



دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و مهندسی خاک

آزمایشگاه خاکشناسی

تهیه و تنظیم

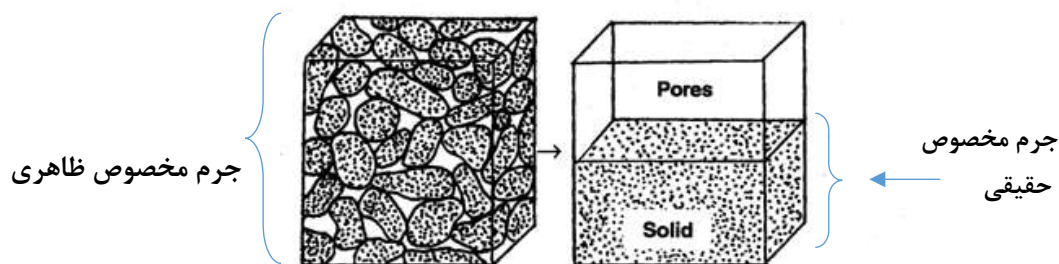
حیدر غفاری

عنوان آزمایش:

تعیین جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک

مقدمه

جرم مخصوص یا دانسیته یا چگالی بیانگر نسبت جرم به حجم اجسام است. به دلیل اینکه خاک یک محیط متخلخل است، دو نوع جرم مخصوص برای آن قابل تصور است: جرم مخصوص حقیقی خاک (Particle Density) که عبارت است از جرم مخصوص (فقط) جزء جامد خاک، در حالی که جرم مخصوص ظاهری (Bulk Density) مربوط به همه فازهای خاک یعنی فاز جامد، مایع و گاز است.



جرم مخصوص حقیقی بستگی به ساخت و مینرالوژی مواد تشکیل دهنده خاک دارد و تقریباً ثابت است. اما جرم مخصوص ظاهری خاک یک ویژگی پویاست که تحت تاثیر عوامل مختلف مانند ساختمان، بافت، مواد آلی و ... تغییر می‌کند. هر چه میزان مواد آلی خاک افزایش یابد از میزان هر دو جرم مخصوص کاسته می‌شود. زیرا مواد آلی نسبت به ذرات معدنی خاک دارای جرم مخصوص ظاهری و حقیقی کمتری اند. به همین خاطر است که استفاده از ماده آلی یک روش مناسب برای بهبود خصوصیات خاک می‌باشد. جرم مخصوص حقیقی خاکها به طور معمول بین ۲/۴ تا ۲/۸ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد که در مقایسه با جرم مخصوص ظاهری عدد بیشتری است چون شامل فازهای مایع و گاز نمی‌شود. بیان کمی جرم مخصوص ظاهری خاک در بسیاری از مطالعات آب و خاک اهمیت بسیاری دارد. با اندازه گیری جرم مخصوص حقیقی و ظاهری خاک می‌توان میزان خلل و فرج خاک (f) را محاسبه کرد:

$$f = 1 - \left(\frac{D_b}{D_s} \right)$$

یکی دیگر از استفاده های جرم مخصوص ظاهری خاک، تبدیل درصد رطوبت جرمی (θ_m) به حجمی (θ_v) است:

$$\theta_v = \theta_m \times D_b$$

با داشتن جرم مخصوص ظاهری خاک می‌توان، جرک یک توده خاک با حجم مشخص را تعیین کرد. مثلاً اگر بخواهیم جرم خاک یک مزرعه یک هکتاری تا عمق نیم متری حساب کنیم، با استفاده از جرم مخصوص ظاهری به آسانی طبق فرمول زیر آن را حساب کرد:

جرم خاک: حجم خاک × جرم مخصوص ظاهری خاک

مثلاً اگر جرم مخصوص ظاهری خاکی ۱٫۵ گرم بر سانتی متر مکعب (برابر ۱٫۵ تن بر متر مکعب) باشد، جرم خاک یک مزرعه یک هکتاری تا عمق ۰٫۵ متری ۷۵۰۰ تن میشود ($1000 \text{ m}^2 \times 0.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ ton/m}^3$).

