



## آزمایشگاه مکانیک خاک

گزارش کار آزمایش شماره ۵

« آزمایش تعیین وزن واحد حجم خشک خاک در محل به روش مخروط ماسه »

دانشجو:

عبدالرحیم طهرانی نژاد

تاریخ آزمایش : ۱۳۹۵/۹/۲

استاد: مهندس امین احمدی

## نام آزمایش : تعیین وزن واحد حجم خشک خاک در محل به روش مخروط ماسه

### الف: عنوان و هدف

این آزمایش برای به دست آوردن وزن واحد حجم خشک خاک در حالت طبیعی یا یک لایه خاک کوبیده شده با استفاده از مخروط ماسه کالیبره شده است .

### ب: مقدمه و تئوری آزمایش

آزمایش تعیین وزن واحد حجم خشک خاک در محل ، برای ارزیابی میزان تراکم خاکریز صورت می گیرد. تراکم مجموعه عملیاتی است که موجب افزایش وزن واحد حجم خاک در محل می شود. افزایش وزن واحد حجم خاک بر اثر به هم فشردن دانه ها و کاهش فضای خالی میان دانه ای است. دقت شود که حجم آب موجود در خاک بر اثر تراکم تغییر نمی کند و فقط از هوا کاسته می شود. درجه (میزان) کوبیدگی خاک بر اساس اندازه گیری وزن واحد خشک (Dry unit weight) آن مشخص می شود.

اگر وزن واحد حجم ظاهری خاک برابر  $\gamma_t$  و درصد رطوبت آن برابر  $\omega$  فرض شود با استفاده از روابط :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_t}{1+\omega} \quad \text{و} \quad \gamma_t = \frac{G_s(1+\omega)\gamma_w}{1+e} \quad \text{و} \quad \gamma_d = \frac{G_s}{1+e}\gamma_w$$

این وزن واحد حجم خاک کوبیده شده تابع جنس خاک ، میزان رطوبت و نیروی تراکمی است که برای کوبیدن خاک صرف شده است.

این بحث و تعیین واحد حجم خاک برای تعیین خصوصیات مکانیکی خاک از جمله نفوذ پذیری ، مقاومت برشی و تحکیم از موارد مهم در ساخت سدهای خاکی ، سدهای سنگ ریزه ای و همچنین راه سازی است. چهار دسته از کاربردهای تعیین وزن واحد حجم خشک خاک به شرح ذیل است:

الف : در راهسازی برای تعیین درصد تراکم لایه های خاکریز

ب : در کارهای ساختمانی برای اطلاع از تراکم و تعیین ظرفیت باربری خاک

ج : در سد سازی برای کنترل تراکم هسته سد خاکی

د : در ساخت کانال های انتقال آب.

همانطور که ذکر شد هدف این آزمایش تعیین  $\gamma_d$  خاک است. در روش مخروط ماسه با به دست آوردن وزن مرطوب نمونه ای از خاک حفاری شده از یک گودال با شکل هندسی نامنظم است. اگر حجم آن گودال را بدانیم وزن واحد حجم ظاهری یا مرطوب خاک به سادگی محاسبه می شود:

$$\gamma_t = \frac{\text{وزن خاک مرطوب}}{\text{حجم گودال}}$$

حال با داشتن درصد رطوبت خاک وزن واحد خشک خاک حفاری شده برابر است با :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_t}{1 + \omega}$$

روش مخروط ماسه هر دو حجم گودال را که مجهول اصلی ما در رابطه فوق است ارائه می دهند. روش مخروط ماسه روش غیر مستقیم برای به دست آوردن حجم گودال است. ماسه مورد استفاده (ماسه اوتاوا در کشور های غربی و ماسه خزر در ایران) عموماً مصالحی است که از الک ۲۰ می گذرند و لی روی الک ۳۰ می مانند. اگر چه مصالح عبوری از الک ۳۰ و مانده روی الک ۴۰ یا عبوری از الک ۳۰ و مانده روی الک ۵۰ قابل استفاده هستند. اغلب وجود یک ماسه یکنواخت و هم اندازه برای جلوگیری از مساله جدایی ضروری است.

