Journal of Environment and Water Engineering
ISSN: 2476-3683

مجله محیط زیست و مهندسی آب
شابک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

مقایسه چند عصاره‌گیر شیمیایی جهت تعیین مقدار روی قابل استفاده آفتابگردان در خاک‌های آهکی آلوده به فلزات سنگین

محمد رحمانیان و علیرضا حسین‌پور

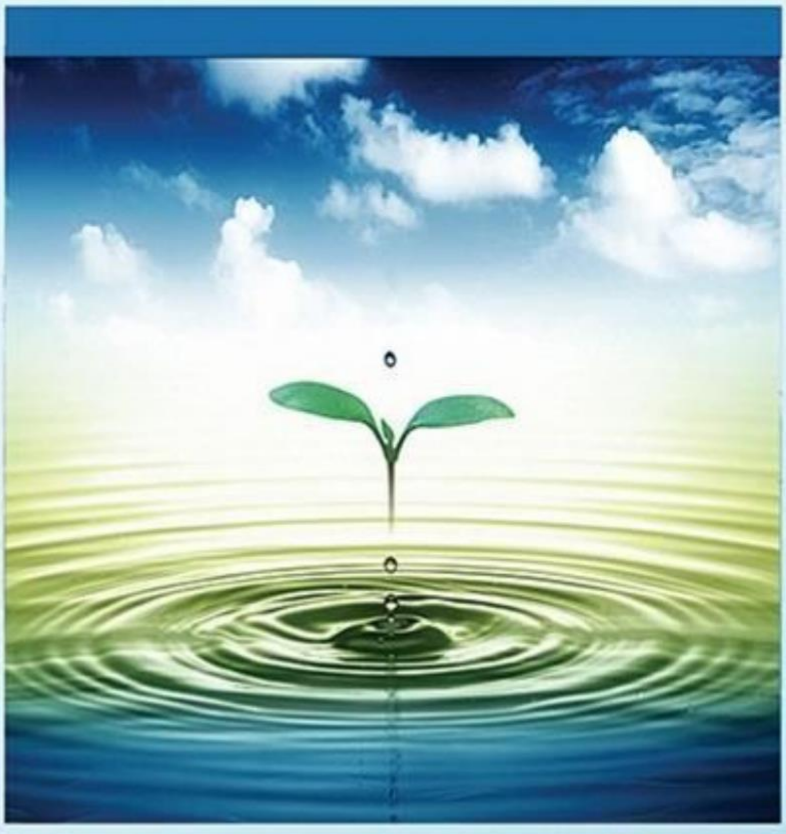
دوره۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، صفحات ۱۵۷- ۱۴۸

Vol. 4(2), Summer 2018, 148 – 157

DOI: 10.22034/jewe.2018.120770.1244

Comparison of Several Chemical Extracts for the Determination of Zinc Bioavailability to Sunflower in Heavy Metal-Contaminated Calcareous Soils

Rahmanian M. and Hosseinpour A.R.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: رحمانیان م. و حسین‌پور ع. (۱۳۹۷). مقایسه چند عصاره‌گیر شیمیایی جهت تعیین مقدار روی قابل‌استفاده آفتابگردان در خاک‌های آهکی آلوده به فلزات سنگین. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۴، شماره ۲، صفحات: ۱۵۷ – ۱۴۸.

Citing this paper: Rahmanian M. and Hosseinpour A.R. (2018). Comparison of several chemical extracts for the determination of Zinc bioavailability to Sunflower heavy metal-contaminated calcareous soils. J. Environ. Water Eng., 4(2), 148 – 157. DOI: 10.22034/jewe.2018.120770.1244

مقایسه چند عصاره‌گیر شیمیایی جهت تعیین مقدار روی قابل استفاده آفتابگردان در خاک‌های آهکی آلوده به فلزات سنگین

محمد رحمانیان[۱*] و علیرضا حسین‌پور[۲]

[۱] استادیار، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
[۲]استاد، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول: m.rahmanian10@yahoo.com

مقاله اصلی
تاریخ دریافت: [۱۳۹۶/۱۲/۰۷] **تاریخ بازنگری: [۱۳۹۶/۱۲/۲۲]** **تاریخ پذیرش: [۱۳۹۷/۰۶/۱۵]**

