



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب کشور
بخش آزمایشگاه ها

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک

اندازه گیری رطوبت خاک-روش حجمی

SWRI-S-124

شماره ثبت:

Rev-01-1403/10

ویرایش اول:

۱۴۰۳



روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 124	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش حجمی		بفش آزمایشگاه‌ها	

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک

اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش حجمی

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

نشانی: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین‌دشت، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

صندوق پستی: ۳۱۱-۳۱۷۸۵

کد پستی: ۳۱۷۷۹۹۳۵۴۵

تلفن: ۰۲۶-۳۶۲۰۱۹۰۰

نمابر: ۰۲۶۳۶۲۱۰۱۲۱

پست الکترونیکی: info@swri.ir

وبسایت: <http://www.swri.ir>

مسئولیت صحت مطالب به عهده نگارندگان است.

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 124	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
		اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش مجمعی	بخش آزمایشگاه‌ها

فهرست مطالب

- ۱- مقدمه..... ۱
- ۲- اصول..... ۲
- ۳- وسایل..... ۲
- ۴- روش کار..... ۳
- ۵- محاسبات و گزارش نتایج..... ۴
- ۶- منابع مورد استفاده..... ۵

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 124	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۱ از ۱۰	اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش مجمی		
		بخش آزمایشگاه‌ها	

۱- مقدمه

آب نگهداری شده در منافذ بین ذرات خاک را رطوبت یا آب خاک می‌نامند. رطوبت خاک یکی از عامل‌های بنیادی محیط زیست است که اثر مستقیم بر زندگی گیاهان، جانوران و ریزجانداران داشته و نقش عمده‌ای در مبادله انرژی بین هوا و خاک ایفا می‌کند. بیشتر پدیده‌ها، واکنش‌ها و فعالیت‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در درون آب خاک صورت می‌گیرد و کاهش آب خاک منجر به کاهش قابل ملاحظه یا توقف این فعالیت‌ها می‌شود. جابجایی گرما، تغییرات دما و همچنین تهویه در خاک به مقدار آب خاک بستگی دارند و انجام عملیات زراعی نیز باید در رطوبت معینی که در آن خاک را به وضعیت مناسبی برای جوانه زدن بذور و رشد و نمو گیاه رسیده است، انجام شود. از این‌رو، اندازه‌گیری و دانستن مقدار آب خاک در تمام مطالعات و بررسی‌های مربوط به نیاز آبی گیاه، فعالیت موجودات زنده و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، ضروری است. افزون بر این در اغلب آزمایش‌های رایج خاک تعیین مقدار محتوای آب خاک برای محاسبه مقدار خاک خشک به کار رفته در آزمایش ضروری است [۱].

روش‌های بسیاری برای اندازه‌گیری مقدار آب خاک وجود دارد که به دو گروه کلی روش‌های مستقیم و روش‌های غیر مستقیم تقسیم می‌شوند. روش‌های مستقیم شامل حذف آب از توده خاک و اندازه‌گیری مقدار آب از دست رفته است. روش رایج برای حذف آب از خاک، گرم کردن خاک در دمای مشخصی است. در روش‌های غیرمستقیم، رطوبت خاک با اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مرتبط با رطوبت مانند ثابت دی‌الکتریک، ظرفیت گرمایی و هدایت الکتریکی به دست می‌آید. از جمله روش‌های غیرمستقیم روش نوترون متر^۱، بلوک گچی^۲، انعکاس سنج زمانی^۳ و سنجش از دور^۴ را می‌توان نام برد. روش‌های غیرمستقیم کم-مخرب یا بدون تخریب هستند؛ دقت این روش‌ها بستگی به همبستگی رطوبت با ویژگی مرتبط با رطوبت دارد. روش مستقیم بسیار دقیق بوده و با وسایلی که معمولاً در همه آزمایشگاه‌های خاک شناسی و آبیاری موجود است، انجام می‌پذیرد. این

^۱Neutron meter

^۲Gypsum block

^۳Time domain reflectometry

^۴Remote sensing

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 124	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۲ از ۱۰	اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش مجمی	بخش آزمایشگاه‌ها	

روش به عنوان روش مرجع یا استاندارد برای مقایسه بسیاری از روش‌های دیگر اندازه‌گیری رطوبت خاک استفاده می‌شود [۲]. در زیر به توضیح اندازه‌گیری مستقیم آب خاک به روش حجم‌سنجی پرداخته می‌شود.

