

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 کلر محلول در عصاره خاک – روش موهر

SWRI-S-105

شماره ثبت:

Rev-01-1403/10

ویرایش اول:

۱۴۰۳



|                                              |            |                        |                                                                                     |
|----------------------------------------------|------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک              |            | موسسه تحقیقات خاک و آب |  |
| SWRI-S- 105                                  | شماره ثبت  |                        |                                                                                     |
| Rev-01-1403/10                               | ویرایش اول |                        |                                                                                     |
| اندازه‌گیری کلر محلول در عصاره خاک- روش موهر |            | بخش آزمایشگاه‌ها       |                                                                                     |

## روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک

### اندازه‌گیری کلر محلول در عصاره خاک – روش موهر

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](mailto: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- 105                      | شماره ثبت  |                                              |                                                                                     |
| Rev-01-1403/10                   | ویرایش اول |                                              |                                                                                     |
|                                  |            | اندازه‌گیری کلر مملول در عصاره خاک- روش موهر |                                                                                     |

## فهرست مطالب

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

|                                  |            |                                              |                                                                                    |
|----------------------------------|------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک |            | موسسه تحقیقات خاک و آب                       |  |
| SWRI-S- 105                      | شماره ثبت  |                                              |                                                                                    |
| Rev-01-1403/10                   | ویرایش اول |                                              |                                                                                    |
| صفحه ۱ از ۱۰                     |            | اندازه‌گیری کلر محلول در عصاره خاک- روش موهر |                                                                                    |

## ۱- مقدمه

کلر در همه محیط خاک وجود دارد و از راه آب آبیاری، کودهای دامی، کودهای شیمیایی، بقایای گیاهی، آب باران، گردوغبار و غیره به خاک اضافه می‌شود. به دلیل اهمیت کلر در تغذیه گیاهان، تجزیه خاک و شیمی زیست‌محیطی، در بسیاری از آزمایشگاه‌ها اندازه‌گیری آن جزو تجزیه‌های معمول به حساب می‌آید [۱]. از این‌رو، روش‌ها باید از حساسیت، صحت، دقت و سرعت لازم برای اندازه‌گیری کلر در دامنه میلی گرم در کیلوگرم برخوردار باشند. بیش از ۹۰ درصد سطح کشور ایران در مناطق فراخشک، خشک و نیمه خشک قرار گرفته است که تبخیر سالانه آن از ۷۰۰ میلی‌متر در کناره دریای خزر تا بیش از ۴۰۰۰ میلی‌متر در بیابان‌ها و جنوب شرقی استان خوزستان متغیر است [۲]. بارندگی کم و تبخیر- تعرق بالا در این مناطق باعث افزایش غلظت کلر در لایه‌های سطحی و نزدیک سطح خاک‌ها شده است. در خاک‌های ایران غلظت کلر محلول از چند میلی گرم در لیتر تا چند هزار میلی گرم در لیتر متغیر است. بر اساس اطلاعات فوق به نظر می‌رسد در خاک‌های ایران کمبود کلر مطرح نبوده و در عوض در خاک‌های شور احتمال سمیت آن وجود دارد. بنابراین، اندازه‌گیری کلر در عصاره‌های خاک یکی از وظایف معمول آزمایشگاه‌های درگیر با مسئله شوری است. روش‌های گوناگونی برای اندازه‌گیری کلر استفاده شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به روش‌های وزن‌سنجی، حجم‌سنجی (تیتراسیون)، پتانسیومتری و رنگ‌سنجی اشاره کرد. در اینجا روش موهر و کلریدمتر آورده شده است.

## ۲- اصول

در این روش کلر استخراج شده با استفاده از نقره‌نیتрат استاندارد شده در مجاورت پتاسیم کرومات، عیارسنجی می‌شود. از پتاسیم کرومات به عنوان معرف استفاده می‌شود.



تا هنگامی که کلر آزاد در محیط آبی وجود دارد، نقره کرومات تشکیل شده (لکه‌های قرمز) ناپایدار بوده و از بین

می‌رود.

|                                  |                                              |                        |                                                                                    |
|----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک |                                              | موسسه تحقیقات خاک و آب |  |
| SWRI-S- 105                      | شماره ثبت                                    |                        |                                                                                    |
| Rev-01-1403/10                   | ویرایش اول                                   |                        |                                                                                    |
| صفحه ۲ از ۱۰                     | اندازه‌گیری کلر مملول در عصاره خاک- روش موهر |                        |                                                                                    |
|                                  |                                              | بخش آزمایشگاه‌ها       |                                                                                    |



پس از این که تمامی کلر موجود در عصاره به صورت رسوب نقره کلرید درآمد، زیادی نقره‌نیترات با کرومات واکنش داده و رسوب نقره کرومات آجری تشکیل و پایدار می‌شود که نشان دهنده پایان عیارسنجی است.