چکیده

عنصر روی یکی از عناصر غذایی کم‌نیاز گیاه محسوب می‌شود و اغلب کمبود آن در خاک‌های آهکی گزارش می‌شود. مقدار روی کل خاک، ضرورتاً بیان‌گر قابلیت استفاده روی برای گیاه نیست. بنابراین یافتن عصاره‌گیرهای مناسب، به منظور تخمین روی قابل‌استفاده گیاه در خاک حائز اهمیت می‌باشد. با توجه به اینکه در خاک‌های آهکی آلوده به فلزات سنگین در ایران اطلاعات کمی در رابطه با روی قابل استفاده در دسترس است، لذا ارزیابی وضعیت روی قابل استفاده برای گیاهان به‌وسیلهٔ عصاره‌گیرهای شیمیایی بسیار مهم و ضروری است. هدف این پژوهش ارزیابی روش‌های عصاره‌گیری مهلیچ ۳،AB-DTPA و DTPA-TEA در برآورد روی قابل استفاده آفتابگردان در نه خاک آلوده به فلزات سنگین بود. شاخص‌های گیاه آفتابگردان شامل ماده خشک، غلظت و جذب روی در یک آزمایش گلدانی تعیین شدند. نتایج نشان‌داد در خاک‌های آلوده، بیشترین مقدار روی با روش AB-DTPA و کمترین مقدار آن با روش DTPA-TEA عصاره‌گیری شد. در خاک‌های آلوده روی عصاره‌گیری‌شده با DTPA-TEA با غلظت و جذب روی همبستگی معنی‌داری داشت (r=۰/۷۸). همچنین بین روی عصاره‌گیری‌شده با مهلیچ ۳ با غلظت (r=۰/۶۸) و جذب روی گیاه (r=۰/۸۰) همبستگی معنی‌داری وجود داشت. به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که روش‌های DTPA-TEA و مهلیچ ۳ توانایی برآورد روی قابل‌استفاده آفتابگردان در خاک‌های آلوده را دارا می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان؛ خاک آهکی؛ روی؛ عصاره‌گیر؛ فلزات سنگین.

۱- مقدمه

روی، یکی از عناصر غذایی ضروری برای رشد طبیعی و تولید محصولات زراعی و همچنین عنصری مهم برای حیوانات و انسان است. در بیش از ۳۰۰ آنزیم مسئول در فرآیندهای متابولیسمی در انسان، دام و گیاه وجود دارد (Malakouti et al. 2009). لذا تأمین این عنصر به‌مقدار کافی برای رشد طبیعی ضروری است. کمبود روی در خاک‌های زیرکشت در ایران شایع است (Malakouti 2007). دلایل عمده کمبود روی در ایران آهکی‌بودن خاک‌ها، pH زیاد در این خاک‌ها، استفاده زیاد کودهای فسفاته و غلظت‌های بالای بی‌کربنات در آب آبیاری و عدم مصرف کودهای روی است (Malakouti 2007). در نتیجه، توزیع روی در خاک‌های آهکی وابسته به واکنش خاک، نوع کانی‌ها، کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در محلول خاک و واکنش‌دهنده‌ها با عنصر روی است (Saffari et al. 2009). وقتی‌که تأمین عنصر روی مورد نیاز گیاه به‌خوبی انجام نگیرد، میزان محصول کاهش خواهد یافت و علاوه بر این کیفیت محصولات تولید شده نیز کاهش می‌یابد. بسیاری از گیاهان در خاک‌های آهکی، به‌دلیل پوشش گیاهی ناکافی و بازگشت مقدار اندک بقایای گیاهی به خاک و ماده‌آلی پایین همواره با کمبود عناصر از جمله روی روبرو هستند. ویژگی‌های خاک و عوامل گیاهی بر جذب عناصر توسط گیاه مؤثر هستند (Motaghian et al. 2017). بنابراین تعیین عصاره‌گیر مناسب برای گیاهان مختلف ضروری است. در پژوهش‌های انجام‌شده در خاک‌های آلوده، یک عصاره‌گیر واحد به عنوان مناسب‌ترین عصاره‌گیر برآوردکننده روی قابل‌استفاده گزارش نشده‌است. غلظت کل روی در خاک‌ها در دامنه ۱۰ تا ۳۰۰ mg با میانگین ۵۰ mg/kg می‌باشد (Lindsay 1979). آزادسازی روی از فازهای تبادلی، موادآلی، کانی‌های کریستاله و سایر ترکیبات به درون محلول خاک فرآیندی است که کنترل‌کننده تحرک روی و تعیین‌کننده مقدار روی قابل‌دسترس برای گیاه است. به منظور تعیین مقدار قابل‌استفاده فلزات برای گیاه از عصاره‌گیرهای مختلف استفاده می‌شود. عصاره‌گیرهای مختلف شامل اسیدها، نمک‌ها و کلات‌کننده‌ها هستند که برای تعیین مقدار قابل‌استفاده روی در خاک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Alvarez et al. 2006). برای ارزیابی توانایی هر عصاره‌گیر در برآورد مقدار روی قابل‌استفاده گیاه از ضریب همبستگی بین مقدار روی عصاره‌گیری‌شده به‌وسیله آن عصاره‌گیر و مقدار روی جذب‌شده توسط گیاه استفاده می‌شود (Motaghian et al. 2017). توان استخراج عصاره‌گیرهای مختلف متأثر از ویژگی‌های خاک نظیر pH، رس، ماده‌آلی، کربنات‌کلسیم و مقدار عناصر کم‌نیاز است. Haddad and Evans (1993) در پژوهشی به ارزیابی هشت عصاره‌گیر شیمیایی مختلف برای برآورد مقدار روی در دسترس گیاه شبدر، در گلخانه بر روی ۶۰ نمونه خاک پرداختند. آنها از عصاره‌گیرهای دی اتیلن تری‌آمین پنتا استیک اسید- تری اتانول آمین (DTPA-TEA)، آمونیوم بی‌کربنات- دی اتیلن‌تری‌آمین‌پنتا استیک‌اسید (AB-DTPA)، اتیلن‌دی‌آمین‌تتراستیک‌اسید (EDTA) همراه با استات‌آمونیوم، کلریدکلسیم ($CaCl_2$) M ۰/۰۱، نیتریک اسید (HNO_3) ۰/۳ M ، مهلیچ ۳، کلریدریک اسید (HCl) ۰/۰۵ M و منیزیم کلراید ($MgCl_2$) ۰/۲۵ M استفاده کردند و برای انتخاب بهترین عصاره‌گیر، از همبستگی بین غلظت روی در شبدر با مقدار روی عصاره‌گیری‌شده استفاده کردند. بر اساس نتایج روش‌های عصاره‌گیری، HCl ۰/۰۵ M و AB-DTPA را بهترین عصاره‌گیر برای تعیین روی قابل‌استفاده گزارش‌کردند. Sakal et al. (1981) با استفاده از کشت گلدانی به بررسی عصاره‌گیر مناسب در تعیین روی قابل‌استفاده در کشت برنج و گندم پرداختند. ایشان گزارش‌کردند که همبستگی بین مقدار روی عصاره‌گیری‌شده با DTPA با مقدار روی جذب‌شده در گیاهان برنج (r=۰/۷۱) و گندم (r=۰/۸۵) معنی‌دار بود. Motaghian and Hosseinpour (2013) به بررسی هفت

