



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 سدیم و پتاسیم محلول در عصاره خاک با دستگاه نورسنج شعله ای (فلیم فتومتر)

SWRI-S-109

شماره ثبت:

Rev-01-1403/10

شماره ویرایش:

۱۴۰۳



روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	 بخش آزمایشگاه‌ها
SWRI-S- 109	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
		اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم محلول در عصاره خاک با دستگاه نورسنج ...	

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک

اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم محلول در عصاره خاک با دستگاه نورسنج (شعله‌ای (فلیم فتومتر)

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

نمبر: 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- 109	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
		اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم محلول در عصاره خاک با دستگاه نورسنج ...	

فهرست مطالب

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

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 109	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۱ از ۱۱	اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم محلول در عصاره خاک با دستگاه نورسنج ...		بخش آزمایشگاه‌ها

۱- مقدمه

عناصر سدیم و پتاسیم متعلق به گروه دوم جدول تناوبی بوده و بخشی از گروهی هستند که به نام فلزهای قلیایی شناخته می‌شوند. پتاسیم یکی از عناصر پر مصرف برای گیاه است و از نظر فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از مهمترین کاتیون‌ها در گیاهان محسوب می‌شود. پتاسیم در خاک‌ها به چهار شکل محلول، قابل تبادل، تثبیت شده و ساختمانی وجود دارد و قابلیت دسترسی آن برای گیاهان بستگی به دینامیک موجود بین شکل‌های مختلف و سرعت تبدیل آن‌ها به یکدیگر دارد. ترتیب شکل‌های مختلف پتاسیم از نظر قابلیت استفاده برای گیاهان و میکروارگانیسم‌ها به صورت محلول < قابل تبادل < تثبیت شده (غیرقابل تبادل) < ساختمانی است [۱]. پتاسیم محلول خاک شکلی از پتاسیم است که مستقیماً به وسیله گیاهان و میکروارگانیسم‌ها مصرف می‌شود و همچنین مهم‌ترین شکل در مسئله آبشویی می‌باشد. معمولاً مقدار پتاسیم محلول کم، نوسانات آن زیاد و اندازه‌گیری آن مشکل است [۲]. مقدار پتاسیم محلول خاک معمولاً بسیار پائین‌تر از آن است که نیاز گیاه را در طول فصل رشد تامین نماید. سطح پتاسیم محلول به وسیله دینامیک و تعادل بین شکل‌های مختلف پتاسیم کنترل می‌شود.

سدیم یک عنصر غذایی ضروری برای گیاه نیست. گزارش‌هایی مبنی بر مفید بودن سدیم برای برخی از گیاهان وجود دارد [۳-۵]. با این وجود، ضروری بودن آن هنوز مورد بحث است، زیرا پتانسیل گیاهان مختلف برای تحمل سدیم بسیار متغیر است [۶]. مقدار سدیم قابل تبادل و محلول پارامترهایی مهم در مدیریت خاک‌های شور و سدیمی هستند. شوری زیاد، که تا حدی سدیم می‌تواند مسئول آن باشد، به دلیل اثر اسمزی و اثرهای منفی بر روی ویژگی‌های خاک، رشد گیاهان را کاهش می‌دهد. غلظت زیاد سدیم باعث دیسپرس شدن کلوئیدهای خاک و افزایش تورم^۱ خاک می‌شود. این پدیده نفوذ آب، تهویه و نفوذ ریشه را کاهش می‌دهد. قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع معمولاً به عنوان یک شاخص برای شوری استفاده می‌شود، در حالیکه نسبت جذب سدیم (SAR) برای تخمین خطر سدیمی شدن^۲ استفاده می‌شود [۷].

