شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: شیمی خاک

تاثیر دوره کشت ذرت بر رهاسازی سرب در یک خاک آهکی

مهدی بحرینی[۱*]، امیر فتوت[۲]، علیرضا کریمی[۳]، رضا خراسانی[۴] و علیرضا حسین‌پور[۵]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۳] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۴] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۵] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

شرایط شیمیایی و زیستی خاک‌های ناحیه ریزوسفر در طول دوره کشت گیاه متفاوت از خاک ناحیه غیرریزوسفری است. به منظور بررسی نحوه تاثیر فعالیت ریشه و ترشحات آن بر رهاسازی سرب در یک خاک آلوده در زمان‌های مختلف برداشت گیاه، آزمایشی به صورت گل‌خانه‌ای در خاک آلوده به سرب در سیستم رایزوباکس صورت گرفت. نمونه‌های خاک ریزوسفری و توده به روش عصاره‌گیری متوالی و با استفاده از DTPA-TEA در دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ تا ۵۲۸ ساعت عصاره‌گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش زمان میزان سرب تجمعی آزاد شده افزایش یافت. همچنین بین مدت زمان‌های مختلف کشت از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ($p <$ ۰/۰۵) وجود دارد. به طوری که بیشترین میزان سرب آزاد شده از خاک‌های ریزوسفری و غیرریزوسفری در مدت زمان ۶۰ روز پس از کشت مشاهده شد و با افزایش طول دوره کشت میزان سرب آزاد شده کاهش می‌یابد. میانگین سرب آزادشده از خاک ریزوسفری، متاثر از ریشه و توده‌ای (غیرریزوسفری) ۶۰ روز پس از کشت به ترتیب ۱۱۰/۳۹، ۱۰۶/۳۸، ۱۰۰/۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد. ولی بین خاک‌های ریزوسفری و غیرریزوسفری در هر یک از زمان‌های برداشت گیاه ذرت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

کلمات کلیدی: فراریشه، سرب، DTPA-TEA، رایزوباکس

مقدمه

یکی از مهم‌ترین و شناخته شده‌ترین آلاینده‌ها، فلزات سنگین هستند که از جهت ماندگاری زیاد، عدم تجزیه توسط ریزجانداران خاک و ورود به زنجیره غذایی انسان قابل تأمل می‌باشند. خطرات محیطی ناشی از فلزات سنگین دقیقاً در ارتباط با حلالیت و تحرک آنها در محیط خاک می‌باشد. انحلال‌پذیری و تحرک فلزات سنگین در خاک خود توسط عوامل متعددی از قبیل خصوصیات خاک، رژیم رطوبتی، کانی‌شناسی، مقدار مواد آلی، حضور گیاه و ریزوسفر گیاهان کنترل می‌گردد (Gobran و Huang، ۲۰۱۱). علاوه بر کمیت عناصر، سرعت آزادسازی عناصر به درون محلول خاک که ظرفیت بافری خاک نامیده می‌شود تأثیر زیادی در قابلیت زیست فراهمی عنصر دارد که بین خاک‌های مختلف متفاوت است. لذا جهت برآورد قابلیت زیست فراهمی عنصر در خاک، دانستن این مطلب که اشکال قابل دسترس عنصر با چه سرعتی از ماتریکس خاک به درون محلول خاک آزاد می‌گردند، ضروری است (Martínez-Alcalá و همکاران، ۲۰۰۹).

از سوی دیگر قابلیت دسترسی عناصر در خاک که با روش‌های عصاره‌گیری شیمیایی ارزیابی می‌شود اغلب همبستگی ضعیفی با جذب واقعی آن عناصر به وسیله گیاهان دارد. نقش دو فاکتور مهم یعنی سطح ریشه و تغییرات حاصل از فعالیت ریشه بر قابلیت دسترسی عناصر تاثیر قابل توجه‌ای دارد، که بخش قابل ملاحظه‌ای از تغییرات حاصل از رشد ریشه‌ها در اشکال شیمیایی فلزات معمولاً به خاک‌های ریزوسفری محدود می‌شود (Gobran و Huang، ۲۰۱۱). فرض بر این است که عوامل موثر بر تغییر شکل شیمیایی فلزات و به دنبال آن قابلیت استفاده از آنها در ریزوسفر شامل تغییرات pH حاصل از رشد ریشه‌ها، پیوند فلزات با ترشحات ریشه‌ای، فعالیت میکروبی حاصل از رشد ریشه‌ها و جذب عنصر بوسیله گیاه می‌باشند (Marschner و Romhed، ۱۹۹۶).

