



کاهش آبشویی سرب و کادمیوم از خاک‌های پایین دست انباشتگاه زباله سراب قنبر کرمانشاه با کاربرد بایوچار

سمیرا زارعی^۱، اکرم فاطمی^۲، مهدی صفایی خرم^۳، زهرا کلاه چی^۴

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه رازی، ^۳ استادیار دانشگاه Ton Duc Thang University، ^۴ استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه بوعلی سینا

چکیده

از میزان آبشویی سرب و کادمیوم خاک‌های پایین دست انباشتگاه زباله کرمانشاه اطلاعاتی موجود نمی‌باشد. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کاربرد دو نوع بایوچار تهیه شده از خاک اره (BC_1) و چوب درخت سیب (BC_2) بر میزان آبشویی سرب و کادمیوم در برخی خاک‌های متأثر از نفوذ شیرابه زباله های شهری در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. مقدار آبشویی سرب و کادمیوم در خاک‌های مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد کاربرد دو نوع بایوچار باعث کاهش ۲ تا ۴ برابری آبشویی به ترتیب کادمیوم و سرب شد. کاربرد بایوچار BC_2 در مقایسه با BC_1 کارآمدتر به دست آمد و علت آن نیز به داشتن گروه های عاملی بیشتر به دلیل سطح ویژه بیشتر دخیل در جذب سرب و کادمیوم همچون CEC و حجم خلل و فرج کل بیشتر نسبت داده شد.

واژه های کلیدی: بایوچار، آبشویی، سرب، کادمیوم

مقدمه

تأمین آب سالم و بهداشتی از نظر میکروبی، فیزیکی و شیمیایی امروزه به عنوان یکی از مهمترین چالش های انسان در جوامع مطرح است. سراب قنبر یکی از منابع اصلی تأمین آب آشامیدنی مردم شهر کرمانشاه در کنار منابع دیگر شامل چاه-های عمیق، قنات روزان و چشمه طاقبستان می باشد (پیر صاحب، ۱۳۸۶). آلودگی خاک‌ها به فلزات سنگین، یکی از مهمترین مسائل زیست محیطی در دنیا محسوب می‌شود. تجمع درازمدت فلزات سنگین در خاک منجر به ورود این دسته از آلاینده‌ها به زنجیره غذایی و آب‌های سطحی و یا زیرزمینی مشکلاتی را برای سلامت انسان ها ایجاد کرده است (لی و همکاران ۲۰۰۶، بیسلی و همکاران، ۲۰۱۱). تلاش‌های زیادی برای زدودن آلودگی فلزات سنگین صورت گرفته است. بایوچار به علت سطح ویژه و CEC بالا به طور بالقوه باعث کاهش فراهمی زیستی و آبشویی فلزات سنگین در خاک می‌شود (هوبن و همکاران ۲۰۱۳).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در شهر کرمانشاه با عرض جغرافیایی $34^{\circ}14'47''$ و طول جغرافیایی $47^{\circ}14'40''$ در بخشی از دامنه شمالی کوه سفید در ۲۵ کیلومتری از مرکز کرمانشاه در پایین دست محل دفن زباله های شهری قرار دارد.

نمونه‌برداری و تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک‌ها

به منظور بررسی مقدار آبشویی سرب و کادمیوم از خاک‌های محل انباشتگاه زباله ، سه نمونه خاک سطحی (۰-۳۰ سانتیمتری) به گونه‌ای انتخاب شدند که تا حد ممکن از نظر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک به هم شبیه باشند و تنها از نظر مقدار سرب و کادمیوم کل خاک، بدون سرب و کادمیوم، با مقدار متوسط و بیشترین مقدار سرب و کادمیوم کل در منطقه مورد مطالعه باشند (جدول ۱). نمونه ها هوا خشک و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شده و برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی



خاک از جمله درصد ذرات خاک به روش هیدرومتر (گی و بودر ۱۹۹۰)، هدایت الکتریکی (EC) در عصاره ۲/۵: ۱ (پیچ ۱۹۹۲)، واکنش خاک (pH) با استفاده از گل اشباع (مکلین ۱۹۸۲)، کربن آلی به روش اصلاح شده‌ی والکی و بلاک (نلسون و سامرز، ۱۹۹۶)، کربنات کلسیم معادل (ریچاردز، ۱۹۵۴)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم (pH=7) اندازه گیری شدند (رودز ۱۹۸۲).

