

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

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک

تهیه عصاره های آبی خاک - عصاره اشباع

SWRI-S-101

شماره ثبت:

Rev-01-1403/10

ویرایش اول:

۱۴۰۳



روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	 بخش آزمایشگاه‌ها
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
		تهیه عصاره‌های آبی خاک: عصاره اشباع	

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک

تهیه عصاره‌های آبی خاک: عصاره اشباع

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

نمابر: 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- 101	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
		تهیه مدارک‌های آبی خاک: مدارک اشباع		
		بخش آزمایشگاه‌ها		

فهرست مطالب

- ۱- مقدمه..... ۱
- ۲- اصول..... ۲
- ۳- وسایل..... ۳
- ۴- مواد و /یا واکنشگرها..... ۳
- ۵- روش کار..... ۳
- ۶- درصد رطوبت گل اشباع (SP)..... ۵
- ۶-۱- اصول..... ۵
- ۶-۲- وسایل..... ۵
- ۶-۳- روش کار..... ۵
- ۶-۴- محاسبات و گزارش نتایج..... ۶
- ۷- منابع مورد استفاده..... ۶

روش عملیاتی استاندارد تمیزه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۱ از ۱۱	تهیه عصاره‌های آبی خاک: عصاره اشباع		بخش آزمایشگاه‌ها

۱- مقدمه

فاز مایع خاک (Soil Liquid) یا آب خاک (Soil Water) یا محلول خاک (Soil solution) عبارت است از فاز مایع آبی (Aqueous liquid phase) خاک و مواد حل شده در آن. محلول خاک مرکز تحولات شیمیایی خاک است و هر تغییری که در خصوصیات خاک صورت گیرد، به نحوی در محلول خاک اثر می‌گذارد. محلول خاک نقش قابل توجهی در جذب عناصر غذایی توسط گیاه داشته و تأثیر مستقیمی بر موجودات زنده خاک دارد. بر پایه تعریف، محلول خاک به فاز مایع خاک موجود در مزرعه گفته می‌شود. به طور نظری، اندازه‌گیری کاتیون‌ها و آنیون‌ها در محلول استخراج شده از خاک در شرایط رطوبتی مزرعه بهترین اندازه‌گیری است زیرا نماینده مقدار واقعی این یون‌ها است که ریشه گیاه با آن در تماس است. با این وجود، اندازه‌گیری برخی از یون‌ها در محلول خاک انجام نمی‌شود، زیرا غلظت یون‌ها با تغییر مقدار آب خاک در طول زمان تغییر می‌کند و همچنین نمونه‌گیری از محلول‌های خاک در شرایط رطوبتی مزرعه بسیار دشوار و هزینه عملیاتی آن بالاست. از آنجایی که روش‌های موجود برای بدست آوردن نمونه‌های آب خاک در مقادیر آب یا رطوبت معمول مزرعه خیلی کاربردی نیستند، معمولاً عصاره آبی نمونه‌های خاک در مقادیر بالاتر از مقدار آب معمول مزرعه تهیه و برای اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی، آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول استفاده می‌شود. قابلیت هدایت الکتریکی، کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول معمولاً در عصاره آبی گل اشباع اندازه‌گیری می‌شوند. به دلیل اینکه این مقدار آب (یا نسبت آب به خاک)، کمترین مقدار آب (یا نسبت آب به خاک) لازم برای اکثر خاک‌ها است که مقدار عصاره کافی برای تجزیه ترکیبات خاک را بدست می‌دهد و ارتباط بهتری با مقادیر آب خاک تحت شرایط مزرعه‌ای دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱].

این روش عملیاتی استاندارد (SOP) برای تهیه خمیر اشباع خاک و استخراج فاز مایع آن جهت تعیین قابلیت هدایت الکتریکی (EC_e)، درصد اشباع (SP)، pH، غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (K^+ ، Na^+ ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، Cl^- ، CO_3^{2-} ، HCO_3^- ، SO_4^{2-} و NO_3^- و ...) و غلظت نمک‌های محلول بکار می‌رود و همچنین می‌توان با استفاده از تجزیه‌های انجام شده بر روی عصاره اشباع، نسبت جذب سدیم (SAR)، درصد سدیم تبادلی (ESP)، پتانسیل اسمزی، کل املاح محلول (TSS)، کل آنیون‌ها و یا کاتیون‌های محلول را محاسبه و برآورد نمود.