در این روش pH محلول بایستی خنثی باشد. در pH پایین حلالیت نقره کرومات به دلیل پروتونه شدن آنیون‌های کرومات ( $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ) افزایش می‌یابد و رسوب آجری رنگ جهت تشخیص نقطه پایان عیارسنجی تشکیل نمی‌شود.

### ۳- وسایل

(۱) بورت ۲۵ یا ۵۰ میلی لیتر؛

(۲) ارلن مایر دهانه گشاد با ظرفیت ۲۵۰ میلی لیتر؛

(۳) ترازو با دقت ۰/۰۰۰۱؛

(۴) استوانه مدرج ۲۵ میلی لیتر؛

(۵) بالن ژوژه ۱۰۰۰، ۲۵۰ و ۱۰۰ میلی لیتر؛

(۶) قطره چکان؛

(۷) پیپت ۱۰۰۰ میکرولیتر.

### ۴- مواد و/یا واکنشگرها

(۱) محلول نقره‌نیترات ۰/۰۲۵ نرمال: مقدار ۴/۲۴۷۲ گرم نقره‌نیترات را دقیقاً توزین نمایید و در بالن حجمی یک

لیتری، پس از حل شدن، به حجم برسانید و نرمالیت دقیق آن را با محلول پتاسیم کلرید ۰/۰۱ نرمال تعیین

نمایید. این محلول در ظرف تیره نگهداری شود.

|                                  |                                              |                        |                                                                                    |
|----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک |                                              | موسسه تحقیقات خاک و آب |  |
| SWRI-S- 105                      | شماره ثبت                                    |                        |                                                                                    |
| Rev-01-1403/10                   | ویرایش اول                                   |                        |                                                                                    |
| صفحه ۳ از ۱۰                     | اندازه‌گیری کلر مملول در عصاره خاک- روش موهر |                        |                                                                                    |
| بفش آزمایشگاه‌ها                 |                                              |                        |                                                                                    |

۲) محلول پتاسیم کلرید ۰/۰۱ نرمال: دقیقاً ۰/۷۴۵۶ گرم پتاسیم کلرید را توزین نموده (پیش از توزین به مدت ۵ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس در آون خشک کنید و سپس در دسیکاتور خنک نمایید) و به یک بالن حجمی یک لیتری منتقل کنید و پس از حل شدن به حجم برسانید.

۳) معرف پتاسیم کرومات ( $K_2CrO_4$ ): پنج گرم پتاسیم کرومات را در ۷۵ میلی لیتر آب مقطر حل نمایید، مقداری از نقره نیترات اشباع شده را طوری به آن اضافه نمایید که مقدار کمی رسوب قرمز آجری نقره کرومات تشکیل شود. این محلول را به مدت ۲۴ ساعت در محل تاریکی نگه دارید، سپس آن را صاف نمایید تا رسوب نقره کرومات ( $Ag_2CrO_4$ ) خارج شود. پس از صاف نمودن به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید.

۴) سدیم بی کربنات اشباع ( $NaHCO_3$ ): برای تهیه این محلول حدود ۶ گرم نمک سدیم بی کربنات را در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل نمائید. این محلول هر هفته باید تهیه شود زیرا با از دست دادن  $CO_2$  به شدت قلیایی می شود (از قطره چکان برای اضافه نمودن سدیم بی کربنات اشباع به نمونه استفاده نمایید).

## ۵- روش کار

۱) دو میلی لیتر (یا بیشتر) از عصاره خاک ( برای تهیه عصاره گل اشباع به SWRI-S-101 مراجعه شود) را در یک ارلن مایر ۱۵۰ میلی لیتری بریزید.

۲) به آن ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه نمایید.

۳) pH محلول را با استفاده از سدیم بی کربنات اشباع و نیتریک اسید رقیق بین ۶ تا ۷ تنظیم نمایید. تنظیم pH گفته شده با تیترا متفاوت است.

۴) به ازای هر پنج میلی لیتر عصاره، یک قطره پتاسیم کرومات اضافه کرده و با نقره نیترات عیارسنجی نمایید تا رنگ محلول از زرد به شیری و در پایان به رنگ قرمز متمایل به قهوه‌ای (آجری) تبدیل شود. میزان نقره نیترات مصرفی یادداشت گردد.