تهیه خاک آلوده

نمونه خاکی که منطقه مورد مطالعه از نظر آلودگی به سرب به حد آستانه آلودگی (۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم) نرسیده اند. با اینحال، مطالعات علایی و طالقانی (۱۳۸۹) نشان داد که روزانه ۶۰۰ تن زباله در محل انباشتگاه زباله تخلیه می شود. بنابراین احتمال آلوده شدن خاک در آینده، زیاد می باشد. بدین منظور، (خاک ۱) به صورت مصنوعی به سرب آلوده گردید. بدین منظور از نمک نترات سرب $Pb(NO_3)_2$ به میزان ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم استفاده گردید (استرون و اسپارکس ۲۰۰۰) و نمونه ها به مدت دو هفته در شرایط رطوبتی مناسب در شرایط آزمایشگاه جهت آلودگی یکنواخت خاک نگهداری شدند (چیو و همکاران ۲۰۰۵، لیائو و همکاران ۲۰۰۵).

ساخت بایوچار

پیرولیز خاک اره و چوب درخت سیب در کوره تحت شرایط بی هوازی (یا شرایط اکسیژن کم) انجام شد. بایوچار چوب درخت سیب در دمای ۷۰۰ درجه سانتی گراد و بایوچار خاک اره در دمای محیط ۴۰۰ درجه سانتی گراد ساخته شدند. در این مقاله، بایوچار چوب درخت سیب با علامت اختصاری BC_1 و بایوچار خاک اره با علامت اختصاری BC_2 عنوان می شوند. بایوچارهای تهیه شده آسیاب و در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

اندازه گیری ویژگی های فیزیکوشیمیایی بایوچار

ویژگی های فیزیکوشیمیایی بایوچار از جمله درصد حجمی خاکستر (بانسود و همکاران ۲۰۰۳، pH (لیو ۱۹۹۶)، سطح ویژه با روش BET، حجم خلل و فرج کل (یانگ و همکاران ۲۰۱۱)، ظرفیت تبادل کاتیونی (گاسکین و همکاران ۲۰۰۸) و کربن آلی کل از روش احتراق در دمای بالا (ونجاس و همکاران ۲۰۱۵) تعیین شدند.

آزمایش آبشویی

آزمایش آبشویی با اهداف بررسی تأثیر بایوچار بر آبشویی کادمیوم و سرب در خاک های آلوده انجام شد. برای این منظور، از روش هاوانگ و همکاران (۲۰۰۶) استفاده گردید. بدین ترتیب ۱۰ گرم از نمونه های خاک هواخشک شده از الک با قطر ۲ میلی متری عبور داده شده و داخل قوطی پلی اتیلنی ریخته، سپس ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه کرده و به صورت افقی به مدت ۶ ساعت در ۲۰۰ دور در دقیقه شیکر شد. غلظت سرب و کادمیوم در عصاره ها توسط دستگاه جذب اتمی (مدل AA220 ساخت شرکت Varian استرالیا) تعیین گردید.

نتایج و بحث

برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی نمونه های خاک منطقه مطالعاتی در جدول ۱ ارائه شده است. طبق این نتایج مقدار pH خاک در محدوده بین ۷/۴ تا ۷/۶ متغیر است. بنابراین، خاک های مورد مطالعه در شمار خاک های قلیایی قرار دارند. تجمع و انتقال عناصر سنگین در خاک به pH بستگی دارد. واکنش اسیدی خاک باعث می شود گونه های فلزی بیشتر به حالت کاتیونی و قابل جذب باشند. در خاکهایی با واکنش قلیایی گونه های فلزی موجود در خاک بیشتر به حالت رسوب بوده و تحرک کمتری دارند و در نتیجه به دلیل غیرمتحرک شدن فلزهای سنگین و تشکیل رسوب، انتقال آنها به گیاه کمتر صورت می گیرد. اما در خاکهایی با واکنش اسیدی فلزهای سنگین موجود در خاک به صورت متحرک و قابل جذب در می آیند. در نتیجه خطر آلودگی فلزهای سنگین در خاکهای اسیدی بیشتر از خاکهای قلیایی است (میرسال ۲۰۰۸). مقدار هدایت الکتریکی (EC) در محدوده ۰/۱۹ تا ۰/۲۳ دسی زیمنس بر متر متغیر است و نشان می دهد که خاک های مورد مطالعه مشکل شوری ندارند. در خاکهایی با EC پایین جذب عناصر سنگین توسط گیاه کمتر است (میرسال ۲۰۰۸). میانگین درصد ذرات سیلت، شن و رس خاک به ترتیب برابر ۴۸/۸، ۱۸/۸، ۳۲/۲، به طور کلی رس ها و شیل ها به دلیل توانایی جذب یون های فلزی،