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۲ از ۱۱	تهیه عصاره‌های آبی خاک: عصاره اشباع		
		بخش آزمایشگاه‌ها	

برای آگاهی از صحت نتایج اندازه‌گیری آنیون‌ها و کاتیون‌ها توجه به موارد زیر مفید است:

- در عصاره اشباع خاکی که قابلیت هدایت الکتریکی (EC_e) آن کمتر از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر است، مجموع کاتیون‌ها و یا آنیون‌ها بر حسب میلی‌اکی‌والان در لیتر تقریباً ۱۰ برابر هدایت الکتریکی بر حسب دسی‌زیمنس بر متر است.
- مجموع کاتیون‌ها و آنیون‌ها بر حسب میلی‌اکی‌والان در لیتر در عصاره‌های آبی خاک باید با هم برابر باشند (اختلاف ۳ تا ۴ درصد قابل قبول است).
- در عصاره آبی خاک‌های با pHهای بالاتر از ۸/۳ ممکن است یون کربنات وجود داشته باشد. اگر یون کربنات در عصاره خاک موجود نباشد، مقدار یون بی‌کربنات به ندرت از ۱۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر تجاوز می‌کند و در pH ۷ یا کمتر به ندرت مقدار بی‌کربنات از ۳ الی ۴ میلی‌اکی‌والان در لیتر تجاوز می‌کند.
- در pH بیشتر از ۹ به ندرت مقدار $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ در عصاره آبی خاک از ۲ میلی‌اکی‌والان در لیتر تجاوز می‌کند. اگر مقدار یون بی‌کربنات در عصاره آبی خاک زیاد باشد، هیچ وقت مقدار $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ قابل توجه نخواهد بود [۲].

۲- اصول

گل اشباع تهیه شود و اجازه داده می‌شود برای مدت زمانی حدود ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار داده شود (نباید بیشتر از ۲۴ ساعت شود). عصاره اشباع با استفاده از پمپ خلاء عصاره‌گیری و جمع‌آوری می‌شود. گل اشباع و عصاره استخراج شده از آن جهت تعیین درصد اشباع، pH (روش عملیاتی استاندارد شماره SWRI-S-104)، قابلیت هدایت الکتریکی EC (روش عملیاتی استاندارد شماره SWRI-S-103)، غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول مانند Na^+ ، K^+ ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، Cl^- ، CO_3^{2-} ، HCO_3^- ، SO_4^{2-} ، NO_3^- و غلظت نمک‌های محلول بکار می‌رود. همچنین می‌توان با استفاده از تجزیه‌های انجام شده بر روی عصاره اشباع، نسبت جذب سدیم (SAR) محاسبه و درصد سدیم تبدیلی (ESP) پتانسیل اسمزی، کل املاح محلول (TSS)، کل آنیون‌ها یا کاتیون‌های محلول را برآورد نمود.

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۳ از ۱۱	تهیه عصاره‌های آبی خاک: عصاره اشباع		
		بخش آزمایشگاه‌ها	

۳- وسایل

- (۱) ظرف پلاستیکی درپوش‌دار با ظرفیت ۵۰۰ میلی‌لیتر یا بزرگ‌تر.
- (۲) کاردک.
- (۳) ماژیک.
- (۴) ترازوی الکتریکی با دقت ± 0.1 گرم.
- (۵) لوازم مکش (قیف صافی ریچاردز، قیف بوخنر یا مانیفولد تجاری خلا)، پمپ خلاء، کاغذ صافی (کلاس متوسط) و بطری‌های نمونه با درب‌های قابل آب‌بندی برای جمع‌آوری و نگهداری عصاره.

