

* بر روی خاکی با ۱۲٪ رطوبت، ۲۵۰ cc آب اضافه شده و حجم آن از ۸۰۰ cc به ۸۵۰ cc رسیده است. در صورتی که چگالی داندها ۲/۶۵ باشد، مطلوبت تعیین درم اسباع اولیه خاک.

$$V_0 = V_s + V_w + V_a = 800 \text{ cc} \quad V_1 = V_s + V_w + 250 = 850 \text{ cc}$$

$$\rightarrow V_a = 250 - (850 - 800) = 200 \text{ cc}$$

$$V_s + V_w = 800 - 200 = 600 \text{ cc}$$

$$w = \frac{w_w}{w_s} = \frac{V_w \times \gamma_w}{V_s \times \gamma_s} = \frac{V_w}{V_s \gamma_s} \rightarrow 0.12 = \frac{V_w}{V_s \times 2.65} \rightarrow \frac{V_w}{V_s} = 0.318$$

$$V_s + 0.318 V_s = 600 \text{ cc} \rightarrow V_s = 455.24 \text{ cc}, V_w = 144.76 \text{ cc}$$

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} = \frac{144.76}{144.76 + 200} = 0.42 = 42\%$$

* در خاکی، پدکی ۰.۲۸ و چگالی داندها ۲.۶۵ می باشد. مطلوب است تعیین وزن مخصوص خشک، وزن مخصوص در اسباع ۰.۵۶، و وزن مخصوص غوطه‌وری خاک.

$$\gamma_w = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$e = \frac{n}{1-n} = \frac{0.28}{1-0.28} = 0.39$$

$$\gamma_d = \frac{G_s}{1+e} \gamma_w = \frac{2.65}{1+0.39} \times 1000 = 1906.5 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma = \frac{eS + G_s}{1+e} \gamma_w = \frac{0.39 \times 0.56 + 2.65}{1+0.39} \times 1000 = 2063.6 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = \frac{e + G_s}{1+e} \gamma_w = \frac{0.39 + 2.65}{1+0.39} \times 1000 = 2187.1 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 2187.1 - 1000 = 1187.1 \text{ kg/m}^3$$

* تکه ای خاک خشک دست نخورده به وزن 451 گرم با و گرم پارافین آغشته شده در داخل ظرف طرزی انداخته می شود و حجم آب ظرف 300 cm³ جایگاهی گردد. اگر چگالی داندها 265 و وزن مخصوص پارافین 0.9 gr/cm³ باشد، مطلوب است تعیین نسبت تخلخل و پوکی خاک.

$$V_{\text{پارافین}} = 91 \times 0.9 \frac{g}{cm^3} = 10 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{خاک}} = 290 \text{ cm}^3$$

$$\gamma_{\text{خاک}} = \gamma_d = \frac{451}{290} = 1.56 \frac{gr}{cm^3}$$

$$\gamma_d = \frac{G_s}{1+e} \gamma_w \rightarrow e = \frac{G_s \gamma_w}{\gamma_d} - 1 = \frac{2.65 \times 1}{1.56} - 1 = 0.7$$

$$n = \frac{e}{1+e} = \frac{0.7}{1+0.7} = 0.41$$

در خاکی پوکی 0.39، چگالی داندها 2.67 و درجه رطوبت 0.15 است. مطلوب است وزن آبی که باید به 20 cm³ از آن خاک افزود تا 80٪ اشباع شود.

$$n = 0.39 \rightarrow e = \frac{n}{1-n} = \frac{0.39}{1-0.39} = 0.64$$

$$\gamma = \frac{G_s(1+w)}{1+e} \gamma_w \quad \text{یا} \quad w G_s = S e \rightarrow 0.15 \times 2.67 = S \times 0.64 \rightarrow S = 0.62$$

$$\gamma = \frac{0.62 \times 0.64 + 2.67}{1+0.64} \times 1000 = 1870 \frac{kg}{m^3}$$

$$W_{\text{موجود}} = \gamma \times 20 = 1870 \times 20 = 37400$$

$$\gamma_{80} = \frac{eS + G_s}{1+e} \gamma_w = \frac{0.64 \times 0.8 + 2.67}{1.64} \times 1000 = 1940.2 \frac{kg}{m^3}$$

$$W_{80} = \gamma_{80} \times 20 = 1940.2 \times 20 = 38804 \text{ kg}$$

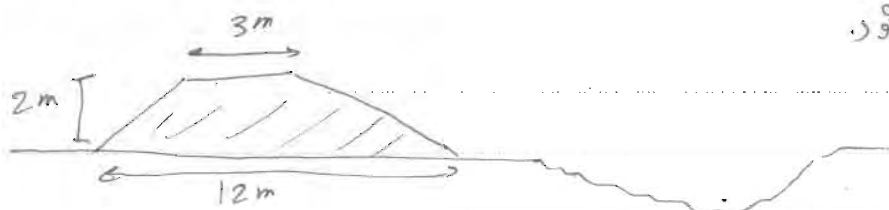
$$\Delta W = 38804 - 37400 = 1404 \text{ kg}$$

* در خاکی با $G_s = 2.65$ و $w = 0.15$ ، مطلوب است تعیین حداکثر وزن مخصوص خشک خاک که می‌توان برآکام بدست می‌آید.

$$s.e = w G_s \rightarrow 1 \times e = 0.15 \times 2.65 \rightarrow e = 0.3$$

$$\gamma_{dmax} = \frac{G_s}{1+e} \gamma_w = \frac{2.65}{1+0.3} \times 1000 = 2038.5 \text{ kg/m}^3$$

* خاکریزی به شرح شکل زیر و به طول 800 متر در کنار یک رودخانه امدان خواهد شد و لازم است به وسیله خاک تارسیدن به نسبت تخلخل 0.7 مترکام شود. برای امدان این خاکریز از فرم ای بای نسبت تخلخل 1 مقدر باید خاکبرداری شود.



$$G_{s1} = G_{s2}$$

$$w_1 = w_2$$

$$v_1 \neq v_2 \quad e_1 \neq e_2$$

$$w_1 = w_2 \rightarrow v_1 \gamma_1 = v_2 \gamma_2$$

$$v_2 = \left(\frac{12+3}{2} \right) \times 2 \times 800 = 12000 \text{ m}^3$$

$$v_1 \times \frac{w G_s}{e_1 G_s + G_s} = v_2 \times \frac{w G_s}{e_2 G_s + G_s}$$

$$\rightarrow v_1 \times \frac{1}{1+e_1} = v_2 \times \frac{1}{1+e_2} \rightarrow v_1 \times \frac{1}{2} = 12000 \times \frac{1}{1.7} \rightarrow v_1 = 14117.6 \text{ m}^3$$

با $G_s = 2.65$ داده شده است. e و s و $w = 10\%$ و $\gamma_d = 120 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$

* خاکی با مشخصات

بدست آورید.

$$\gamma = \gamma_d \left(1 + \frac{w}{100} \right) = 120 (1.1) = 132 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$\gamma_d = \frac{G_s}{1+e} \gamma_w \rightarrow 120 = \frac{2.65}{1+e} 62.4 \rightarrow e = 0.384$$

$$s.e = G_s w \rightarrow s \times 0.384 = 2.65 \times 0.1 \rightarrow s = 0.69 = 69\%$$

* دانه بندی خاکي به صورت زير است و به نوع خاكي است؟

اندازه	% Finer	
NO. 4	40	$w_L = 35$
NO. 10	30	$w_P = 22$
NO. 40	22	
NO. 100	20	
NO. 200	15	

60% سب

$$40 - 15 = 25\% \text{ ماب } \rightarrow$$

خاک درشت دانه و سب

$$I_P = w_L - w_P = 35 - 22 = 13$$

$$I_P = 0.73(w_L - 20) = 0.73(35 - 20) = 10.97$$

GE ← A قفای

اندازه	% Finer	
NO. 4	69	$w_L = 39$
NO. 10	54	$w_P = 27$
NO. 40	46	
NO. 100	41	
NO. 200	36	

$$31\% \text{ سب } 69 - 36 = 33\% \text{ ماب}$$

درشت دانه از نوع ماب

$$I_P = w_L - w_P = 39 - 27 = 12$$

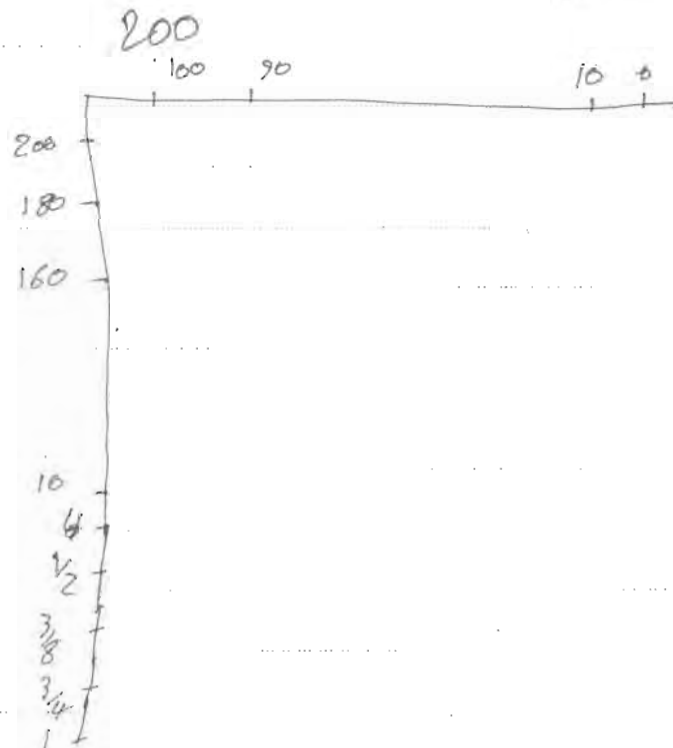
$$I_P = 0.73(w_L - 20) = 0.73(39 - 20) = 13.87$$

SM ← A قفای

درصد های سنگ، حاسه، لای و ریز و آتشفشان غایب. طبقه بندی خاک را طبق روش متعدد تعیین کنید. نمودار دانه بندی را رسم کنید.

