



www.DastyarKhoob.ir

DastyarKhoob

جزوه درس:

مکانیک خاک

For more courses visit:

www.DastyarKhoob.ir

با استفاده از جزوات اسکن شده، به محیط زیست کمک کنیم...

هر آنچه که در این جزوه می خوانید حاصل زحمات دانشجویان دانشگاه صنعتی شریف می باشد که

دانسته های خود از حضور در کلاس استاد محترم، دکتر خسروی را مکتوب کرده اند.

استفاده از این جزوات برای تمامی دانشجویان کاملاً رایگان می باشد.



www.DastyarKhoob.ir

Dastyar Khoob

Subject:

Year:

Month:

Date:

() فصل اول

نیم ریاضی

دکتر فنیروی

مکانیک خاک

تعریف کلی خاک: توده‌های غیر همبستگی، توده‌های به هم پیوسته

عوامل ایجاد کننده
هوازگی توده‌های شنی
پروسیس فنیروی
پروسیس همبستگی

پروسیس فنیروی

فرسایش توسط آب و باد
خردشکنی ایجاد شده توسط فرسایش و نیروهای متوالی در ترک‌های متوالی اتفاق
می افتد (موجود در شست)

زاویه ای
شدت شکست
شدت شکست
شدت شکست

Boulder 200 mm
granular Materials
0.06 mm
بودر شست

dense
Med. dense
loose
متراکم
نیمه متراکم
شل

پروسیس همبستگی

شدت شکست کلی و مشخصه خاک متفاوت از شست و سبب خواهر بود
در اثر واکنش‌های تریبو، آب، اکسیدان و دی اکسید کربن ایجاد می شود



Subject:

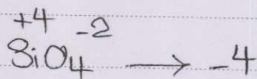
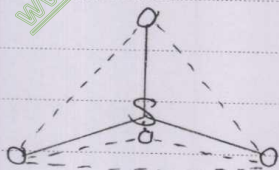
Year. Month. Date. ()

2

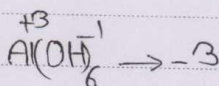
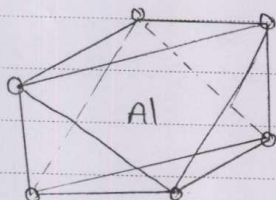
تکلیف سیاه قهوه‌ای کربنسی در اندازه‌های کوچکتر از ۰.۰۰۵ (ذرات کلوئیدی) ←
سیرال‌های پس (کلی)

ولده‌های سیاه قهوه‌ای ذرات پس ← سبب نوع و نحوه قرارگیری:

سلیکات‌ها: (Silicon-Oxygen tetrahedral)

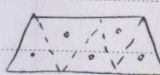


تکلیف اکومینوم هیدروکسید (Aluminium-Hydroxyl octahedral)

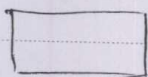


عمق تداخل (تداخلیت):

مفردات سازه sheets:



مفردات سلیکاتی: ← به اشتراک گذاشتن ولده‌های کربن



مفردات Cabb site: ← ترکیب هسته مناسبت مناسبت مناسبت

به اشتراک گذاشتن ولده‌های OH



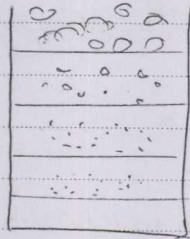
Subject

Date

3

اندازه‌داری :

روش تعیین اندازه‌داری :



1- آسک (ASTM 422) Sieve Analysis

Sieve	Size (mm)
✓3	75 mm
✓4	4.75
8	2.36
10	2
16	1.18
20	0.85
30	0.6
40	0.425
50	0.3
60	0.25
100	0.105
140	0.105
200	0.075

gravel (شن)

granular material

2- تست ته‌نشینی Sedimentation

(Sand)

Sto kae

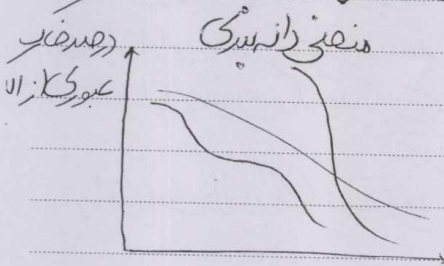
بر اساس سرعت ته‌نشینی

در اصل یک محلول یک محلول مستقر ته‌نشینی می‌شود

clay & silt

ایلی

$$\frac{v}{t} \rightarrow \frac{D}{D_0}$$



well-graded

خوب ته‌نشینی شده :

دارای رنج متنوعی از ذرات است.

بدانه ته‌نشینی شده : poorly graded

فاکریافت uniform soil



Subject

Date

4

رنگ معدنی از زرات

- خاک های پله ای gap/step graded

دارای اندازه های نزدیک و گویید بزرگتر و کوچکتر

مستطی های لازم برای توصیف خاک :
وصیفه بندی

- مستطی مرتب به مواد : Material Charac. (MC_1)

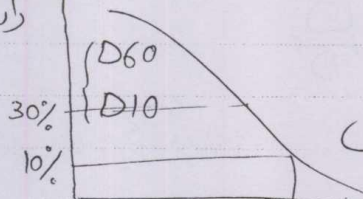
- مستطی مرتب به توده ها : Mall Char. (MC_2)

خاک های رانه ای

MC_1 : توسط منحنی رانه بندی

اندازه رانه

درصد رانه



اندازه رانه که ۱۰٪ از آن موجود در نمونه از آن رانه گویید هستند

برای تعیین گویید رانه های رانه ای

- رانه های رانه بندی به توصیف شده شکل و سبب منحنی رانه بندی

Coef. of uniformity : $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$

Coef. of curvature : $C_z = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$



www.DastyarKhoob.ir

Dastyar Khoob

Subject
Date

5

MC₂: محالی نسبی Relative Density

$$R_d = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \quad e: \text{نسبت تخلخل} = \frac{V_v}{V_s} = \frac{\text{حجم حفرات بین ذرات}}{\text{حجم ذرات}}$$

	حالت	R_d
e_{min} → ASTM D4250	very loose	0-20
e_{max} → ASTM D4253	loose	20-40
	Med. dense	40-70
	Dense	70-85
	very dense	85-100

فردی پیرزانه:

MC₁: بلائیس: قابلیت تغییر حجم غیر قابل بازگشت در فشارهای بسیار بالا و بدون تغییر در

Atterbury
معلق بودن
وسکوزیته (لزجی)
مردم

تابع طویلی موجود در خاک

$w_L \sim LL \rightarrow$ liquid limit حد بین روانی و خمیری در خاک

$w_p \sim PL \sim$ Plastic limit

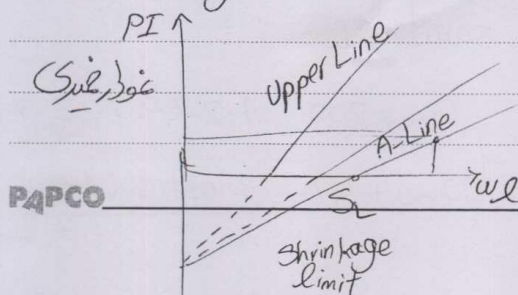
$LS \rightarrow$ Shrinkage limit حد بین تغییر حجم در اثر رطوبت و عدم تغییر حجم در اثر رطوبت

$$PI = \text{Plasticity Index} = w_L - w_p$$

Casagrande

$$A\text{-Line}: PI = 0.73(w_L - 20)$$

$$U\text{-Line}: PI = 0.2(w_L - 8)$$



P4PCO



Subject

Date

6

MC₂ : تعریف تنش

بر اساس تنش های موجود و حالت تنش خاک در گذشته تجربه کرده است.

توصیف خاک : Soil description برای خاک های دست نخورده

طبقه بندی خاک : material charac. محدته برای خاک های دست نخورده (سردی فانی)

روش های مختلف طبقه بندی :

- Unified Soil Classification System (USCS) 1940 (casagrande),

- AASHTO (American Association of states Highway Transportation officials)

طبقه بندی AASHTO :

A-1:

درست دانه : A-1-a: well-graded mixture of stone fragment and gravel

A-1-b: ~ ~ ~ coarse sand

- $D > 2 \text{ mm}$ - بلایسته، سب

A-3: fine sand : fine beach sand

A-2: A-2-4 & A-2-5 ~ $D \sim \#200$ A-2-6 & A-2-7

fine sand with non-plastic sand $D \sim \#40$ plastic clay



Subject:

Year. Month. Date. ()

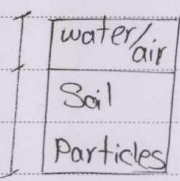
7

A-4. $\rightarrow$ low w_L نسبت به میزان آب، مقدار قابل توجهی تغییر
 Silt # 200: $> 75\%$ نسبت فواهدار
 A-5: $\rightarrow$ high w_L درصد ریزانه اند از آب #200 $< 35\%$

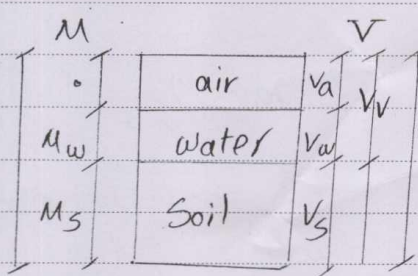
Clayey $I > 10$ } A-6: Clay $75\% > \# 200 \rightarrow$ low w_L vol. change high
 A-7: $\rightarrow$ high w_L { A-7.5 $\rightarrow$ high plasticity
 A-7.6 $\rightarrow$ ext. high plasticity
 ext. high vol. change

روابط بین فواهدار و ریزانه:

از نمودار فواهدار:



۱- فواهدار نسبت به ریزانه:



۲- فواهدار غیر اشباع:

- ۱- ذرات فواهدار
- ۲- آب
- ۳- هوا



Subject:

Year: Month: Date: ()

8

$$w = \frac{M_w \rightarrow \text{جرم آب}}{M_s \rightarrow \text{جرم جامد}} = \frac{V_w}{V_s} \quad V = V_v + V_s$$

water content
Moisture Content

$$e = \frac{V_v}{V_s} \rightarrow \text{نسبت تخلخل} \quad \text{Void ratio} \rightarrow \text{میزان خلخله}$$

$$n = \frac{V_v}{V} = \frac{V_v}{V_s + V_v} = \frac{e}{1+e}$$

Specific Vol. $\gamma = 1+e$ $V_s = 1$

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} = \text{degree of saturation (درج اشباع)}$$

$$A = \frac{V_a}{V} = \text{air content (درج خلخله هوا)}$$

Vol. Water Content $\rightarrow \theta = \frac{V_w}{V}$

$1 \rightarrow$ خالص آب
 $0 < 1 < 1 \rightarrow$ مخلوط آب و هوا
 $0 \rightarrow$ خالص هوا

Bulk density: ρ

$$\rho = \frac{M}{V} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \left(\frac{\text{Mg}}{\text{m}^3} \right) \quad \rho_w = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$\text{Specific Gravity: } G_s = \frac{M_s}{V_s \rho_w} = \frac{\rho_s}{\rho_w} \quad \text{Specific Vol } D = 1+e$$

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s}$$

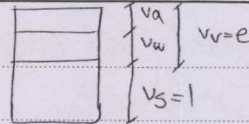


Subject:

Year. Month. Date. ()

9

$$\sim 1 \quad V_s = 1 \rightarrow e = \frac{V_v}{V_s} \rightarrow V_v = e$$



$$G_s = \frac{P_s}{P_w} \rightarrow P_s = G_s P_w \rightarrow \underbrace{V_s P_s}_{M_s} = G_s \underbrace{V_s P_w}_{=1} \rightarrow \boxed{M_s = G_s P_w}$$

$$w = \frac{M_w}{M_s} \rightarrow M_w = M_s w \rightarrow M_w = G_s P_w w = G_s \frac{M_w w}{P_w} \rightarrow \boxed{V_w = G_s w}$$

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} = \frac{G_s w}{e} \rightarrow \boxed{S_r e = G_s w}$$

$$\text{if } S_r = 1 \Rightarrow \boxed{e = w G_s}$$

$$\boxed{A = \frac{V_v}{V} = \frac{e - w G_s}{1 + e}}$$

$$\frac{P}{V} = \frac{M}{V} = \frac{M_s + M_w}{V} = \frac{G_s P_w + G_s P_w w}{1 + e} = \frac{G_s P_w (1 + w)}{1 + e} = \frac{G_s P_w + S_r e P_w}{1 + e}$$

if $S_r = 1$ (saturated)

$$V_v = V_w \rightarrow \theta = \frac{V_w}{V} = \frac{V_v}{V} = n$$

$$P_{sat} = \frac{G_s P_w + e P_w}{1 + e} = \frac{G_s + e}{1 + e} P_w$$

$$P_d = \text{dry density} = \frac{M_s}{V}$$

$$\text{Unit Weight} = \gamma = \frac{W}{V} = \gamma_g$$



Subject:

Year: Month: Date: ()

10

$$\text{Bouyant Unit Weight} = \gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = \frac{G_s \gamma_w (1+w)}{1+e} - \gamma_w = \frac{G_s - 1}{1+e} \gamma_w$$

$$D_r = R_D = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \quad \left\{ \begin{array}{l} 1 \rightarrow e = e_{min} \quad \text{طرا \rightarrow } \gamma_{dmax} \\ 0 \rightarrow e = e_{max} \quad \text{طرا \rightarrow } \gamma_{dmin} \end{array} \right.$$

for granular materials $\gamma_d = \frac{G_s \gamma_w}{1+e}$

$$(\gamma_d)_{max} = \frac{G_s \gamma_w}{1+e_{min}} \rightarrow e_{min} = \frac{G_s \gamma_w}{\gamma_{dmax}} - 1$$

$$e_{max} = \frac{G_s \gamma_w}{\gamma_{dmin}} - 1$$

$$D_r = \frac{\left(\frac{G_s \gamma_w}{\gamma_{dmin}} - 1 \right) - \left(\frac{G_s \gamma_w}{\gamma_d} - 1 \right)}{\left(\frac{G_s \gamma_w}{\gamma_{dmin}} - 1 \right) - \left(\frac{G_s \gamma_w}{\gamma_{dmax}} - 1 \right)} = \frac{\frac{1}{\gamma_{dmin}} - \frac{1}{\gamma_d}}{\frac{1}{\gamma_{dmin}} - \frac{1}{\gamma_{dmax}}}$$

$$V = 1.15 \times 10^{-3} \text{ m}^3, M = 2290 \text{ gr} \quad \text{طرا: موزن خالص}$$

$$G_s = 2.68, M_s = 2035 \text{ gr} \quad \text{طرا: موزن خالص}$$

S_r, n, w, γ, e

$$m_s = 2035$$

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{2.29}{1.15 \times 10^{-3}} = 1990 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



Subject:

Year: Month: Date: ()

11

$$\gamma = \gamma_g = 1990 \times 9.8 = 19.5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$$

$$p = \frac{G_s \rho_w (1+w)}{1+e} \rightarrow e = \frac{G_s (1+w) \rho_w}{p} - 1$$

$$w = \frac{M_w}{M_s} = \frac{2290 - 2035}{2035} = 0.125 = 12.5\%$$

$$e = (2.68)(1 + 0.125) \frac{1000}{1990} - 1 = 0.52$$

$$n = \frac{e}{1+e} = \frac{0.52}{1.52} = 34\%$$

$$e S_r = w G_s \rightarrow S_r = \frac{0.125 \times 2.68}{0.52 \times 100} = 64.5\%$$

$$A = n(1 - S_r) = 0.34(1 - 0.645) = 0.121 = 12.1\%$$

$$G_s = 2.65$$

$$V_s = ?$$

$$e = ?$$

Sand:

JK

$$V_w = ?$$

$$S_r = ?$$

$$w = 0.15$$

$$V_a = ?$$

$$D_r = ?$$

$$\gamma = 18.8 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$$

$$V_v = ?$$

$$w_s = ?$$

$$e_{\max} = 0.85$$

$$w_w = ?$$

$$e_{\min} = 0.5$$

$$V = 1 \text{ m}^3$$

$$w = \frac{w_w}{w_s} \Rightarrow 0.15 = \frac{w_w}{w_s} \rightarrow w_w = 0.15 w_s \rightarrow w_w = 2.43$$

$$\gamma = \frac{w_w + w_s}{V} \Rightarrow 18.8 = \frac{0.15 w_s + w_s}{1} \rightarrow w_s = 16.37$$

$$G_s = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \rightarrow \gamma_s = 9.8 G_s = \frac{w_s}{V_s} \rightarrow V_s = \frac{w_s}{9.8 G_s} = 0.63$$



Subject :

Year :

Month :

Date : ()

12

$$V_w = \frac{W_w}{\gamma_w} = \frac{2.43}{9.8} = 0.25$$

$$V_a = V - (V_s + V_w) = 1 - (0.63 + 0.25) = 0.12$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{0.37}{0.63} = 0.59$$

$$V_v = V_a + V_w = 0.12 + 0.25 = 0.37$$

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} = \frac{0.25}{0.37} = 0.68$$

$$D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} = \frac{0.85 - 0.59}{0.85 - 0.5} = 74\% \text{ dense}$$

تراکم در خاک ها :

روند می باشد که طی آن بخشی از خاک را به تراکم کردن رانه ها افزایش می دهند.

