



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 جرمی

SWRI-S-123

شماره ثبت:

Rev-01-1403/10

ویرایش اول:

۱۴۰۳



روش‌های تجزیه فیزیکی خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 123	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش جرمی		بفش آزمایشگاه‌ها	

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک

اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش جرمی

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.

روش‌های تجزیه فیزیکی خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 123	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش جرمی		دفتر آزمایشگاه‌ها	

فهرست مطالب

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

روش‌های تجزیه فیزیکی خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 123	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۱ از ۹	اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش جرمی		
		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. اندازه‌گیری کمی تغییرات جرم خاک قبل و پس از گرم کردن خاک به عنوان روش جرم‌سنجی شناخته می‌شود. 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

^۱Neutron meter

^۲Gypsum block

^۳Time domain reflectometry

^۴Remote sensing

روش‌های تجزیه فیزیکی خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 123	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۲ از ۹	اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش جرمی	بخش آزمایشگاه‌ها	

دقیق بوده و با و سایی که معمولاً در همه آزمایشگاه‌های خاک شناسی و آبیاری موجود است، انجام می‌پذیرد. این روش به عنوان روش مرجع یا استاندارد برای مقایسه بسیاری از روش‌های دیگر اندازه‌گیری رطوبت خاک استفاده می‌شود. در زیر به توضیح اندازه‌گیری مستقیم آب خاک به روش جرم‌سنجی پرداخته می‌شود.

رایج‌ترین روش برای اندازه‌گیری مستقیم رطوبت، روش جرم‌سنجی است که با توزین نمونه‌های خاک مرطوب و خشک به دست می‌آید. در تعیین رطوبت به روش جرمی عامل‌هایی مانند جرم نمونه خاک، نوع آون، دمای خشک‌اندن و مدت زمان قرار گرفتن نمونه در آون اهمیت دارند. بجز خاک‌های آلی و یا خاک‌های غنی از ماده آلی، دمای آون برای خشک کردن خاک را ۱۰۵ درجه سلسیوس در نظر می‌گیرند. در خاک‌های آلی یا پیتی، برای جلوگیری از اکسید شدن و از بین رفتن ماده آلی باید دماهای پایین‌تر (حدود ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد) استفاده شود.

۲- اصول

رطوبت جرمی عبارت است از نسبت جرم آب به جرم خاک خشک (خشک شده در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس). خاک خشک شده در هوا معمولاً دارای مقداری آب بیش از خاک خشک شده در آون است. حتی رس‌های خاک خشک شده در حرارت ۱۱۰ درجه سلسیوس نیز دارای مقداری آب هستند [۲]. دماهای بیشتر از این مقادیر سبب شکسته شدن مولکول‌های آلی و کربنات‌ها می‌شود که می‌تواند بر نتایج اثر بگذارد. رطوبت جرمی اشباع خاک‌های معمولی بین ۲۵ تا ۶۰ درصد متغیر است [۳]. رطوبت جرمی خاک‌های پیت و ماک در حالت اشباع ممکن است از ۱۰۰ درصد نیز بیشتر شود.

۳- وسایل

(۱) مته خاک‌شناسی و بیلچه.

(۲) متر.

(۳) ظروف نمونه‌برداری محکم و مقاوم به دما به همراه درپوش.

روش‌های تجزیه فیزیکی خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 123	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۳ از ۹		اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش جرمی		بخش آزمایشگاه‌ها

(۴) آون قابل تنظیم در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد.

(۵) ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم.

(۶) دسیکاتور.

۴- روش کار

- (۱) ظرف نمونه‌برداری را همراه با درپوش توزین کنید (A).
- (۲) با استفاده از آگر نمونه‌های خاک را از عمق موردنظر برداشته و درون ظرف مخصوص نمونه‌برداری بریزید. برای جلوگیری از تبخیر، بلافاصله درپوش ظرف را بگذارید.
- (۳) جرم نمونه مرطوب به همراه ظرف و درپوش را با ترازو تعیین کنید (B). سپس برای جلوگیری از هدررفت رطوبت (تا پیش از انتقال به آون)، درپوش نمونه‌ها را بگذارید.
- (۴) درپوش نمونه‌ها را برداشته و آن‌ها 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.
- (۵) پس از خشک شدن نمونه‌ها (بسته به اندازه نمونه: نمونه‌های کوچک در حد ۱۰۰ میلی‌لیتر معمولاً ۲۴-۴۸ ساعت بعد کاملاً خشک می‌شوند، اما نمونه‌های بیش از ۵۰۰ میلی‌لیتر به ۴۸ ساعت زمان نیاز دارند)، آن‌ها را در دسیکاتور قرار دهید تا سرد شوند؛ سپس ظرف دارای نمونه به همراه درپوش را توزین کنید (C).

۵- محاسبات و گزارش نتایج

رطوبت جرمی از رابطه ۱ محاسبه می‌شود:

$$\theta_m = \frac{M_{H_2O}}{M_d} = \frac{M_w - M_d}{M_d} = \frac{(B - A) - (C - A)}{C - A} \quad (1)$$

که در آن،

θ_m : رطوبت جرمی خاک برحسب گرم آب در گرم خاک.

روش‌های تجزیه فیزیکی خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 123	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۴ از ۹		اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش جرمی		بخش آزمایشگاه‌ها

M_{H_2O} : جرم آب برحسب گرم.

M_d : جرم خاک خشک برحسب گرم.

M_w : جرم خاک مرطوب برحسب گرم.

برای تبدیل رطوبت جرمی به درصد رطوبت جرمی، باید مقدار θ_m در ۱۰۰ ضرب شود.

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

نکات

(۱) برای اطمینان از درست کار کردن آون یا اطمینان به دمای اعمال شده بر نمونه‌های خاک بهتر است که یک

دماسنج در داخل آون قرار داده شود تا دمای واقعی مشخص شود و یا در صورت وجود اختلاف بین دمای اسمی

و واقعی تنظیمات لازم صورت گیرد.

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، ۱-۱۰۷۴.

2. Baver, L., *Soil Physics Third Edition*. 1956, John Wiley And Sons, New York.
3. Hanks, R.J., *Applied soil physics: soil water and temperature applications*. Vol. 8. 2012: Springer Science & Business Media.

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 123	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری رطوبت خاک-روش جرمی		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-Mass Method

Record No: SWRI-S-123

Version: Rev-01-1403/10

2025

