



## آزمایشگاه مکانیک خاک

گزارش کار آزمایش شماره ۳

« آزمایش تعیین  $G_s$  »

دانشجو:

عبدالرحیم طهرانی نژاد

تاریخ آزمایش : ۱۳۹۵/۸/۱۸

استاد: مهندس امین احمدی

## نام آزمایش : تعیین $G_s$

### الف: عنوان و هدف

هدف از این آزمایش تعیین نسبت وزن مخصوص بخش جامد خاک به وزن مخصوص آب است .

### ب: مقدمه و تئوری آزمایش

وزن مخصوص ویژه یا توده یک خاک  $G_s$  عبارت است از نسبت وزن حقیقی حجم مشخصی از ذرات خاک به وزن حقیقی همان حجم آب مقط در دمای  $4^\circ C$  .

وزن مخصوص ویژه خاک اغلب برای ارتباط وزن به حجم خاک به کار می رود. بنابراین با دانستن نسبت تخلخل  $(e)$  ، درجه اشباع  $(S_r)$  و وزن مخصوص ویژه  $(G_s)$  ، می توانیم وزن واحد حجم یک خاک مرطوب یا خشک را محاسبه کنیم. وزن های واحد حجم (چگالی) هر خاک ، در مسائلی چون نشست و پایداری در مهندسی خاک استفاده می شوند . هم چنین وزن مخصوص در محاسبات مربوط به بسیاری از آزمون های آزمایشگاهی به کار گرفته می شود. به عنوان مثال در آزمایش تراکم، استفاده از وزن مخصوص ویژه خاک ضروری است. مقدار تقریبی وزن مخصوص ویژه در شناسایی کانی های خاک نیز کاربرد دارد ، اما پارامتر وزن مخصوص ویژه ، عامل مهمی برای شناسایی و طبقه بندی خاک ها نیست ، زیرا وزن مخصوص ویژه اغلب خاک ها نزدیک به هم است.

وزن مخصوص ویژه اکثر کانی ها خاک در دامنه ای بین  $2/4$  تا  $2/9$  تغییر می کند. وزن مخصوص ویژه قسمت جامد ماسه ای با رنگ روشن که غالباً از کوارتز تشکیل شده اند، در حدود  $2/65$  تخمین زده می شود ؛ برای خاک های رسی و سیلتی این مقدار بین  $2/4$  تا  $2/9$  تغییر می کند. در ضمن  $G_s$  خاک های سراب دار ،  $4$  و خاک های آلی ،  $2$  است .  $G_s$  خاک های آلی به دلیل آن که این مواد بر اثر حرارت به شدت کاهش وزن می یابند ، خیلی پایین است.

باید توجه داشت که  $G_s$  کانی های آهن ، بیشتر از کانی های رس (سیلیکات) است. معادله مشخصه  $G_s$  به صورت زیر است:

$$G_S = \frac{\text{چگالی مواد جامد خاک}}{4^\circ C \text{ دمای آب در چگالی آب}} = \frac{\gamma_S}{\gamma_w}$$

$$G_S = \frac{\text{جرم خاک } M_S}{\text{جرم آب جابجا شده } M_{\omega}} = \frac{M_S}{(M_{P,\omega,t_a} - (t_B \text{ دمای آب در دمای } t_a \text{ پیکنومتر پر از آب در دمای } t_a \text{ جرم پیکنومتر پر از آب در دمای } t_a + \text{جرم خاک } M_S)) - M_{P,\omega,t_b}}$$

$$M_{P,\omega,t_b} = M_P \text{ (جرم پیکنومتر } M_P - M_{P,\omega,t_a} \text{ جرم پیکنومتر و آب در دمای } t_a) + \frac{\rho_{\omega,t_b}}{\rho_{\omega,t_a}} \times \text{جرم پیکنومتر خالی } M_P$$

$$M_S = M_{P,S} - M_P$$

$$V_S = \frac{M_S}{\rho_s} \quad \text{نسبت تخلخل } e = \frac{V_v}{V_s} \quad \text{نسبت پوکی } n = \frac{V_t - V_s}{V_t}$$

$$M_{\omega} = M_S + M_{P,\omega,t_a} - M_{P,\omega,t_b}$$

$$V_S = \frac{M_S}{\rho_s} \quad \rho_s = \frac{M_S}{V_S} \quad \rho_s = G_{S,t_b} \times \rho_{\omega,t_b} \quad \gamma_S = \rho_s \times 9810$$

