

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 pH خاک

SWRI-S-104

شماره ثبت:

Rev-01-1403/10

شماره ویرایش:

۱۴۰۳



روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 104	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری pH خاک		بفش آزمایشگاه‌ها	

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک

اندازه‌گیری pH خاک

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- 104	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه‌گیری pH خاک		بخش آزمایشگاه‌ها	

فهرست مطالب

- ۱- مقدمه..... ۱
- ۲- اصول..... ۲
- ۳- وسایل..... ۴
- ۴- مواد و/یا واکنشگرها..... ۵
- ۵- روش کار..... ۶
- ۵-۱- واسنجی pH متر..... ۶
- ۵-۲- اندازه‌گیری pH..... ۷
- ۶- محاسبات و گزارش نتایج..... ۸
- ۷- منابع مورد استفاده..... ۱۰

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 101	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۱ از ۱۶		اندازه‌گیری pH خاک		بخش آزمایشگاه‌ها

۱- مقدمه

pH خاک یکی از متداول‌ترین و مهم‌ترین اندازه‌گیری‌ها در تجزیه‌های استاندارد خاک است که به‌طور گسترده برای توصیف خاک استفاده می‌شود. سادگی و سرعت اندازه‌گیری pH خاک باعث شده تا یکی از اندازه‌گیری‌های مرسوم آزمایشگاه شود. در یک محلول آبی همگن، pH عبارت از منفی لگاریتم فعالیت یون هیدروژن است:

$$\text{pH} = -\text{Log}(\text{H}^+)$$

در اینجا () علامت فعالیت بوده و در این رابطه فعالیت یون هیدروژن برحسب مول در لیتر است.

اطلاعاتی که pH خاک به ما می‌دهد بسیار بیشتر از آن است که مشخص کند که خاکی اسیدی یا قلیایی است. pH خاک تأثیر زیادی بر روی تعداد زیادی از ویژگی‌های خاکی دارد که در رشد گیاه مؤثر هستند. بسیاری از واکنش‌های شیمیایی و بیولوژیکی بوسیله pH محلول خاک در تعادل با سطوح ذرات خاک کنترل می‌شود. قابلیت استفاده عناصر ضروری و سمیت دیگر عناصر می‌تواند با توجه به pH تخمین زده شود زیرا بین آن‌ها و pH روابط شناخته شده‌ای وجود دارد. همچنین pH ویژگی مهمی برای شناخت و بهبود خاک‌های مسئله‌دار است. مقدار pH اثرهای مهمی روی فرآیندهای ریداکس (اکسایش-کاهش) در خاک‌ها، واکنش‌های انحلال، رسوب و کمپلکس شدن دارد. همچنین تعیین pH یک وسیله ضروری برای توصیف خاک از نقطه نظر شرایط فیزیکی، ساختمان، نفوذپذیری و غیره است. در آزمایشگاه، اندازه‌گیری اولیه pH این امکان را فراهم می‌کند تا روش‌های عصاره‌گیری و اندازه‌گیری مناسب برای خاک‌های اسیدی، خنثی یا بازی به‌عنوان تابعی از pH خاک انتخاب شود (برای مثال اندازه‌گیری کاتیون قابل تبادل یا عناصر قابل استفاده همانند فسفر)؛ اما، باید توجه داشت که pH خاک تنها نشان دهنده pH محلول در حال تعادل با خاک است. pH در تعیین ویژگی‌های خاک کمک زیادی به محققان می‌کند. pH محیط فیزیکی شیمیایی یک خاک را در مکان داده شده توصیف می‌کند. مقادیر pH می‌تواند برای پیش‌بینی کاتیون‌های غالب در مکان‌های تبدالی خاک، تخمین تقریبی نیاز آهکی و در دسترس بودن نسبی فسفر و بسیاری از عناصر کم‌مصرف (برای مثال؛ روی، مس، بور، منگنز، آهن و مولیبدن) استفاده شود [۱].

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 101	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۲ از ۱۶		اندازه‌گیری pH خاک		بخش آزمایشگاه‌ها

در اندازه‌گیری pH خاک، عامل‌های مختلفی مانند نسبت آب به خاک، غلظت نمک یا الکترولیت در خاک و فشار CO_2 هوای در تعادل با محلول خاک تأثیر می‌گذارند.

