

اثر آنیون‌های ارتوفسفات و نیترات بر قابلیت استفاده روی جذب‌شده در تعدادی از خاک‌های آهکی

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

چکیده

خاک‌های آهکی بخش زیادی از خاک‌ها را در بر گرفته‌اند و بنابراین گیاهان رشد کرده در آنها در این خاک‌ها با کمبود روی مواجه هستند. برای اصلاح کمبود روی از کودهای حاوی این عنصر استفاده می‌شود. از طرفی وجود آنیون‌ها در خاک می‌تواند بر جذب و قابلیت استفاده روی اثرگذار باشد. تحقیق حاضر به منظور بررسی قابلیت استفاده روی جذب‌شده تحت تأثیر آنیون‌های ارتوفسفات و نیترات در پنج نمونه خاک آهکی استان چهارمحال و بختیاری صورت گرفت. به منظور بررسی جذب روی، محلول‌های حاوی غلظت‌های ۲۵ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی از منبع $ZnSO_4$ در الکترولیت‌های KNO_3 و KH_2PO_4 (غلظت الکترولیت‌ها ۵۰ میلی‌مولار) به نمونه‌ها اضافه و برای بررسی قابلیت استفاده روی از عصاره‌گیر DTPA-TEA استفاده شد. طبق نتایج بدست آمده در حضور آنیون نیترات میانگین جذب روی در بخش لبایل در دامنه ۴۹ تا ۵۴ درصد و میانگین جذب روی در بخش غیرلبایل در دامنه ۴۶ تا ۵۱ درصد بود. در حضور آنیون ارتوفسفات میانگین جذب روی در بخش قابل استفاده در دامنه ۴۱ تا ۴۳ درصد و میانگین جذب روی در بخش غیر قابل استفاده ۵۷ تا ۵۹ درصد بود. بنابراین در مقایسه با آنیون ارتوفسفات استفاده از نیترات به همراه روی می‌تواند باعث افزایش قابلیت استفاده روی در خاک شود.

واژه‌های کلیدی: آنیون، قابلیت استفاده، خاک آهکی

مقدمه

سرنوشت و قابلیت دسترسی فلزات تحت تأثیر سه فرآیند است که عبارتند از جذب بوسیله ذرات خاک (جذب)، آزاد شدن فلزات از ذرات خاک در محلول خاک (آزادسازی) و رسوب‌دهی و حل شدن فلز به‌عنوان یک فاز مستقل در خاک (Sparks, 2003). جذب سطحی و یا رسوب روی به صورت هیدروکسید و کربنات و یا محبوس شدن آن در شبکه‌های بلورین کانی‌ها، از عوامل اصلی کاهش قابلیت استفاده روی در خاک‌های آهکی به حساب می‌آید (Morghan and Mascagni, 1991). کمبود روی در گیاهان زراعی یکی از رایج‌ترین کمبودهای عناصر غذایی کم‌مصرف می‌باشد به طوری که براساس برخی تخمین‌ها، حدود ۵۰ درصد از اراضی زیرکشت غلات در جهان دارای مقادیر کم روی قابل دسترس برای گیاهان می‌باشند (Graham and Welch, 1996). قابلیت استفاده روی برای گیاهان به خصوصیات شیمیایی خاک مانند pH، ماده آلی، کربنات کلسیم و مقدار روی بستگی دارد (Alloway, 2009). البته دلیل عمده کمبود گسترده روی در خاک‌ها، پایین بودن قابلیت دسترسی آن برای ریشه گیاهان بوده در حالی که مقدار کل آن در بسیاری از خاک‌ها بالا می‌باشد (Marschner, 1993). به منظور تعیین مقدار قابل استفاده عناصر در خاک از عصاره‌گیرها استفاده می‌شود. روی جذب‌شده در خاک به دو بخش لبایل (قابل استفاده) و غیرلبایل (غیر قابل استفاده) تقسیم می‌شود و عصاره‌گیر DTPA-TEA توانایی استخراج روی در بخش لبایل را در خاک‌های آهکی را داشته است (متقیان و همکاران، ۱۳۹۱). هودا و آلووی (۱۹۹۴) بیان کردند که کلات کننده DTPA برای عصاره‌گیری عناصر در جزءهای محلول، تبدیلی و پیوندشده با مواد آلی در خاک‌ها مناسب است. وانگ و هارل (۲۰۰۵) گزارش دادند در خاک‌های اسیدی و آهکی بین ۶۰ تا ۹۶ درصد از جذب روی در بخش لبایل (بخش قابل استفاده) بوده است. در خاک‌های اسیدی قابلیت استفاده روی توسط آنیون‌های نیترات، ارتوفسفات و کلراید مشابه بود. اما در خاک‌های آهکی در حضور فسفات ۱۰ تا ۲۵ درصد روی در مقایسه با نیترات و کلراید، در بخش غیرلبایل (بخش غیر قابل استفاده) بود بنابراین، مقدار جذب روی در بخش لبایل کم و قابلیت استفاده



