

سازمان حفاظت محیط زیست ایران

بخش خاک آزمایشگاه مرجع

دستورالعمل تعیین چگالی ذرات خاک

Soil Quality - Determination
of Particle Density

تهیه کننده :

مهدی گندم کار

مسئول آزمایشگاه فیزیکوشیمی خاک

نسخه :

۰۰ - ۱۳۹۵

۱- هدف :

هدف از این دستورالعمل تعیین چگالی ذرات خاک است که از آن می‌توان برای محاسبه نسبت بخش جامد خاک و یا تخلخل لایه‌های خاک استفاده نمود.

توجه : جهت تعیین چگالی کل توده خاک (مشمول بر خلل و فرج) از استاندارد ISO 11272 می‌توان استفاده نمود.

۲- دامنه کاربرد :

در این دستورالعمل دو روش برای سنجش چگالی دانه‌های خاک عنوان شده که بر اساس حجم و وزن ذرات محاسبه می‌گردد. روش اول برای ذرات ریزتر از ۲mm و روش دوم برای سنگ و شنهای درشت از ۲mm اعم از با تخلخل و بدون تخلخل می‌باشد.

۳- اصطلاحات و تعاریف :

۳-۱: چگالی ذره : نسبت کل جرم ذرات جامد خشک شده در آون (معدنی و آلی) به حجم آن ذرات.

توجه ۱: حجم مورد نظر، شامل حفره‌های داخلی ذرات خاک نیز می‌باشد. اما فضاهای خالی بین ذرات کسر می‌گردد.

توجه ۲: واحد SI مناسب برای این فاکتور، kg/m^3 است. اما واحد g/cm^3 نیز کاربرد فراوانی دارد. رابطه این دو به صورت $1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$ می‌باشد.

۴- روش آزمون :

۴-۱-۱- روش اول برای ذرات ریزتر از ۲ میلی‌متر :

۴-۱-۱-۱ تجهیزات :

۴-۱-۱-۱-۱: پیکنومتر : شیشه‌ای و به حجم ۲۰ تا ۵۰ سانتیمتر مکعب، دارای درب استوپر گرد و شیشه‌ای

که در میان آن یک روزنه موین تعبیه شده است، مجهز به دماسنج داخلی

۴-۱-۱-۱-۲: دسیکاتور خلای

۴-۱-۱-۱-۳: ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۱ میلی‌گرم

۴-۱-۱-۱-۴: الک استاندارد با اندازه سوراخ ۲ میلی‌متر

۴-۱-۲ آماده‌سازی نمونه :

نمونه دستخورد و نماینده‌ای از خاک برداشته، از الک ۲ میلیمتر عبور داده و در هوای اتاق خشک کنید. درصد رطوبت خاک هواخشک (w) را محاسبه کنید.

۴-۱-۳ تشریح انجام آزمون :

پیکنومتر را خشک و تمیز کرده وزن نمایید (m_0). ۱۰ تا ۲۰ گرم خاک هواخشک ریزتر از ۲ میلیمتر در آن ریخته توزین نمایید (m_s). در پیکنومتر تا نصف علامت پُر، آب مقطر بریزید. سپس آنرا در دسیکاتور قرارداده و تا وقتی که خروج حبابهای گاز مشاهده نشود، به خلأ وصل کنید. پیکنومتر را از آب مقطر جوشیده و خنک شده (هوازدایی شده) پر کنید و استوپر را وارد کنید به نحوی که حباب هوایی در زیر آن نماند و لوله موئین کاملاً پر شود. در شرایط دمایی ثابت، پیکنومتر را بدون گرما و با کاغذ فیلتر خشک و وزن کنید (m_{sw}). در طول کار مطمئن باشید که لوله موئین پر است و دما ثابت می ماند. دمای آب پیکنومتر را تا ۰/۱ درجه سانتیگراد یادداشت کنید. مقدار چگالی آب (ρ_w) را از جدول ۱ بدست آورید.

جدول ۱: چگالی آب مقطر بر حسب دما (g/cm^3)

ρ_w	°C	ρ_w	°C	ρ_w	°C	ρ_w	°C	ρ_w
0,999 7	15,0	0,999 1	20,0	0,998 2	25,0	0,997 0	30,0	0,995 7
0,999 6	16,0	0,998 9	21,0	0,998 0	26,0	0,996 8	31,0	0,995 3
0,999 5	17,0	0,998 8	22,0	0,997 8	27,0	0,996 5	32,0	0,995 0
0,999 4	18,0	0,998 6	23,0	0,997 5	28,0	0,996 2	33,0	0,994 7
0,999 2	19,0	0,998 4	24,0	0,997 3	29,0	0,995 9	34,0	0,994 4

نهایتاً نمونه خاک را از پیکنومتر خارج کرده و پس از شستشو آنرا با آب هوازدایی شده با دمای قبلی پر کنید. استوپر را وارد کرده و بدنه پیکنومتر را خشک و آن را وزن کنید (m_w). مراقب باشید که دما تغییر نکرده باشد.

۴-۱-۴ محاسبه :

الف) جرم حالت خشک شده در آون نمونه خاک (m_d) بر حسب گرم را از رابطه (۱) بدست آورید :

$$m_d = (m_s - m_0) / (1 + w) \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن m_s جرم پیکنومتر و نمونه خاک بر حسب گرم، m_0 جرم پیکنومتر خالی بر حسب گرم و w درصد رطوبت خاک هواخشک است.