۲- اصول

رطوبت حجمی عبارت است از نسبت حجم آب به حجم خاک دست نخورده (خشک شده در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس). در خاک‌های رسی به دلیل تورم رس‌ها، ممکن است حجم آب در حالت اشباع از تخلخل خاک خشک بیشتر شود.

مبنای این روش استفاده از استوانه‌های فلزی با حجم مشخص است و حجم استوانه برابر حجم نمونه‌ی برداشته شده است. انتهای دیواره خارجی استوانه تیز شده است تا ورود استوانه به داخل خاک را آسان کند. نمونه‌برداری باید در خاک‌های منسجم یا در شرایط رطوبتی خاصی از خاک انجام شود (رطوبت نزدیک ظرفیت مزرعه معادل). در خاک‌های منسجم، نمونه‌ها پس از خروج استوانه از محل در درون آن باقی می‌مانند و ریزش نمی‌کنند. از سویی در خاک‌های با رطوبت مناسب، استوانه هنگام ضربه زدن به راحتی، بدون نیاز به اعمال فشار زیاد و یا بدون فروپاشی و تراکم خاک، داخل محل نمونه‌برداری فرو می‌رود.

۳- وسایل

- ۱) نمونه‌بردار^۱، پتک، بیلچه و کاردک.
- ۲) متر و کولیس^۲.
- ۳) استوانه‌های نمونه‌برداری با حجم مشخص به همراه درپوش پلاستیکی.
- ۴) آون قابل تنظیم در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس.
- ۵) ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم.

^۱ Holder

^۲ Caliper

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 124	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۳ از ۱۰		اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش مجمی		
بفش آزمایشگاه‌ها				

(۶) دسیکاتور.

۴- روش کار

(۱) برای نمونه‌برداری، خاکی با سطح صاف و دست‌نخورده انتخاب کنید. پیش از نمونه‌برداری، مواد آلی و کاه و کلش را از سطح خاک کنار بزنید.

(۲) جرم استوانه‌های نمونه‌برداری را یادداشت کنید (A).

(۳) با استفاده از کولیس ابعاد داخلی استوانه فلزی را اندازه گرفته و حجم آن را محاسبه کنید. حجم داخلی استوانه معادل حجم خاک است (V_t).

(۴) استوانه را روی خاک قرار داده و با نیروی ثابت داخل خاک فشار دهید تا استوانه بدون تراکم خاک، پر شود. دقت کنید استوانه کاملاً قائم در خاک فرو رود. تغییر زاویه استوانه در حین فروروی در خاک منجر به افزایش در جرم مخصوص خاک می‌شود. در صورتی که رطوبت خاک مناسب باشد، استوانه به راحتی یا با مقداری فشار یکنواخت وارد خاک می‌شود. در غیر این صورت ممکن است برای ورود استوانه به خاک نیاز به چند ضربه چکش باشد. در این صورت از نمونه‌بردار و چکش استفاده کنید. نمونه‌بردار را روی استوانه قرار داده و با چکش چند ضربه به بالای دسته نمونه‌بردار بزنید. تحت هیچ شرایط نباید ضربه چکش یا هر عامل فشردگی دیگر به سطح خاک وارد شود.

(۵) پس از فرو رفتن استوانه در خاک و پر شدن آن، به کمک بیلچه، خاک اطراف استوانه را خالی کنید تا به راحتی از خاک خارج شود.

(۶) پس از خروج نمونه دست‌نخورده، علائم خردشدگی و فشردگی خاک را بررسی کنید و در صورتی که نمونه سالم است، بالا و پایین نمونه را با کاردک برش دهید تا سطح نمونه خاک با سطح استوانه تراز شود. در این حالت حجم خاک برابر حجم استوانه است. باید دقت شود که صاف کردن سطح خاک به معنای صیقلی کردن و از بین بردن منافذ خاک نیست.