روش عصاره‌گیری شیمیایی در برآورد روی قابل استفاده لوبیا (*Phaseolus vulgaris L.*) در ۱۰ نمونه خاک آهکی تیمارنشده و تیمارشده با لجن فاضلاب در استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. نتایج نشان‌داد که در خاک‌های تیمارشده و تیمارنشده با لجن فاضلاب، بیشترین مقدار روی با روش مهلیچ ۳ و کمترین مقدار آن با روش مهلیچ ۱ عصاره‌گیری شد. همچنین، در خاک‌های تیمارنشده روی عصاره‌گیری‌شده با عصاره‌گیرهای DTPA-TEA،AB-DTPA و مهلیچ ۳ با شاخص‌های گیاه همبستگی معنی‌داری داشتند. درحالی‌که در خاک‌های تیمارشده با لجن فاضلاب، بین روی عصاره‌گیری‌شده با DTPA-TEA و مهلیچ ۱ با وزن خشک گیاه و جذب روی و مهلیچ ۲ با غلظت روی در گیاه همبستگی معنی‌داری وجود داشت. نتایج این پژوهش نشان دادکه عصاره‌گیر DTPA-TEA توانایی برآورد روی قابل‌استفاده لوبیا در خاک‌های تیمارشده و تیمارنشده با لجن فاضلاب را دارد. Motaghian et al. (2017) به بررسی توانایی هفت روش عصاره‌گیری شیمیایی در برآورد روی قابل‌استفاده گندم (*Triticum aestivum L.*) در ۱۰ نمونه خاک آهکی تیمارنشده و تیمارشده با لجن فاضلاب در استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. نتایج این پژوهش نشان‌داد که در خاک‌های تیمارنشده روی عصاره‌گیری‌شده با عصاره‌گیرهای AB- DTPA، DTPA-TEA و مهلیچ ۳ با غلظت روی، ماده خشک و جذب روی در گندم همبستگی معنی‌دار داشتند. درحالی‌که در خاک‌های تیمارشده با لجن فاضلاب، فقط بین روی عصاره‌گیری‌شده با روش مهلیچ ۲ و غلظت روی در گیاه همبستگی معنی‌داری وجود داشت. آفتابگردان به خاطر تولید زیست‌توده بالا و تحمل غلظت بالای فلزات‌سنگین در محلول خاک و همچنین قابلیت انباشت مقادیر زیادی از فلزات‌سنگین به طوری وسیعی در پژوهش‌های گیاه‌پالایی مورد استفاده قرار گرفته‌است (Lasat 2002). این مطالعه در خاک‌های واقع در نزدیکی معادن سرب و روی در جنوب شهر اصفهان با بیش از ۲ میلیون نفر جمعیت انجام شده‌است. استخراج معادن از یک طرف و حضور فضاهای کشاورزی و سبز در مجاورت آن و گسترش مساحت مسکونی نزدیک به معدن (۵ Km) از سوی دیگر موجب نگرانی عمومی در مورد آلودگی مواد غذایی و منابع زیست‌محیطی شده‌است. مطالعه ارزیابی عصاره‌گیر مناسب جهت تعیین روی قابل‌استفاده و پاسخ‌های گیاه آفتابگردان در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین انجام نشده‌است. بنابراین، این پژوهش با توجه به اهمیت عنصر روی، به‌منظور مقایسه چند عصاره‌گیر شیمیایی جهت تعیین مقدار روی قابل‌استفاده آفتابگردان در خاک‌های آهکی آلوده به فلزات سنگین انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این پژوهش، ۹ نمونه خاک از لایه ۰- ۳۰cm خاک‌های واقع در نزدیکی معادن سرب و روی در جنوب شهر اصفهان جمع‌آوری شد. نمونه‌ها هوا خشک‌شده و پس از عبور از الک ۲ mm، به‌منظور بررسی‌های آزمایشگاهی آماده شدند. اندازه‌گیری تعدادی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های موردمطالعه از جمله: بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee and Bauder 1986)، pH خاک در سوسپانسیون ۲:۱ آب به خاک، EC در عصاره ۲:۱ آب به خاک، کلسیم کربنات معادل (Loeppert and Suarez 1996)، ظرفیت تبادل کاتیونی (Sumner and Miller 1996) و مقدار ماده‌آلی به روش اکسیداسیون تر (Nelson and Sommers 1996) تعیین شد. مقدار کل عناصر روی، سرب و مس با استفاده از نیتریک اسید ۴ N (Sposito et al. 1982) در خاک عصاره‌گیری شد. مقادیر روی قابل‌استفاده در خاک با استفاده از عصاره‌گیرهای DTPA-TEA (Lindsay and Norvell 1978)، مهلیچ ۳ (Mehlich 1984) و AB-DTPA (Soltanpour and Schwab 1977) اندازه‌گیری شد. آزمایش گلخانه‌ای با کشت گیاه آفتابگردان در قالب طرح کاملاً تصادفی با نه خاک و سه