* افزایش دقت و دقت خاک و پایداری آن تحت بارهای عمیق

* کاهش تغییر حجم زیر بار و نشست خاک

* افزایش ظرفیت باربری در خاک

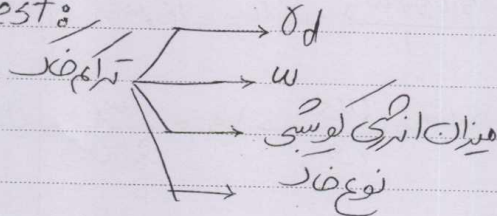
Swelling Collapsible

* کنترل تغییر شکل های که در خاک های فروزنده و متورم و رانه ها و رانه ها

$$\delta_d = \frac{\delta}{1+w}$$

تراکم خاک را توسط پامنتر اندازه مشخص می کنند.

Proctor Test:





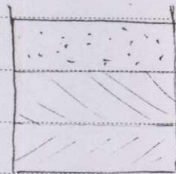
www.DastyarKhoob.ir

Dastyar Khoob

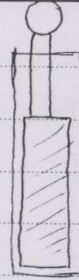
Subject:

Year. Month. Date. ()

13



$$V = 1 \text{ lit}$$



$$H = 300 \text{ mm}$$

$$w = 2.5 \text{ kg}$$

$$N = 25$$

ارتفاع ساقه

وزن خاک

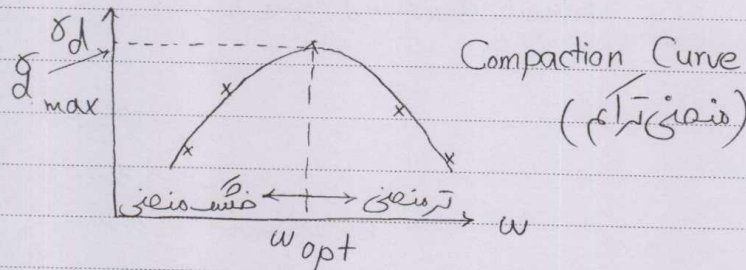
هر لایه 25 بار می کوبیم

$$\sigma = \frac{W}{V}$$

فشار

$$\sigma_d = \frac{\sigma}{1+w}$$

از طریق این غوطه‌برداری به دست می آید



Zero air voids:

بیشترین چگالی که می توان توسط تراکم گرفت و در آن

میزان هوای موجود در هفترت به صفر رسیده یعنی

$$\rho_d = \frac{G_{rs}}{1+w G_{rs}} \rho_s$$

فشار است به قدر دارد.

Modified Proctor Test:

میزان انرژی بیشتری که برای کوبش استفاده می شود

۳. فرق به است نلارد دارد

ارتفاع 5 لایه کوبش دارد

وزن خاک 4.5 kg

ارتفاع کوبش 45 cm

انرژی

انرژی

کوبش

برای فک خواهرند

P4PCO



Subject :

Year .

Month .

Date . ()

۲۴

در محل آلودگی
در محل آب آشامیدنی
دینامیکی : تعداد لایه ها ، ارتفاع لایه ها ، وزن کوبش
وزن لادن
استاتیکی :

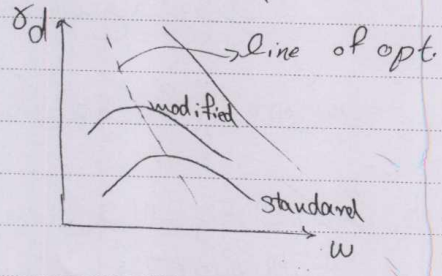
$$E = \frac{\text{تعداد لایه ها} \times \text{تعداد کوبش} \times \text{ارتفاع کوبش} \times \text{وزن کوبش}}{\text{جمع قالب}}$$

تشریفات و وسعت خاک های کوبیده شده درشت :

- ۱- نوع خاک
- ۲- نوع کوبش
- ۳- میزان انرژی کوبشی
- ۴- میزان آب در خاک

در صورت خشک ، نوع کوبش و انرژی ندارد ، در صورت تر فرق دارد . مثلا استاتیکی و دینامیکی

درجه خاک را پس از ترو و انرژی کوبشی پس از ترو به w_{opt} به ازای δ_{max} نسبت می گیریم





Subject:

Year: Month: Date: ()

15

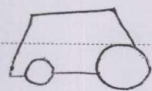
تعمیم در ۵۰/۵

- ۱- تعمیم در آسفته روی فایندر از ابعاد ۲۵^{mm} انجام می شود. ($D < 20^{mm}$)
- ۲- شرایط میزی متفاوت (امکان به جایی وجود دارد)
- ۳- نوع گرویش

مراحل تعمیم در ۵۰/۵

- تیغ انداختن بوی از سطح خاکی نباتی و آبی
- (تو کردن به گامون که معمولاً بعد به صورت ترکیبی و با سیم است)
- پخش کردن توسط بیل
- مسطح کردن و هم ترازی کردن سطح خاک توسط گریز به تعقیب
- سبب مورد نظر
- پخش آب بر روی خاک توسط تانکر آب پاش
- تراکم توسط غلتان انجام می شود در رفت و برگشت های
- قهقاری به تعداد ۳ تا ۱۲ بار
- از هر لایه کوپه شده عمق لایه ای انجام می شود به مقدار
- به نسبت آمده به ترتیب آه و سیمان و هاسیم شود

انواع غلت:



غلت همگی smooth-wheeled roller

۱- سبب مل به غلت بزرگ متغییر آب

خاک

۲- مناسب برای انواع خاک به خاک های یکنواخت هاسی و SM

۳- سطح گرویش صاف و مسطح

۴- انتقال سبب لایه ای ضعیف است



Subject:

Year:

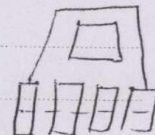
Month:

Date: ()

16

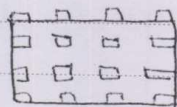
غلتک‌های لاستیکی Pneumatic tyrebraker

- 1- مناسب برای انواع خاک‌ها به جز خاک‌های به رانه سنگین
- 2- لاستیک به جای غلتک‌های فلزی کنترل وزن توسط لاستیک
- 3- سطح تصدیف با آهصال به لایه‌ای بهتر



غلتک‌های صحرایی sheep's-foot roller

- 1- آهصال بهتر لایه‌ها
- 2- مناسب برای خاک‌های ریز رانه
- 3- در صحرایی بهتر



$$I = 200 \times 250 \text{ cm}$$

$$A = 40.65 \text{ cm}^2$$

غلتک‌های ارتعاشی Vibratory Roller

- 1- غلتک معمولی به مکانیزم ارتعاشی
- 2- برای خاک‌های درشت رانه

غلتک‌های دستی

- 1- برای خاک‌های به رانه سنگین تصدیف مناسب نیستند

Practor Test:

فصل:

%w	12.8	14.5	15.6	16.8	19.2
weight	2010	2092	2114	2100	2055

$$G_s = 2.67$$

$$V = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\gamma_{\max}, w_{\text{opt}} = ?$$

$$\gamma = \frac{w}{V}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}$$

$$\gamma_{re} = G_s w$$

$$e = \frac{G_s \gamma_w}{\gamma_d} - 1$$

ZAV, 5%, 10%

$$\frac{P_{4PCO}}{A} \quad \frac{P_{4PCO}}{A}$$

$$\gamma_d = \frac{G_s \gamma_w}{\gamma + w G_s} (1-A)$$



Subject:

Year. Month. Date. ()

17

δ	2.01	2.092	2.114	2.1	2.055
δ_d	1.782	1.827	1.829	1.8	1.724
e	0.498	0.461	0.4859	0.483	0.548
S_r	68.6	83.9	90.7	92.9	93.5

$$ZAV: \delta_d = \frac{2.67 \delta_w}{1 + w(2.67)}$$

$$5\% : \delta_d = \frac{2.67 \delta_w (1 - 0.05)}{0.95 + w(2.67)}$$

$$10\% : \delta_d = \frac{2.67 \delta_w (1 - 0.1)}{0.9 + w(2.67)}$$

کنترل تکمیل در محل 6.6

روند معمولی طراحی

تست های آزمایشی انجام می شود برای تعیین مشخصات فاکتور

نوع تست و تعداد آن ها را برای محل مورد نظر تعیین می کنیم. نتایج

به دست آمده از این تست ها را ملاک کنترل قرار می دهیم

در 6.6، مسئله انجام تست ها و مقایسه نتایج با نتایج آزمایشگاه است

روش کنترل تمام در 2 گروه قرار می گیرد:

① end-product specification نسبت تمام به کیفیت می کنیم



Subject:

Year:

Month:

Date:

()

18

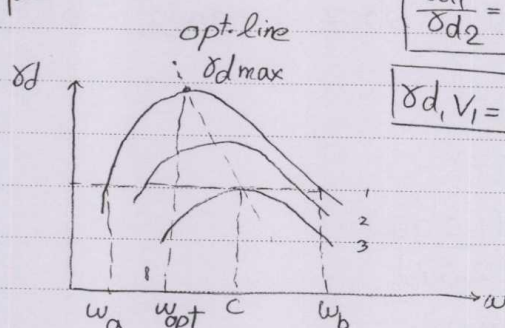
$$R.C = \frac{\delta_d \text{ field}}{\delta_{d \max}(\text{lab})}$$

Relative Compaction

$$R_D < 12\% \text{ ریزانه}$$

$$\frac{\delta_{d1}}{\delta_{d2}} = \frac{1+e_2}{1+e_1}$$

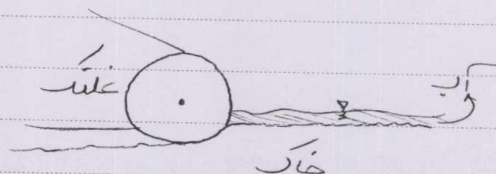
$$\delta_{d1} V_1 = \delta_{d2} V_2$$



$$w_{opt} < w < w_c$$

Over Compaction:

وقتی بیش از حد فک کوپیه شود.



- وقتی مقدار رطوبت بیش از حد تقییس شده باشد.

- وسیله کوپیه بیش از حد تقییس شده باشد.

Method-Specification (2): وقتی مقدار رطوبت کوپیه، نوع وسیله کوپیه و در

موردی نوع فک تقییس می شود و باید که مسئول اداری مطلع است.



Subject:

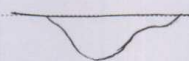
Year. Month. Date. ()

19

روش تعیین R.C.:

1- تعیین محل انقباض است های کاهشی
- براساس حجم $1000 \text{ to } 3000 \text{ m}^3$
- براساس مؤلفه تغییر پذیری نوع خاک

انواع آزمایشات صحرایی برای تعیین α :



① - تفریبی

- خفیه خفیه ای در خاک و تعیین وزن خاک (W)
- از خاک بدست آمده، W (مقدار) را بدست می آوریم.
- تعیین حجم

1- توسط مخروط سنج

2- توسط روش بالونی

3- به آب و وزن به دانسیته مشخص

① با استفاده از داده صحرایی و مقیاس آن به α_{max} که از آن استفاده



داریم R.C. را بدست می آوریم و می بینیم که اگر R.C. مناسب

است یا نه.

$$\rho_w \rightarrow \rho_d = \frac{\rho}{1+w}$$

مثال: مقدار بدست آمده از روش بالونی

$$M_{\text{ظرف} + \text{خاک}} = 1590 \text{ gr}$$

$$M_{\text{ظرف}} = 125 \text{ gr}$$

$$\rho_{\text{final}} = 1288 \text{ cm}^3$$

$$\rho_{\text{initial}} = 538 \text{ cm}^3$$



Subject :

Year .

Month .

Date .

()

20

نمونه‌های کربن برای

انالیز طبیعی و کربن

استفاده شده است.

$$\begin{aligned} M_{\text{فک مربوط به فک}} &= 404.9 \text{ gr} \\ M_{\text{فک مربوط به فک}} &= 365.9 \text{ gr} \\ M_{\text{فک}} &= 120 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$R.C. \rightarrow P_{d \max (\text{lab})} = 1.86 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$P = \frac{M}{V} = \frac{1465}{750} = 1.95 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$W = \frac{M_w}{M_s} = \frac{39}{243.9} = 16\%$$

$$P_d = \frac{P}{1+W} = \frac{1.95}{1.16} = 1.68 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$R.C. = \frac{P_d}{P_{\max}} = \frac{1.68}{1.86} = 90.3 \%$$

مقایسه روش تقییمی صوابی :

1- $P_{\max}$ ممکن است به طور دقیق مشخص نباشد.

• تست تراکم برای فک‌های مختلف انجام می‌دهیم.
• فقط مرجع.

2- تقییم صوابی یک فک

3- تقییم صوابی جمع فک برداشته شده

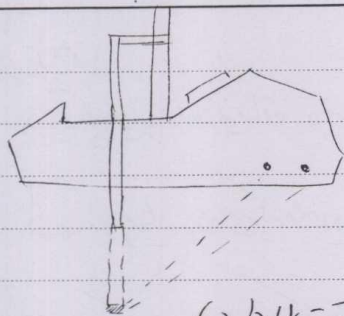


Subject:

Year: Month: Date: ()

21

(2) - روش‌های غیرتقریبی



روش‌های استاتی (استاتیستیک)
پرتوهای X و ...

• ضریب سریع اتفوق می‌افتد (تعمیری وقت بلادرنگ)

• تعداد نقاط بیشتر برای کنترل می‌دهد

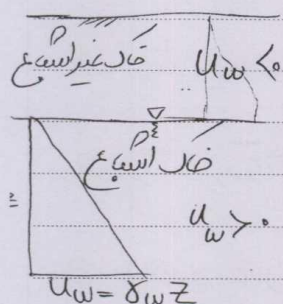
(فصل دوم: خواص هیدرولیکی خاک) ضریب آب‌مغذی

Pore water Pressure

نمودارهای و جریان (در خاک):

خاک به دلیل وجود منافذ به وسیله ترازو، نفوذپذیر (تغیر یافته) می‌شود که وجود آب سبب این است.

ضریب‌های بین مغذی (در ترازو خواهد شد) نسبت به یک فشار مرجع (atm) (تغیر یافته) می‌شود.



water table level

$$p_w = u_w = 1 \text{ atm}$$

Static hydrostatic

dynamic flow

خاصیت هیدرولیکی: در بالای سطح آب

خاک به صورت غیراستاتی و وجود خواهد داشت

آب به سمت نوع خاک و اندازه حفرات با ارتفاع

نسبت به بالا خواهد رفت.



Subject :

Year . Month . Date . ()

22

رشد جریان :

که به عبارتی زمانی اتفاق می افتد که جریان به تغییر زمان نسبت به سر

که نه به عبارتی زمانی که تغییرات جریان را به زمان داشته باشیم .

جریان : یک بعدی : زمانی که پراشته های جریان در سطح مقطع عمود بر جریان
متبقت فرض شود .

دو بعدی : زمانی که پراشته های جریان در دو راستای عمود بر یکدیگر
فرض می شوند .

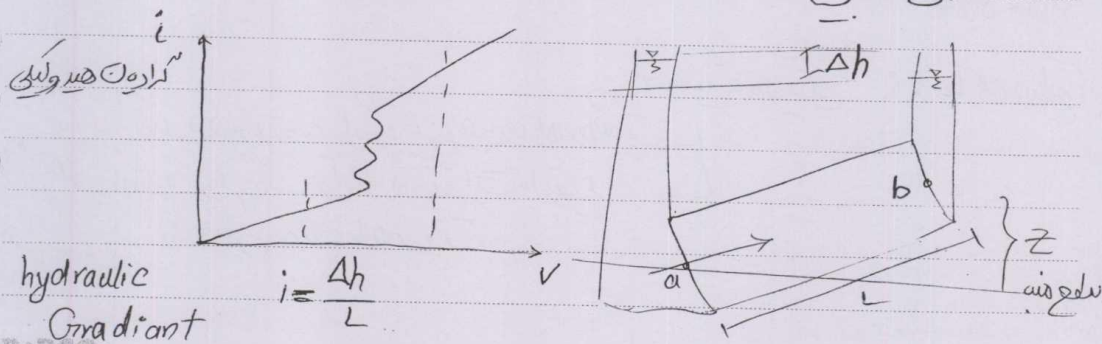
سه بعدی : زمانی که پراشته های جریان در تمام جهات ~~تکامل~~ در حال تغییر است .

طبقه بندی بر اساس سرعت آب :

1- در محدوده سرعت کم به رفتار به صورت خطی رفتار گرفته می شود laminar flow

2- در محدوده سرعت زیاد به رفتار آشفته Turbulent flow

3- در میانه بین laminar and Turbulent Transition





Subject:

Year: Month: Date: ()

23

$V = ki$ → Darcy's Law

دarcy سرعت معمولاً در برابری است.