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 124	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۴ از ۱۰	اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش مجمی		
بفش آزمایشگاه‌ها			

- (۷) در صورت وجود ریشه قابل توجه یا قطعات درشت سنگ، باید نمونه‌برداری دوباره انجام شود. پس از نمونه‌برداری حتما درپوش دو طرف استوانه را بگذارید تا هم رطوبت خاک حفظ شود و هم خاک تا پیش از توزین سالم بماند.
- (۸) جرم نمونه را به همراه استوانه با ترازو (با دقت ۰/۰۱ گرم) اندازه بگیرید (B).
- (۹) نمونه‌ها را در آون با دمای مشخص (۱۰۵ درجه سلسیوس برای خاک‌های معدنی و ۶۵ درجه سلسیوس برای خاک‌های آلی با بیش از ۱۲ درصد ماده آلی) قرار دهید.
- (۱۰) پس از خشک شدن، نمونه‌ها را در دسیکاتور قرار دهید تا سرد شوند؛ سپس جرم آن‌ها را مشخص کنید (C).

۵- محاسبات و گزارش نتایج

رطوبت حجمی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\theta_v = \frac{V_{H_2O}}{V_t} = \frac{M_w - M_d}{V_t \rho_w} = \frac{(B - A) - (C - A)}{V_t \rho_w} \quad (2)$$

که در آن،

θ_v : رطوبت حجمی خاک برحسب سانتی‌متر مکعب آب در سانتی‌متر مکعب خاک.

V_{H_2O} : حجم آب برحسب سانتی‌متر مکعب آب (زمانی که چگالی آب یک باشد، حجم آب برابر جرم آن است).

M_d : جرم خاک خشک برحسب گرم.

M_w : جرم خاک مرطوب برحسب گرم.

ρ_w : جرم مخصوص آب بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب.

برای تبدیل رطوبت حجمی به درصد رطوبت حجمی، باید مقدار θ_v در ۱۰۰ ضرب شود.

- مقدار رطوبت خاک را بر حسب درصد و با یک رقم اعشار گزارش نمایید.

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 124	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۵ از ۱۰		اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش مجمی		
بفش آزمایشگاه‌ها				

نکات

۱) نمونه‌برداری به روش دست نخورده نیاز به دقت زیادی دارد؛ چون با کمترین فشردگی نمونه در حین نمونه‌برداری، فضای منافذ خاک کاهش یافته و به دنبال آن حجم خاک کمتر و جرم مخصوص ظاهری بیشتر شده و رطوبت حجمی به دست آمده از مقدار واقعی آن کمتر خواهد شد.

۶- منابع مورد استفاده

شهبازی، ک.، مارزی، م.، محمدی، م. ح.، اسدی، ح.، فتحی گردلیدانی، ا.، هاشمی نسب زواره، ک.، طلوعی، ر.، بهشتی، م.، آویژگان، ا.، چراغی، م. ۱۴۰۳. روش‌های تجزیه خاک: نمونه برداری، روش‌های شیمیایی و فیزیکی. موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱، ۱۰۷۴-۱.

2. Carter, M.R. and E.G. Gregorich, *Soil sampling and methods of analysis*. 2007: CRC press.

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 124	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش میم		بخش آزمایشگاه‌ها	

تهیه و تدوین:

رویا طلوعی

مسئول آزمایشگاه فیزیک خاک بخش آزمایشگاه‌ها (بخش تحقیقات شیمی و فیزیک خاک و فناوری کود)، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات ترویج و آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

محمد حسین محمدی

عضو هیات علمی گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

کریم شهبازی

رئیس بخش آزمایشگاه‌ها (بخش تحقیقات شیمی و فیزیک خاک و فناوری کود)، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات ترویج و آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

مصطفی مارزی

عضو هیات علمی بخش آزمایشگاه‌ها (بخش تحقیقات شیمی و فیزیک خاک و فناوری کود)، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات ترویج و آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از کلیه کارشناسان محترم بخش آزمایشگاه‌ها (بخش تحقیقات شیمی و فیزیک خاک و فناوری کود) که تجربیات سالیان متمادی کار در آزمایشگاه را سخاوتمندانه در اختیار مولفان قرار دادند، تشکر و قدردانی می‌گردد. این روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک با حمایت مالی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و محل موسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شده است و بدین وسیله نویسندگان از آن مجموعه محترم تقدیر می‌نمایند.



MINISTRY OF AGRICULTURE - JAHAD
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Soil and Water Research Institute of Iran
Laboratories Division

Standard Operation Procedure for Soil Analysis

Soil Moisture Determination-Volumetric Method

Record No: SWRI-S-124

Version: Rev-01-1403/10

2025

