محور مقاله: آلودگی خاک و آب و سلامت محصولات کشاورزی

اثر بیوچار برگ گردو و حضور روی بر سینتیک جذب سرب در یک خاک آهکی شنی

صادق رئیسی نافچی[۱*]، حمیدرضا متقیان[۲]، علیرضا حسین‌پور[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

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

چکیده

بیوچار حاصل از گرماکافت ضایعات آلی یکی از جاذب‌های کارآمد و کم‌هزینه برای حذف سرب از آب و یا تثبیت آن‌ها در خاک است. به علاوه سرعت جذب از مهم‌ترین فرآیندهای کنترل‌کننده تحرک فلزات در خاک است. همچنین خاک‌ها معمولاً در معرض چند فلز قرار می‌گیرند. بنابراین، در این تحقیق اثر بیوچار برگ گردو (۱ درصد وزنی- وزنی بیوچار تولیدشده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد) بر سینتیک جذب Pb^{2+} در حضور Zn^{2+} در یک خاک آهکی شنی بررسی شد. نتایج نشان داد که معادله تابع توانی، جذب سرب را در حضور و عدم حضور روی به‌خوبی توصیف کرد (R^2>۰/۸۵). به‌طور میانگین بیوچار، جذب سرب را در هر دو سیستم جذب (رقابتی و منفرد) ۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش داد. سرعت جذب (ضریب b) سرب با کاربرد بیوچار کاهش یافت؛ در حالی‌که مکان‌های دارای امکان جذب (ضریب a) افزایش یافتند. همچنین سرعت جذب سرب در سیستم منفرد نسبت به سیستم رقابتی کم‌تر بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که بیوچار برگ گردو تهیه‌شده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌تواند با افزایش جذب سرب بر تثبیت آن مؤثر باشد.

کلمات کلیدی: بیوچار، سیستم رقابتی، سینتیک جذب

مقدمه

امروزه آلودگی خاک با فلزات سنگین به‌دلیل تغییرناپذیری، غیرقابل تجزیه بودن و پایداری آن‌ها در خاک یکی از مهم‌ترین چالش‌های اساسی دنیا به‌شمار می‌رود که می‌توانند باعث تهدید جنبه‌های کمی و کیفی امنیت غذایی شده و سلامتی موجودات زنده را به خطر بیندازند (Yousaf و همکاران، ۲۰۱۷). به همین دلیل مسئله آلوده‌شدن خاک‌ها به عناصر سنگین در سطح وسیع، به یک امر مهم زیست‌محیطی تبدیل شده است. کاربرد آفت‌کش‌ها، کودها، آبیاری با آب‌های آلوده و فعالیت صنایع باعث آلودگی خاک‌های کشاورزی با فلزات سنگین شده است (Adriano و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین آلودگی خاک با فلزات سنگین، اغلب به یک آلاینده محدود نمی‌شود و معمولاً چند آلاینده به‌طور همزمان (رقابتی) در غلظت‌های زیاد در خاک یافت می‌شوند (Del Rio و همکاران، ۲۰۰۶).

سرب یکی از آلاینده‌های مهم به‌شمار می‌رود که اکثراً در محیط به صورت Pb^{2+} وجود دارد (Alloway، ۱۹۹۵). روش‌های متعدد فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی برای مقابله با آلودگی‌های آلی و معدنی پیشنهاد شده است (Del Rio و همکاران، ۲۰۰۶). در میان روش‌های موجود جذب سطحی روشی ساده، پرکاربرد، مؤثر و ارزانی است. جذب سطحی بر روی یک جاذب به علت وجود نیروی جاذبه اتم‌ها یا مولکول‌های موجود بر سطح آن جاذب است که از طریق عدم‌تحرک فلزات سنگین در خاک، باعث کاهش پراکندگی آن‌ها در محیط و همچنین کاهش خطرات بر سلامت انسان و اکوسیستم می‌شود (Alloway، ۱۹۹۵). بیوچار محصول فرآیند تجزیه‌گرمایی مواد آلی است که تحت شرایط اکسیژن محدود تهیه می‌شود. این ماده غنی از کربن، دارای تخلخل، سطح ویژه، ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و همچنین گروه‌های عامل سطحی می‌باشد و به‌دلیل غیرمتحرک کردن فلزات سنگین و ترسیب کربن مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است (Liang و همکاران، ۲۰۱۵). به طور کلی تبادل کاتیونی (سرب با کاتیون‌های تبادلی بیوچار مانند کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم)، تشکیل کمپلکس (با مواد معدنی و هومیک بیوچار) و رسوب به شکل اکسی-هیدروکسیدها، کربنات‌ها و فسفات‌ها سه مکانیسم اصلی جذب سرب توسط بیوچار هستند که تحت تأثیر ماده اولیه، دمای پیرولیز و pH بیوچار قرار می‌گیرند (Hongbo و همکاران، ۲۰۱۷).