آن هم کاهش پیدا می‌کند. هاشمی (۲۰۱۲) گزارش داد که حدود ۹۰ تا ۹۸ درصد از جذب روی در خاک‌های آهکی در بخش غیرلبایل بوده که حضور ارتوفسفات در بخش غیرلبایل نسبت به کلراید و نیترات بیشتر بوده و قابلیت استفاده روی را کاهش می‌دهد.

نتایج تجزیه خاک‌های کشاورزی ایران نیز مؤید آن است که کمبود روی در این خاک‌ها به دلایل متعددی از جمله pH بالا، حضور بی‌کربنات بالا در آب‌آبیاری، آهک زیاد و مصرف بیش از نیاز کودهای فسفاته گسترش دارد (ملکوئی و نفیسی، ۱۳۷۶). چنین ویژگی‌هایی موجب کاهش قابلیت دسترسی عناصر کم‌مصرف مانند روی برای گیاهان زراعی می‌شود. بنابراین درک درست و شناخت بهتر مکانیسم‌ها باعث برآورد قابلیت استفاده این عنصر در شرایط مختلف می‌شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر روی ۵ نمونه خاک آهکی غیرشور با ویژگی‌های متفاوت از نظر درصد رس، درصد کربنات کلسیم معادل و روی قابل استفاده که از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در استان چهارمحال و بختیاری جمع‌آوری شده بودند انجام شد. نمونه‌ها هوا خشک، کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. سپس بافت به‌روش هیدرومتر، درصد ماده‌آلی به روش سوزاندن تر، pH در سوسپانسیون ۲ به ۱ آب به خاک، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در عصاره ۲ به ۱ آب به خاک، گنجایش تبادل کاتیونی (CEC) با استات آمونیوم یک مولار با pH برابر ۷، روی قابل استفاده با DTPA-TEA و روی معادل کل با اسیدنیتریک ۴ مولار عصاره‌گیری شد (Sparks, 1996).

برای مطالعه جذب؛ دو گرم از هر نمونه خاک را وزن (شامل دو سری، هر سری دارای سه تکرار) و داخل لوله سانتریفیوژ ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و ۲۰ میلی‌لیتر از محلول‌های حاوی غلظت‌های ۲۵ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی از منبع $ZnSO_4$ که در محلول‌های الکترولیت KH_2PO_4 و KNO_3 (غلظت الکترولیت‌ها ۵۰ میلی‌مولار) تهیه شده بود، به نمونه‌ها اضافه شد. سپس به مدت ۲۴ ساعت با دستگاه تکان‌دهنده برقی تکان و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و محلول رویی از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عبور داده شد. غلظت روی در محلول با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل جی بی سی، ۹۳۲) اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، غلظت روی جذب‌شده از تفاوت بین غلظت اولیه و نهایی تعیین شد.

به‌منظور بررسی قابلیت استفاده به لوله‌های سانتریفیوژ باقیمانده از مرحله جذب (سری اول)، ۲۰ میلی‌لیتر DTPA-TEA اضافه و به مدت دو ساعت با دستگاه تکان‌دهنده برقی تکان داده شد. سپس با دستگاه سانتریفیوژ با ۳۰۰۰ دور در دقیقه صاف و محلول رویی با کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عبور داده شد. مقدار روی را با دستگاه جذب اتمی (مدل جی بی سی، ۹۳۲) در محلول‌ها قرائت شد (Wang and Harrel, 2005).