حای غلظت بالایی از عناصر سنگین هستند و ذرات شن به دلیل اینکه از کوارتز تشکیل شده اند، غلظت‌های کمتری از فلزات را دارند (آلووی، ۱۹۹۵). دامنه تغییرات کربن آلی در منطقه ۰/۸۵ تا ۱/۳ درصد است. تغییر کربن آلی خاک با تأثیر بر روی واکنش خاک به طور غیرمستقیم موجب تغییر در جذب عناصر سنگین می‌شود (مارتین ۲۰۰۶). درصد کربنات کلسیم معادل در محدوده ۱۴/۵ تا ۲۳/۵ است. کربنات کلسیم معادل خاک با تأثیر بر واکنش خاک به طور غیرمستقیم در جذب عناصر سنگین مؤثر است (مارتین، ۲۰۰۶). به عبارتی که با افزایش کربنات کلسیم معادل غلظت عناصر سنگین در محلول خاک کاهش می‌یابد (میرسال، ۲۰۰۸). دامنه تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) در منطقه مطالعاتی ۲۶/۲ تا ۳۰/۵ میلی‌مول بر کیلوگرم به دست آمد.

بر اساس داده‌های جدول ۱ و استانداردهای آلودگی منابع خاک و آب خاک‌های مورد مطالعه از نظر غلظت سرب، خاک‌های غیرآلوده و از نظر غلظت کادمیوم، خاک‌های آلوده به حساب می‌آیند. براساس استانداردهای آلودگی منابع خاک و آب، حد آستانه آلودگی برای سرب ۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و حد آستانه آلودگی برای کادمیوم ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در نظر گرفته شده است (سازمان حفاظت محیط زیست کشور ۱۳۹۲).

جدول ۱- برخی ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	واکنش خاک	هدایت الکتریکی (ds/m)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	کربن آلی	کربنات-معادل کلسیم	ظرفیت تبادل کاتیونی (mmol/kg)	سرب کل (mg/kg)	کادمیوم کل (mg/kg)
۱	۷/۵	۰/۲۳	۱۸/۸	۴۸	۳۳/۲	۱/۳	۱۴/۵	۲۷/۷	۲۷	۱۴۱
۲	۷/۶	۰/۱۹	۲۲/۸	۴۴	۳۳/۲	۰/۸۵	۱۶/۵	۳۰/۵	۶۳	۸
۳	۷/۴	۰/۲۰	۱۸/۸	۴۸	۳۳/۲	۰/۸۹	۲۳/۵	۲۶/۲	۰	۰

برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بایوپچارها در جدول ۲ گزارش شده است. بایوپچار ساخته شده در دمای ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد (BC₁) دارای pH برابر ۹/۷۵ و بایوپچار ساخته شده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد (BC₂) دارای pH برابر ۸/۲۲ است. درصد کربن آلی کل بایوپچار ساخته شده در دمای ۷۰۰ سانتی‌گراد (BC₁) برابر ۲/۹۶ و بایوپچار ساخته شده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد (BC₂) برابر ۱/۲۹ است. درصد خاکستر BC₂ و BC₁ به دست آمد. درصد خاکستر BC₂ به ترتیب برابر ۳۳/۷ و ۱۶/۲ و سطح ویژه BC₁ و BC₂ به ترتیب برابر ۱۸۹/۴ و ۱۰۵/۶ مترمربع بر گرم به دست آمد. مقدار پتاسیم تبدالی BC₁ و BC₂ به ترتیب برابر ۱۰/۶ و ۸/۶ میلی‌مول بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد. مقدار سدیم تبدالی برای BC₁ و BC₂ به ترتیب برابر ۸/۲ و ۸/۶ میلی‌مول بر کیلوگرم محاسبه گردید. کلسیم تبدالی BC₁ و BC₂ به ترتیب برابر ۱۳۳/۲ و ۱۲۹/۲ سانتی‌مول بر کیلوگرم محاسبه شد. مقدار منیزیم تبدالی BC₁ و BC₂ به ترتیب برابر ۰/۰۲ و ۰/۰۱ سانتی‌مول بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد. مقدار EC برای BC₁ و BC₂ به ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۱۶ دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد. براساس داده‌های جدول ۲ با افزایش درجه حرارت تولید بایوپچار، pH، کربن آلی کل، درصد خاکستر و سطح ویژه، افزایش و CEC و حجم خلل و فرج کل کاهش پیدا کرد.

