



## اثر کاتیون‌های کلسیم و پتاسیم بر قابلیت استفاده روی جذب‌شده در تعدادی از خاک‌های آهکی

نرگس آبیاری، سیده زهره کیانی هرچگانی، علیرضا حسین‌پور، حمیدرضا متقیان  
دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد

### چکیده

با توجه به کمبود روی در خاک و تأثیر آن در کاهش عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی، در سال‌های اخیر، مصرف کودهای حاوی این عنصر گسترش یافته است. برای دستیابی به مدیریت درست کوددهی، آگاهی از عوامل مؤثر بر فراهمی روی در خاک و جذب آن توسط گیاه ضروری است. بنابراین، در این پژوهش تأثیر کلسیم و پتاسیم بر قابلیت استفاده روی جذب‌شده در ۵ خاک آهکی چهارمحل و بختیاری بررسی شد. در این تحقیق جذب روی (۲۵ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی از منبع  $ZnSO_4$ ) در زمینه‌های  $KNO_3$  و  $Ca(NO_3)_2$  انجام و برای بررسی قابلیت استفاده روی از عصاره گیر DTPA-TEA استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ۵۲ درصد از روی جذب‌شده در حضور پتاسیم و ۴۵ درصد از آن در حضور کلسیم در بخش قابل استفاده قرار داشت. بنابراین استفاده از پتاسیم به همراه روی می‌تواند باعث افزایش قابلیت استفاده روی در خاک‌های آهکی شود.

واژه‌های کلیدی: کاتیون، قابلیت استفاده، خاک آهکی.

### مقدمه

روی (Zn) هم به‌عنوان یک عنصر کم‌نیاز و هم در مقادیر بالا به‌عنوان یک آلاینده اهمیت خود را در مطالعات علمی ثابت کرده است. بیش از ۵۰ درصد خاک‌های قابل کشت در ایران کمتر از ۰/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم روی قابل استفاده دارند (Tehrani et al., 2012). به‌علاوه وقتی که کود شیمیایی و یا آلی حاوی روی برای رفع کمبود به خاک افزوده می‌شود، بازیابی ظاهری آن غالباً کمتر از ۵ درصد است که این موضوع نشان‌دهنده ظرفیت زیاد خاک‌های آهکی برای ابقای روی است (مفتون و همکاران، ۱۳۷۹). کمبود روی در خاک‌های کشاورزی ایران به دلایل متعددی از جمله pH بالا، مقدار ماده‌آلی کم، بی‌کربنات زیاد در آب آبیاری و مصرف بیش از نیاز کودهای فسفاته گسترش دارد (Alloway, 2009). به‌طوری که Karimian و Moafpouryan (۱۹۹۹) گزارش کردند مقادیر زیاد pH و کربنات کلسیم موجب افزایش جذب روی بر ذرات خاک و از عوامل اصلی کاهش قابلیت استفاده روی برای گیاهان محسوب می‌شود. بخش مهمی از این مشکلات از آنجا ناشی می‌شود که در این خاک‌ها، قابلیت جذب برخی عناصر غذایی وابسته به pH است (Rosa et al., 1989).

سرنوشت و قابلیت دسترسی روی در خاک‌ها تحت تأثیر سه فرآیند مهم شامل حذف فلز از محلول خاک در نتیجه جذب بوسیله ذرات خاک، آزاد شدن فلز از ذرات خاک در محلول خاک و رسوب و حل شدن کانی دارای فلز به‌عنوان یک فاز مستقل در خاک قرار دارد (Sparks, 1989) روی در خاک‌ها به شکل‌های مختلفی، شامل روی تبدلی، روی پیوند شده با ترکیبات آلی، روی محبوس‌شده یا هم‌رسوب با اکسیدهای فلزی، کربنات‌ها و سایر کانی‌های ثانویه و روی درون ساختار کانی‌های کریستاله کانی‌های اولیه جذب می‌شود، قابلیت استفاده روی در خاک تابعی از نحوه توزیع آن میان این شکل‌ها است (Tessier et al., 1979). مقدار جذب روی یک کمیت پویا بوده که مقدار روی محلول و قابلیت استفاده آن را در خاک تنظیم می‌کند، بنابراین، این پدیده یکی از مهمترین فرآیندهای شیمیایی مؤثر بر عوامل کنترل‌کننده قابلیت استفاده روی در خاک است (Maskina et al., 1980)، باین‌حال درک فعلی ما از واکنش‌های شیمیایی روی در خاک، به ویژه به هنگام اضافه کردن کودهای شیمیایی و آلی، بسیار محدود می‌باشد (Kabata-Pendias, 2011).