برای بررسی آزادسازی روی به سری دوم لوله‌های سانتریفیوژ باقیمانده از مرحله جذب، ۲۰ میلی‌لیتر محلول کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار اضافه و به مدت دو ساعت با دستگاه تکان‌دهنده برقی تکان داده و پس از ۲۴ ساعت مقدار روی آزاد شده با دستگاه جذب اتمی (مدل جی بی سی، ۹۳۲) در محلول‌ها قرائت شد. (Hararah et al., 2012). جذب اختصاصی روی در نمونه‌های مورد بررسی از تفاضل کل روی جذب‌شده و عصاره‌گیری شده با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار (جذب غیر اختصاصی) بدست آمد.

نتایج و بحث

۱- ویژگی خاک‌های مورد مطالعه

برخی ویژگی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که خاک‌ها، آهکی دارای 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 بود. روی قابل استفاده ۰/۸۶ تا ۲/۲۷ و روی معادل کل ۳۶/۴ تا ۶۹/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. همچنین ماده آلی آنها در دامنه ۱/۱ تا ۲ گرم بر کیلوگرم بود.

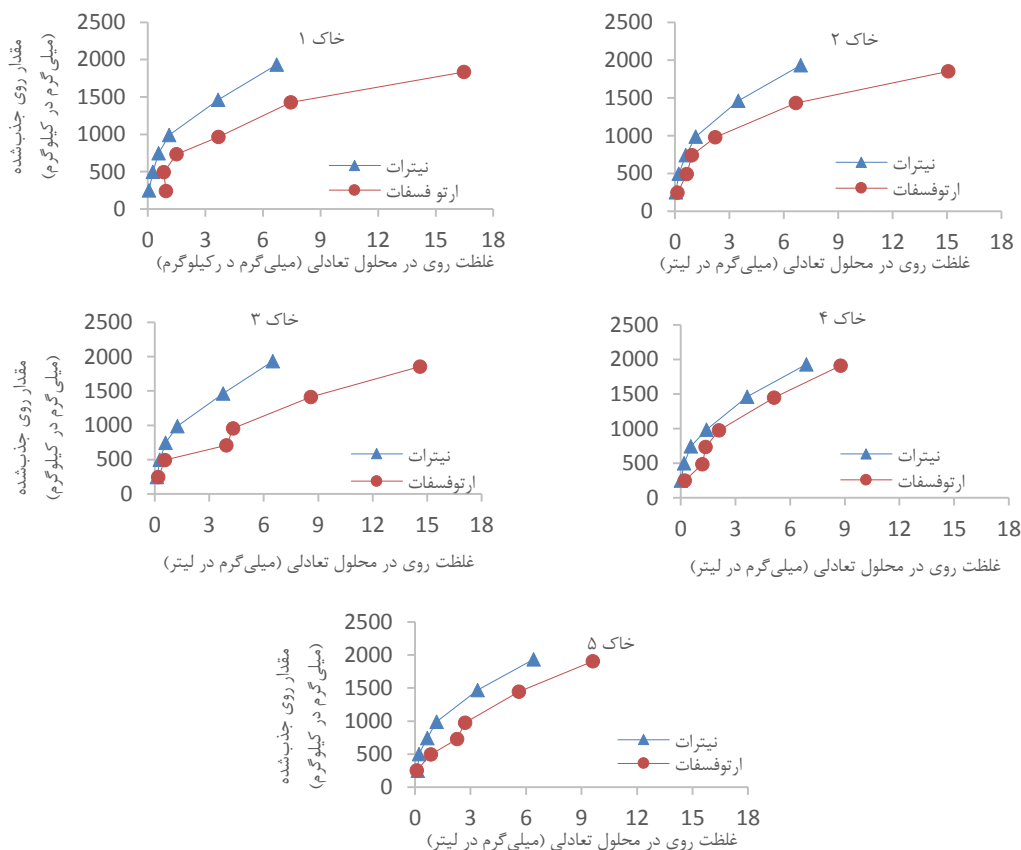
جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه

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

۲- ویژگی‌های قابلیت استفاده روی جذب شده در حضور آنیون‌های ارتوفسفات و نیترات

جذب روی در مقابل غلظت تعادلی (در حضور آنیون‌های ارتوفسفات و نیترات) در نمودار ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش غلظت، جذب روی در حضور هر دو آنیون افزایش پیدا کرده است. این میزان افزایش در حضور آنیون نیترات (در دامنه ۲۴۷/۵۶ تا ۱۹۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) بیشتر از ارتوفسفات (در دامنه ۲۴۰/۵ تا ۱۹۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. وانگ و هارل (۲۰۰۵) گزارش دادند که حضور $H_2PO_4^-$ در خاک‌های آهکی به‌عنوان یک ماده اسیدی می‌تواند مقدار معینی کربنات کلسیم را در این خاک‌ها حل کند و نه تنها مقدار کربنات‌ها را برای جذب روی کاهش می‌دهد، بلکه با آزادای کلسیم رقابت این کاتیون با روی در جذب بر سطح آلومینوسیلیکات‌های رسی ایجاد می‌شود. همچنین با افزایش مقدار H^+ رقابتی بین این کاتیون با روی برای جانشینی اتفاق می‌افتد و میزان جذب روی را کاهش می‌دهد. در جدول ۲ جذب و قابلیت استفاده روی در حضور آنیون‌های ارتوفسفات و نیترات در غلظت‌های ۲۵ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نشان داده شده است. از آنجایی که عصاره گیر DTPA-TEA توانایی استخراج روی در بخش لبایل (قابل استفاده) را دارد به‌منظور بررسی قابلیت استفاده روی از این عصاره گیر استفاده شد (متقیان و همکاران، ۱۳۹۱). طبق نتایج بدست آمده روی قابل استفاده در حضور آنیون نیترات در دامنه ۱۱۸/۷ تا ۱۰۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم و در حضور آنیون ارتوفسفات در دامنه ۱۰۴ تا ۶۸۳/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. بنابراین قابلیت استفاده روی جذب شده در حضور آنیون ارتوفسفات نسبت به نیترات کمتر بود. در حضور نیترات میانگین جذب روی در بخش لبایل (قابل استفاده) در دامنه ۴۹ تا ۵۴ درصد و میانگین جذب روی در بخش غیر لبایل (غیر قابل استفاده) در دامنه ۴۶ تا ۵۱ درصد بود. بنابراین در حضور نیترات جذب روی در بخش لبایل بیشتر بود. در حضور آنیون ارتوفسفات میانگین جذب روی در بخش لبایل (قابل استفاده) در دامنه ۴۱ تا ۴۳ درصد و میانگین جذب روی در بخش غیر لبایل (غیر قابل استفاده) در دامنه ۵۷ تا ۵۹ درصد بود. بنابراین در حضور ارتوفسفات جذب روی در بخش لبایل کمتر بود. همچنین نتایج نشان می‌دهد که DTPA-TEA علاوه بر بخش غیراختصاصی می‌تواند از بخش اختصاصی هم عصاره بگیرد. وانگ و هارل (۲۰۰۵) گزارش دادند با توجه به این که با افزایش غلظت، جذب روی در حضور ارتوفسفات نسبت به نیترات کاهش پیدا می‌کند بنابراین میزان جذب روی در بخش لبایل کاهش و قابلیت استفاده روی را هم کاهش پیدا می‌دهد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. در بخش غیرلبایل یون فلزی در داخل منافذ کوچکی از ذرات یا ساختار موادمعدنی در خاک رسی به‌دام می‌افتد و توسط اکسیدها جذب و یا به‌صورت فلز نامحلول رسوب می‌کند (McBride, 1989). حلالیت روی در غلظت‌های کم روی توسط واکنش‌های جذب و در غلظت‌های بالا توسط واکنش‌های جذب و رسوب به‌صورت $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ ، $Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$ و $ZnCO_3$ کنترل می‌شود (Papadopoulos and Rowell, 1989). در این مطالعه یون کربنات اندازه‌گیری نشده است. ممکن است که یون‌های کربنات در خاک‌های آهکی در غلظت کم فسفات با روی واکنش داده و تشکیل رسوب $ZnCO_3$ را بدهند. با این حال احتمال این که $ZnCO_3$ به‌صورت یک ترکیب پایدار در خاک‌های آهکی باقی بماند خیلی کم است، زیرا این ترکیب نسبت به روی خاک، یک کانی محلول تر می‌باشد (Lindsay, 1979). طبق گزارش وانگ و هارل (۲۰۰۵)، افزایش جذب در بخش غیرلبایل در خاک آهکی ممکن

است بدلیل تشکیل رسوب روی-فسفات مانند $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ باشد همچنین کربنات‌ها در غلظت کم فسفات می‌توانند تشکیل رسوب $ZnCO_3$ را بدهند. مطالعات دیگر امکان تشکیل رسوب آهن_روی مانند $ZnFe_2O_4$ (فرانکلینیت)، را در خاک‌های اسیدی و آهکی را نشان داده‌اند (Catlett et al., 2002). با این حال افزایش روی جذب‌شده در بخش غیرلبایل در حضور ارتوفسفات را بیشتر به تشکیل $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ (هوپیت) نسبت داده‌اند (Parker et al., 1995). پیش از این لیندزی (۱۹۷۹) اشاره کرد ممکن است که هوپیت تشکیل نشده باشد زیرا ارتوفسفات در pH پایین با آهن تشکیل استرانگیت و در pH بالا به‌وسیله $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ و سایر ترکیبات کلسیم (فسفات‌ها و کربنات‌ها) تثبیت می‌شود.