^۱ Swelling

^۲ Sodification

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 109	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول	اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم مملول در عصاره خاک با دستگاه نورسنج ...	بخش آزمایشگاه‌ها
صفحه ۲ از ۱۱			

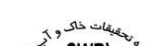
یکی از دستگاه‌هایی که عمدتاً برای تجزیه فلزهای قلیایی استفاده می‌شود، دستگاه نورسنج شعله‌ای است. روش نشر شعله‌ای معمول دیگری که برای این منظور استفاده می‌شود، طیف سنج جذب اتمی (FAAS^۱) است که به شیوه‌ی نشری کار می‌کند. روش‌های آماده سازی نمونه برای تجزیه، اساساً با تجزیه به روش طیف سنج جذب اتمی شعله‌ای یکسان هستند. نکته مهم در مورد فلزهای قلیایی این است که این فلزها حتی در دماهای نسبتاً پایین یک چراغ بونزن (حدود ۲۰۰۰ °C) به‌طور قابل ملاحظه‌ای اتمیزه شده و به سطح انرژی بالاتر برانگیخته می‌شوند. نورسنج شعله‌ای از این واقعیت بهره می‌گیرد و از آرایشی ساده برای اندازه‌گیری فلزهای قلیایی استفاده می‌کند. از آنجاییکه خطوط نشری اتم‌های فلزهای قلیایی کاملاً مجزا است و تنها معدودی از سایر عناصر نور را به شدت در دماهای یک چراغ بونزن نشر می‌نمایند، نیازی به استفاده از یک تکفام‌ساز گران‌قیمت وجود ندارد. فیلترها برای جدا کردن خطوط برای یک عنصر خاص به کار می‌روند. آشکارساز می‌تواند یک سل فتوولتایی^۲ ساده باشد. این روش برای تجزیه سدیم و پتاسیم سودمند است. ممکن است فلزهای قلیایی خاکی نیز با این روش با حساسیتی کمتر تجزیه شوند.

۲- اصول

نمونه عصاره در شعله (مخلوط هوا و پروپان) به‌صورت بخار در می‌آید و اتم‌های سدیم و پتاسیم موجود در بخار به اتم‌های برانگیخته تغییر حالت می‌دهند. حالت برانگیخته ناپایدار است و در مدت زمان بسیار کوتاهی اتم‌ها از این حالت خارج می‌شوند. وقتی که الکترون لایه بیرونی اتم به حالت پایدارتر یا حالت پایه باز می‌گردد تابشی با طول موج مشخص منتشر می‌نماید. از تابش نشر یافته برای تجزیه کمی استفاده شود. تجزیه کمی توسط طیف سنجی اتمی به اندازه‌گیری شدت تابش بستگی دارد و فرض بر این است که تابش نشر یافته متناسب با غلظت اتمی است. از مقایسه مقادیر نسبی شدت استانداردها و نمونه‌ها برای نتیجه‌گیری در مورد غلظت عنصری استفاده می‌شود. شدت تابش نشر یافته در طول موج‌های ۷۷۶/۵ نانومتر برای پتاسیم و ۵۸۹ نانومتر برای سدیم مورد سنجش قرار می‌گیرد. در برخی از دستگاه‌ها به جای استفاده از طول موج از فیلتر سدیم و پتاسیم برای اعمال طول موج مربوطه استفاده

^۱ Flame Atomic Absorption Spectrophotometer

^۲ Photovoltaic cell

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 109	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۳ از ۱۱		اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم محلول در عصاره خاک با دستگاه نورسنج ...		بخش آزمایشگاه‌ها

می‌شود. برای رفع مزاحمت‌های یونیزاسیون از عنصر سزیم استفاده می‌شود که باید به تمام نمونه‌ها اضافه شود. اگر غلظت یون کلسیم در محیط زیاد باشد برای جلوگیری از تداخل طول موج‌های سدیم و کلسیم باید از عنصر آلومینیوم استفاده کرد که تشکیل ترکیب نسبتاً پایدار Ca-Al می‌نماید [۸].