Motaghian و Hosseinpur (۲۰۱۳) در بررسی رهاسازی روی از خاک در ریزوسفر گندم بیان داشتند که میزان روی عصاره‌گیری شده با روش متوالی در خاک ریزوسفری به طور قابل توجه‌ای بیشتر از خاک غیرریزوسفری بود. در حالی که آنها گزارش کردند که میانگین روی آزاد شده در خاک

* ایمیل نویسنده مسئول: bahreinimahdi1@gmail.com

غیرریزوسفری نسبت به خاک ریزوسفری در گیاه لوبیا بیشتر بود به طوری که میانگین غلظت روی آزاد شده در خاک ریزوسفری و غیرریزوسفری به ترتیب برابر ۱۶/۴۷ و ۱۵/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد (Motaghian و Hosseinpur، ۲۰۱۴). همچنین Kim و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی ترشحات ریشه گیاه خردل هندی بر غلظت عناصر سنگین در دو خاک اسیدی و قلیایی در یک سیستم رایزوباکس بیان داشتند که غلظت کادمیم، سرب، مس و روی در ریزوسفر خاک‌های قلیایی نسبت به خاک توده افزایش یافت، در حالی‌که در ریزوسفر خاک‌های اسیدی نسبت به خاک توده کاهش پیدا کرد. همچنین Wang و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که عصاره‌گیری خاک ریزوسفری با اسیدهای آلی به خوبی با جذب روی، مس و مولیبدن به وسیله ذرت همبستگی دارد. آنان بیان داشتند که شبیه‌سازی شرایط واقعی مزرعه که گیاهان در خاک رشد می‌کنند و اثرات ترکیبی خاک و ریشه می‌بایست در برنامه مطالعه قابلیت دسترسی عناصر قرار گیرد.

با این حال، تغییرات زمانی آزاد شدن سرب در طول رشد گیاه ممکن است منجر به ارائه توضیح منطقی در ارتباط با تغییر شکل و رهاسازی سرب در خاک آلوده به این عنصر و جذب گیاه شود. هدف اصلی این مطالعه، تلاش برای بدست آوردن درک بهتر از میزان فراهمی و جذب پس از آن توسط ذرت از خاک آلوده در طول دوره رشد گیاه می‌باشد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تاثیر طول دوره‌های مختلف رشد گیاه و همچنین تاثیر ریزوسفر گیاه در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی بر آزاد سازی سرب از خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش یک نمونه خاک سطحی آلوده (۳۰-۰ سانتی‌متر) به سرب، از یک مزرعه کشاورزی در استان زنجان (″۵۹ ′۳۷ °۳۶ :X و ″۵۵ ′۲۴ °۴۸ :Y) برداشت شد. پس از هوا خشک کردن، نمونه خاک از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منتخب به روش‌های معمول آزمایشگاهی تعیین شد. به منظور مطالعه تأثیر ترشحات ریشه گیاه ذرت بر آزادسازی سرب از رایزوباکس استفاده شد. رایزوباکس به سه بخش کلی، شامل ناحیه مرکزی برای رشد گیاه (R- ۲۰ میلی‌متر)، ناحیه‌های نزدیک ریزوسفر (NR- ۲۰ میلی‌متر) و ناحیه‌های غیرریزوسفری (B- ۴۰ میلی‌متر) تقسیم شد (شکل ۱). به منظور کشت گیاه، بذرهای ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ پس از ضدعفونی با هیپوکلریت سدیم به تعداد هشت بذر در ناحیه مرکزی رایزوباکس‌ها کشت شدند. در مرحله دو برگی گیاهچه‌ها، تعداد گیاهچه‌ها در هر رایزوباکس به دو عدد تقلیل یافت. در دوره رشد، مراقبت‌های لازم انجام و سعی شد رطوبت خاک‌ها در حد ظرفیت زراعی ثابت بماند. رایزوباکس‌ها در پایان ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز پس از رشد باز شدند و از هر رایزوباکس سه نمونه خاک، یکی از قسمت ریزوسفر، نزدیک ریزوسفر (حد وسط) و از بخش غیرریزوسفری برداشت شد.