**ج: وسایل مورد نیاز در این آزمایش:**

۱- استوانه واحد حجم (دram)

۲- وسایل کندن زمین

۳- ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم

۴- قوطی فلزی

۵- ماسه

۶- کاردک

۷- گرمخانه

۸- وسایل جانبی

۹- دستگاه مخروط ماسه

**د: روش انجام کار**

ابتدا وسایل آزمایش را تهیه می کنیم. و در ابتدا وزن و حجم ظرف درام را اندازه گیری و یادداشت می نماییم. مجدداً ظرف درام را به کمک دستگاه مخروط ماسه از ماسه آزمایشگاهی پر نموده و با خط کش لبه بالایی ماسه را صاف نموده و مجدداً وزن آن را اندازه می گیریم. بر این اساس وزن مخصوص ماسه آزمایشگاهی به دست می آید.

سپس دستگاه مخروط ماسه را از ماسه پر می کنیم. در این مرحله می خواهیم وزن ماسه ای را که در مخروط دستگاه جا می شود را محاسبه کنیم. برای این کار ابتدا وزن دستگاه مخروط ماسه را در حالی که پر از ماسه است اندازه گیری و یادداشت می کنیم. سپس دستگاه مخروط ماسه را روی صفحه زیرین آن قرارداد با باز کردن شیر مخروط اجازه می دهیم تا ماسه حجم مخروط زیر آن را پر کند شیر دستگاه را بسته و مجدد وزن دستگاه مخروط ماسه و ماسه باقی مانده در آن را اندازه می گیریم از تفاوت دو وزن یادداشت شده وزن ماسه مورد نیاز جهت پر کردن مخروط زیر دستگاه به دست می آید.

اکنون با حضور در محل کارگاه نسبت به تعیین محل مناسبی جهت حفر گودال نمونه اقدام می کنیم. سطح محل مورد نظر باید صاف باشد به گونه ای که صفحه زیرین دستگاه مخروط ماسه به راحتی روی آن قرار بگیرد. به وسیله ابزار و کاردک گودالی به قطر صفحه زیرین دستگاه مخروط ماسه و عمق مناسب حفر می کنیم. خاک مرطوب به دست آمده از حفر گودال را بلافاصله در ظرف نمونه گیری پلاستیک که وزن خالی آن را قبلاً اندازه گیری نموده ایم می ریزیم تا به محل آزمایشگاه ببریم. باید توجه حتماً نمونه مرطوب در ظرف پلاستیکی درب دار به آزمایشگاه حمل شود به گونه ای که در اثر حرارات هیچ گونه رطوبتی از آن تبخیر نشود.

پ از حفر گودال ، دستگاه مخروط ماسه که پر از ماسه است و وزن آن را قبلاً اندازه گرفته ایم روی صفحه زیرین آن بر روی گودال می گذاریم و شیر دستگاه را باز می کنیم به نحوی که گودال پر از ماسه شود. پس از پر شدن گودال از ماسه شیر دستگاه را بسته و مجدداً وزن دستگاه و ماسه باقی مانده را اندازه گیری می کنیم. ظرف خالی نمونه رطوبت را وزن نموده و اندازه آن را یادداشت می کنیم . مقداری از نمونه خاک مرطوب را در ظرف نمونه رطوبت قرارداده و وزن آن را مجدداً اندازه گیری می کنیم بدین ترتیب وزن نمونه مرطوب به

دست می آید. نمونه مرطوب را برای تعیین مقدار رطوبت در دستگاه گرمخانه قرار می دهیم و پس از ۲۴ ساعت مجدداً وزن نمونه خشک شده را اندازه گیری می کنیم تا بتوانیم مقدار آب نمونه را به دست بیاوریم. با توجه به نتایج به دست آمده و براساس فرمول های زیر محاسبات لازم را جهت تعیین وزن واحد حجم خشک خاک انجام می دهیم.