اندازه‌گیری pH به روش الکترومتری بیشترین استفاده را برای تجزیه خاک دارد زیرا از روش رنگ‌سنجی دقیق‌تر است و این امکان را فراهم می‌کند که هم محیط‌های کدر و هم رنگی تجزیه شوند و اندازه‌گیری‌های پیوسته انجام شود. اندازه‌گیری pH خاک را می‌توان به چهار نوع اصلی طبقه‌بندی کرد:

(۱) اندازه‌گیری pH در سوسپانسیون آب و خاک

(۲) اندازه‌گیری pH در گل اشباع

(۳) اندازه‌گیری pH در عصاره گل اشباع

(۴) اندازه‌گیری pH «درجا».

در ایران معمولاً در تجزیه خاک از روش اندازه‌گیری pH در گل اشباع یا سوسپانسیون آب و خاک استفاده می‌شود، ولی غالباً روش مرسوم، اندازه‌گیری pH در گل اشباع است.

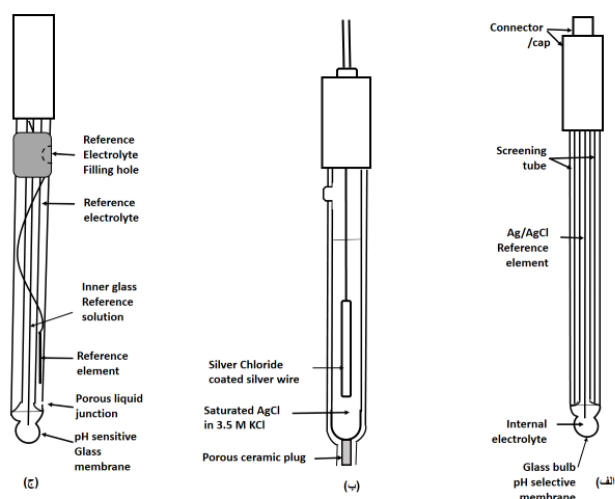
۲- اصول

یک pH متر از دو الکترود یکی حساس به یون هیدروژن (الکترود شیشه‌ای) و دیگری با پتانسیل ثابت (الکترود مرجع مانند الکترود کالومل یا الکترود کلرید نقره) و یک پتانسیومتر حساس یا ولت‌متر حساس تشکیل شده است. به شکل کوتاه، الکترود شیشه‌ای لوله‌ای است که در انتهای آن غشاء نازکی از جنس شیشه مخصوص و دارای حساسیت نسبی بالا به یون هیدروژن در مقایسه با سایر یون‌ها، قرار دارد. در داخل این لوله و در تماس با این غشاء، محلول HCl با غلظت ثابت یون هیدروژن وجود دارد. این محلول از طریق یک سیم رابط (یا عملاً به واسطه یک الکترود مرجع مثلاً الکترود $\text{Ag} - \text{AgCl}$) با دستگاه pH متر ارتباط دارد (شکل ۱). طرف دیگر این غشاء با محلول خارجی در تماس قرار می‌گیرد. الکترود مرجع شامل لوله‌ای است که در آن الکترود کالومل ($\text{Hg} - \text{Hg}_2\text{Cl}_2$) یا الکترود نقره- کلرید نقره ($\text{Ag} - \text{AgCl}$) در تماس با محلول KCl اشباع (یا سایر محلول‌های غلیظ KCl) قرار دارد. در قسمت انتهایی این لوله روزه‌ای قرار دارد که از آن محلول KCl به کندی به بیرون تراوش می‌نماید تا اتصال

روش عملیاتی استاندارد تمیزه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 101	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۳ از ۱۶		اندازه‌گیری pH خاک		بخش آزمایشگاه‌ها

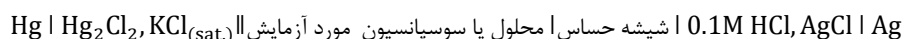
الکتریکی الکتروود با محلول بیرونی را برقرار نماید. انتهای فوقانی این الکتروود از طریق یک سیم رابط به pH متر وصل می‌شود (شکل ۱). ساختمان این الکتروود به گونه‌ای است که آن را دارای یک پتانسیل ثابت و معین می‌نماید.

