

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 فسفر قابل استفاده – روش اولسن

SWRI-S-113

شماره ثبت:

Rev-01-1403/10

ویرایش اول:

۱۴۰۳



روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 113	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن		بخش آزمایشگاه‌ها	

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک

اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

نشانی: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین دشت، 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 تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 113	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
		اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن	بخش آزمایشگاه‌ها

فهرست مطالب

- ۱- مقدمه..... ۱
- ۲- استخراج فسفر قابل استفاده به روش اولسن..... ۱
- ۱-۲- اصول..... ۱
- ۲-۲- وسایل..... ۲
- ۳-۲- مواد و/یا واکنشگرها..... ۲
- ۴-۲- روش کار..... ۳
- ۳- روش آسکوربیک اسید برای اندازه گیری فسفر..... ۳
- ۱-۳- اصول..... ۳
- ۲-۳- وسایل..... ۴
- ۳-۳- مواد و/یا واکنشگرها..... ۴
- ۴-۳- روش کار فسفر اولسن..... ۵
- ۵-۳- محاسبات و گزارش نتایج..... ۶

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 113	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۱ از ۱۴		اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن		بخش آزمایشگاه‌ها

۱- مقدمه

فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان بوده و نقشی اساسی در چرخه کشاورزی و بیوژئوشیمیایی ایفا می‌کند [۱]. فرآیند فتوسنتز و انتقال انرژی و بسیاری از فرآیندهای بیولوژیکی دیگر نیازمند حضور فسفر هستند. فسفر در خاک به دو شکل آلی و معدنی وجود دارد. فسفر آلی خاک ۱۹ تا ۷۰ درصد فسفر کل خاک را تشکیل داده و این مقدار در بسیاری از خاک‌ها بیش از نصف فسفر کل است [۱]. این عنصر در خاک‌های خنثی و آهکی عمدتاً به صورت ارتوفوسفات متصل به کلسیم (آپاتیت‌ها) و در خاک‌های اسیدی به صورت اورتوفوسفات متصل به آهن (استرانگیت) و آلومینیم (وارسیت) وجود دارد. روش‌های زیادی برای تعیین فسفر قابل استفاده بسته به شرایط خاک (عمدتاً pH) وجود دارد. دو روشی که به شکل گسترده برای تعیین فسفر قابل جذب در خاک‌ها استفاده می‌شود، شامل؛ روش اولسن برای خاک‌های قلیایی و خنثی و روش بری-۱ و کورتز^۱ برای خاک‌های اسیدی است. همچنین روش‌های دیگری مانند روش سلطان‌پور و شواب^۲ نیز که یک روش عصاره‌گیری چندعنصری^۳ است، برای اندازه‌گیری فسفر قابل استفاده کاربرد دارد. آزمون شیمیایی اولسن در خاک‌های آهکی برآوردی واقع بینانه‌تر از فسفر قابل استفاده گیاه دارد.

۲- استخراج فسفر قابل استفاده به روش اولسن

۲-۱- اصول

خاک با محلول سدیم بی‌کربنات pH=۸/۵ عصاره‌گیری می‌شود. OH^- و CO_3^{2-} در محلول NaHCO_3 غلظت یا فعالیت Ca^{2+} و Al^{3+} را کاهش می‌دهند و در نتیجه حلالیت فسفر در محلول افزایش می‌یابد. این عصاره‌گیر در هر دو خاک‌های اسیدی و آهکی مناسب است. در خاک‌های آهکی، حلالیت کلسیم فسفات، در نتیجه کاهش غلظت کلسیم با غلظت بالای یون CO_3^{2-} و تشکیل رسوب CaCO_3 ، افزایش می‌یابد. در خاک‌های خنثی یا اسیدی، حلالیت

^۱Bray-1 and Kurtz

^۲Soltanpour and Schwab

^۳multielement

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 113	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۲ از ۱۴	اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن		بخش آزمایشگاه‌ها