تکرار انجام شد. به‌دلیل اینکه سایر عناصر غذایی باید به مقدار کافی در اختیار گیاه باشند، بر اساس نتایج تجزیه خاک به هر گلدان mg/kg ۲۰ نیتروژن از منبع اوره در ابتدای کشت اضافه شد. همچنین به هر گلدان مقدار mg K/kg ۱۰۰ خاک از منبع سولفات پتاسیم و mg Fe/kg ۵ خاک از منبع سکوسترین ۱۳۸ اضافه شد. مقدار کود فسفره نیز پس از تعیین فسفر قابل‌استفاده خاک‌ها با روش اولسن، به مقدار mg/kg ۱۰ از منبع منوکلسیم فسفات به هر گلدان اضافه شد. رطوبت گلدان‌ها به حد ظرفیت زراعی رسانده شد و ۵ بذر در عمق مناسب کاشته شده و پس از استقرار و سبز شدن کامل بذرها در پایان هفته دوم، تعداد گیاهان به سه بوته تنک گردید. در طول دوره رشد گیاه، سعی شد رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی نگه‌داشته شود. ۹۰ روز پس از کاشت، بخش هوایی گیاهان برداشت شده، توزین شده و پس از شستشو با آب مقطر و خشک‌کردن در آون (دمای $70^{\circ}C$) وزن خشک بخش‌هوایی گیاه اندازه‌گیری شد. غلظت عنصر روی در اندام‌های هوایی با روش خاکستر خشک (Campbell and Plank 1998) و با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل جی بی سی، ۹۳۲) تعیین گردید. وزن ماده خشک گیاهی، غلظت روی در گیاه و جذب کل روی در گیاه (حاصلضرب وزن ماده خشک در غلظت روی در گیاه) به عنوان پاسخ‌های گیاهی در نظر گرفته‌شد. مطالعات آماری با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

