

www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران

ارائه كتابها و جزوات رايجان مهندسي عمران

بهترين و برترين مقالات روز عمران

انجمن هاي تفصلي مهندسي عمران

خبرنگاه تفصلي مهندسي عمران



@icivilir

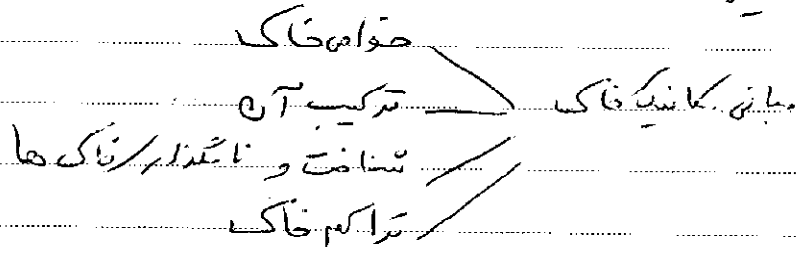


icivil.ir



معرّف

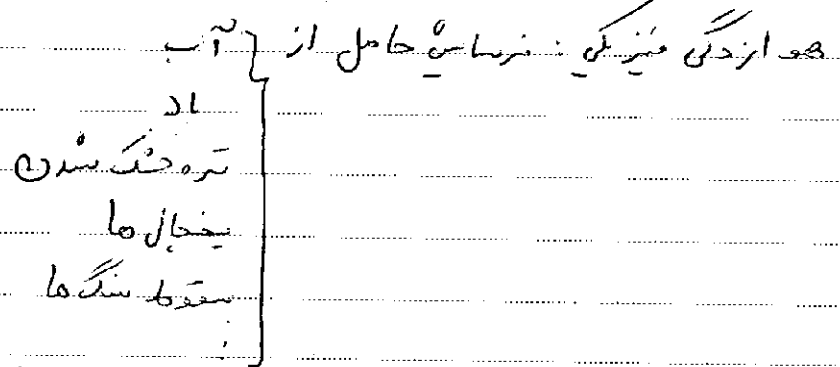
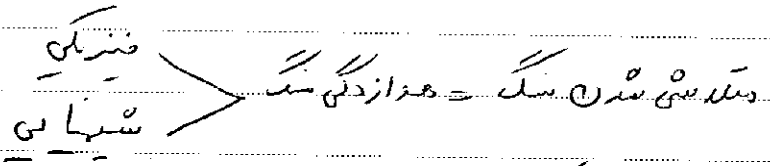
معرّف: ذرات سنگان خاک: کاندید خاک عدم بر روی خواص فیزیکی خاک و علاوه بر خاک دشت بارها است. اینها را میگویند.



خواص خاک

خاک و شاعیدالسنه آن

معرّف: هر توده سنگ از ذرات گران تا بوسه با دراز پیوند ضعیف که فضا را بین آنها را آب و هوا پر کرده است. نکته: ذرات گران و سنگها پیوند سنگها پیوندی آینه



نکته: خواص شیمیایی در خاک حاصل از هوای ذرات فیزیکی با خواص ترکیب سنگها در یکسان است.

صورتی شیبی = حاصل از واکنش میان آب، کربن دی اکسید و سنگ است.

نمونه = ذرات خاک حاصل از صورتی شیبی :

- دایره قطر کوچکتر از ۰.۰۰۲۵ میلی متر ($0.0025 \leq d < 0.075$)
- دایره شکل صفا هستند
- نوع کانیستک دارد تغییر می کند

نتیجه ← این ذرات خاک رسی نامیده می شوند.

طبقه سبزه بالا، طبقه سبز برای شن نمونه شکل نام دارد. در نوع طبقه سبز دیگر هم داریم

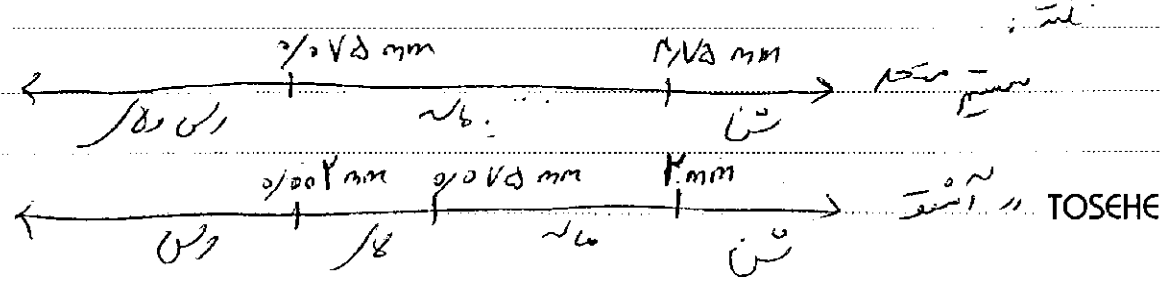
طبقه سبز برای شن اندازه ذرات خاک
طبقه سبزه برای ماس رس، رمل، خاک

طبقه سبز برای شن اندازه ذرات :
درشت دانه } شن

ریزدانه } لای
رسی

طبقه سبزه برای ماس رس، رمل، ذرات خاک :
دانه ابر } شن
ماسه

حسب سبزه برای ماسه و لای



کتاب

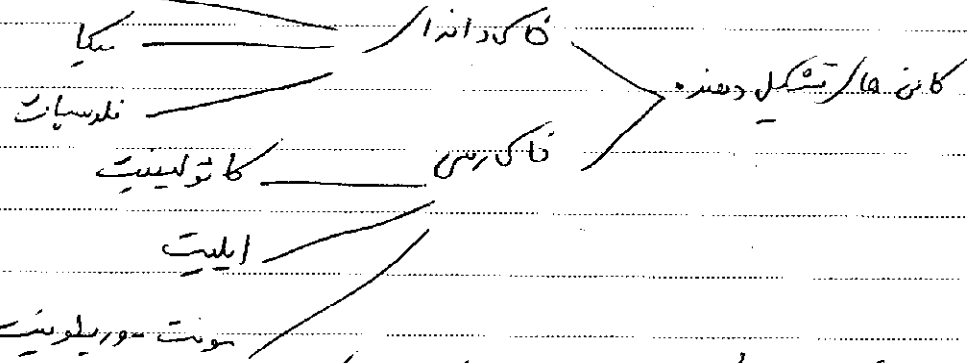
نکته: در سیستم سیم فلک جبران لاری و رنار خنیر خاک است.
 رنار خنیر = رنار خاک در اثر سرد شدن
 عدم چسبندگی → رطوبت + لای
 چسبندگی → رس + رس

نکته: سرد شدن خاک خرد خاک رسی در زمان گرفته شود این است که در اثر کانر رس باشد.

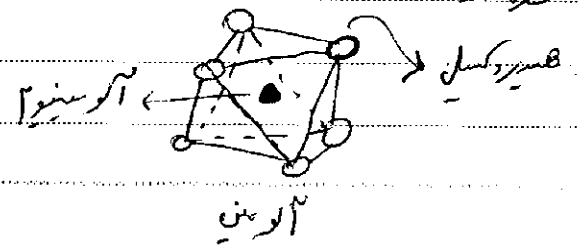
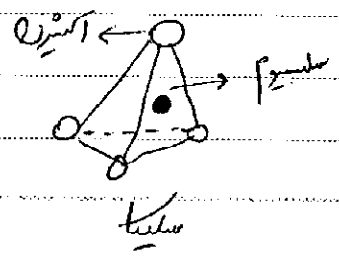
کانر رس ← هم اندازه ذرات رس را دارد و هم از تخریب سیمان حاصل شده است.
 کانر غیر رس ← ممکن است هم اندازه ذرات رس را داشته باشد ولی جزو خاک رس محسوب نمی شود.

کانر ها / رس

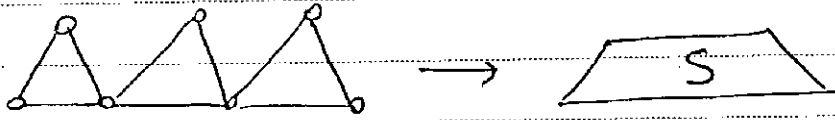
کانر: مواد معدنی که به صورت جامد در بستر رسینه وجود دارند.



✓ کانر ها / رس سیلیکات ها / آلومینوم بیجبره اری هستند که از واحد ها بنیادی چهار وجهی سیلیکا (SiO₂) و هسته و سطحی آلومین (Al₂O₃) تشکیل شده اند.

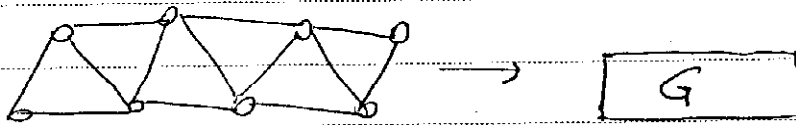


از به هم پیوستن واحدها بنیادار سلولها، صفحات ذوزنق را سلولها تشکیل می گردد.



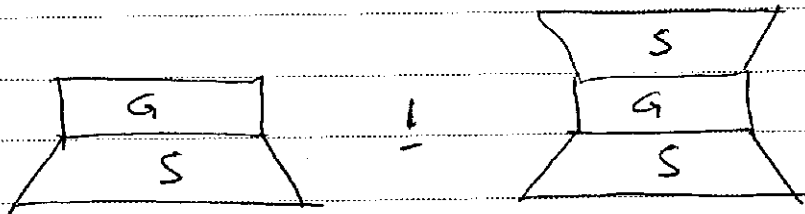
نما/طایفه پیوستن واحدها سلولها

از به هم پیوستن واحدها بنیادار آلومین ادرق آلومینا گیتیت بوجود می آید.

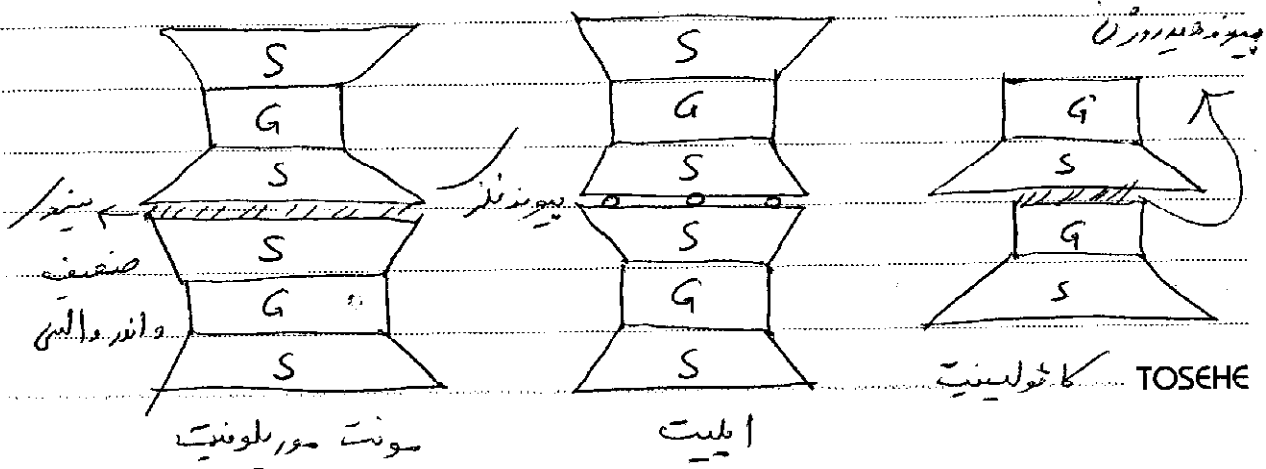


نما/طایفه پیوستن واحدها آلومین

همچنین صفحات سلولها و آلومینا هم می توانند با هم پیوند تشکیل دهند.



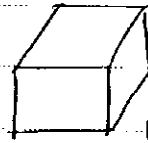
در نهایت بسته به نوع ترکیب صفحات سلولها و آلومین و نوع پیوند بین صفحات سه گانه صورت رسی به شکل زیر از واحدها بنیادار پدید می آید.



نکته

تشریح سطح ویژه: نسبت سطح خارجی دانه‌ها به حجم آن‌ها

$$A_s = \frac{A_a}{m}$$



حجم به سطح است
حجم M_0 کیلوگرم

$$\rightarrow A_s = \frac{4}{1700} = 2.35 \times 10^{-3}$$



حجم به سطح است

$$\rightarrow A_s = \frac{(100)^2 \times 4}{1700 \times 10^3} = 2.35$$

حجم

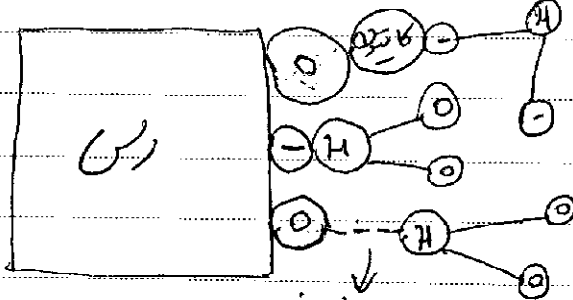
مونت سوریلونیت	ایلیت	کاتولینیت	سطح ویژه $\left(\frac{m^2}{gr}\right)$
۸۰۰	۸۰-۱۰۰	۲۰-۲۵	

نکته: برای آنکه دانه‌ها در سطح ویژه در حدود $\frac{3 m^2}{gr}$ است

نکته: سطح ویژه \uparrow \leftarrow قابل جذب آب \uparrow \leftarrow چسبندگی \uparrow \leftarrow حالت فشرده \uparrow

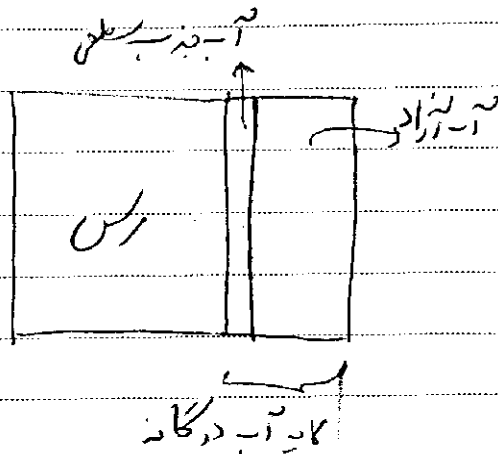
\uparrow قابل به تدریس \rightarrow

نکته: مکانیزم جذب آب توسط ریس



فرآیند جذب آب در ریس کاتولینیت

تفاوت آب جذب سطحی و آب آزاد (تکلیف)



آب جذب سطحی در فضا متوازن یعنی آب در گانه است که در مدار میکوزیم یا زمین بوده و مثل یک حباب لزج در حالت رطوبت رطوبت هم حسابند و توده فضا را همزیست می‌کنند.

تقریباً به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف - اگر رطوبت ها را به سه دسته مقال، موقوعه مقال و موقوعه مقال تقسیم بندی کنید

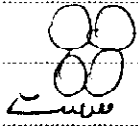
ب - مراد از ترمین کان رطوبت در طبیعت کدام است؟

ج - قابلیت تورم، تأثیر جذب آب و حاصلت همزیست کدامیک از گامی های

رطوبت از سایرین بیشتر است؟

ساختار خاک

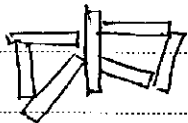
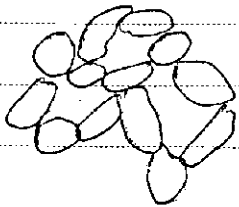
مشارکت از ترتیب مقدار کردن ذرات خاک و نیز چگونگی آنتروپنوها که بین ذرات



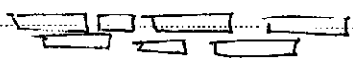
ساختار تک دانه ای

خاک دانه ای

ساختار لانه بند



خاک چسبنده در مجموع یا فکوله (نامنظم)



پراکنده یا لایه دار (منظم)

نکته اثر بارگذاری از استتکی تا بلوغ یا تجربه بر مدت خاک زیاد:

در خاک دانه ای: ... لانه زنبور ← ... تک دانه ای
... چسبنده: ... مجتمع ← ... پراکنده

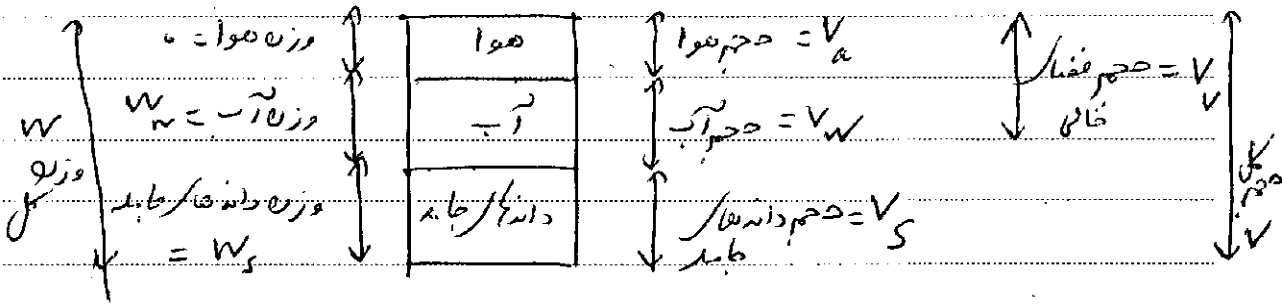
نکته رابطه بر آنتروپنوها که اکثری بین ذرات و نوع ساختار:

خاک چسبنده در از نوع دامغ ... پراکنده
... دانه ... ← ... مجتمع

نکته مشارکت برش خاک ... با ساختار مجتمع بیشتر از مشارکت برش آن با ساختار پراکنده است.

ترکیب خاک

رابطه وزن - حجمی خاک



رابطه مربوط به دانه‌ها/جایه خاک

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \rightarrow G_s = \frac{W_s}{V_s \gamma_w}$$

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

وزن مخصوص دانه‌ها/جایه

وزن مخصوص آب γ_w

$$\gamma_w = 1000 \frac{kgf}{m^3} = 9.804 \frac{kN}{m^3} = 10 \frac{kN}{m^3}$$

حجمی خاک

برای خاک غیر آلی $2.6 < G_s < 2.75$

برای خاک آلی G_s می‌تواند از ۲ هم کمتر باشد.