*ایمیل نویسنده مسئول: raesisadegh@gmail.com

مطالعات متعدد (Jiang و همکاران، ۲۰۱۲؛ Houben و همکاران، ۲۰۱۳؛ Melo و همکاران، ۲۰۱۶) نشان دادند استفاده از بیوچارهای مختلف تهیه‌شده در دماهای متفاوت سبب بی‌تحرک شدن، کاهش فراهمی فلزات و کاهش پتانسیل سمیت فلزات سنگین شده است. Jiang و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که اثر بیوچار تهیه‌شده از ضایعات برنج در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد بر میزان جذب مس، سرب و کادمیم در خاک‌های آلوده چین باعث غیرمتحرک‌شدن فلزات مذکور در خاک شد، همچنین متوسط جذب سرب، مس و کادمیم به‌ترتیب ۱/۹۴، ۸/۱۳ و ۱۴/۱ درصد افزایش یافت. آن‌ها دلیل این افزایش جذب را افزایش قابل توجه بار منفی سطح خاک و pH خاک در اثر تیمارکردن با بیوچار دانستند. Houben و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که بیوچار حاصل از کاه و کلش کلزا که در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد تهیه‌شده بود باعث کاهش ۷۱، ۸۷ و ۹۷ درصدی مقدار کادمیم، روی و سرب عصاره‌گیری شده با کلرید کلسیم ۱۰ میلی‌مولار شد. آن‌ها اظهار داشتند اگر چه تحقیقات بیشتری برای بررسی اثرات بیوچار باید صورت گیرد اما آن‌چه مشخص شده، اثرات مثبت و قابل توجه بیوچار بر حفظ سلامت و پایداری محیط‌زیست دلالت دارد. Melo و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه جذب و آزادشدن کادمیم و روی در دو خاک اسیدی انتی‌سول و ورتی‌سول در حضور بیوچار کاه و کلش نیشکر تهیه‌شده در دمای ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد اظهار داشتند، بیوچار کاه و کلش نیشکر موجب افزایش جذب و نگه‌داری هر دو فلز روی و کادمیم در هر دو نوع خاک شد. تبادل کادمیم و روی با کلسیم و منیزیم در بیوچار نشان داد که تبادل کاتیونی نقش مهمی در جذب فلزات سنگین توسط بیوچار ایفا می‌کند. بنابراین استفاده از بیوچار برای کاهش غلظت فلزات سنگین در طول زمان می‌تواند با جلوگیری از ایجاد خطرات زیست‌محیطی نقش مناسبی در تثبیت آلاینده‌ها داشته باشد.

بنابراین، با توجه به این‌که سرعت فرآیندهای شیمیایی یکی از مسائل مهم در شیمی محیط‌زیست و خاک می‌باشد، به‌علاوه معمولاً فلزات سنگین به‌طور همزمان در محیط وجود دارند و بیوچار می‌تواند به‌عنوان جاذب تحرک فلزات را کاهش دهد. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر بیوچار برگ گردو بر سینتیک جذب سرب در سیستم رقابتی (سرب و روی) در یک خاک آهکی در استان چهارمحال و بختیاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

۱) خصوصیات خاک مورد مطالعه

خاک مورد مطالعه از لایه سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متر) خاک‌های آهکی استان چهارمحال و بختیاری (منطقه حاشیه رودخانه زاینده رود) با طول و عرض جغرافیایی ۴۷۴۰۶۴-۳۶۱۳۸۳۲ متر نمونه‌برداری شد. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه، هواخشک و پس از کوبیده‌شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس برخی از ویژگی‌های خاک (جدول ۱) از قبیل بافت به روش هیدرومتر، pH در سوسپانسیون با نسبت آب به خاک ۲ به ۱، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در عصاره صاف‌شده با نسبت آب به خاک ۲ به ۱، کربنات کلسیم معادل به‌روش تیتراسیون اسید باقی‌مانده، گنجایش تبادل کاتیونی (CEC) با استفاده از استات سدیم با pH=۷ و ماده آلی به روش اکسیداسیون تر (Sparks، ۱۹۹۶)، مقدار سرب و روی کل با استفاده از اسید نیتریک ۴ مولار (Sposito و همکاران، ۱۹۸۲) تعیین شد.