اندازه	مانده	عبوری	درصد عبوری
25.4 (1")	0	1000	100
19 (3/4")	50	950	95
12.7 (1/2")	40	910	91
9.5 (3/8")	60	850	85
4.75 (NO. 4)	50	800	80
2 (10)	100	700	70
0.425 (40)	180	520	52
0.105 (140)	220	100	10
0.074 (200)	100	200	20

سنگ



Subject: (9)

Year.

Month.

Date.

فصل بندی

هائی داریم با مشخصات: ۴۳٪ از آال نموده و ۲٪ از آال نموده ۲۰۰ گذشته چه نوع خاکی است؟

$C_u = 20$ و $C_c = 1.5$

خاک سنی است و خوب دانه بندی شده

۹۵٪ از آال نموده ۲۰۰ گذشته و $w_L = 70\%$ و $w_p = 25\%$ است چه نوع خاکی است؟

$$I_p = w_L - w_p = 45\%$$

$$I_p = 0.73(w_L - 20) = 0.73(70 - 20) = 36.5$$

ملائی خاک A است پس رس است C_H

* آب از چاه بی بادی $250 \frac{lit}{min}$ بپار می شود و سطح آب را ۱۲ متر پائین می برد. بی بپار
قد را به سطح آب ۱۸ متر است کند؟ ارتفاع شتر چاه در هر دو حالت برابر بوده و ضخامت لایه آب بار
برابر ۱۰۰ متر می باشد.

$$K = \frac{q \ln(r_e/r_w)}{\pi (h_e^2 - h_w^2)}$$

h_e ارتفاع در r_e h_w ارتفاع در r_w

$$K_1 = K_2$$

$$\frac{q_1 \ln(r_e/r_w)}{\pi (h_e^2 - h_{w1}^2)} = \frac{q_2 \ln(r_e/r_w)}{\pi (h_e^2 - h_{w2}^2)} \rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{h_e^2 - h_{w1}^2}{h_e^2 - h_{w2}^2}$$

$$h_e = 100 \text{ m} \quad h_{w1} = 100 - 12 = 88 \text{ m} \quad h_{w2} = 100 - 18 = 82 \text{ m}$$

$$\frac{250}{q_2} = \frac{100^2 - 88^2}{100^2 - 82^2} \rightarrow q_2 = 363.03 \frac{lit}{min}$$

از چاه بی بادی 4 cm^3 آب بی بادی $1.36 \frac{m^3}{min}$ بپار می شود. به داده های زیر مطلوب است
تعیین K و مقدار افت آب در چاه.

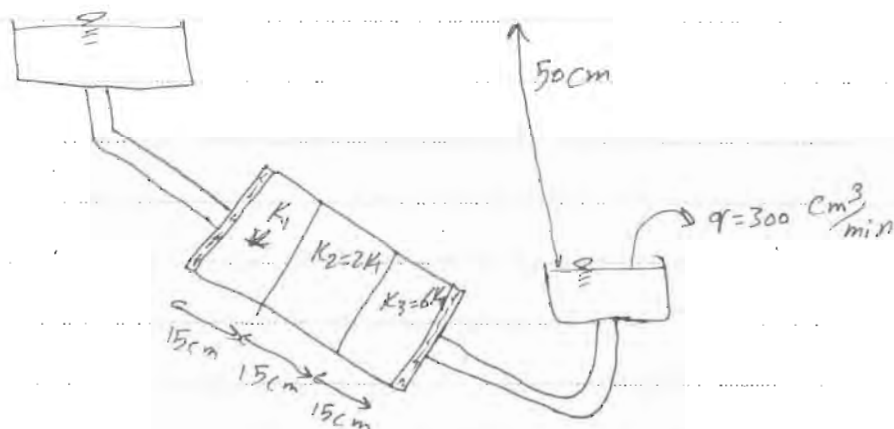
$$\begin{cases} r_2 = 6 \text{ m} \rightarrow h_2 = 84 \text{ m} \\ r_1 = 15 \text{ m} \rightarrow h_1 = 88.5 \text{ m} \\ h_e = 100 \text{ m} \end{cases}$$

$$K = \frac{q \ln(r_1/r_2)}{\pi (h_1^2 - h_2^2)} = \frac{1.36 \times \ln(15/6)}{\pi (88.5^2 - 84^2)} = 5.1 \times 10^{-4} \frac{m}{min}$$

$$K = \frac{q \ln(r_1/r_w)}{\pi (h_1^2 - h_w^2)} \rightarrow 5.1 \times 10^{-4} = \frac{1.36 \times \ln(15/0.3)}{\pi (88.5^2 - h_w^2)} \rightarrow h_w = 67.15 \text{ m}$$

$$\Delta h_w = h_e - h_w = 100 - 67.15 = 32.85 \text{ m}$$

معماری تو به شکل زیر مطلوب است. تقسیمی K_1 ، K_2 و K_3 (فقط استوانه خاوی خاکها ۱۵۰ است).



$$K = \frac{H}{\left(\frac{H}{K_1}\right) + \left(\frac{H}{K_2}\right) + \left(\frac{H}{K_3}\right)} = \frac{45}{\left(\frac{15}{K_1}\right) + \left(\frac{15}{2K_1}\right) + \left(\frac{15}{6K_1}\right)} = 1.8 K_1$$

$$V = Ki \rightarrow \frac{q}{A} = K \cdot \frac{h}{H} \rightarrow K = \frac{qH}{A \cdot h}$$

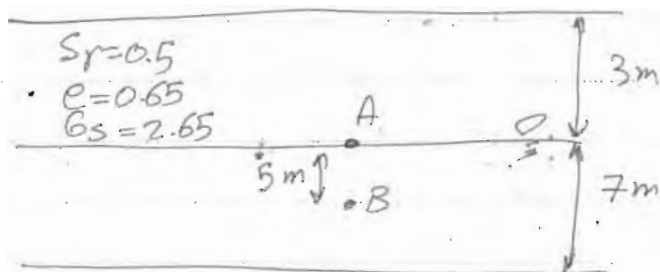
$$\rightarrow 1.8 K_1 = \frac{300 \times 45}{\pi \left(\frac{10^2}{4}\right) \times 50} \rightarrow K_1 = 1.91 \text{ cm/min}$$

$$K_2 = 2 K_1 = 2 \times 1.91 = 3.82 \text{ cm/min} \quad K_3 = 6 K_1 = 6 \times 1.91 = 11.46 \text{ cm/min}$$

اگر ضریب نفوذ پذیری خاک در جهت x برابر $K_x = 4 \times 10^{-4}$ و در جهت y برابر $K_y = 2 \times 10^{-4}$ باشد، آنگاه ضریب نفوذ پذیری خاک در راستای که با محور x زاویه 30° می سازد چقدر خواهد بود؟

$$\frac{1}{K_r} = \frac{\cos^2 \alpha}{K_x} + \frac{\sin^2 \alpha}{K_y} \rightarrow \frac{1}{K_r} = \frac{\cos^2 60}{4 \times 10^{-4}} + \frac{\sin^2 60}{2 \times 10^{-4}} \rightarrow K_r = 2.286 \times 10^{-4}$$

* مطلوب است تعیین مقدار تنش در نقاط A و B از لایه شکل زیر.



$$\gamma = \frac{G_s + eS_r}{1+e} \cdot \gamma_w = \frac{2.65 + 0.65 \times 0.5}{1+0.65} \times 1000 = 1803 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1+e} \cdot \gamma_w = \frac{2.65 + 0.65}{1+0.65} \times 1000 = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$\sigma_A = 3 \times 1803 = 5409 \text{ kg/m}^2, \quad u_A = 0$$

