

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 سولفات محلول در عصاره خاک – روش هدایت سنجی

SWRI-S-107

شماره ثبت:

Rev-01-1403/10

ویرایش اول:

۱۴۰۳



روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 107	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری سولفات محلول در عصاره خاک – روش هدایت‌سنجی		بخش آزمایشگاه‌ها	

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک

اندازه‌گیری سولفات محلول در عصاره خاک – روش هدایت‌سنجی

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: ۳۱۷۸۵-۳۱۱

کد پستی: ۳۱۷۷۹۹۳۵۴۵

تلفن: ۰۲۶-۳۶۲۰۱۹۰۰

نمبر: ۰۲۶۳۶۲۱۰۱۲۱

پست الکترونیکی: info@swri.ir

وبسایت: <http://www.swri.ir>

مسئولیت صحت مطالب به عهده نگارندگان است.

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 107	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری سولفات مملول در عصاره خاک- روش هدایت‌سنجی		بخش آزمایشگاه‌ها	

فهرست مطالب

- ۱- مقدمه ۱
- ۲- اصول ۱
- ۳- وسایل ۱
- ۴- مواد و/یا واکنشگرها ۲
- ۵- روش کار ۲
- ۶- محاسبات و گزارش نتایج ۳
- ۷- منابع مورد استفاده ۳

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 107	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری سولفات محلول در عصاره خاک- روش هدایت‌سنجی		بخش آزمایشگاه‌ها	

۱- مقدمه

گوگرد (S) در خاک‌ها به صورت آلی و معدنی وجود دارد. گوگرد آلی یکی از اجزای مهم پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه است. گوگرد آلی بیش از ۹۵ درصد از کل گوگرد را در بیشتر خاک‌های مناطق مرطوب و نیمه مرطوب تشکیل می‌دهد. با این حال، نسبت گوگرد آلی و معدنی در یک نمونه خاک، بسته به نوع خاک و عمق نمونه‌برداری، بسیار متفاوت است. منابع معدنی عمده گوگرد شامل گچ (CaSO_4) و پیریت (FeS) است. گوگرد به شکل کودهایی مانند K_2SO_4 و برخی آفت کش‌ها به خاک اضافه می‌شود [۱]. گوگرد در خاک و محلول خاک عمدتاً به صورت آنیون سولفات (SO_4^{2-}) در ترکیب با کاتیون‌هایی مثل Na , K , Mg , Ca یا NH_4 وجود دارد [۲, ۳]. گیاهان گوگرد را بیشتر به شکل SO_4 جذب می‌کنند که شکل قابل استفاده این عنصر ضروری است [۲, ۳].

اندازه‌گیری یون سولفات در عصاره خاک به روش‌های مختلف انجام می‌پذیرد و یکی از روش‌های معمول که در آزمایشگاه‌ها استفاده می‌شود، روش هدایت‌سنجی می‌باشد.

۲- اصول

در این روش محلول کلسیم کلرید به نمونه عصاره اضافه می‌شود تا تمام یون‌های سولفات موجود در عصاره به صورت رسوب کلسیم سولفات درآید. پس از جدا نمودن از عصاره، رسوب کلسیم سولفات در آب مقطر حل و قابلیت هدایت الکتریکی آن با دستگاه EC متر مورد سنجش قرار می‌گیرد. سپس با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت یون سولفات در عصاره محاسبه می‌شود.

۳- وسایل

(۱) EC متر.

(۲) لوله سانتریفیوژ ۵۰ میلی لیتری

(۳) سانتریفیوژ با سرعت حداقل ۱۰۰۰ دور در دقیقه

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 107	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری سولفات محلول در عصاره خاک- روش هدایت‌سنجی		بخش آزمایشگاه‌ها	