همان‌طور که بیان شد، غلظت روی در محلول خاک و دسترسی آن برای گیاهان به‌وسیله فرآیندهای جذب و واجذب در سطح مواد کلوئیدی خاک کنترل می‌شود (Stietiya, 2010). این فرآیندها با تغییر در ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی خاک یا مواد جذب‌کننده بسیار تغییرپذیر می‌باشند، این ویژگی‌ها عمدتاً شامل pH، مواد آلی، قدرت یونی محلول، ترکیبات غیرآلی شامل رس‌ها، اکسیدها و هیدروکسیدهای فلزات و کربنات‌ها می‌باشند (Mesquite and Vierira, 1996). کربنات‌ها می‌توانند کنترل‌کننده وضعیت روی در خاک‌های آهکی باشند (Jalali and Ahmadi, 2012). به گزارش Hashemi (۲۰۱۲)، در خاک‌های آهکی کاتیون پتاسیم باعث کاهش جذب روی می‌شود. Hashemi و Baghernejad (۲۰۰۸) گزارش کردند در خاک‌های آهکی به دلیل غالب بودن کانی‌های اسمکتایت و ورمیکولایت، جذب روی بالا بوده و بیشترین جذب روی (۹۰ تا ۹۸ درصد) در بخش لبایل می‌باشد، همچنین طبق گزارش Harrell و Wang (۲۰۰۵) حدود ۶۰ تا ۹۶ درصد از کل روی جذب‌شده در تمامی خاک‌ها در بخش لبایل بوده و بیشترین جذب روی از محلول الکترولیت حاوی سدیم می‌باشد. از سوی دیگر کلسیم می‌تواند با روی در جایگاه‌های جذب رقابت کند (Pardo and Guadalix, 1996; Zhu and Alva, 1993).

برای برآورد مقدار روی قابل استفاده معمولاً از کلات‌کننده‌های EDTA و DTPA استفاده می‌شود (Lindsay and Cox, 1985). این کلات‌کننده‌ها با روی کمپلکس ایجاد کرده و غلظت روی در محلول خاک کاهش می‌یابد، بنابراین جذب عنصر به‌وسیله ریشه‌ها را در دوره رشد گیاه شبیه‌سازی می‌کنند. روی جذب‌شده در خاک به دو بخش لبایل و غیرلبایل تقسیم می‌شود و عصاره‌گیر DTPA-TEA توانایی استخراج روی در بخش لبایل را در خاک‌های آهکی داشته است (اردلان و همکاران، ۱۳۷۸؛ متقیان و همکاران، ۱۳۹۱؛ Hashemi and Baghernejad, 2008).