۳- وسایل

(۱) دستگاه فلیم فتومتر

(۲) بالن ۱۰۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌لیتری

۴- مواد و/یا واکنشگرها

- (۱) پتاسیم نیترات یا پتاسیم کلرید: از نمک آن‌ها با عیار آزمایشگاهی استفاده کنید و به مدت ۵ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک کنید.
- (۲) سدیم کلرید: به مدت ۵ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک کنید.
- (۳) تهیه محلول‌های استاندارد:

- تهیه محلول‌های استاندارد پتاسیم: ۲/۵۸۵۹ گرم از KNO_3 (یا ۱/۹۰۷ گرم KCl) که در آون خشک شده را با دقت توزین کرده و به یک بالن حجمی یک لیتری منتقل کرده، در کمی آب مقطر حل نموده و به حجم برسانید. غلظت پتاسیم در این محلول ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است. از این محلول ۲۵ میلی‌لیتر برداشته و به یک بالن حجمی ۲۵۰ میلی‌لیتری به حجم برسانید. غلظت پتاسیم در این محلول ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر خواهد است. از این محلول مقادیر ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌لیتر برداشته و در بالن‌های حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتری به حجم برسانید. این استانداردها به ترتیب دارای ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم پتاسیم در لیتر است.

- تهیه محلول‌های استاندارد سدیم: مقدار ۲/۵۴۲۱ گرم از سدیم کلرید ($NaCl$) که در آون خشک شده را با دقت توزین کرده و به یک بالن حجمی یک لیتری منتقل کرده، در کمی آب مقطر حل نموده و به حجم برسانید.

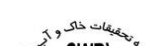
روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	 بخش آزمایشگاه‌ها
SWRI-S- 109	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۴ از ۱۱		اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم مملول در عصاره خاک با دستگاه نورسنج ...	

غلظت سدیم در این محلول ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر است. از این محلول مقدار ۲۵ میلی لیتر برداشته و در یک بالن حجمی ۲۵۰ میلی لیتری به حجم برسانید. غلظت سدیم در این محلول ۱۰۰ میلی گرم در لیتر خواهد بود. از این محلول به ترتیب مقادیر ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی لیتر برداشته و در بالن‌های حجمی ۱۰۰ میلی لیتری به حجم برسانید. این استانداردها به ترتیب دارای ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی گرم سدیم در لیتر است.

۴) محلول سزیم کلرید یا سزیم نیترات: مقدار ۲ گرم سزیم کلرید (CsCl) را در ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل کرده و ۱۶ میلی لیتر هیدروکلریک اسید (۳۷ درصد) به آن اضافه کنید و سپس به حجم یک لیتر برسانید. غلظت سزیم در این محلول ۱/۵۸ گرم در لیتر است. اگر غلظت کلسیم در محیط زیاد باشد می‌توان برای رفع مزاحمت کلسیم، پیش از به حجم رساندن به این محلول ۵۰ گرم آلومینیم نیترات $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ اضافه نمود. محلول سزیم را می‌توان به صورت زیر نیز تهیه نمود. مقدار ۲۵ گرم سزیم کلرید را به یک بالن حجمی یک لیتری منتقل کنید و پس از حل کردن در مقداری آب مقطر، به حجم یک لیتر برسانید. این محلول دارای ۲ درصد سزیم است. از این محلول می‌توان محلول ۰/۲ درصد سزیم تهیه نمود. برای این منظور، ۱۰۰ میلی لیتر از محلول دو درصد سزیم را در بالن حجمی یک لیتری بریزید و ۱۰۰ میلی لیتر نیتریک اسید یک مولار به آن اضافه کنید. سپس با آب مقطر به حجم برسانید. توجه شود که غلظت سزیم در محلول نهایی، استانداردها و محلول شاهد که با فلیم فتومتر قرائت می‌شود، باید ۰/۱ درصد باشد. اگر از دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی برای سنجش میزان سدیم و پتاسیم استفاده می‌نمایید برای رفع مزاحمت‌ها باید عنصر سزیم در تمام نمونه‌ها و استانداردها موجود باشد [۹].