۲- روابط مربوط به حجم/فضای خالی خاک

$$n = \frac{V_v}{V} = \frac{\text{حجم فضای خالی}}{\text{حجم کل}} \quad (\text{پدیده تخلخل})$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{\text{حجم فضای خالی}}{\text{حجم دانه ها/جامد}} \quad (\text{رشته فلیدین نسبت تخلخل})$$

$$A = \frac{V_a}{V} = \frac{\text{حجم هوا}}{\text{حجم کل}} < 1$$

$$n = \frac{V_v}{V} = \frac{V_v}{V_s + V_v} = \frac{\frac{V_v}{V_s}}{\frac{V_s}{V_s} + \frac{V_v}{V_s}} = \frac{e}{1+e} \rightarrow n = \frac{e}{1+e} \quad (\text{رشته})$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_v}{V - V_v} = \frac{\frac{V_v}{V}}{\frac{V}{V} - \frac{V_v}{V}} = \frac{n}{1-n} \rightarrow e = \frac{n}{1-n} \quad (\text{رشته})$$

۳- روابط مربوط به حضور آب در فضای خالی خاک

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} = \frac{\text{حجم آب}}{\text{حجم فضای خالی}} \quad (\text{درجه اشباع})$$

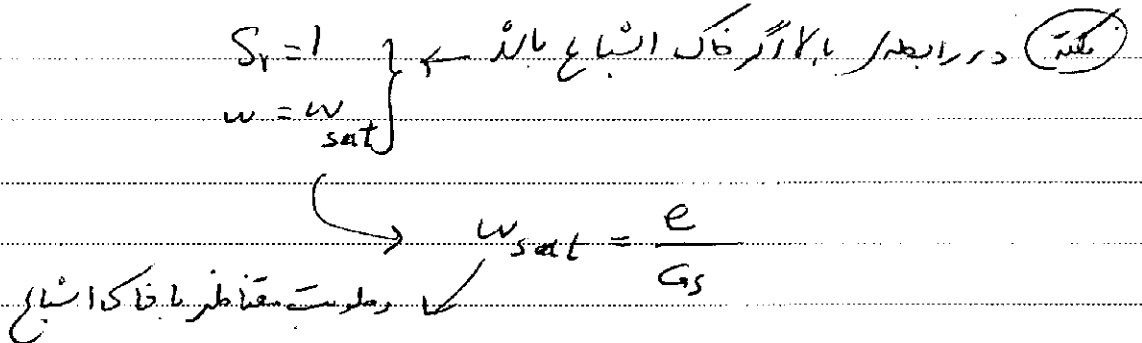
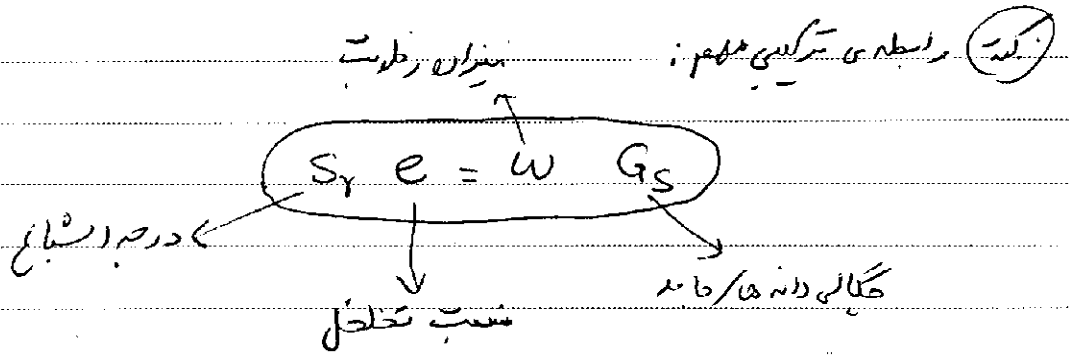
$$w = \frac{w_w}{w_s} = \frac{\text{وزن آب}}{\text{وزن دانه ها/جامد}} \quad (\text{میزان رطوبت})$$

$$S_r = 0 \leftarrow \text{خاک خشک} \quad (\text{نکته})$$

$$S_r = 1 \leftarrow \text{خاک اشباع}$$

تعداد S_r نمی تواند از ۱ بیشتر شود اما خاصیت آن می تواند از ۰ تا ۱ باشد

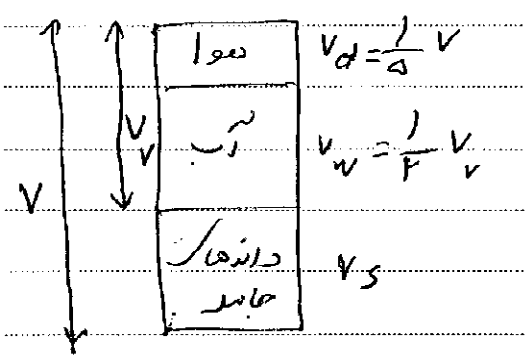
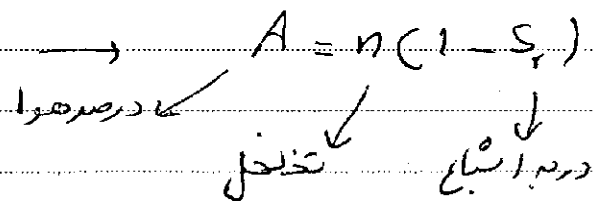
رشته به نوع خاک دارد.



(نکته)

$$A = \text{درصد هوا} = \frac{V_a}{V} = \frac{V_v - V_w}{V} = \frac{V_v}{V} - \frac{V_w}{V}$$

$$= \frac{V_v}{V} \left(1 - \frac{V_w}{w} \right) = n(1 - S_r)$$



کمترین دیاگرام در خاک یک نمونه خاک مرطوب مطابق شکل رودر است. درجه اشباع، نسبت تخلخل و درجه رطوبت خاک را بدست آورید.

($G_s = 2.7$)

مترين : محاسبه گيالي دانه هاى جامد خاک
يك نمونه خاک خشك به وزن ۲۵۰ گرم را با افزودن آب به حالت اشباع بهر صافند
وزن مخلوطه و رطوبت در اين حالت ۱۵۰ گرم باشد گيالي دانه هاى جامد خاک را بدست آور

مترين : اندازه گيرى درصد اشباع خاک
درصد رطوبت يك خاک مرطوب ۲۵٪ و وزن آن ۲۰۰ گرم است . اگر حجم خاک
۱۸۰ cm³ باشد ، درصد اشباع آن را محاسبه كنيد (۲/۵ = ۹۰) .

Subject .

Year.

Month.

Day.

مکتوب : تعیین درجه اشباع خاک از طبقه $0-10$ cm به حجم خاک خالی بین دانه‌ها
بر روی خاک با رطوبت 15.0% آب اضافه شده و حجم آن از 100.0 cc به 150.0
رسیده است. در صورتی که چگالی دانه‌ها 2.65 باشد درجه اشباع اولیه خاک را تعیین
کنید.

Subject .

سال تحصیلی

مکان مکانیک های - ۷ -

Year.

Month.

Day.

روابط وزن مخصوص ها

وزن مخصوص = وزن واحد حجم

وزن مخصوص طبیعی = وزن مخصوص مرطوب = $\gamma = \frac{G_s \gamma_w (1+e)}{1+e} = \frac{W}{V}$

$S_r e = G_s w$

$\gamma = \frac{G_s + S_r e}{1+e} \gamma_w$

γ_{sat}
در $S_r = 1$ حالت وزن مخصوص خاک اشباع
به دست می آید

$\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1+e} \gamma_w$

$S_r = 0 \rightarrow$ خاک خشک
وزن مخصوص خشک γ_d
حاصل می شود

$\gamma_d = \frac{G_s \gamma_w}{1+e}$
 $\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{\text{وزن دانه ها}}{\text{حجم کل}}$

وزن مخصوص غوطه خور = $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = \frac{G_s - 1}{1+e} \gamma_w$

	$\gamma_{sat} (\frac{kN}{m^3})$	$\gamma_d (\frac{kN}{m^3})$
شن	۲۰-۲۲	۱۵-۱۷
ML	۱۸-۲۰	۱۳-۱۴
CL	۱۸-۲۰	۱۳-۱۸
ریس	۱۶-۲۲	۱۲-۲۱

TOSHE

۱۵

مترین: میلان وزله خصرون خاک از راه h و d
 جگالی داندها که جابجی نمونه خاک برابر 2.7 و بوی 5.4 است. وزله خصرون خشک،
 اشباع و غوطه ور و همچنین وزله خصرون طبع خاک در در صد اشباع 40%
 را بدست آورید. $(\rho = 1.0 \text{ KN/m}^3)$

مترین: در حالت بزرگ خاک از طریق اندازه گیری حجم خاک در آب
 یک تکه دست نخورده و خشک از خاک به وزله 5.4 گرم را با 1 گرم پارامین اغشته کرد
 و در داخل ظرف مدرجی قرار دادیم. در این حالت حجم آب ظرف 210 cm^3 جابجا
 نشود. اگر جگالی دانه ها جابجی خاک 2.7 باشد و وزله خصوص پارامین 9.8 gr/cm^3
 باشد، تخلخل خاک (n) چقدر است؟

Subject .

تیمال خدراصی

سالن - کلاس - ۸ -

Year.

Month.

Day.

نکته: سایر روابط موجود برای محاسبه δ_d

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

$$\delta_d = \gamma_{sat} - n \gamma_w$$

$$\delta_d = \frac{\gamma_s}{1+e}$$

نکته: $\delta_d = \frac{w_s}{v}$ اما $\gamma_s = \frac{w_s}{v_s}$

وزن مخصوص خاک

وزن مخصوص دانه خاک

تمرین: با سایر نسبت مصالح بار داشتن و وزن مخصوص سرطوب زئیران، رطوبت

فکس با زئیران رطوبت ۱۵٪ و وزن مخصوص طبیعی 1840 kg/m^3 موجود است

اگر مصالح دانه ها/جایه فکس 272 باشد، وزن مخصوص خشک فکس، نسبت بخار

و درجه اشباع را بدست آورید.

دانه خاک

کمترین: کالیبر و وزن مخصوص γ دانه خاک با استفاده از e و G_s و ρ_s

وزن مخصوص حالت خنک و اشباع خاکی به ترتیب $12 \frac{kN}{m^3}$ و $20 \frac{kN}{m^3}$ می باشد

وزن مخصوص دانه خاک چقدر است؟ $\gamma_w = 10 \frac{kN}{m^3}$

کمترین: کالیبر استاندارد لازم جهت اشباع نمودن یک توده خاک

در خاک با تخلخل $e = 0.7$ کالیبر دانه خاک d_{10} و d_{60} در حالت اشباع به ترتیب

0.25 و 0.75 می باشد. وزن آب لازم که با سس $\gamma_w = 10$ از خاک افزوده شود تا

آن را اشباع نماید، چند کیلوگرم است؟ (حجم خاک در اثر اضافه کردن آب تغییر نمی کند)

(نکته) رابطه میان γ_{sat} ، γ_d و γ وزن مخصوص مرطوب (طبیعی) و وزن مخصوص اشباع و وزن مخصوص خنک

$$\gamma = \gamma_d + S_r (\gamma_{sat} - \gamma_d) \quad *$$

تمرین: کاربرد معادله *

وزن مخصوص حالت خنک و اشباع یک نمونه خاک طبیعی با درصد اشباع $S_r = 40\%$ به ترتیب برابر $17.5 \frac{kN}{m^3}$ و $20 \frac{kN}{m^3}$ می باشند. وزن مخصوص خاک چقدر است؟

(نکته) اگر دو خاک با رطوبت های w_A و w_B با حجم مخلوط کنی و بجز اهمیت که خاک مخلوط دایم را رطوبت w شود، در این صورت نسبت حجم این دو خاک قبل از مخلوط شدن برابر است با

TOSEHE
$$\frac{V_A}{V_B} = \left[\frac{w_B - w}{w - w_A} \right] \left(\frac{\gamma_{dA}}{\gamma_{dB}} \right)$$
 وزن مخصوص قبل از اختلاط

گرمین : خاک بستر آله بر طبقیت حاصل از ستر کینه و اختلاط دو خاک
از دو منبع مرقه خاک ها که A و B با مشخصات زیر برداشته شده و نسبت اختلاط
یک خاک نیز با حجم خلوط می شوند:

$$\text{خاک A: } \gamma_d = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \text{ و } \gamma = 21.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\text{خاک B: } \gamma_d = 17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \text{ و } \gamma = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

مطلوبت نسبت اختلاط خاک A با خاک B طوری که رطوبت مخلوط ۲۲٪ شود

نکته: اگر بدون تغییر در حجم خاک رطوبت آن را تغییر دهیم، چون وزن دانسیته
خاک در حجم خاک تغییر می کند، وزن مخصوص خشک خاک نیز ثابت می ماند زیرا:

$$\gamma_d = \frac{w_s}{V} \rightarrow \text{ثبات}$$

ثابت

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

$$\frac{\gamma_1}{1+w_1} = \frac{\gamma_2}{1+w_2}$$

تمرین: تغییرات وزن مخصوص برابر تغییرات رطوبت در حجم است

وزن مخصوص طبیعی خاکی با رطوبت ۲۵ درصد k_v است $18/75$ است اگر در هر رطوبت خاک در اثر تبخیر به ۲۰ درصد کاهش یابد، در صورت ثابت ماندن حجم خاک، وزن مخصوص خاک پس از تبخیر چند خواهد شد؟

نکته: اگر رطوبت تغییر کند و حجم ثابت بماند آن گاه...

w = تغییر رطوبت
 V = تغییر حجم

همه ثابت است $\rightarrow \frac{W_s}{V} = \frac{W_s}{V}$
↓
ثابت است

$\rightarrow \frac{\gamma_{d1} \times V_1}{V_1} = \frac{\gamma_{d2} \times V_2}{V_2}$

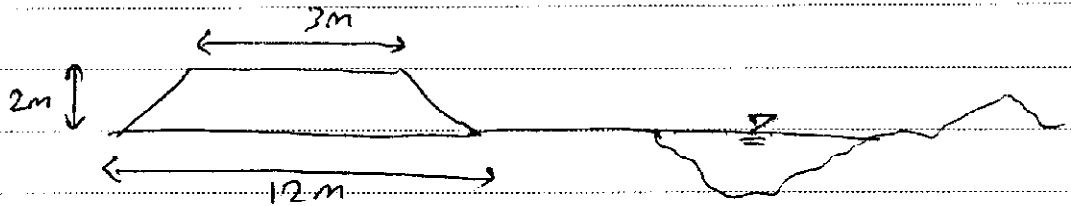
$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\gamma_{d2}}{\gamma_{d1}}$

 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\gamma_{d2}}{\gamma_{d1}} = \frac{1+e_1}{1+e_2}$

$\gamma_{d1} = \frac{G_s \gamma_w}{1+e}$

تمرین: کاربرد سواله اثر تغییر رطوبت در تغییر وزن مخصوص در حجم ثابت خاک بریزگره مشروح زیر در جدول ۱۰۰ متر در کنار یک ردیفانه امدات خواهد شد لازم است بواسطه غلظت آمار سترین به نسبت تخلخل ۱۰۰ متر اکم شود بر امدات TOSEHE

این خاکریز از قرضه‌ها با ضمت تخطل یک (۱) جیتر اینر فاگردنر شود؟



نقطه: یک گونه خاک با رطوبت ثابت، زمان به حد اکثر وزن مخصوص خاک خود را برسد که تا هوا را آن در اثر تراکم خارج شده باشد. در این حالت $\gamma_s = 1$ بوده و میزان رطوبت خاک $w_{50\%}$ خواهد بود.

تترین: حد اکثر وزن مخصوص خاک بر اثر تراکم یک گونه خاک طبیعی با وزن مخصوص $\gamma_s = 17.2 \frac{kN}{m^3}$ و دارا از وزن مخصوص خاک $\gamma_s = 17 \frac{kN}{m^3}$ است. حد اکثر وزن مخصوص خاک که در اثر عمل تراکم بدست می‌آید، جیتر اینر است؟ $(\gamma_s = 10 \frac{kN}{m^3}$ و $Q_3 = 2/5$)

دانشیه نسبی

تقریباً، ضرایب است که توسط آن، وضعیت تراکم خاک نسبت به سست ترین و متراکم ترین حالت آن مشخصه می شود.

نسبت تخلخل موجود $\rightarrow D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} =$ دانشیه نسبی = تراکم نسبی

نسبت تخلخل مربوط به سست ترین حالت خاک

نسبت تخلخل مربوط به متراکم ترین حالت خاک

$0 \leq D_r \leq 1$

نکته
نکته

با فرض اینکه دانسیته خاک گروه دوم از ۲۰ باشد:

$e_{max} = 0.91$

$e_{min} = 0.28$

گرمین: رابطه نسبت تخلخل و تراکم نسبی
مقادیر حداکثر و حداقل وزن مخصوص خشک برابر یک نمونه خاک. ما سه ۱۰۰٪ ترتیب برابر
۱۰، ۱۴ و ۱۸ کیلو نیوتن بر متر مکعب است. نسبت تخلخل خاک در متراکم ترین حالت ۱۸٪

است؟ $(G_s = 2.7, \gamma_w = 10 \frac{kN}{m^3})$

نکته: $\gamma_{d, \text{max}}$ و $\gamma_{d, \text{min}}$ (تراکم نسبی) با درصد رطوبت w

$$D_r = \left[\frac{\gamma_d - \gamma_{d, \text{min}}}{\gamma_{d, \text{max}} - \gamma_{d, \text{min}}} \right] \left(\frac{\gamma_{d, \text{max}}}{\gamma_d} \right)$$

بترین استفاده از رابطه بالا

برای یک نمونه خاک داریم:

$$\gamma_{d, \text{max}} = 17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}, \quad \gamma_d = 12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}, \quad \gamma_{d, \text{min}} = 12/2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

مطلوبست تراکم نسبی این خاک؟

شناخت خاک

- ۱- شناخت اندازه ذرات خاک
 - آزمایش دانه سنج با انگشتر برای خاک درشت
 - آزمایش هیدرومتر برای خاک ریزدانه

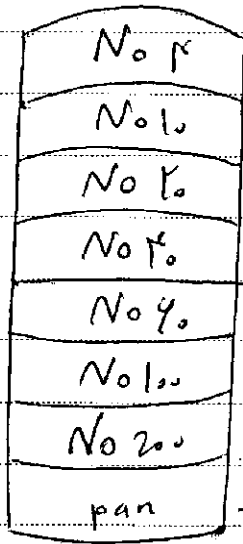
آزمایش های شناخت خاک

۲- شناخت رفتار خاک در برابر رطوبت

- آزمایش تعیین حد روان (PL)
- آزمایش تعیین حد پلاستیک (PL)
- آزمایش تعیین حد انقباض (SL)

تمام دیگر آزمایشات
حدود آبرسانی

آزمایش‌ها در دانه بندی با الک و هیدرودیمتری



→ ۴/۷۵ mm

→ ۲ mm

→ ۰/۸۵ mm

→ ۰/۴۲۵ mm

→ ۰/۲۵ mm

→ ۰/۱۵ mm

→ ۰/۰۷۵ mm

→ طرف زیر الک

آزمایش دانه بندی با الک :

مراحل انجام آزمایش :

۱- ابتدا خاک در کوزه خشک می شود

۲- کوزه ها را خاک خود می گردد

۳- مقدار خاک در الک شماره ۲۰ ریخته

می شود

۴- مجموع الک ها توسط ترازنده مرتبش

می گردد

۵- در پایان جرم خاک باقی مانده در هر

الک و نیز در طرف زیر الک یادداشت

می گردد.

نحوه چیدمان الک های استاندارد

امریکایی و رابطه شماره با قطر سورا

الک ها

شماره هر الک نشان دهنده تعداد حبه های است که در یک اینچ طول

(۲۵/۴ mm) از سنبه الک وجود دارد.

مثلاً برای تعیین بعد الک شماره ۴۰ داریم

مخاطب هر سیم →

$$d = \frac{25}{40} = 0.625 = 0.625 \text{ mm}$$

یک اینچ
↑

تعداد حبه ها
↓

تعداد سیم ها در یک اینچ

بعد سوراخ هر الک در جدول مراجع و آیین نامه ها/ فن معهود است. در صورت

عدم دسترسی به این منابع مرتباً بندها استفاده از شماره الک (No. n) را طبق

تقریبی زیر را جهت تعیین بعد حبه ها الک بکار ببرید:

TOSEHE

$$d_{mm} = 0.75 \left[\frac{25}{No. n} \right]$$

نکته) پس از آنکه فرجه درز انزله الک (فا) درصد مانده روی انگ آم و نیز درصد گذرنده از الک آم به صورت زیر به دست می آید:

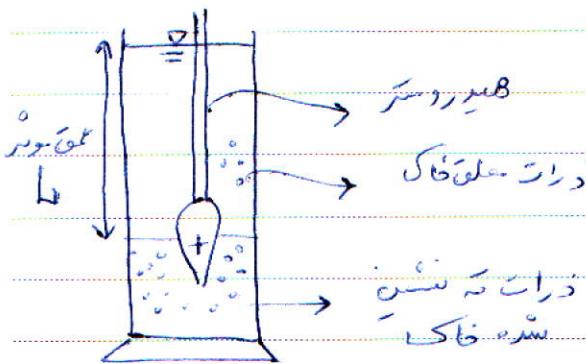
$$درصد مانده در انگ آم = \left(\frac{w_i}{w} \right) \times 100$$

$$درصد عبور از انگ آم = 100 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{w_i}{w} \right) \times 100$$

w_i و w در روابط فوق به ترتیب وزنه خشک خام و در انگ آم (وزنه لایه پایین) و وزنه خشک خاک می باشد.

آزمایش هیدرومتری:

این آزمایش بر پایه اصول سه نشین ذرات خاک در آب قرار دارد و مواد لازم برابر انجام آن به شرح زیر است.



- ۱- سه گرم نمونه خاک که از الک شماره ۲۰۰ (الک ۰۵ میلی است) عبور کرده است. ذرات سه نشین شده خاک
- ۲- ماده پراکنده ذرات خاک از یکدیگر که در آزمایش هیدرومتری ممتزا تا مشخصات بر می آید.
- ۳- آب مقطر

نحوه انجام آزمایش

سه گرم از خاکگزیده را با ماده پراکنده مخلوط کرده و برابر جدا سازی ذرات با هم چسبیده، مخلوط را چندین ساعت به همان حال می گذاریم. در ادامه مخلوط مورد نظر در دوره هم زدن به هم زده می شود. با اضافه کردن آب مقطر، هم آب به ۱۰۰۰ میلی باشد. بالا استوانه را نگران داده و در زیر قرار می دهیم تا از این لحظه بعد با قرار دادن هیدرومتر در داخل محلول، زمان ثابت کرد.