۳-یافته‌ها و بحث

برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است. نتایج نشان داد که ویژگی‌های خاک‌ها از دامنه تغییرات وسیعی برخوردار بودند. دامنه تغییرات درصد رس خاک‌ها از ۱۲ تا ۳۵ درصد، سیلت خاک‌ها بین ۷ تا ۲۵ درصد و شن خاک‌های مورد بررسی بین ۴۹ تا ۸۱ درصد متغیر بود. pH خاک‌ها، قلیایی و از لحاظ شوری در محدوده غیرشور قرار داشتند. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها از ۳/۴ تا ۱۲/۱ Cmol/kg خاک بود. بیشترین و کمترین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها به ترتیب مربوط به خاک شماره ۹ و ۱ بود که این نتیجه با بیشترین و کمترین مقدار رس در این دو خاک مطابق بود. مقدار کل روی در خاک‌ها در خاک شماره ۸ بیشترین مقدار (mg/kg ۲۸۹) و در خاک شماره ۹ (mg/kg ۴۶) کمترین مقدار بود. سازمان جهانی بهداشت (WHO) بر اساس غلظت کل فلز در خاک محدوده هشدار را برای سرب، روی، مس و کادمیم به‌ترتیب ۳۵، ۹۰، ۳۰ و mg/kg ۰/۳۵ تعیین کرده‌است (Tembo et al. 2006). بر این اساس خاک‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۵، ۶، ۷ و ۸ از لحاظ روی در این طبقه‌بندی جزء خاک‌های آلوده و خاک‌های شماره ۴ و ۹ از لحاظ روی در این طبقه‌بندی جزء خاک‌های غیرآلوده قرار می‌گیرند. مقادیر روی عصاره‌گیری‌شده با روش‌های شیمیایی مختلف در جدول (۲) گزارش شده‌است. دامنه تغییرات روی عصاره‌گیری‌شده با روش‌های مهلیچ ۳، AB-DTPA و DTPA-TEA به‌ترتیب از ۰/۷۸۰ تا ۱۱/۳۶۰ (میانگین ۶/۷۰۳)، ۰/۶۰۰ تا ۲۷/۷۴۰ (میانگین ۱۰/۱۸۵) و ۰/۳۰۰ تا ۵/۷۷۰ (میانگین ۲/۹۳۰) mg/kg بود. مقایسه میانگین مقدار روی استخراج‌شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف نشان‌داد به‌ترتیب روی استخراج‌شده توسط روش AB-DTPA بیشتر از روش مهلیچ ۳ و روش DTPA-TEA بود. مقایسه میانگین‌های روی استخراجی به وسیله این سه عصاره‌گیر نشان‌داد که به طور میانگین مقدار روی استخراج‌شده توسط عصاره‌گیر AB-DTPA، تقریباً دو برابر روی استخراج‌شده در مهلیچ ۳ بود. بر اساس نتایج، روی عصاره‌گیری‌شده با روش‌های مختلف در خاک‌های آلوده تغییرات زیادی داشت که نشان‌دهنده مکانیسم متفاوت عصاره‌گیرها در استخراج این عنصر است. همچنین در هر عصاره‌گیر، روی عصاره‌گیری‌شده در خاک‌ها تفاوت زیادی داشت که نشان‌دهنده تفاوت روی قابل عصاره‌گیری در خاک‌ها است که می‌تواند ناشی از تفاوت در اجزاء معدنی این عنصر در خاک باشد (Alvarez et al. 2006).

توانایی عصاره‌گیرها در استخراج عناصر متفاوت است. Soltanpour and Schwab (1997) گزارش‌کردند که

روش AB-DTPA نسبت به روش DTPA-TEA روی قابل‌استفاده بیشتری عصاره‌گیری می‌کند. روش عصاره‌گیری DTPA-TEA دارای pH بافر شده توسط تری‌اتانول‌آمین و همچنین محتوی کلراید کلسیم M ۰/۰۱ است که از حل‌شدن کربنات کلسیم و آزادشدن عناصر محبوس‌شده در این ترکیب جلوگیری می‌کند (Lindsay and Norvell 1978). بنابراین، علت عصاره‌گیری مقدار بیشتر روی در استفاده از روش AB-DTPA می‌تواند به‌دلیل بافر نبودن این عصاره‌گیر و ترکیب مواد شیمیایی موجود در این روش عصاره‌گیری باشد (Lindsay and Norvell 1978).

جدول ۱ - برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی منتخب خاک‌های مورد مطالعه

Table 1 Some of the physical anc chemical characteristics of the soils studied

شماره خاک	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	ظرفیت تبادل کاتیونی Cmol/kg	کربنات کلسیم معادل (٪)	ماده آلی (٪)	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/ m)	pH	روی کل (mg/kg)
1	12	7	81	3.4	65	0.24	0.62	7.7	264
2	20	20	60	6.2	65	0.34	0.91	8.0	207
3	17	16	67	4.6	47	0.20	0.34	8.2	155
4	26	20	54	8.9	67	0.34	0.36	8.3	83
5	14	25	61	3.9	52	0.49	0.63	8.3	222
6	15	20	65	4.1	60	0.24	0.37	8.4	175
7	15	18	67	4.1	50	0.2	0.48	8.1	271
8	13	14	63	3.7	45	0.53	0.50	8.5	289
9	35	16	49	12.1	47	0.29	0.29	7.7	46

وجود کلات‌کننده EDTA در عصاره‌گیر مهلیچ ۳ منجر به افزایش توانایی این روش عصاره‌گیری نسبت به روش DTPA-TEA می‌شود (Mehlich 1984). کلات‌کننده EDTA بدون توجه به ویژگی‌های خاک به‌دلیل داشتن pH کمتر نسبت به DTPA مقدار بیشتری از عناصر کم‌نیاز خاک را عصاره‌گیری می‌کند. همچنین، کلات‌کننده EDTA توانایی استخراج عناصر کم‌نیاز پیوندشده با موادآلی، اکسیدها و بخش‌هایی از عناصر موجود در کانی‌های رسی را دارد (Sahuquillo et al. 2003). بنابراین، افزایش روی قابل‌استفاده عصاره‌گیری شده با روش مهلیچ ۳ می‌تواند به‌دلیل توانایی کلات EDTA در استخراج عنصر روی پیوندشده با مواد آلی، اکسیدها و بخش‌هایی از روی موجود در کانی‌های رسی و همچنین وجود یون فلوراید در ترکیب این روش عصاره‌گیری باشد.