آلومینیوم و آهن فسفات افزایش و با افزایش غلظت OH^- ، غلظت Al^{3+} با تشکیل کمپلکس آلومینات کاهش و Fe^{3+} به فرم اکسید رسوب می‌کند. افزایش بارهای منفی سطح و یا کاهش مکان‌های جذب در سطوح اکسیدهای آهن و آلومینیوم در pH بالا می‌تواند مسئول دفع فسفر جذب شده به محلول باشد. فسفر که در عصاره خاک به روش اولسن استخراج شده است، با بکارگیری آسکوربیک اسید به عنوان ماده احیاء کننده، به روش رنگ‌سنجی اندازه‌گیری می‌شود.

۲-۲- وسایل

(۱) بالن حجمی ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتری؛

(۲) ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری؛

(۳) شیکر دورانی.

۲-۳- مواد و/یا واکنشگرها

(۱) محلول عصاره‌گیری سدیم بی‌کربنات ۰/۵ نرمال $\text{pH}=8/5$: ۴۲ گرم سدیم بی‌کربنات در ۹۰۰ میلی‌لیتر آب

مقطر حل و pH آن را با سود یک مولار روی ۸/۵ تنظیم نمائید و به حجم یک لیتر برسانید. در صورت تجاوز

pH بیش از ۸/۵ می‌توان از محلول سدیم بی‌کربنات نیم نرمال برای پایین آوردن آن استفاده نمود. اگر محلول

بی‌کربنات در حجم زیادی تهیه و نگهداری می‌شود، باید پیش از استفاده pH محلول دوباره روی ۸/۵ تنظیم

کنید (بهتر است این محلول روزانه تهیه شود).

(۲) سولفوریک اسید ۴ مولار: ۲۲۴ میلی‌لیتر از سولفوریک اسید غلیظ (۱۸ مولار) را به ۸۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر

اضافه کنید. پس از سرد شدن به حجم یک لیتر برسانید.

(۳) سدیم هیدروکسید ۱ مولار: ۴۰ گرم سدیم هیدروکسید را در یک لیتر آب مقطر حل کنید.

(۴) کربن فعال عاری از فسفر.

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 113	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۳ از ۱۴	اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن		
		بخش آزمایشگاه‌ها	

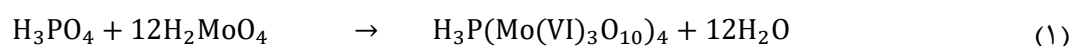
۲-۴- روش کار

- (۱) ۵ گرم از نمونه خاک هوا خشک شده را توزین کرده و در ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتر بریزید.
- (۲) در کنار نمونه ها، دو شاهد (بدون خاک) داشته باشید.
- (۳) ۱۰۰ میلی لیتر از محلول عصاره گیر سدیم بی کربنات به آن ها اضافه کرده و سپس نیم ساعت با شیکر دورانی با سرعت ۲۰۰-۱۸۰ دور در دقیقه تکان داده و بلافاصله آن را با کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ (یا فیلتر ۰/۴۵ میکرون) صاف کنید.
- (۴) اگر عصاره رنگی بود، معمولاً به ازاء هر نمونه ۰/۱ گرم کربن فعال به عصاره اضافه نموده و نیم ساعت شیکر و سپس صاف نمائید.
- (۵) در صورت اضافه کردن مقادیر مختلف کربن به نمونه ها برای هر نمونه، شاهد تهیه شود، چون کربن فعال ممکن است مقداری فسفر به عصاره وارد یا فسفر از عصاره جذب نماید.
- (۶) در نهایت، مقدار فسفر را به روش آسکوربیک اسید اندازه گیری کنید.

۳- روش آسکوربیک اسید برای اندازه گیری فسفر

۳-۱- اصول

واکنش بین فسفریک اسید و یون های مولیبدات در محیط اسیدی، باعث تشکیل ترکیب هتروپلی مولیبدوفسفات می شود که واکنش آن به شکل زیر است.