باتوجه به گسترش خاک‌های آهکی در کشور و همچنین لزوم استفاده از کودهای مختلف در این خاک‌ها، بررسی تأثیر کاتیون‌ها بر عنصر روی در این خاک‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق بر روی ۵ نمونه خاک آهکی غیرشور برداشت‌شده از لایه سطحی (۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) استان چهارمحال و بختیاری که از نظر درصد رس، درصد کربنات کلسیم معادل و مقدار روی قابل استفاده تغییرات زیادی داشتند، انجام شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده هواخشک شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. تعدادی از ویژگی‌های خاک، شامل بافت خاک‌ها به‌روش هیدرومتر، pH خاک در سوسپانسون ۲ به ۱ آب به خاک، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در عصاره ۲ به ۱ آب به خاک و گنجایش تبادل کاتیونی (CEC) با استفاده از استات سدیم ۱ مولار در pH برابر با ۷ و ماده آلی به‌روش اکسیداسیون تر (Sparks, 1996) اندازه‌گیری شد. روی قابل استفاده و کل به‌ترتیب به‌وسیله DTPA-TEA (Lindsay and Norvell, 1978) و اسیدنیتریک ۴ مولار (Sposito et al., 1982) عصاره‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری جذب روی در خاک ابتدا نمونه‌های ۲ گرمی از هر خاک در سه تکرار را درون لوله‌های سانتریفیوژ ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و سپس، ۲۰ میلی‌لیتر از محلول  $ZnSO_4$  حاوی غلظت‌های ۲۵ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی که در محلول‌های زمینه نمک‌های  $KNO_3$  و  $Ca(NO_3)_2$  (با غلظت ۵۰ میلی‌مولار) ساخته شده بود به لوله‌ها اضافه شد. لوله‌های سانتریفیوژ به‌مدت ۲۴ ساعت تکان داده شد. پس از سانتریفیوژ، محلول از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عبور داده و غلظت تعادلی روی در محلول توسط دستگاه طیف‌سنجی جذب‌اتمی (AAS) اندازه‌گیری شد و روی جذب‌شده از تفاوت غلظت اولیه و نهایی محاسبه شد (Wang and Harrell, 2005).

برای اندازه‌گیری قابلیت استفاده روی از روش DTPA-TEA استفاده شد. برای این کار به خاک‌های باقی‌مانده از مرحله جذب، ۲۰ میلی‌لیتر DTPA-TEA اضافه شد. سپس، لوله‌ها به‌مدت ۲ ساعت با تکان‌دهنده برقی تکان داده شده و نمونه‌ها با استفاده از سانتریفیوژ صاف و از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عبور داده شدند. مقدار روی در محلول‌های صاف‌شده به‌وسیله دستگاه طیف‌سنجی جذب‌اتمی (AAS) اندازه‌گیری شد (Wang and Harrell, 2005).

به منظور اندازه‌گیری آزادسازی روی به خاک‌های باقی‌مانده از مرحله جذب، ۲۰ میلی‌لیتر  $CaCl_2$  ۰/۰۱ مولار اضافه کرده، پس از ۲ ساعت تکان دادن و گذشت مدت زمان ۲۴ ساعت مقدار روی آزادشده در محلول صاف‌شده به‌وسیله دستگاه طیف‌سنجی

جذب‌آتمی (AAS) اندازه‌گیری شده است (Hararah et al., 2012). جذب اختصاصی روی در نمونه‌های مورد بررسی از تفاضل کل روی جذب‌شده و عصاره‌گیری شده با  $CaCl_2$  ۰/۰۱ مولار (جذب غیر اختصاصی) بدست آمد.

## نتایج و بحث

### ۱- ویژگی خاک‌های مورد مطالعه

برخی ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که خاک‌ها آهکی با ۶ تا ۲۲ درصد کربنات کلسیم معادل و قلیایی با pH در دامنه ۷/۳ تا ۷/۹ بودند. گنجایش تبادل کاتیونی خاک‌ها در دامنه ۲۱ تا ۳۲ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم و ماده آلی در دامنه ۱/۰۶ تا ۱/۹۹ گرم بر کیلوگرم بود. روی قابل استفاده ۰/۸۶ تا ۲/۲۷، روی کل ۳۶/۵ تا ۶۹/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه

Total Zn (mg/kg)	Zn-DTPA (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	EC (dS/m)	ماده آلی (g/kg)	CaCO <sub>3</sub> (g/kg)	رس			pH	خاک
						شن	سیلت	درصد		
۴۳/۸	۱/۵۷	۲۱	۰/۲۷	۱/۹۹	۲۲	۲۱	۴۳	۳۶	۷/۳	۱
۴۳/۶	۰/۹۶	۲۴	۰/۳۲	۱/۶۰	۱۶	۲۵	۴۵	۳۰	۷/۸	۲
۳۶/۵	۰/۸۶	۲۴	۰/۲۴	۱/۰۶	۱۲	۱۸	۴۷	۳۵	۷/۹	۳
۶۹/۴	۲/۲۷	۳۲	۰/۲۷	۱/۷۱	۶	۱۹	۴۲	۳۹	۷/۸	۴
۳۸/۳	۱/۵۴	۲۷	۰/۳۲	۱/۶۸	۱۶	۲۷	۳۲	۴۱	۷/۹	۵
۴۶/۳	۱/۴۴	۲۵	۰/۲۸	۱/۶۱	۱۴	۲۲	۴۲	۳۶	۷/۸	میانگین

### ۲- قابلیت استفاده روی جذب‌شده

جذب و قابلیت استفاده روی در حضور کاتیون‌های کلسیم و پتاسیم در غلظت‌های ۲۵ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در جدول ۲ نشان داده شده است. مقدار کل روی جذب‌شده با افزایش غلظت در هر دو زمینه افزایش پیدا کرده است. روی جذب‌شده در محلول حاوی کلسیم (در محدوده ۲۴۷ تا ۱۸۳۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) کمتر از پتاسیم (در محدوده ۲۴۸ تا ۱۹۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. از آنجایی که عصاره‌گیر DTPA-TEA توانایی استخراج روی در بخش لبایل (قابل استفاده) را دارد، به‌منظور بررسی قابلیت استفاده روی از این عصاره‌گیر استفاده شد و طبق نتایج بدست آمده روی قابل استفاده در حضور کلسیم ۱۲۷ تا ۸۸۵ و در حضور پتاسیم ۱۱۹ تا ۱۰۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. در محلول حاوی پتاسیم ۴۰ تا ۶۶ درصد از روی جذب‌شده در بخش لبایل و ۳۴ تا ۶۰ درصد در بخش غیرلبایل می‌باشد، در حالی که در محلول حاوی کلسیم ۱۹ تا ۵۹ درصد از روی جذب‌شده در بخش لبایل و ۴۱ تا ۸۱ درصد از آن در قسمت غیرلبایل می‌باشد. بنابراین با وجود این که pH در هر دو محلول زمینه یکسان بود (کلسیم ۵/۷۹ و پتاسیم ۵/۸۳)، جذب روی در حضور پتاسیم در بخش لبایل افزایش و در نتیجه قابلیت استفاده روی زیاد شده است (Wang and Harrell, 2005). شعاع هیدراته روی کوچکتر از کلسیم و پتاسیم است، بنابراین این دو کاتیون به‌دلیل اثر بر انبساط فضای بین لایه‌ای و یا فروپاشی ذرات رس خاک‌های مورد بررسی، می‌تواند بر عصاره‌گیری با روش DTPA-TEA تأثیر بگذارد (Lumbanraja and Evangelou, 1990).

جدول ۲- جذب و قابلیت استفاده روی (میلی گرم در کیلوگرم) در حضور کاتیون های کلسیم و پتاسیم