الکتروودهای شیشه‌ای و مرجع گاهی به صورت مستقل ساخته می‌شوند و گاهی هر دو الکتروود در یک لوله جای داده می‌شوند که به آن الکتروود مرکب^۱ می‌گویند (شکل ۱). الکتروودهای مرکب از برتری اشغال جای کمتر در هنگام اندازه‌گیری برخوردار هستند.



شکل ۱- الکتروود شیشه‌ای (الف)، الکتروود مرجع (ب) و الکتروود مرکب (ج).

با استفاده از الکتروود شیشه‌ای و مرجع و محلولی که قرار است pH آن اندازه‌گیری شود یک سلول به صورت زیر ساخته می‌شود:



در این سلول الکتروود مرجع الکتروود کالومل است و هر خط مرز بین دو فاز را مشخص می‌کند. دو خط عمودی اتصال دو فاز مایع (اتصال مایع^۲) را مشخص می‌کند. در این سلول سطح غشاء شیشه‌ای تولید پتانسیلی در پاسخ به فعالیت یون هیدروژن در محلول بیرونی (مورد اندازه‌گیری) می‌نماید که تابع فعالیت یون هیدروژن در این محلول

^۱ Combination electrode

^۲ Liquid junction

روش عملیاتی استاندارد تمیزه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 101	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۴ از ۱۶		اندازه‌گیری pH خاک		بخش آزمایشگاه‌ها

است. هم چنین الکتروود مرجع تولید پتانسیلی می‌کند که مقدارش معین و ثابت بوده و متاثر از ترکیب محلول بیرونی نیست. این دو الکتروود متصل به یک پتانسیومتر یا ولت‌متر هستند که نیروی محرکه (emf) این سلول را اندازه‌گیری می‌نماید. بر اساس معادله نرنست می‌توان نشان داد که در ۲۵ درجه سلسیوس، emf این سلول از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$E = E^{0'} - 0.059 \text{ pH}_{\text{sol}} \quad (۱)$$

در این رابطه $E^{0'}$ مجموع پتانسیل‌های ثابت در سلول بوده و pH_{sol} عبارت از pH محلول مورد آزمایش است. حال اگر سلول فوق را یکبار با محلول بافری با pH معین و بار دیگر با یک محلول با pH نامعین پر شود، دو معادله مشابه معادله فوق بدست می‌آید که از ترکیب آن‌ها معادله زیر حاصل می‌شود:

$$\text{pH}_t = \text{pH}_s - \frac{(E_t - E_s)}{0.059} \quad (۲۲)$$

در این معادله pH_t و pH_s به ترتیب pH محلول بافر و محلول مورد اندازه‌گیری و E_t و E_s به ترتیب emf سلول هنگامی که از محلول بافر و یا محلول مورد اندازه‌گیری پر شده، هستند. معادله فوق به عنوان تعریف عملی^۱ pH در سراسر جهان پذیرفته شده است. همانطوری که این رابطه نشان می‌دهد درستی pH اندازه‌گیری شده به این روش، وابسته به درستی pH بافر است [۲].

۳- وسایل

- (۱) ترازوی دقیق (با ظرفیت توزین متناسب با وزن نمونه) با دقت ۰/۰۱ گرم.
- (۲) pH متر با یک الکتروود شیشه‌ای و الکتروود مرجع، یا یک الکتروود مرکب شیشه‌ای-کالومل با سنسور دمای داخلی یا با یک پروب دمای جداگانه که تصحیح دمایی را به صورت خود کار انجام می‌دهد (ATC^۲).
- (۳) پیپت/دیسپنسر ۲۵ یا ۵۰ میلی‌لیتری.
- (۴) بشر یا بطری‌های پلی‌اتیلنی (در صورت استفاده از دستگاه شیکر درب‌دار باشند) ۵۰، ۱۰۰ یا ۱۵۰ میلی‌لیتری.

^۱ Operational

^۲ Automatic Temperature Compensation

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۵ از ۱۶	اندازه‌گیری pH خاک		بخش آزمایشگاه‌ها

(۵) میله‌های همزن به تعداد نمونه‌ها/دستگاه همزن/دستگاه شیکر.