قانون برنولی: $\text{energy} = \frac{v_1^2}{2} + \frac{P_1}{\rho_w} + gz$ $q = V_1 A_1 = V_2 A_2 = \text{const}$

سرعت در مقطع 1 $\frac{P_1}{\rho_w}$ gz h

$h = \frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho_w} + z_1$

قانون برنولی

$h = \frac{P_1}{\rho_w} + z_1$ در دarcy برابر هدرافت و ارتفاع

قانون دarcy: (Clean Sand)

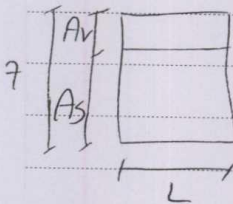
→ $V = ki$

→ $i = \frac{\Delta h}{L}$ (برابری)

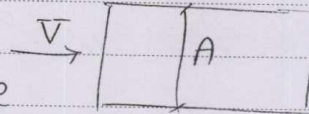
→ Darcy's hydraulic Conductivity

rate of flow: $q = VA = kiA = k \frac{\Delta h}{L} A$ ($\frac{\text{cm}}{\text{s}} \rightarrow \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow \frac{\text{ft}}{\text{day}}$)

discharge velocity



Seepage Velocity



$q = VA = V_s A_v \rightarrow V_s = V \frac{A}{A_v} = \frac{V}{n} \rightarrow V_s > V$

$n = \frac{V_v}{V} = \frac{A_v L}{AL} = \frac{A_v}{A}$

$V_s = \frac{V}{n}$



Subject:

Year:

Month:

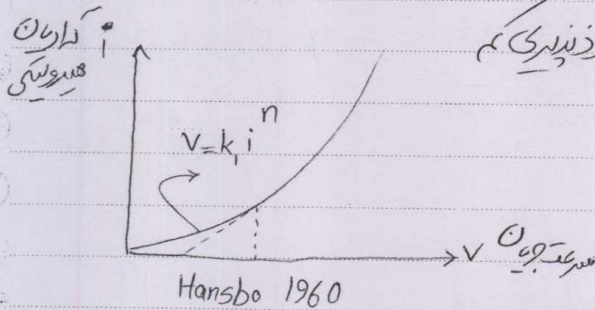
Date:

()

24

آزمایشات بر روی رس به تغییر:

آزمایشات بر روی رس به قابلیت نفوذ پذیری کم



Holtz and broms (1972) $\rightarrow n(\text{Swedish Clay}) = 1.5$

عوامل مؤثر بر ضریب نفوذ پذیری:

1- نوع خاک، دانه بندی ذرات، اندازه منافذ

اندازه ذرات کوچکتر $\leftarrow$ نفوذ پذیری سطح مقطع و حجم $\leftarrow$ کاهش k

2- ضریب تخلخل $e = \frac{v_v}{v_s} \leftarrow$ افزایش $e \leftarrow$ افزایش k

3- (دانه بندی) $\leftarrow$ تغییر در وسعت منافذ آب $\leftarrow$ افزایش (دانه بندی) $\leftarrow$ کاهش k

$k = \frac{\sigma_w K}{\eta} \rightarrow$ ضریب مطلق (m^2)

نسبت نفوذ $\rightarrow$ Soil Structure

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\frac{e_1 + 1}{e_1 + 1}}{\frac{e_2 + 1}{e_2 + 1}}$$

$$k = C \frac{e^3}{1 + e}$$

P4PCO

$k_{0.8} = \dots$



Subject:

Year: Month: Date: ()

25

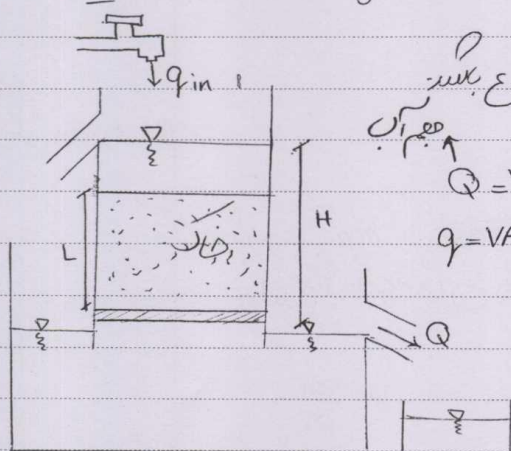
$$V = k \cdot i$$

روش های تعیین K

۱- روش های آزمایشگاهی: آزمایش نفوذپذیری توسط permeameter نفوذسنج

۲- آزمایش در سطح Constant head Test - فشارهای ثابت در آن

۳- آزمایش در سطح Falling head Test - فشارهای متغیر در آن

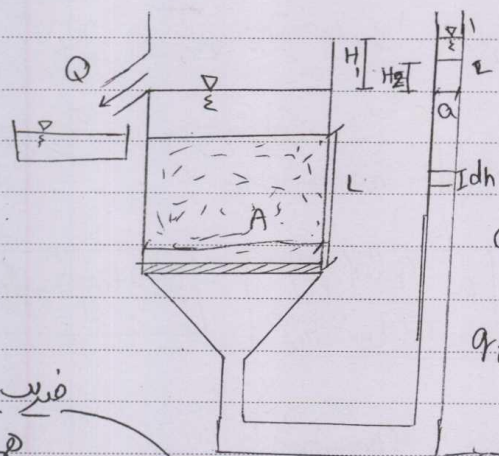


آزمایش در سطح Falling head Test - فشارهای متغیر در آن

$$Q = VA \rightarrow Q = k \frac{H}{L} A t$$

$$q = VA = \frac{\partial Q}{\partial t}$$

$$k = \frac{QL}{AHt}$$



آزمایش در سطح Falling head Test - فشارهای متغیر در آن

$$q_{in} = -a \frac{dh}{dt} = \frac{\partial v}{\partial t} = a \frac{dh}{dt}$$

$$q = VA = k i A = k \frac{H}{L} A$$

$$q_{in} = q_{out} \rightarrow -a \frac{dh}{dt} = k \frac{h}{L} A$$

$$a \int_{h_1}^{h_2} \frac{dh}{h} = k \frac{A}{L} \int_{t_1}^{t_2} dt \Rightarrow$$

$$k = \frac{aL}{A \Delta t} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

فیلتر 2.3
هم دارد
(رنگی) Δt



www.DastyarKhoob.ir

Dastyar Khoob

Subject:

Year:

Month:

Date:

()

26

$D = 7.3 \text{ cm}$ $L = 16.8 \text{ cm}$ $h = 75 \text{ cm}$

$t = 1 \text{ min}$ $h = 75 \text{ cm}$

$V = 945.7 \text{ gr}$ $T = 20^\circ \text{C}$

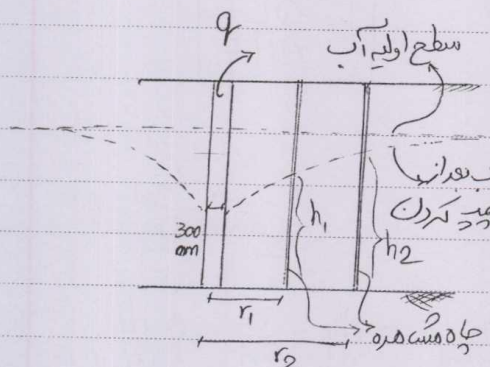
$e = 0.43 \rightarrow k = ?$

$k = \frac{QL}{hAt} = \frac{945.7 \times 16.8}{75 \times 41.9 \times 60} = 0.08 \text{ cm/s}$

$A = \pi \frac{D^2}{4} = \pi \frac{(7.3)^2}{4} = 41.9$

2- روش های دیگری:

آزمایش پمپاژ در چاه well-pumping Test
برای اندازه گیری ضریب نفوذندگی



$i_r = \frac{\partial h}{\partial r}$

نرخ موجود:

مقدار ثابت به عمق خواهد بود.
Dupit assumption

$q = kiA = 2\pi r h \cdot k \frac{\partial h}{\partial r}$

$k = \frac{q \ln(\frac{r_2}{r_1})}{\pi (h_2^2 - h_1^2)}$ $2.3 \log \frac{r_2}{r_1}$

$q \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = 2\pi \int_{h_1}^{h_2} h dr \rightarrow q \ln \frac{r_2}{r_1} = \pi k (h_2^2 - h_1^2)$



Subject:

Year: Month: Date: ()

27

لايه نفوذ نديسي

$$q = 2\pi r H k \frac{\partial h}{\partial r} \rightarrow q \int_{r_1}^{r_2} \frac{\partial r}{r} = 2\pi H k \int_{h_1}^{h_2} \partial h$$

$$q \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) = 2\pi H k (H_2 - H_1)$$

$$k = \frac{q \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi H (H_2 - H_1)}$$

سرعت هيدروموتري

مقدار هيدروموتري

رابطه هيدروموتري

$$q = v_i A = k \frac{h}{L} A$$

معادله هيدروموتري

3- استفاده از معادلات تجربی:

Hazen (1911)

$$k = C D_{10}^2$$

$1 < D_{10} < 3 \text{ mm}$

$0.45 < C < 1.2$ و $C_{avg} = 1$

برای $k \geq 10^{-3} \text{ cm/s}$ مقبول است

نفوذ نديسي در خاک هاي لايه اي:

سویب گذاری

درخت

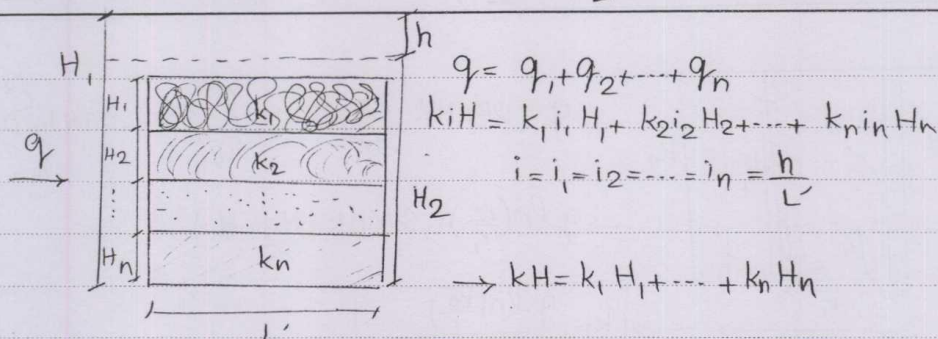
سویب کف درخت



Subject :

Year . Month . Date . ()

28



$$k = \frac{k_1 H_1 + k_2 H_2 + \dots + k_n H_n}{H}$$

در صورتی که ضخامت لایه ها برابر باشد

$$q = q_1 = q_2 = \dots = q_n$$

$$k_i = k_1 i_1 = k_2 i_2 = \dots = k_n i_n \rightarrow \begin{cases} i_1 = \frac{ik}{k_1} \\ i_2 = \frac{ik}{k_2} \\ \vdots \\ i_n = \frac{ik}{k_n} \end{cases}$$

$$iH = i_1 H_1 + i_2 H_2 + i_3 H_3 + \dots + i_n H_n$$

$$iH = \frac{ik}{k_1} H_1 + \frac{ik}{k_2} H_2 + \dots + \frac{ik}{k_n} H_n \rightarrow k = \frac{H}{\frac{H_1}{k_1} + \frac{H_2}{k_2} + \dots + \frac{H_n}{k_n}}$$

تراوش (تفاوت) های آب : seepage theory

- چنانچه در مصالح رومیزی

- فاکتور نسبت به راه تر نفوذ پذیری کمتر است

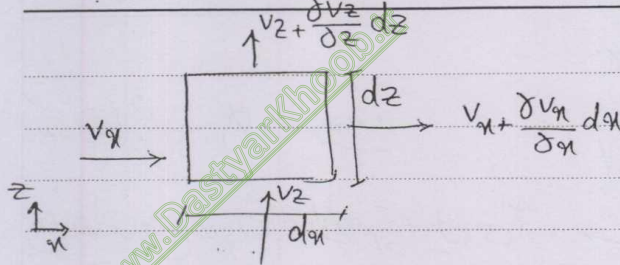
- تغییر در آب رفته گفته می شود - (incompressible)



Subject:

Year: Month: Date: ()

29



$$\frac{\partial v_x}{\partial x} \left\{ \begin{array}{l} v_x = kx = -k \frac{\partial h}{\partial x} \\ v_z = kz = -k \frac{\partial h}{\partial z} \end{array} \right.$$

معادلات حرکت (معمولاً ووری) = $v_x \frac{\partial}{\partial x} + v_z \frac{\partial}{\partial z}$
(در زمان)

معادلات حرکت (معمولاً ووری) = $(v_x + \frac{\partial v_x}{\partial x} dx) dy dz + (v_z + \frac{\partial v_z}{\partial z} dz) dx dy$
(در زمان)

معادلات حرکت (معمولاً ووری) = $v_x \frac{\partial}{\partial x} + v_z \frac{\partial}{\partial z}$

$(v_x + \frac{\partial v_x}{\partial x} dx) dy dz + (v_z + \frac{\partial v_z}{\partial z} dz) dx dy \rightarrow \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0$

معادلات حرکت (معمولاً ووری) = $\frac{\partial v_x}{\partial x} dx dy dz + \frac{\partial v_z}{\partial z} dx dy dz = \frac{dv}{dt}$

Equipotential function $\phi(x, z) \rightarrow \frac{\partial \phi}{\partial x} = v_x = -k \frac{\partial h}{\partial x}$
 $\frac{\partial \phi}{\partial z} = v_z = -k \frac{\partial h}{\partial z}$
 $\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = 0$



Subject:

Year:

Month:

Date:

()

30

$$\rightarrow \phi(x, z) = -kh(x, z) + C$$

یک مقدار ثابت ϕ در نظر بگیرید:

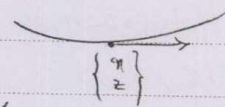
$$h = \frac{-\phi + C}{k} \rightarrow h_1(x, z) = \text{Const}$$

تبع ϕ در واقع غایت ψ و ϕ در ψ است.
 $\psi(x, z)$ $\left\{ \begin{array}{l} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \end{array} \right\}$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial \psi}{\partial x} = -v_z = -\left(k \frac{\partial h}{\partial z}\right) \\ \frac{\partial \psi}{\partial z} = v_x = -k \frac{\partial h}{\partial x} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = 0$$

$$d\psi = \frac{\partial \psi}{\partial x} dx + \frac{\partial \psi}{\partial z} dz = -v_z dx + v_x dz$$

تبع ψ $\rightarrow d\psi = 0 \rightarrow \frac{\partial z}{\partial x} = \frac{v_z}{v_x}$



تبع ψ در واقع غایت ψ و ψ در ψ است.
 $\left\{ \begin{array}{l} \psi_1 \\ \psi_2 \\ \psi_3 \end{array} \right\}$

$$\Delta q = \int_{\psi_1}^{\psi_2} (-v_z dx + v_x dz)$$

$$\rightarrow \Delta q = \int_{\psi_1}^{\psi_2} \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} dx + \frac{\partial \psi}{\partial z} dz \right)$$

$$\Delta q = \psi_2 - \psi_1 = \Delta \psi = \frac{d\psi}{dt}$$

$$d\phi = \frac{\partial \phi}{\partial x} dx + \frac{\partial \phi}{\partial z} dz, \phi = \text{Const.} \rightarrow v_x dx + v_z dz = 0$$

$$\rightarrow \frac{\partial z}{\partial x} = -\frac{v_x}{v_z}$$



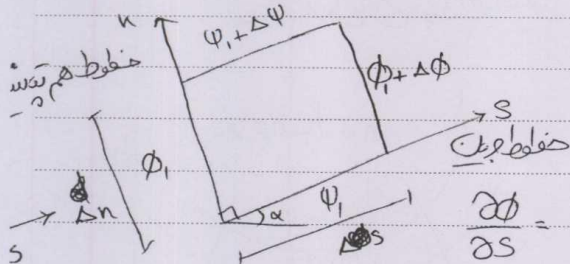
Subject:

Year: Month: Date: ()

31

$$\Psi = \text{Const.} \rightarrow \frac{dz}{dx} = \frac{V_z}{V_x}$$

خطوط جریان و خطوط پتانسیل عمود بر هم هستند.



$$\begin{cases} V_x = V \cos \alpha \\ V_z = V \sin \alpha \end{cases}$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial s} = \frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial \phi}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial s} = V \cos^2 \alpha + V \sin^2 \alpha = V$$

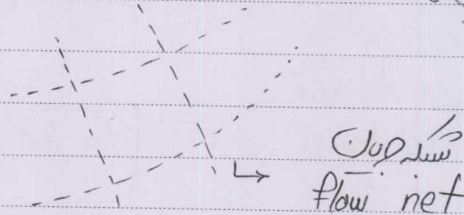
$$\frac{\partial \psi}{\partial n} = \frac{\partial \psi}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial n} + \frac{\partial \psi}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial n} = -V_z \frac{\partial x}{\partial n} + V_x \frac{\partial z}{\partial n} =$$

$$-V \sin \alpha (-\sin \alpha) + V \cos \alpha (\cos \alpha) = V \sin^2 \alpha + V \cos^2 \alpha = V$$

$$\frac{d\psi}{dn} = \frac{d\phi}{ds} \rightarrow \boxed{\frac{\Delta \psi}{\Delta n} = \frac{\Delta \phi}{\Delta s}}$$