#### ه : محاسبات و جداول

$h$  : عمق ظرف درام - ۱۲ سانتی متر

$d$  : قطر ظرف درام - ۱۰ سانتی متر

$$V = h \times \frac{\pi d^2}{4} \quad \text{حجم ظرف درام } 942.47 \text{ cm}^3$$

$m_1$  : وزن ظرف درام خالی  $705.1 \text{ gr}$

$m_2$  : وزن ظرف درام پر از ماسه  $1978.3 \text{ gr}$

$$m_{sand} = m_2 - m_1 \quad \text{وزن ماسه خالص درون درام } 1978.3 - 705.1 = 1273.2 \text{ gr}$$

$$\rho_{sand} = \frac{m_{sand}}{V} \quad \text{جرم مخصوص ماسه مورد استفاده } \rho_{sand} = \frac{1273.2}{942.47} = 1.35 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$m'_1$  : جرم دستگاه و ماسه در سطح میز قبل از بازشدن شیر  $4355 \text{ gr}$

$m'_2$  : جرم دستگاه و ماسه در سطح میز بعد از بازشدن شیر  $4067 \text{ gr}$

$$m_{sandcone} = m'_2 - m'_1 \quad \text{جرم ماسه لازم برای پرکردن مخروطی دستگاه } 4355 - 4067 = 288 \text{ gr}$$

$m''_1$  : جرم ظرف خالی برای جمع آوری نمونه خاک مرطوب خارج شده از گودال  $305.4 \text{ gr}$

$m''_2$  : جرم ظرف پر برای جمع آوری نمونه خاک مرطوب خارج شده از گودال  $1955.7 \text{ gr}$

$$m_{soil} = m''_2 - m''_1 \quad \text{جرم خاک مرطوب خارج شده از گودال } 1955.7 - 305.7 = 1650 \text{ gr}$$

$m'''_1$  : جرم ظرف خالی برای تعیین رطوبت خاک مرطوب  $45 \text{ gr}$

$m'''_2$  : جرم ظرف و خاک مرطوب برای تعیین رطوبت  $436.2 \text{ gr}$

$m'''_3$  : جرم ظرف و خاک خشک برای تعیین رطوبت  $389.4 \text{ gr}$

$$436.2 - 389.4 = 46.8 \text{ gr} \quad m_{\text{water}} = m'''_2 - m'''_1$$

$$389.4 - 45 = 344.4 \text{ gr} \quad m_{\text{solid}} = m'''_3 - m'''_2$$

$$4339 \text{ gr} \quad m''''_1: \text{جرم دستگاه مخروط ماسه قبل از تخلیه در گودال در محل کارگاه}$$

$$3005 \text{ gr} \quad m''''_2: \text{جرم دستگاه مخروط ماسه بعد از تخلیه در گودال در محل کارگاه}$$

$$m_{\text{sand hol}} = m''''_1 - m''''_2 - m_{\text{cone}} \quad \text{جرم ماسه مصرف شده در گودال}$$

$$4339 - 3005 - 288 = 1046 \text{ gr}$$

$$V_{\text{hol}} = \frac{m_{\text{sand hol}}}{\rho_{\text{sand}}} = \frac{1046 \text{ gr}}{1.35} = 774.81 \text{ cm}^3 \quad \text{حجم گودال} \quad V_{\text{hol}} = \frac{m_{\text{sand hol}}}{\rho_{\text{sand}}}$$

$$\rho_m = \frac{m_m}{V_{\text{hol}}} = \frac{\text{جرم خاک مرطوب}}{\text{گودال حجم}} = \frac{1650}{774.81} = 2.13 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \quad \text{جرم مخصوص مرطوب خاک}$$

$$\omega = \frac{\text{جرم آب خاک}}{\text{جرم خشک خاک}} = \frac{46.8}{344.4} = 0.136 \quad \text{درصد رطوبت}$$

$$\rho_d = \frac{2.13}{1+0.136} = 1.875 \quad \text{جرم مخصوص خشک خاک} \quad \rho_d = \frac{\rho_m}{1+\omega}$$

$$\gamma_m = \rho_m \times g \quad \text{جرم مخصوص خشک خاک} \quad \gamma_m = 2.13 \times 1 = 2.13 \quad \text{و} \quad g = 1 \frac{\text{grf}}{\text{gr}}$$

$$\gamma_d = \rho_d \times g \quad \text{جرم مخصوص خشک خاک} \quad \gamma_d = 1.875 \times 1 = 1.875$$

و: نتیجه گیری

براساس نمودار و نتایج حاصله وزن مخصوص ماسه خاک خشک و مرطوب 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