شکل ۱- غلظت روی جذب شده در برابر روی تعادلی در حضور آنیون‌های ارتوفسفات و نترات

جدول ۲- جذب و قابلیت استفاده روی (میلی گرم در کیلوگرم) در حضور آنیون های ارتوفسفات و نیترات

H ₂ PO ₄ ⁻						NO ₃ ⁻						غلظت (mg/l)
۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	
خاک ۱												
۱۶/۵	۷/۴۵	۳/۶۹	۱/۵	۰/۸۳	۰/۹۵	۶/۷۲	۳/۶۷	۱/۱۲	۰/۵۷	۰/۲۷	۰/۰۶	غلظت تعادلی
۱۸۳۵	۱۴۲۵	۹۶۳/۱	۷۳۵	۴۹۱/۷	۲۴۰/۵	۱۹۳۲/۸	۱۴۶۳/۳	۹۸۸/۸	۷۴۴/۳	۴۹۷/۳	۲۴۹/۴	جذب
۶۸۳/۳	۶۱۳	۴۱۳/۳	۳۳۴/۵	۲۱۰/۶	۱۰۹/۲	۸۳۴/۵	۷۶۹/۷	۵۴۱/۷	۳۶۹	۲۰۹/۹	۱۲۸	DTPA-Zn
۱۸۱۶	۱۴۱۵	۹۵۸/۵	۷۳۳/۱	۴۹۰/۹	۲۴۰/۵	۱۹۳۲/۶	۱۴۶۳/۱	۹۸۸/۶۶	۷۴۴/۲۲	۴۹۷/۲۶	۲۴۹/۳۵	جذب اختصاصی
۱۹	۱۰/۴	۴/۶۱	۱/۸۸	۰/۸۲	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۳	CaCl ₂ -Zn
خاک ۲												
۱۵/۱	۶/۶۷	۲/۲۱	۰/۹۴	۰/۶۶	۰/۱۴	۶/۹۳	۳/۵	۱/۱۴	۰/۵۹	۰/۲۱	۰/۰۵	غلظت تعادلی
۱۸۴۹	۱۴۳۳	۹۷۷/۹	۷۴۰/۷	۴۹۳/۴	۲۴۸/۶	۱۹۳۰/۷	۱۴۶۳/۶	۹۸۸/۶۳	۷۴۴/۰۹	۴۹۷/۹۱	۲۴۸/۹۷	جذب
۶۴۶	۵۲۶/۷	۴۵۲/۸	۳۱۷/۲	۲۱۵	۱۱۰/۵	۱۰۳۹	۸۴۱	۶۴۸/۸	۴۲۱/۷	۱۹۶/۹	۱۲۷/۲	DTPA-Zn
۱۸۳۵	۱۴۲۴	۹۷۵/۲	۷۴۰/۵	۴۹۲/۹	۲۴۸/۶	۱۹۲۷	۱۴۶۱/۶	۹۸۷/۰۹	۷۴۳/۵	۴۹۷/۸۳	۲۴۸/۹۷	جذب اختصاصی
۱۴	۹/۲۳	۲/۶۷	۰/۱۴	۰/۵۸	۰	۳/۶۷	۲/۰۷	۱/۵۳	۰/۶	۰/۰۷	۰	CaCl ₂ -Zn
خاک ۳												
۱۴/۶	۸/۶	۴/۳۲	۳/۹۴	۰/۵۶	۰/۲	۶/۵۱	۳/۷۷	۱/۲۵	۰/۵۹	۰/۲۸	۰/۱۲	غلظت تعادلی
۱۸۵۴	۱۴۱۴	۹۵۶/۸	۷۱۰/۶	۴۹۴/۴	۲۴۸	۱۹۳۴/۹	۱۴۶۲/۳	۹۸۷/۵۲	۷۴۴/۰۵	۴۹۷/۱۸	۲۴۷/۵۶	جذب
۵۷۲/۳	۵۰۲	۴۲۵/۵	۳۱۸/۳	۲۲۰/۶	۱۰۸/۲	۹۵۵/۳	۷۵۷	۶۲۰/۵	۳۴۱/۸	۲۱۵/۴	۱۱۸/۷	DTPA-Zn
۱۸۳۸	۱۴۰۴	۹۵۳/۳	۷۱۰/۱	۴۹۳/۸	۲۴۸	۱۹۳۲/۹	۱۴۶۰/۸	۹۸۶/۲۶	۷۴۳/۴۱	۴۹۶/۸۱	۲۴۷/۴۱	جذب اختصاصی
۱۶/۴	۱۰/۲	۳/۵	۰/۴۲	۰/۶۳	۰	۱/۹۹	۱/۵۶	۱/۲۶	۰/۶۴	۰/۳۶	۰/۱۵	CaCl ₂ -Zn
