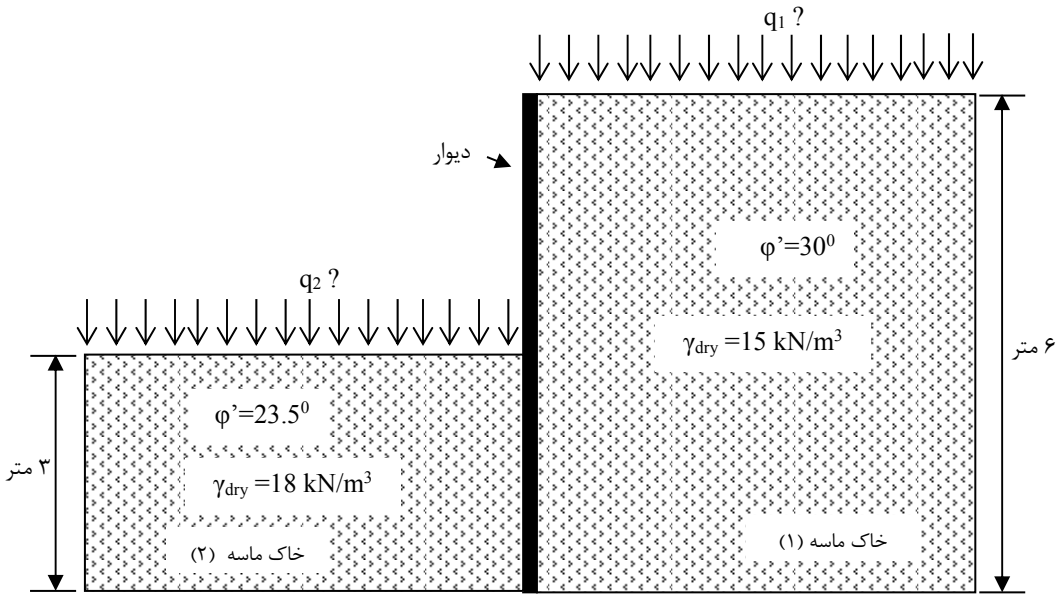
a. نشست تحکیمی ایجاد شده در وسط لایه رسی به واسطه کاهش تراز آب زیرزمینی در لایه ماسه ای. (۲/۰)

b. ضریب نفوذپذیری خاک رسی در صورتی که ۵۰ درصد تحکیم این لایه در ۲۰۰ روز رخ دهد (نسبت تخلخل لایه رسی در زمان ۵۰ درصد تحکیم برابر ۰/۷ فرض گردد). (۲/۷۵)



۳- در یک خاک رسی پیش تحکیم یافته مقادیر زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی زهکشی نشده خاک به ترتیب برابر ۲۲ درجه و ۲۰ کیلوپاسکال و مقدار زاویه اصطکاک داخلی زهکشی شده برابر ۵ کیلوپاسکال می باشند. مقدار پارامتر A اسکمپتون در لحظه گسیختگی برای این خاک در یک آزمایش سه محوری CU با تنش های همه جانبه ۳۰۰ کیلوپاسکال برابر ۰/۴۲ اندازه گیری شده است. مطلوبست محاسبه مقدار زاویه اصطکاک داخلی زهکشی شده خاک؟ (۳/۰)

۴- در شکل زیر مطلوبست تعیین مقادیر فشار دو بارگسترده q_1 و q_2 به گونه ای که دیوار نشان داده شده در شکل کاملا ساکن بوده و هیچ گونه دوران و یا جابجایی در آن اتفاق نیافتد. (۴/۰)



حل مسائل امتحان پایان ترم مکانیک خاک

سئوال ①

۱- a: قبل از اعمال بار نقطه‌ای 220 kN:

γ_d خشک $= \frac{G_s \gamma_w}{1+e} = \frac{2.65 \times 9.81}{1+0.5} = 17.33 \ kN/m^3$

γ_{sat} اشباع $= \frac{(G_s+e)\gamma_w}{1+e} = \frac{(2.71+1.13)9.81}{1+1.13} = 17.68 \ kN/m^3$

$\gamma_{rxe} = w_\alpha G_s$

$\gamma_r = 1 \rightarrow e = 0.42 \times 2.71 = 1.13$

$\gamma_{tر} = \frac{(G_s+w)\gamma_w}{1+e} = \frac{(2.65+0.42)9.81}{1+0.5} = 17.94$