همچنین در صورت ظهور کالیبره شده است که باید به بیوانسیتی کامل تعلیق، مقدار خاکی را که در حالت معلوم است، سرخس گرم نشان می دهد. از طرفی قطر ذرات معلوم در موی موثر L (فاصله سطح آزاد آب درون استوانه تا مرکز تعلیق صیدر است) که آن را با D نشان می دهیم. در یک لحظه مشخص مانند t به کمک مانومتر استوکس و رابطه تعادل نیروها (در استناد قائم و در حالت سرایت حد) برابر ذرات خاک اید صورت زیر قابل می گوی است.

$$\sum F_y = 0 \rightarrow F_B + D_{drag} - W = 0$$

$(\frac{\pi}{4} D^3) \gamma_s$ (سرایت ذرات) \rightarrow $3\pi \mu V D$ (مانومتر استوکس) \rightarrow لزجت \rightarrow $(\frac{\pi}{4} D^3) \gamma_w$

$$v = \frac{L}{t} \rightarrow D = \sqrt{\frac{18 \mu}{(\gamma_s - 1) \gamma_w}} \left[\sqrt{\frac{L}{t}} \right]$$

$\mu \left(\frac{gf \cdot s}{cm^2} \right)$
 $\gamma_w = 1 \frac{gf}{cm^3}$
 $L (cm)$
 $t (min)$
 $D (mm)$

$$\rightarrow D = \sqrt{\frac{30 \mu}{\gamma_s - 1}} \left[\sqrt{\frac{L}{t}} \right] \rightarrow D = K \sqrt{\frac{L}{t}}$$

K ثابت است که به جای ذرات خاک و ویسکوزیته (لزجت) آب بستگی دارد و ویسکوزیته آب نیز خود تابع دما/میل آزمایس است.

(نکته) ویرادات آزمایس هیروتری: اغلب کان ها/صنفا/هستند که این از دقت آزمایس نگاهند. TOSEHE

۲- در ذرات کوچکتر از $2.0 \times 10^{-2} \text{ mm}$ قانون استوکس صادق نیست. در این حالت حرکت (براونی) سوبکول هاک آبه مانع از سقوط ذرات در می شود. بهترین حدود مطلق برابر انجام آزمایش هیدروستری ذرات بین 2 mm تا $2.0 \times 10^{-2} \text{ mm}$ است. حال آنکه ذرات بزرگ از $2.0 \times 10^{-2} \text{ mm}$ (۲ میکرون) کوچکترند و این از دقیقه آزمایش می گذرد.

بزرگترین نوع سمپور از آلک ۴ (F_۴) و در صد سمپور از آلک ۲۰ (F_{۲۰})
 آزمایش دانه بندی با آلک برده ریک نمونه خاک با اندازه ذرات کوچکتر از ۴ میلی متر نشان داده است که درصد گذرنده از آلک شماره (۲۰) ۳ برابر درصد گذرنده از آلک شماره (۲۰) است. چند درصد این خاک برای اس سیستم طبقه بندی متداوله استفاده می کنند؟

بزرگترین اندازه بزرگ قطر ذرات خاک بریزدانه با آلک آزمایش هیدروستری در یک آزمایش هیدروستری نتایج زیر بدست آمده است:

$$K = 0.1287 \rightarrow C_u = 2.75$$

دوره سانی گراچ = ۲۵ درصد حرارت آزمایش

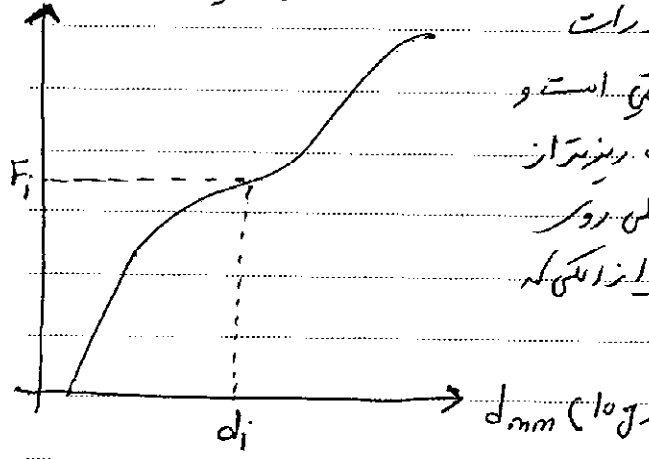
در $t = 2.5$ دقیقه بعد از شروع تصفیه $C_u = 7.75$

مطلوبست تعیین قطر کوچکترین ذره در لحظه اندازه گیری از نقطه اندازه گیری سمپور کرده است؟

منحنی دانه بندی و پارامترهای آن

با انجام دو آزمایش دانه بندی با الک و هیپروسیتر می توان نمودار وسوم به منحنی دانه بندی را ترسیم کرد. این منحنی درصد محدوده های مختلف قطری را در حالت کلی برابر یک توده خاک نشان می دهد و منظور از تعیین درصد یک محدوده قطری آن است که بیشترین وزن خشک خاک در آن محدوده معلق می باشد، چنانچه درصد از وزن خشک کل خاک را - تشکیل می دهد.

درصد ریزتر (درصد عبور)



در منحنی دانه بندی محور افقی بیانگر اندازه ذرات فک (یا بقدهای الک) در قیاس دیگر است و محور قائم نیز نشان دهنده درصد ریز ذرات ریزتر از ذره ای است که اندازه آن در قیاس محور دور محور افقی داده شده است. (یا درصد عبور از الکی که بقدهای آن دور محور افقی داده شده)

پارامترهای منحنی دانه بندی:

همانطور که شناخت منحنی دانه بندی و اظهار نظر در مورد کیفیت دانه بندی، به پارامترهایی نیاز است که به عنوان پارامترهای دانه بندی خاک شناخته می شوند. معروفترین آنها این پارامترها عبارتند از:

۱- اندازه موثر

اندازه موثر که d_{60} و یا d_p نشان می دهد، بزرگترین قطری است که ۶۰ درصد ذرات خاک از آن ریزترند. برابر نشان داده آن در منحنی دانه بندی گاهی است که در صورتی که در محور قائم مشخص کرده و نقطه نظیر آن روی محور افقی را با استفاده از منحنی

دانه بندی به دست آوریم

در حالت کلی می توان صد d_p دلخواه را با تعیین روش تعیین نمود، مثلاً d_{10} که در تعیین پارامترهای بحرانی هستند

۲- ضریب یکنواختی

ضریب یکنواختی که آن را با C_u نشان می‌دهیم، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$C_u = \frac{D_{70}}{D_{10}}$$

هر چه C_u بزرگتر باشد، نشان دهنده آن است که گسترده‌تری از ذرات در محدوده وسیع‌تری است.

۳- ضریب انحصار

ضریب انحصار (ضریب تمیزی یا ضریب دانندیزی) که آن را با C_c نشان می‌دهیم، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{70} \times D_{10}}$$

C_c بیانگر تعقد ذرات دانندیزی است.

↑ C_c ← تعقد بیشتر ← درشت‌دانه ↑
↓ C_c ← تعقد کمتر ← ریزدانه ↑

دانه

تعریف خاک خوب دانندیزی شده:

خاکی که از تمام ذرات به مقدار کافی و تقریباً مساوی داشته باشد.

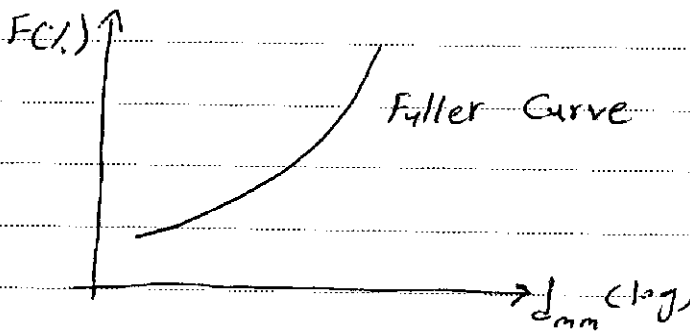
طبقه سیستم طبقه‌بندی متحد المراسل که خاک خوب دانندیزی شده باشد باید:

$$C_u \leq 4 \quad \text{و} \quad C_c \geq 1$$

$$C_u \leq 6 \quad \text{و} \quad C_c \geq 1$$

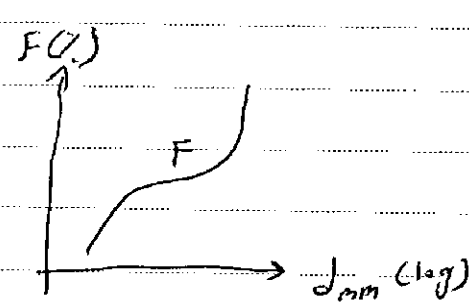
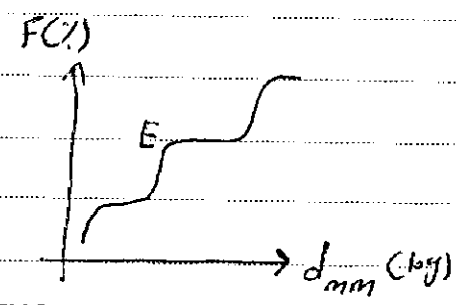
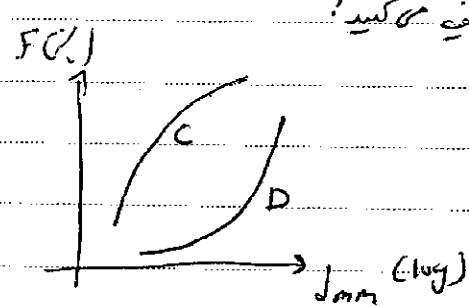
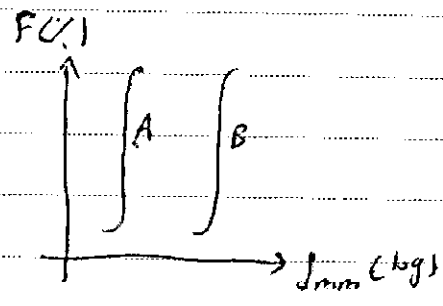
نکته) منحنی دانسیته ایست که یک فاصله فرضی از خاک خوب دانسیته شده است (است) منحنی فولر نامیده می شود و معادله آن به صورت زیر است:

$$F_i = \sqrt{\frac{d_i}{d_{max}}} \times 100$$



در رابطه بالا d_i = اندازه ذرات خاک
 d_{max} = اندازه بزرگترین ذره خاک
 F_i = درصد ذرات ریزتر از d_i

کمترین خاک مربوط به هر یک از منحنی های دانسیته شده در شکل زیر چگونه توصیف می کنید؟

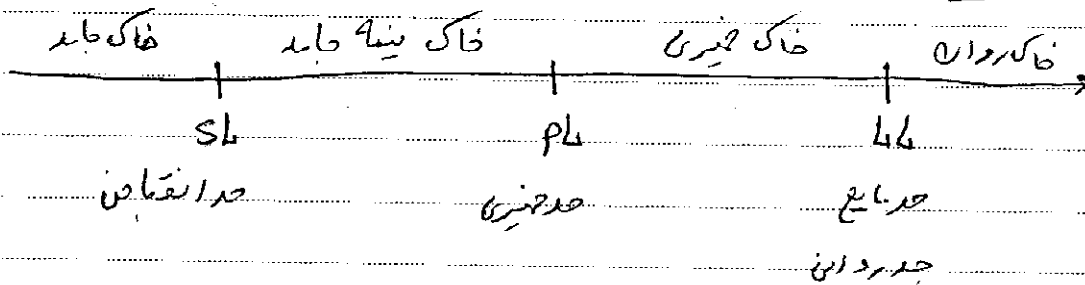


لمرین: نتایج به دست آمده از یک آزمایش دانه بندی با الک به شرح زیر است. در صد
 عبور را از هر الک را تعیین کنید و سپس با محاسبه پارامترهای دانه بندی، در
 مورد توزیع دانه بندی خاک، اظهار نظر کنید.

اندازه الک	$\frac{2}{3}$ "	$\frac{1}{4}$ "	NO 10	NO 20	NO 40	NO 60	pan
وزن مانده در الک اگر	0	200	200	150	150	200	100

مهرین: در این نمودار دانه بندی
میراثاسی نتایج مهرین قبل نمودار دانه بندی را رسم کنید.

حدود استاندارد



تشریح: حدود استاندارد در حد رطوبت هایی هستند که می‌تواند رطوبت چغیری خاک مرز درازند (پایین
در رطوبت موجود) می‌باشند. زمانی که خاصیت چغیری خاک تا ۱۰٪ باشد خاک دراز
در مایع بالا می‌رود و حد چغیری که خواهد بود، به عبارتی ناهیه چغیری که بصورت تقاضی $pm - 20$ سال
تصرف می‌گردد. معرف استاندارد چغیری یک خاک مرز درازند است. به بیان دیگر TOSEHE

صد لایح

$$pI = \omega a_b - p a_b$$

دانه خیزی

صد خیزی

یا نشانه خیزی

نشانه خیزی یک خاک سنگین به مقدار ذرات ریز موجود در خاک (کوئیکتر از ۲ میکرون) و نیز نوع کامرها را تشکیل دهنده این ذرات را دارد

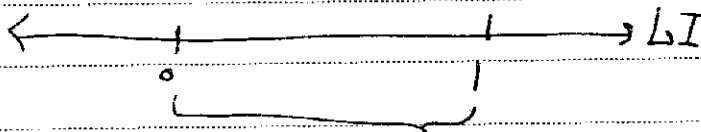
معرفی نسبی یک خاک چسبیده در وضعیت طبیعی را می توان توسط نسبتی که نشانه خیزی با نشانه روان (LI) نامیده می شود بیان کرد. نشانه خیزی با این مفروضه نشانه خیزی به میزان رطوبت خاک در حال (w) سنگین دارد

مدرت در حال

$$LI = \frac{w - pL}{a_b - p a_b} \rightarrow \text{صد خیزی}$$

صد خیزی

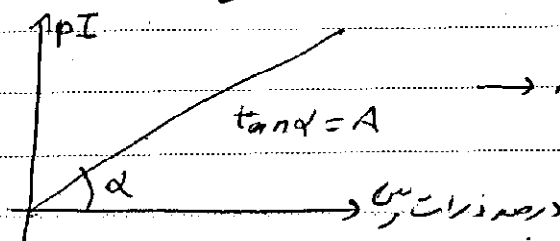
فاک در حالت $w = p a_b \rightarrow LI = 0$ درودیه حالت خیز است.
فاک در حالت $w = a_b \rightarrow LI = 1$ درودیه وضعیت روانی قرار دارد



فاک در حالت خیز قرار دارد

مدرت فعالیت خاک به صورت زیر تعریف می گردد و معیار برای تپانسیل تویم خاک بریزداند

در حالت



$A = \frac{PI}{LL}$
در صد ذرات ریز کوئیکتر از ۲ میکرون

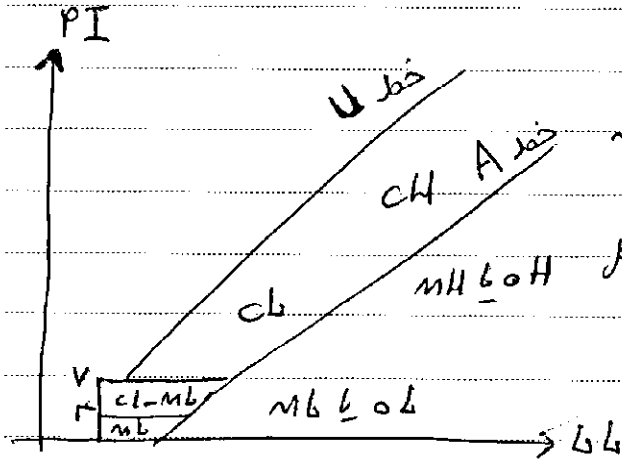
کوئیکتر از ۲ میکرون

بردار کانی خاک معروف خاک رس عدد فعالیت به شرح زیر است:

۰.۷۵ < A → (کائولینیت) کانی رس غیر فعال

۰.۲۵ < A < ۰.۷۵ → (ایلیت) رس نیمی فعال

A > ۰.۲۵ → (سونت موریلونیت) رس فعال

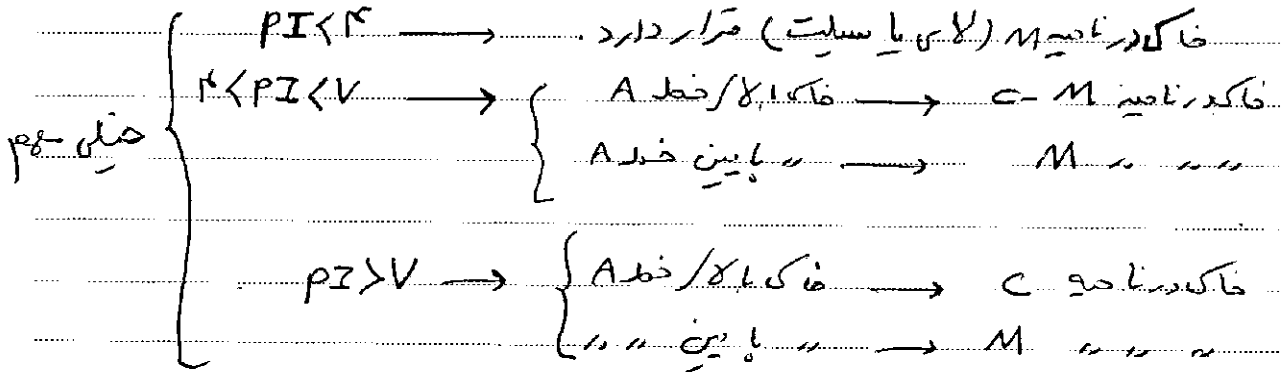


رابطه بین نشاندهنده‌ی وجود رطوبت در نمودار / به نام نمودار خمیری مطالعه می‌شود. این نمودار نخستین بار توسط کاساگراندز پیشنهاد گردید و مطابق شکل روبرو است.

معادله خط A مرکز جرم این خاک در رس: $PI = 0.73(LL - 20)$

معادله خط U حد بالایی خاک رس: $PI = 0.9(LL - 1)$

منظور از حد بالایی این است که در حدود این بالایی این خط، خاک رس وجود ندارد. تشخیص نوع خاک برآیند با استفاده از نمودار خمیری:

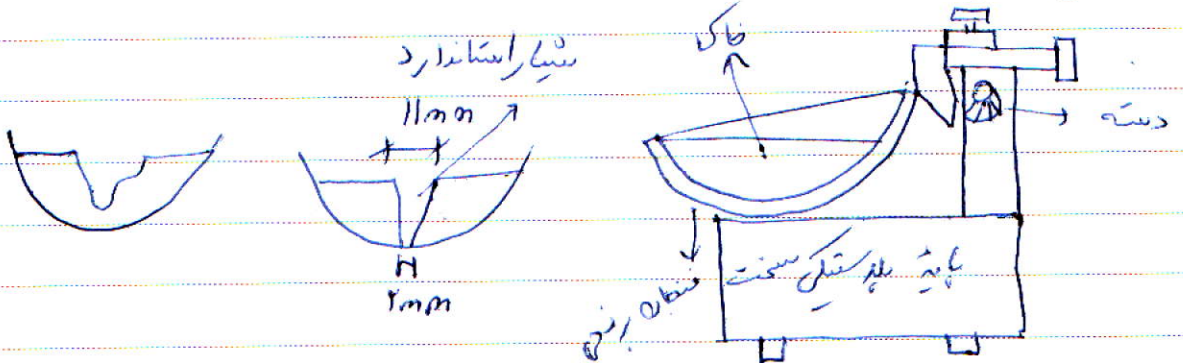


کمترین: محاسبات حدود انحراف

یک نمونه خاکریس با رطوبت ۱۰ درصد موجود است. با افزایش تدریجی رطوبت
 سیستم تقارن خاک از بین می رود. در این حالت حجم نمونه ۳۰۰ cm³ و وزن آن
 ۶۰۰ g است. اگر حد خیس و شانه خیس خاک دو برابر صدای تقارن باشد و صدای تقارن
 نیز برابر با ۵۰٪ رطوبت آموه باشد در آن صورت میزان افزایش حجم این نمونه چند
 cm³ است؟

وزن ماسه‌ها در تعیین حدود انحراف

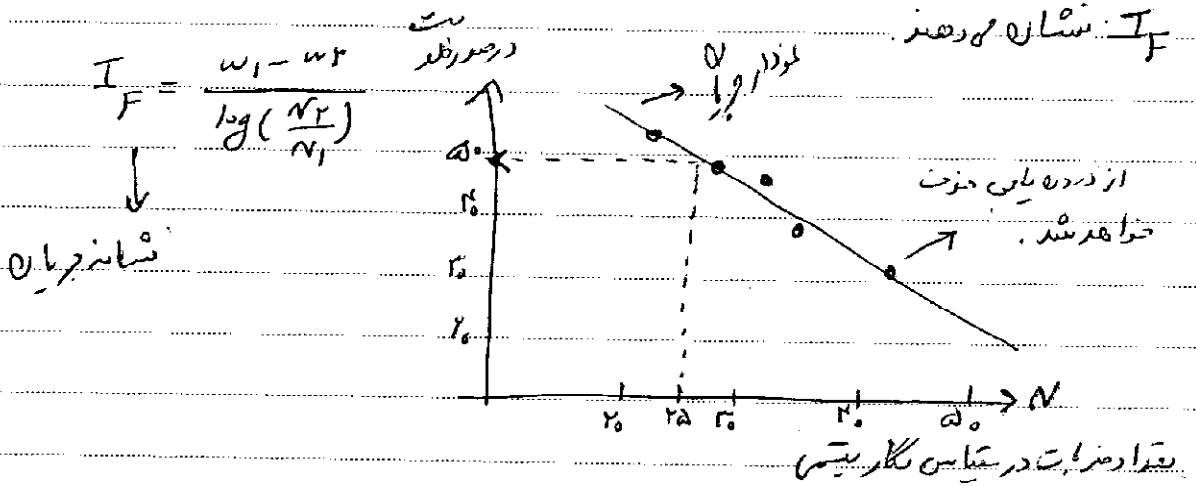
آزمایش تعیین حدود در آن:



کار با تمام وسیله اندازه گیر حدود در آن

نحوه انجام آزمایش :
 حفر خاک در منطقه برقرار داده می شود و توسط سیارزنگ، یک سیار استاندارد در آن ایجاد می شود. سپس با پیچافرن دسته دستگاه، فنجان از دریاچه بلند شده و از ارتفاع ۱۰ سانتیمتری (10cm) بر روی آن می افتد. در صورت رطوبتی که به ازای آن به کلت ۲۵ ضربه، سیار ایجاد شده در داخل فنجان در محول 127.5×10^{-3} بسته می شود. هر روان (صراحی) خوانده می شود.