زرد



آبی

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 113	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۴ از ۱۴		اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن		
		بخش آزمایشگاه‌ها		

در حضور عامل کاهنده، مولیبدن موجود در ترکیب مولیبدات یا ترکیبات آن، از حالت ۶ ظرفیتی به ۳ یا ۵ ظرفیتی کاهش می‌یابد که منجر به تشکیل رنگ آبی می‌شود.

۳-۲- وسایل

(۱) بالن حجمی، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتری؛

(۲) ارلن مایر ۵۰ میلی‌لیتری؛

(۳) ورتکس؛

(۴) اسپکتروفتومتر با قابلیت تنظیم روی طول موج ۸۸۲ نانومتر؛

(۵) لوله آزمایش ۱۰ یا ۲۰ میلی‌لیتری.

۳-۳- مواد و/یا واکنشگرها

(۱) سولفوریک اسید (H_2SO_4) ۴ مولار: ابتدا حدود ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر و سپس به آرامی و به تدریج ۱۱۲

میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ (۱۸ مولار) به یک بالن ۵۰۰ میلی‌لیتری اضافه شود و پس از خنک شدن تا

حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر رقیق شود (به دلیل گرمازا بودن واکنش، این کار باید در زیر هود انجام شود).

(۲) آمونیم مولیبدات ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$) ۴٪: مقدار ۲۰ گرم از آمونیم مولیبدات در مقداری آب مقطر حل

شده و سپس به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر رسانده شود. محلول در یک ظرف شیشه‌ای درب‌دار نگهداری شود.

(۳) آسکوربیک اسید ($C_6H_8O_6$) ۱/۷۵ درصد: مقدار ۱/۷۵ گرم از آسکوربیک اسید در مقداری آب مقطر حل شده

و سپس به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شود. این محلول به صورت روزانه تهیه شود.

(۴) پتاسیم آنتیموان تارتارات ($KSbOC_4H_4O_6 \cdot \frac{1}{2}H_2O$)، (1 mg/mL Sb): مقدار ۰/۲۷۲۸ گرم از پتاسیم آنتیموان

تارتارات در مقداری آب مقطر حل شده و سپس به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده می‌شود.

(۵) محلول مخلوط: ۵۰ میلی‌لیتر سولفوریک اسید ۴ مولار، ۱۵ میلی‌لیتر محلول آمونیم مولیبدات، ۳۰ میلی‌لیتر

محلول آسکوربیک اسید، ۵ میلی‌لیتر محلول پتاسیم آنتیموان تارتارات و ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، به ترتیب، در

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 113	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۵ از ۱۴		اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن	

یک ظرف پلی اتیلن یا پیرکس مخلوط می شود. این محلول به صورت روزانه تهیه می شود و حجم محلول باتوجه به تعداد نمونه ها است.

(۶) محلول استاندارد مادر^۱ فسفر، ۵۰ میلی گرم فسفر در لیتر: ۰/۲۱۹۷ گرم از نمک KH_2PO_4 (در آون ۱۱۰ درجه سلسیوس به مدت ۲ ساعت خشک شود) را در آب مقطر حل کنید. ۲۵ میلی لیتر سولفوریک اسید ۴ مولار اضافه کرده و به حجم یک لیتر برسانید.

(۷) محلول استاندارد کاری فسفر، ۵ میلی گرم فسفر در لیتر: ۱۰ میلی لیتر از استاندارد ۵۰ mg P/L را در بالن حجمی ۱۰۰ میلی لیتری به حجم برسانید.

(۸) سری استانداردها: از محلول ۵ میلی گرم در لیتر فسفر به ترتیب ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ میلی لیتر برداشته و با سدیم بی کربنات به حجم ۵۰ میلی لیتر برسانید (با توجه به غلظت فسفر در هر منطقه می توان غلظت استانداردها را تغییر داد). این محلول ها به ترتیب دارای ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱، ۱/۲، ۱/۴، ۱/۶، ۱/۸ و ۲ میلی گرم در لیتر فسفر هستند. برای استاندارد صفر از سدیم بی کربنات استفاده شود.