شکل جریان:

$\Psi(x, z) \rightarrow$ خطوط پتانسیل
 $\Phi(x, z) \rightarrow$ خطوط جریان

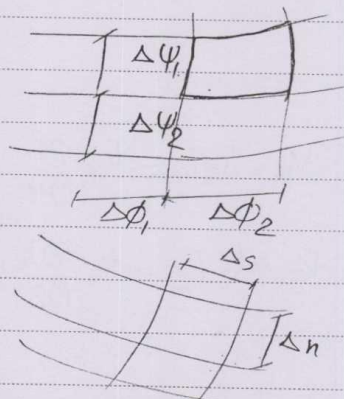


• خطوط پتانسیل و خطوط جریان عمود بر هم هستند.

$$\Delta \phi_1 = \Delta \phi_2 \quad \text{برای خطوط پتانسیل}$$

$$\Delta \phi_1 = \Delta \phi_2 \quad \text{برای خطوط جریان}$$

$$\Delta \psi = \Delta \phi \quad \Delta n = \Delta s$$



Curvilinear square



Subject:

Year. Month. Date. ()

32

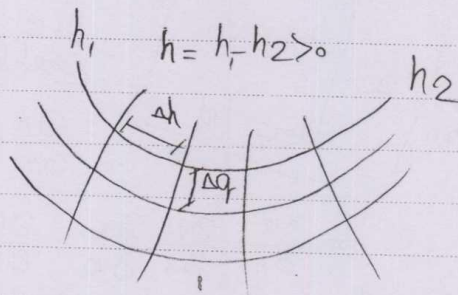
$$\phi = -kh(x, z) + C$$

$$\rightarrow \Delta \phi = k \Delta h \rightarrow \Delta q = k \frac{\Delta h}{L} \quad \text{تفاوت پتانسیل در ارتفاع یک واحد}$$

$$\Delta \psi = \Delta q$$

N_d تعداد خطوط پتانسیل در واحد مساحت

N_f تعداد خطوط جریان در واحد مساحت



$$\Delta q = \frac{q}{N_f} \quad \text{I} \quad \Delta h = \frac{\Delta \phi}{N_d} \quad \text{II} \quad \rightarrow \text{number of drops}$$

$$\text{I, II} \rightarrow \text{A} \rightarrow \frac{q}{N_f} = k \frac{h}{N_d} \rightarrow q = kh \frac{N_f}{N_d}$$

تفاوت پتانسیل در خطوط جریان عمود بر هم هستند.
 $\Delta \phi, \Delta \psi$ برای خطوط پتانسیل و مساحت یک واحد در هر مساحتی فرق می کنند.
 $\Delta \phi = \Delta \psi \leftarrow \Delta h = \Delta s$

N_d : تعداد خطوط پتانسیل

N_f : تعداد خطوط جریان

$$\rightarrow \boxed{q = kh \frac{N_f}{N_d}}$$

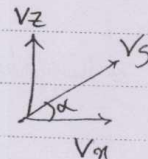
تفاوت پتانسیل بین خطوط جریان است.

$$k_x = k_{\max}$$

$$k_y = k_{\min}$$

$$v_x = k_x i_x = -k_x \frac{\partial h}{\partial x}$$

$$v_z = k_z i_z = -k_z \frac{\partial h}{\partial z}$$



$$\vec{V}_s = -k \frac{\partial h}{\partial s}$$



Subject

Date

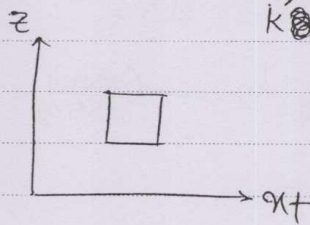
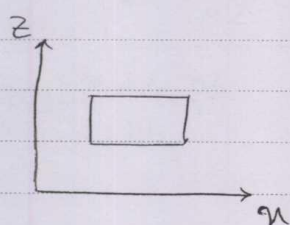
33

$$\frac{\partial h}{\partial s} = \frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial h}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial s} \rightarrow \frac{V_s}{k} = \frac{V_x}{k_x} \cos \alpha + \frac{V_z}{k_z} \sin \alpha$$

$$\begin{cases} V_x = V_s \cos \alpha \\ V_z = V_s \sin \alpha \end{cases} \rightarrow \frac{V_s^2}{k^2} = \frac{V_x^2}{k_x^2} + \frac{V_z^2}{k_z^2}$$

$$\text{در جهت } x: k_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + k_z \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \rightarrow \frac{\partial^2 h}{k_z \partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0$$

$$\text{در جهت } z: k_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + k_z \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \rightarrow \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0$$

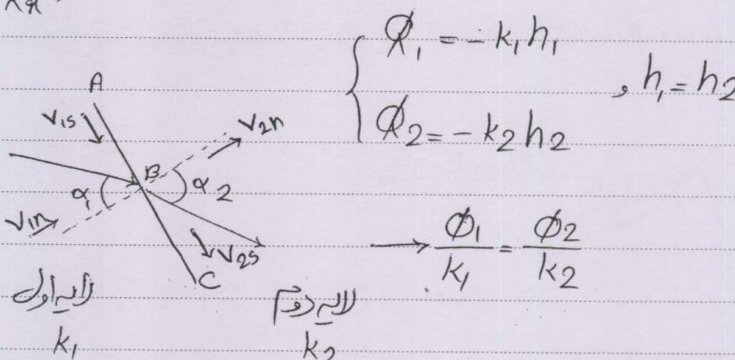


$$V_x = V_{x_t}$$

$$V_x = -k' \frac{\partial h}{\partial x_t} = -k_x \frac{\partial h}{\partial x}$$

$$\frac{\partial h}{\partial x_t} = \left(\sqrt{\frac{k_z}{k_x}} \right) \frac{\partial h}{\partial x}$$

$$k' = k_x \sqrt{\frac{k_z}{k_x}} = \sqrt{k_x k_z}$$





Subject

Date

34

$$\frac{1}{k_1} \frac{\partial \phi_1}{\partial s} = \frac{1}{k_2} \frac{\partial \phi_2}{\partial s} \rightarrow \frac{V_{1s}}{k_1} = \frac{V_{2s}}{k_2}$$

* اگر تفسیر در سرعت اتفاق افتد به نسبت آن تفسیر از تفسیر

$V_{1n} = V_{2n} \rightarrow$ برای یکنواختی جریان در هر دو لایه

$$\frac{V_{1s}}{V_{1n}} \frac{1}{k_1} = \frac{V_{2s}}{V_{2n}} \frac{1}{k_2} \rightarrow \frac{\tan \alpha_1}{k_1} = \frac{\tan \alpha_2}{k_2}$$

$$\rightarrow \boxed{\frac{\tan \alpha_1}{\tan \alpha_2} = \frac{k_1}{k_2}}$$

$$\frac{\Delta \psi}{\Delta n} = \frac{\Delta \phi}{\Delta s} \rightarrow \Delta \psi = \frac{\Delta n}{\Delta s} \Delta \phi \rightarrow \boxed{\Delta q = \frac{\Delta n}{\Delta s} k \Delta h}$$

$$\left(\frac{\Delta n}{\Delta s}\right)_1 k_1 = \left(\frac{\Delta n}{\Delta s}\right)_2 k_2 \rightarrow \left(\frac{\Delta n}{\Delta s}\right)_2 = \frac{k_1}{k_2}$$

به فرض برابری Δh و Δq در 2 لایه

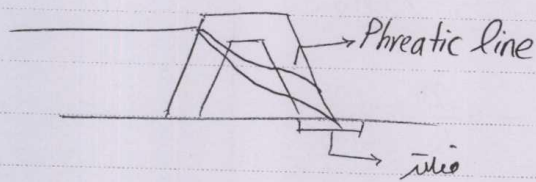
$$\frac{k_1}{k_2} < 10$$

$$\frac{k_1}{k_2} > 10$$

سرهای فاضلی:

1- همان ← وقتی مصالح همنوع فاضل برای سه قاع رسد و مود رسد

2- نه همین

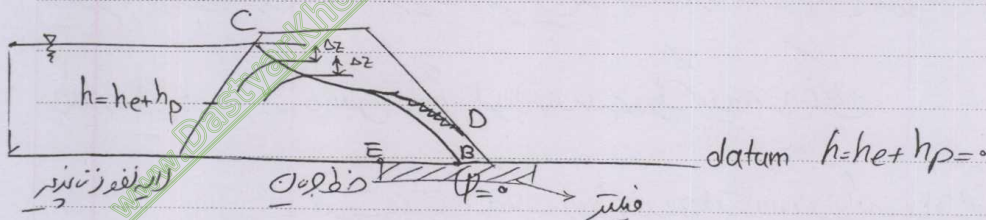


لایه نفوذپذیر

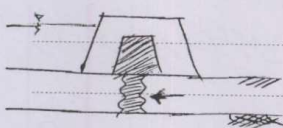


Subject _____
Date _____

35

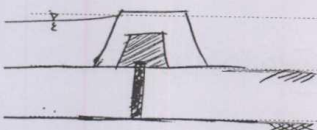


CD: $h_w = 0 \text{ (atm)} \rightarrow \phi = q$
 $h = z \rightarrow \phi = -kz$
 EB $\rightarrow h = 0 \rightarrow \phi = 0$

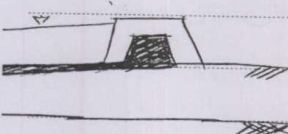


روش های آب بندی پی های خاکی:

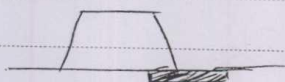
• تنزیق دوغ آب سیمان و آب برفه آب بند



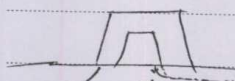
• استفاده از سیم فولادی و بتنی درزگیر



• استفاده از لایه نفوذ ناپذیر در پیلاست



فیلتر: Toe Filter ← سد های خاکی



Chimney Filter ← (در سد های خاکی)

اصلاح فیلتر: آن قدر ریزه باشد که امکان فرج رانه های پس را از پس خروجش بگیرد و آن قدر

ریزه باشد که امکان جوش آن را برای آب که داشته باشد.



Subject
Date

36

فیلتر: برای کنترل دانه‌های درشت‌سازهای فازی موراسته و تعارضی نکرد.

وظیفه فیلتر: کاهش تراش از بدنه و حذف دانه‌های فازی

وقت کمتری از خاک در بدنه به علت آب و خاک به اقصای وقت

به دلیل حذف آب و خاک به اقصای خاک به علت غیر آب و خاک

مصالح فیلتر: معمولاً دانه‌های شن و ماسه است که دانه‌های بزرگتر به اقصای مصالح فیلتر به کار

رفته در سوراخ می‌شود.

2 ضوابط اصلی دانه‌های فیلتر:

1- ابعاد دانه‌ها به سستی به گونه‌ای باشد که امکان خروج آن‌ها برای آب فراهم آورد.

2- فنی فازی بین دانه‌ها آن قدر کوچک باشد که ذرات فسیل‌پذیر به سستی از آن عبور نکنند.

Terzaghi & Sherard:

در امتدادی هم در قفسه ضوابط فیلتر است $D_{15} \rightarrow$

دانه‌ها به دانه‌های بزرگتر به گونه‌ای که مصالح فیلتر آن‌ها به سستی

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{D_{15, \text{فیلتر}}}{D_{15, \text{soil}}} < 5 \\ D_{15, \text{Filter}} \leq 0.5 \text{ mm} \end{array} \right. \quad \text{Terzaghi \& Peck (1948)} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{D_{15, F}}{D_{85, S}} < 4 \\ \frac{D_{15, F}}{D_{15, S}} > 4 \end{array} \right.$$

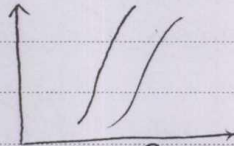


Subject _____

Date _____

37

$R_{50} = \frac{D_{50,F}}{D_{50,S}} \leq 25$ $R_{15} = \frac{D_{15,F}}{D_{15,S}}$	R_{15}	R_{50}	دانه بندی فیلتر
			فیلتر دانه بندی کننده $C_u < 4$
	ششگانه	5-10	غیرکلیف دانه بندی
	12-40	12-58	غیرکلیف دانه بندی
	6-18	9-30	غیرکلیف دانه بندی



★ معنی دانه بندی فیلتر: همان معنی دانه بندی مصالح است.

تورم ناشی از یخبندان (frost heave)

• معمولاً در خاک های آبرسان صورت می گیرد.

• آب در حالت معمولی بدون خاک افزایش حجم حدود 9٪

• آب در خاک 2.5 تا 5 درصد افزایش حجم در خود پیدا می کند و منجر به افزایش حجم می شود.

• پدیده های فیم در یخبندان:

- نسبت تضاد: هر چه نسبت تضاد کمتر باشد، میزان خالی و فیم بیشتر است.

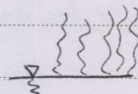
یغ زری افزایش می یابد.

- در مصالح آبرسان تورم بسیار است.

- نوع خاک: برای مصالح ریزه و فیم تورم بسیار است.

شش و همدارای در هر تورم کمتر هستند.

• بلافاصله آب در ریل فیم می یابد.



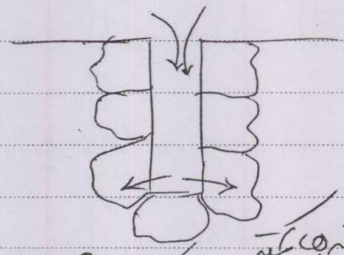


PARCO



Subject _____
Date _____

39



به 2 طریق انجام می شود: - تیرقی از بالا
- تیرقی از پایین
طرح تیرقی:

- ضربه نفوذ پذیری خاک، هم پیش تر رخ می دهد که کمتر
- فشردگی تیرقی: $hydraulic\ fracture$ - فشردگی هیدرواستاتیکی می شود
- لزجت سیال: هم پیش تر - محدوده تیرقی شدت دارد نمی تواند همیشگی

Effective Stress تنش موثر:

توده خاک شامل دو قسمت است:

- اسکلت ذرات خاک: وزن می شود - حفرات پیوسته باشند
- حفرات بین ذرات: آب و هوا در آنجا قرار می گیرند

برای محدوده مربوطه، رابطه زیر در ذهنی خاک:

- خاک و آب: تراکم پایین هستند
- تراکم پذیری آهسته برای هوای موجود در حفرات است

در مورد خاک های اشباع:

- هر گونه تغییر حجمی از تغییر در نظم و ساختار آن ها در اثر افزایش و کاهش فشار هوا

- در نزدیکی سببه آب، سببه اولی خاک - سبب خروج آب از بین حفرات

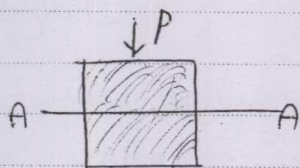


Subject _____
Date _____

40

مبحث تنش‌ها: Terzaghi (1923)

میزان عمل بر توسط مؤلفه‌های مختلف استرس را شرح بده:



$$\sigma = \frac{P}{A}$$

تنش کل Total Stress

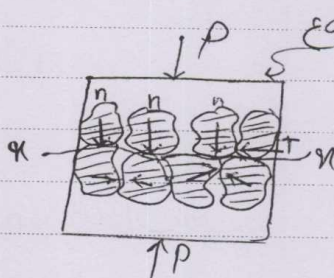
نیروی در واحد سطح این خاک به فرض اینکه توده خاک یکای آن صلب

بدون هیچگونه ضل و فرعی باشد.