۵- روش کار

۱) دستگاه را با توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده تنظیم نمایید.

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 109	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۵ از ۱۱		اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم مملول در عصاره خاک با دستگاه نورسنج ...		بخش آزمایشگاه‌ها

۲) استاندارد صفر را به دستگاه داده و نشر دستگاه را در عدد صفر تنظیم نمائید. سپس استاندارد ۵۰ میلی گرم در لیتر را به دستگاه داده و نشر دستگاه را روی عدد ۱۰۰ تنظیم نمائید. سپس نشر مربوط به سایر استانداردها را نیز قرائت نمائید.

۳) میزان نشر عصاره (جهت تهیه عصاره اشباع به SWRI-S-101 مراجعه نمائید) را قرائت کنید.

۴) منحنی واسنجی را با رسم میزان نشر در مقابل غلظت برای استانداردها به دست آورید.

۵) مقدار غلظت آنالیت در نمونه را با استفاده از منحنی واسنجی به دست آورید.

۶) در صورتی که غلظت آنالیت در نمونه خارج از دامنه واسنجی بود آن را رقیق نمائید.

۶- محاسبات و گزارش نتایج

$$K \text{ یا } Na \text{ (mg/L)} = X \times df \quad (۱)$$

که در آن؛

X: غلظت پتاسیم یا سدیم به دست آمده از منحنی واسنجی بر حسب میلی گرم در لیتر.

df: ضریب رقت است.

توجه: برای بدست آوردن غلظت بر حسب میلی اکی والان در لیتر (meq/L) غلظت‌های بدست آمده در بالا را که بر

حسب میلی گرم در لیتر هستند، بر جرم اتمی عنصر مربوطه تقسیم نمائید (جرم اتمی پتاسیم و سدیم به ترتیب ۳۹/۱

و ۲۲/۹۹ میلی گرم بر میلی مول است).

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

منابع مورد استفاده

۱. 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.

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 109	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۶ از ۱۱	اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم مملول در عصاره خاک با دستگاه نورسنج ...		بخش آزمایشگاه‌ها

2. Sparks, D.L., *Potassium dynamics in soils*, in *Advances in soil science*. 1987, Springer. p. 1-63.
3. Coughtrey, P.J., D. Jackson, and M. Thorne, *Radionuclide distribution and transport in terrestrial and aquatic ecosystems. A critical review of data. Volume 3*. 1983: AA Balkema.
4. Tinker, P., *The relationship of sodium in the soil to uptake of sodium by sugar beet in the greenhouse and to yield responses in the field*. The relationship of sodium in the soil to uptake of sodium by sugar beet in the greenhouse and to yield responses in the field., 1967.
5. Bear, F.E., *Sodium symposium*. Soil Science, 1953. **76**(1): p. 1.
6. Pearson, G., *Tolerance of crops to exchangeable sodium*. USDA Inf. Bull, 1960. **216**.(۴)
7. Rhoades, J., *Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids*. Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods, 1996. 5: p. 417-435.
8. West, A. and W. Cooke, *Elimination of anion interferences in flame spectroscopy. Use of (ethylenedinitrilo) tetraacetic acid*. Analytical Chemistry, 1960. **32**(11): p. 1471-1474.
9. Waling, I., et al., *Soil and plant analysis, a series of syllabi*. Part, 1989. 7: p. 712-717.

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	 بخش آزمایشگاه‌ها
SWRI-S- 109	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
		اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم مملول در عصاره خاک با دستگاه نورسنج ...	

تهیه و تدوین:

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.

میثم چراغی

دانش آموخته دکتری دانشگاه تهران، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از کلیه کارشناسان محترم بخش بخش آزمایشگاه‌ها (بخش تحقیقات شیمی و فیزیک خاک و فناوری کود) بویژه سرکار خانم فاطمه پرویزی و آقای 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

Soluble Potassium and Sodium Determination in the Extracts

Record No: SWRI-S-109

Version: Rev-01-1403/10

2025