K						Ca						غلظت (mg/l)
۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	
خاک ۱												
۶/۷۲	۳/۶۷	۱/۱۲	۰/۵۷	۰/۲۷	۰/۰۶	۲۰/۲۷	۱۳/۹	۷/۲۵	۳/۳۸	۱/۱	۰/۳	غلظت تعادلی
۱۹۳۳	۱۴۶۳/۳	۹۸۹	۷۴۴/۳۳	۴۹۷/۳۲	۲۴۹/۴	۱۷۹۷	۱۳۶۱	۹۲۷	۷۱۶	۴۸۹	۲۴۷	جذب
۸۳۴/۵	۷۶۹/۷	۵۴۱/۷	۳۶۹	۲۱۰	۱۲۸	۸۸۵	۶۴۶	۴۸۱	۳۶۷	۲۳۶	۱۴۷	DTPA-Zn
۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۳	۱۵/۵۴	۹/۳۰	۴/۰۴	۲/۵۸	۰/۷۹	۰	CaCl <sub>2</sub> -Zn
۱۹۳۲/۶	۱۴۶۳/۱	۹۸۸/۸	۷۴۴/۳۱	۴۹۷/۳۱	۲۴۹/۳	۱۷۸۲	۱۳۵۲	۹۲۳	۷۱۴	۴۸۸	۲۴۷	جذب اختصاصی
خاک ۲												
۶/۹۳	۳/۵۰	۱/۱۴	۰/۵۹	۰/۲۱	۰/۰۵	۲۰/۹۷	۱۲/۶۹	۹/۹۵	۳/۳۸	۱/۰۱	۰/۳۲	غلظت تعادلی
۱۹۳۰/۰۷	۱۴۶۴	۹۸۹	۷۴۴	۴۹۸	۲۴۹	۱۷۹۰	۱۳۷۳	۹۰۱	۷۱۶	۴۹۰	۲۴۸	جذب
۱۰۳۹	۸۴۱	۶۴۹	۴۲۲	۱۹۷	۱۲۷/۲	۸۱۸	۶۹۰	۴۸۷	۳۸۳	۲۴۷	۱۳۸	DTPA-Zn
۳/۶۷	۲/۰۷	۱/۵۳	۰/۶	۰/۰۷	۰	۱۶/۲۲	۱۱/۱۹	۵/۳۱	۳/۱۹	۰/۸۱	۰	CaCl <sub>2</sub> -Zn
۱۹۲۷	۱۴۶۱	۹۸۷	۷۴۳/۵	۴۹۷/۸۳	۲۴۸/۹۸	۱۷۷۴	۱۳۶۲	۸۹۵	۷۱۳	۴۸۹	۲۴۸	جذب اختصاصی
خاک ۳												
۶/۵۱	۳/۷۷	۱/۲۵	۰/۵۹	۰/۲۸	۰/۱۲	۲۱/۳۶	۱۴/۴۴	۷/۵۲	۳/۱۰	۱/۰۶	۰/۲۴	غلظت تعادلی