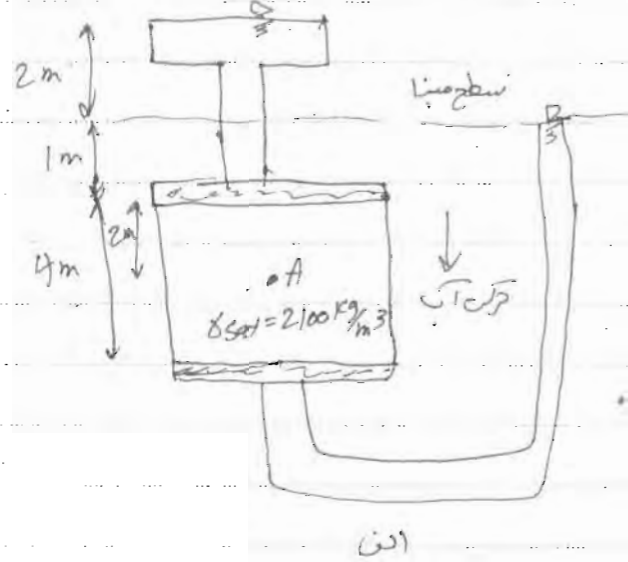
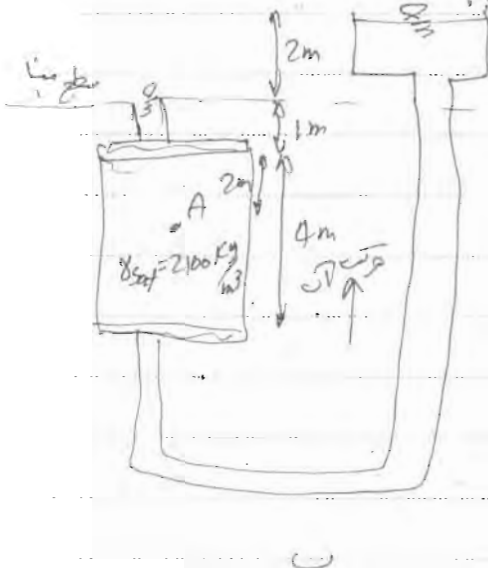
$$\sigma'_A = \sigma_A - u_A = 5409 - 0 = 5409 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_B = 3 \times 1803 + 5 \times 2000 = 15409 \text{ kg/m}^2$$

$$u_B = 5 \times 1000 = 5000 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma'_B = \sigma_B - u_B = 15409 - 5000 = 10409 \text{ kg/m}^2$$

با توجه به مسئله مطلوبیات تعیین مقدار تنش مؤثر در وسط نمونه خاک.



$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\text{ا) } \sigma'_A = H(\gamma' + i\gamma_w) = 2[(2100 - 1000) + \frac{1}{2} \times 1000] = 3200 \text{ kg/m}^3$$

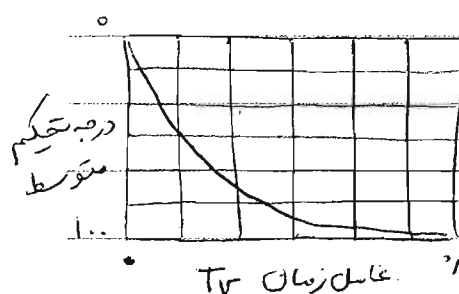
$$\text{ب) } \sigma'_A = H(\gamma' - i\gamma_w) = 2[(2100 - 1000) - \frac{1}{2} \times 1000] = 1200 \text{ kg/m}^3$$

Subject:

Year. Month. Date.



Sa Su Mo Tu We Th Fr



ایجادات وارد در تخریب تراز قعر:

در سبب های هیدرولیک حینی کوچک قانون

دارس مقبض سبب

مقبض تغییر حجم و مقبض نفوذ پذیری در قعر

تحکیم ثابت نیستند

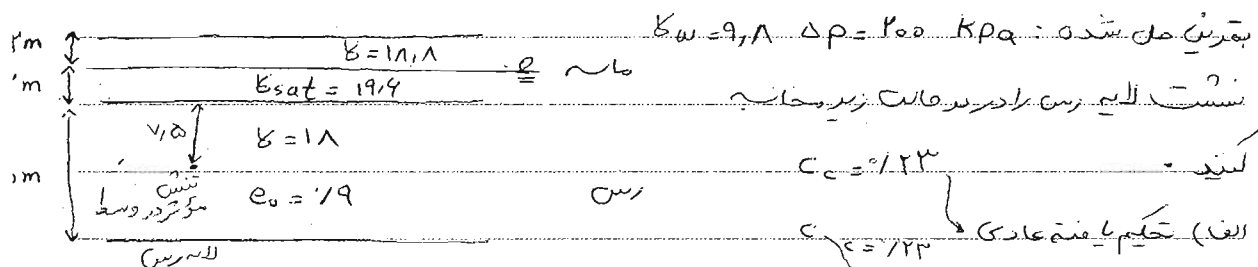
توزیع وزن کده که بین تنش و مقبض تخریب تخریب رابطه ثابت و وجود دارد در صورت

که با تغییر سبب تخریب و رابطه بین آن و تغییر می کند

مقررات سری ۵:

از فصل ۷ کتاب طاقوتی ص ۲۹۹

۷-۲-۳-۴-۵-۶-۹-۱۴



بهرین عمل شده: $\Delta p = 200 \text{ kPa}$, $\gamma_w = 9.8$

نسبت لایه رس را در بد حالت زیر محاسب

کنند: $C_c = 0.23$

لایه تحکیم یافته عادی: $C_c = 0.23$

لایه بیش تحکیم یافته: $C_c = 0.23$

$OCR = 11.8$, $C_c = 0.23$

$$\bar{p}_0 = (11.8)(2) + (19.4 - 9.8)2 + (11.8 - 9.8) \times 0.9 = 121.4 \text{ kPa}$$

تنش مرکز متوسط در لایه رس

$$S_{\infty} = \frac{C_c H_0}{1 + e_0} (\log p_1 - \log p_0)$$

$$p_1 = \bar{p}_0 + \Delta p = 121.4 + 200 = 321.4$$

$$S_{\infty} = \frac{0.23 \times 1.5}{1 + 19.4} (\log 321.4 - \log 121.4) = 0.72 \text{ m}$$

Subject:

Year. Month. Date.



Sa	Su	Mo	Tu	We	Th	Fr
----	----	----	----	----	----	----

$$OCR = \frac{P_c}{\bar{P}_0} \rightarrow 1,1 = \frac{P_c}{12,1} \rightarrow P_c = 231,1 \text{ kPa}$$

$$\bar{P}_0 + \Delta P = 221,4 > P_c = 231,1 \text{ kPa}$$

$$\bar{P}_0 = 121,4 < P_c = 231,1 \text{ kPa}$$

$$S_{\infty} = \frac{c_s H_0}{1+e_0} (\log P_c - \log \bar{P}_0) + \frac{c_c H_0}{1+e_0} (\log (\bar{P}_0 + \Delta P) - \log P_c)$$

$$S_{\infty} = \frac{1,3 \times 10}{1+1,9} \log (1,1) + \frac{1,23 \times 10}{1+1,9} (\log (221,4) - \log (231,1))$$

$$S_{\infty} = 1,35 \text{ m}$$

$$u = 2 \sqrt{\frac{T_v}{R}}$$

از ریشه معادله $u = 2 \sqrt{\frac{T_v}{R}}$ برای T_v و R استفاده می‌کنیم

میزان نشست را محاسبه می‌کنیم

$$\Delta P = 200 \text{ kPa}$$

$$\gamma_w = 9,8 \text{ kN/m}^3 \quad t = 5 \text{ yrs}$$

$$t = 4,5 \text{ yrs}$$

$$\bar{P}_0 = (19,4 - 9,8) \times 5 + (11 - 9,8) \times 5$$

$$\bar{P}_0 = 19,9 \text{ kPa}$$

$$OCR = 1$$

از ریشه معادله $OCR = 1$ استفاده می‌کنیم

$$S_{\infty} = \frac{c_c H_0}{1+e_0} (\log (\bar{P}_0 + \Delta P) - \log (\bar{P}_0)) = \frac{1,23 \times 10}{1+1,9} (\log (19,9 + 200) - \log (19,9))$$

$$S_{\infty} = 1,4 \text{ m}$$

میزان نشست را محاسبه می‌کنیم

$$u = 100 \rightarrow T_v = 1,129$$

$$T_v = \frac{c_v t}{d}$$

$$d = \frac{H}{2} = 5 \text{ m}$$

$$T_v = \frac{c_v t}{d}$$

$$T_v = \frac{c_v t}{d}$$

$$T_v = \frac{c_v t}{d}$$

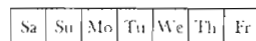
$$T_v = \frac{c_v t}{d}$$

$$T_v = \frac{c_v t}{d}$$

$$T_v = \frac{c_v t}{d}$$

$$T_v = \frac{c_v t}{d}$$

Year. Month. Date.



