



## آزمایشگاه مکانیک خاک

گزارش کار آزمایش شماره ۹

« آزمایش تعیین حد انقباض »

دانشجو:

عبدالرحیم طهرانی نژاد

تاریخ آزمایش : ۱۳۹۵/۹/۲۲

استاد: مهندس امین احمدی

## نام آزمایش : تعیین حد انقباض

### الف: عنوان و هدف

هدف از انجام این آزمایش تعیین  $SL$  یا  $Ws$  یعنی درصد رطوبتی است که کم تر از آن حد ، خاک با کاهش درصد رطوبت تغییر حجم ندهد.

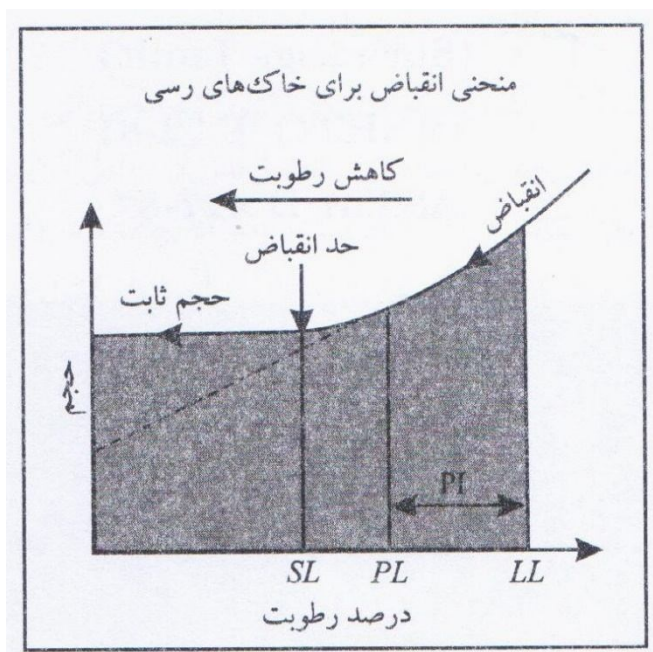
### ب: مقدمه و تئوری آزمایش

خاکی که با تغییرات درصد رطوبت ، تغییرات حجمی قابل ملاحظه ای داشته باشد، مشکلات فراوانی در کارهای عمرانی به وجود می آورد، به خصوص در مواردی چون پی ساختمان ها یا لایه های زیرین جاده ها. اختلاف میان تغییرات حجمی در فواصل گوناگون می تواند باعث فرورفتگی و دست انداز در جاده یا ترک در نازک کاری شود.

برای تخمین میزان مشکلات احتمالی ناشی از تغییرات حجمی می توان از حدود روانی و خمیری استفاده کرد ولی برای به دست آوردن کمیت مقدار تغییر درصد رطوبت ، پیش از ایجاد هرگونه تغییرات حجمی و کمیت مقدار تغییرات حجمی ناشی از تغییرات درصد رطوبت باید آزمایش حد انقباض روی نمونه انجام شود. وقتی یک خاک رسی اشباع به تدریج خشک می شود ، رطوبت خود را از دست می دهد و حجم آن کاهش

می یابد . در حین خشک شدن ، شرایطی فراهم می شود که با خشک شدن بیش تر خاک ، رطوبت نیز کم می شود ، ولی تغییری در حجم خاک ایجاد نمی شود و لذا حجم نمونه مرطوب در رطوبت حد انقباض ، مساوی حجم آن در حالت خشک است.

درصد رطوبت خاک که در آن ، کاهش حجم متوقف می شود ، به عنوان حد انقباض تعریف می شود.



این آزمایش روی حد مشخصی از خاک کاملاً اشباع با درصد رطوبتی بیش تر از حد روانی خاک ، انجام می شود.

در درصد رطوبت های کم تر از حد انقباض ، دیگر کاهش رطوبت با کاهش حجم خاک همراه نیست ، بلکه آب بین دانه ها و آب حفره ها و فضاهای خالی با هوا جایگزین می شود.

### ج: وسایل مورد نیاز در این آزمایش:

۱- ظرف جهت مخلوط کردن آب و خاک

۲- ظرف انقباض

۳-ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم

۴- اسپری آب پاشی

۵- ظرف شیشه ای برای اندازه گیری حجم

۶- کاردک

۷- گرمخانه

۸- خط کش با لیه تیز فلزی

۹- جیوه

### د: روش انجام کار

خاک را در ظرف می ریزیم و با آب مخلوط می کنیم. آب اضافه شده باید به اندازه ای باشد که درصد رطوبت خاک از حد روانی بیشتر باشد (آزمایش حد انقباض در ادامه آزمایش حد روانی انجام شد ) البته نه آن قدر زیاد که خاک حالت مایع به خود بگیرد.

سطح داخلی ظرف انقباض را با یک لایه خیلی نازک از گریس چرب می کنیم. این امر به منظور جلوگیری از چسبیدن خاک به دیواره ظرف انجام می شود. پس از گریس کاری ، وزن ظرف خالی را اندازه گرفته و یادداشت می کنیم.