(۶) دماسنج یا پروب دما، با قابلیت اندازه‌گیری تا نزدیک ۱ درجه سلسیوس (دماسنج تنها در صورتی که pH متر دارای تصحیح دمایی خودکار نباشد، لازم است).

(۷) بطری شستشو (برای آب دیونیزه/مقطر).

۴- مواد و/یا واکنشگرها

(۱) آب دیونیزه/آب مقطر: هدایت ویژه آب مقطر در ۲۵ درجه سلسیوس نباید بیشتر از ۰/۲ mS/m و pH آن نباید بیشتر ۵/۶ باشد.

(۲) محلول‌های بافر استاندارد با pH ۴/۰، pH ۷/۰ و pH ۱۰/۰: ترجیحاً بافرها به صورت آماده از تهیه‌کنندگان مواد شیمیایی خریداری شوند. در صورت لزوم، یک کارشناس می‌تواند آن‌ها را به صورت زیر تهیه نماید [۳، ۴].

- محلول بافر pH ۱۰/۰: نمک‌های NaHCO_3 و Na_2CO_3 را به مدت دو ساعت در دمای ۱۳۰ درجه سلسیوس خشک کنید و اجازه دهید در دسیکاتور خنک شود. پس از خشک شدن، ۲/۱۰ گرم NaHCO_3 و ۲/۶۵ گرم Na_2CO_3 را در آب مقطر حل کرده و تا ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رقیق کنید. این محلول دارای pH ۱۰/۱۲ در دمای ۱۵ درجه سلسیوس، pH ۱۰/۰۶ در ۲۰ درجه سلسیوس و pH ۹/۹۶ در ۳۰ درجه سلسیوس می‌باشد. محلول بافر اگر در برابر جذب CO_2 آلودگی و تبخیر محافظت شود، می‌تواند تا یک ماه نگهداشته شود.

- محلول بافر pH ۷/۰: ۲/۷۲۱ گرم پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات (KH_2PO_4) و ۳/۹۰۴ گرم دی‌سدیم هیدروژن فسفات (Na_2HPO_4) (قبلاً به مدت دو ساعت در دمای ۱۳۰ درجه سلسیوس خشک شده‌اند) را در آب حل کرده و تا ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رقیق کنید. برای نگهداری، ۱/۰ میلی‌لیتر کلروفرم یا یک عدد کریستال (با قطر تقریبی ۱۰ میلی‌متر) تیمول در هر لیتر محلول بافر اضافه کنید. این محلول دارای pH ۷/۰۵ در ۱۵ درجه سلسیوس، ۷/۰۲ در ۲۰ درجه سلسیوس و ۶/۹۹ در ۳۰ درجه سلسیوس است.

- محلول بافر pH ۴/۰: پتاسیم هیدروژن فتالات ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) را به مدت ۲ ساعت در ۱۱۰ درجه سلسیوس خشک کرده و در دسیکاتور خنک کنید. پس از خشک شدن ۱۰/۲۱ گرم $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ را در آب مقطر حل کرده و در یک

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۶ از ۱۶		اندازه‌گیری pH خاک	

بالن حجمی تا ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رقیق کنید. برای نگهداری، ۱/۰ میلی‌لیتر کلروفرم یا یک کریستال (به قطر حدود ۱۰ میلی‌متر) تیمول به هر لیتر محلول بافر اضافه کنید. pH این محلول در دما ۱۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس ۴/۰ است.

- محلول بافر pH ۶/۸۶: نمک‌های فسفات KH_2PO_4 و Na_2HPO_4 را به مدت ۲ ساعت در دمای ۱۱۰-۱۳۰ درجه سلسیوس خشک کنید. اجازه دهید تا در دسیکاتور خنک شود. پس از خشک شدن، ۳/۳۸۷ گرم KH_2PO_4 و ۳/۵۳۳ گرم Na_2HPO_4 را در آب مقطر حل کرده و تا ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رقیق نمایید. به عنوان یک ماده نگهدارنده ۱/۰ میلی‌لیتر کلروفرم یا یک کریستال (به قطر حدود ۱۰ میلی‌متر) تیمول در هر لیتر از محلول بافر اضافه کنید. این محلول دارای pH ۶/۹۰ در ۱۵ درجه سلسیوس، pH ۶/۸۸ در ۲۰ درجه سلسیوس و pH ۶/۸۵ در ۳۰ درجه سلسیوس است.