day = 14.9 years

$t < t_p = 14.9$ years $t = \infty$ years (الف)

$$t = \frac{T_v d^r}{C_r} \rightarrow \omega \times r^4 \omega = \frac{T_v \times (\omega)^r}{100 \times \epsilon_r} \rightarrow T = 1/41$$

$$u = r \sqrt{\frac{TV}{R}} = r \sqrt{\frac{1.31}{R}} = 742 \text{ متر}^2$$

$$S_t = S_\infty = u \times S_\infty$$

$$S_B = 144 \times 14^m = 14^m V m$$

$$t > t_p = 14.9 \text{ years} \quad t = 15 \text{ years (ب)}$$

تخمین از درصد آب، رسوبات و خاکستر آتشفشان

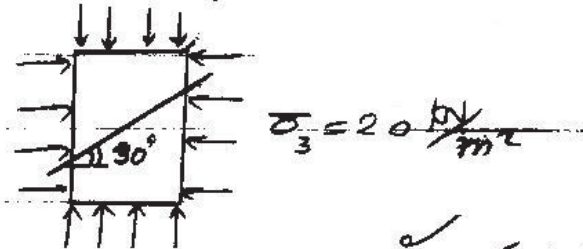
$$S_{Fe} = 0.14 + \frac{CaH_0}{1+e_0} (\log K_0 - \log 14.9)$$

$$S_F = .14 + \frac{-.12 \times 1.}{1 + .92} \left(\log \frac{K}{14.9} \right) \rightarrow S_F = -.145 \text{ m}$$

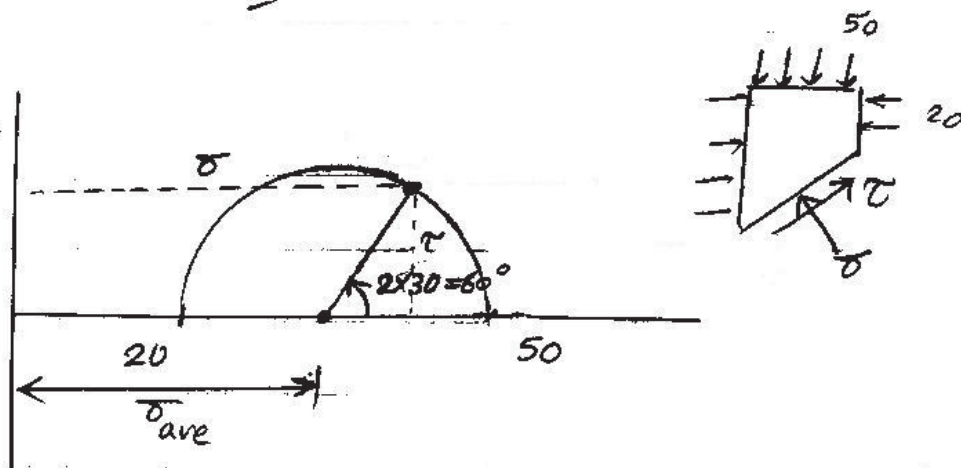
مسائلی از فصل مقاومت برشی خاک

① اگر به توده خاکی مطابق شکل تنشهای قائم و جانبی اعمال گردد. معلوم است بافتن تنشهای ایجاد شده در صفحه‌ای با انکسار 30° نسبت به افق

$$\sigma_1 = 50 \text{ kN/m}^2$$



حل: با توجه به تنشهای اعمال شده، دایره مورنیه ترسیم می‌گردد



$$\sigma_{ave} = \frac{50 + 20}{2} = 35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$R = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{50 - 20}{2} = 15 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma = \sigma_{ave} + R \sin(60^\circ) = 35 + 15 \sin 60^\circ = 48 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\tau = R \sin 60^\circ = 15 \sin 60^\circ = 13$$

② اگر بار اترها را مساوی برش خاک (بر حسب تنشهای موثر) برابر $C' = 16 \text{ kPa}$ و $\phi' = 30^\circ$ باشد مقدار برش خاک بر حسب تنشهای موثر برای هر اشباعی که تحت تنش کل شمال 200 kN/m^2 و فشار منفذی 80 kN/m^2 قرار گرفته است را بدست آورید.

حل:

$$\sigma = 200 \text{ kPa}$$

$$u = 80 \text{ kPa} \Rightarrow \sigma' = \sigma - u = 200 - 80$$

$$\text{تنش موثر} = 120 \text{ kPa}$$

مقدار برش خاک $\tau_f = C' + \sigma' \tan \phi'$

بر حسب تنشهای موثر $= 16 + 120 \tan 30 = 85.3 \text{ kPa}$

③ یک نمونه خاک رس اشباع بدون شکست خوردگی (بدون تغییر در رطوبت و تخلخل) گرفته شده و به آزمایگاه فرستاده می شود.

در حوا نمونه تحت تاثیر تنشهای عمودی بوده است:

کل $\sigma = 240 \text{ kPa}$

$u = 140 \text{ kPa}$

$\sigma' = 100 \text{ kPa}$

الف) بعد از خارج کردن نمونه از زیر بار فوق، تنشهای عمودی در آن را تعیین کنید.

ب) نمونه را در دستگاه تست سه محوری قرار داده و فشار محفظه را 100 kPa آن را به حالت بدون زهکشی اعمال می کنیم در این حالت نیز تنشهای عمودی در آن را تعیین کنید.

ج) فشار محفظه را به 320 kPa برسانیم تنشهای چگونه خواهند بود.

د) تنشهای زهکشی دستگاه را با نمونه کنیم تا خاک به شکست نرسد و نمونه را در دستگاه محاسبه کنید.

ه) تنشهای زهکشی پس از از بین رفتن اصفانه فشار سه بر حسب تنشهای موثر و تنشهای عمودی 200 kPa نمونه اعمال شود را تعیین کنید.

مل : ما چای کردن بخون از در سر مار تنگی کل صفری شود و بی خون تخم شود
مقدار ناس ذرات صفری نکرد لذا ۵۰ سانت می ماند.

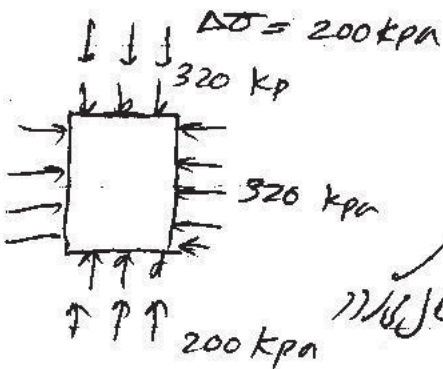
$u = 0$ $\sigma' = 100 \text{ kPa} \Rightarrow u = \sigma - \sigma' = 0 - 100$
 (مکش در بخش ایجا) $u = -100 \text{ kPa}$

(ب) اعمال تنوع کل 100 kpa ضايع (ست) $\sigma = 100 \text{ kpa}$
 $\sigma' = 100 \text{ kpa} \rightarrow u = -100 + 100 = 0 \rightarrow$ انزايق فشار صفر
 مقدار تنوع کل

(ج)
 $\sigma = 320 \rightarrow$ یعنی (فشار) $100 \text{ kPa} \rightarrow u = 220 \text{ kPa}$
 نسبت بر صاف قبل
 $\rightarrow \sigma' = 320 - 220 = 100 \text{ kPa}$

(د) با باز شدن سترها (اصطافه) زوایای تراز می شود. $u = 0$

$$\Rightarrow \sigma = 320 \text{ kPa} \quad \rightarrow \sigma' = 320 \text{ kPa}$$



$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_1$$

$$\sigma_1 = 320 + 200 = 520$$

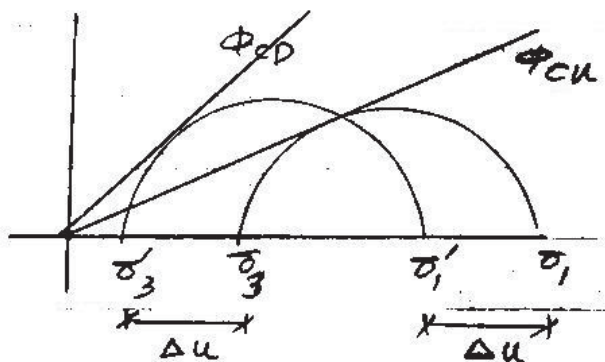
بآوجه سب بدین سرها کل مقام یک اعمال کاردار

$$U = 200 \text{ kPa}$$

$$\Rightarrow \sigma'_1 = 520 - 200 = 320 \text{ kPa}$$

④ نادر اصطکان محکم یافته زهکشی نند. خاک (ماسه ای لای دار) 22° و
 و نادر اصطکان زهکشی نند. 32° و $c=0$ می باشد. از یک
 آزمون محکم یافته زهکشی نند. پودر صند خاک را مشا حفظ ای 90 kPa
 انجام شود. تنوع (صند صولکر کل در کخط گسختی حقیقت. همچنین
 فشار خردای تولید شده در کخط گسختی را محاسبه نمایند.