۲) تهیه بیوچار

برای تهیه بیوچار، برگ خزان‌شده درختان گردو در پایان فصل رشد از باغ‌های استان چهارمحال و بختیاری جمع‌آوری شد. بیوچار در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد با قرار دادن در لوله‌های فلزی درپوش‌دار به قطر ۲/۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر در کوره به‌مدت ۲ ساعت و در شرایط کمبود اکسیژن تهیه شد. همچنین، بیوچارها قبل از تیمار خاک‌ها از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس، ویژگی‌های بیوچارها از قبیل قابلیت هدایت الکتریکی، pH و گنجایش تبادل کاتیونی با استفاده از روش‌های بیان شده در بخش قبل، همچنین سرب و روی آن با روش خاکسترسازی خشک (Campbell و Plank، ۱۹۹۸) تعیین شد.

برای مطالعه اثر ۱ درصد (وزنی- وزنی) بیوچار تهیه‌شده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد بر سینتیک جذب رقابتی سرب، ۳۰۰ گرم از نمونه خاک مورد مطالعه در قوطی‌های پلاستیکی ریخته و ۳ گرم از اصلاح‌کننده به آن‌ها اضافه و به‌مدت ۳۰ روز در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد انکوبه شدند و در این مدت رطوبت آن‌ها در حد ظرفیت مزرعه به کمک آب مقطر نگهداری شد. سپس، ۱ گرم نمونه از خاک هر تیمار درون ۸ لوله سانتریفیوژ ۵۰ میلی‌لیتری ریخته (برای ۸ زمان) و ۲۰ میلی‌لیتر کلرید کلسیم ۱۰ میلی‌مولار حاوی ۱ میلی‌مولار سرب یا سرب + روی (به نسبت مولی ۱ به ۱) به آن اضافه شد. سوسپانسیون‌های درون ۸ لوله سانتریفیوژ همزمان با سرعت ۱۶۰ دور بر دقیقه تکان داده شدند، هر یک از لوله‌ها در یکی از زمان‌های ۵، ۳۰ دقیقه، ۱، ۲، ۴، ۸، ۲۴ و ۴۸ ساعت برداشته و ۲ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس غلظت سرب در عصاره‌های صاف‌شده با استفاده از دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی (AAS) اندازه‌گیری گردید.

غلظت سرب جذب‌شده از تفاضل مقدار اولیه آن با مقدار آن در زمان‌های اندازه‌گیری شده، تعیین شد (Liu و همکاران، ۲۰۱۵). پس از انجام آزمایش‌ها و جمع‌آوری داده‌ها، معادله‌های سرعت مرتبه اول، تابع توانی، انتشار پارابولیکی و الوویچ ساده (جدول ۱) بر داده‌های سرب جذب‌شده برازش و بر اساس دارابودن بیشترین ضریب تشخیص (R^2) و کم‌بودن خطای استاندارد (SEE)، بهترین مدل توصیف‌کننده جذب سرب انتخاب و ضرایب این معادله‌ها برآورد شد. خطای استاندارد برآورد از رابطه زیر تعیین گردید:

$$SEE = [\sum(M-M^*)^2/n-2]^{0.5}$$

در رابطه بالا M مقدار سرب اندازه‌گیری‌شده، *M مقدار سرب برآوردشده با استفاده از معادله‌های سینتیکی و n تعداد مشاهدات است.

جدول ۱- معادله‌های سینتیکی مورد استفاده در این تحقیق (Liu و همکاران، ۲۰۱۵)

معادله	مدل
مرتبه اول	$\ln (M_0 - M_t) = a - K_1 t$
انتشار پارابولیکی	$M_t = a + R\, t^{0.5}$
تابع توانی	$M_t = a\, t^b$
الوویچ ساده	$M_t = a + 1/\beta \ln t$

* M_0: مقدار سرب جذب‌شده ($mg\ kg^{-1}$) پس از ۴۸ ساعت، M_t: مقدار سرب جذب‌شده ($mg\ kg^{-1}$) در زمان t و K_1، R، b و $1/\beta$ ضرایب سرعت معادله‌ها هستند.