تنش آب خردای ← میزان فشار اعمال شده به فضا بین ذرات $u(u_w)$
Pore Water Pressure

تنش مؤثر σ' ← بیان کننده میزان برای محاسبه استرات خاک می باشد $\sigma = \sigma' + u(u_w)$

Total Stress Effective Stress



1-3٪ = سطح تماس ذرات
Point Contact

1- ذرات ← نیروهای بین ذره‌ای Inter particle Force در جهت و اندازه‌های مختلف

2- صفات پراکندگی ← نسبتی از ذرات آب $(\frac{P_w}{A})$

نیروی آب خردای $\rightarrow \frac{P}{A} = \frac{\sum N}{A} + \frac{P_w}{A}$, $\sigma' = \frac{\sum N}{A}$, $\sigma = \frac{P}{A}$

سطح مقطع این خاک صاف $\rightarrow \sigma = \sigma' + u$

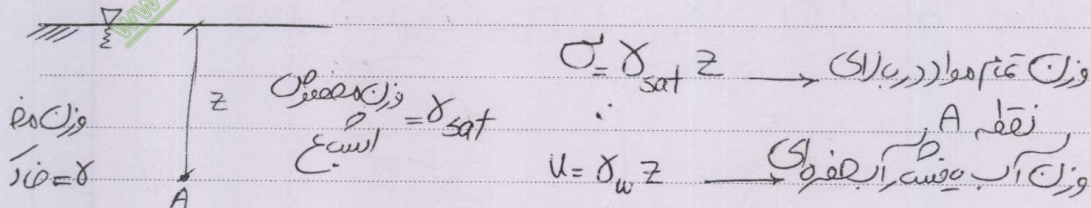


Subject
Date

41

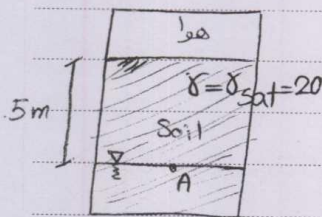
* این نیروی برشی عملاً توسط ذرات تحمل می شود زیرا یک نیروی برشی تحمل نمی کند.
 $F_r = \sum T$

تنش موثر به علت نیروی وزن (وزن خالص):

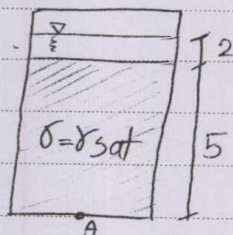


$$\sigma' = \sigma - u = (\gamma_{sat} - \gamma_w) z = \gamma' z$$

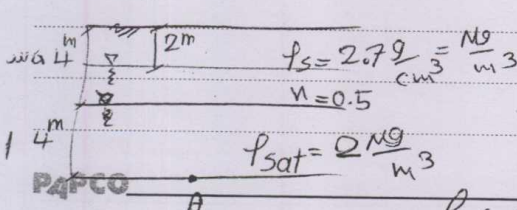
γ' ← وزن مخصوص غوطه خوری
Buoyant unit weight



$$\begin{aligned} a) \sigma &= \gamma_{sat} z = 20 \times 5 = 100 \\ u &= \gamma_w z = 10 \times 5 = 50 \\ \sigma' &= \sigma - u = 100 - 50 = 50 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} b) \sigma &= \gamma_{sat} \times 5 + \gamma_w \times 2 = 5 \times 20 + 2 \times 10 = 120 \\ u &= 7 \times 10 = 70 \\ \sigma' &= \sigma - u = 120 - 70 = 50 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} V_t &= 1 \rightarrow V_v = n, V_s = 1 - n \\ M_s &= \rho_s (1 - n) = 2.7 (1 - n) = 1.35 \frac{Mg}{m^3} \\ \rho_d &= \frac{M_s}{V_t} = \frac{1.35}{1} = 1.35 \frac{Mg}{m^3} \\ \rho_{sat} &= \frac{M_s + M_w}{V_t} = \frac{1.35 + 1 \times 0.5}{1} = 1.85 \frac{Mg}{m^3} \end{aligned}$$



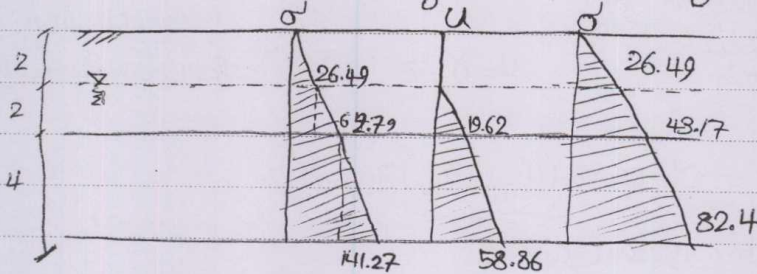
Subject
Date

42

$$\sigma = \rho_a \cdot 9.81 \cdot 2 + \rho_{sat, sand} \cdot 2 \cdot 9.81 + 4 \cdot 2 \cdot 9.81 = 141.27 \text{ kPa}$$

$$u_w = 6 \cdot 9.81 \cdot 1 = 58.86 \text{ kPa}, \quad \sigma' = \sigma - u = 141.27 - 60 = 82 \text{ kPa}$$

$$\sigma = z_1 \rho_a + (\rho_{sat} - \rho_w) z_2 + (\rho_{sat} - \rho_w) z_3$$



انواع هدر دشار :

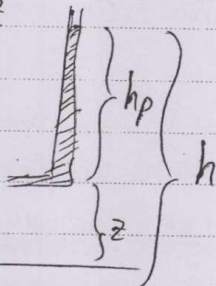
طبع اصل و بزرگی :

$$h_v \text{ Kinetic} : \frac{v^2}{2g} \rightarrow \text{سرعت}$$

$$h_p \text{ Pressure} : \frac{p}{\rho_w} \rightarrow \sim \sim = \frac{u}{\rho_w}$$

$$h_z \text{ Height} : z \rightarrow \sim \sim = \text{Datum} \text{ سطحی}$$

$$h = h_p + z$$

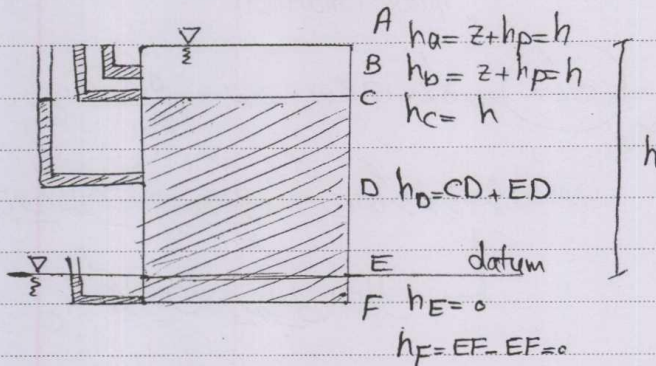


Datum
P4PCO



Subject _____
Date _____

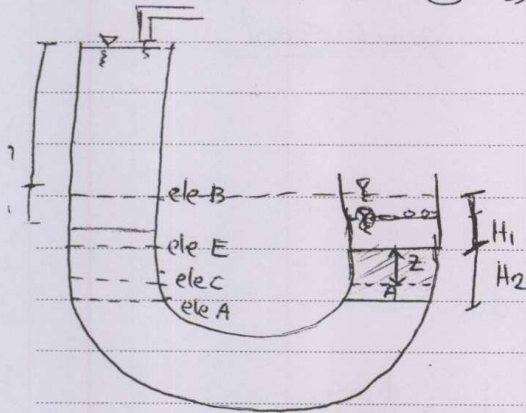
43



نیروی جریح - جوشش و سد و انباری:

جریح آب (دشار) ← ایف (نیروی زرات فار) ← نیروی جریح Seepage force

شرایط استاتیکی است و هیچ گونه جریحی در فشار روی نمی دهد → $h=0$ → ①



تشریح دل در عین $\sigma' = H_1 \sigma_w + z \sigma_{sat}$

$$u = u_w = (H_1 + z) \sigma_w$$

$$\sigma' = \sigma - u = z \sigma' = z (\sigma_{sat} - \sigma_w)$$

سطح آب بالا رست در موقعی عین ②
تراز B (مثل E)

$$\sigma' = H_1 \sigma_w + z \sigma_{sat}$$

$$\sigma' = \sigma'_z + \frac{z}{H_2} (h_1 \sigma_w) = \sigma'_z + z \sigma_w \left(\frac{h_1}{H_2} \right)$$

$$= \sigma'_z + i z \sigma_w$$

$$u_w = (H_1 + z) \sigma_w - i z \sigma_w$$

③ وقتی که سطح آب بالا رست بالاتر از سطح آب پایین رست است.



Subject _____

Date _____

44

quick condition

$$\sigma' = H \delta_w + z \delta_{sat}$$

$$\sigma' = \delta' z - i z \delta_w$$

$$u_w = u = (H + z) \delta_w + i z \delta_w$$

$$\Rightarrow \sigma' = 0 \Rightarrow \delta' z = i z \delta_w \Rightarrow i = \frac{\delta'}{\delta_w} = i_c$$

در این کار این هم رو میگی، شش هم برابری شرط هردو

$$i_c = \frac{\delta'}{\delta_w} = i_c$$

$$i_c = \frac{\delta'}{\delta_w} = i_c$$

i_c کار این هم رو میگی بجای

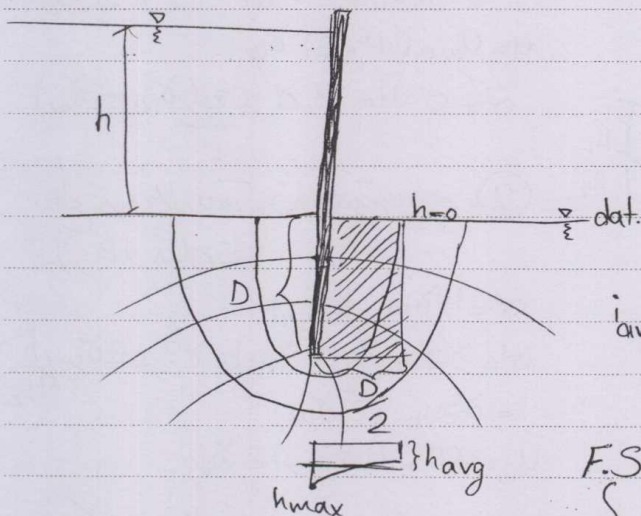
$$i_c = \frac{\delta'}{\delta_w} = i_c$$

$$w_{LC} \delta_s = 2.68 \text{ برای } i_c$$

$$i_c = \frac{\delta'}{\delta_w} = \frac{1}{1+e} \left(\frac{\delta_s}{\delta_w} - 1 \right)$$

e	Dr	i_c
0.5	Dense	1.12
0.75	Med	0.96
1	loose	0.84

quick sand



$$i_{avg} = \frac{h_{avg}}{D}$$

$$F.S. = \frac{i_c}{i_{avg}} \geq 3 \text{ A.K.}$$

این رو میگی



Subject

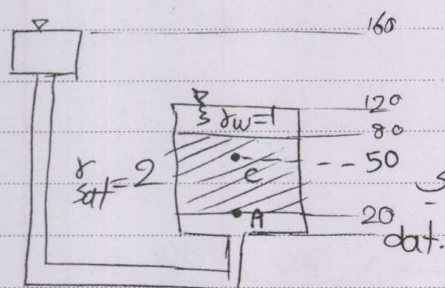
Date

45

در صورتی که جریان هیدرولیکی در فویه قابل انبساط نیست.

$$i_{ext} = \frac{\Delta h}{\Delta s}$$

$$\rightarrow F.S. = \frac{i_c}{i_{exit}}$$



$$H = h_e + h_p = 80 + 40 = 120$$

$$H = h_e + h_p = 20 + 40 = 160$$

$$\rightarrow i = \frac{\Delta H}{\Delta L} = \frac{40}{60} = 0.667$$

$$\sigma'_A = 60 \times 2 + 40 \times 1 = 160$$

$$\sigma'_c = 60 \times 1 - i_z \gamma_w = 60 - 0.667 \times 60 \times 1 = 20$$

$$u_A = 100 + 40 = 140$$

$$z_j = i_z \gamma_w = 0.667 \times 30 \times 1 = 20$$

$$\sigma'_c = \sigma'_z - i_z \gamma_w = 1 \times 30 - 20 = 10$$

$$u = \gamma_w \times 70 + i_z \gamma_w = 70 + 20 = 90$$

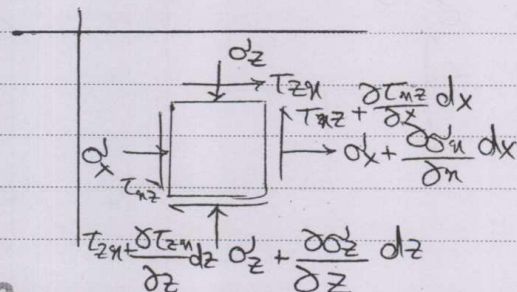
$$\rightarrow \sigma = \sigma'_c + u = 100$$

در فویه

9/2

تشریح و تفسیر شکل (فصل 3)

تشریح و تفسیر شکل

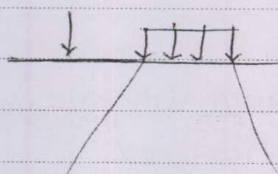
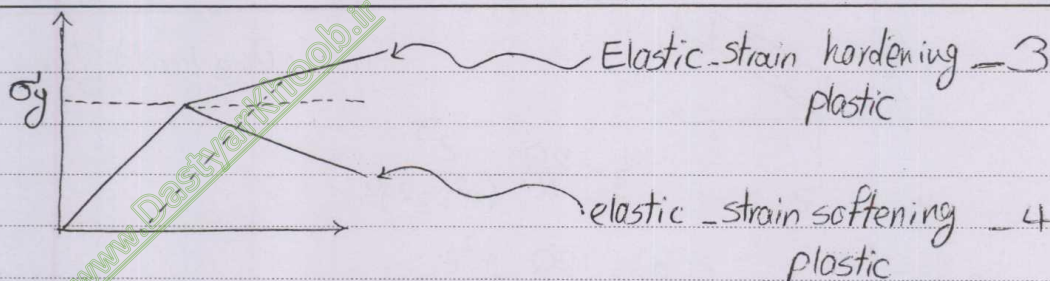






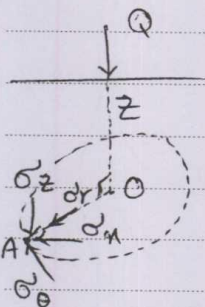
Subject _____
Date _____

47



تغییر براسس تنشی الاستیک و پلاستیک:

- توده خاک، توده نم، و ماسه در سطح افقی
- خاک پوریت - گچ، و قه، و ماسه است
- قه، خاک الاست است
- کرنش های اعمالی که خاک است
- وزن خاک در نظر گرفته نمی شود



نقطه ای (Point load)

$$\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2} \right]^{\frac{5}{2}} = I_p \frac{Q}{z^2}$$

$$\sigma_r = \frac{Q}{2\pi} \left[\frac{3r^2 z}{(r^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}} - \frac{1-2\nu}{(r^2 + z^2) + z(r^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}} \right]$$

$$\sigma_\theta = -\frac{Q}{2\pi} (1-2\nu) \left[\frac{z}{(r^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{1}{r^2 + z^2 + z(r^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}} \right]$$

$$\tau_{rz} = \frac{3Q}{2\pi} \left[\frac{r z^2}{(r^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}} \right]$$

$$I_p = \frac{3}{2\pi} \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2} \right]^{\frac{5}{2}}$$

P4PCO

⑧ $\nu = 0.5 \rightarrow \sigma_\theta = 0$

No Volume change happens

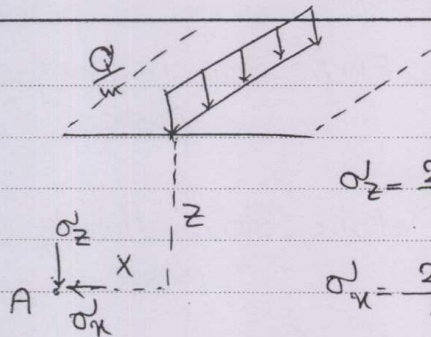
$\sigma_r = \text{Simple}$



Subject _____

Date _____

48

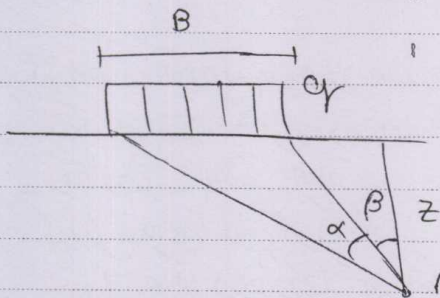


(line load) $\frac{1}{2} q, \frac{1}{2} q$

$$\sigma_z = \frac{2Q}{\pi} \frac{z^3}{(x^2 + z^2)^2}$$

$$\sigma_x = \frac{2Q}{\pi} \frac{x^2 z}{(x^2 + z^2)^2}$$

$$\tau_{xz} = \frac{2Q}{\pi} \frac{xz^2}{(x^2 + z^2)^2}$$

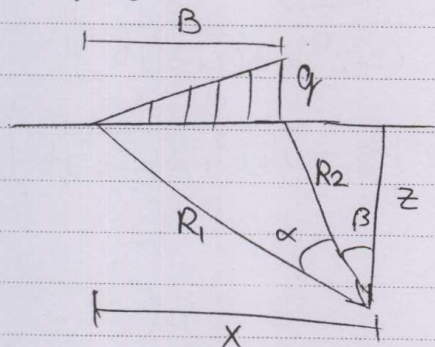
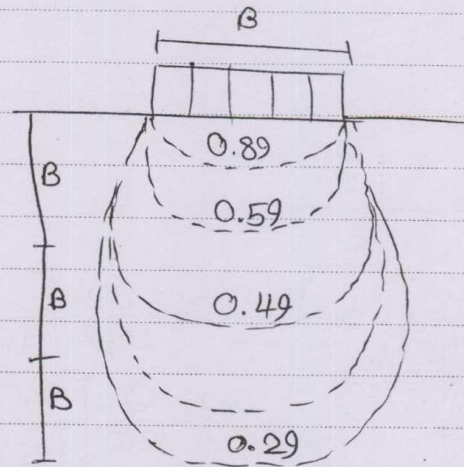