حل: قیمت اول سوال تنوع (صند صولکر کل مورد نظرات چون ϕ در آن
 c_u برای آن شرای کل به دست می آید و پس با کم کردن فشار خردای ایجاد
 شده در کخط گسختی ϕ را برای آن شرای نا موثر است می آید.



در حالت زهکشی نند

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) + 2c \tan(45 + \frac{\phi}{2})$$

$$\sigma_1 = 90 \tan^2(45 + \frac{22}{2}) \Rightarrow \boxed{\sigma_1 = 197.81 \text{ kPa}}$$

در حالت زهکشی نند

ϕ برای آن شرای

است می آید

$$\sigma'_1 = \sigma - u$$

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 (\tan^2(45 + \frac{\phi'}{2}))$$

$$\sigma_1 - \Delta u = (\sigma_3 - \Delta u) \tan^2(45 + \frac{\phi'}{2})$$

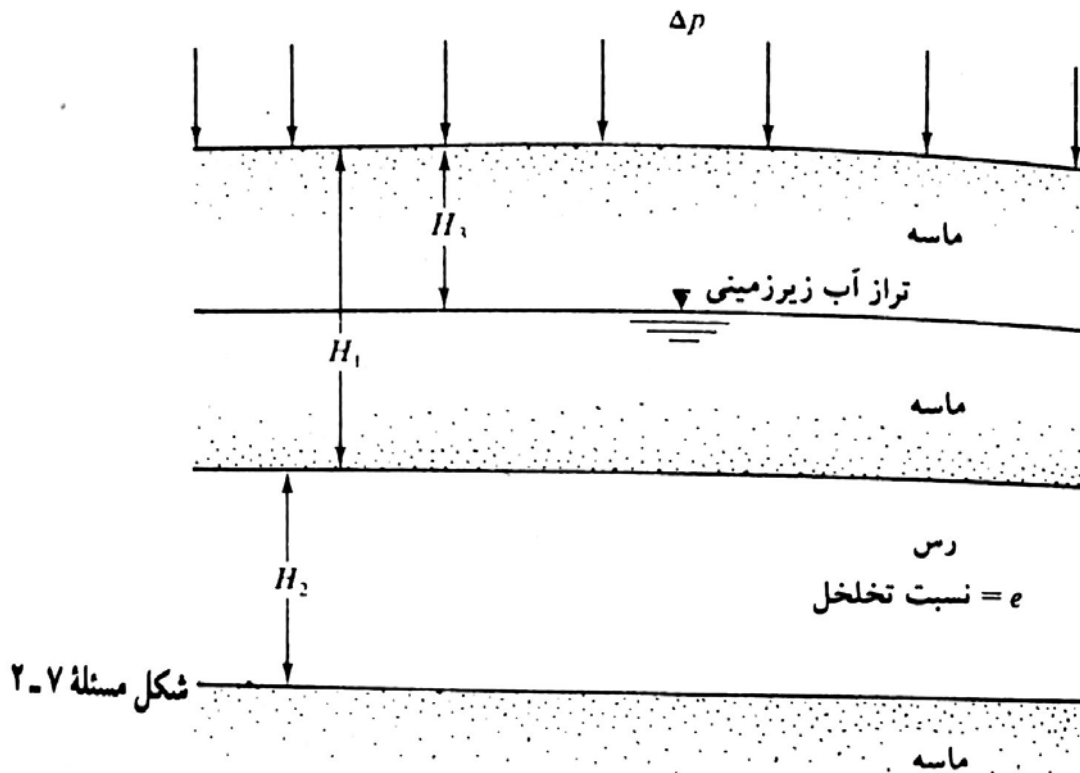
$$197.81 - \Delta u = (90 - \Delta u) \tan^2(45 + \frac{32}{2})$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta u = 42.27 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}}$$

۲-۷: در شکل، مقطع خاکی نشان داده شده است. اگر بار یکنواختی با شدت Δp در

سطح زمین اعمال شود، نشست لایه رسی به علت تحکیم اولیه چقدر می باشد. ماسه موجود در بالای تراز آب زیرزمینی را کاملاً خشک فرض کنید. داده های مسئله به شرح زیر است:

$$\Delta p = 48 \text{ KN/m}^2, \quad H_1 = 7 \text{ m}, \quad H_2 = 5/10, \quad H_3 = 2/4 \text{ m}$$



$$\text{ماسه: } \gamma_{dry} = 17/30 \text{ KN/m}^3, \quad \gamma_{sat} = 18/10 \text{ KN/m}^3$$

$$\text{رس: } \gamma_{sat} = 18/9 \text{ KN/m}^3, \quad LL = 50, \quad e = 0/9$$

فرض کنید که رس عادی تحکیم یافته است.
حل:

$$P_o = (\text{ماسه خشک}) H_3 \gamma_{dry} + (\text{ماسه اشباع}) (H_1 - H_3) \times \gamma' + \frac{H_2}{\gamma} \gamma' (\text{رس})$$

$$P_o = 2/4 \times 17/30 + (7 - 2/4) \times \gamma'$$

$$\times (18/10 - 9/81) + \frac{5/10}{\gamma} \times (18/9 - 9/81) = 102/8 \text{ KN/m}^2$$

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \quad \text{نوعه:}$$

$$P_o = 102/8 \text{ KN/m}^2$$

$$C_c = 0.009(LL - 10) = 0.009(50 - 10) = 0.36$$

$$S = \frac{C_c H}{1 + e} \log \left(\frac{\Delta P + P_0}{P_0} \right) \quad H * \text{ ضخامت لایه رسی}$$

$$S = \frac{0.36 \times 5/10}{1 + 0.9} \log \left(\frac{48 + 102/8}{102/8} \right) = 0.16m = 160mm$$

نشست لایه رسی $S = 160mm$

۳-۷: مسئله ۲-۷ را با داده‌های زیر مجدداً حل کنید.

$$\Delta p = 87/14 \text{ KN/m}^2 \quad H_1 = 4m, \quad H_2 = 3/2m, \quad H_3 = 1m$$

$$\text{ماسه: } \gamma_{dry} = 14/6 \text{ KN/m}^3, \quad \gamma_{sat} = 17/3 \text{ KN/m}^3$$

$$\text{رس: } \gamma_{sat} = 19/3 \text{ KN/m}^3, \quad LL = 38, \quad e = 0.75$$

حل:

$$P_0 = H_3 \gamma_{dry} (\text{ماسه خشک}) + (H_1 - H_3) \gamma' (\text{ماسه اشباع}) + \left(\frac{H_2}{2} \times \gamma' \right) (\text{رس اشباع})$$

$$P_0 = 1 \times 14/6 + (4 - 1)(17/3 - 9/81) + \left(\frac{3/2}{2} \times (19/3 - 9/81) \right)$$

$$P_0 = 52/25 \text{ KN/m}^2$$

$$C_c = 0.009(LL - 10) = 0.009(38 - 10) = 0.252$$

$$S = \frac{H C_c}{1 + e} \log \left(\frac{\Delta P + P_0}{P_0} \right) = \frac{3/2 \times 0.252}{1 + 0.75} \log \left(\frac{87/14 + 52/25}{52/25} \right)$$

$$S = 0.196m = 196mm$$

* P_0 همان تنش مؤثر تا وسط لایه رسی می‌باشد و جهت یادآوری به فصل ۵ رجوع شود.

۴-۷: اگر لایه رس مسئله ۲-۷ پیش تحکیم یافته (اضافه تحکیم یافته) باشد و فشار پیش تحکیمی متوسط ۱۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع باشد. تحت تاثیر سربار ۴۸ کیلو نیوتن بر

متر مربع، نشست تحکیم اولیه چقدر خواهد بود. فرض کنید که $C_s = \frac{1}{6} C_c$ است.

$$\left\{ \begin{array}{l} P_c = 125 \text{ KN/m}^2 \\ \Delta P = 48 \text{ KN/m}^2 \\ C_s = \frac{1}{6} C_c = \frac{1}{6} \times 0.36 = 0.06 \\ P_o = 102.8 \\ e = 0.19 \\ C_c = 0.36 \end{array} \right.$$

حل:

$$P_o + \Delta P = 102.8 + 48 = 150.8 > P_c = 125$$

چون $P_o + \Delta P > P_c$ بنابراین نشست در دو مرحله انجام می‌گیرد یکی مرحله رسیدن از P_o به P_c و دیگری رسیدن از P_c به $(P_o + \Delta P)$ بنابراین طبق فرمول:

$$S = \frac{C_s H}{1 + e_o} \log \frac{P_c}{P_o} + \frac{C_c H}{1 + e_o} \log \left(\frac{P_o + \Delta P}{P_c} \right)$$

$$S = \frac{0.06 \times 5.10}{1 + 0.19} \log \frac{125}{102.8} + \frac{0.36 \times 5.10}{1 + 0.19} \log \left(\frac{102.8 + 48}{125} \right)$$

$$S = 0.013 + 0.078 = 0.0917$$

$$S = 91.7 \text{ mm}$$

۹-۷: آزمایش تحکیم در روی یک نمونه رسی به ضخامت ۲۵ میلیمتر که از بالا و پایین زهکشی می‌شود، نشان می‌دهد که ۵۰ درصد تحکیم در ۱۱ دقیقه رخ می‌دهد.
الف. زمان لازم برای ۵۰ درصد تحکیم یک لایه رسی از همان نمونه به ضخامت ۴ متر که فقط از بالا زهکشی می‌شود، چقدر است.