نکته تنظیم رطوبت خاک طوری که دقیقاً با ۲۵ ضربه برض سیار بسته شود، مشکل است لذا حداقل ۲۰ آزمایش بر خاک مورد مطالعه با رطوبت های مختلف انجام می شود و تعداد ضربات لازم برای بستن سیار اندازه گیری می شود. سپس نمودار در صورت رطوبت در مقابل تعداد ضربات (در مقیاس لگاریتمی) رسم می شود. نمودار حاصله، نمودار فرایه نامیده می شود که با داشتن آن می توان در صورت رطوبت نظیر ۲۵-۱۷ را که همان حد روان است، بدست آورد. شیب خط جریان را نشان دهنده فرایه نامیده که آن را با I_F نشان می دهند.



نکته نمی توان از هر خاک با هر رطوبتی در انجام آزمایش صورتی استفاده کرد زیرا رطوبت خیلی زیاد، w_L حاصل کم و رطوبت خیلی کم، w_L حاصل زیاد می کند بنابراین تنها آن هایی قابل است که $w_L \leq 25$ و $I_F \leq 17.5$ سایر تعداد ضربات برابر از آزمایش حذف کرد.

نکته هر مرتبه در وسیله استاندارد تعیین حرروان، حداقل $\frac{1 \times N}{m^2}$ تنش برش به خاک اعمال می کنند، بین تفاوت برش خاک در صورت رطوبت حرروان برابر است با: TOSEHE

$$\sigma_f = 2.5 \times 0.1 = 2.5 \frac{kg}{m^2} = 2.5 \frac{kg}{m^2} = 2.5 \frac{kg}{cm^2}$$

لذا هرگاه رطوبت خاک به رطوبت حد روان برسد، خاک عمده مقاومت خود را از دست می دهد.

پس: اثر کالیبره نمودن دستگاه اندام آزمایش حد روان

اگر در آزمایش حد روان ارتفاع متوسط نام از 1 cm بیشتر شود و یا با یک یا دو پله سینی نسبت از یک یا دو پله سینی نرم استفاده کنیم، در آن صورت حد روان بدست آمده از آزمایش چه تفاوتی با حد روان واقعی خاک خواهد داشت؟

آزمایش تعیین حد نرمی (آزمایش فستیلیه):

در این آزمایش با غلتاندن تکه ای از خمیر خاک بر روی یک صفحه شیب دار با دست انجام می شود. سوزن رطوبتی که در آن فستیلیه به قطر 2 mm از خمیر خاک گزیده می شود، در آن خمیر نام دارد.

آزمایش تعیین حد انقباض:

در این آزمایش نمونه ای از خاک سرطوب درون یک ظرف چینی قرار داده می شود. پس خاک در کوره خشک می گردد و پس از بیرون آوردن آن از کوره، کاهش حجم آن را می بینیم. اندازه گیری می شود. داریم: وزن خاک خشک شده (g) و وزن خاک سرطوب درون ظرف در شروع آزمایش (g)

$$S_L = w_i - \Delta w = \left[\frac{w_1 - w_2}{w_2} - \frac{(v_i - v_d)}{w_p} \right] \times 100$$

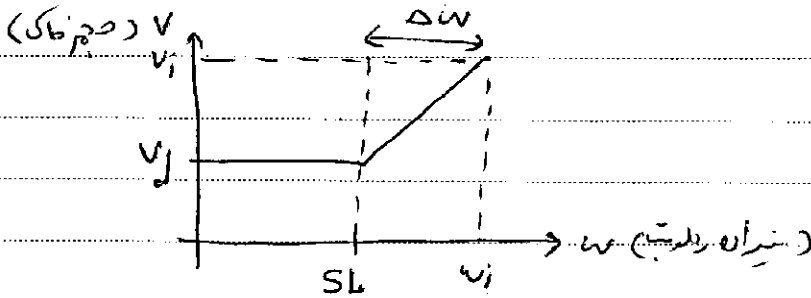
وزن خاصه آب $\frac{g}{cm^3}$

↓ حد انقباض

دم اولیه خاک سرطوب (cm)

حجم خاک خشک شده (cm)

TOSHE



نکته از رابطه فوق می توان بر حسب جرم و دانه بندی هم استفاده کرد.

نکته با داشتن e ، γ_d و G_s میتوان به طور مستقیم رطوبت حد انقباض w_{SL} را تعیین نمود داریم

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

اثبات: $w_{G_s} = s_r e$

چون در حالت حد انقباض، رطوبت شریح خاک را از این بهره برداریم
نتیجه گرفته می شود که:

در حد انقباض خاک اشباع است به عبارتی

if $w = w_{SL} \rightarrow s_r = 1$

$$\rightarrow w_{SL} \cdot G_s = 1 \times e \rightarrow \frac{e}{SL} = \frac{e}{G_s}$$

$$\gamma_d = \frac{G_s \gamma_w}{1 + e} \rightarrow e = G_s \left(\frac{\gamma_w}{\gamma_d} \right) - 1$$

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

مگر این : در حالت حد انقباض

۲۷ می باشد اگر پس از خشک شدن در کوره، نسبت تخلخل ۱۰ درصد کاهش یابد، در این صورت حداقتضای خاک حقیق خواهد بود؟

کمترین: همان که حداقتضای استفاده از خردول تغییرات بر مبنای
یک نمونه رس اشباع به حجم 25 cm^3 و وزن 1.28 Mg پس از خشک شدن در کوره 200°C
وزن داشته و حجم آن برابر 20 cm^3 می شود، صلبت اولیه، چگالی دانسته خاک جامد و حداقتضای
خاک را بدست آورید؟

طبقه بندی خاک

مبارست از مرتب کردن خاکهاک مختلف با خواص شایع به گروهها و زیرگروهها به حسب کاربردشان.

دو نوع طبقه بندی خاک وجود دارد:

۱- طبقه بندی بافت خاک

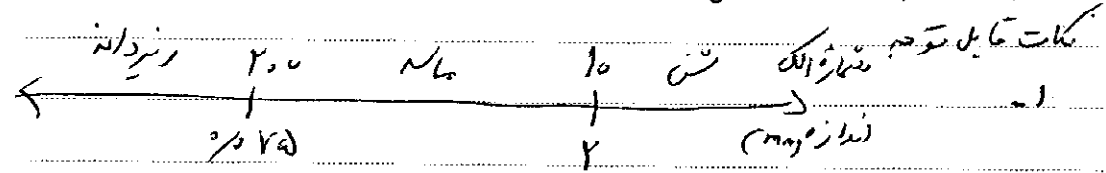
در این طبقه بندی ملوک حدود اندازه ذرات (دانه ها) خاک است و ابتدا نام گروه اصلی و بعد نام گروه فرعی بر صورت ذکر می شود. مثل ریس لای دار یا ریس سانس دار و غیره. طبقه بندی سیستم USDA که در کشاورزی کاربرد دارد، از این نوع است.

۲- طبقه بندی خاکها به حسب استفاده

در این نوع طبقه بندی علاوه بر حدود اندازه ذرات (دانه ها) خاک، شناخت خصوصیات جزیی خاک هم مورد نظر است. طبقه بندی سیستم (AASHTO) و متحد با یونینای (USCS) از این دسته اند. از آنجا که ستر آشتو مربوطه به راه سازی و سیستم متحد مربوط به ژئوتکنیک است، بنابراین با اشاره جزیی به سیستم آشتو می توان موضوع خود را معلوم به سیستم متحد خواهم کرد.

سیستم طبقه بندی آشتو

این سیستم توسط آرتور این آراند تهیه شده است.



۱- زمان خاک ریزد از بلندی که کرد اکثر عبور از الک ۰.۰۷۵ میلی است از ۰.۰۷۵ در صد کل دانه ها خاک باشد.

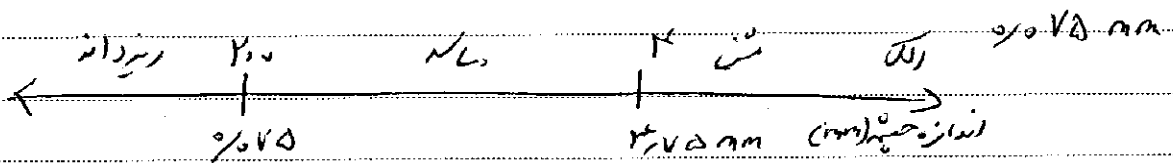
۲- در این سیستم خاک ها در ۸ رده به شرح زیر تقسیم میشوند:

رده خاک	موصوف خاک	اندازه خاک
A-1	مخلوط شن و ماسه و گرو سنگ	
A-2	مخلوط شن و ماسه ۷۵ درصد	درشت دانه
A-3	ماسه ریز	
A-4	ماسه با حد روان پایین	
A-5	" " " "	ریزدانه
A-6	ریس با حد روان پایین	
A-7	ریس با حد روان بالا	
A-8	خاک آلی	

سیستم طبقه بندی متحد (unified)

این سیستم توسط کامپانگرانده ارائه شده است.

۱- سنگ جرایم شن و ماسه ۴ د سنگ جرایم درشت دانه و ریزدانه الگ شماره ۲۰۰ است.



۲- خاک ریزدانه محسوب می شود اگر درصد جرایم از آنک ۲۰۰ (F_{200}) بیش از ۵۰٪ کل دانه ها/خاک باشد.

۳- در ماسه به صورت زیر حساب می شود. درصد جرایم از آنک ۴

$$F_5 = \left(\frac{F_4 - F_{200}}{100 - F_{200}} \right) \times 100$$

۴- سنگ جرایم آبی و رسی از هم نبود در چسب کامپانگرانده است. همان طور که قبلاً

TOSEHE بیان شد خط A با شماره (۰.۰۷۵) $PI = 0.075$ سوزن ۴۵ در ریس می باشد.

۵- در اين سيستم نام خاک در ابرار ۲ حرف مي باشد.

مزن درم | حرف اول

حرف اول شامل ميگردد از حرف نبراست.

G ← شن (Gravel) } درشت دانه
S ← ماسه (sand)

M ← لاي (Mud) } ريزدانه
C ← رس (clay)

O ← آلي (organic)

حرف دوم مي تواند بگيرد حرف نبر باشد

W ← فو دانه نبر شده (well graded) }
P ← بد دانه نبر شده (poor graded) } حرف دوم خاک
C ← خاک رس دار (clay) } درشت دانه
M ← خاک لاي دار (Mud)

L ← خاک با صدر روان (با خاصيت خميري) با پايين (low) }
H ← " " " " " " با بالا (high) } حرف دوم خاک ريزدانه

نکات ديگر

① مداليك كميتهت خاک درشت دانه

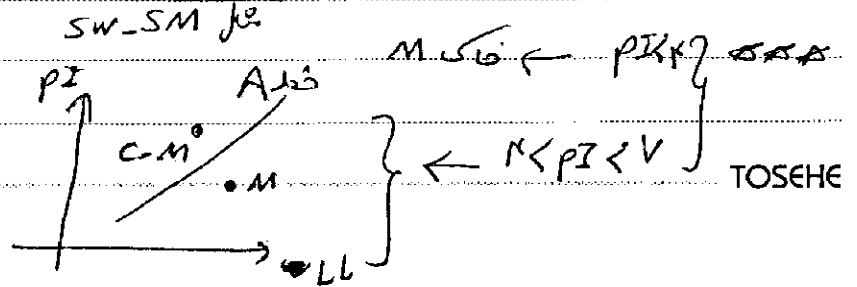
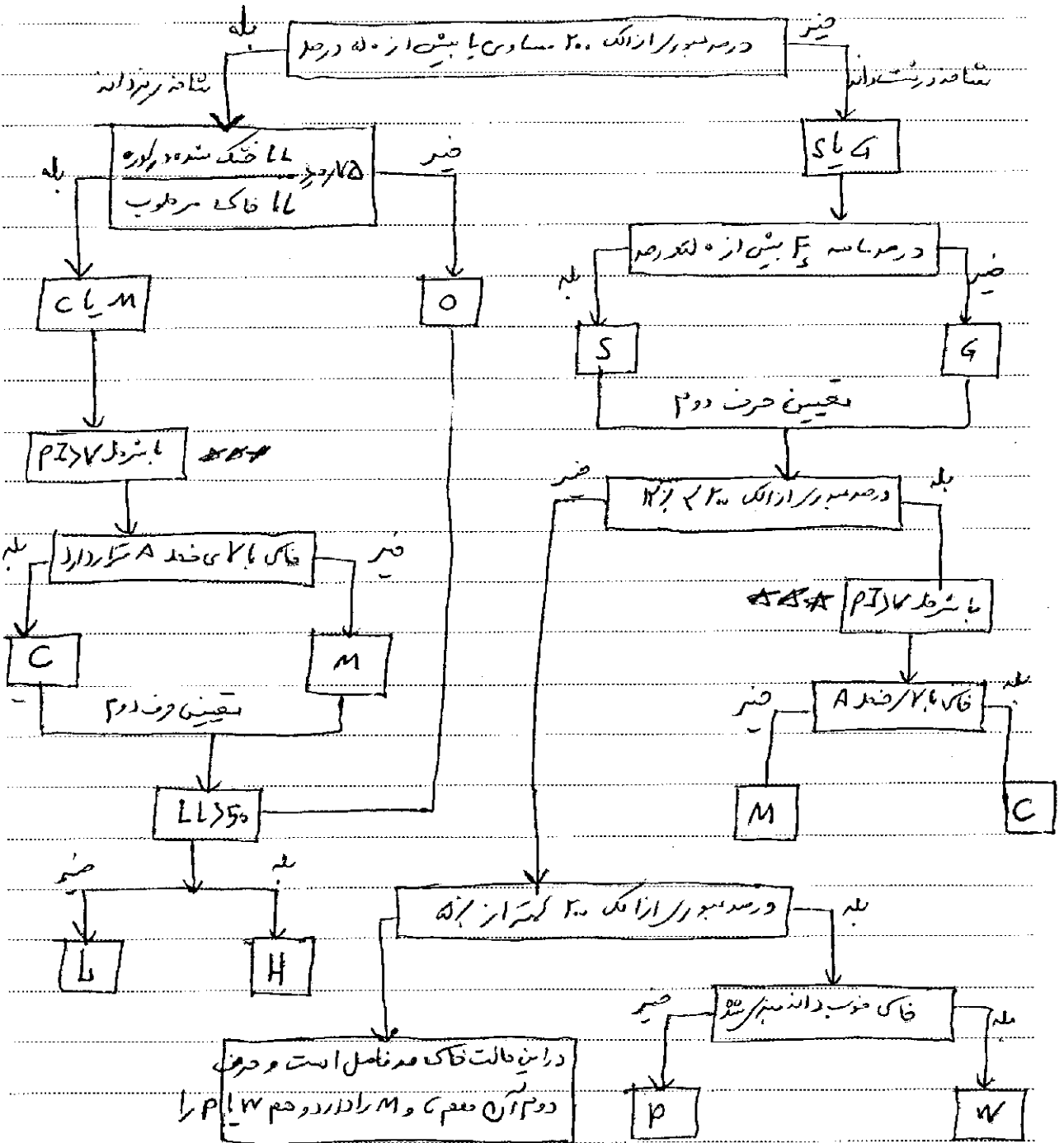
شن خوب دانه نبر شده	$C_u > 4$	$C_c < 1$
ماسه ريزدانه	$C_u > 4$	$C_c < 1$

② دانه ها را خاک با اندازه بزرگتر از ۷۵ ميلي متر، قلوه سنگ حساب مي آيند.

③ در بعضي از خاک ها به خصوص ريزدانه ها، تنبلي و تقريبه شده نگاه و وجود دارد که سبب مي شود تا اولاً رنگ و بوي خاک تغيير کند (رنگ خاکستري مایل به سياه يا بوي نامطلوب)، ثانياً از مقاومت خاک به طرز چشم گيري کاسته شود. اين خاکها، خاکها کاسه

آهن کاهي يا خاک برگ ناميده مي شوند و آن ها را (Pt) نشان مي دهند.

فلوجارت طبعه منبري فاگ بر اساس سيستم منبر



مترین : طبقه بندی خاک براساس سیستم متحد
 نتایج آزمایش دانه بندی بر روی نمونه خاکی نشان داده است که ۶۵ درصد آن از آنک شماره ۲۰۰ (۰.۷۵ میلیمتر) و ۷۵ درصد آن از آنک شماره ۴ (۴.۷۵ میلیمتر) میگذرد. حد چسبندگی و حد روان بخش ریزدانه این خاک به ترتیب ۲۵ و ۷۰ میباشند. در سیستم طبقه بندی متحد نام این خاک چیست؟

مترین : تشخیص خاک آلی
 دانه بندی خاک نشان داده است که تنها ۳ درصد دانه های خاک دارای اندازه های بزرگتر از ۰.۷۵ میلیمتر است. بر روی بخش ریزدانه این خاک آزمایش حد روان انجام می شود و نتایج بدست می آید. با ردیف سه لای خشک کردن نمونه در کوره آزمایش حد روان را تکرار می کنیم در این حالت حاصل آزمایش آت ۱۱ است. نام خاک در سیستم طبقه بندی متحد چیست؟

مترین : نام گذاری خاک ماسه ای بر اساس سیستم متحد
 در یک آزمایش دانه بندی، درصد عبور از آنک شماره ۲۰۰ با ترتیب ۶۵ و ۱۵ درصد است اگر حد چسبندگی و حد روان بخش ریزدانه خاک به ترتیب ۱۸ و ۲۰ میباشند، نام خاک TOSEHE

در سیستم طبقه بندی یونفار را تعیین کنید

تمرین : نام گذار را خاک چه حاصل شده

نتایج استخراج شده از آزمایش خاک دانندگی با الگ و حدود زیر برگ در یک نمونه خاک به شرح زیر است : $PI=4$ $bb=27$ $z=55$ درصد ریزه از الگ ۴
 آبه ۲۰ = درصد ریزه از الگ ۲۰. نام خاک در سیستم USCS چیست ؟

تمرین : نام گذاری خاک چه حاصل و با سه ای

در یک نمونه خاک، دانه های ریزتر از $2.0 \times 10^{-4} mm$ ۷۵ درصد، دانه های درشت از الگ شماره ۴۰ ۱۰ درصد و دانه های بین $2mm$ تا $4.75 mm$ ۲۵ درصد کل دانه ها است. اگر حدود مایع و دانندگی بخش ریزدانه خاک به ترتیب برابر ۴۰ و ۲۰ درصد بوده و از منحنی TOSEHE دانه بندی تعدادی منریب بگنواضی و منریب انحنای به ترتیب ۵ و ۲ به دست

Subject .

سال تحصیلی - ۲۱ - سال تحصیلی

Year.

Month.

Day.