که در این روابط :

$\rho_s$  : جرم حجمی  $\gamma_S$  : چگالی ماسه  $M_P$  : وزن پیکومتر ها  $M_{PS}$  : وزن پیکومتر و خاک خشک  
 $M_S$  : وزن خاک خشک  $M_{P\omega st_b}$  : وزن پیکومتر آب و خاک در دمای  $M_{P\omega t_b}$  : وزن پیکومتر و آب  
 در دمای  $t_b$   $M_{\omega}$  : جرم جابجا شده  
 ج: وسایل مورد نیاز در این آزمایش:

۱- پیکنومتر

۲- دماسنج با دقت ۰/۵ درجه

۳- ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم

۴- پمپ خلاء

۵- گرمکن (آون)

۶- کاردک

۷- ظرف آب

۸- وسایل جانبی

## د: روش انجام کار

ابتدا نمونه را در گرمخانه خشک می کنیم سپس وزن پیکنومتر تمیز و خشک و کالیبره شده را اندازه گیری می کنیم و یادداشت می کنیم. نمونه را داخل پیکنومتر قرار می دهیم وزن نمونه و پیکنومتر را قرائت می کنیم آنگاه وزن پیکنومتر را از این مقدار کم می کنیم تا وزن نمونه خشک شده در گرمخانه به دست آید. آب مقطر را در داخل پیکنومتر می ریزیم به طوری که سطح آب مقدار کمی بالاتر از خاک باشد. نمونه باید حداقل ۱۲ ساعت در این حالت باقی بماند تا کاملاً اشباع شود.

هوای محبوس شده را از پیکنومتر خارج می کنیم برای کمک کردن به خروج هوای محبوس شده پیکنومتر را تکان می دهیم. سپس پیکنومتر را دقیقاً تا زیر علامت کالیبره آن از آب مقطر پر می کنیم. برای جلوگیری از ایجاد حباب های هوا، آب مقطر را به آرامی و دقت اضافه می کنیم و مدتی صبر می کنیم تا دمای آب به یک مقدار ثابت برسد. سطح خارجی پیکنومتر را تمیز کرده و با یک دستمال خشک و تمیز آن را خشک می کنیم و وزن پیکنومتر پر شده و خاک را یادداشت می کنیم.

سپس دما سنج را در آب فرو برده و دمای آن را یادداشت می کنیم. سپس با استفاده از روابط مربوطه میزان وزن مخصوص ویژه خاک و ماسه را تعیین می کنیم.

در این آزمایش همزمان نمونه خاک و نمونه ماسه مورد آزمایش قرار می دهیم و برای هر کدام جداول مربوطه را تکمیل می کنیم.

ابتدا پیکنومترها را به صورت جداگانه وزن می کنیم وزن هر کدام را جداگانه در جدول قید می کنیم سپس نمونه خاک و ماسه را در گرمخانه خشک می کنیم و نمونه خاک را خوب خرد می کنیم و در پیکنومترها می ریزیم بر روی آن آب می ریزیم و چون زمان انجام آزمایش به اندازه کافی نبود و می بایست ۱۲ ساعت صبر می کردیم تا نمونه ها به حالت اشباع در بیایند بنابراین در اینجا ۵ دقیقه نمونه را در آب گرم نگه داشته تا اشباع شود. چون در بین ذرات نمونه مقداری هوا محبوس می ماند بنابراین به وسیله پمپ خلاء هوای آنها را خارج کردیم.