مجموعه پارامترهای بافت خاک، ساختمان خاک، جرم مخصوص ظاهری و جرم مخصوص حقیقی جهت مشخص نمودن خصوصیات فیزیک خاک و انتخاب مدیریت مناسب برای افزایش راندمان تولید ضروری هستند.

نکته: در صحبت های عامیانه گاهی از واژه وزن به جای جرم استفاده میشود. اما در علم فیزیک جرم با وزن تفاوت دارد. وزن دارای بعد نیرو است و واحد آن نیوتن است. دقت کنید عبارت وزن مخصوص را به جای جرم مخصوص استفاده نکنید. وزن بسته به نیروی گرانش تغییر میکند اما جرم جسم همیشه ثابت است.

انواع روش های اندازه گیری

جرم مخصوص ظاهری را در دو حالت خشک و تر می توان بیان نمود. تفاوت این دو تنها در مرطوب و خشک بودن نمونه خاک مورد استفاده در آزمایش می باشد. در آزمایشات خاکشناسی جرم مخصوص ظاهری خشک رایج است. جرم مخصوص ظاهری خشک و تر را به سه روش اندازه گیری می نمایند.

- استوانه ای Core Method
- کلوخه Clod Method
- مخروط ماسه: این روش اغلب در کارهای مهندسی عمران استفاده میشود.

وسایل مورد نیاز

استوانه مخصوص فلزی - کاردک - چکش نقطه زن - آون برقی - استوانه مدرج - پارافین (با جرم مخصوص مشخص) - اجاق الکلی - نخ خیاطی - ترازوی دیجیتال

روش استوانه ای

در این روش به صورت زیر عمل می کنند:
ابتدا استوانه های مخصوص این کار را برداشته و آن را روی محل مورد نظر گذاشته و روی آن یک تخته ی چوبی گذاشته و با چکش پلاستیکی به روی تخته چوبی زده که استوانه به طور کامل به درون محل مورد نظر فرو رود. سپس دور استوانه را با کاردک خالی کرده و به آرامی از محل مورد نظر جدا میکنند. پس از این کار با همان کاردک خاک زیر استوانه مماس با لبه استوانه تراشیده میشود. طوری که کل حجم داخلی استوانه توسط خاک پر شده باشد. استوانه ی مورد نظر را به آزمایشگاه انتقال داده و آن را به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد قرار داده تا رطوبت آن تبخیر شود. سپس استوانه توزین شده و با توجه به جرم خالی استوانه و حجم استوانه، جرم مخصوص ظاهری تعیین می شود.

روش کلوخه

این روش بر مبنای قانون ارشمیدوس است: وقتی جسمی را درون یک سیال مثلا یک لیوان آب بیندازیم اگر جسم تماما درون آب فرو رود به مقدار حجم خود آب را جابجا می کند.
مراحل این روش به شرح زیر است:

۱- ابتدا یک کلوخه آون خشک را که اندازه ی یک جبه قند یا یک بند انگشت می باشد انتخاب کنید و آنرا با ترازوی دیجیتال با دقت ۰,۰۱ وزن کنید (Wc).

مهم: اگر خاک هوا خشک است، کلوخه ای دیگر داخل آون قرار دهید تا نسبت رطوبت آن را بدست آورید. در این حالت باید وزن آون خشک کلوخه مورد آزمایش را در محاسبات استفاده کنید.