۴- مواد و/یا واکنشگرها

- (۱) استون خالص.
- (۲) محلول کلسیم کلرید تقریباً نرمال: مقدار ۷۴ گرم کلسیم کلرید ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) را توزین کرده و به یک بالن حجمی یک لیتری منتقل کنید، پس از انحلال آن در آب مقطر، تا حجم یک لیتر رقیق کنید.
- (۳) محلول‌های استاندارد کلسیم سولفات: مقادیر ۰/۰۸۶۱، ۰/۱۷۲۲، ۰/۴۳۰۵، ۰/۸۶۱ و ۱/۷۲۲ گرم کلسیم سولفات ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) را با دقت توزین و در بالن حجمی به حجم یک لیتر برسانید. غلظت سولفات در این محلول‌ها به ترتیب ۱، ۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر است. قابلیت هدایت الکتریکی (EC) این محلول‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس باید به ترتیب ۰/۱۲۱، ۰/۲۲۶، ۰/۵۰۰، ۰/۹۰۰ و ۱/۵۸۴ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر (mS/cm) یا دسی‌زیمنس بر متر (dS/m) باشد. EC محلول‌های استاندارد سولفات را قرائت کنید و با ترسیم غلظت سولفات در استانداردها بر حسب میلی‌اکی‌والان در لیتر (محور X) در برابر EC قرائت شده مربوط به آن‌ها (محور Y) منحنی واسنجی را تهیه کنید.

۵- روش کار

- (۱) مقداری از عصاره خاک (جهت تهیه عصاره گل اشباع به روش استاندارد عملیاتی شماره SWRI-S-101 مراجعه شود) (با توجه به غلظت سولفات محلول که از اختلاف آنیون‌ها از کاتیون‌های محلول در عصاره خاک تخمین زده شده است) که شامل ۰/۰۵ تا ۰/۵ میلی‌اکی‌والان سولفات باشد را در داخل یک لوله سانتریفیوژ ۵۰ میلی‌لیتری بریزید.
- (۲) یک میلی‌لیتر محلول کلسیم کلرید و ۲۰ میلی‌لیتر استون به آن اضافه و کاملاً مخلوط نمایید و به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه به حال خود بگذارید.
- (۳) نمونه‌ها را در داخل سانتریفیوژ قرار داده و با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳ دقیقه سانتریفیوژ نمایید.
- (۴) مایع رویی نمونه‌ها را به گونه‌ای به بیرون تخلیه نمایید که رسوب از لوله خارج نشود.
- (۵) با پیپت ۱۰ میلی‌لیتر استون را به گونه‌ای به نمونه اضافه نمایید که اطراف لوله از داخل کاملاً شسته شود.

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 107	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری سولفات مملول در عصاره خاک- روش هدایت‌سنجی		بفش آزمایشگاه‌ها	

۶) پس از مخلوط نمودن و سانتیفریوژ نمودن دوباره مایع رویی را به بیرون بریزید.

۷) نمونه را در آون در دمای ۵۰ درجه سلسیوس (در آون نیمه‌باز باشد) قرار دهید تا تمامی استون تبخیر شود.

۸) دقیقاً مقدار ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه کرده و هم بزنید تا رسوب کاملاً حل شود.

۹) قابلیت هدایت الکتریکی شاهد و نمونه عصاره خاک را با دستگاه EC متر قرائت نمایید.

۱۰) مقدار EC شاهد را از نمونه عصاره خاک کسر نمایید.

۱۱) با استفاده از منحنی استانداردها غلظت یون سولفات را محاسبه نمایید.

۶- محاسبات و گزارش نتایج

$$SO_4^{2-} (\text{meq/L}) = \frac{40 \times C}{V} \quad (9)$$

که در آن؛

C: غلظت یون سولفات به‌دست آمده از منحنی واسنجی برای نمونه بر حسب میلی‌اکی‌والان در لیتر.

V: حجم عصاره استفاده شده برای انجام آزمایش بر حسب میلی‌لیتر.

- نتایج را بر حسب واحد دلخواه و با دو رقم اعشار گزارش نمایید.

۷- منابع مورد استفاده

۱. شهبازی، ک.، مارزی، م.، محمدی، م. ح.، اسدی، ح.، فتحی‌گردلیدانی، 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. Estefan, G., *Methods of soil, plant, and water analysis: a manual for the West Asia and North Africa region*. 2013, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
3. Tabatabai, M., *Sulfur. Methods of soil analysis: part 3 chemical methods*, 1996. 5: p. 921-960.

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 107	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری سولفات مملول در عصاره خاک- روش هدایت‌سنجی		بخش آزمایشگاه‌ها	

تهیه و تدوین:

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.

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.

میثم چراغی

دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از کلیه کارشناسان محترم بخش آزمایشگاه‌ها (بخش تحقیقات شیمی و فیزیک خاک و فناوری کود) بویژه آقایان مهندس منصور کوهستانی و دکتر سجاد بیات 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

Determination of Soluble Sulfate in Soil Extract

Record No: SWRI-S-107

Version: Rev-01-1403/10

2025