گروه بندی در آن صورت نام خاک در سیستم طبقه بندی سکو را تعیین کنید.

Subject .

Year.

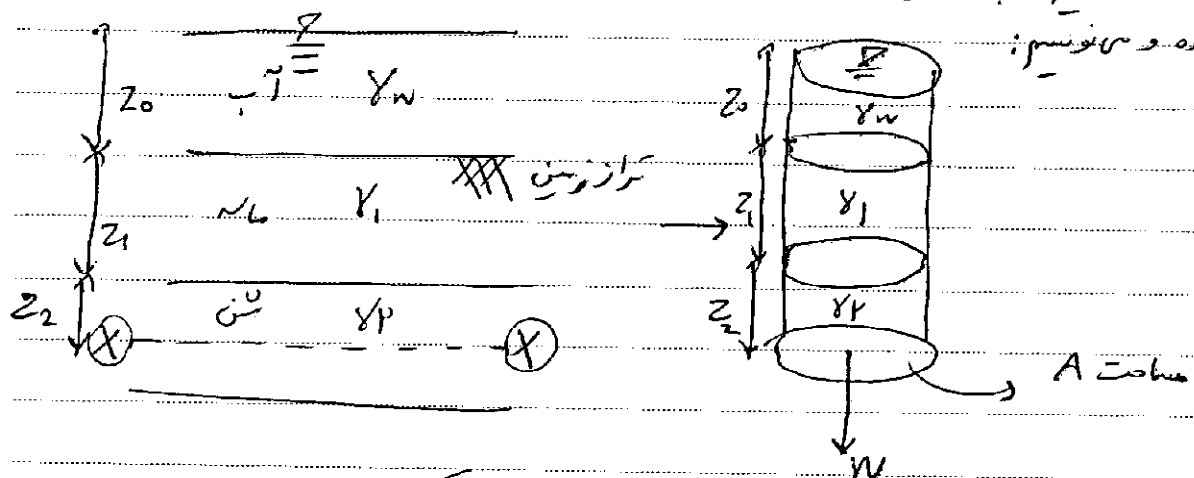
Month.

Day.

اصل تنش مؤثر

تغییر شکل خاک مشابه تغییر شکل یک فنجانچه خراب در هوا یا آب بارگزار است، تغییر شکل آن تحت اثر بار وارده در هر دو حالت، یکسان خواهد بود. به عبارت دیگر تغییر شکل خاک مستقل از فشار آب بوده و فقط بستگی به دانه‌های جاسد خاک دارد. تنش موجود و مربوط به دانه‌ها/جاسد خاک که در رفتار ستاوست و تغییر شکل خاک مؤثر است، تنش مؤثر نامیده می‌شود که موضوع اصلی در این بحث است.

معمالاً شکل زیر بیرونیل یک خاک و شیب را در نظر بگیرید که تحت هیچ گونه بار ظاهری نبوده و آب نیز در آن حرکت ندارد. در ابتدا می‌خواهیم تنش تمام (نرمال) کل را در تراز $x-x$ به دست آوریم. برابر این منظور ستون از خاک به مساحت A را با γ_w تراز $x-x$ جدا کرده و می‌نویسیم:



$$\omega = \frac{\text{وزن ستون خاک در بالای تراز } x-x}{\text{مساحت مقطع توده خاک در تراز } x-x} = \frac{W}{A} = \frac{\gamma_w z_0 A + \gamma_1 z_1 A + \gamma_2 z_2 A}{A}$$

→ $\omega = \gamma_w z_0 + \gamma_1 z_1 + \gamma_2 z_2$

در رابعدر بالا ما متوجه شدیم که با تغییر عمود خاک می‌توانیم γ_1 و γ_2 را به ترتیب با $\gamma_{sat}(1)$ و $\gamma_{sat}(2)$ جایگزین کنیم. حال تنش σ دست آمده از رابعدر بالا را از تراز $x-x$ به دو بخش تقسیم کردیم:

$$u = z_0 \gamma_w + (\gamma_1 + \gamma_w) z_1 + (\gamma_2 + \gamma_w) z_2$$

$$\rightarrow u = \gamma_w (z_0 + z_1 + z_2) + \gamma_1 z_1 + \gamma_2 z_2$$

چون در خاک مذکور هیچگونه تراوشی (حرکت آب در خاک) نداریم، بنابراین سطح آزاد آب، تراز پیزومتریک معبر نقاط داخل خاک خواهد بود. از این رو اگر پیزومتر را در تراز $x-x$ قرار دهیم، آب در آن هم تراز با سطح آزاد آب خواهد ایستاد. پس اگر فاصله تراز $x-x$ تا سطح آزاد آب را با H_0 نشان دهیم در آن صورت فشار آب صغیر در این تراز برابر است با:

$$u = \gamma_w h_p = \gamma_w (z_0 + z_1 + z_2) = \gamma_w H_0$$

مبارزه قوی تنش (فشار) موجود در آب را نشان می دهد و قسمت باقی مانده از تنش کل مربوط به دانه ها که خاک بوده و به آن تنش مؤثر نام می گویند. همانطور که مشخص است، تنش مؤثر تمام که از این به بعد اختصاراً آن را تنش مؤثر می نامیم، برابر است با:

$$u' = \gamma' z_1 + \gamma' z_2$$

از جمع مذکور در طلب ما بالا داریم

$$u = u' + u$$

$$\rightarrow u' = u - u$$

در نظر \uparrow اصل تنش مؤثر نامیده می شود که مهم ترین اصل در مکانیک خاک است. دوباره تأکید می گردد که تغییر شکل خاکها زیر بار تا بعد از تنش مؤثر است نه تنش کل.

تنش مؤثر توسط پیزوهای تأمین می شود که ذرات خاک در محل تماس خود با هم ایجاد می کنند پس با این توجه داشت که این نیروها نه به مساحت دانه خاک جامد بلکه به مساحت کل در تراز مورد نظر تقسیم می شوند. نتیجتاً آنکه مقدار تنش

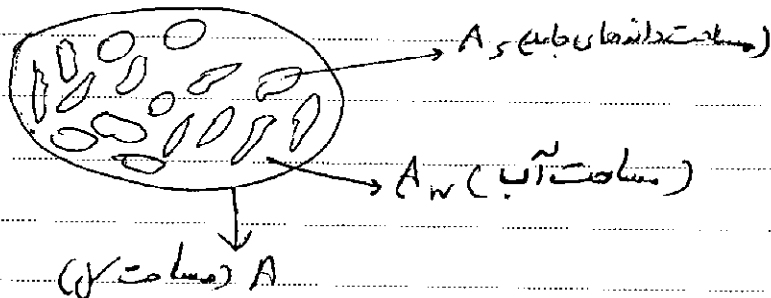
نکته

TOSEHE

مؤثر (که) از مقدار واقعی تنش بین دانه ها که باید خاک (به) کمتر است و

$$A_s \times A \rightarrow \sigma' = \frac{F_s}{A} < \sigma = \frac{F_s}{A_s}$$

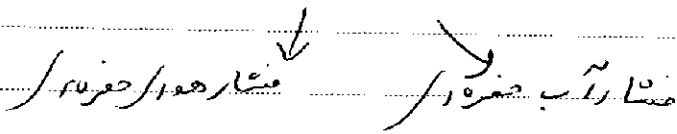
در عبارت فوق F_s نیروی است که ذرات خاک در محل تماس با هم ایجا می کنند



نکته اصل تنش مؤثر برابر تنش ها که قائم (در حال) هر کار می رود و مربوط به تنش ها می باشد. علت آن است که آب تنش برش تحمل نمی کند و همواره $\sigma = c$ می باشد

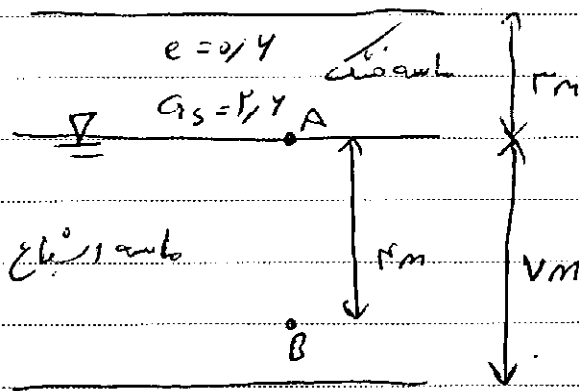
نکته در خاک های خشک فشار آب منفی در حفره های خالی و تنش کل و تنش مؤثر با هم برابرند. حال اگر خاک غیر اشباع باشد و درجه اشباع کم داشته باشد در آن حفره ها می توان فشار آب منفی را تقریباً برابر صفر در نظر گرفت و تنش مؤثر را با تنش کل برابر دانست. در طرز هم که خاک غیر اشباع بوده ولی درجه اشباع آن قابل ملاحظه باشد می توان با استفاده از رابطه پیشاب، تنش مؤثر در خاک منفی اشباع را به صورت زیر حالتی کرد:

$$\sigma' = \sigma - u_a + n(u_a - u_w)$$



در این رابطه n ضریب است که بین صفر و یک بوده و بستگی به درجه اشباع خاک دارد و از طریق تجربی بدست می آید. خاک خشک $n = 0$ (رشته) تغییرات n TOSEHE خاک اشباع $n = 1$ ضعیف نیست.

تمرین: با سه تنش مؤثر در یک تراز دگواه از جدول فاک
در شکل زیر مقدار تنش مؤثر در نقاط A و B حفیر است؟



توزیع تنش در توده خاک

و در بسته ای عملی را می توان بر اثر تنش ها موجود در توده خاک در نظر گرفت:

- ۱- تنش ها که بر جا که ناشی از وزنه توده خاک موجود در عمل می باشد
- ۲- تنش ها که ناشی از سرباز که در اثر بارگذاری بر روی خاک ایجاد می شوند.

نکته - تنش اعمالی به خاک در هر نقطه از مجموع تنش ها که فرقی محاسبه می گردد.

تنش ها که بر جا باشد تنش کل و تنش مؤثر می باشد که قبلاً بحث گردید. در این بخش با استفاده از تئوری الاستیسیته، تعیین تنش ها که ناشی از انواع سربازها در نقاط مختلف یک توده خاک بررسی می گردد.

مطلوبه مثال با احداث یک پی، خاک زیر آن در اطراف مختلف تحت اثر تنش تنش قرار می گیرد. اثرات تنش در خاک به بار وارد بر واحد سطح پی، عمق و فاصله نقطه مورد نظر از پی و چند عامل دیگر بستگی دارد. برای محاسبه نسبت تعیین این اثرات تنش لازم است

* * * * *

برای تعیین تنش ها که ناشی از سرباز دو تئوری اصلی وجود دارد: تئوری بوسینسک و تئوری وسترگارد. تئوری بوسینسک اغلب در مکانیک خاک برای خاکها همگن و همسان قابل کاربرد است. از تئوری وسترگارد معمولاً در راهسازی، روسازی و برای خاکها لایه لایه استفاده می نمود.

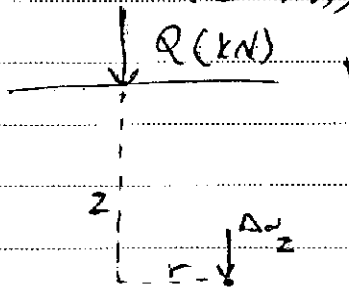
روابط بوسینسک

بوسینسک بر مبنای فرضیات زیر روابط خود را برای تعیین تنش ها که ایجاد شده در خاک ارائه نمود.

- خاک بدون وزنه است.
- تغییر حجم خاک ناچیز است.
- محیط خاک بی نهایت، همگن و همسان است.

مقاومت خاک را با سنگ خطی و تابع قانون هوک (E-E) می‌باشند. لذا می‌توان از اصل جمع اثر نیرو استفاده نمود.

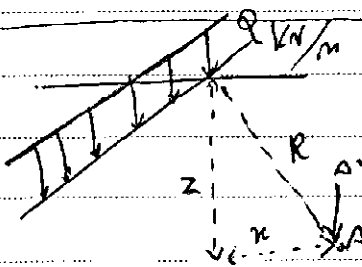
بر مبنای این فرضیات و سرگارد روابط زیر را می‌توان آموخت است



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

بار نقطه‌ای

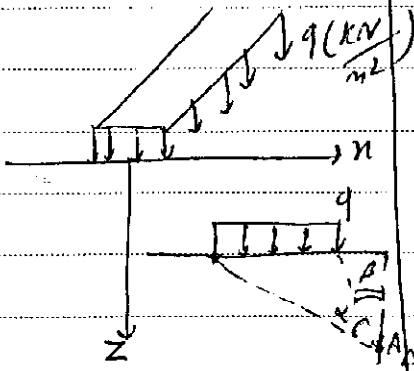
$$r \ll z \rightarrow \Delta v_z = \frac{r^3 \varphi}{2\pi z^2}$$



$$\Delta v_z = \frac{2q z^2}{\pi (\pi^2 + 2^2)^2}$$

بار خطی

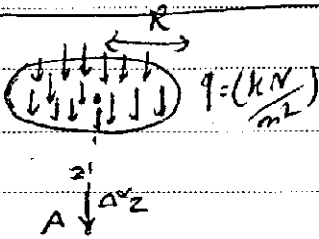
$$r \ll z \rightarrow \Delta v_z = \frac{2q}{\pi z}$$



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

بار نواری
 φ و β بر حسب رادیان می‌باشند
 α همواره مثبت است

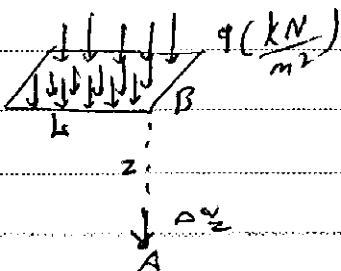
β وقتی نقطه A خارج محدوده بارگذاری باشد
 مثبت و زمانی که زیر محدوده بارگذاری باشد منفی است



$$\Delta v_z = q \left[1 - \left(\frac{1}{1 + (\frac{R}{z})^2} \right)^2 \right]^{\frac{5}{2}}$$

بار دایره‌ای

نقطه A در زیر مرکز سطح دایره می‌باشد



$$\Delta v_z = q I_r$$

بار مستطیلی
 نقطه A در زیر گوشه مستطیل می‌باشد

I_r تابعی از n = b/z و m = B/z می‌باشد و در

صورتی که نسبت بار m و n تغییر نکند I_r تغییر

توسعه

نخواهد کرد.

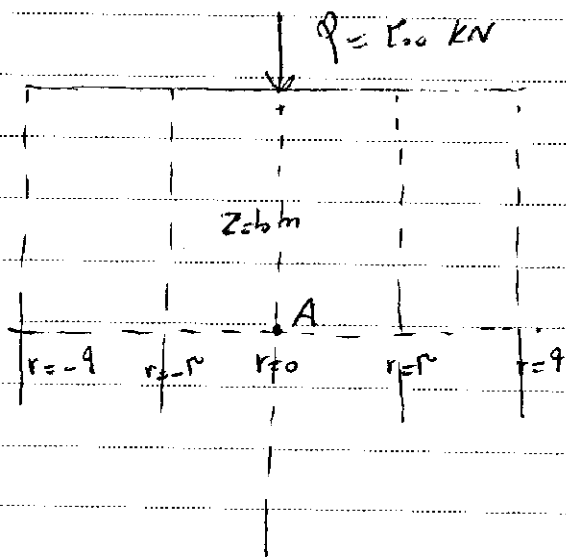
و در عمق ۰ متر

تقریباً : توزیع تنش ناشی از بار نقطه‌ای

با توجه به شکل زیر توزیع تنش در خاک عمود بر عوامل $10 \pm 9 \pm 9$ بارگذاری

تعیین کنید مسطح عمود بر توزیع عمود بر عمق

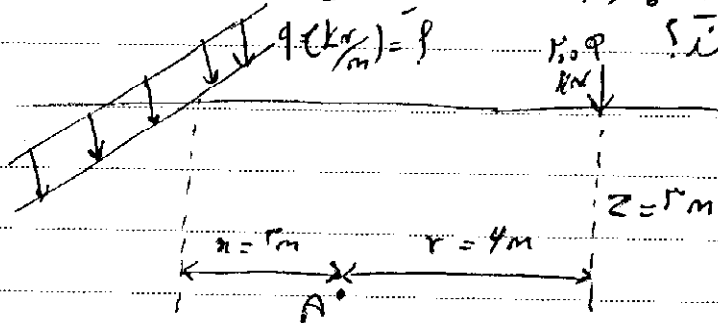
$Z=10$ را رسم کنید.



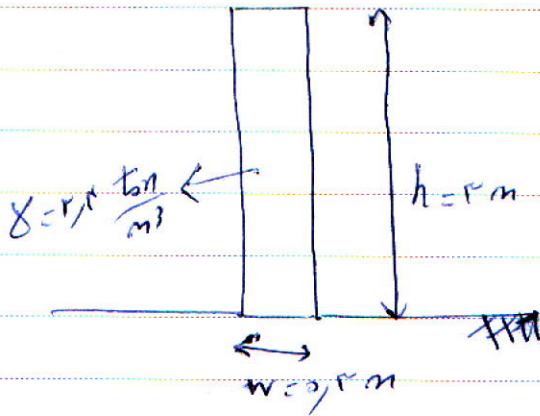
تقریباً : توزیع تنش ناشی از بار خطی

با توجه به شکل زیر شدت بار خطی باید صاف و یکنواخت باشد. اثرات تنش ناشی از بار خطی و نقطه‌ای

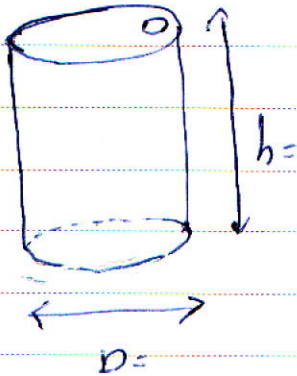
در نقطه A مقدار یکسانی دارند؟



مهمترین : افزایش تنش ناشی از سربار نواری
 چه تنشی در عمق \bullet ستری زیر یک دیوار بتنی با مشخصات زیر در خاک ایجاد می‌گردد؟



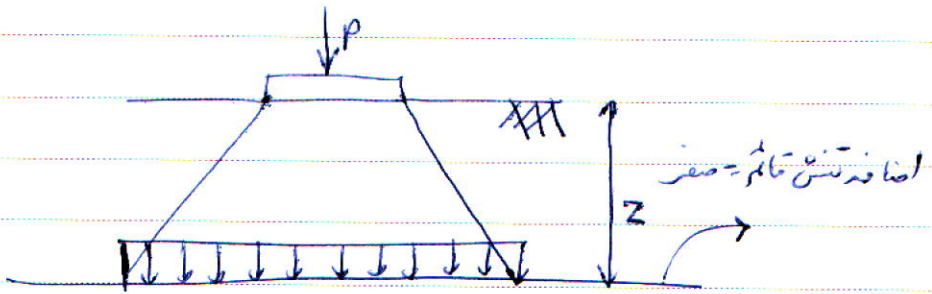
مهمترین : افزایش تنش ناشی از سربار نواری
 یک سبکه پر نفت چه تنشی در زیر خاک در عمق یک سترتا و در فاصله \bullet سترتا از سربار سبکه
 ایجاد خواهد کرد؟ $\gamma = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$



روش تقریبی توزیع تنش

در این روش می توان اضافه تنش قائم ایجاد شده در خاک را به صورت مربع و تقریبی تعیین زد. به این صورت که فرض می شود بار اعمال شده در سطح خاک با شیب آ ضلعی ۲ به ۱ (۲ تا ۱ افقی) در درون خاک توزیع می گردد. روش کار را می توان به طور کلی در رابطه زیر خلاصه کرد:

$$\Delta \sigma_z = \frac{\text{کل بار در سطح زمین}}{\text{مساحت در عمق } z} = \frac{\text{اضافه تنش قائم قائم ناشی از بار کله آریا}}{\text{در عمق } z}$$



نکته در این روش طبق شکل بالا، اضافه تنش قائم کله ای نقطه ای که در داخل محدوده و در یک ترازند مقدار یکبار است. چنانچه نقطه ای خارج از محدوده توزیع تنش باشد اضافه تنش قائم در آن نقطه برابر صفر خواهد بود.

نکته در رابطه تقریبی برای انواع بارها به شرح زیر است.