۴- مواد و /یا واکنشگرها

- (۱) محلول سدیم هگزامتافسفات $[(NaPO_3)_6]$ ۰/۱ درصد: برای تهیه این محلول، ۰/۱ گرم سدیم هگزامتافسفات را در آب مقطر حل کرده و آن را به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر برسانید.
- (۲) تیمول ($C_{10}H_{14}O$).
- (۳) آب مقطر دیونیزه با هدایت الکتریکی ویژه $EC < 2 \mu S/cm$.

۵- روش کار

- (۱) ۲۰۰ تا ۴۰۰ گرم خاک هوا خشک و عبور داده شده از الک ۲ میلی‌متری (۱۰ مش) را در یک ظرف ۵۰۰ میلی‌لیتری پلاستیکی درپوش‌دار بریزید.
- (۲) خاک را با اضافه کردن تدریجی آب مقطر و به‌وسیله کاردک هم بزنید. این کار را تا زمانی که خاک به حالت اشباع نزدیک شود ادامه دهید.
- (۳) اجازه دهید مخلوط چند ساعت (ترجیحاً ۲ ساعت) به حالت سکون بماند تا مخلوط به تعادل برسد و نمک‌هایی که قابلیت انحلال بالایی دارند، حل شوند. سپس به‌وسیله آیفشان (پیست) به آرامی به آن آب اضافه کرده و هم بزنید. در این مرحله، وجود هر یک از ویژگی‌های زیر را در گل تهیه شده بررسی کنید: (۱) نور را منعکس کند (سطح گل براق شود)، (۲) با کج کردن ظرف، گل به آرامی جریان یابد، (۳) به‌سهولت و به‌طور کامل از روی

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۴ از ۱۱	تهیه عصاره‌های آبی خاک: عصاره اشباع		
		بخش آزمایشگاه‌ها	

کاردک صاف پایین بیفتد و ۴) شیار ایجاد شده (با پهنای کاردک) در آن، با ضربه زدن یا لرزاندن ظرف به راحتی بسته شود.

۴) روی نمونه را بپوشانید و بگذارید نمونه به حالت سکون بماند (ترجیحاً ۲ ساعت دیگر)، سپس معیارهای اشباع بودن را دوباره بررسی کنید. گل تهیه شده نباید به‌طور قابل توجهی سفت شده یا آب آزاد روی سطح آن جمع شود یا خاصیت براق بودن خود را از دست بدهد. در صورتی که گل تهیه شده خیلی سفت شده یا آب زیادی دارد، به آن آب یا خاک هوا خشک اضافه کنید تا به حالت اشباع برسد.

۵) اجازه دهید حداکثر تا ۲۴ ساعت بماند (زمان نگهداری بیشتر از ۲۴ ساعت نشود).

۶) ظرف جمع‌آوری عصاره را به دستگاه عصاره‌گیر متصل کنید.

۷) یک کاغذ صافی (نیازی به مرطوب کردن آن نیست) با اندازه مناسب روی قیف مجهز به پمپ خلاء قرار دهید.

۸) گل اشباع را با دقت با استفاده از کاردک به درون قیف منتقل کنید. دقت کنید که کف قیف به‌طور کامل با گل پوشانده شده و ارتفاع گل حداقل ۱/۳ سانتی‌متر باشد. سپس عصاره‌گیری را شروع نمایید.

۹) اگر عصاره اولیه کدر است، آن را دوباره صاف کرده یا دور بریزید (در این صورت آزمایش را از ابتدا برای این نمونه انجام دهید). اگر در سطح گل ترک‌هایی ایجاد شده بود و هوا شروع به عبور از کاغذ صافی کرد، عصاره‌گیری را متوقف کنید. در صورت عدم کنترل به موقع عصاره‌گیری، جریان هوای ایجاد شده از درزها باعث خشک شدن سریع‌تر خاک اطراف ترک‌ها شده و در نتیجه تبخیر عصاره خاک را به دنبال دارد. افزون‌بر این، هوا از راه ترک‌های ایجاد شده در سطح گل اشباع و ظرف جمع‌آوری عصاره به سیستم خلاء منتقل می‌شود. برای جلوگیری از این موارد، فرآیند عصاره‌گیری باید هر از چند گاهی کنترل و ترک‌های ایجاد شده با اسپاتول مسدود شوند.