بررسی آزادسازی سرب با استفاده از روش عصاره‌گیری متوالی با DTPA-TEA، در هر کدام از بخش‌های رایزوباکس در زمان‌های متفاوت انجام شد. بدین منظور، ۲ گرم خاک از نمونه‌ها، همراه با ۲۰ میلی‌لیتر از عصاره‌گیر DTPA-TEA در لوله‌های سانتریفیوژ به صورت جداگانه ریخته شد. نمونه‌ها داخل انکوباتور در دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. ۱۵ دقیقه قبل از قرار دادن نمونه‌ها در انکوباتور و ۱۵ دقیقه قبل از اتمام هر دوره، نمونه‌ها به وسیله دستگاه تکان‌دهنده برقی تکان داده شدند (Motaghian و Hosseinpur، ۲۰۱۴). خاک‌ها در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰، ۱۴۴، ۱۶۸، ۲۸۸، ۴۰۸، ۵۲۸ ساعت پس از افزودن محلول‌ها، عصاره‌گیری شدند. بدین منظور، سوسپانسیون‌ها سانتریفیوژ (۹۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه) شدند. و در نهایت غلظت سرب با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل PG 900) اندازه‌گیری شد.

شکل ۱ -رایزوباکس مورد استفاده در این پژوهش (R: ریزوسفر، NR: نزدیک ریزوسفر و B: توده‌ای یا غیرریزوسفری)

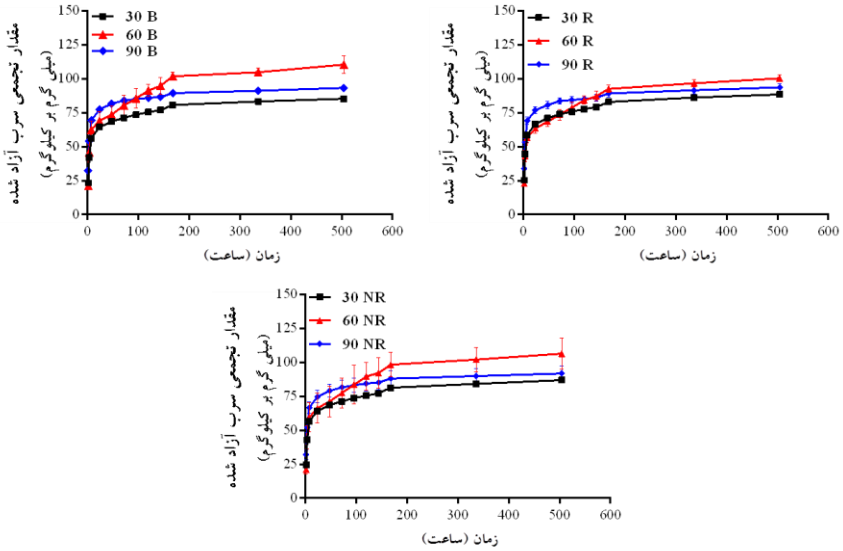
نتایج و بحث

در جدول ۱ برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی اندازه‌گیری شده در خاک مورد مطالعه نشان داده شده است. بافت خاک مورد مطالعه لوم، pH ۷/۴۵ و درصد کربنات کلسیم معادل آن ۲۷/۵ درصد می‌باشد که با توجه به میزان آن، خاک مورد مطالعه جز خاک‌های آهکی محسوب می‌شود. همچنین غلظت کل و قابل‌دسترس سرب خاک قبل از کاشت به ترتیب ۸۵۰ و ۶۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	شن (در صد)	سیلت (در صد)	رس (در صد)	pH	EC	کربن آلی	کربنات کلسیم معادل (٪)	سرب کل	سرب قابل دسترس
لوم	۴۸	۲۸	۲۴	۷/۴۵	۳	۰/۵۶	۲۷/۴۹	۸۵۰	۶۸