جدول (۳) شاخص‌های گیاه آفتابگردان شامل وزن خشک، وزن تر، غلظت روی در گیاه و جذب کل توسط گیاه آفتابگردان را نشان می‌دهد. مقدار وزن خشک، وزن‌تر در خاک ۱ کمترین مقدار و غلظت در خاک ۱ بیشترین مقدار، در نتیجه جذب کل روی توسط آفتابگردان در خاک ۱ بیشترین مقدار بود. وزن تر و وزن خشک در خاک ۷ بیشترین مقدار و غلظت و جذب روی در خاک ۴ کمترین مقدار بود.

ضرایب همبستگی (r) بین مقدار روی عصاره‌گیری‌شده با روش‌های مختلف و شاخص‌های گیاهی شامل وزن تر، وزن

خشک، غلظت روی در گیاه و جذب کل روی توسط آفتابگردان در جدول (۴) گزارش شده است. مقدار روی عصاره‌گیری‌شده با DTPA-TEA با غلظت روی در گیاه و جذب کل روی دارای همبستگی معنی‌داری بود. همچنین، همبستگی معنی‌داری بین روی عصاره‌گیری‌شده با مهلیچ ۳ با غلظت روی در گیاه و جذب کل روی به‌دست آمد.

جدول ۲ - مقادیر روی عصاره‌گیری‌شده با عصاره‌گیرهای مختلف در خاک‌های آلوده

Table 2 Zinc level extracted using different extractors in contaminated soils

شماره خاک	DTPA-TEA	AB-DTPA	مهلیچ ۳
1	5.770	10.478	11.360
2	1.390	9.953	5.080
3	0.300	1.640	4.020
4	0.540	0.600	0.780
5	1.180	10.747	5.877
6	3.250	13.353	5.357
7	4.253	27.740	11.350
7	1.663	12.627	5.130
8	5.520	13.533	11.210
میانگین	2.930c	10.185a	6.703b

*حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳ - شاخص‌های گیاه آفتابگردان در خاک‌های مورد مطالعه

Table 3 Sunflower indices in the soils studied

شماره خاک	وزن‌تر (گرم در گلدان)	وزن خشک (گرم در گلدان)	غلظت (میلی‌گرم در کیلوگرم)	جذب (میلی‌گرم در گلدان)
1	19.31	13.40	30.96	0.41
2	47.43	18.51	15.31	0.28
3	39.67	17.52	12.95	0.22
4	50.26	20.22	6.13	0.12
5	49.76	18.85	11.01	1.20
6	44.55	18.11	9.55	0.17
7	54.34	21.67	16.50	0.35
8	54.01	21.22	12.13	0.25
9	38.98	16.53	14.40	0.23

توانایی روش‌های عصاره‌گیری حاوی کلات‌کننده‌ها در تحقیقات جهت تعیین مقدار قابل‌استفاده روی گزارش شده‌است. Motaghian et al. (2017) در خاک‌های آهکی بین روی عصاره‌گیری‌شده با روش‌های DTPA-TEA، AB-DTPA و مهلیچ ۳ و شاخص‌های گندم همبستگی معنی‌داری گزارش‌کردند. در نتیجه این روش‌ها را برای تعیین مقدار قابل‌استفاده روی در کشت گندم گزارش‌کردند. Singh et al. (1977) در ۳۰ نمونه خاک آهکی در کشور هندوستان

به بررسی عصاره‌گیرهای مناسب در تعیین مقدار قابل‌استفاده روی در گیاه ذرت پرداختند. جذب روی توسط ذرت با مقدار روی عصاره‌گیری شده با AB-DTPA همبستگی معنی‌داری داشت. آن‌ها گزارش‌کردند که روش عصاره‌گیری AB-DTPA بهترین روش عصاره‌گیری عنصر روی در خاک‌های موردمطالعه بود. Gupta and Sinha (2006)، EDTA را به‌عنوان بهترین عصاره‌گیر جهت تعیین قابلیت زیست‌فراهمی فلزات برای Sesamum Indicum در یک خاک اصلاح‌شده با لجن معرفی کردند. Feng et al. (2005) با توجه به همبستگی بین روی عصاره‌گیری‌شده با غلظت و جذب روی توسط گندم گزارش‌کردند که DTPA-TEA عصاره‌گیر مناسب روی در خاک‌های آهکی برای تعیین مقدار قابل‌استفاده این عنصر در گیاه گندم بود. Haddad and Evans (1993) در مطالعه‌ای بر روی ۶۰ نمونه جمع‌آوری‌شده از خاک‌های دارای ویژگی‌های مختلف جهت پیش‌بینی مقدار قابل‌استفاده روی برای گیاه شبدر، روش‌های عصاره‌گیری AB-DTPA و DTPA-TEA را به‌عنوان بهترین عصاره‌گیرهای برآوردکننده روی قابل‌استفاده در خاک‌های آهکی معرفی کردند.با توجه به اینکه آفتابگردان یک گیاه بیش‌اندوز فلزات‌سنگین می‌باشد می‌توان همبستگی بین مقدار فلز استخراج‌شده توسط عصاره‌گیرهایی که توانایی بیشتری در استخراج فلز داشته‌اند با شاخص‌های گیاهی را توجیه کرد (Cui et al. 2007). زیست‌فراهمی فلزات علاوه بر کمیت عناصر در خاک به قدرت پیوند فلزات مختلف با ترکیبات مختلف خاک و به مدت زمانی که گیاه در خاک رشد می‌کند و سرعت آزادشدن عناصر در خاک نیز وابسته می‌باشد (Chaignon et al. 2003).