خاک ۴												
۸/۷۹	۵/۱۲	۲/۱	۱/۳۷	۱/۱۹	۰/۲۲	۶/۹۱	۳/۶۴	۱/۴۲	۰/۵۶	۰/۲	۰/۰۲	غلظت تعادلی
۱۹۱۲	۱۴۴۹	۹۷۹	۷۳۶/۳	۴۸۸/۱	۲۴۷/۸	۱۹۳۰/۹	۱۴۶۳/۶	۹۸۵/۷۶	۷۴۴/۳۶	۴۹۸/۰۴	۲۴۸/۴۴	جذب
۶۴۷/۳	۵۱۹	۴۴۰/۵	۳۱۶	۲۲۳/۹	۱۱۳/۴	۹۱۳/۷	۷۷۴	۶۱۷/۸	۳۹۱/۱	۲۷۶/۵	۱۳۲/۳	DTPA-Zn
۱۸۹۸	۱۴۴۲	۹۷۵/۶	۷۳۴/۸	۴۸۷/۴	۲۴۷/۶	۱۹۲۸/۸	۱۴۶۱/۷	۹۸۴/۱۶	۷۴۳/۱	۴۹۶/۹۴	۲۴۸/۰۳	جذب اختصاصی
۱۳/۹	۶/۵۶	۳/۳۶	۱/۴۸	۰/۶۶	۰/۲۱	۲/۱۳	۱/۹۱	۱/۶	۱/۲۶	۱/۱	۰/۴۲	CaCl ₂ -Zn
خاک ۵												
۹/۶۱	۵/۶	۲/۷	۲/۲۷	۰/۸۶	۰/۰۸	۶/۴	۳/۳۸	۱/۱۵	۰/۶۷	۰/۲	۰/۱۴	غلظت تعادلی
۱۹۰۴	۱۴۴۴	۹۷۳	۷۲۷/۳	۴۹۱/۴	۲۴۹/۲	۱۹۳۶	۱۴۶۶/۲	۹۸۸/۴۵	۷۴۳/۳۳	۴۹۷/۹۵	۲۴۸/۵۸	جذب
۶۵۶	۵۴۲	۴۰۶/۸	۳۳۵/۵	۲۲۷/۵	۱۰۴	۹۲۵	۷۷۳/۵	۶۴۵	۴۲۷/۵	۲۲۰/۸	۱۳۵/۵	DTPA-Zn
۱۸۹۱	۱۴۳۷	۹۷۰	۷۲۶/۷	۴۹۱/۱	۲۴۹/۲	۱۹۳۳/۴	۱۴۶۴/۶	۹۸۷/۲۹	۷۴۲/۳	۴۹۷/۱۸	۲۴۸/۲۵	جذب اختصاصی
۱۳/۱	۷/۴	۳	۰/۵۷	۰/۳۳	۰	۲/۶۹	۱/۶۸	۱/۱۶	۱/۰۲	۰/۷۷	۰/۳۳	CaCl ₂ -Zn

جذب اختصاصی: (CaCl₂-Zn - روی جذب شده)

منابع

- متقیان، ح. ر. حسین پور، ع. ر. رئیسی، ف. و محمدی، ج. ۱۳۹۱. ارزیابی چند عصاره گیر جهت تعیین مس قابل استفاده خاک برای گندم (*Triticum aestivum*) در خاک های تیمار شده با لجن فاضلاب. مجله علوم و فنون کشت های گلخانه ای.
- ملکوتی، م. و نفیسی، م. ۱۳۷۶. مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران.
- Alloway B.J. 2009. Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental Geochemistry and Health*, 31: 537-548.
- Catlett K.M., Heil D.M., Lindsay W.L. and Ebinger M.H. 2002. Soil chemical properties controlling zinc²⁺ activity in 18 Colorado soils. *Soil Science Society of America Journal*, 66:1182-1189.