محلول‌های بافر به‌عنوان مواد مرجع باید با دقت استفاده شوند. آن‌ها باید ترجیحاً در ظروف پلی‌اتیلنی نگهداری شده و مدت زمان نگهداری آن‌ها نباید بیش از ۶ ماه شود. محلول بافر pH ۱۰ به طور قابل توجهی به CO_2 اتمسفر حساس است و ممکن است به سرعت خراب و غیر قابل اعتماد شود. با وجود این واقعیت اساسی که محلول‌های بافر محلول‌هایی هستند که می‌توانند تا حدی در برابر تغییرات غلظت یون هیدروژن مقاومت کنند، محلول‌های بافر را نباید به ظرف مادر برگردانید.

۵- روش کار

۵-۱- واسنجی pH متر

پیش از انجام اندازه‌گیری‌ها، pH متر بایستی با بافرهای استاندارد با pH معلوم واسنجی شود. pH این بافرهای استاندارد باید محدوده pH مورد انتظار در خاک آزمایش شده را پوشش دهد. برای مثال در اغلب خاک‌های اسیدی، یک بافر با pH ۷/۰ و دیگری با pH ۴/۰ یا ۵/۰، برای واسنجی pH متر کافی است. برای خاک‌های قلیایی، بافرهای pH ۷/۰ و pH ۱۰/۰ مورد نیاز است.

(۱) pH متر را روشن کرده و اجازه دهید تا گرم شود (در بیشتر موارد ۱۵-۲۰ دقیقه کافی است).

(۲) pH متر را برپایه دستورالعمل کارخانه سازنده واسنجی کنید.

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 101	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۷ از ۱۶		اندازه‌گیری pH خاک		بخش آزمایشگاه‌ها

۳) محلول‌های بافر را در لیوان‌های بافر ۴/۰، ۷/۰ و ۱۰/۰ با برچسب مناسب بریزید. حداقل دو محلول بافر بایستی برای واسنجی کردن pH متر استفاده شود. انتخاب آن‌ها بایستی مطابق با دامنه pH مورد انتظار برای خاک تجزیه شده باشد (pH ۴/۰ و ۷/۰ یا pH ۷/۰ و ۱۰/۰).

۴) الکتروود/الکتروود + ATC را داخل بشر حاوی بافر pH ۷/۰ قرار دهید. در صورت لزوم و امکان، قرائت را با مقدار دقیق محلول بافر اندازه‌گیری شده تنظیم کنید. اگر دستگاه فاقد (بدون) دماسنج بود، دمای بافر را اندازه‌گیری و دمای دستگاه را بر اساس آن تنظیم کنید.

۵) الکتروود/الکتروود + ATC را با آب بشوید و آب آن را به آرامی با استفاده از دستمال کاغذی نرم و استاندارد آزمایشگاهی بگیرید (همینطور برای الکتروودهای جداگانه اگر الکتروود مرکب در دسترس نباشد).

۶) به همین ترتیب با بافر pH ۴/۰ یا ۱۰/۰ (بسته به مقدار pH مورد انتظار نمونه) ادامه دهید، زیرا pH متر باید حداقل در برابر دو بافر بررسی شود، یکی با pH خنثی (۷/۰) و دیگری باید بر اساس محدوده مورد انتظار مقادیر pH در نمونه خاک انتخاب شود.

یک pH متر با ATC دمای واقعی بافر را می‌خواند و مقدار دقیق را به آن اختصاص می‌دهد. اگر pH متر مجهز به تصحیح دمایی خودکار نباشد، دمای بافرها و نمونه‌ها باید به صورت دستی با استفاده از یک پروب دما اندازه‌گیری شود و پیش از اندازه‌گیری pH، وارد pH متر شود. در چنین شرایطی، اکیداً توصیه می‌شود دمای بافرها و نمونه‌ها را تا حد امکان به یکدیگر نزدیک کنید و دمای pH متر را به صورت دستی تنظیم کنید (به طور پیش‌فرض ۲۵ درجه سلسیوس). به طور کلی شیب بین ۹۵ تا ۱۰۵ درصد و انحراف بین ۰ تا ۳۰ میلی‌ولت قابل قبول است. پس از واسنجی، pH متر برای تجزیه نمونه‌ها آماده است. برای اطمینان از دقیق بودن واسنجی، واسنجی باید با بافر pH ۶/۸۶ چک شود.