جدول ۴ - ضریب همبستگی بین مقادیر روی عصاره‌گیری‌شده با عصاره‌گیرهای مختلف و شاخص‌های گیاه آفتابگردان

Table 4 Correlation coefficents between extracted zinc using different extractors and sunflower indices

عصاره‌گیر	DTPA-TEA	AB-DTPA	مهلیچ ۳
وزن خشک	0.42 ns	0.4 ns	-0.1
وزن‌تر	-0.49 ns	0.3 ns	-0.24
غلظت	0.78**	0.22 ns	0.68*
جذب	0.78**	0.52 ns	0.80**

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

۴ - نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش مطالعه ارزیابی عصاره‌گیر مناسب جهت تعیین روی قابل‌استفاده آفتابگردان در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین بود. نتایج این مطالعه نشان داد:

۱- عصاره‌گیرهای AB-DTPA، مهلیچ ۳ و DTPA-TEA به‌ترتیب بیشترین مقدار روی از خاک‌های مورد مطالعه را استخراج کردند.

۲- همبستگی معنی‌داری بین روی عصاره‌گیری‌شده با DTPA-TEA با غلظت و جذب روی توسط آفتابگردان وجود داشت (r=۰/۷۸).

۳- بین روی عصاره‌گیری‌شده با مهلیچ ۳ با غلظت (r=۰/۶۸) و جذب روی گیاه (r=۰/۸۰) همبستگی معنی‌داری بدست آمد.

۴- بیشترین مقدار روی عصاره‌گیری‌شده در خاک‌های مورد مطالعه به‌وسیله روش AB-DTPA عصاره‌گیری

شد. همبستگی معنی‌داری بین روی عصاره‌گیری‌شده با AB-DTPA و شاخص‌های گیاه آفتابگردان وجود نداشت. بنابراین، می‌توان دو عصاره‌گیر DTPA-TEA و مهیچ ۳ را به عنوان بهترین عصاره‌گیرها جهت استخراج روی قابل استفاده گیاه مورد استفاده قرار داد.

Reference

Alvarez J. M., Lopez - Valdivia L. M., Novillo J., Obrador A. and Rico M. I. (2006). Comparison of EDTA and sequential extraction tests for phytoavailability prediction of manganese and zinc in agricultural alkaline soils. Geoderma, 132, 450- 463.

Campbell C. R. and Plank C. O. (1998). Preparation of plant tissue for laboratory analysis. p. 37-50.In Kalra Y. P. (ed), Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press, Taylor and Francis Group.

Chaignon V., Sanchez - Neira I., Herrmann P., Jaillard B. and Hinsinger P. (2003). Copper bioavailability and extractability as related to chemical properties of contaminated soils from a vine-growing area. Environ. Pollut., 123, 229–238.

Cui S. H., Qixing Z. H. and Chao L. (2007). Potential hyperaccumulation of Pb, Zn, Cu and Cd in endurant plants distributed in old smeltry, Northeast China. Environ. Geol., 51, 1043-1048.

Feng M. H., Shan X. Q., Zhang S. Z. and Wen B. (2005). Comparison of a rhizosphere-based method with other one step extraction methods for assessing the bioavailability of soil metals to wheat. Chemosphere, 59, 939-949.

Gee G. W. and Bauder J. W. (1986). Particle size analysis. p. 404-407. In Klute A. (ed), Methods of Soil Analysis. Part 1. 2nd edition. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Gupta A. K. and Sinha S. (2006). Chemical fractionation and heavy metals accumulation in the plants of (Sesamum indicum L.) var. T55 grown on soil amended with tannery sludge: selection of single extractants. Chemosphere, 64, 161–173.

Haddad K. S. and Evans J. C. (1993). Assessment of chemical methods for extracting zinc, manganese, copper, and iron from New South Wales Soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 24, 29-44.

Lasat M. (2002). Phytoextraction of metal from contaminated soil. A review of plant soil metal interaction and assessment of pertinent agronomic issues. J. Hazard. Mater., 3, 1-25.