(Strip area with) $\frac{1}{2} q, \frac{1}{2} q$
uniform Pressure

$$\sigma_z = \frac{q}{\pi} [\alpha + \sin \alpha \cos(\alpha + 2\beta)]$$

$$\sigma_x = \frac{q}{\pi} [\alpha - \sin \alpha \cos(\alpha + 2\beta)]$$

$$\tau_{xz} = \frac{q}{\pi} [\sin \alpha \sin(\alpha + 2\beta)]$$



$$\sigma_z = \frac{q}{\pi} \left[\frac{x}{B} \alpha - \frac{1}{2} \sin 2\beta \right]$$

$$\sigma_x = \frac{q}{\pi} \left[\frac{x}{B} \alpha - \frac{z}{B} \ln \frac{R_1}{R_2} + \frac{1}{2} \sin 2\beta \right]$$

$$\tau_{xz} = \frac{q}{2\pi} \left(1 + \cos 2\beta - \frac{2z}{B} x \right)$$

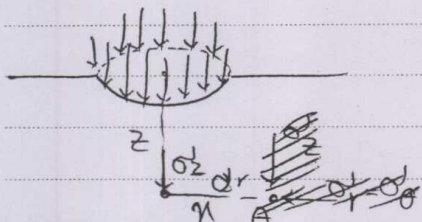


Subject

Date

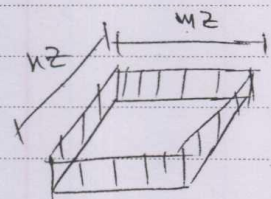
49

سطح بار دایره‌ای پیرامون



$$\sigma_z = q \left[1 - \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{R}{z} \right)^2} \right]^{\frac{3}{2}} \right]$$

$$\sigma_r = \sigma_\theta = \frac{q}{2} \left[(1 + 2\lambda) - \frac{2(1 + \lambda)}{\left[1 + \left(\frac{R}{z} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{R}{z} \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}}} \right]$$



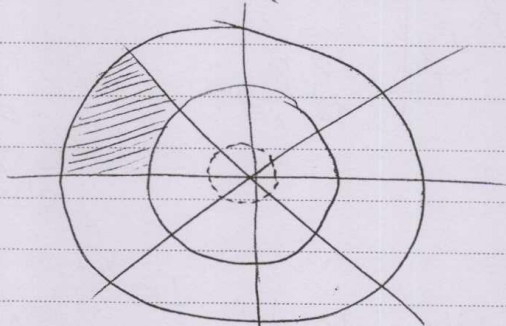
$$\sigma_z = q I_r$$

+	1	+	2
+	3	+	4

+	-
+	-

سطح بار مستطیلی

تأثیر بار (Influence Chart) : Newmark (1942)



مثال: یک بار دایره‌ای با شعاع ۲۵۰ م بر روی سطح اعمال شود. تنش قائم در دو عمق زیر بار را بیابید.

به رسمیت تفاوت روی سطح اعمال شود.

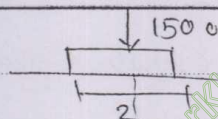
به رسمیت نقطه‌ای اعمال شود.



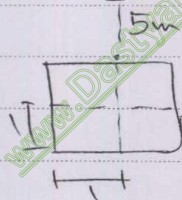
Subject

Date

50



$$q = \frac{1500}{2 \times 2} = 375 \frac{kN}{m^2}$$



$$m = \frac{a}{z} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$n = \frac{y}{z} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$\rightarrow I_p = 0.018$$

$$\sigma_z = 4 [0.018 \times 375] = 27 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_z = \frac{Q}{z^2} I_p = \frac{1500}{5^2} (0.178) = 29 \frac{kN}{m^2}$$

$$\frac{r}{z} = 1 \rightarrow 5.6 \text{ بار}$$

$$I = 0.478$$

تغییر دین قلم با استند ده از تندی الاستیک

عرض سطح باری

$$S_i = \frac{q B}{E} (1 - \nu^2) I_s$$

سطوح باری

ضرب و

سطوح نیمه مرود

فصل

به قدر است

فصل تنش - تنش فنی بس

elastic

مستطیل

دایره ای

مربعی

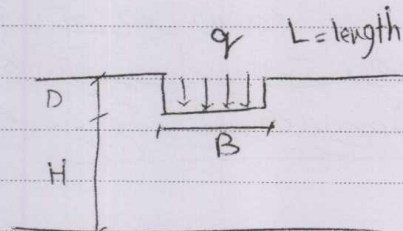
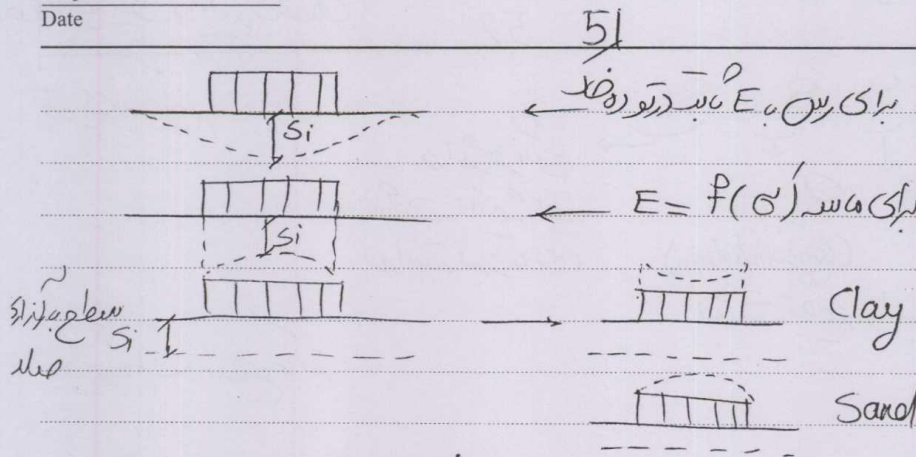
سطوح باری	Center	I_s Corner	Aug.
مربع	1.2	0.56	0.95
مستطیل	1.52	0.76	1.3
دایره	2.1	1.05	1.83
		0.64	0.85

سطوح باری افقی فنی



Subject

Date _____



Christign & Carrier

$$S_i = \mu_0 \mu_1 \frac{q_B}{E} \quad v = 0.5$$

$D \sim \text{است}$ ← $H \sim \text{است}$

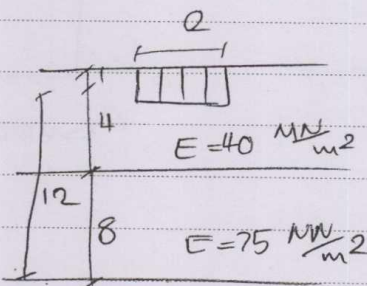
$\sigma \rightarrow 4 \times 2 \text{ m}$

$$q_r^0 = 150 \text{ kN/m}^2$$

$$D = 1 \text{ m}$$

$$j_1 = 0,94 \times 0,6 \times \frac{150 \times 2}{40} = 4,2 \text{ mm}$$

$$\delta_1 = 3.2 \text{ mm}$$



$$\frac{L}{B} = 2$$

$$\rightarrow \frac{D}{B} = \frac{1}{2} = 0.5 \rightarrow \mu. = 0.94$$

$$\frac{H}{\beta} = \frac{4}{2} = 2 \rightarrow \mu_1 = 0.6$$

$$\frac{H}{13} = \frac{12}{2} = 6 \rightarrow \mu_i = 0.85$$

$$\frac{H}{B} = \frac{4}{2} = 2 \rightarrow \mu_r = 0.6$$

$$S_i = 23 \quad E = 75$$

$$S_{ij}' = S_{i(1)} + S_{i(2)} - S_{i(3)} =$$

$$4.2 + 3.2 - 2.3$$

$$0.94 \times 0.6 \times \frac{150 \times 2}{40}$$

$$0.94 \times 0.0 \times \frac{150 \times 2}{75}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ 0.94 \times 0.8 \times \frac{150 \times 2}{75} \end{array}$$



Subject
Date

(فصل 4)

52

حقوق ثبت و حقوق

نویسندگان:

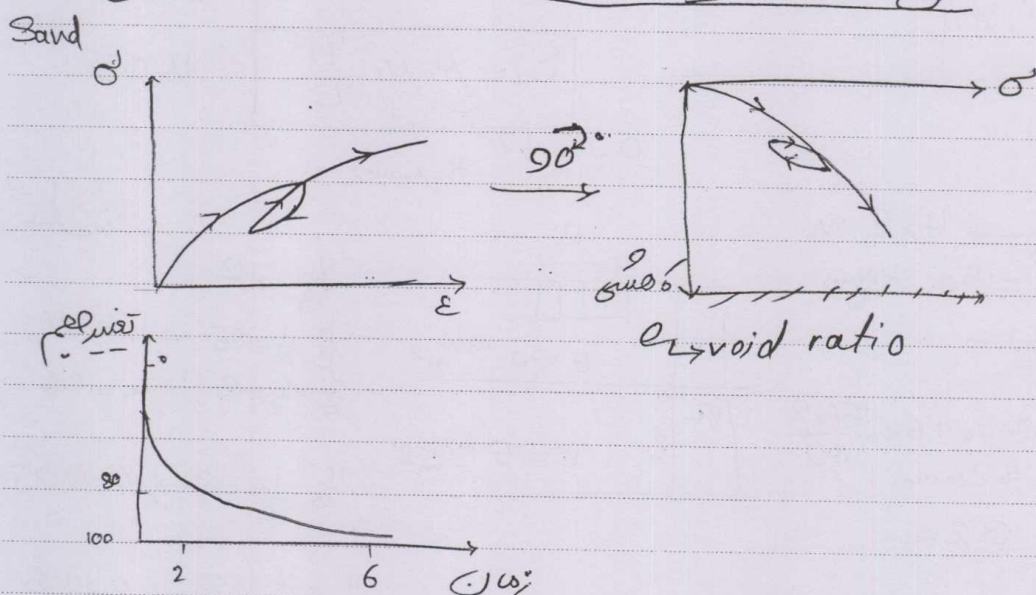
$$S_{total} = S_i + S_c + S_s$$

نسبت انقباض (S_i)
نسبت تفکیم (S_c)
نسبت تفکیم اولیه (S_s)

نسبت تفکیم (consolidation)
نسبت تفکیم اولیه

تفسیر و تفسیر

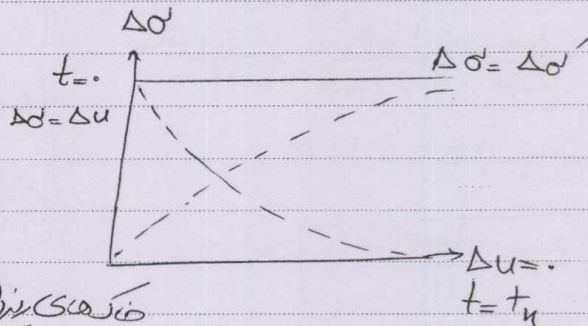
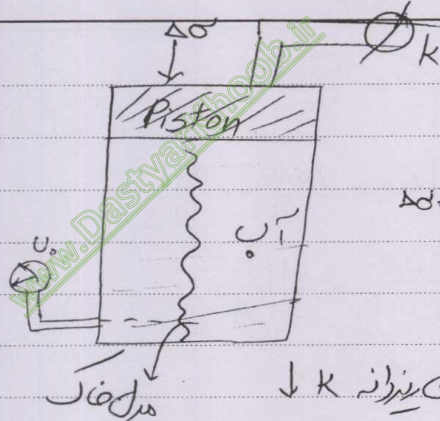
- 1- تفسیر و تفسیر
- 2- تفسیر و تفسیر
- 3- خروج آب و هوا از خاک





Subject
Date

53



$$S_t = S_i + S_c + S_s$$

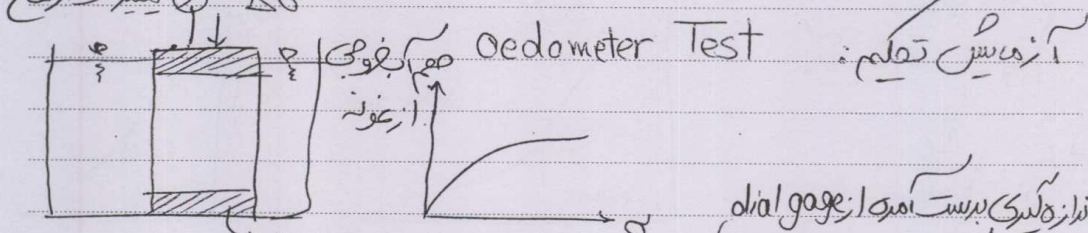
نسبت تکمیل یافته

نسبت فوری

نسبت تکمیل اولیه

برای فشارهای نسبت رانده K ↑

$$S_c \rightarrow \left. \begin{array}{l} \text{تقسیم رانده} \\ \text{تقسیم هوا و آب موجود در حفرات} \\ \text{خروج آب از بین حفرات} \end{array} \right\} \rightarrow k \rightarrow \left. \begin{array}{l} \text{Sand} \rightarrow \text{سبیل} \\ \text{Clay} \rightarrow \text{بسی زردنیر} \end{array} \right\}$$



$$w \rightarrow \text{درصد رطوبت ابتدای خاک}$$
$$e \rightarrow e_i = G_s w_i$$
$$H.$$

اندازه گیری نسبت ابتدا از dial gage و در صورتی که در زمان آتقی نسبت از دانسیته خشک و انداز گیری نسبت ابتدا از dial gage

$$S_c = \Delta H \rightarrow \text{از لیغ عقرب برای}$$



Subject _____
Date _____

54

$$e_0 \rightarrow e_0 = e_1 + \Delta e$$

$$\frac{\Delta e}{\Delta H} = \frac{1 + e_0}{H_0} = \frac{1 + e_1 + \Delta e}{H_0}$$

$$\rightarrow (H_0 - 1) \Delta e = 1 + e_1$$

$$\Delta e = \frac{1 + e_1}{H_0 - 1}$$

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

$$\Delta e = \frac{\Delta V_v}{V_s} = \frac{\Delta H}{H_s}$$

$$\frac{\Delta e}{1 + e_0} = \frac{\Delta H \cdot A}{H_0 \cdot A}$$

ابطال
dry density

2 - From dry density and gauge reading

- M_s وزن پست فیلد رانگی

ست اندازه گیری می کنیم

- H ارتفاع پست غوطه

- A

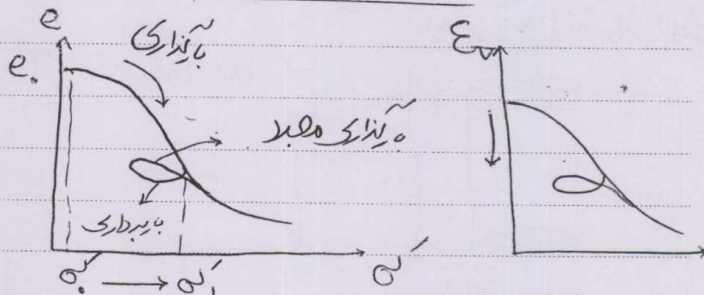
$$e_1 = \frac{H_1 - H_s}{H_s} = \frac{H_1}{H_s} - 1$$

$$G_s = \frac{P_s}{P_w} \rightarrow \frac{\frac{M_s}{V_s}}{\rho_w} = \frac{\frac{M_s}{H_s A}}{\rho_w} \rightarrow H_s = \frac{M_s}{A G_s \rho_w}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} e, \epsilon_v \\ d' \rightarrow \Delta s + s' \end{array} \right.$$

$$d\epsilon_v = \frac{\Delta e}{1 + e_0}$$

$$\epsilon_v = \frac{e_0}{1 + e_0}$$



شکل منحنی تقصیر
به ریفه تست شد ← میزان تست تجربی در متوسط در دست



Subject _____
Date _____

55

$\sigma'_0 < \sigma'_1$
← تنش عمود صاف (سخت ترین مقدار تنش عمود)
(سخت تر و سافت تر)

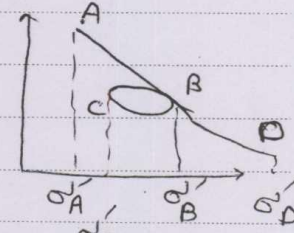
$$OCR = 1$$

فاصله عمودی تقیم صاف

$\sigma'_1 < \sigma'_0$ ← تنش عمود تقیم صاف
 $OCR > 1$

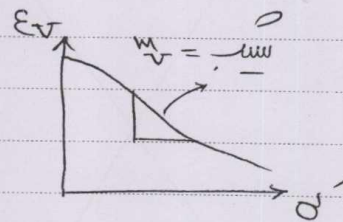
$$OCR = \frac{\sigma'_{max}}{\sigma'_1} \rightarrow \sigma'_p$$