۵-۲- اندازه‌گیری pH

۱) برای اندازه‌گیری pH در گل اشباع، گل اشباع را مطابق با روش اجرایی استاندارد شماره SWRI-S-101 تهیه نمایید. الکتروود را با دقت زیاد در داخل گل اشباع به نحوی قرار دهید که به ته و دیواره لیوان گل اشباع نچسبد

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	 بخش آزمایشگاه‌ها
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۸ از ۱۶		اندازه‌گیری pH خاک	

و تماس کامل بین گل و الکترود برقرار شود. pH بایستی پس از ثابت شدن خوانده شود که ممکن است چند دقیقه طول بکشد.

۲) برای اندازه‌گیری pH در سوسپانسیون نسبت‌های مختلف خاک به آب، سوسپانسیون را مطابق با روش‌های اجرایی استاندارد SWRI-S-102 تهیه نمایید (توجه: سوسپانسیون تهیه شده را صاف ننمایید). پیش از اندازه‌گیری pH، سوسپانسیون را دوباره با یک همزن یا دستگاه همزن به مدت ۱۰ ثانیه هم بزنید. سپس به آرامی الکترودها را وارد مخلوط نموده و آن را در قسمت رویی (نیمه زلال) مخلوط قرار دهید (برای کاهش اثر تعلیق). پس از ثابت شدن pH که بایستی در زمان کوتاهی چنین شود، pH را قرائت نمایید.

توجه

در صورتی که pH در عصاره گل اشباع یا عصاره نسبت‌های مختلف خاک به آب مدنظر باشد، عصاره را مطابق با روش‌های اجرایی استاندارد SWRI-S-101 و SWRI-S-102 تهیه نمایید و سپس در عصاره مورد نظر، pH را قرائت کنید.

۶- محاسبات و گزارش نتایج

نتایج را تا دو رقم اعشار گزارش نمایید.

توجه: در هنگام گزارش pH، حتما مشخص نمایید که pH در چه نسبت خاک به آب (مثلاً گل اشباع، عصاره اشباع، نسبت ۱:۲/۵، ۱:۵،) اندازه‌گیری شده است.

نکات

- از آنجایی که اندازه‌گیری pH تحت تأثیر دما قرار می‌گیرد، دمای بافرها و نمونه‌های مورد تجزیه باید یکسان باشد و همچنین باید در طول زمان واسنجی و اندازه‌گیری‌ها ثابت بماند.
- اگر pH متر به درستی کار نمی‌کند، مطمئن شوید که تمام اتصالات الکتریکی برقرار هستند و الکترود ترک، خراش یا گرفتگی ندارد. برای بررسی عملکرد یک الکترود، پاسخ را در دو محلول مرجع استاندارد pH بررسی کنید.

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 101	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۹ از ۱۶		اندازه‌گیری pH خاک		بخش آزمایشگاه‌ها

۳) شایع‌ترین مشکلات الکترودها به دلیل خشک شدن آن‌ها ایجاد می‌شود. درباره الکتروده شیشه‌ای، یک لایه شیشه هیدراته (لایه آب غشاء شیشه‌ای) وجود دارد که حرکت H^+ را تسهیل می‌کند [۵] و برای کارکرد درست الکترودها ضروری است. هنگامی که الکتروده شیشه‌ای خشک در آب یا اسیدهای رقیق قرار می‌گیرد، هیدراتاسیون بلافاصله رخ نمی‌دهد. تا زمانی که هیدراتاسیون مناسب اتفاق بیافتد، ممکن است چند ساعت طول بکشد. الکتروده شیشه‌ای جدید باید حداقل ۱۲ ساعت پیش از استفاده در آب قرار گیرد. الکتروده شیشه‌ای را هرگز نباید با پارچه خشک پاک کرد زیرا لایه آب غشاء شیشه‌ای، برداشته می‌شود. در فاصله بین استفاده‌ها نیز نگهداری در آب لازم است.