لازم به ذکر است به دلیل کمبود وقت به جای ۳۰ دقیقه، ۱۰ دقیقه آنها را در پمپ خلاء نگه داری نمودیم سپس ظرف پیکنومتر به همراه نمونه را در جای ساکن قرار می دهیم تا ته نشین شوند و پس از اینکه ته

نشین شدند لبه پیکنومتر ها را از آب پر می کنیم و وزن پیکنومترهای پر شده از آب و مصالح را با ترازو وزن می کنیم و در جداول مربوطه می نویسیم. سپس در هر کدام دما سنج را قرار می دهیم ( به صورت عمودی دماسنج را قرارداده و به صورت افقی دمای آن را قرائت می کنیم).

در ادامه پیکنومتر را از نمونه ها خالی کرده و تمیز می کنیم و سپس آنها را با آب خالی پر می کنیم و آنها را تمیز کرده و جداره آنها را کاملاً خشک می کنیم و با ترازو آنها را وزن می کنیم و در جداول مربوطه قید می کنیم.

سپس با استفاده از فرمولها و روابط مربوطه اعداد مورد نیاز را به دست آورده و در جداول مربوط به هر کدام از نمونه خاک و ماسه به صورت جداگانه درج می کنیم که در ادامه به آنها می پردازیم. لازم به ذکر است برای دقت بیشتر در این آزمایش این کار را سه بار تکرار می کنیم. (با استفاده از داده های گروه های دیگر)

#### ه: محاسبات و جداول

$$M_s = M_{P.s} - M_P = 70 - 48.7 = 21.3$$

$$M_{P.\omega.t_b} = M_P \text{ (جرم پیکنومتر } M_P \text{)} - M_{P.\omega.t_a} \text{ (جرم پیکنومتر و آب در دمای } t_a \text{)} + \frac{\rho_{\omega.t_b}}{\rho_{\omega.t_a}} \times (t_a \text{ دمای آب در دمای } t_a)$$

$$M_{P.\omega.t_b} = 48.7 + \frac{0.997685}{0.99802} \times (147.6 - 48.7) = 147.566$$

$$M_{\omega} = M_s + M_{P.\omega.t_b} - M_{P.\omega.s.t_b} = 21.3 + 147.566 - 161.1 = 7.766$$

$$G_s = \frac{M_s \text{ جرم خاک}}{M_{\omega} \text{ جرم آب جابجا شده}} = \frac{21.3}{7.766} = 2.7427$$

$$\rho_s = G_{s.t_b} \times \rho_{\omega.t_b} = 2.7427 \times 0.997685 = 2.7364$$

$$\gamma_s = \rho_s \times 9810 = 2.7364 \times 9810 = 26844.08$$

ه-۱: جدول مربوط به نمونه ماسه آزمایش شده

نمونه	$M_p$	$M_{p,s}$	$M_s$	$M_{P.\omega.s.t_b}$	$t_b$	$M_{P.\omega.t_a}$	$t_a$	$\rho_{ta}$	$M_{P.\omega.t_b}$	$M_{\omega}$	$G_{st_b}$	$\rho_{\omega.t_b}$	$\rho_s$	$\gamma_s$
1	48/6	154/7	106/1	213/1	23/5	147/8	21	0/998	147/459	164/5	2/63	0/9974	2/62	25676

ه-۱: جدول مربوط به نمونه ماسه خاک شده

نمونه	$M_p$	$M_{p,s}$	$M_s$	$M_{P.\omega.s.t_b}$	$t_b$	$M_{P.\omega.t_a}$	$t_a$	$\rho_{ta}$	$M_{P.\omega.t_b}$	$M_{\omega}$	$G_{st_b}$	$\rho_{\omega.t_b}$	$\rho_s$	$\gamma_s$
1	38/7	60/2	21/5	152/1	23	138/6	21/5	0/9979	138/566	7/966	2/699	0/9976	2/692	26408.5
2	48/7	70	21/3	161/1	22/5	147/6	21	0/99802	147/566	7/766	2/7427	0/997685	2/7364	26844

## و : نتیجه گیری

براساس نمودار و نتایج حاصله وزن مخصوص ماسه خاک به دست آمد

## 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