ب) چگالی ذرات خاک ρ_s را بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب از رابطه (۲) محاسبه کنید :

$$\rho_s = \rho_w \cdot m_d / (m_d + m_w - m_{sw}) \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه m_d جرم حالت خشک شده در آون نمونه خاک بر حسب گرم، ρ_w چگالی آب بر حسب g/cm^3 در دمای آزمایشی (جدول ۱)، m_{sw} جرم پیکنومتر پر شده با آب و خاک بر حسب گرم و m_w جرم پیکنومتر پر شده از آب بر حسب گرم است.

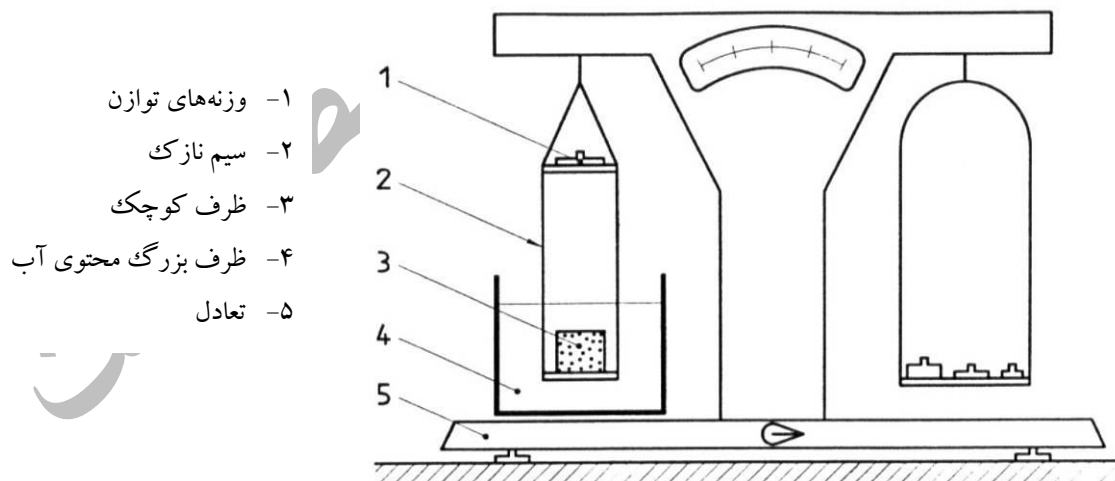
۴-۲- روش دوم برای ذرات بزرگتر از ۲ میلیمتر :

۴-۲-۱ تجهیزات :

۴-۲-۱-۱: ترازوی آزمایشگاهی با قابلیت آویزان نمودن یک محفظه کوچک با سیم نازک به آن. در این محفظه ظرف کوچکی دارای ذرات سنگ و شن قرار گرفته و کل مجموعه در ظرف بزرگتری از آب غوطه‌ور و توزین می‌گردد.

۴-۲-۱-۲: دسیکاتور خلأی

۴-۲-۱-۳: دماسنج



- ۱- وزنه‌های ترازن
- ۲- سیم نازک
- ۳- ظرف کوچک
- ۴- ظرف بزرگ محتوی آب
- ۵- تعادل

شکل ۱: ترازوی آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری چگالی ذرات سنگ و شن خاک

۴-۲- آماده‌سازی نمونه :

سنگ و شنها را تمیز کنید (مثلا با تکان دادن آنها در محلول هگزامتاسففات سدیم). آنها را با آب شسته و در آون با دمای ۱۰۵ خشک کنید.

۴-۲-۳ تشریح انجام آزمون :

ابتدا کفه آویخته به ترازو را توزین کنید (m_0). ذرات سنگ و شن را در یک ظرف کوچک قرار داده و آنها روی کفه گذاشته و مجدداً توزین کنید (m_s). سپس ظرف کوچک را از آب مقطر جوشیده و خنک شده پر کرده و در دسیکاتور خلأی دوبار به مدت ۱۰ دقیقه هوازدایی نمایید تا بین این دو مرحله، هوا به دسیکاتور منتقل شود.

سپس این ظرف را روی کفه ترازو قرار داده و ظرف و کفه را در ظرف بزرگتری که محتوی آب هوازدایی شده است، غوطه‌ور نمایید تا ذرات سنگ و شن کاملاً در آب فرو روند. مجدداً مجموعه را به دقت توزین کنید (m_{sw}). مجموعه را خارج کرده و ذرات را جدا کنید. ظرف کوچک و کفه ترازو را تمیز کرده و دوباره در آب غوطه‌ور و توزین نمایید (m_w). دمای آب را اندازه‌گیری و از جدول (۱) چگالی آب (ρ_w) را بدست آورید.

۴-۲-۴ محاسبه :

چگالی ذرات بخش درشت‌دانه خاک (ρ_p) را از رابطه (۳) محاسبه کنید.

$$\rho_p = \rho_w \cdot (m_s - m_0) / (m_s + m_w - m_{sw} - m_0) \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه، ρ_w چگالی آب برحسب g/cm^3 ، m_s جرم آون-خشک ذرات، ظرف کوچک و کفه ترازو برحسب گرم، m_0 جرم ظرف کوچک و کفه ترازو، m_{sw} جرم ذرات درشت، ظرف کوچک و کفه ترازو غوطه‌ور در آب و m_w جرم ظرف کوچک و کفه ترازو غوطه‌ور در آب است.

۵- گزارش :

در گزارش موارد ذیل قید گردد :

- ارجاع به مأخذ استاندارد ISO 11508
- مشخصات کامل نمونه
- روش اتخاذ شده (۴-۱ یا ۴-۲)
- نتایج
- هرگونه موردی که ممکن است روی نتایج تاثیر بگذارد و یا مواردی که مطابق این استاندارد عمل نشده است.

۶- مراجع و مستندات مرتبط :

- ISO 11508 : 1998 (E) , Soil quality - Determination of particle density