۴) سطح الکتروده، پس از خشک شدن، ممکن است با کربنات یا ترکیبات دیگر پوشش داده شود که آن را تا حدودی غیرقابل نفوذ به H^+ می‌کند. این امر نیز باعث کند شدن الکتروده می‌شود. برای رفع آن، الکتروده باید پیش از استفاده به‌طور متناوب ۵ دقیقه در ۰/۱ M HCl مولار و سپس در ۰/۱ M NaOH مولار و در نهایت (در پایان) دوباره پیش از استفاده در محلول ۰/۱ M HCl مولار قرار داده شود. این تیمار برای از بین بردن کربنات‌های انباشته شده که عملکرد الکتروده شیشه‌ای را محدود می‌کند، مناسب است.

۵) اگر روش جوان‌سازی که در بالا یادآوری شد مشکل را حل نکرد، الکتروده را به آرامی در محلول آمونیوم فلورید ۲۰ درصد به مدت ۱۰ تا ۳۰ ثانیه قرار دهید تا رسوب‌زدایی شود و سپس با آب آن را بشویید. البته این درمان «آخرین راه حل» است و نباید آن را به طور منظم تکرار کرد زیرا شیشه در این محلول خورده شده و از بین می‌رود.

۶) هنگام استفاده از الکترودهای ترکیبی و قابل پر کردن دوباره (معمولاً با محلول KCl اشباع شده پر می‌شوند) مطمئن شوید که الکتروده براساس مشخصات سازنده به درستی پر شده است و درب الکتروده (منفذ الکتروده) در طول تجزیه به اتمسفر باز است. اگر در هنگام تجزیه درپوش بسته شود یا سطح الکترولیت بسیار پایین باشد، ممکن است واکنش کند یا حساسیت ضعیف مشاهده شود.

۷) توصیه برای نگهداری کوتاه مدت و طولانی مدت الکتروده باید برپایه دستورالعمل سازنده که در دفترچه راهنمای ارائه شده دنبال شود.

۸) استفاده از الکتروده به عنوان میله همزن عمل درستی نیست. در مواقعی که هم زدن لازم است، محتویات ظرف را باید با میله همزن مناسب (نه الکتروده) هم زد، زیرا نوک آن نازک است و به راحتی آسیب می‌بیند.

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۱۰ از ۱۶	اندازه‌گیری pH خاک		بخش آزمایشگاه‌ها

۹) پاک کردن یا مالش الکترود با دستمال می‌تواند باعث ایجاد الکتریسیته ساکن، برداشتن لایه هیدراتاسیون روی حباب الکترود یا خراشیدگی سطح الکترود شود. در صورت نیاز به برداشتن مایع از روی حباب الکترود، حتماً با دستمال کاغذی بدون پرز پاک کنید. یا الکترود را به آرامی تکان دهید تا رطوبت اضافی از بین برود.

۱۰) در صورت استفاده از pHمتری که با باتری کار می‌کند، زمانی که نشانگر، کم بودن باتری را نشان می‌دهد، باتری را تعویض کنید.

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، ۱۰۷۴-۱.
2. McLean, E., *Soil pH and lime requirement*. Methods of soil analysis: Part 2 Chemical and microbiological properties. 1983, p. 199-224.
3. ASTM, *Standard Test Method for pH of Soils*. ASTM International, West- Conshohocken, PA, 2019.
4. Rayment, G.E. and D.J. Lyons, *Soil chemical methods: Australasia*. Vol. 3. 2011: CSIRO publishing.
5. Bates, R.G., M. Paabo, and R.A. Robinson, *Interpretation of pH measurements in alcohol—water solvents*¹. The Journal of Physical Chemistry, 1963. **67**(9): p. 1833-1838.

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 101	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۲ از ۱۶	اندازه‌گیری pH خاک		بفش آزمایشگاه‌ها

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 103	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
		تعیین قابلیت هدایت الکتریکی (EC) عصاره‌های خاک	بخش آزمایشگاه‌ها

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.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از کلیه کارشناسان محترم بخش آزمایشگاه‌ها (بخش تحقیقات شیمی و فیزیک خاک و فناوری کود) بویژه آقای مهندس منصور کوهستانی 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 Operatiopn Procedure for Soil Analysis

Determination of pH in Soil

Record No: SWRI-S-104

Version: Rev-01-1403/10

2025