ظرف انقباض را داخل یک ظرف بزرگتر قرار می دهیم تا جیوه اضافی (سرریز) داخل آن بریزد. ظرف انقباض را از جیوه پرکرده به طوری که لبریز شود ، سپس صفحه شیشه ای را با فشار روی ظرف انقباض قرار می

دهیم تا جیوه اضافی خارج شود. در این مرحله هیچ حباب هوایی بین صفحه شیشه ای و سطح جیوه نباید وجود داشته باشد. حجم جیوه ای که ظرف انقباض را پر کرده با استفاده از اندازه گیری جرم جیوه و تقسیم آن بر جرم حجمی جیوه  $13/53^{gr}/cm^3$  است را تعیین می کنیم. این حجم را به عنوان حجم ظرف یا حجم اولیه خاک مرطوب یادداشت می کنیم. اکنون داخل ظرف انقباض را از مخلوط خاک پر می کنیم و با استفاده از خط کش روی آن را صاف می کنیم. بلافاصله ظرف محتوی خاک مرطوب را وزن کرده و جرم خاک مرطوب داخل آن را یادداشت می کنیم.

سپس ظرف محتوی نمونه را در فضای آزاد گذاشته تا خشک شود پس از آن ظرف محتوی نمونه را داخل گرمخانه می گذاریم تا رطوبت آب کاملاً تبخیر شود. پس از خشک شدن نمونه مجدداً وزن ظرف و خاک خشک را تعیین می کنیم. اکنون حجم نمونه خاک را با بیرون آوردن آن از ظرف انقباض و غوطه ور کردن آن در ظرف پر از جیوه تعیین می کنیم.

ظرف پر از جیوه را درون ظرف دیگر مسطح قرار می دهیم تا جیوه سرریز شود و داخل آن بریزد ظرف را از جیوه پر کرده ، صفحه شیشه ای شاخکدار را با فشار روی سطح جیوه قرار می دهیم تا جیوه اضافه خارج شود. اکنون نمونه را روی سطح جیوه قرار داده و با صفحه شیشه ای شاخکدار ، روی نمونه فشار می دهیم تا نمونه در جیوه غوطه ور شود و صفحه را روی لبه ظرف جیوه فشار داده تا جیوه اضافی بیرون بریزد. حجم جیوه جابجا شده داخل ظرف تبخیر با استفاده از وزن حجمی و وزن کردن اندازه می گیریم.

## ه : محاسبات و جداول

برخی از فرمول ها و روابط مورد استفاده در این آزمایش عبارت اند از :

$$M_{wi} = M'_2 - M'_3 - V_{SM} = V_{Hg} \quad V_{Hg} = \frac{M_{Hg}}{\rho_{Hg}} \quad M_{Hg} = M_2 - M_1$$

$$M''_{Hg} = M''_2 - M''_1 \quad \omega_i \% = \frac{M_{wi}}{M_{sd}} \times 100 \quad M_{sd} = M'_3 - M'_1$$

$$V_{wo} = V_{sm} - V_{sd} \quad V_{sd} = V''_{Hg} \quad V''_{Hg} = \frac{M''_{Hg}}{\rho_{Hg}} \quad V''_{Hg} = \frac{M''_{Hg}}{\rho_{Hg}}$$

$$SR = \frac{M_{sd}}{\rho_w V_d} - SL = W_i - W_o \quad \omega_o \% = \frac{M_{wo}}{M_{sd}} \times 100 \quad M_{wo} = V_{wo} \rho_w$$

1	عنوان	
13.53	جرم مخصوص جیوه $\rho_{Hg}$	1
11.8	ظرف انقباض $M_1$	2
224.7	ظرف انقباض و جیوه $M_2$	3
212.9	جرم جیوه $M_{Hg} = M_2 - M_1$	4
15.74	حجم خاک مرطوب $V_{SM} = V_{Hg} = \frac{M_{Hg}}{\rho_{Hg}}$	5
11.8	ظرف انقباض چرب شده $M'_1$	6
39.8	ظرف انقباض چرب شده و خاک مرطوب $M'_2$	7
31.9	ظرف انقباض چرب شده و خاک خشک $M'_3$	8
7.9	جرم آب اولیه $M_{\omega i} = M'_2 - M'_3$	9
20.1	جرم خاک خشک $M_{sd} = M'_3 - M'_1$	10
39.3%	درصد رطوبت اولیه $\omega_i \% = \frac{M_{\omega i}}{M_{sd}} \times 100$	11
1759.5	ظرف شیشه ای پر از جیوه $M''_1$	12
1657.9	ظرف شیشه ای پر از جیوه نمونه خشک $M''_2$	13
101.6	جرم جیوه جابجا شده $M''_{Hg} = M''_2 - M''_1$	14
7.51	حجم خاک خشک $V_{sd} = V''_{Hg} = \frac{M''_{Hg}}{\rho_{Hg}}$	15
8.23	حجم آب خارج شده $V_{\omega o} = V_{sm} - V_{sd}$	16
8.23	جرم آب خارج شده $M_{\omega o} = V_{\omega o} \rho_{\omega}$	17
40.95	رطوبت خارج شده فقط برای کاهش حجم $\omega_o \% = \frac{M_{\omega o}}{M_{sd}} \times 100$	18
1.65	رطوبت حد انقباض $SL = \omega_i - \omega_o$	19
2.676	ضریب انقباض $SR = \frac{M_{sd}}{\rho_{\omega} V_d}$	20

و: نتیجه گیری

براساس نتایج به دست آمده معلوم می شود که خاک مورد آزمایش دارای ضریب انقباض 2.676 می باشد.

ز: خطاها

خطاهای این آزمایش شامل خطای قرائت ، خطای وزن نمونه ، خطای محاسباتی می باشد.

ح: منابع

آزمایشگاه مکانیک خاک، افتخاریان لاله و دیگران، نشر کتاب دانشگاهی ، ۱۳۸۷