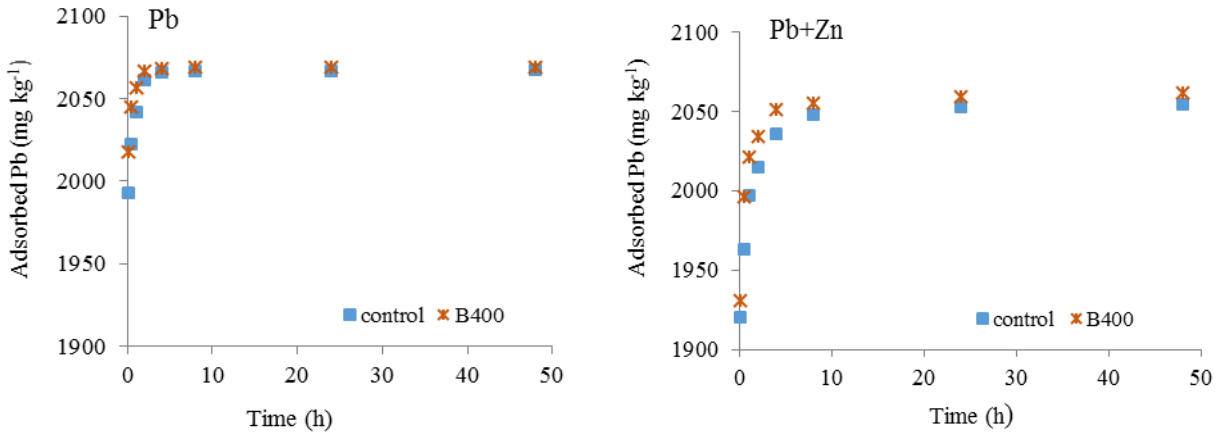
نتایج و بحث

خاک مورد مطالعه دارای بافت لوم‌شنی (۳۰ درصد شن، ۵۳ درصد سیلت و ۱۷ درصد رس) با pH=۷/۹، قابلیت هدایت‌الکتریکی ۰/۲۸ دسی-زیمنس بر متر و کربنات کلسیم ۱۵۰ گرم بر کیلوگرم خاک بود. ماده آلی آن ۱/۴۹ درصد، گنجایش تبادل کاتیونی ۱۷/۷ ($cmol_+\ kg^{-1}$) و به‌ترتیب روی و سرب کل ۴۱/۸۱ و ۱۲/۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. همچنین pH بیوچار تهیه‌شده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد، قلیایی (pH=۹/۳)، قابلیت هدایت الکتریکی آن ۵/۶ دسی‌زیمنس بر متر و گنجایش تبادل کاتیونی آن ۲۲/۹ ($cmol_+\ kg^{-1}$) بود.

به‌منظور ارزیابی فرآیند جذب و پیش‌بینی مقادیر سرب جذب‌شده از معادلات سینتیکی تابع توانی، مرتبه اول، انتشار پارابولیکی و الوویچ ساده استفاده شد. بر اساس ضریب تبیین (R^2) و خطای استاندارد برآورد (SEE) معادله تابع توانی نسبت به سایر مدل‌ها توانایی بیشتری در توصیف سینتیک جذب سرب در هر دو سیستم جذب (منفرد و رقابتی) معرفی شد (جدول ۲). Fonseca و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی سینتیک جذب سرب و کروم در یک خاک شن لومی در مدت ۲۸۸ ساعت نشان دادند که از بین سه معادله الوویچ، شبه مرتبه اول و تابع توانی به‌دلیل آن‌که جذب سرب بلافاصله انجام گرفت، هیچ‌کدام از معادلات مورد استفاده جهت برازش داده‌های جذب مناسب نبودند در حالی که در جذب کروم معادله تابع توانی به‌عنوان بهترین مدل برازش‌شده بر سینتیک جذب کروم معرفی شد.