تنش عمود تقیم صاف



ضریب تقصیر عمودی

$$m_v = \frac{d\epsilon_v}{d\sigma'}$$

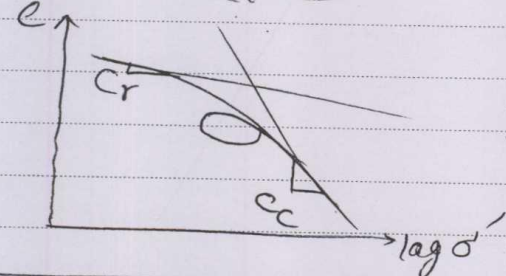


← CBD
← ABD

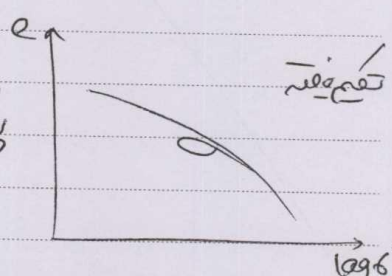
$$\sigma'_0 \rightarrow \sigma'_1$$

$$\epsilon_v \rightarrow \epsilon_{v1} \rightarrow m_v = \frac{\epsilon_v - \epsilon_{v1}}{\sigma'_1 - \sigma'_0} = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0 - 1 + e_1} = \frac{1}{1 + e_0} \left(\frac{\Delta e}{\Delta \sigma'} \right)$$

$$m_v = \frac{1}{1 + e_0} a_v$$



فاصله عمودی تقیم صاف



$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \log \sigma'} = \frac{\Delta e}{\log \sigma'_1 - \log \sigma'_0} = \frac{\Delta e}{\log \left(\frac{\sigma'_1}{\sigma'_0} \right)}$$

$$C_r = \frac{\Delta e}{\log \epsilon' - \log \sigma'_0}$$



www.DastyarKhoob.ir

DastyarKhoob

Subject _____

Date _____

www.DastyarKhoob.ir

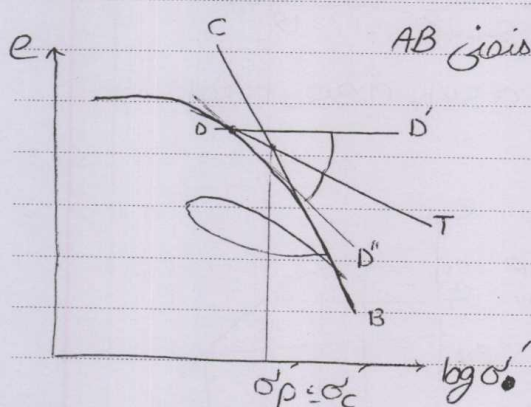
R4PCO _____



Subject _____
Date _____

56

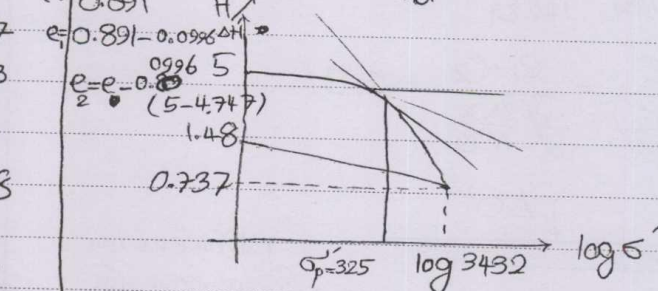
σ'_p Grassagrande : σ'_p و σ'_c



۱- تعیین نقطه D و سپس σ'_p و σ'_c از روی منحنی AB

Pressure | Dial gauge (mm) | e | $H = 19 \text{ mm}$: σ'_p
(5-4.747) $w_{end} = 19.8$

0	5	$e_0 = 0.891$
54	4.747	$e = 0.891 - 0.098 \times 4.747$
107	4.443	$e = 0.891 - 0.098 \times 4.443$
214	4.108	
428	3.449	
856	2.608	
1716	1.676	
3432	0.737	
0	1.48	



unknown $\left\{ \begin{array}{l} \sigma'_c \\ M_v \rightarrow [100-200] \\ [1000-1500] \end{array} \right.$

$C_c \rightarrow [1000-1500]$

$G_s = 2.73$

$S_r = 1$ $S_r e = w G_s \Rightarrow e_1 = \frac{0.198 \times 2.73}{1} = 0.541$
 $\hookrightarrow \sigma'_c$



Subject
Date

57

$$e_0 = e_1 + \Delta e$$

$$\frac{\Delta e}{\Delta H} = \frac{1+e_0}{H_0} \rightarrow \frac{\Delta e}{\Delta H} = \frac{1+e_1+\Delta e}{H_0} \Rightarrow \frac{\Delta e}{5-1.48} = \frac{1+0.541+\Delta e}{19}$$

$$\Rightarrow \Delta e = 0.35 \Rightarrow e_0 = e_1 + \Delta e = 0.541 + 0.35 = 0.891$$

$$\frac{\Delta e}{\Delta H} = \frac{1.891}{19} \rightarrow \Delta e = 0.0996 \Delta H$$

$$w_v = \frac{\Delta e}{\Delta \sigma'} \frac{1}{1+e_0}$$

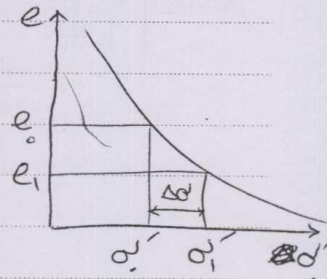
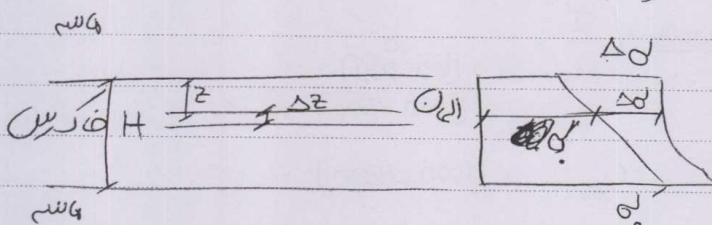
$$= \frac{e_1 - e_2}{200 - 100} \propto \frac{1}{1+0.891} = 2 \times 10^{-4}$$

$$w_v = \frac{e_3 - e_4}{1500 - 1000} \propto \frac{1}{1+0.891} = 7 \times 10^{-5}$$

$$C_c = \frac{\Delta e}{\log \left(\frac{\sigma'_1}{\sigma'_0} \right)} = \frac{e_1 - e_2}{\log \frac{1500}{1000}} = 0.31$$

$$\frac{w_v}{\Delta \sigma'} = \frac{1}{1+e_0}$$

1-Dimension
تک بعدی



$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta e}{1+e_0} = \frac{S_c}{H} \quad \frac{dv}{vz} = \frac{\Delta e}{1+e_0} = \frac{dS_c}{dz}$$

$$\frac{dS_c}{dz} = \frac{de}{1+e_0} \left(\frac{de}{\sigma'_1 - \sigma'_0} \right) \propto (\sigma'_1 - \sigma'_0) w_v = \Delta \sigma' w_v$$



Subject _____

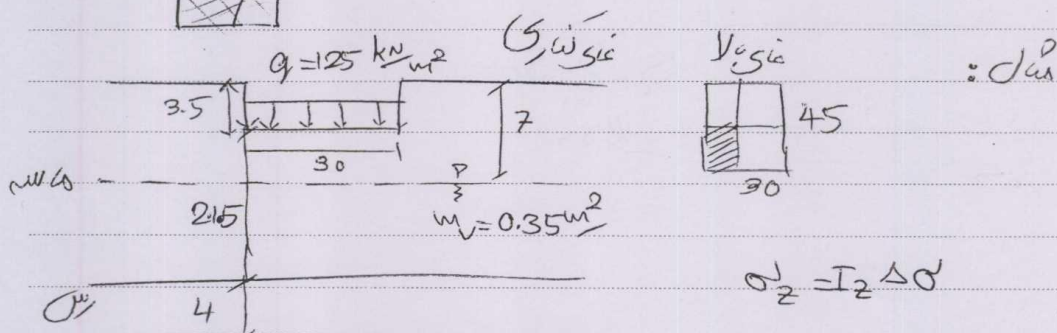
Date _____

58

$$dS_c = \Delta \sigma'_v m_v dz \rightarrow S_c = \int_a^H m_v \Delta \sigma'_v dz$$



$$\Rightarrow S_c = m_v \Delta \sigma'_v \int_a^H dz = m_v \Delta \sigma'_v H$$

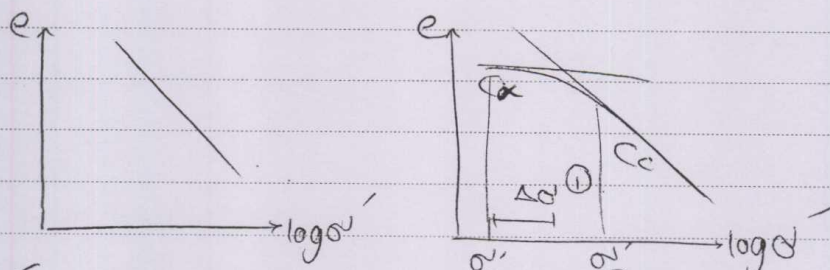


$$m = \frac{I_z}{z} = \frac{22.5}{23.5} = 0.96$$

$$n = \frac{B}{z} = \frac{15}{23.5} = 0.64$$

$$\rightarrow I_z = 0.14 \rightarrow \sigma'_z = 0.14 \times 125 \times 4 = 70 \text{ kPa}$$

$$S_c = m_v \Delta \sigma'_v H = 0.35 \times 10^{-3} \times 70 \times 4 = 0.098 \text{ m}$$



$$S_c = m_v \Delta \sigma'_v H = \frac{e_1 - e_2}{1 + e} H$$

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log \frac{\sigma'_1}{\sigma'_2}} \rightarrow e_1 - e_2 = C_c \log \frac{\sigma'_1}{\sigma'_2}$$



Subject _____

Date _____

59

نکته: $\sigma'_1 = \sigma'_0 + \Delta\sigma < \sigma'_c$
$$e_1 - e_0 = \frac{C_{\alpha} H}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_1}{\sigma'_0}$$

$$\sigma'_1 > \sigma'_c \Rightarrow S_c = \frac{C_{\alpha} H}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H}{1+e_0} \log \left(\frac{\sigma'_1}{\sigma'_c} \right)$$

$$S_c = \sum_{i=1}^n S_{ci}$$

نکته:



www.DastyarKhoob.ir

DastyarKhoob

Subject _____

Date _____

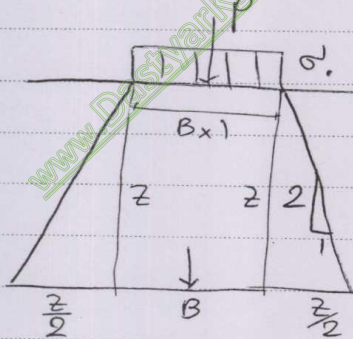
60

P4PCO _____



Subject _____
Date _____

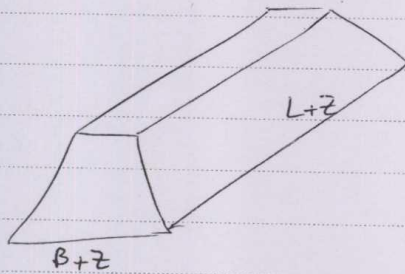
روش 2 به 1 برای تعیین تنش در عمق z :
61



ی. به اندازه σ_1

$$P_1 = P_2 \rightarrow \sigma_1 (B \times L) = \sigma_2 (B+z)$$

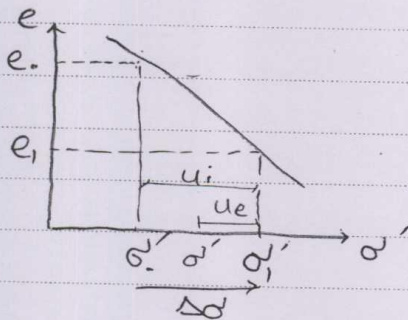
$$\rightarrow \sigma_2 = \frac{\sigma_1 (B \times L)}{B+z}$$



$$\sigma'_2 = \frac{\sigma'_1 (B \times L)}{(B+z)(L+z)}$$

$$U_z = \frac{e - e_1}{e - e_1} \leq 1$$

تخلیه صد درصد



$$U_z = \frac{\sigma'_2 - \sigma'_1}{\sigma'_2 - \sigma'_1}$$

$$\begin{aligned} @ t = 0 & \rightarrow \sigma'_1 = \sigma'_2 \rightarrow u_w = u + \Delta \sigma' \rightarrow u_w - u_0 = u_i = \Delta \sigma' \\ t = t_1 & \rightarrow \sigma'_1 > \sigma'_2 \rightarrow u_e = \Delta u_0 < u_i \end{aligned}$$



Subject

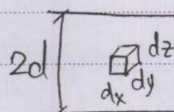
Date

62

$$U_z = \frac{\sigma - \sigma_0}{\sigma_1 - \sigma_0} = \frac{(\sigma_1 - u_e) - (\sigma_1 - u_i)}{u_i} = \frac{u_i - u_e}{u_i} = 1 - \frac{u_e}{u_i}$$

$$u_i = \Delta \sigma$$

تئوری تحکیم یک بعدی تراستی: برای تفسیر تغییرات
نسبت آبغیرهای در محقق خاک در زمان های
مختلف در طی پروسه تحکیم



- 1- خاک همگن است.
- 2- خاک آبیست.
- 3- ذرات آب و خاک غیر قابل تراکم هستند.
- 4- کرنش های اعمالی کوچک است.
- 5- قانون داری برای خاک معتبر است.
- 6- جریان و تغییر حجم تفرقی در جهت صورت می گیرند.
- 7- k_v در طول تست ثابت فرض می شود. در صورتی که با کرنش وارده شود می تواند زیاد شود.
- 8- رابطه مستقل از زمان بین e و σ برقرار است.

$$V_z = -k_v z = -k \frac{\partial h}{\partial z} = -k \frac{\partial u}{\partial w} \frac{\partial u}{\partial z}$$

$$\left(\frac{\partial V_z}{\partial t} + \frac{\partial V_z}{\partial z} \right) dx dy dz = \frac{dV}{dt} = m_v \frac{d\sigma'}{dt} dx dy dz \quad \text{I}$$

$$\left\{ \frac{\partial V_z}{\partial z} dx dy dz = \frac{dV}{dt} \quad dV = \epsilon_v dx dy dz \right.$$

$$m_v = \frac{\epsilon_v}{d\sigma'} \rightarrow dV = m_v d\sigma' dx dy dz \quad \text{II}$$

$$\frac{dV_z}{dz} = m_v \frac{d\sigma'}{dt} \rightarrow -k \frac{\partial u}{\partial w} \frac{\partial u}{\partial z^2} = -m_v \frac{\partial u}{\partial t} \rightarrow \frac{\partial u}{\partial t} = \left(\frac{k}{m_v \gamma_w} \right) \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$$



Subject

Date

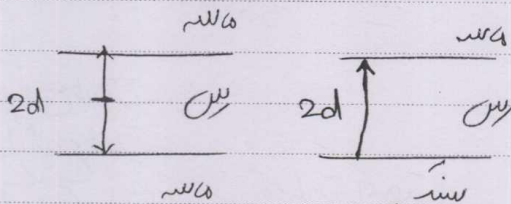
63

$$\rightarrow \frac{\partial u_e}{\partial t} = C_v \frac{\partial^2 u_e}{\partial z^2} \rightarrow u_{e0}(z, t)$$

در زمان $t=0$ ، $\rightarrow @ t=0 \rightarrow u_e = u_i = \Delta \sigma \quad \cdot \leq z \leq 2d$

@ $t > 0 \rightarrow u_e = \dots \rightarrow \begin{cases} z=0 \\ z=2d \end{cases}$

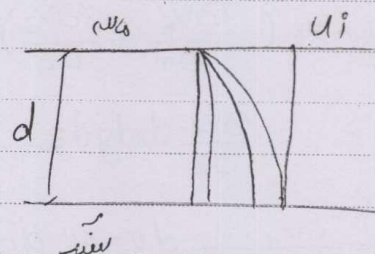
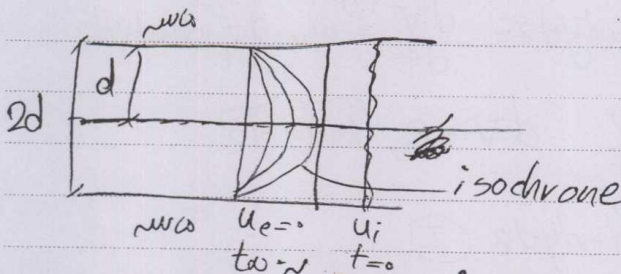
$$\rightarrow u_e = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{d} \int_0^{2d} u_i \sin \frac{n\pi z}{2d} dz \right) \left(\sin \frac{n\pi z}{2d} \right) \exp\left(-\frac{n^2 \pi^2 C_v t}{4d^2}\right)$$



$u_i = \text{Constant}$ (در تمام طول) $\rightarrow u_e = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2u_i}{n\pi} (1 - \cos n\pi) \left(\sin \frac{n\pi z}{2d} \right) \exp\left(-\frac{n^2 \pi^2 C_v t}{4d^2}\right)$