بار نقطه ای	بار نواری	بار نواری	بار ضلعی	بار نقطه ای
$\Delta \sigma_z = \frac{q \times B \times l}{(B+z)(l+z)}$	$\Delta \sigma_z = \frac{q \times R^2}{(R+\frac{z}{2})^2}$	$\Delta \sigma_z = \frac{qB}{B+z}$	$\Delta \sigma_z = \frac{q}{z}$	$\Delta \sigma_z = \frac{q}{z^2}$

میزین: محاسبه تنش زیر می سطح (په رابع جنوسی) با استفاده از روابط متریک
 اگر بر یک شالوده مستطیلی شکل به ابعاد ۳۲۴ متر مربع فشار یکینواخت $۲۰ \frac{t}{m^2}$
 وارد شود، آنگاه مقدار این فشار به روش متریک ۲ در عمق ۲ متر برابری
 از مقدار زیر است؟ (مردم منظور نمودن وزن خاک و شالوده)

$$۴۱۹ \frac{t}{m^2} (۴)$$

$$۱ \frac{t}{m^2} (۳)$$

$$۳۲۴ \frac{t}{m^2} (۲)$$

$$۱۲ \frac{t}{m^2} (۱)$$

نشست خاک

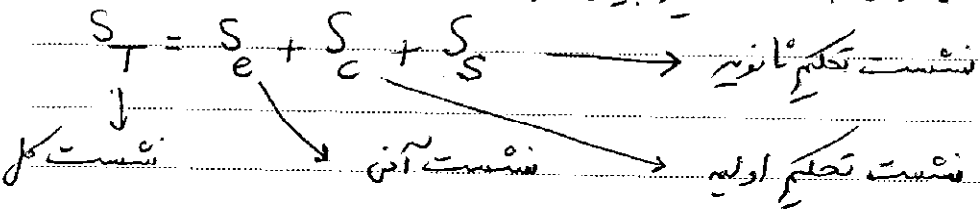
افزایش تنش ناشی از سافت چسب یا بارها را دیگر باعث تراکم شدن لایه‌های خاک نمی‌شود. تراکم یا نشست خاک از تغییر شکل مشارک، جابجایی ذرات و خروج آب یا هوا از میان حفرات ناشی می‌شود. در حالت کلی از نظر مدت زمان لازم برای تراکم خاک، نشست خاک ۲ دسته نشستی یعنی نشست تحکیم تقسیم می‌شود. همچنین از نظر شرایط برگشت پذیری، نشست خاک به نشست هارداستیک و غیرالاستیک تقسیم می‌شود. در یک مطالعه نیز ترکیبی از دو دیدگاه نشست خاک را می‌توان به صورت زیر دسته بندی کرد:

۱- نشست آئن (الاستیک):
 که در اثر تغییر خشک‌الاستیک خاک خشک و خاکها در طول و اشباع بدون تغییر میزان رطوبت ایجاد می‌شود. محاسبات نشست آئن معمولاً بر اساس معادلات حاصل از تئوری الاستیسیته است.

۲- نشست تحکیم اولیه:
 که در اثر تغییر حجم خاک اشباع ریزدانه به دلیل خروج آب از حفرات ایجاد می‌شود. محاسبات نشست تحکیم معمولاً بر اساس تئوری تحکیم تراوان است.

۳- نشست تحکیم ثانویه:
 که در خاکها چسبیده اشباع و در اثر تغییر خاصیت چسبندگی سافت رخا ایجاد می‌شود. این نشست در تنش مؤثر ثابت روی می‌دهد.

کل نشست چسب با می‌توان به صورت زیر بیان نمود



نشست آبی

نشست آبی الاستیک خاک (e) در بست پس از اعمال بار و بردن تغییر در میزان رطوبت خاک صورت می گیرد.

نحوه نشست خاک زیر پی به اختلاف پذیرسی پی و نوع خاک بستگی دارد. مقدار نشست آبی پی ها می تواند به مصالح الاستیک با ضخامت نامحدود (عمیق نشسته) پی (بنا) با استفاده از محادلات تئوریک الاستیسیته، از رابطه زیر محاسب می گردد.

$$S_e = A \cdot v \cdot B \cdot \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} \cdot I_p$$

S_e ← نشست آبی
 μ_s ← ضریب پواسون خاک
 E_s ← ضریب ارتعاشی خاک
 I_p ← ضریب تأثیر بر مقدار بار بستگی به شکل پی و طبیعت آن است.
 مقدار ضریب تأثیر پی (I_p) را می توان از جدول زیر تعیین نمود.

شکل پی	I_p		میرطلب
	پی انعطاف پذیر		
	مکعب	گرد	
دایره	۱	۰/۶۴	۰/۷۹
مربع	۱/۱۲	۰/۵۶	۰/۸۸
مستطیل با $\frac{b}{l} = ۲$	۱/۵۳	۰/۷۷	۱/۲۱
" = ۳ " "	۱/۷۸	۰/۸۹	۱/۴۲
" = ۵ " "	۲/۱	۱/۰۵	۱/۷
" = ۱۰ " "	۳/۵۴	۱/۲۷	۲/۱

بهترین : اثر تغییرات ابعاد پی در مقدار نشست آبی
 اگر برابر یک پی مستطیل به طول l و عرض b ، طول ۲ برابر و عرض نصف گردد
 TOSEHE آن گاه مقدار نشست آبی چه تغییری می کند؟

Subject .

نسبت خاک - ۲ - حال محرابی

Year.

Month.

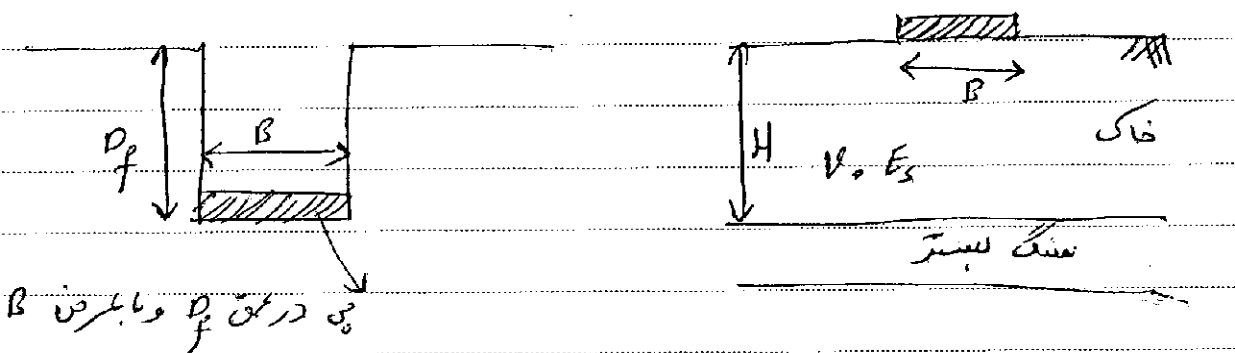
Day.

مگرین : توزیع مقدار نشست آبن زیر سطح انعطاف دایره ای در محراب گرفته در خاک ماسه ای
 یک م در دایره ای به قطر ۲ متر در یک خاک ماسه ای با $\mu_s = 0.3$ و $E_s = 15 \frac{10^4}{m^2}$
 انعطاف پذیر
 حرارت گرفته است اگر بار اعمالی بر من $p = 200 kN$ باشد مطلوب توزیع نشست چیست؟

نکته : اگر خاک زیر من نامحدود نباشد (شکل صفت راست) و یا در سطح زمین نباشد (شکل صفت چپ) رابطه تعیین نشست آن به صورت زیر اصلاح می گردد

$$S_e = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} \cdot I_p \cdot I_r \cdot I_p$$

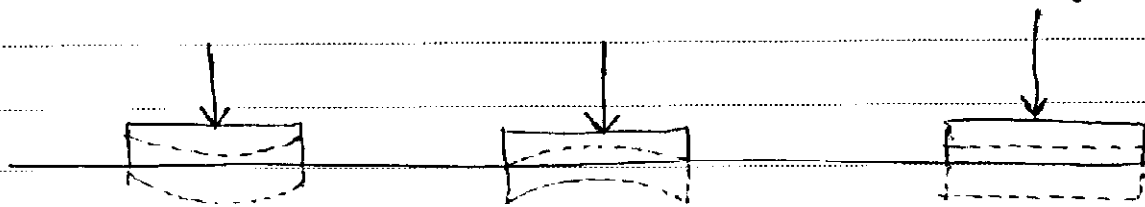
اگر صفت عمق
اگر صفت بستری



توزیع فشار و نشست (۱) شنگ درین ها به دو عامل بستگی دارد:

- ۱- نوع پی به لحاظ انعطاف پذیری یا صلب بودن آن
- ۲- نوع خاک زیر پی به لحاظ فاصله از باررسی بودن آن

نشست پی:

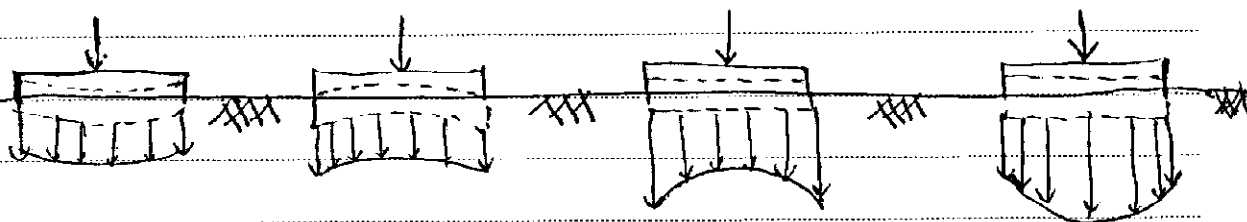


ح (پی منعطف بر روی خاک رسی)

ب (پی منعطف بر روی خاک ماسه)

الف (پی صلب بر روی خاک ماسه ای و رسی)

توزیع فشار زیر پی:



ب (پی منعطف بر روی خاک رسی)

پ (پی منعطف بر روی خاک ماسه ای)

د (پی صلب بر روی خاک رسی)

د (پی صلب بر روی خاک ماسه ای)

زیر تعریف می گردد.

$$OCR = \frac{\text{بیشترین تنش مؤثر کاریفیه خاک}}{\text{تنش مؤثر موجود}} = \frac{C_k}{\sigma_0}$$

۱- ریس بادی تحکیم یافته (NC)

در این خاک ها، تنش مؤثر قائم موجود بر روی نمونه حداکثر تنش مؤثری است که خاک در عمر خود تجربه کرده است.

$$OCR = 1 \rightarrow C_k = \sigma_0$$

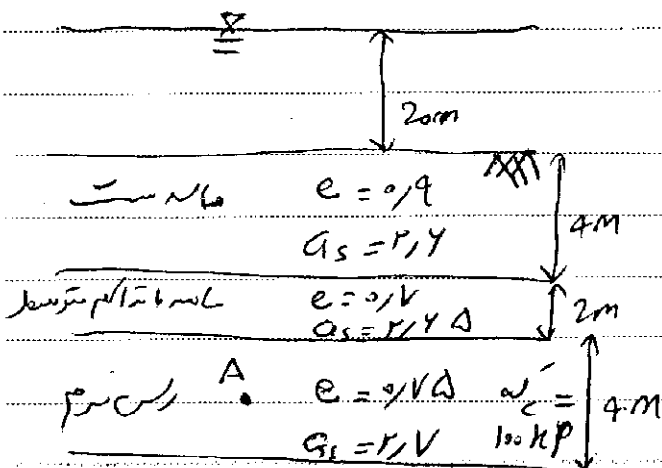
۲- ریس پیش تحکیم یافته (OC)

در این خاک ها تنش مؤثر قائم موجود کمتر از حداکثر تنش مؤثری است که این خاک در عمر خود تجربه کرده است. یعنی با گذشت زمان تنش مؤثر قائم بر اثر عواملی (از قبیل فرسایش خاک یا خاکبرداری و یا نوسان گیری) کاهش یافته است. در این حالت:

$$OCR = \frac{C_k}{\sigma_0} > 1 \rightarrow C_k > \sigma_0$$

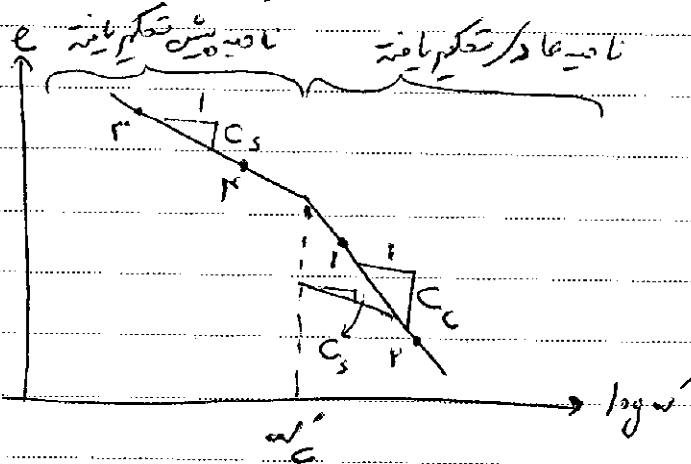
گزینه: تشخیص خاک ریس NC یا OC

تعیین کنید که در نقطه A خاک ریس از کدام نوع می باشد؟



آزمایش تحکیم یک بعدی (اودومتر)

ضخیمات خاک ها را ضمن تحکیم و یا تورم یک بعدی، می توان با استفاده از آزمایش تحکیم تعیین نمود. در این آزمایش نمونه اشباع خاک در داخل حلقه ای که تغییر شکل جانبی آن ناچیز است قرار می گیرد و با اعمال بارگذاری و توقف بار به مدت ۲۴ ساعت مبروس نمونه مقدار نشست آن در زمان های مختلف ثبت می شود که به کمک آن منحنی زمان - نشست به دست می آید همچنین با تعیین نسبت تخلخل در ابتدا و انتهای هر مرحله از آزمایش می توان گونه $e - \log p$ را رسم کرد. در یک آزمایش کامل تحکیم یک دوره باربرداری و بارگذاری مجدد نیز انجام می شود مطابق شکل منحنی $e - \log p$ را عموداً به صورت سوراخ ضمن تخمین می زنند شیب این منحنی در نواحی عادی تحکیم یافته و بیش تحکیم یافته متفاوت خواهد بود.



با استفاده از نمودار بالا به پارامترهای زیر می توان در تعیین نشست به کار می رود محاسبه نمود:

- ۱- تنش بیش تحکیم (p_c):
این مقدار خود اگر تنش ژئواستاتیک باشد است که در گذشته نمونه خاک تحت آن قرار داشته است.
- ۲- شاخص تراکم (C_c):
این گیت شیب قسمت خطی نمودار $e - \log p$ در ناحیه عادی تحکیم یافته است که می توان از رابطه زیر آن را محاسبه نمود.

$$C_c = \frac{e_1 - e_r}{\log\left(\frac{v_r}{v_1}\right)}$$

۳- شاخص مکرر (C_s) : این نسبت سبب سمت ضعیف بوداری $e - \log v$ در نواحی بیش تکلیف می باشد

$$C_s = \frac{e_r - e_c}{\log\left(\frac{v_r}{v_c}\right)}$$

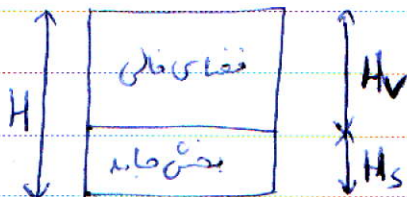
نکته: نسبت ضعیف بخش ابر برداری را تقریباً با نسبت ناحیه بیش تکلیف برابر فرض می کنند مقدار C_s معمولاً بین $\frac{1}{10}$ تا $\frac{1}{5}$ مقدار C_c می باشد

جزئیات رسم نمودار $e - \log v$

مکان مهم ترین، ضریب ترین و کاربردترین نتایج حاصل از آزمایش تکمیر یک عددی رسم نمودار فشار متغیر شکل $[e - \log v]$ خواهد بود

مراحل رسم نمودار:

① مطابق ارتفاع بخش جامدات



$$\gamma_s = G_s \gamma_w \rightarrow \frac{W_s}{V_s} = G_s \gamma_w$$

$$\rightarrow \frac{W_s}{A H_s} = G_s \gamma_w$$

$$\rightarrow H_s = \frac{W_s}{A G_s \gamma_w}$$

۲) محاسبه ارتفاع اولیه فضاها خالی

$$H_v = H - H_s$$

۳) محاسبه نسبت تخلخل اولیه

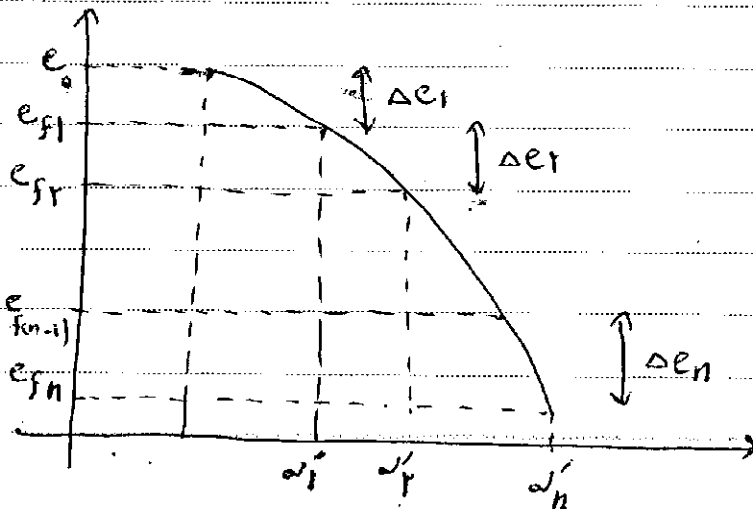
$$e_o = \frac{V_v}{V_s} = \frac{H_v A}{H_s A} = \frac{H_v}{H_s}$$

$$\rightarrow e_o = \frac{H_v}{H_s}$$

۴) کنترل تغییرات نسبت تخلخل

در طول انجام آزمایش تحکیم H_s ثابت می ماند اما H_v تغییر خواهد کرد

مطر					
۱	مردم بارگزار	۱	۲	...	n
۲	Δe	Δe_1	Δe_2	...	Δe_n
۳	ω'	$\omega'_1 = \frac{p_1}{A}$	$\omega'_2 = \frac{p_2}{A}$...	$\omega'_n = \frac{p_n}{A}$
۴	e_f	$\underbrace{e_o - \Delta e_1}_{e_{f1}}$	$\underbrace{e_{f1} - \Delta e_2}_{e_{f2}}$...	$\underbrace{e_{f(n-1)} - \Delta e_n}_{e_{fn}}$



می دانیم که در طول آزمایش مخلوط ΔH_1 ، ΔH_2 ، ΔH_n از روس گنج تغییرگاه
تمام نمونه قابل اندازه گیری است لذا

$$\Delta e_1 = \frac{\Delta H_1}{H_s}$$

دور از ثابت و

$$\Delta e_n = \frac{\Delta H_n}{H_s}$$

بنابراین جهت انجام مرحله ۱ رسم نمودار $e - \log \alpha$ جدول صفحه قبل را رسم نمود
دین

۱-۴ Δe را در هر مرحله با رنگداری مشخص می نمایم (سطح در ۴ جدول)

۲-۴ که را در هر مرحله با رنگداری ... (سطح سوم جدول)

۳-۴ از جاسات دو سله قبل جدول و از آنجا که در مرحله ۳ e ها کمی بسته
است e_{p1} نسبت بخاطر در بیان مرحله با رنگداری ۳۱) را استخض

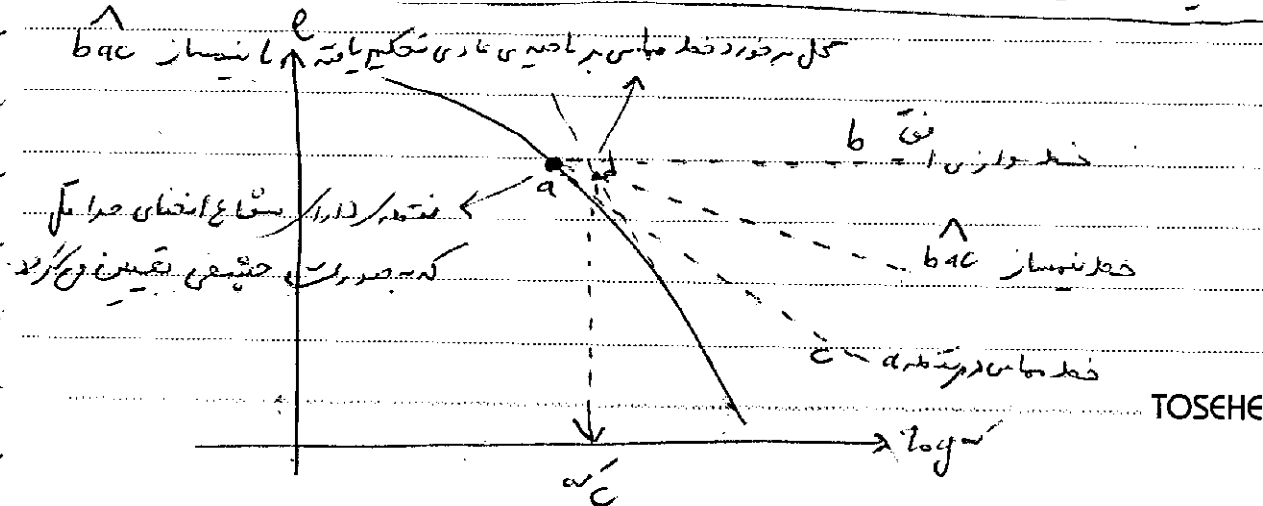
کرد. در سله چهارم ثبت می نمایم.