۳-۴- روش کار

(۱) ۳ میلی لیتر از عصاره شاهد، سری استانداردها و نمونه را به ارلن مایر ۵۰ میلی لیتری (یا لوله شیشه ای ۲۰ میلی لیتری) منتقل کنید.

(۲) ۳ میلی لیتر از محلول مخلوط به آن اضافه کنید.

(۳) مخلوط حاصل را کامل هم بزنید. در صورت نیاز به عصاره بیشتر، می توان حجم های بیشتری از دو محلول را با هم مخلوط کرد (مثلا ۵ یا ۱۰ میلی لیتر) ولی دقت شود که حجم ها باید باهم برابر باشند.

(۴) پس از ۱ ساعت، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، جذب را در طول موج ۸۸۲ نانومتر اندازه گیری کنید.

نکات

^۱Stock solution

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب		
SWRI-S- 113	شماره ثبت			
Rev-01-1403/10	ویرایش اول			
صفحه ۶ از ۱۴		اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن		بخش آزمایشگاه‌ها

- ۱) پلی فسفات ها و ترکیبات فسفر آلی که در محلول اسیدی هیدرولیز می شوند و غلظت آرسنات بیش از ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر، همه در اندازه گیری فسفر تداخل ایجاد می کنند.
- ۲) تداخل آرسنات را می توان با کاهش AsO_4^{3-} به AsO_3^{3-} با افزودن $NaHSO_3$ برطرف کرد زیرا AsO_3^{3-} در تشکیل رنگ آبی تداخل ایجاد نمی کند.
- ۳) در صورتی که غلظت فسفر در نمونه بیشتر از دامنه استانداردها بود (نمونه پررنگ تر از بیشترین استاندارد باشد)، مراحل اندازه گیری را با مقدار کمتری عصاره انجام دهید.
- ۴) نسبت ۱:۱ بین حجم عصاره و محلول مخلوط مورد استفاده باید رعایت شود. بنابراین، در مواردی که به حجم بیشتری از محلول نهایی برای قرائت احتیاج است، می توان حجم های بیشتری از عصاره و محلول مخلوط (مثلا ۵ میلی لیتر از هر کدام) استفاده کرد.

۳-۵- محاسبات و گزارش نتایج

$$(3) \quad (a - b) \times \frac{V}{W} = \text{فسفر قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)}$$

که در آن،

a: غلظت فسفر در عصاره نمونه خاک (میلی گرم در لیتر).

b: غلظت فسفر در نمونه شاهد (میلی گرم در لیتر).

V: حجم عصاره گیر استفاده شده برای اندازه گیری فسفر (بر حسب میلی لیتر).

W: وزن نمونه خاک (بر حسب گرم).

نکته: در صورتی که بخواهید نتیجه را بر حسب خاک آون خشک گزارش نمایید، فاکتور تصحیح رطوبت خاک را از

رابطه $mcf = \frac{\text{وزن خاک هوا خشک}}{\text{وزن خاک آون خشک}}$ بدست آورده و در نتیجه حاصل از معادله فوق ضرب نمایید (mcf: فاکتور تصحیح رطوبت

خاک است).

روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 113	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۷ از ۱۴	اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن		بخش آزمایشگاه‌ها

نکته: در صورت نیاز به رقیق‌سازی عصاره، فاکتور رقت را در نتیجه حاصله ضرب نمائید.

- غلظت فسفر قابل استفاده در خاک را برحسب میلی گرم در کیلوگرم و با دو رقم اعشار گزارش نمائید. نتایج باید بر اساس خاک هوا خشک گزارش شود.