Lindsay W. L. (1979). Chemical equilibria in soils. John Wiley and sons, New York.

Lindsay W. L. and Norvell W. A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Am. J., 42, 421-428.

Loeppert R. H. and Suarez D. L. (1996). Carbonate and gypsum. p. 437-474. In Sparks D. L. (ed), Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Malakouti M. J. (2007). Zinc is a neglected element in the life cycle of plants. Middle E. Russ. J. Plant Sci. Biotechnol., 1(1), 1-12.

Malakouti M. J., Keshavarz P. and Karimian N. A. (2009). Comprehensive diagnosis and optimal fertilizer recommendation for sustainable agriculture. Tarbiat Modares University Press, Tehran. 755 pp [In Persian].

Mehlich A. (1984). Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 15, 1409-1416.

Motaghian H. R. and Hosseinpour A. (2013). Assessment of several extractants for the determination of zinc bioavailability to Bean (Phaseolus vulgaris L.) in calcareous soils amended and unamended with sewage sludge. J. Water and Soil., 27(4), 742-752 [In Persian].

Motaghian H. R., Hosseinpour A., Raeisie F. and Mohamadi J. (2017). Assessment of several extractants for the determination of zinc bioavailability to Wheat (Triticum aestivum L.) in calcareous soils amended and unamended with sewage sludge. J. Water and Soil Sci (Sci. and Technol. Agric. and Natur. Resour.)., 1, 13-20 [In Persian].

Nelson D. W. and Sommers L. E. (1996). Carbon, organic carbon, and organic matter. p. 961-1010. In Sparks D. L. (ed), Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Saffari M., Yasrebi J., Karimian N. and Shan X. Q. (2009). Evaluation of three sequential extraction methods for fractionation of zinc in calcareous and acidic soils. Research J. Biol. Sci., 4, 848-857.

Sahuquillo A., Rigol A. and Rauret G. (2003). Overview of the use of leaching/extraction tests for risk assessment of trace metals in contaminated soils and sediments. Trend Anal. Chem., 22, 152-159.

Sakal R., Singh A. P., Sinha H. and Thakur K. N. (1981). Evaluation of critical concentration of zinc in rice and wheat grown in Tarai soils. J. of Indian Soc. S. Sci., 29, 107-109.

Singh C. P., Prasad R. N., Sinba H. and Kanke B. (1977). Evaluation of the critical limit and extractants for the determination of available zinc in calcareous soils. Beitrage trop. Landwirtsch Veterinärmed., 15, 131-136.

Soltanpour P. N. and Schwab A. P. (1977). A new soil test for simultaneous extraction of
macro- and micro-nutrients in alkaline soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 8(3), 195-207.

Sposito G. L., Lund J. and Chang A. C. (1982). Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended with sewage sludge: I. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd, and Pb in solid phases. Soil Sci. Soc. Am. J., 46, 260-265.

Sumner M. E. and Miller P. M. (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficient. p. 1201-1230. In Sparks D. L. (ed), Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Tembo B. D., Sichilongo K. and Cernak J. (2006). Distribution of copper, lead, cadmium and zinc concentrations in soils around Kabwe town in Zambia. Chemosphere, 63, 497–501.

Comparison of Several Chemical Extracts for the Determination of Zinc Bioavailability to Sunflower in Heavy Metal-Contaminated Calcareous Soils

Mohamad Rahmanian[1*] and Ali Reza Hosseinpour[2]

[1]Assist. Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran
[2] Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

[*]**Corresponding author:** m.rahmanian10@yahoo.com

Original Paper
Received: February 26, 2018 **Revised:** March 13, 2018 **Accepted:** September 06, 2018

Abstract

Zinc is one of the essential micronutrients for plant growth and its deficit is often reported in calcareous soils. The total amount of soil Zn does not necessarily indicate Zn availability for plant. Therefore, finding an appropriate extractant, in order to estimate plant available Zn in soil is important. Considering that little information in Iran is available regarding available Zn, in heavy metals contaminated calcareous soils, therefore, assessment of status of available Zn for plants by chemical extractants is very important and necessary. The aim of this research was to assess extraction methods Mehlich 3, AB-DTPA and DTPA-TEA to estimate the sunflower available Zn in 9 contaminated soils. Sunflower plant parameters including dry matter, concentration, and Zn uptake were determined in a pot experiment. The results showed that in contaminated soils, the highest concentration of Zn by use of AB-DTPA and the lowest concentration of Zn by use of DTPA-TEA were extracted. Moreover, in contaminated soils significant correlation wasfound between extracted Zn by DTPA-TEA with concentration and Zn uptake (r=0.78). There were significant correlations between extracted Zn by Mehlich 3 with concentration (r=0.68) and Zn uptake by plant (r=0.80). Thus, it can be concluded that DTPA-TEA and Mehlich 3 methodes can be used to estimate the ability of sunflower-available Zn in contaminated soils.

Keywords*:* Sunflower; Calcareous soils; Zn; Extracts; Heavy metals.