نتایج حاصل از جذب سرب در خاک‌های تیمارشده با بیوچار تهیه‌شده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان تابعی از زمان در دو سیستم جذب منفرد و رقابتی در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که این شکل‌ها نشان می‌دهند در هر دو سیستم جذب تقریباً حداکثر جذب در ۲ ساعت ابتدایی واکنش اتفاق افتاده و با گذشت زمان تماس مقدار جذب سرب افزایش یافت؛ به‌طوری که پس از زمان ۱۰ ساعت روند جذب به سمت تعادل پیش رفت. جذب سریع در مرحله اول می‌تواند به‌دلیل خالی‌بودن مکان‌های جذب باشد که درنتیجه باعث افزایش شیب غلظت بین فلزات سنگین (سرب) در محلول و فلزات سنگین در نزدیکی سطوح جاذب می‌شود. همچنین، افزایش زمان تماس به دلیل تجمع سرب روی مکان‌های خالی منجر به کاهش جذب این فلزات در مراحل بعد می‌شود (Lao و همکاران، ۲۰۰۵).

سرعت جذب Pb^{2+} در سیستم منفرد نسبت به سیستم رقابتی کم‌تر بود. در سیستم رقابتی مقدار ضریب b نسبت به منفرد (۵۴٪) بیشتر بود که نشان-دهنده‌ی افزایش سرعت جذب سرب در حضور روی می‌باشد. نتایج نشان داد که مقدار سرب جذب‌شده به‌صورت تجمعی در سیستم رقابتی کمتر از منفرد بود. مقدار تجمعی سرب جذب‌شده در حضور روی به‌دلیل کاهش مکان‌های جذب زودتر از سیستم منفرد به تعادل رسید که نشان می‌دهد حضور روی می‌تواند بر جذب سرب تأثیرگذار باشد (جدول ۲). ضریب a نشان داد که حداکثر و حداقل میزان جذب سرب در هر دو سیستم جذب (منفرد و رقابتی) به‌ترتیب مربوط به خاک تیمارشده با بیوچار تهیه‌شده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار شاهد بود. بنابراین مشابه نتایج بسیاری از محققان (Houben و همکاران، ۲۰۱۳؛ Melo و همکاران، ۲۰۱۶؛ Hongbo و همکاران، ۲۰۱۷) بیوچار به‌دلیل ویژگی‌های ازقبیل؛ سطح ویژه، تخلخل، pH، بار سطحی، گروه‌های عامل، ترکیبات معدنی و گنجایش تبادل کاتیونی توانسته ظرفیت جذب سرب را در خاک افزایش دهد.



شکل ۱- مقدار تجمعی سرب جذب‌شده در دو سیستم منفرد (Pb) و رقابتی (Pb+Zn) در ارتباط با زمان در خاک‌های شاهد و تیمارشده با بیوچار

جدول ۲- پارامترهای معادله تابع توانی مورد استفاده برای جذب سرب توسط بیوچار

سیستم	تیمار	تابع توانی			
		a (mg kg^{-1})	b (mg kg^{-1} h^{-1})	R^2	SE
منفرد	شاهد	۲۰۳۶	۰/۰۰۵۸	۰/۸۱	۱۳/۱
	بیوچار ۴۰۰	۲۰۵۰	۰/۰۰۳۷	۰/۸۲	۹/۵
رقابتی	شاهد	۱۹۸۸	۰/۰۱۰۹	۰/۹۱	۱۵/۶
	بیوچار ۴۰۰	۲۰۰۶	۰/۰۰۹۶	۰/۸۵	۱۸/۸

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد معادله تابع توانی نسبت به معادله‌های سرعت مرتبه اول، انتشار پارابولیکی و الوویچ ساده با توجه به بیشتربودن ضریب تشخیص (R^2) و کم‌بودن خطای استاندارد (SEE) به‌خوبی توانست جذب سرب را در سیستم‌های منفرد و رقابتی توصیف کند. همچنین جذب سطحی فلزات به رقابت فلزات برای تصاحب جایگاه‌های جذب بستگی دارد. بنابراین در شرایط طبیعی که معمولاً فلزات سنگین به‌طور همزمان وجود دارند، سرب برای تصاحب جایگاه‌های جذب با روی رقابت دارد. سرب در سیستم رقابتی (سرب و روی) با سرعت بیشتری نسبت به سیستم منفرد جذب شد. همچنین بیوچار برگ گردو تهیه‌شده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد توانایی جذب سرب را دارد. به‌طور کلی بیوچار تهیه‌شده از برگ گردو به‌دلیل

بهبود ظرفیت جذب سرب و با توجه به فراوانی ضایعات باغبانی (برگ گردو) در استان چهارمحال و بختیاری، می‌تواند در کاهش تحرک فلزات سنگین (سرب) از خاک مفید باشد.