۱۰) در صورتی که اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم محلول در عصاره مد نظر است، برای جلوگیری از رسوب آهک، به ازای هر ۲۵ میلی‌لیتر عصاره یک قطره محلول سدیم هگزامتافسفات ۰/۱ درصد به آن اضافه کنید.

۱۱) برای جلوگیری از فعالیت میکروبی، چند قطره تیمول به آن اضافه کنید.

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۵ از ۱۱	تهیه عصاره‌های آبی خاک: عصاره اشباع		بخش آزمایشگاه‌ها

عصاره جمع‌آوری شده را به ظرف مناسب منتقل کرده و برای انجام اندازه‌گیری‌های لازم در دمای ۴ درجه سلسیوس و فضای تاریک نگهداری کنید.

۶- درصد رطوبت گل اشباع (SP^۱)

درصد رطوبت گل اشباع، نشان‌دهنده مقدار آب مورد نیاز برای اشباع کردن ۱۰۰ گرم خاک است. به‌طور مثال هنگامی که درصد رطوبت گل اشباع خاکی برابر ۶۵ درصد است، مفهوم آن این است که برای اشباع کردن ۱۰۰ گرم خاک آون خشک، ۶۵ میلی‌لیتر آب مقطر مورد نیاز است. درصد رطوبت اشباع در خاک‌های رسی بیشتر از خاک‌های شنی است. درصد رطوبت اشباع جرمی به اختصار درصد اشباع (SP) نامیده می‌شود.

۶-۱- اصول

مقدار معینی از گل اشباع در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک می‌شود. میزان کاهش وزن گل اشباع، نشان‌دهنده میزان رطوبت آن بوده که به صورت درصد بیان می‌شود.

۶-۲- وسایل

- (۱) تین فلزی^۲.
- (۲) ترازو الکتریکی با دقت ± 0.1 گرم.
- (۳) قاشق فلزی.
- (۴) آون با قابلیت تنظیم در ۱۰۵ درجه سلسیوس.

۶-۳- روش کار

- (۱) یک تین خالی و خشک را توزین و وزن آن را یادداشت کنید (W_1).

^۱ Saturation percentage

^۲ Tin

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	 بخش آزمایشگاه‌ها
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۶ از ۱۱	تهیه مداره‌های آبی خاک: مداره اشباع		

- ۲) مقداری از گل اشباع (حدود ۵۰-۴۰ گرم) را داخل تین ریخته و دوباره آن را توزین (وزن تین و نمونه مرطوب) و یادداشت کنید (w_2) (برای تهیه گل اشباع به قسمت ۲-۲-۱ مراجعه شود).
- ۳) تین را به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار دهید.
- ۴) پس از ۲۴ ساعت تین را از آون خارج کرده و اجازه دهید تا خنک شود و مجدداً آن را توزین و وزن آن را یادداشت کنید (w_3).

۴-۶- محاسبات و گزارش نتایج

درصد رطوبت گل اشباع (SP) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$SP(\%) = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100 \quad (1)$$

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

نکات

پس از خارج کردن نمونه از آون بهتر است نمونه در دسیکاتور خنک شود؛ از آنجایی که مقدار جذب رطوبت در هنگام خشک شدن نمونه زیاد نیست، لذا خشک کردن آن در هوای آزاد نیز خطای چندانی ایجاد نمی‌کند. مقدار رطوبت جذب شده به بافت خاک بستگی دارد و در خاک‌های ریز بافت ممکن است تا ۵ درصد جذب رطوبت اتفاق بیافتد.

۷- 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، ۱-۱۰۷۴.

2. Black, C.A., *Method of soil analysis part 2. Chemical and Microbiological properties*, 1965. **9**: p. 1387-1388.

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 101	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
		تهیه مدارک‌های آبی خاک: مدارک اشباع		
		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.

ایوب آویژگان

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

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از کلیه کارشناسان محترم بخش آزمایشگاه‌ها (بخش تحقیقات شیمی و فیزیک خاک و فناوری کود) بویژه سرکار خانم فاطمه منصوری و آقایان دکتر میثم چراغی 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

Preparation the Soil Extract- Saturation Extract

Record No: SWRI-S-101

Version: Rev-01-1403/10

2025