ب. زمان لازم برای ۷۰ درصد تحکیم در حالت الف چقدر است.

حل:

$$\begin{cases} H = 25mm \\ U = \%50 \\ t = 11min \end{cases} \quad \xrightarrow{\text{زهکشی دو طرفه}} \quad H_{dr} = \frac{25}{2} = 12.5mm$$

$$T_v = \frac{c_v t_{50}}{(H_{dr})^2} \Rightarrow 0.197 = \frac{c_v \times 11}{(12.5)^2} \Rightarrow c_v = 2.79 mm^2/min$$

الف. $t_{50} = ? \quad H = 4m \quad \Rightarrow \quad H_{dr} = 2m = 2000mm$

$$T_v = \frac{c_v t_{50}}{(H_{dr})^2} \Rightarrow 0.197 = \frac{2.79 \times t_{50} \times 60 \times 24}{(2000)^2} \Rightarrow \boxed{t_{50} = 784.5 \text{ روز}}$$

ب.

$$T_v = \frac{c_v t_v}{(H_{dr})^2}$$

$U = \%70 \quad \Rightarrow \quad \text{جدول ۳-۷} \quad T_v = 0.403$

$$0.403 = \frac{2.79 \times t_v \times 60 \times 24}{(2000)^2} \quad \boxed{t_v = 1604 \text{ روز}}$$

۱۴-۷: در یک آزمایش تحکیم در روی یک نمونه رسی با زهکشی دوطرفه، نتایج زیر به دست آمده است.

$$\text{ضخامت لایه رسی} = 25 \text{ mm}$$

$$p_1 = 50 \text{ KN/m}^2 \quad e_1 = 0.92$$

$$p_2 = 100 \text{ KN/m}^2 \quad e_2 = 0.8$$

$$(t_{50}) = 2/2 \text{ min} \quad \text{زمان لازم برای ۵۰ درصد تحکیم}$$

مطلوب است تعیین ضریب نفوذپذیری رس در محدوده بارگذاری.
حل:

$$e_{av} = \frac{0.92 + 0.8}{2} = 0.86 \quad \text{نسبت تخلخل متوسط}$$

$$a_v = \frac{e_1 - e_2}{P_2 - P_1} = \frac{0.92 - 0.8}{100 - 50} = 2/4 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{KN}$$

$$m_v = \frac{a_v}{1 + e_{av}} = \frac{2/4 \times 10^{-3}}{1 + 0.86} = 1/29 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{KN}$$

$$U = 50\% \Rightarrow T_v = 0.197$$

$$\Rightarrow H_{dr} = \frac{2/5}{2} = 1/25 \text{ cm} \quad \text{زهکشی دوطرفه}$$

$$t_{50} = 2/2 \times 60 = 132 \text{ sec}$$

$$T_v = \frac{c_v t_{50}}{(H_{dr})^2} \Rightarrow 0.197 = \frac{c_v \times 132}{(1/25)^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{c_v = 2/33 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}}$$

$$K = c_v \gamma_w m_v = 2/33 \times 10^{-3} \times 9/81 \times 1/29 \times 10^{-3} \times 10^{-2}$$

$$\boxed{k = 29/5 \times 10^{-8} \text{ cm/s}}$$

۸-۲: زاویه اصطکاک داخلی یک ماسه خشک متراکم شده، 41° درجه است. در آزمایش برش مستقیم بر روی این ماسه، تنش قائم 105 کیلو نیوتن بر متر مربع بوده است. ابعاد نمونه $508 \times 508 \times 305$ به ارتفاع 305 میلیمتر می باشد. چه نیروی برشی باعث گسیختگی نمونه می شود. حل:

$$\sigma = 105 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{ابعاد نمونه} = 508 \times 508 \times 305 \text{ mm}$$

? = نیروی برشی

$$\tau_f = \sigma \tan \phi = 105 \tan 41 = 91.27 \text{ KN/m}^2$$

$$P = \tau_f \times A = \frac{91.27 \times 508 \times 508}{10^6} = 0.235 \text{ KN} = 235 \text{ N}$$

$$\boxed{P = 235 \text{ N}}$$

* توجه: 10^6 موجود در مخرج برای تبدیل میلیمتر به متر می باشد.

۷-۸: نتایج دو آزمایش سه محوری زهکشی شده بر روی یک رس اشباع به شرح زیر است:

$$\text{نمونه ۱} \quad \sigma_3 = 69 \text{ KN/m}^2 = \text{فشار محفظه‌ای}$$

$$\sigma_1 = 213 \text{ KN/m}^2 = \text{فشار انحرافی در لحظه گسیختگی}$$

$$\text{نمونه ۲} \quad \sigma_3 = 120 \text{ KN/m}^2 = \text{فشار محفظه‌ای}$$

$$\sigma_1 = 258.7 \text{ KN/m}^2 = \text{فشار انحرافی در لحظه گسیختگی}$$

مطلوب است محاسبه پارامترهای مقاومت برشی خاک.
حل:

$$\text{نمونه ۱} \quad \begin{cases} \sigma_3 = 69 \text{ KN/m}^2 \\ \sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma = 69 + 213 = 282 \text{ KN/m}^2 \end{cases}$$

$$\text{نمونه ۲} \quad \begin{cases} \sigma_3 = 120 \text{ KN/m}^2 \\ \sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma = 120 + 258.7 = 378.7 \text{ KN/m}^2 \end{cases}$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2 \theta + 2c \tan \theta$$

$$\begin{cases} \text{برای نمونه ۱} \Rightarrow 282 = 69 \tan^2 \theta + 2c \tan \theta \\ \text{برای نمونه ۲} \Rightarrow 378.7 = 120 \tan^2 \theta + 2c \tan \theta \end{cases}$$

دو معادله دو مجهول $\Rightarrow$

$$96.7 = 51 \tan^2 \theta \Rightarrow \boxed{\theta = 54^\circ}$$

$$\theta = 45 + \frac{\phi}{2} \Rightarrow \boxed{\phi = 18^\circ}$$

$$282 = 69 \tan^2 54 + 2c \tan 54$$

$$\boxed{c = 54.96 \text{ KN/m}^2}$$

۸-۹: یک خاک ماسه‌ای دارای زاویه اصطکاک زهکشی شده ۳۵ درجه است. اگر در یک آزمایش سه محوری زهکشی شده روی آن خاک، تنش انحرافی در هنگام گسیختگی ۲۶۳ کیلونیوتن بر متر مربع باشد، فشار محفظه‌ای چقدر خواهد بود.
حل:

$$\begin{cases} \phi = 35^\circ \\ \Delta\sigma = 263 \text{ KN/m}^2 \\ \sigma_r = ? \end{cases}$$

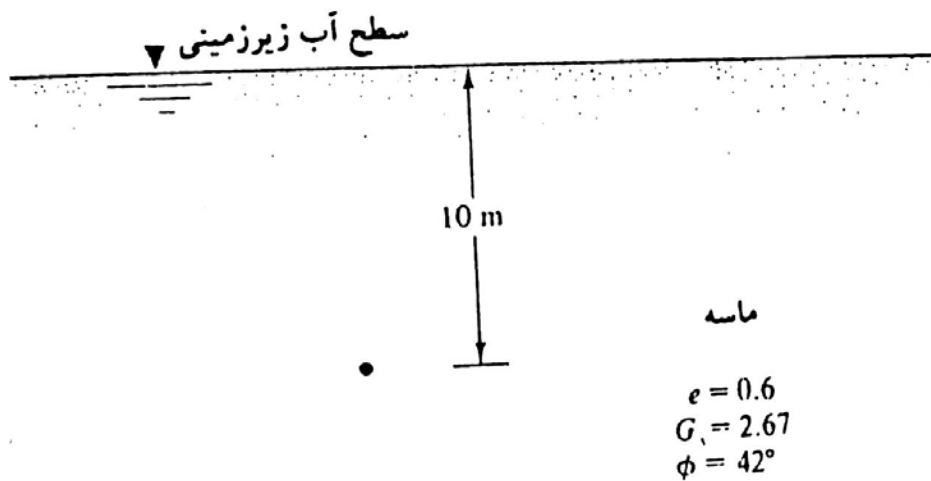
$$\sigma_1 = \sigma_r + \Delta\sigma = \sigma_r + 263$$

$$\sigma_1 = \sigma_r \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\sigma_r + 263 = \sigma_r \tan^2\left(45 + \frac{35}{2}\right)$$

$$\sigma_r + 263 = 3.69\sigma_r \Rightarrow \boxed{\sigma_r = 97.76 \text{ KN/m}^2}$$

۸-۱۱: در شکل، یک نهشته ماسه‌ای نشان داده شده است. مطلوب است تعیین مقاومت برشی در صفحه افقی که در عمق ۱۰ متری زیر سطح زمین قرار دارد.