نکات

- (۱) روش سدیم بی کربنات [۱] به طور کلی، مقدار فسفر کمتری را در مقایسه با روش مهلیج-۱ و بری-۱ [۲، ۳]، به جز در خاک‌های با خاصیت بافری بالا، استخراج می کند [۴].
- (۲) مقدار درجه حرارت، سرعت و زمان شیک کردن در اندازه‌گیری فسفر قابل استفاده بسیار مؤثر است. به دلیل اینکه عصاره‌گیری با بی کربنات اغلب به عنوان شاخصی برای فسفر قابل استفاده بکار می‌رود نه به عنوان مقادیر مطلق، بنابراین مقادیر تعیین شده برای پارمترهای مذکور بایستی دقیقاً رعایت گردند.
- (۳) برای نگهداری محلول عصاره‌گیری بهتر است از ظرف پلاستیکی استفاده شود. در صورت استفاده از ظرف شیشه‌ای می‌بایست هر ماه محلول تازه تهیه شود.
- (۴) pH محلول سدیم بی کربنات مرتباً کنترل شود زیرا با گذشت زمان pH بالا می‌رود و باعث می‌شود فسفر بیشتری عصاره‌گیری شود.
- (۵) پس از اتمام مرحله شیکر باید سریعاً نسبت به صاف نمودن نمونه‌ها اقدام شود.
- (۶) کربن فعال^۱ شسته شده: یک لیتر محلول عصاره‌گیر (NaHCO_3 ۵٪ نرمال) را به ۵۰۰ گرم کربن فعال اضافه کنید و از کاغذ صافی واتمن ۴۲ قرار گرفته بر روی قیف بوخنر عبور دهید. کربن فعال را چهار یا پنج بار به صورت پی‌درپی با ۲۰۰ میلی لیتر محلول عصاره گیر، شستشو دهید. در آخر کربن فعال را با آب مقطر شستشو داده و در آون در دمای ۶۰ درجه سلسیوس خشک کنید.

^۱Black carbon

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 113	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۸ از ۱۴		اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن	بخش آزمایشگاهها

منابع مورد استفاده

۱. شهبازی، ک.، مارزی، م.، محمدی، م. ح.، اسدی، ح.، فتحی گردلیدانی، ا.، ها شمی نسب زواره، ک.، طلوعی، ر.، بهشتی، م.، آویژگان، ا.، چراغی، م. ۱۴۰۳. روش های تجزیه خاک: نمونه برداری، روش های شیمیایی و فیزیکی. موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱، ۱۰۷۴-۱.

2. Olsen, S.R., Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. 1954: US Department of Agriculture.

3. Ballard, R. and W. Pritchett, Evaluation of soil testing methods for predicting growth and response of Pinus elliottii to phosphorus fertilization. Soil Science Society of America Journal, 1975. 39(1): p. 132-136.

4. Shuman, L., et al., Comparison of four phosphorus extraction methods on three acid southeastern soils. Communications in soil science and plant analysis, 1998. 19(5): p. 579-595.

5. Holford, I., Effects of phosphate buffer capacity on critical levels and relationships between soil tests and labile phosphate in wheat growing soils. Soil Research, 1980. 18(4): p. 405-414.

6. Olsen, S. and L. Sommers, Phosphorus. Methods of soil chemical analysis, Part 2. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1982: p. 167-179.

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 113	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
صفحه ۲ از ۱۴		اندازه گیری فسفر قابل استفاده- روش اولسن	بخش آزمایشگاه‌ها

روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک		موسسه تحقیقات خاک و آب	
SWRI-S- 113	شماره ثبت		
Rev-01-1403/10	ویرایش اول		
		اندازه گیری فوسفور قابل استفاده- روش اولسن	بخش آزمایشگاهها

تهیه و تدوین:

مهدی بهشتی

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

مصطفی ماری

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.

سپاس‌گزاری

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

Available Phosphorous Determination-Olsen P

Record No: SWRI-S-113

Version: Rev-01-1403/10

2025