$\gamma_{rxe} = G_s \times w$

$0.5 \times 0.5 = 2.65 \times w$

$\rightarrow w = 9.4\%$

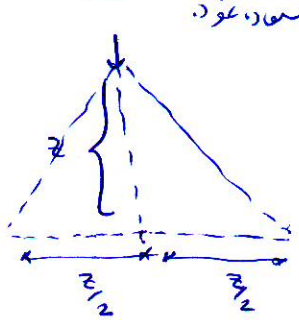
نقطه B:
- تنش کل $= 4 \times 17.33 = 69.32 \ kPa$ (0.25)
- اندکی بالاتر از نقطه B: فشار آب حفره‌ای $= 0$ (0.25)
- تنش مؤثر $\sigma' = \sigma - u_w = 69.32 - 0 = 69.32 \ kPa$ (0.25)
- اندکی پایین‌تر از نقطه B: فشار آب حفره‌ای $= -\gamma_{rx} \gamma_w \times h$ (0.25) $= -0.5 \times 9.81 \times 2 = -9.81 \ kPa$
- تنش مؤثر $= \sigma' = \sigma - u_w$ (0.25) $= 69.32 - (-9.81) = 79.13 \ kPa$

نقطه C:
- تنش کل: $\sigma = 4 \times 17.33 + 2 \times 17.94 = 105.2 \ kPa$ (0.25)
- فشار آب حفره‌ای، $u_w = 0$ (0.25)
- تنش مؤثر $= \sigma - u_w = 105.2 \ kPa$ (0.25)

نقطه D:
- تنش کل $= \sigma = 4 \times 17.33 + 2 \times 17.94 + 4 \times 17.68 = 175.92 \ kPa$ (0.25)
- فشار آب حفره‌ای، $u_w = 4 \times 9.81 = 39.24 \ kPa$ (0.25)
- تنش مؤثر، $\sigma' = \sigma - u_w = 175.92 - 39.24 = 136.68 \ kPa$ (0.25)

۱- b: بلافاصله بعد از اعمال بار نقطه‌ای 220 کیلونیوتن، تمامی بار نقطه‌ای توسط فشار آب حفره‌ای و تنش کل تحمل می‌گردد. چون هنوز تراکم خاک شروع نشده است. در نتیجه تمامی مقادیر تنش‌های مؤثر در ابتدای بارگذاری تغییری نمی‌کند.

برای محاسبه تنش با بار نقطه‌ای 220 kN در نقاط B، C، D می‌توان از روش تقریبی 2:1 استفاده نمود.



در عمق z، $\sigma = \frac{F}{A_z} = \frac{F}{\frac{\pi z^2}{4}} = \frac{4F}{\pi z^2}$

$A_z = \frac{\pi}{4} \times z^2$

$F = 220 \ kN$

در نقطه B: اضافه تنش $\Delta\sigma = \frac{4\times220}{\pi\times4^2} = 16.71$ kPa

$z = 4$ m $= 0.25$

نقطه B:
- تنش کل $= 4\times17.33 + 16.71 = 86.03$ kPa 0.25
- آب حفره‌ای $= 16.71$ kPa 0.25
- تنش موثر $= 4\times17.33 = 69.32$ kPa 0.25

انرژی پتانسیل آب:
- آب حفره‌ای $= u_w = -\gamma_r \times \gamma_w \times h + 16.71$ 0.25
  $= -0.5\times9.81\times2 + 16.71 = 6.9$ kPa
- تنش موثر $= \sigma - u_w = 86.03 - 6.9 = 79.13$ kPa 0.25

~~$\sigma = \frac{4\times210}{\pi\times6^2} + 4\times17.33 + 2\times17.94 + 4.43 = 112.63$ kPa~~

~~$z = 6$ m~~

نقطه C:
- ~~$\sigma = 4\times17.33 + 2\times17.94 + 4.43 = 112.63$ kPa~~
- آب حفره‌ای $= u_w = 0 + 7.43 = 7.43$ kPa
- ~~تنش موثر $= \sigma' = \sigma - u_w = 112.63 - 7.43 = 105.2$ kPa~~