۱۹۳۵	۱۴۶۲/۳	۹۸۷/۵	۷۴۴	۴۹۷/۲	۲۴۷/۶	۱۷۸۶	۱۳۵۶	۹۲۵	۷۱۹	۴۸۹	۲۴۸	جذب
۹۵۵	۷۵۷	۶۲۰	۳۴۲	۲۱۵/۴	۱۱۹	۸۰۱	۶۱۰	۴۶۶	۳۵۳	۲۳۷	۱۲۷	DTPA-Zn
۲	۱/۵۶	۱/۲۶	۰/۶۴	۰/۳۶	۰/۱۵	۹/۱۶	۸/۱۸	۳/۶۴	۲/۴۲	۰/۵۷	۰	CaCl <sub>2</sub> -Zn
۱۹۳۴	۱۴۶۲	۹۸۶/۹	۷۴۳/۷	۴۹۶/۶	۲۴۷	۱۷۷۷	۱۳۴۷	۹۲۱	۷۱۷	۴۸۸/۸	۲۴۸	جذب اختصاصی
خاک ۴												
۶/۹۱	۳/۶۴	۱/۴۲	۰/۵۶	۰/۲	۰/۰۲	۱۶/۲۷	۱۲/۲۲	۴/۹۱	۱/۱۷	۰/۷۵	۰/۲۴	غلظت تعادلی
۱۹۳۱	۱۴۶۳	۹۸۵/۸	۷۴۴/۴	۴۹۸	۲۴۸/۴	۱۸۳۷	۱۳۷۸	۹۵۱	۷۳۸	۴۹۲/۵	۲۴۸	جذب
۹۱۴	۷۷۴	۶۱۸	۳۹۱	۲۷۶	۱۳۲	۸۹۰	۶۶۹	۴۵۷	۳۴۱	۲۳۳	۱۲۷	DTPA-Zn
۲/۱۳	۱/۹	۱/۶	۱/۳	۱/۱	۰/۴۲	۱۰/۸۴	۷/۵۸	۳/۳۰	۱/۲۳	۰/۴۲	۰	CaCl <sub>2</sub> -Zn
۱۹۲۹	۱۴۶۲	۹۸۵	۷۴۳	۴۹۶/۹	۲۴۸	۱۸۲۶	۱۳۷۰	۹۴۷	۷۳۷	۴۹۲/۱	۲۴۸	جذب اختصاصی
خاک ۵												
۶/۴	۳/۳۸	۱/۱۵	۰/۶۷	۰/۲۰	۰/۱۴	۲۱/۵۵	۱۲/۹۱	۶/۷۲	۲/۹۳	۰/۹۳	۰/۲۸	غلظت تعادلی
۱۹۳۶	۱۴۶۶	۹۸۸/۵	۷۴۳/۴	۴۹۸	۲۴۸/۶	۱۷۸۵	۱۳۷۱	۹۳۳	۷۲۱	۴۹۱	۲۴۷	جذب
۹۲۵	۷۷۳	۶۴۵	۴۲۷	۲۲۱	۱۳۵	۸۹۴	۶۸۷	۴۸۵	۳۷۵	۲۳۷	۱۲۹	DTPA-Zn
۲/۶۹	۱/۶۸	۱/۱۶	۱/۰۲	۰/۷۷	۰/۳۳	۱۷/۵۹	۱۰/۷۴	۵/۴۴	۲/۶۴	۱/۲۵	۰	CaCl <sub>2</sub> -Zn
۱۹۳۳	۱۴۶۴	۹۸۷/۳	۷۴۲/۳	۴۹۷	۲۴۷/۷	۱۷۶۷	۱۳۶۰	۹۲۷	۷۱۸	۴۸۹/۴	۲۴۷	جذب اختصاصی