شکل مسئله ۸-۱۱

حل:

$$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_w(G_s + e)}{1 + e} = \frac{9.81(2.67 + 0.6)}{1 + 0.6} = 18.91$$

$$\sigma' = \gamma' \times H = (18.91 - 9.81) \times 10 = 91.02 \text{ KN/m}^2$$

تنش موثر در عمق ۱۰ متری

$$\tau_f = \sigma' \tan \phi = 91.02 \times \tan 35 = 63.73 \text{ KN/m}^2$$

$\tau_f = 63.73 \text{ KN/m}^2$

۱۲-۸: از یک آزمایش تحکیم یافته زهکشی نشده بر روی یک خاک رس عادی تحکیم یافته، نتایج زیر به دست آمده است:

$$\sigma_3 = 84 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{تنش انحرافی در لحظه گسیختگی} = (\Delta\sigma_d)_f = 64 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{فشار حفره‌ای} = (\Delta u_d)_f = 48 \text{ KN/m}^2$$

مطلوب است محاسبه زاویه اصطکاک تحکیم یافته زهکشی نشده و زاویه اصطکاک زهکشی شده.

حل: $c = 0$

$$\begin{cases} \sigma_3 = 84 \text{ KN/m}^2 \\ \Delta\sigma = 64 \text{ KN/m}^2 \\ \Delta u = 48 \text{ KN/m}^2 \\ \phi = ? \text{ زهکشی شده} \\ \phi_{cu} = ? \text{ زهکشی نشده} \end{cases}$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma = 84 + 64 = 148 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_3 = 84 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2\left(45 + \frac{\phi_{cu}}{2}\right)$$

$$148 = 84 \tan^2(\theta_{cu})$$

$$\theta_{cu} = 53^\circ \Rightarrow \boxed{\phi_{cu} = 16^\circ}$$

$$\sigma'_1 = \sigma_1 - \Delta u = 148 - 48 = 100 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma'_3 = \sigma_3 - \Delta u = 84 - 48 = 36 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$100 = 36 \tan^2 \theta \Rightarrow \theta = 59^\circ \Rightarrow \boxed{\phi = 28^\circ} \text{ زهکشی شده}$$

۱۳-۸: مقاومت برشی یک رس عادی تحکیم یافته طبق رابطه $\tau_f = \sigma' \tan 31^\circ$ تعریف می‌شود.

یک آزمایش تحکیم یافته زهکشی نشده بر روی این خاک رسی انجام شد که نتایج آن به شرح زیر است:

$$\text{فشار محفظه‌ای} = 112 \text{ KN/m}^2$$

تنش انحرافی در لحظه گسیختگی $= ۱۰۰/۱۴ \text{ KN/m}^2$

مطلوب است تعیین:

الف. زاویه اصطکاک تحکیم یافته زهکشی نشده (ϕ_{cu})

ب. فشار آب حفره‌ای در نمونه در لحظه گسیختگی

حل:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_f = \sigma' \tan 31^\circ \\ c = 0 \text{ رس عادی تحکیم یافته} \\ \phi = 31^\circ \\ \sigma_r = 112 \text{ KN/m}^2 \\ \Delta\sigma = 100/14 \text{ KN/m}^2 \\ \phi_{cu} = ? \\ \Delta u = ? \end{array} \right.$$

الف.

$$\text{تنش اصلی حداکثر کل} = \sigma_1 = \sigma_r + \Delta\sigma = 112 + 100/14 = 212/14 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{تنش اصلی حداقل کل} = \sigma_r = 112 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_1 = \sigma_r \tan^2 \theta_{cu} \Rightarrow 212/14 = 112 \times \tan^2 \theta_{cu}$$

$$\Rightarrow \theta_{cu} = 54^\circ \Rightarrow \boxed{\phi_{cu} = 18^\circ}$$

ب.

$$\sigma'_1 = \sigma_1 - \Delta u = 212/14 - \Delta u$$

$$\sigma'_r = \sigma_r - \Delta u = 112 - \Delta u$$

$$\sigma'_1 = \sigma'_r \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$(212/14 - \Delta u) = (112 - \Delta u) \tan^2 \left(45 + \frac{31}{2} \right)$$

$$\boxed{\Delta u = 64.97 \text{ KN/m}^2}$$

۸-۱۵: زاویه اصطکاک تحکیم یافته زهکشی نشده یک ماسه لای دار، ۲۲ درجه و زاویه اصطکاک زهکشی شده آن ۳۲ درجه ($c = 0$) می باشد. اگر یک آزمایش تحکیم یافته زهکشی نشده بر روی چنین خاکی با فشار محفظه ۹۰ کیلو نیوتن بر متر مربع انجام شود، تنش اصلی حداکثر کل در لحظه گسیختگی چقدر خواهد شد. همچنین فشار حفره ای تولید شده در لحظه گسیختگی را محاسبه نمایید.

$$\phi_{cu} = 22^\circ \text{ زهکشی نشده}$$

$$\phi = 32^\circ \text{ زهکشی شده}$$

$$c = 0$$

$$\sigma_3 = 90 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_1 = ? \text{ تنش اصلی حداکثر کل}$$

$$\Delta u = ?$$

حل: الف.

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma = 90 + \Delta\sigma \text{ تنش اصلی حداکثر کل}$$

$$\sigma_3 = 90 \text{ تنش اصلی حداقل کل}$$

$$\phi_{cu} = 22^\circ$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2(45 + \phi_{cu}/2)$$

$$\sigma_1 = 90 \tan^2(45 + \frac{22}{2})$$

$$\sigma_1 = 197.81 \text{ KN/m}^2$$

ب.

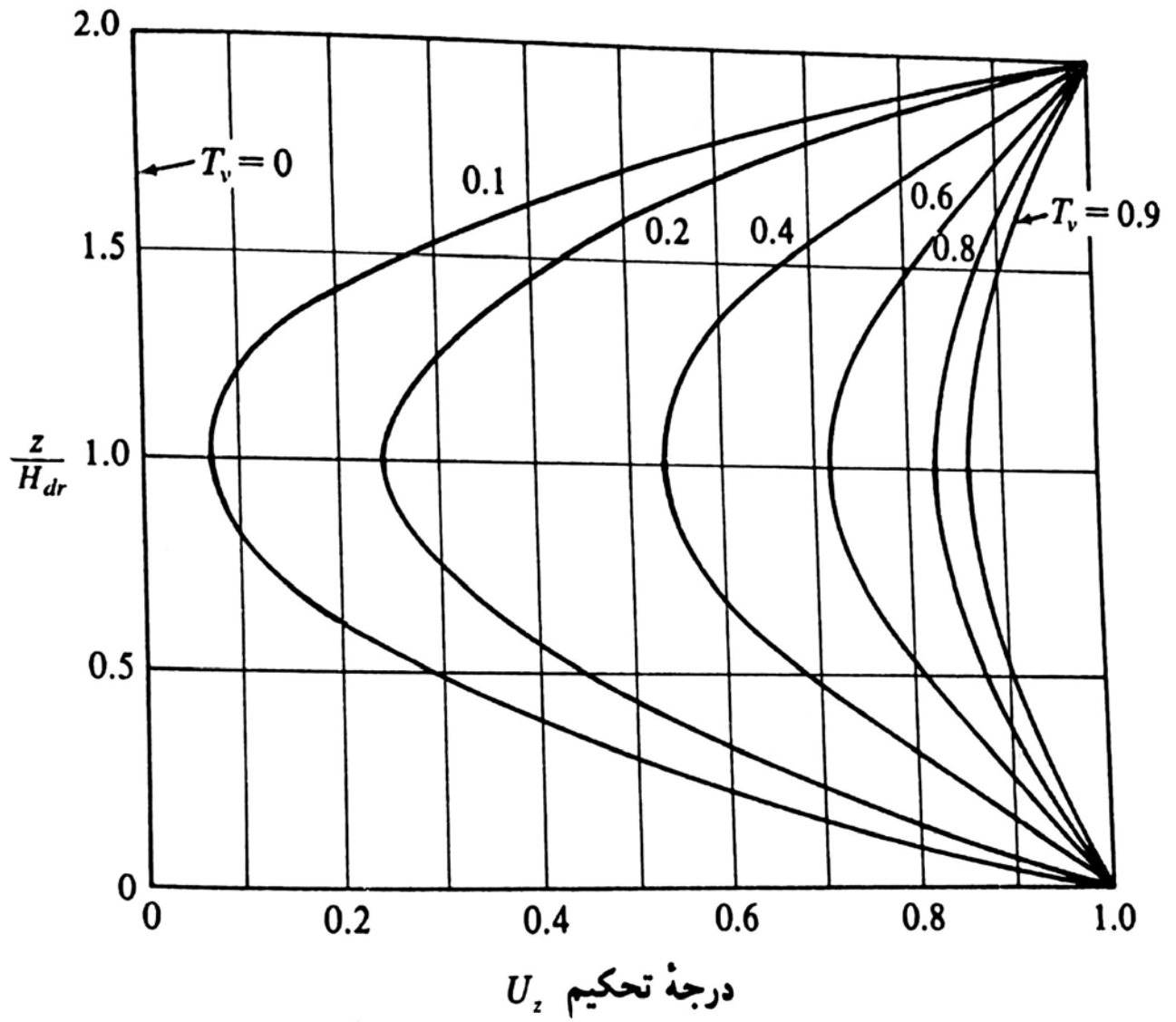
$$\phi = 32^\circ$$

$$\begin{cases} \sigma'_1 = \sigma_1 - \Delta u = 197,81 - \Delta u \\ \sigma'_r = \sigma_r - \Delta u = 90 - \Delta u \end{cases}$$