در نقطه D: اضافه تنش $= \frac{4\times210}{\pi\times10^2} = 2.67$ kPa

$z = 10$ m

نقطه D:
- تنش کل $= \sigma = 4\times17.33 + 2\times17.94 + 4\times17.68 + 2.67 = 178.59$ kPa
- آب حفره‌ای $= u_w = 4\times9.81 + 2.67 = 41.91$ kPa
- تنش موثر $= \sigma' = \sigma - u_w = 178.59 - 41.91 = 136.68$ kPa

---

سئوال دوم: قسمت اول

تنش موثر در وسط لایه رسی قبل از تغییر تراز آب زیرزمینی: $\sigma'_A = 14\times2 + (18-9.81)\times4 + (19-9.81)\times2 = 79.14$ kPa 0.25

تنش موثر بعد از تغییر وضعیت تراز آب از A به B: $\sigma'_B = 14\times6 + (19-9.81)\times2 = 102.38$ kPa 0.25

$$C_c = 0.007(LL-7) = 0.007(40-7) = 0.231$$ 0.5

رس دست
فوری
است
چون آب
در آن تخلیه زیاد

$$\Delta H_{\text{نشست تحکیمی}} = \frac{C_c \times H}{1+e} \log\left(\frac{\sigma'_B}{\sigma'_A}\right)$$ 0.5

$$= \frac{0.231 \times 4}{1+0.8} \times \log\left(\frac{102.38}{79.14}\right) = 57.4 \text{ mm}$$

قسمت ب:

$$C_v = \text{ضریب تحکیم} = \frac{k}{m_v \times \gamma_w} \qquad m_v = \frac{a_v}{1+e} \qquad a_v = \frac{\Delta e}{\Delta \sigma'}$$

$$T_v = \text{عامل زمان} = \frac{C_v \times t}{H_{dr}^2}$$ 0.5

50 درصد تحکیم در 200 روز

$U = 50\%$ $t = 200$ days

$H_{dr} = 2$ m چون زهکش دو طرفه است 0.25

$0 < U < 60\% \rightarrow T_v = \frac{\pi}{4}(U)^2$

$T_v = \frac{\pi}{4} \times (0.5)^2 = 0.196$ 0.5

$$\rightarrow 0.196 = \frac{C_v \times 200}{2^2} \rightarrow C_v = 0.00392 \ \frac{m^2}{\text{days}}$$ 0.5

$$a_v = \frac{\Delta e}{\Delta \sigma} = \frac{0.8-0.7}{102.38-79.14} = 0.0043$$ 0.5

$$m_v = \frac{a_v}{1+e_{av}} = \frac{0.0043}{1.75} = 0.0024 \ \frac{m^2}{kN}$$ 0.5

$e_{av} = 0.75$

و تکون در ۵ میان نیمی نیز استفاده شود
غود
لکن هرکدام از e ها نداشته شود
نزد مقابل کار د.

$$\rightarrow k = C_v \times m_v \times \gamma_w = 0.00392 \times 0.0024 \times 9.81 = 0.92 \times 10^{-4} \ \frac{m}{\text{day}}$$

0.5

سئوال سوم

برش یک نمونه خاک با مشخصات زیر

$$\begin{cases} \varphi = 22^\circ \\ C = 20\ kPa \end{cases}$$

پارامترهای مقاومت برشی زهکشی شده

$\varphi = 29^\circ$

آزمایش CU $\begin{cases} \sigma_3 = 300\ kPa \\ A_f = \dfrac{\Delta u_f}{\Delta \sigma_{d_f}} = 0.42 \end{cases}$

در آزمایش CU و در لحظه گسیختگی $\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2(45+\varphi/2) + 2C\tan(45+\varphi/2)$

$\rightarrow \sigma_1 = 300 \times \underbrace{\tan^2(45+\frac{22}{2})}_{2.198} + 2\times 20 \times \underbrace{\tan(45+\frac{22}{2})}_{1.482} \approx 716.28$ 0.5

$\Delta\sigma_{d_f} = \sigma_1 - \sigma_3 = 716.28 - 300 \approx 416.28\ kPa$ 0.5

پارامتر A اسکمپتون $A_f = \dfrac{\Delta u_f}{\Delta \sigma_{d_f}} = \dfrac{\text{فشار آب حفره در لحظه گسیختگی}}{\text{تنش افزایش گسیختگی}} \rightarrow \Delta u_f = A_f \times \Delta\sigma_d = 0.42 \times 416.28$

0.5 $= 174.84\ kPa$

(X) از آزمایش CU کل مقادیر C و φ را محاسبه کرد:

در لحظه گسیختگی

$$\begin{cases} \sigma_1' = \sigma_1 - u_{w_f} = 716.28 - 174.84 = 541.44\ kPa \\ \sigma_3' = \sigma_3 - u_{w_f} = 300 - 174.84 \approx 125.16\ kPa \end{cases}$$ 0.5

0.5

$\sigma_1' = \sigma_3' \tan^2(45+\varphi'/2) + 2C'\tan(45+\varphi'/2) \rightarrow 1.692$

$2.662 = \frac{1}{2}$

~~$541.44 = 125.16 \times \tan^2(45+\frac{29}{2}) + 2C'\tan(45+\frac{29}{2})$~~

~~$\rightarrow C' = \frac{29}{2}$~~

0.5

$$541.44 = 125.16 \times \underbrace{\tan^2(45+\frac{29}{2})}_{2.882} + 2C'\underbrace{\tan(45+\frac{29}{2})}_{1.697}$$

$\rightarrow C' = 53.24\ kPa$

سؤال 4

⊗ چون هیچ‌گونه دوران و جابجایی در دیوار نداریم، وضعیت در دو حالت دیوار در شرایط h_0 است.

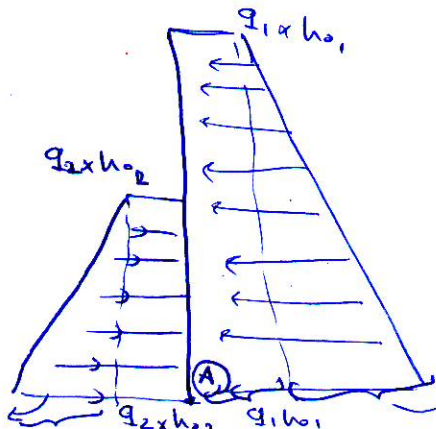
برای اینکه q_1 و q_2 کوئی است و شرط برقرار شود:

① دیوار دوران نمی‌کند ← تشکیل هر لنگر دیگر با هم برابر است (0.5)

② دیوار حرکت نمی‌کند ← برآیند نیروهای دو حالت دیوار با هم برابر است (0.5)

خاک ۱: $\begin{cases} \varphi' = 30^\circ \rightarrow h_0 = 1 - \sin\varphi' = 1 - \sin 30^\circ = 0.5 \\ \gamma_d = 15\ kN/m^3 \end{cases}$ (0.25)

خاک ۲: $\begin{cases} \varphi' = 23.5^\circ \rightarrow h_0 = 1 - \sin(23.5) = 0.6 \\ \gamma_d = 18\ kN/m^3 \end{cases}$ (0.25)



۱۷ ← نمودار 0.5

شرط اول
نسبت حول نقطه دلخواه
مثلاً A را بگیرید.

$$\Rightarrow q_2 \times 0.6 \times \frac{4}{2} \times \frac{4}{3} + 18 \times \frac{4}{2} \times 0.6 \times \frac{4}{3} = q_1 \times 0.5 \times 6 \times \frac{6}{2} + 15 \times \frac{6}{2} \times 0.5 \times \frac{6}{3}$$

$$\rightarrow 1.8 q_2 + 16.2 = q q_1 + 4.5$$

$$\rightarrow \boxed{2.7 q_2 - q q_1 = 221.4} \quad (I)$$

شرط دوم:
مجموع نیروهای افقی
برابر صفر است.

$$q_2 \times 0.6 \times 3 + 18 \times \frac{3}{2} \times 0.6 = q_1 \times 0.5 \times 6 + 15 \times \frac{6}{2} \times 0.5$$

$$\rightarrow 1.8 q_2 + 16.2 = 3 q_1 + 22.5$$

$$(II) \quad \boxed{1.8 q_2 - 3 q_1 = 6.4}$$

با حل دو معادله دو مجهول:

$$2.7 q_2 - q q_1 = 221.4$$

$$-3 \times (1.8 q_2 - 3 q_1 = 6.4)$$

$$-3.7 q_2 = -37.8 \rightarrow q_2 = 14 \text{ kN}$$

$$\rightarrow -2.7 q_2 = \ldots \rightarrow \ldots$$

$$3 q_1 = 1.8 q_2 - 6.3$$

$$\boxed{q_1 = 6.3 \text{ kN}}$$