۴-۴ اکنون با تعیین موقعیت نقاط (e_{p1}, α) استفاده از سله سزا

د چهارم جدول نمودار را رسم می نمایم.

تعیین موقعیت پارامتر α از روی نمودار $e - \log \alpha$

محل برخورد نقطه مماس بر ناحیه e و منحنی باقیه α با نسیار bac



استخراج رابطه کلی نسبت تحکیم با استفاده از نتایج آزمایش تحکیم

مانند طور که در قسمت دیگر نمودار $e - \log s$ بحث داریم

$$\Delta e_1 = \frac{\Delta H_1}{H_s} \quad \Delta e_n = \frac{\Delta H_n}{H_s} \quad *$$

از طرفی می دانیم که ΔH یعنی تغییر ارتفاع خاک در رابطه بارگذاری / زمان S_c یا نسبت تحکیم می باشد لذا از این دو می توان رابطه $*$ داریم

$$\Delta H_n = H_s \Delta e_n$$

$$\downarrow$$

$$\frac{\Delta H_n}{H} = \frac{H_s}{H} \Delta e_n$$

کارشماج اولیه نمودار $e - \log s$

$$\frac{\Delta H_n}{H} = \frac{H_s}{H_s + H_v} \Delta e_n$$

$$\frac{\Delta H_n}{H} = \frac{\frac{H_s}{H_s}}{\frac{H_s}{H_s} + \frac{H_v}{H_s}} \Delta e_n = \frac{1}{1 + e_0} \Delta e_n$$

$$\downarrow$$

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

$$\rightarrow \frac{S_c}{H} = \frac{\Delta e}{1 + e_0}$$

$$\downarrow$$

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

TOSEHE

رابطه بسیار مهم نشان می دهد نسبت تحکیم به e_0 بار استراحتی
ارتفاع اولیه e_0 خاک و Δe بستگی دارد

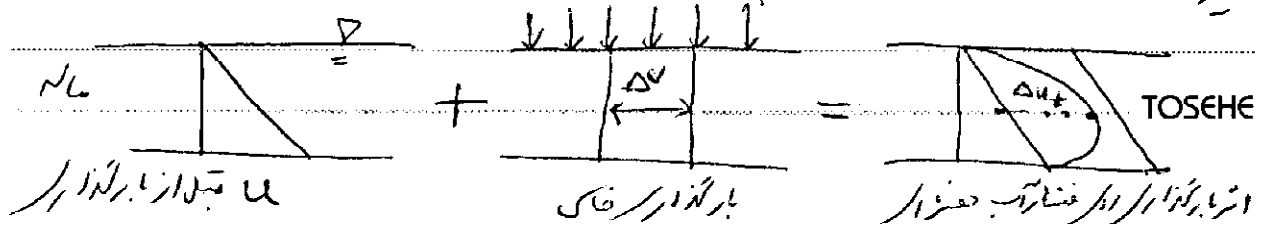
کرمیند کما به نشست تحکیم

یک لایه خاک ریزانه با نسبت منافذ اولیه $e_0 = 0.4$ و وضاحت ۲ متر تحت یک بار گسترده یکینواخت تحکیم پیدا کرده و نسبت منافذ آن به $e_f = 0.8$ کاهش می‌یابد. نشست لایه خاک حقیقراست؟

سرعت تحکیم

در بخش قبل نشست ناشی از تحکیم به علت انزالش تنش بر روی لایه رسی مورد بررسی تکرار گرفت. تحکیم یک متر آینه زمان بر است و نشست ناشی از آن در طول زمان کامل می‌شود. بنابراین دانستن مقدار نشست تحکیم در زمان‌های مختلف بسیار حائز اهمیت است. به عنوان مثال فرض کنید نشست کل تحکیم یک لایه رسی مطابق شده است. حال می‌خواهیم بدانیم پس از یک ماه چه مقدار نشست رخ می‌دهد و چند درصد نشست کل اتفاق می‌افتد؟ یا زمان لازم برای وقوع ۵۰ درصد نشست کل حقیقراست؟

برای پاسخ به این سوآل‌ها، باید سرعت تحکیم و تئوری مربوط به آن بررسی گردند. تروان در سال ۱۹۲۵ اولین تئوری در خصوص سرعت تحکیم یک بعدی در خاک‌های رسی را ارائه داد. برای بررسی بهتر سرعت تحکیم از نمودارهای زیر استفاده می‌کنیم. این نمودارها وضعیت یک لایه نازک رسی از شابع دو طرفه را نشان می‌دهد. لایه رسی می‌تواند توزیع‌های مختلفی از اضافه فشار Δu بازگشایی آب حفره را داشته باشد. در شکل زیر یک نمونه توزیع یکینواخت برای اضافه فشار آب حفره در طی احوال یک بار گسترده یکینواخت نشان داده شده است.



۱) قبل از بارگذاری بارگذاری خاک اثر بارگذاری از طرف فشار آب حفره

از وقت در شکل صدمه قبل از توان نتیجه گرفت که

① قبل از اعمال بار گذار از توزیع فشار آب حفزه بر سطح مشکل است

② اعمال اضافه تنش $\Delta \sigma$ در خاک باعث انتقال این تنش به طور یکنواخت در

لایه خاک می گردد.

③ ملافاصله بعد از اعمال بار در کل لایه فشار آب حفزه را بر به اندازه $\Delta \sigma$ افزایش

میابد

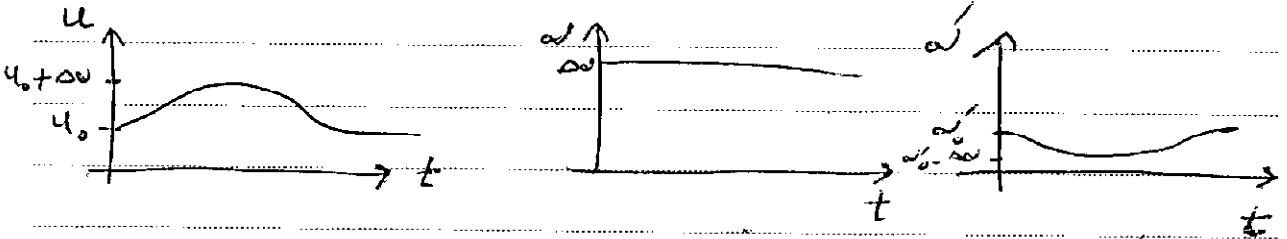
$$t=0 \quad \rightarrow \quad u = \frac{\Delta \sigma}{\gamma_w} h + \Delta \sigma$$

افزایش تنش نوزاد
فاصله یعنی زیر تراز آب زیر زمینی
وزن مخصوص آب

④ با گذشت زمان فشار آب حفزه را $\Delta \sigma$ شده و تنش موثر کاهش میابد

⑤ کاهش فشار آب حفزه را در نواحی نزدیک به لایه تمایل از خاکش شدیدتر است

⑥ نمودارهای زیر روند تحکیم را نشان می دهد (در یک نقطه در لایه خاک)



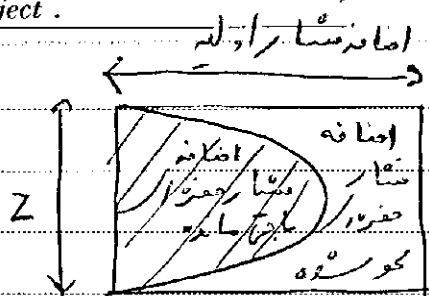
در کل سکنولگی زایل شدن اضافه فشار آب حفزه را (۵۴) و انتقال آن به دانه ها / خاک

صرف سرعت تحکیم می باشد.

همان حال که در شکل زیر دیده می شود درجه تحکیم برای نقاط مختلف از عمق خاک

متفاوت است. اما در عمل برای محاسبه میزان پیشرفت تحکیم در یک زمان

متوسط از درجه تحکیم متوسط برابر کل لایه استفاده می شود.

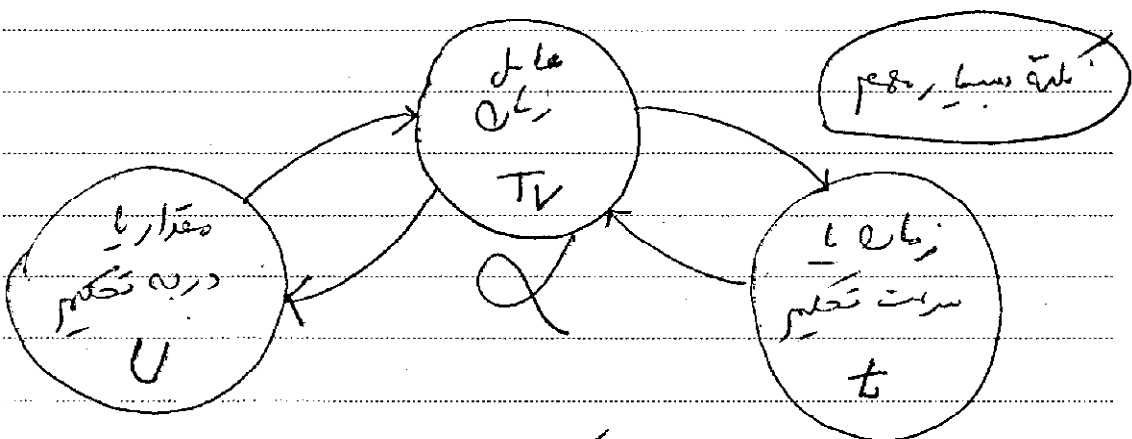


$$U = \frac{\text{Area of obstruction}}{\text{Total Area}} = 1 - \frac{\text{Area of obstruction}}{\text{Total Area}}$$

$$U = \frac{S_c(t)}{S_c} = \frac{\Delta u}{\Delta u_0} = 1 - \frac{\Delta u}{\Delta u_0}$$

میانگین اضافه تنش مؤثر در خانه لایه Δu \rightarrow تنش کل Δu_0
 درجه تحکیم متوسط برای کل لایه رسی \rightarrow کاهش سرعت U

Δu = میانگین اضافه تنش مؤثر در حفره در زمان t
 Δu_0 = اضافه تنش مؤثر در حفره در اوله



پایه استری که درجه تحکیم را به زمان تحکیم ربط میدهد (تا مشخص شود که چه مقدار تحکیم در چه بازه زمانی رخ میدهد) عامل R است (TV) است
 رابطه R عامل زمان با سرعت تحکیم: \rightarrow ضریب تحکیم

$$TV = \frac{CV \cdot t}{H_{dr}^2}$$

مدا کتر سبب افت سرعت هکس \rightarrow

Subject .

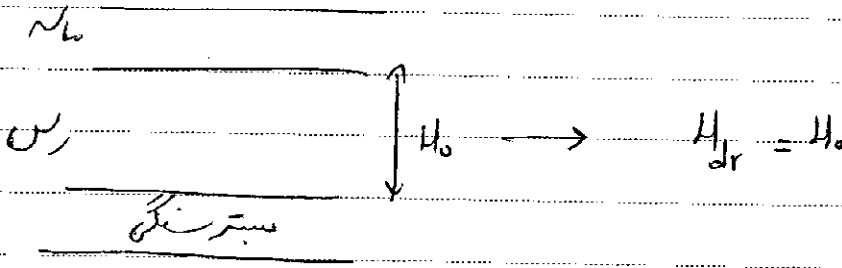
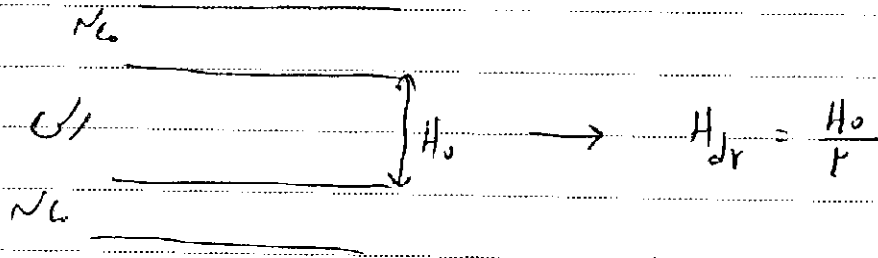
سختی خاک - ۱ - ۵۴

Year.

Month.

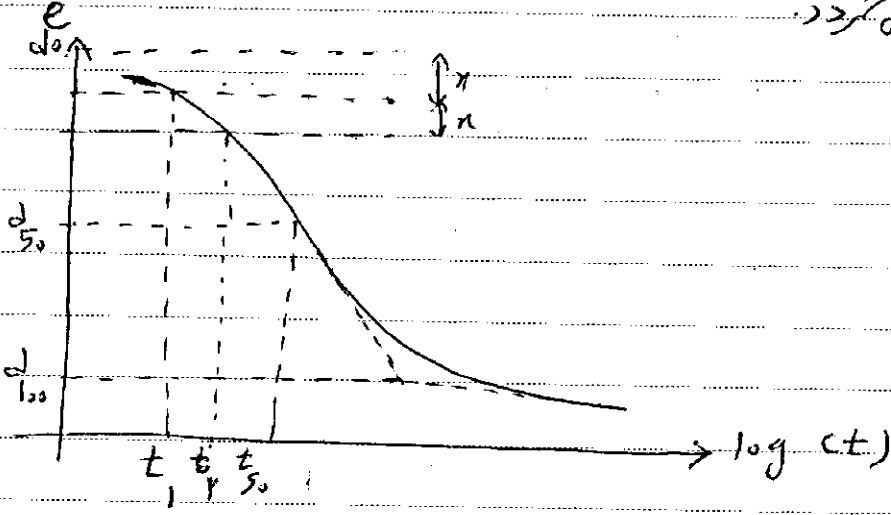
Day.

مکانبندی H_{dr} :



دما نسبی ضعیف محکم

میزان برش همواره برکت آورده C_v وجود دارد در اینجا روش نگاریم زمان بحث می‌گردد



$t_y = 4 t_1$

$$C_v = \frac{0.197 H_{dr}^2}{t_{50}}$$

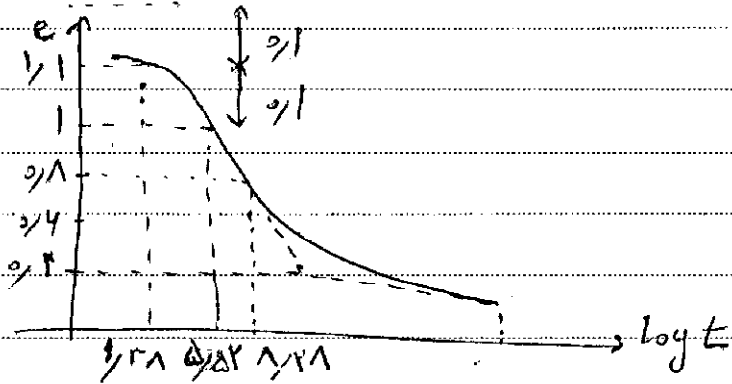
رابطه‌ی عامل زمان با درجه تحکیم:

$$T_V = \frac{\pi}{\pi} U^2, \quad U < 0.4$$

$$T_V = -0.933 \log(1-U) - 0.055 \quad U > 0.4$$

کمترین: عامل ضریب تحکیم (C_v)

به کمک نتایج حاصل از آزمایش تحکیم یک معدن بزرگ در $e - \log t$ صورت زیر حاصل شده است. مطلوبست عامل C_v اثر $H_{0.1} = 4m$ ؟



کمترین: عامل درجه تحکیم خاک

برای یک لایه رسی با زغلتی در طرفه و ضخامت ۳ متر تا در ۶ ماه در آزمایشگاه

نسبت آبرسانی $u = 0.4$ است. بعد از ۶ ماه درجه تحکیم خاک حقیقی خواهد بود $U = 0.9$ و $e_p = 0.4$ باشد. نسبت خاک بعد از ۶ ماه حقیقی است؟

TOSEHE

Subject .

تست خاک - 6 - 40161001

Year.

Month.

Day.

تمرین: محاسبه C_v با استفاده از ضریب نفوذپذیری خاک
 برای تمرین قبل ما زمین 500 برابر $100 \frac{10^6}{m^2}$ ضریب نفوذپذیری خاک را
 حساب کنید.

$$C_v = \frac{k}{m_v \gamma_w} = \frac{k}{\gamma_w \left(\frac{d_v}{1+e_0} \right)} = \frac{k}{\gamma_w \left(\frac{\rho_c}{\rho_w} \right)}$$

ضریب تراکم حبابی

وزن مخصوص آب

نسبت تخلخل اولیه

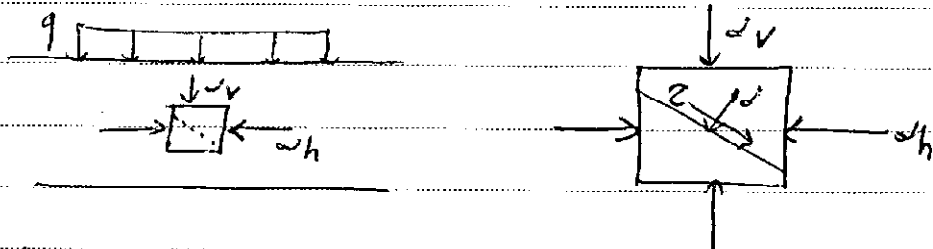
ضریب قابلیت فشردگی

Subject . _____

Year. _____ *Month.* _____ *Day.* _____

حال خودمان

برای این هر جانز در که بر روی خاک نیامد، باید بود که خاک زیرین آن از مقاومت کافی برخوردار باشد. وقتی که بر خاک بار اعمال می شود، خاک تا جایی تنش ناشی از بار را تحمل می کند اما در مقدار عینی از بار گسیخته می شود و مقاومت خود را در برابر بارهای اعمالی از دست می دهد.



برای بررسی این موضوع ضربه کوچک نشانه داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. این جزء تحت تنش قائم σ_v و تنش افقی σ_h قرار گرفته است. برآیند نیروهای وارد بر هر سطح دلخواه از خاک را می توان با دو مؤلفه تنش نشان داد.

- ۱- تنش نرمال (σ)
- ۲- تنش برشی (τ)

در شرایط معمول خاک توانایی تحمل تنش نرمال وارد بر هر سطح را دارد اما اگر تنش برشی نقطه ای از خود خاک برابر مقاومت برشی خاک در آن نقطه گسیخته می شود.

معیار گسیختگی موهر-کولب

مقدار مقاومت برشی (τ_f) در نقطه ای از یک خاک عین مقدار ثابتی نیست بلکه تابعی از تنش نرمال می باشد. مقدار τ_f در یک نقطه واقع بر یک سطح عین در یک خاک برای اولین بار توسط کولب به صورت یک تابع خطی از تنش نرمال (σ_f) در همان نقطه ارائه شد.

$$\tau_f = c + \sigma_f \cdot \tan \phi$$

رابطه $\tau_f = c + \sigma_f \cdot \tan \phi$ معیار گسیختگی موهر-کولب نامیده می شود.

در این رابطه c و ϕ پارامترهای مقاومت برشی خاک هستند

چسبندگی زاویه اصطکاک داخلی

نکته) مقاومت برشی در خاک ها در انزال بیشتر ناشی از اصطکاک (ϕ)

می باشد اما در خاکها که رس در دلیل رفتار چسبندگی و چسبندگی ناشی از گاهها را
می، چسبندگی (c) نقش اصلی مقاومت برشی را بر عهده دارد.

نکته

ماسه ها
و
رس ها که جاری نمیگردد
 $OCR = 1 = \frac{c}{\sigma}$

رس بیش تحمل میکند $c > 0$

نکته) فرایند که توده ای از خاک اشباع باشد، مقاومت برشی بر اساس تابعی از

تنش مؤثر عمود بر سطح برش در یک خاک تنها توسط
ساختار دانه ها جبران تأمین می شود.