منابع

Adriano D. C. Wenzel J. Vangronsveld and N. S. Bolan. 2004. Role of assisted natural remediation in environmental cleanup. *Geoderma*. 122: 121–142.

Alloway B. j. 1995. Heavy Metals In Soils. 2nd Edition. London: Blackie Academic and Professional. 368p.

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

Del Rio-Celestino M. Font R. Moreno-Rojas R. and De Haro-Bailón A. 2006. Uptake of lead and zinc by wild plants growing on contaminated soils. Industrial Crops and Products. 24(3): 230-237.

Fonseca B. H. Maio C. Quintelas A. Teixeira and T. Tavares. 2009. Retention of Cr (VI) and Pb (II) on a loamy sand soil: kinetics, equilibria and breakthrough. Chemical Engin. J. 152: 212-219

Hongbo L.i. Xiaoling D. Evandro B. da Silva. Letuzia M. de Oliveira. Yanshan C. and Lena Q. Ma. 2017. Mechanisms of metal sorption by biochars: Biochar characteristics and modifications. Chemosphere: 178 (2017) 466-478.

Houben D. Evrard L. and Sonnet P. 2013. Mobility, bioavailability and pH-dependent leaching of cadmium, zinc and lead in a contaminated soil amended with biochar. Chemosphere 92:1450-1457.

Lao C. Zeledón Z. Gamisans X. and Solé M. 2005. Sorption of Cd (II) and Pb (II) from aqueous solutions by a low-rank coal (leonardite). Separation and Purification Technology. 45(2): pp.79-85

Liang J. Liu J. Yuan X. Dong H. Zeng G. Wu H. Wang H. Liu J. Hua S. Zhang S. Yu Z. He X. and He Y. 2015. Facile synthesis of alumina-decorated multi-walled carbon nanotubes for simultaneous adsorption of cadmium ion and trichloroethylene. Chemical Engineering Journal. 273: 101-110.

Liu P.Y. Wen Q.L. Li Y.J. Dong C.X. and Pan G.X. 2015. Kinetics of specific and non-specific copper sorption on aggregates of an acidic paddy soil from the Taihu Lake region in East China. Pedosphere 25:37-45.

Melo A.C. Aline P. Aline R. Beesley L. Cleide A and Otávio A. 2016. Sorption and desorption of cadmium and zinc in two tropical soils amended with sugarcane-straw-derived biochar. Journal of Soils and Sediments 16:235-240.

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.

Sposito G. Lund L.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.

Yousaf B. Liu G. Abbas Q. Ullah H. Wang R. Zia-ur-Rehman M. and Niu Z. 2017. Addition of biochar nanosheets to soil alleviate health risks of potentially toxic elements via consumption of wheat grown in an industrially contaminated soil. Chemosphere 1:161-170.

Yu Jiang T. Jiang J. Xu R.K. and Li Z. 2012. Adsorption of Pb(II) on variable charge soils amended with rice-straw derived biochar. Chemosphere 89:249–256.

Topic for submission: Soil and Water Pollution and Crop Health

The effects of walnut leaves-derived biochar and presence of Zn^{2+} on Pb^{2+} adsorption kinetic in a sandy calcareous soil

Raeisi*[1], S., Motaghian[2], H.R., Hosseinpur, A.R[3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran
[3] Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran

Abstract

The biochar produced from pyrolysis of organic residue, which is one of the most efficient and low-cost adsorbent for removing Pb^{2+} from water or stabilizing it's in the soil. Also, several metals usually introduce to soils. Therefore, in this research the effect of walnut leaves-derived biochar (1% w/w of produced biochar at 400 C°) on Pb^{2+} adsorption kinetics in presence of Zn^{2+} a calcareous sandy soil was investigated. The results showed that the power equation was well described adsorption of Pb^{2+} in both presence and absence of Zn^{2+} (R^2> 0.85). On the average, biochar increased the adsorption of Pb^{2+} in both adsorption systems (competitive and individual) at 11 mg/kg. By adding biochar, rate of adsorption of Pb (b value) reduced, while, site of available for adsorption (a value) increased. Also, the rate of adsorption of Pb^{2+} in the individual system was less than that of the competitive system. Generally, the results showed that walnut leaves-derived biochar prepared at 400 C° could increase adsorption of Pb and thus it was effective on Pb stabilization.

Keywords: Biochar, Competitive system, Kinetics adsorption

* Corresponding author, Email: raesisadegh@gmail.com