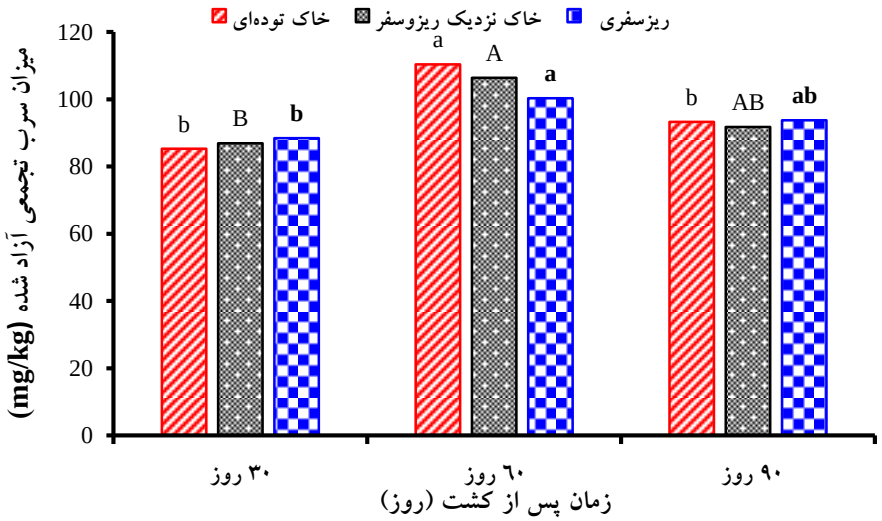
مقدار تجمعی سرب آزاد شده از خاک ریزوسفری، متاثر از ترشحات ریشه و توده‌ای (غیرریزوسفری) در طی زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز پس از کشت در شکل ۲ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، روند آزاد شدن سرب با گذشت زمان افزایش می‌یابد. همچنین با توجه به شکل ۲، روند آزاد شدن سرب با زمان شامل دو بخش می‌باشد، به طوری که سرعت آزاد شدن سرب از خاک‌های ریزوسفری، نزدیک ریزوسفر و خاک غیرریزوسفری در مراحل اولیه سریع و سپس کند می‌باشد. سنتیک آزادسازی سرب نشان داد که حدود ۵۰ درصد از کل روی آزادشده در طی ۸ ساعت اول صورت گرفته است و پس از آن آزادسازی به صورت آهسته تا ۵۲۸ ساعت تا رسیدن به شرایط تعادل ادامه یافته است. به طور کلی فرآیند آزادسازی "دو مرحله ای" در جاذب‌های طبیعی (Yu و Klarup، ۱۹۹۴) و همچنین در مطالعات رهاسازی فلزات سنگین در خاک‌ها مشاهده شده است (Reyhanitabar و Gilkes، ۲۰۱۰). در طول مراحل اولیه آزادسازی، سرب نگهداشت شده در مکان‌های با انرژی فعال‌سازی پایین رها می‌شود این در حالی است که در طول مراحل آخر، سرب نگهداشت شده در مکان‌های با انرژی فعال‌سازی بالا واجذب می‌شود (Baranimotlagh و Gholami، ۲۰۱۳). نتایج مشابه توسط Kandpal و همکاران (۲۰۰۵) در ارتباط با رهاسازی عناصر سنگین از خاک‌های آلوده گزارش شده است، نتایج آن‌ها نشان داد که رهاسازی عناصر سنگین در مراحل اولیه از سایت‌های تبادلی با انرژی پیوندی پایین (بخش تبادل) صورت می‌گیرد درحالی‌که آزادسازی کندتر، عمدتاً از سایت‌های با انرژی پیوندی نسبتا بالاتر نسبت به بخش تبادلی و بخش‌های شیمیایی دیگر در تعادل دینامیکی با شکل قابل تبادل رخ می‌دهد.



شکل ۲- مقدار تجمعی سرب آزادشده با زمان در خاک ریزوسفری (R)، خاک غیرریزوسفری (B) و خاک نزدیک ریزوسفر (NR) در زمان‌های مختلف