$n \text{ زوج} \rightarrow 1 - \cos n\pi = 0$
 $n \text{ فرد} \rightarrow 1 - \cos n\pi = 2$
 $\rightarrow \begin{cases} n = 2m+1 \\ M = \frac{n\pi}{2} (2m+1) = \frac{n\pi}{2} \\ T_v = \frac{C_v t}{d^2} \end{cases}$

$$u_e = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{2u_i}{m} \left(\sin \frac{Mz}{d} \right) \exp(-M^2 T_v)$$

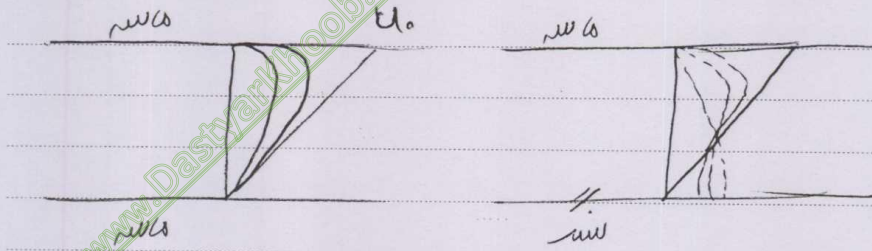


$u_e = 0$ at $t=0$
 $u_i = \Delta \sigma$
 $C_v \sim \text{rate}$



Subject _____
Date _____

64



میانگین (میانگین) و U_{avg} +

$$U_z = 1 - \frac{u_e}{u_i} = 1 - \sum \frac{2}{M} \left(\sin \frac{Mz}{d} \right) \exp \left(-M^2 T_v \right)$$

میانگین (میانگین) و U_{avg} +

$$U_{avg} = 1 - \frac{\left(\frac{1}{2d} \right) \int_0^{2d} u_e dz}{u_i} = 1 - \sum \frac{2}{M^2} \exp \left(-M^2 T_v \right)$$

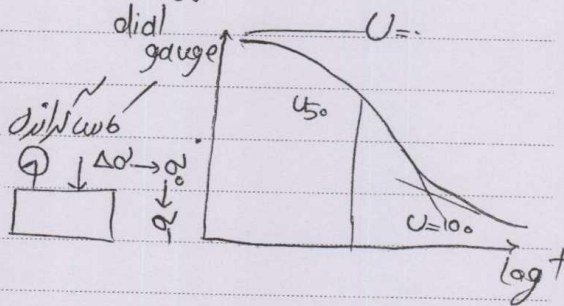
$$S_c = S_{tot} \times U_{avg}$$

$$U_{avg} < 0.6 \rightarrow T_v = \frac{\pi}{4} U^2$$

$$U_{avg} > 0.6 \rightarrow T_v = -0.933 \log(1-U) - 0.085$$

u_i is not constant $\rightarrow U_{avg} = 1 - \frac{\int_0^{2d} u_e dz}{\int_0^{2d} u_i dz}$

C_{T_v}
 1. $\frac{Q}{A} \sim \frac{U}{d}$
 2. $\frac{Q}{A} \sim \frac{U}{d}$
 $T_v = \frac{C_{T_v} t}{d^2}$



$$U \rightarrow T_v: U=50\% \rightarrow T_v=0.196$$



www.DastyarKhoob.ir

DastyarKhoob

Subject _____

Date _____

65

P4PCO _____



www.DastyarKhoob.ir

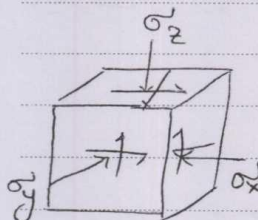
Dastyar Khoob

Subject _____

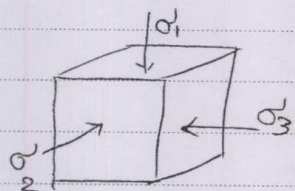
Date _____

فصل پنجم: مقاومت مصالح (فصل ۵)

تفاوت برشی خالص:



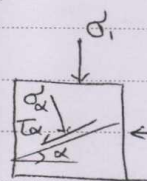
تنش بر روی ابعاد مختلف: تنش فشرشی: مثبت
تنش کششی: منفی



major stress

minor stress

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$$



$$\sum F_x = 0$$

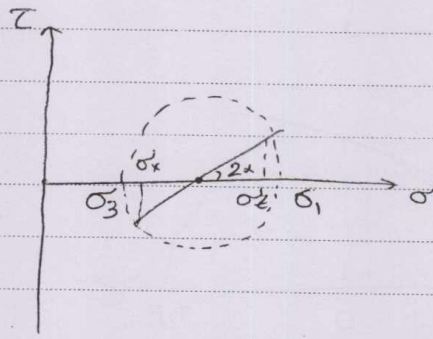
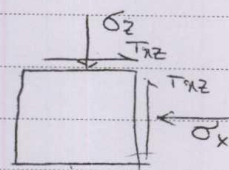
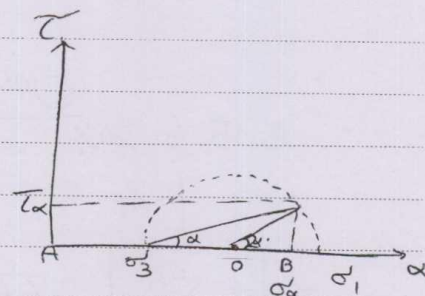
$$\sum F_y = 0$$

$$\sigma_\alpha = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\alpha$$

$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\alpha$$

$$O: \left[\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}, 0 \right]$$

$$R = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$



$$R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_z}{2} \right)^2 + \tau_{xz}^2}$$

$$O: \left(\frac{\sigma_x + \sigma_z}{2}, 0 \right)$$

P4PCO

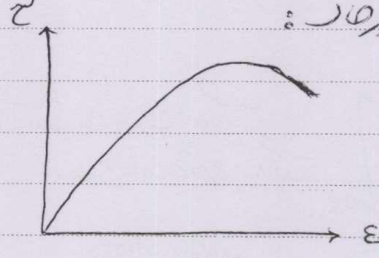
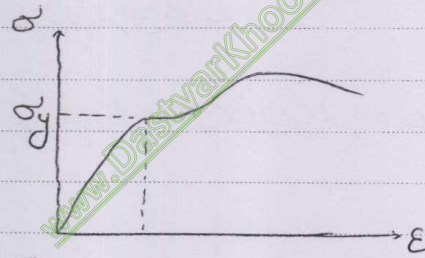


www.DastyarKhoob.ir

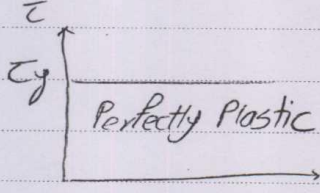
Dastyar Khoob

Subject _____

Date _____



معادله استاتیکی در فشار:



Perfectly Plastic

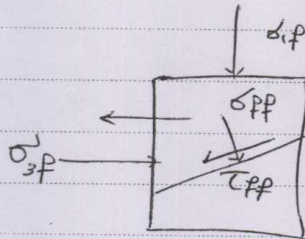


elastic-Perfectly Plastic

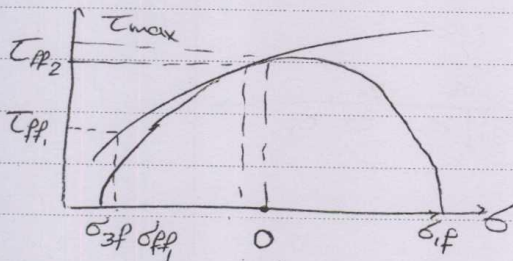
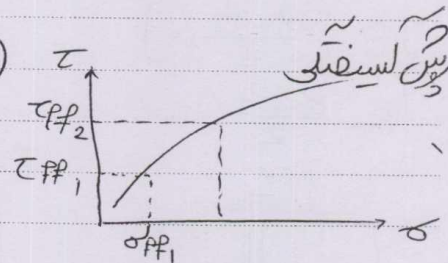
معادله استاتیکی در فشار:

تشریح مسئله / تشریح مسئله
تشریح مسئله / تشریح مسئله

$\epsilon: 15 \text{ to } 20\%$



$$\tau_{PP} = f(\sigma_{PP})$$





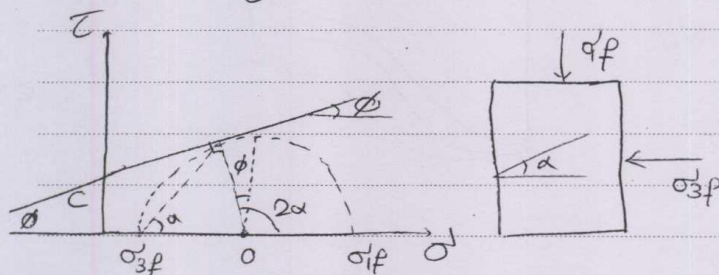
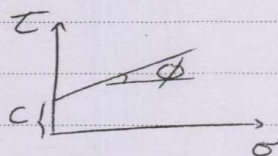
Subject _____

Date _____

مقاومت خاک :
 - مؤلفه ای که وابسته به تنش عمودی (σ_n) سطح کسینوسی است. ← مؤلفه اول
 ϕ : Friction angle
 - مؤلفه ای که مستقل از تنش است و به نوعی برافته شده است می شود.
 c چسبندگی

$$\tau = \sigma_n \tan \phi + c$$

$$\tau_{pf} = \sigma_{pf} \tan \phi + c$$

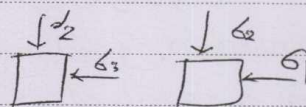
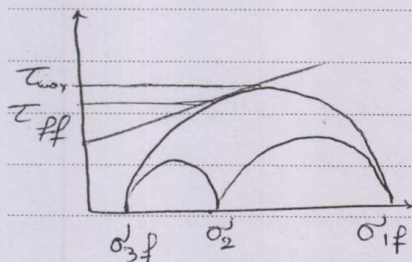


$$2\alpha = 90 + \phi \rightarrow \alpha = 45 + \frac{\phi}{2}$$

$$\sin \phi = \frac{OD}{OO'} = \frac{\frac{\sigma_{1f} - \sigma_{3f}}{2}}{\frac{\sigma_{1f} + \sigma_{3f}}{2} + c \cot \phi}$$

$$\sigma_{1f} = \sigma_{3f} \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) + \frac{2c \tan(45 + \frac{\phi}{2})}{1}$$

$$\sigma_{3f} = \sigma_{1f} \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) - \frac{2c \tan(45 - \frac{\phi}{2})}{1}$$



انبارداری : مقاومت خاک در تنش عمودی (σ_n) و تنش افقی (σ_h)

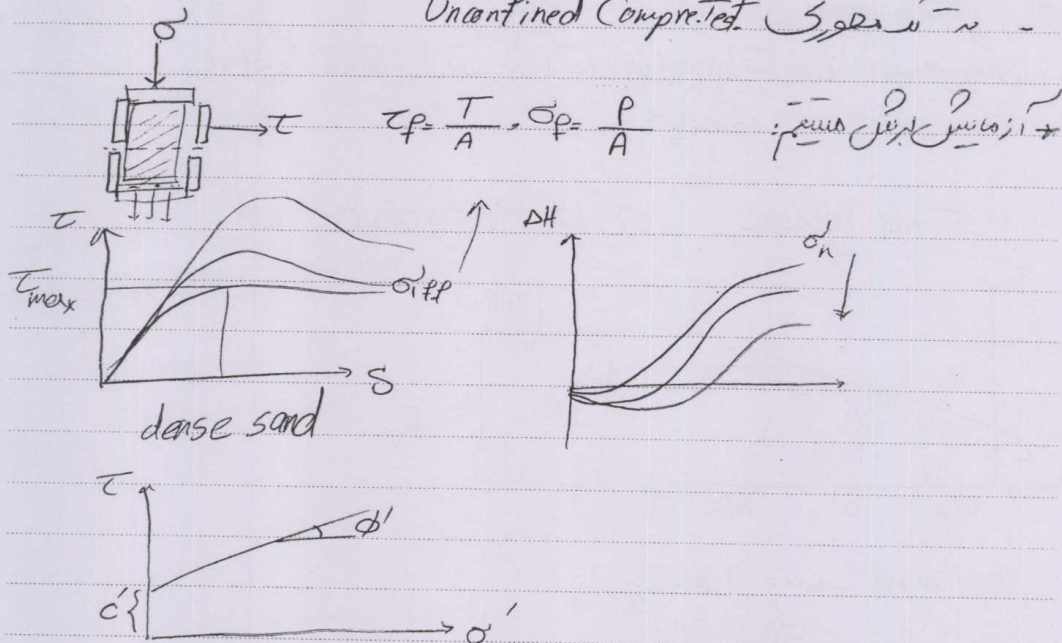


www.DastyarKhoob.ir

Dastyar Khoob

Subject _____
Date _____

Direct Shear Test : آزمایش برش مستقیم
Triaxial Test : آزمایش سه محوری
Unconfined Comp. Test : آزمایش تراکم نامحدود



آزمایش سه محوری Triaxial Test : آزمایش سه محوری

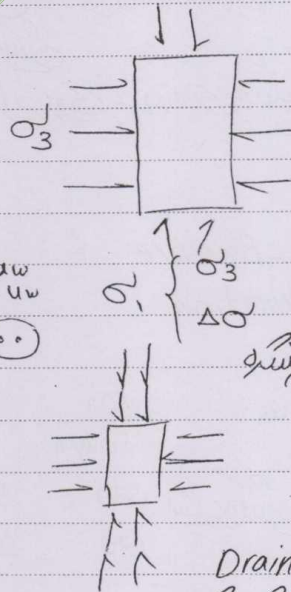
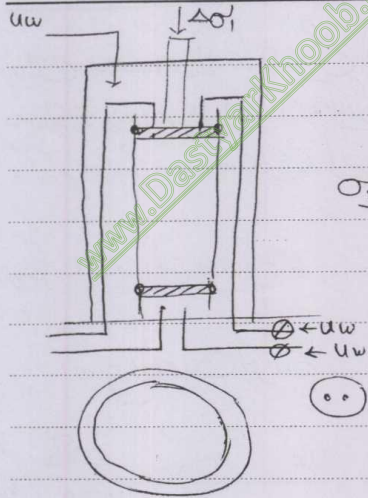
- مزایا:
- امکان کنترل وضعیت در نمونه وجود دارد.
 - چرخش نمونه در حین آزمون اتفاق نمی افتد.
 - تنش عمودی در سطح تنش عمودی واقعی اتفاق می افتد.
 - امکان اعمال تنش را به اندازه مختلف به روی نمونه وجود دارد.
 - تغییر حرکت تنش به صورتی که میسر نیست.



www.DastyarKhoob.ir

Dastyar Khoob

Subject _____
Date _____



روش انجام آزمایش:

پیکربندی

تعیین وضعیت اولیه

شیر آب ورودی و خروجی

بمقوله زیر بار - تغییرات

Consolidated

شیر آب ورودی و خروجی

دفعه به دفعه - تغییرات

Unconsolidated

پیکربندی نهایی (عملیات)

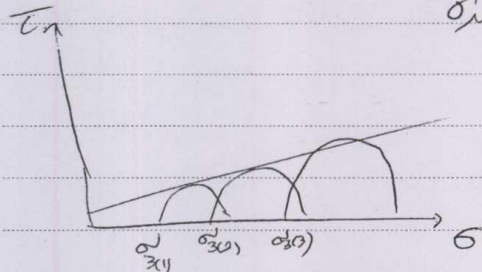
شیر آب باز شده

Drained

نمونه

Undrained

نمونه



- CD -> تعیین یافته، فاسی شده

- UU -> تعیین یافته، فاسی نشده

- CV -> تعیین یافته، فاسی نشده

معیار: مدت زمان طولانی برای انجام تست مورف است

از فاسی تنه در جهت قائم اتفاق می افتد

در آزمایش سه محوری مقدار σ_2 و σ_3 برابر رفتار گرفته می شود

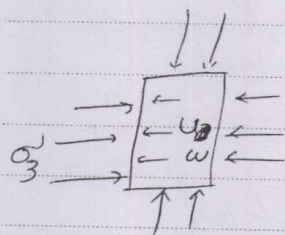


Subject _____

Date _____

برای محاسبه معمولاً از فشارهای زیر استفاده می‌شود: (CD)
 - برای محاسبه u_w از فشارهای زیر استفاده می‌شود
 - از فشارهای u_w برای محاسبه σ'_3 استفاده می‌شود.

روش اندازه‌گیری از فشارهای زیر:



Back-Pressure Saturation

استفاده از روش متوسط

$$\sigma'_3 = \sigma_3 - u_w$$

σ_3	u_w	σ'_3	$\Delta \sigma_3$	Δu_w
50 kpa	0	50	Sitting Load	
70	20	50		
170	20		$-\Delta \sigma_3 = 100$	30

استفاده از روش متوسط

$$B = \frac{\Delta u_w}{\Delta \sigma_3} = 0.3$$

170	120	50		
270	120		100	70 B=0.7



www.DastyarKhoob.ir

DastyarKhoob



دستیارخوب را به دوستانتان معرفی کنید...