۵) یک نمونه شاهد نیز با نمونه عصاره عیارسنجی نمایید.

|                                  |                                              |                        |                                                                                     |
|----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک |                                              | موسسه تحقیقات خاک و آب |  |
| SWRI-S- 105                      | شماره ثبت                                    |                        |                                                                                     |
| Rev-01-1403/10                   | ویرایش اول                                   |                        |                                                                                     |
| صفحه ۴ از ۱۰                     | اندازه‌گیری کلر مملول در عصاره خاک- روش موهر | بفش آزمایشگاه‌ها       |                                                                                     |
|                                  |                                              |                        |                                                                                     |

## ۶- محاسبات و گزارش نتایج

$$Cl \text{ (meq/L)} = \frac{(a - b) \times N \times 1000}{V}$$

$$Cl \text{ (mg/l)} = 35.46 \times Cl \text{ (meq/l)} \quad (۴)$$

که در آن:

a: حجم نقره‌نیتрат مصرفی برای نمونه بر حسب میلی‌لیتر.

b: حجم نقره‌نیتрат مصرفی برای شاهد بر حسب میلی‌لیتر.

V: حجم عصاره استفاده شده برای عیارسنجی بر حسب میلی‌لیتر.

N: نرمالینه نقره‌نیترات بر حسب اکی‌والان در لیتر است.

- نتایج را بر حسب واحدهای فوق و با دو رقم اعشار گزارش نمایید.

## نکات

۱) روش عیارسنجی برای اندازه‌گیری کلر در حضور تیوسولفات، برومید، یدید، تیوسیانات و جیوه انجام نمی‌شود

و فلزهایی که در pH بین ۶ تا ۷ ایجاد یون‌های رنگی می‌نمایند، مانند مس، نیکل و کبالت، باعث اختلال در تشخیص رنگ در جریان عیارسنجی می‌شوند.

۲) یون‌های سولفید و سیانید در جریان عیارسنجی کلر، ایجاد مزاحمت می‌نمایند که با جوشاندن و اسیدی نمودن نمونه، مزاحمت برطرف می‌شود.

۳) انجام عیارسنجی در عصاره‌های خیلی رنگی با مشکل مواجه می‌شود.

۴) اگر کلر موجود در نمونه بیش از ۲۵ میلی‌گرم در لیتر باشد، می‌توان مقدار کمتری عصاره استفاده کرد و اگر مقدار کلر کمتر از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر باشد، باید حجم معینی از استاندارد سدیم کلرید یا پتاسیم کلرید را به نمونه اضافه و پس از انجام عیارسنجی مقدار کلر موجود در استاندارد اضافه شده را از نتیجه آزمایش کم کنید.

|                                  |                                              |                        |                                                                                     |
|----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| روش عملیاتی استاندارد تمیزیه خاک |                                              | موسسه تحقیقات خاک و آب |  |
| SWRI-S- 105                      | شماره ثبت                                    |                        |                                                                                     |
| Rev-01-1403/10                   | ویرایش اول                                   |                        |                                                                                     |
| صفحه ۵ از ۱۰                     | اندازه‌گیری کلر مملول در عصاره خاک- روش موهر |                        | بخش آزمایشگاه‌ها                                                                    |

۵) در غلظت‌های پایین کلر در عصاره، عیارسنجی را با استفاده از میکروپورت انجام دهید.

۶) با بررسی‌هایی که در آزمایشگاه روی تعدادی نمونه انجام شد، تقریباً در ۷۰ درصد موارد pH عصاره پیش از

تنظیم بین ۶ تا ۷ بوده و نیازی به تنظیم pH نبود.

## 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. Amiraslani, F. and D. Dragovich, *Combating desertification in Iran over the last 50 years: an overview of changing approaches*. Journal of environmental management, 2011. 92(1): p. 1-13.

|                                 |            |                                              |                                                                                     |
|---------------------------------|------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| روش عملیاتی استاندارد تجزیه خاک |            | موسسه تحقیقات خاک و آب                       |  |
| SWRI-S- 105                     | شماره ثبت  |                                              |                                                                                     |
| Rev-01-1403/10                  | ویرایش اول |                                              |                                                                                     |
|                                 |            | اندازه‌گیری کلا مملول در عصاره خاک- روش موهر | 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، 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 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**

**Determination of Soluble Chlorine in Soil Extract**

**Record No:** SWRI-S-105

**Version:** Rev-01-1403/10

**2025**