چسبندگی زحلش نکرده

$f = c' + \sigma' \tan \phi'$

کتابت برش خاک ابتدا

زاویه اصطکاک داخلی زحلش شده تنش مؤثر عمود

نکته) این معیار مویبرگ کولب را در یک دستگاه دکارتی رسم کنید

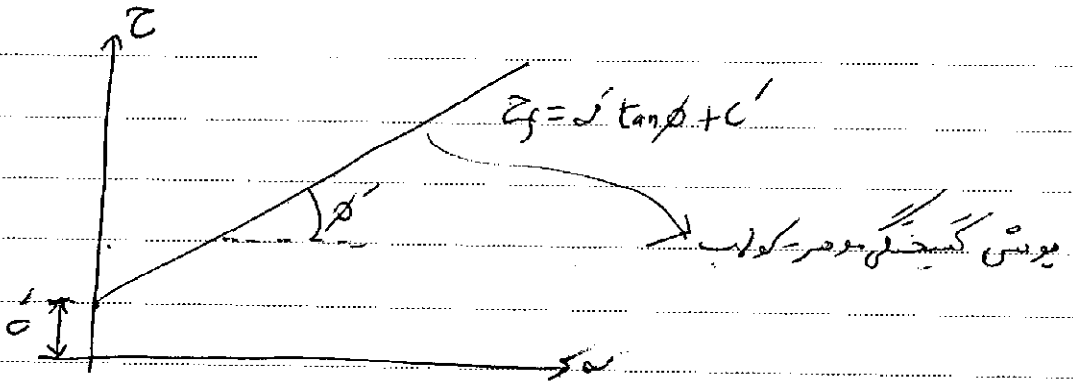
Subject .

مقاومت برشي - ۲ - ۱۴۰۲ کلاس

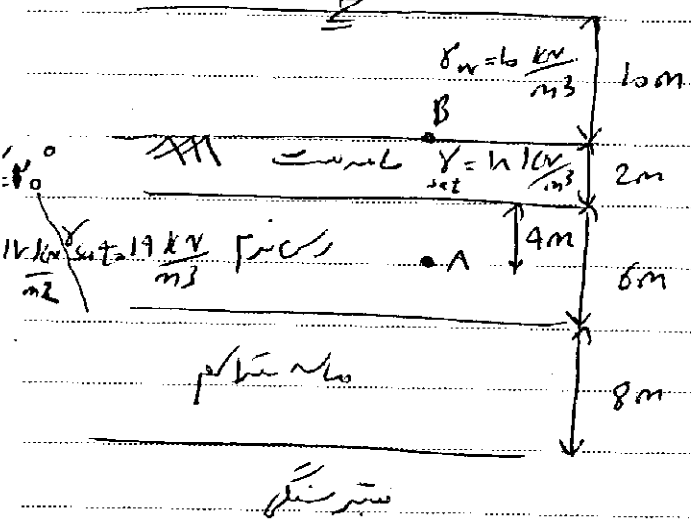
Year.

Month.

Day.



نمرتن : مفهوم مقاومت برشي بر اساس حيار موثر کوباب
 برابر فاکتور که در نقطه A از پروفيل زير وجود دارد تفاوت برشي حقيدي است ؟
 نمودار پوشش گسيختگی بار کوباب زير و مقاومت برشي نقطه B را بررسي نمايد.



آزمایش های تعیین پارامترهای تفاوت برشي خاک (C و phi)

مبارک تعیین پارامترهای تفاوت برشي C و phi معمولاً از دو آزمایش زير TOSHE

استفاده می شود.

۱- آزمایش برش مستقیم

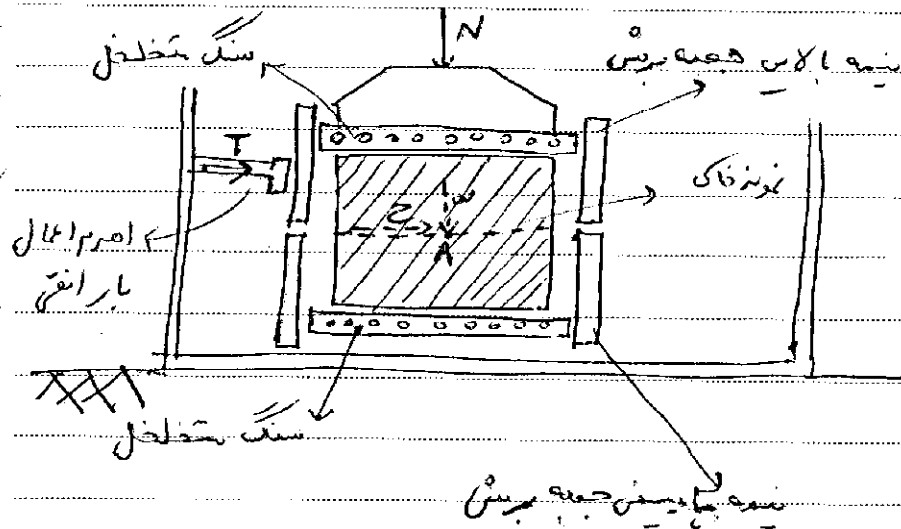
۲- آزمایش سه محوری

همچنین آزمایش تک محوری برای تعیین مقاومت برش زهکشی شده خاکهای رسی مورد استفاده قرار می گیرد.
در این قسمت اصول انجام آزمایش برش مستقیم بررسی می گردد.

آزمایش برش مستقیم

آزمایش برش مستقیم یکی از متداول ترین آزمایشات مقاومت برش است که در هر دو نوع خاک دانه ای و چسبیده کاربرد دارد.

در این آزمایش مطابق شکل زیر نمونه خاک در داخل جعبه برش که از دو نیمه قطبان و قوتان تشکیل یافته قرار می گیرد ابتدا یک بار تمام به نمونه وارد می شود سپس نیروی برش بر روی قوتان جعبه برش تا جایی که باعث گسیختگی نمونه بشود اعمال می شود تنش خاک تمام و برش در گسله گسیختگی به صورت زیر به دست می آید:

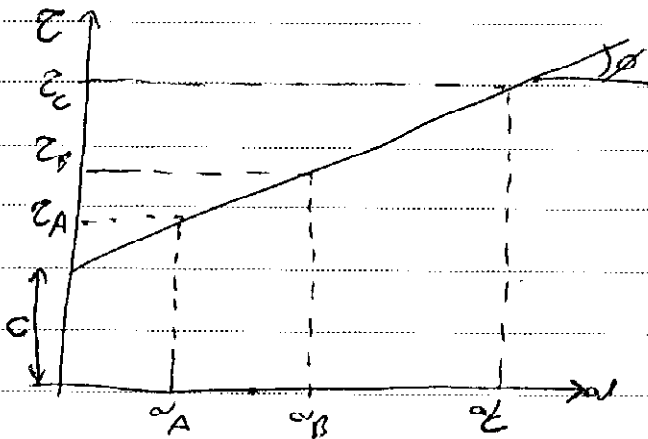


$$\sigma = \frac{N}{A}$$

$$\tau = \frac{T}{A}$$

در روابط بالا A مساحت صفحه گسیختگی خاک است که مساوی سطح مقطع جعبه برش

با تغییر بار قائم، حرارت دو آزمایین دیگر با مقاومت خاک بررسی مختلف انجام می شود. مارسم مقاومت برش ح در مقابل تنش قائم به ضوابط دامنست:



با بارش بهترین فضا از پایه نقاط A، B و C در دستگاه مختصات (C، tau) خط گسیختگی موهر-کولب حاصل می گردد و می توان با استفاده از آن C و خاک را تعیین نمود.

نکته: یکی از علایب آزمایین برش مستقیم اجبار بودن صندره گسیختگی می باشد که هر سطح بین دو پایه جمع برش است. در حالی که ممکن است این سطح ضعیف ترین سطح خاک نباشد.

مستقیم

نرم ترین رسم پویان گسیختگی موهر-کولب با استفاده از نتایج آزمایین برش بر روی یک نمونه خاک برش بشتر تحکیم یافته با قطر ۵۰ میلی متر و ارتفاع ۲۵ میلی متر چهار آزمایین برش مستقیم زده کنش شده انجام شد نتایج در جدول زیر آورده است. معلومست تعیین مقاومت برش این خاک؟ (واحدهای نیروی نیوتون می باشد)

شماره آزمایین	N نیرو/مخورد	نیروی برش زمان گسیختگی T
۱	۱۵۰	۱۵۷/۵
۲	۲۵۰	۱۹۹/۹
۳	۲۵۰	۲۵۷/۲
۴	۵۵۰	۳۴۳/۲

Subject .

Year. Month. Day.

مقدمه

به مجموعه بخش‌هایی از سازه و خاک در تماس با آن که انتقال بار بین سازه و زمین از طریق آن صورت می‌گیرد «پای» اطلاق می‌گردد.
پای باید بارهای اعمالی را طوری به زمین انتقال دهد که خاک تحت اضعاف تنش ترازنگیرد.

ایجاد اضعاف تنش در خاک می‌تواند هم باعث نشست زیاد و هم گسیختگی برشی خاک شود که هر دو می‌تواند باعث سازه آسیب می‌رساند.
بر حسب نوع سازه، و نوع خاک مختلفه، انواع مختلف پای‌ها مورد استفاده تراز می‌گیرند:

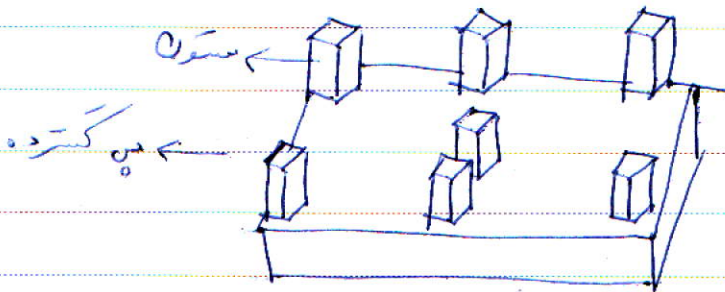
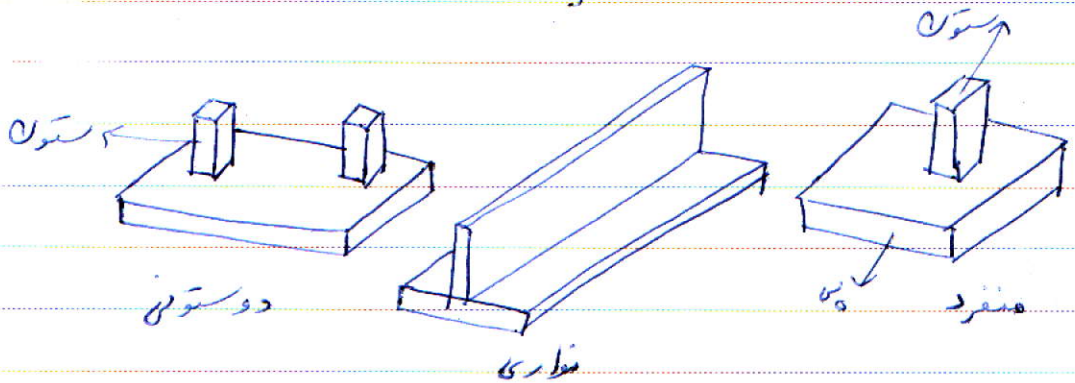
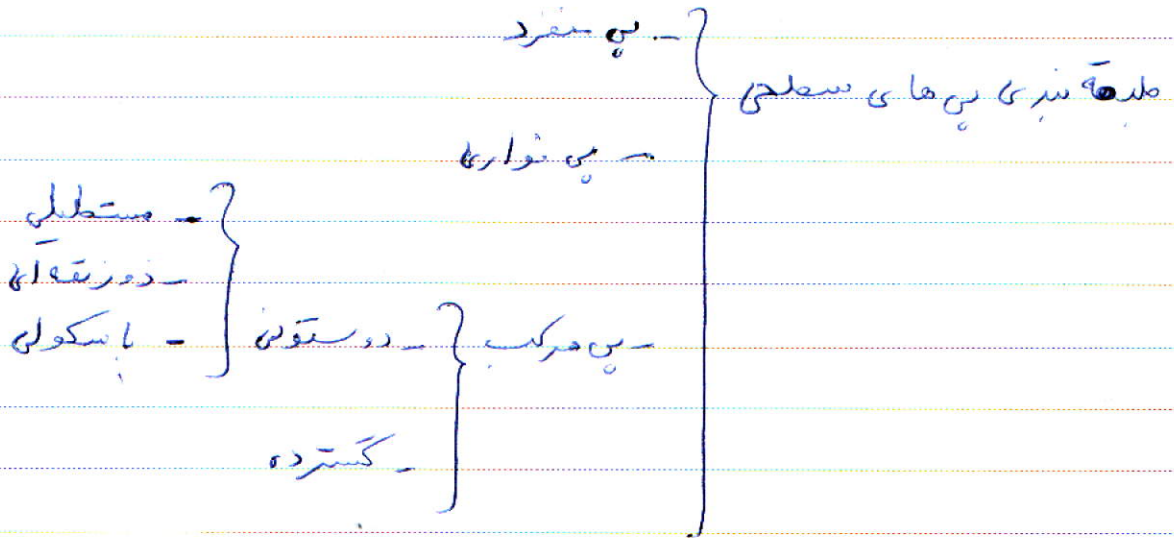
- پای‌های سطحی یا سالدوده‌ها
- پای‌های عمیق یا ستون‌ها
- پای‌های نیچه عمیق مانند پای‌های صندوقه‌ای و پای‌های چاهی
- پای‌های ویژه مهارها و ستون‌های شش‌پای

در مواردی که خاک زیر پای در عمق کم دارای متناوب مملو است، برای انتقال بارهای سازه از پای‌های سطحی استفاده می‌کنیم.
پای‌های سطحی یا سالدوده‌ها به پای‌های اطلاق می‌شوند که در عمق کم و نزدیک سطح زمین ساخته می‌شوند.

- سالدوده‌های سفید
- انواع پای‌های سطحی:
 - نواری
 - گسترده

سالدوده‌ها ممکن است سنگ، بتن، گچ یا بتن آرمه از نوع دال تنه‌ها و یا ترکیبی از آن‌ها دال باشند.
عمق سالدوده‌ها ممکن است به صورت تکی یا مرکب باشد. سالدوده‌های تکی یا سفید تحت یک بار ستون تراز دارند. از سالدوده‌های مرکب وقتی استفاده می‌شود TOSEHE

که ظرفیت باربری مجاز سالوده های تنگ کافی نباشد



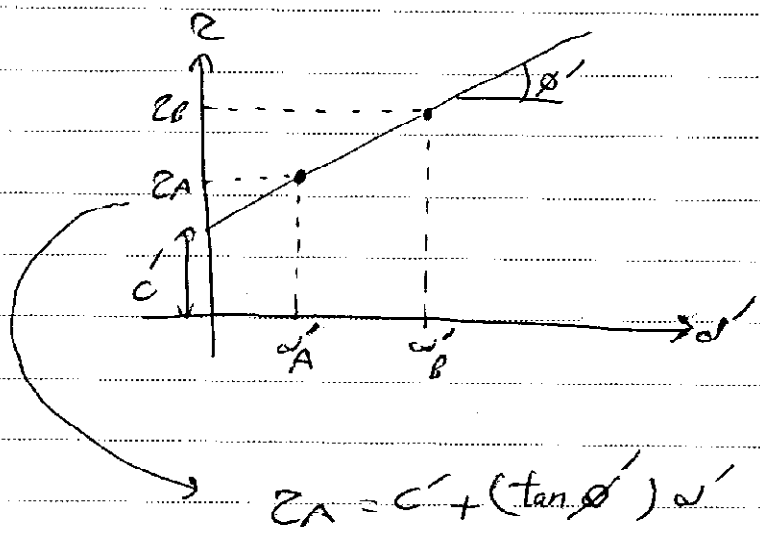
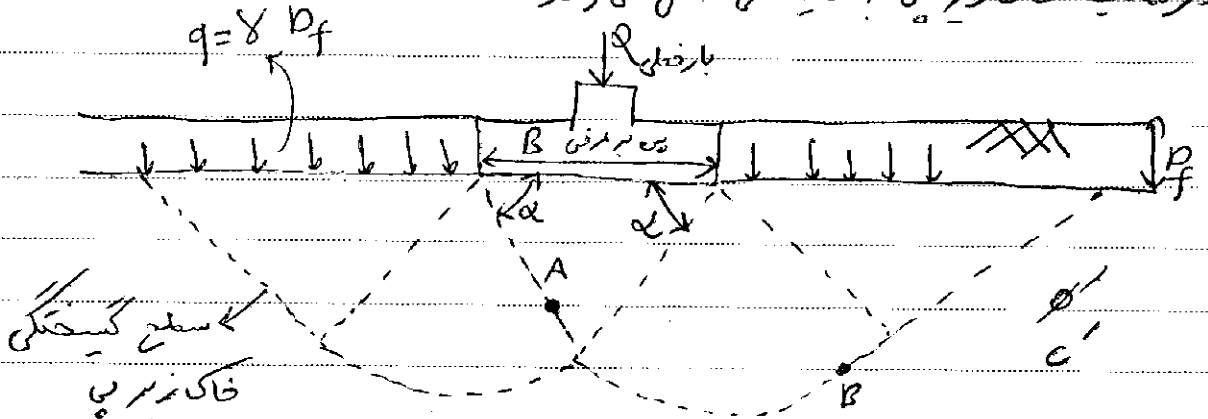
مطالعه ای محو من پن ها شامل بررسی پایداری خارجی و پایداری داخلی است. پایداری خارجی پن های سطحی با دو عامل زیر که در عمل با آن ها بیشتر برخورد می کنیم کنترل می شود.

۱- ظرفیت باربری خاک زیر پن

۲- نشست خاک زیر پن

ظرفیت باربری پن‌های سطحی

حنگانه که بار وارد بر پن افزایش می‌یابد تنش در برخی از نقاط خاک به حد اکثر مقدار ممکن خود می‌رسد و دایره موهر تنش در آن نقاط بر پوش گسیختگی مناسب می‌شود. لذا اگر نقاط در معرض گسیختگی قرار می‌گیرند با اتصال این نقاط گسیخته شده در نهایت خاک زیر پن به گسیختگی کامل می‌رسد.



$$z_A = C' + (\tan \phi') x'$$

نوع گسیختگی خاک در زیر پن تابع عوامل زیر است }
 متاسیت خاک
 تراکم خاک
 انباری

روابط ظرفیت باربری پن مترزاق

مترزاق در سال ۱۹۴۳، آرنالینیر براندرت را اصلاح نمود و روابط خود را برابر با سایر ظرفیت باربری پن ها ارائه کرد. در مطالعات مترزاق (شکل صفحہ ۲) زاویه استدارف لوط لقرش با مترزاق معادل کفر فرض شده و از تفاوت برشی خاک با لای مترزاق که پن صرف نظر شده است مترزاق و رابطه ظرفیت باربری پن ها را برابر یک پن نواری با عرض B که در معادله D از مسلح زمین واقع شده است، به صورت زیر پیشنهاد کرده است.

$$q_u = \underbrace{c N_c}_{\text{جمله مربوط به چسبندگی خاک}} + \underbrace{q N_q}_{\text{جمله مربوط به سر بار یوتوثر خاک اختلاف پن یا عمق پن}} + \underbrace{\gamma B N_\gamma}_{\text{جمله مربوط به هندسه و عرض پن}}$$

پن نواری →

($q = ۸.۵۴$)

برابر زمین ظرفیت باربری پن ها که مرعی و دایره الی، رابطه فوق به صورت زیر اصلاح میشود.

پن هار مربع : $q_u = ۱.۳ c N_c + q N_q + \frac{c}{1.5} \gamma B N_\gamma$

پن هار دایره الی : $q_u = ۱.۳ c N_c + q N_q + \frac{c}{1.5} \gamma B N_\gamma$

در روابط فوق N_c ، N_q و N_γ ضرایب ظرفیت باربری بدون بعد هستند که فقط آنها هم از زاویه اصطکاک می باشند هر یک از معادله با انتخاب فرض ها ساده کننده / این ضرایب را به صورت روابط جدول و یا نمودارهایی ارائه کرده اند

نمونه: محاسبه ظرفیت باربری از روابط زیر

ابعاد یک شالوده مربع در پلان 5.7×5.7 متر میباشد. خاک که شالوده در آن قرار دارد در $\sigma_v = 20 \text{ kPa}$ و $\sigma_h = 15 \text{ kPa}$ قرار دارد. در آن خصوصیات خاکه

صاف $e = 0.8$ است. با استفاده از ضریب اطمینان $F_s = 2$ ، بار کلی مجاز شالوده را تعیین کنید. $(\rho = 1.8 \text{ t/m}^3)$ کثافت برش کلی $[N_q = 7.2, N_c = 5, N_{\gamma} = 0.5]$