جذب اختصاصی: (CaCl<sub>2</sub>-Zn) - روی جذب شده

### منابع

اردلان، م. ثواقبی، غ. و کشاورز، پ. ۱۳۷۸. انتخاب عصاره گیر مناسب برای استخراج روی قابل استفاده ذرت در بعضی از خاک های مازندران. مجله علوم کشاورزی ایران، شماره ۳۰، صفحه های ۶۵ تا ۷۴.

متقیان، ح.ر. حسین پور، ع.ر. رئیسی، ف. و محمدی، ج. ۱۳۹۱. ارزیابی چند عصاره گیر جهت تعیین روی قابل استفاده گندم (*Triticum aestivum* L.) در خاک های آهکی تیمار شده و تیمار نشده با لجن فاضلاب. مجله علوم آب و خاک (مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی).



مفتون، م. حقیقت‌نیا، ح. و کریمیان، ن. ۱۳۷۹. ویژگی‌های جذب سطحی روی در برخی از خاک‌های زیر کشت برنج استان فارس. مجله علوم آب و خاک-علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۴، صفحه‌های ۷۱ تا ۸۵.

- Alloway B.J. 2009. Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental Geochemistry and Health*, 31: 537-548.
- Hararah M.A., Al-Nasir F., El-Hasan T. and Ala'a H. 2012. Zinc adsorption-desorption isotherms: possible effects on the calcareous vertisol soils from Jordan. *Environmental Earth Sciences*, 65: 2079-2085.
- Hashemi S.S. and Baghernejad M. 2008. Zinc sorption by acid, calcareous and gypsiferous soils as related to soil mineralogy. *Iran Agricultural Research*, 27: 1-16.
- Jalali M. and Zinli N.A.M. 2012. Effects of common ions on Zn sorption in some calcareous soils of Western Iran. *Pedosphere*, 22: 190-200.
- Kabata-Pendias A. 2011. *Trace Elements in Soils and Plants*. CRC press. Boca Raton. FL, USA.
- Karimian N. and Moafpouryan G.R. 1999. Zinc adsorption characteristics of selected calcareous soils of Iran and their relationship with soil properties. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 30: 1721-1731.
- Lindsay W.L. and Norvell W.A. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42: 421-428.
- Lindsay W.L. and Cox F.R. 1985. Micronutrient soil testing for the tropics. *Fertilizer Research*, 7: 169-200.
- Lumbanraja J. and Evangelou V.P. 1990. Binary and ternary exchange behavior of potassium and ammonium on Kentucky subsoils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54:698-705.
- Maskina M.S., Randhawa N.S. and Sinha M.K. 1980. Relation of growth and zinc uptake of rice to quantity, intensity and buffering capacity factors of zinc in soils. *Plant and Soil*, 54 (2) : 195-205.
- Mesquite M.E. and Vierira J.M. 1996. Zinc adsorption by a calcareous soil. Copper interaction. *Geoderma*, 69: 137-146.
- Pardo M.T. and Guadalix M.E. 1996. Zinc sorption-desorption by two Andepts: Effect of pH and support medium. *European Journal of Soil Science*, 47: 257-263.
- Rosa M.C., Muchovey J.J. and Alwares J.V.H. 1989. Temporal relations of phosphorous fraction in an oxisol amended with rock phosphate and *Thiobacillus thiooxidans*. *Soil Science Society of America Journal*, 53: 1096-1100.
- Sparks D.L. 1989. *Kinetics of Soil Chemical Process*. Academic Press. 210 p.
- 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 Science Society of America Journal*, 46: 260-265.
- Stietiya M.H. 2010. Sorption mechanisms of zinc in different clay minerals and soil systems as influenced by various natural ligands. PhD. Thesis. University of Jordan.
- Tehrani M.M., Balali M.R., Moshiri F. and Dariashenas A. 2012. Recommendation and evaluation of fertilizers in Irab, Problem and Solutions. *Journal of Soil Researches*, 26: 123-144. (in Persian with English abstract)
- Tessier A. Campbell P.G.C. and Bisson M. 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metal. *Analytical Chemistry*, 51: 844-851.
- Wang J.J. and Harrell D.L. 2005. Effect of ammonium, potassium, and sodium cations and phosphate, nitrate, and chloride anions on zinc sorption and lability in selected acid and calcareous soils. *Soil Science Society of America Journal*, 69: 1036-1046.
- Zhu B. and Alva A.K. 1993. Differential sorption of trace metals by soils as influenced by exchangeable cations and ionic strength. *Soil Science*, 155: 61-66.



**The effect of the calcium and potassium cations on the availability of adsorbed Zinc in some calcareous soils**

Narges Abyar, Seyedeh Zohreh Kiani Harchegani, Ali Reza Hoseinpor, Hamid Reza Motaghyan  
MSC. Student, MSC. Student, Assit. Prof, Prof respectively.

**Abstract**

Due to deficient of zinc (Zn) in soils and its effect on decreasing quantity and quality of yield, therefore in recent years, the application of fertilizers containing this element is increased. To obtain the best management of fertilization, knowledge of the factors influencing the availability of Zn in soils and uptake by plant is essential. Therefore, in this study, the effect of the calcium and potassium on the availability of adsorbed Zn in 5 calcareous soils in Chaharmahal -va- Bakhtiari Province was investigated. In this research, adsorption of Zn (25 to 200 mg/l of the source  $ZnSO_4$ ) in the of  $KNO_3$  and  $Ca(NO_3)_2$  background was studied then DTPA-TEA was used to determine of Zn available . The results of this study showed that in the presence of  $K^+$  and  $Ca^{2+}$  52% and 45% of the adsorbed Zn was in the labile pool respectively. So, in comparison to  $Ca^{2+}$  application of Zn with  $K^+$  could lead to increase availability of Zn in the calcareous soils.

**Keywords:** Cation, availability, calcareous soil.