شکل ۳ تاثیر مدت زمان های مختلف کشت بر میزان رهاسازی سرب از خاک های ریزوسفری و غیرریزوسفری را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می شود، بین مدت زمان‌های مختلف کشت از نظر آماری تفاوت معنی داری (p <۰/۰۵) وجود دارد. به طوری که بیشترین میزان سرب آزاد شده از هر سه خاک در مدت زمان ۶۰ روز پس از کشت مشاهده شد و با افزایش طول دوره کشت از میزان سرب آزاد شده کاهش می‌یابد. با توجه به شکل ۱، در خاک توده‌ای، میزان سرب آزاد شده از ۸۵/۳۲ میلی گرم در کیلوگرم در زمان ۳۰ روز پس از کشت به ۱۱۰/۳۹ میلی گرم در کیلوگرم در زمان ۶۰ پس از کشت معادل ۲۹/۳۸ درصد افزایش معنی داری (p <۰/۰۵) داشت در حالی که میزان سرب آزاد شده در ۹۰ روز پس از کشت به ۹۳/۲۷ میلی گرم بر کیلوگرم معادل ۱۵/۵۰ درصد کاهش معنی داری (p <۰/۰۵) نسبت به ۶۰ روز پس از کشت رسید. در خاک متاثر از ترشحات ریشه و ریزوسفری، میزان سرب آزاد شده به ترتیب از ۸۶/۹۳ و ۸۸/۴۸ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار ۳۰ روز پس از کشت به ۱۰۶/۳۸ و ۱۰۰/۳۳ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار ۶۰ روز به ترتیب معادل ۲۲/۳۷ و ۱۳/۳۸ درصد افزایش معنی داری یافت و در نهایت به ۹۱/۷۶ و ۹۳/۷۳ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار ۹۰ روز پس از کشت معادل ۱۳/۷۳ و ۶/۵۷ درصد کاهش یافت.

از سوی دیگر، بین میزان سرب آزاده شده از خاک های ریزوسفری و غیرریزوسفری در هز یک از زمان‌های پس از کشت تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. با این حال در تیمار ۳۰ پس از کشت، بیشترین میزان سرب آزاد شده در خاک ریزوسفری و کمترین میزان سرب آزاد شده در خاک توده ای بدست آمد. در حالی که در تیمار ۶۰ روز پس از کشت کمترین میزان سرب آزاد شده در خاک ریزوسفری و بیشترین میزان سرب آزاد شده در خاک توده‌ای و در نهایت در ۹۰ روز پس از کشت، میزان سرب آزاد شده در خاک‌های ریزوسفری و غیر ریزسفری تقریبا یکسان است. عوامل مختلفی، میزان سرب آزاد شده از خاک ریزوسفری در زمان‌های پس از کشت را تحت تاثیر قرار می‌دهد. جذب سرب توسط گیاه احتمالا یکی از آنها است. Tao و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که میزان مس قابل استفاده در خاک ریزوسفری سه هفته پس از کشت گیاه ذرت افزایش یافت در حالی که ۴۰ روز پس از کشت میزان آن در خاک ریزوسفری به دلیل جذب توسط گیاه کاهش یافت. Lorenz و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند که غلظت روی و کادمیم در محلول ریزوسفر تربچه، در طول یک دوره ۴۵ روزه کشت، در ابتدا افزایش پیدا کرد، به حداکثر مقدار خود در نزدیک ۳۵ روز رسید و سپس به شدت کاهش یافت.



شکل ۳- تاثیر زمان های مختلف پس از کشت بر میزان سرب تجمعی آزاد شده از خاک های ریزوسفری و غیر ریزوسفری

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که مقدار سرب تجمعی آزاد شده از خاک ریزوسفری و غیرریزوسفری با گذشت زمان افزایش یافت. همچنین مقدار سرب تجمعی آزاد شده از خاک ریزوسفری و غیرریزوسفری در طول دوره کشت ذرت ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. همچنین مقدار سرب تجمعی آزاد شده از خاک ریزوسفری بیشتر از خاک غیرریزوسفری (نزدیک ریزوسفر و توده‌ای) در مراحل اولیه رشد (۳۰ روز پس از کشت) می‌باشد. بین زمان‌های پس از کشت از نظر غلظت سرب تجمعی آزاد شده در هر سه خاک ریزوسفری، نزدیک ریزوسفر و غیرریزوسفری اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. به طور کلی می‌توان بیان نمود که میزان سرب آزاد شده از ریزوسفر ذرت در طی دوره رشد گیاه ذرت نسبت به خاک غیرریزوسفری متفاوت است، در نتیجه خاک متصل به ریشه پس از رشد گیاه دچار تغییر می‌شود. به طوری که ویژگی‌های این بخش خاک از بخش های دیگر خاک متفاوت می‌باشد که می‌توان در حاصلخیزی و پتانسیل تامین عناصر و همچنین آلودگی خاک مورد توجه قرار گیرد.