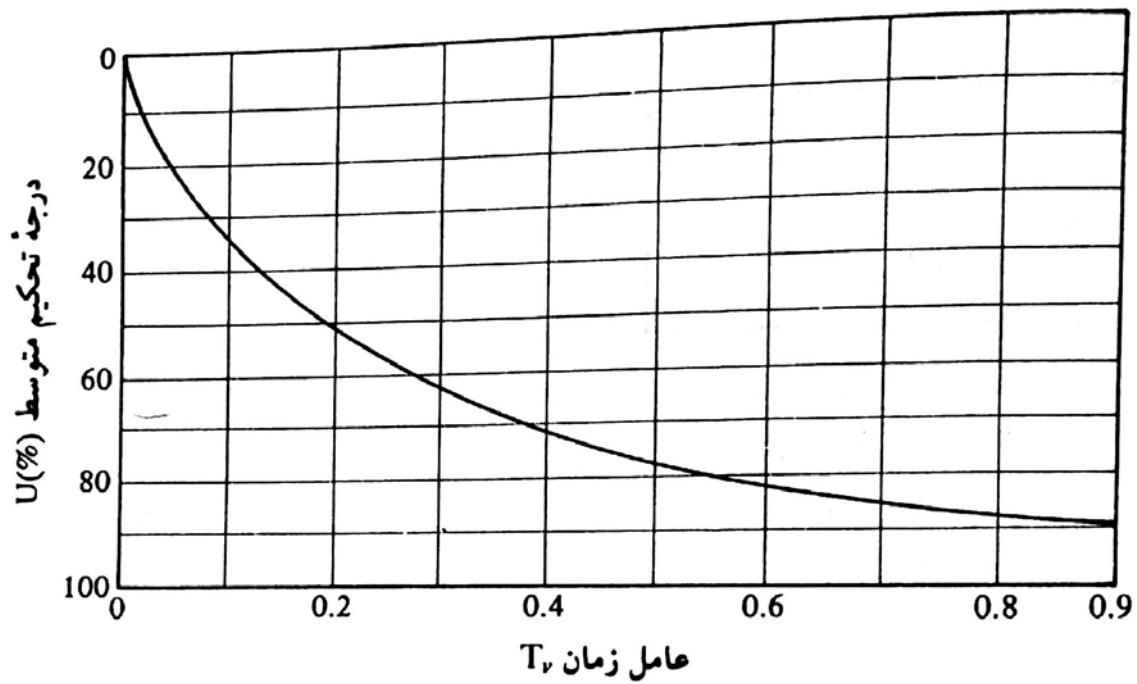
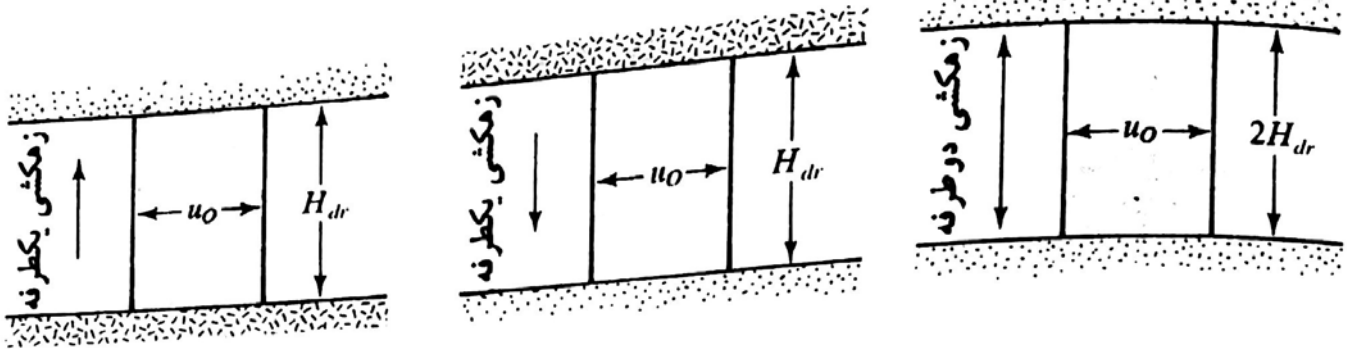
$$\sigma'_1 = \sigma'_r \tan^2\left(45 + \frac{32}{\gamma}\right)$$

$$197,81 - \Delta u = (90 - \Delta u) \tan^2\left(45 + \frac{32}{\gamma}\right)$$

$$\boxed{42,27 \text{ KN/m}^2}$$



۲۷۷



شکل ۷-۲۷ تغییرات درجه تحکیم متوسط با عامل زمان T_v (u_0 در عمق لایه ثابت است)

جدول ۷-۳ تغییرات درجه

تحکیم برحسب عامل زمان

درجه تحکیم	عامل زمان
$U\%$	T_v
0	0
10	0.008
20	0.031
30	0.071
40	0.126
50	0.197
60	0.287
70	0.403
80	0.567
90	0.848
100	∞

تغییرات درجهٔ تحکیم متوسط با عامل زمان برای حالات ارائه شده در جدول ۷-۳ و یا شکل ۷-۲۷ را می توان از روابط زیر نیز به دست آورد:

$$\text{برای } U = 0 \text{ تا } 60\%, T_v = \frac{\pi}{4} \left(\frac{U\%}{100} \right)^2 \quad (۵۰-۷)$$

$$\text{برای } U > 60\%, T_v = 1.781 - 0.933 \log (100 - U\%) \quad (۵۱-۷)$$

سیوارم و سوامی (۱۹۷۷) روابط تجربی زیر را برای U و T_v ارائه نمودند (برای U بین ۰ تا ۱۰۰ درصد):

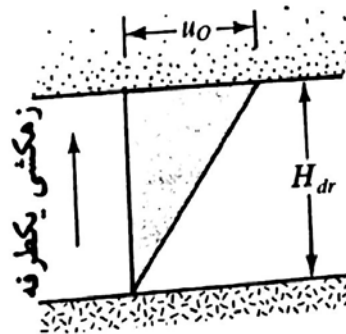
$$\frac{U\%}{100} = \frac{\left(\frac{4T_v}{\pi} \right)^{0.5}}{\left[1 + \left(\frac{4T_v}{\pi} \right)^{2.8} \right]^{0.179}} \quad (۵۲-۷)$$

و

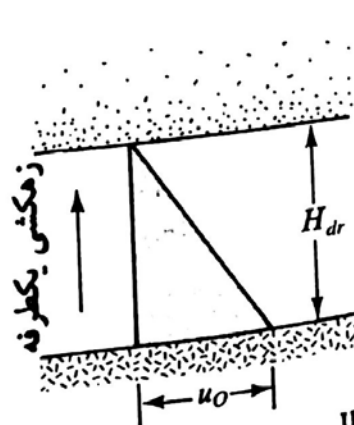
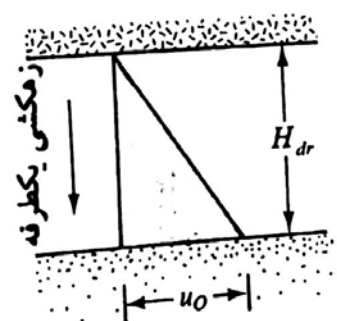
$$T_v = \frac{\left(\frac{\pi}{4} \right) \left(\frac{U\%}{100} \right)^2}{\left[1 - \left(\frac{U\%}{100} \right)^{5.6} \right]^{0.357}} \quad (۵۳-۷)$$

جدول ۷-۴ تغییرات درجهٔ تحکیم متوسط با عامل زمان

درجهٔ تحکیم $U\%$	عامل زمان T_v	
	I حالت	II حالت
0	0	0
10	0.003	0.100
20	0.009	0.158
30	0.024	0.221
40	0.048	0.294
50	0.092	0.383
60	0.160	0.500
70	0.271	0.665
80	0.440	0.940
90	0.720	∞
100	∞	



حالت I



حالت II