- Graham R.D. and Welch R.M. 1996. Breeding for staple-food crops with high micronutrient density: Working papers on agricultural strategies for micronutrients. No.3. Washington. DC: International Food Policy Institute.
- 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. 2012. Amount lability of zinc and sorption its by different soils at the presence of Potassium and Sodium Cations and Phosphate, Nitrate, and Chloride. 14th international clay conference. Italy.
- Hooda P.S. and Alloway B.J. 1994. The plant availability and DTPA extractability of trace metals in sludgeamended soils. *Science of the total environment*, 149: 39-51.
- Lindsay W.L. 1979. *Chemical equilibria in soils*. John Wiley & Sons, New York.
- Marschner H. 1993. Zinc uptake from soils. In: Robson. A.D. (ed.). *Zinc in Soils and Plants*. Kluwer Academic Pub. Dordrecht. The Netherlands, pp. 59-77.
- McBride M.B. 1989. Reactions controlling heavy metal solubility in soils. *Adv. Soil Science*, 10:1-55
- Morghan J.T. and Mascagni H.J. 1991. Environmental and soil factor affecting micronutrient deficiencies. In: Mortvedt J.J. Cox F. R. Shuman L. M. and Welch R. M. (eds.). *Micronutrient in Agriculture*. Soil Science Society of America Inc. Madisson, Wisconsin, pp. 371-425.
- Parker D.R., Chaney R.L. and Norvell W.A. 1995. Chemical equilibrium models: Applications to plant nutrition research, p. 163-200. In R.H. Loeppert et al. (ed.) *Chemical equilibrium and reaction models*. SSSA Spec. Publ. 42. SSSA, Madison, WI.
- Sparks D.L. 1996. *Methods of Soil Analysis Part 3 Chemical Methods*, SSSA Book Series 5.3, Soil Science Society of America, American Society of Agronomy.
- Sparks D.L. 2003. *Environmental Soil Chemistry*. Academic Press, 352 p.
- Wang J. J. and Harrel D. L. 2005. Effect of ammonium, potassium and sodium cations and phosphate, Nitrate, and chloride anions on Zn sorption and lability in selected acid and calcareous soils. *Soil Science Society of America Journal*, 6: 1036-1046.
- Jalali M. and Ahmadi M.Z. 2012. Effects of common ions on Zn sorption in some calcareous soils of Western Iran. *Pedosphere*, 22: 190-200.

The effect of the orthophosphate and nitrate anions on availability of adsorbed Zinc in some calcareous soils

S. Z. Kiani Harcheghani, N. Abyar, A. Hosseinpor and H. Motaghian
MSC. Student, MSC. Student, Prof and Assist. Prof. respectively

Abstract

Calcareous soils cover a large area of the soils and therefore growing plants in these soils have zinc (Zn) deficiency. The fertilizers containing Zn used to correct deficiency of this element. Moreover, the presence of anions in soil can affect adsorption and availability. This study was conducted to determine the effect of orthophosphate and nitrate anions on availability of adsorbed Zn in 5 calcareous soils in Chaharmahal –va- Bakhtiari Province. To determine the adsorption of Zn the soil samples were equilibrated with solutions containing concentrations of 25 to 200 mg/l of ZnSO₄ in source of electrolytes KNO₃ and KH₂PO₄ (electrolyte concentration of 50 mM) added to the sample and was used for the extraction of the DTPA-TEA to the determine availability of adsorbed Zn. According to the obtained results, in the presence of nitrate anion, percentage of adsorbed Zn on the labile pool and nonlabile pool ranged 49 to 54% and 46 to 51% respectively. In the presence of orthophosphate anion, percentage of adsorbed Zn ranged from 41 to 43% and nonlabile pool ranged was 57 to 59%. Therefore, in comparison with orthophosphate anion, application of nitrate with Zn could lead to increase availability of Zn in the soil.

Keywords: anion, availability, calcareous soil