منابع

Baranimotlagh, M. and Gholami, M. 2013. Time-dependent zinc desorption in some calcareous soils of Iran. Pedosphere, 23(2): 185-193.

Gobran, G.R. and Huang, P. 2011. Biogeochemistry of trace elements in the rhizosphere. Elsevier.

Kandpal, G., Srivastava, P., and Ram, B. 2005. Kinetics of desorption of heavy metals from polluted soils: Influence of soil type and metal source. Water, Air, and Soil Pollution, 161(1-4): 353-363.

Kim, K.-R., Owens, G., and Kwon, S.-l. 2010. Influence of Indian mustard (Brassica juncea) on rhizosphere soil solution chemistry in long-term contaminated soils: a rhizobox study. Journal of Environmental Sciences, 22(1): 98-105.

Lorenz, S., Hamon, R., and McGrath, S. 1994. Differences between soil solutions obtained from rhizosphere and non-rhizosphere soils by water displacement and soil centrifugation. European Journal of Soil Science, 45(4): 431-438.

Marschner, H. 1996. Root-induced changes in the availability of micronutrients in the rhizosphere. Plant roots: the hidden half: 557-579.

Martínez-Alcalá, I., Clemente, R., and Bernal, M.P. 2009. Metal availability and chemical properties in the rhizosphere of Lupinus albus L. growing in a high-metal calcareous soil. Water, air, and soil pollution, 201(1-4): 283-293.

Motaghian, H. and Hosseinpur, A. 2013. Zinc desorption kinetics in wheat (Triticum Aestivum L.) rhizosphere in some sewage sludge amended soils. Journal of soil science and plant nutrition, 13(3): 664-678.

Motaghian, H. and Hosseinpur, A. 2014. Zinc desorption kinetics in bean (Phaseolus vulgaris L.) rhizosphere in sewage sludge-amended calcareous soils. Environmental earth sciences, 71(2): 965-973.

Reyhanitabar, A. and Gilkes, R. 2010. Kinetics of DTPA extraction of zinc from calcareous soils. Geoderma, 154(3-4): 289-293.

Tao, S., Chen, Y., Xu, F., Cao, J., and Li, B. 2003. Changes of copper speciation in maize rhizosphere soil☆. Environmental Pollution, 122(3): 447-454.

Wang, W.-S., Shan, X.-Q., Wen, B., and Zhang, S.-Z. 2003. Relationship between the extractable metals from soils and metals taken up by maize roots and shoots. Chemosphere, 53(5): 523-530.

Yu, J. and Klarup, D. 1994. Extraction kinetics of copper, zinc, iron, and manganese from contaminated sediment using disodium ethylenediaminetetraacetate. Water, Air, and Soil Pollution, 75(3-4): 205-225.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Chemistry

Effect of corn cultivation period on lead release in a calcareous soil

M. Bahrini[1*], A. Fotavat[2], A. Karimi[3], R. Khorasani[3] and A. Hosseinpour[4]

[1]Ph.D Student, Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

[2]Prof., Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

[3] Associate Prof., Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

[4]Prof., Dept. of Soil Science, Shahrekord University, Iran

Abstract

Rhizosphere region soils have different chemical and biological properties from bulk soils in during Cultivation Period. To investigate the effect of root activity on Pb release in a polluted soil at different harvesting times, a greenhouse experiment was conducted using rhizobox. The rhizosphere and bulk soil samples were extracted with DTPA-TEA for 1 to 528 h at 25 ± 1^{0C}. The results showed that cumulative desorption of Pb increased with time. Also, there was a significant difference between harvesting times. So that the highest amount of Pb released from rhizosphere and non-rhizosphere was observed at 60 days after planted and decreasing the desorption Pb rate by increasing cultivation period. The mean of Pb desorption in the bulk, near root and the rhizosphere soils were 110.39, 106.38 and 100.33 mg kg^{-1}, respectively at 60 days after planted. However, there was no significant between rhizosphere and non-rhizosphere soils at each harvesting time of corn plant.

Keywords: Rhizosphere, Lead, DTPA-TEA, Rhizobox