۲- کلوخه را با استفاده از یک نخ به طول ۲۰ سانتیمتر ببندید. (از وزن نخ چشم پوشی میشود)

۳- کلوخه را به صورت لحظه‌ای به مدت یک ثانیه در ظرفی که پر از پارافینی که قبلاً روی حرارت مایع شده است (نه زیاد سرد و نه زیاد گرم) فرو برده و خارج کنید. (به منظور جلوگیری از ورود آب به درون کلوخه خاک)

۵- کلوخه ی آغشته شده به پارافین را پس از سرد شدن وزن کنید (W_{cp})

۶- استوانه مدرجی را برداشته و آن را تا حجم مشخصی پر از آب مقطر کنید و عدد آن را یادداشت کنید (V_1).

۷- سر آزاد نخ بسته شده به کلوخه را گرفته و کلوخه را به درون استوانه ی پر از آب فرو برده و همانند عدد روی استوانه را یادداشت کنید. (V_2)

نکته ۱: اگر پارافین سطح کلوخه را کامل نپوشاند آب وارد کلوخه می شود و هنگام فرو بردن زیر آب از آن هوا خارج می شود. این امر باعث باطل شدن آزمایش شده و باید آزمایش را دوباره انجام دهیم)

۸- در مرحله ی آخر با استفاده از اعداد و ارقامی که بدست آورده ایم جرم مخصوص را طبق معادله زیر حساب کنید.

$$D_b = W_c / V_c$$

$$V_c = V_2 - V_1 - V_p$$

$$V_p = W_p / D_p$$

$$W_p = W_{cp} - W_c$$

$$D_p = 0.8 \text{ g/cm}^3$$

که در آن، W_c وزن آون خشک کلوخه، V_c حجم کلوخه، V_p حجم پارافین، W_p جرم پارافین و D_p جرم مخصوص پارافین می باشد

اندازه گیری جرم مخصوص حقیقی (روش پیکنومتر)

وسایل مورد نیاز:

پیکنومتر، آب مقطر، حمام آب گرم (بنماری)، ترازو

۹۲

۹۳

۹۴

۹۵

۹۶

۹۷



این روش نیز بر مبنای قانون ارشمیدوس است. طبق قانون ارشمیدوس هر جسمی داخل آب قرار گیرد به اندازه حجم آن آب جابجا می شود. پس در این آزمایش به دنبال وزن آب جابه جا شده ناشی از ورود خاک به داخل ظرف هستیم.

پیکنومتر یک بالن ته صاف با خط نشانه معین و دارای حجم بسیار دقیقی است که برای اندازه گیری دانسیته در حجم های ۲۵ و ۵۰ میلی لیتر استفاده میشود. برای این منظور از بالن ژوژه هم میتوان استفاده کرد که فقط گلوی آن بلندتر است.

مراحل کار عبارتند از:

- ۱) آب مقطر را بجوشانید تا هوای داخل آن خارج گردد.
- ۲) یک عدد پیکنومتر را برداشته و با آب مقطر پر کنید و توسط ترازو وزن نمایید ($W1$).
- ۳) نصف آب مقطر داخل پیکنومتر را خالی کنید و مقدار مشخصی خاک آن خشک بین ۱۰-۲۰ گرم (W_s) را وزن کرده و داخل پیکنومتر بریزید.
- مهم: اگر خاک آن خشک نیست، نمونه دیگری جهت تعیین نسبت رطوبت در آن قرار دهید. در این حالت، با استفاده از نسبت رطوبت، وزن آن خشک خاک را حساب کرده و در محاسبات استفاده کنید.
- ۵) پیکنومتر حاوی خاک و آب مقطر را روی دستگاه بنماری قرار دهید تا ۱۰ دقیقه بجوشد و هوای آن خارج شود.
- ۶) پس از سرد شدن پیکنومتر را با آب مقطر مجدداً پر کنید و توسط ترازو وزن کنید. $W2$

محاسبات:

$$D_s = W_s / V_s$$

$$V_s = \frac{(W1 + W_s) - W2}{p_w}$$

که در آن V_s حجم ذرات خاک (برابر با مقدار آب جابجا شده) و p_w جرم مخصوص آب که برابر با یک فرض میشود.