جدول ۲- برخی ویژگیهای فیزیکوشیمیایی بایوپچارهای مورد مطالعه

بایوپچار	pH	EC	کربن آلی محلول	خاکستر	سطح ویژه	خلل و فرج کل	CEC	کاتیون‌های تبدالی					
								Cd	K	Na	Mg	Ca	
								mg/kg	mmol/kg	cm ³ /g	m ² /g	%	ds/m
BC ₁ خاکاره	۸/۲۲	۰/۱۶	۲/۹۶	۱۶/۲	۱۰۵/۶	۰/۰۸۲	۲۵۶/۹	۱۲۹/۲	۰/۰۱	۱۲۹/۲	۲۵۶/۹	۰/۰۸۲	۱۰۵/۶
BC ₂ چوب‌درخت سیب	۹/۷۵	۰/۱۵	۱/۲۹	۳۳/۷	۱۸۹/۴	۰/۰۲۱۶	۲۶۴/۹	۱۳۳/۲	۰/۰۲	۱۳۳/۲	۲۶۴/۹	۰/۰۲۱۶	۱۸۹/۴

بر اساس داده‌های جدول ۳ و میزان غلظت سرب و کادمیوم در خاک‌های مورد مطالعه می‌توان چنین نتیجه گرفت که با افزایش غلظت سرب و کادمیوم در خاک‌های مورد مطالعه میزان آبشویی این فلزات نیز افزایش یافت. میزان فلزات آبشویی شده تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک، از جمله مقدار رس، کربنات کلسیم، pH، مواد آلی و همچنین گونه گیاهی بستگی دارد (سان و همکاران ۲۰۰۱، تیلوکمان و همکاران ۲۰۰۳، وگلر و همکاران ۲۰۰۵). از آنجا که خاک‌های مورد مطالعه دارای مقدار رس بالا، آهکی و قلیایی هستند در نتیجه مقدار بالایی از فلزات در خاک جذب و غیرمتحرک شده است در نتیجه مقدار آبشویی سرب و کادمیوم نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

جدول ۳- غلظت سرب و کادمیوم آبشویی شده از خاک‌های مورد مطالعه در حضور دو نوع بایوچار

شماره خاک	غلظت سرب (mg kg^{-1})	غلظت کادمیوم (mg kg^{-1})
خاک ۱	۸۵۰	۰/۸۵
BC ₁	۵۱۰۰	۰/۳۱
BC ₂	۴۱۰۰	۰/۲۶
خاک ۲	۳۱۰۰	۰/۳۰
BC ₁	۰/۶۵	۰/۲۰
BC ₂	۰/۴۰	۰/۱۵
خاک ۳	۰/۰۰	۰/۰۰
BC ₁	۰/۰۰	۰/۰۰
BC ₂	۰/۰۰	۰/۰۰

مقدار آبشویی سرب و کادمیوم بعد از تیمار با ۱۰٪ از هر دو نوع بایوچار نسبت به خاک به تنهایی کاهش یافته است. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد بایوچار توانسته‌اند مقدار آبشویی را به میزان زیادی کاهش داده، به طوری که میزان آبشویی سرب برای خاک یک بعد از تیمار با هر دو نوع بایوچارها تا دو برابر کاهش یافته و مقدار آبشویی سرب برای خاک دو بیش از ۴ برابر کم شد. همچنین مقدار آبشویی کادمیوم برای خاک ۱ و خاک ۲ بعد از تیمار هر دو نوع بایوچار بیش از دو برابر کاهش یافت.

از سوی دیگر، بایوچار BC₂ مقدار آبشویی را نسبت به بایوچار BC₁ بیشتر کاهش داد. علت آن را می‌توان به حجم خلل و فرج کل بایوچار نسبت داد. از سوی دیگر، از آنجایی که BC₂ در دمای پایین (۴۰۰ درجه سانتی گراد) تهیه شد، گروه‌های عاملی بیشتر و قابلیت جذب بیشتری دارد. مقدار گروه‌های عاملی از جمله مانند هیدروکسیل، کربوکسیل، کربونیل، اتر و لاکتون بایوچارهایی که در دمای بالا تهیه می‌شوند کاهش می‌یابد (فاطمی و بچمن ۲۰۱۶). بایوچارهایی که در دمای پایین تهیه می‌شوند بخش آلی آن‌ها کربوکسیل بالایی داشته و در کاهش فراهمی زیستی فلزات مؤثرتر هستند (یوچیمیا و همکاران ۲۰۱۰).

منابع

استاندارد آلودگی منابع خاک و راهنمای آن ۱۳۹۲. سازمان حفاظت محیط زیست کشور.
پیرصاحب، م. ۱۳۸۶. بررسی فیزیکوشیمیایی و باکتریولوژی منابع تامین آب آشامیدنی شهر کرمانشاه. کنفرانس بررسی منابع آب استان کرمانشاه، شرکت آب منطقه ای کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.
علایی طالقانی، م.، سنجر، ف. و جلیلیان، آ. ۱۳۸۹. مکانیابی بهینه محل دفن بهداشتی پسماندهای جامد شهری به روش تجربی بر اساس ویژگیهای ژئومورفولوژی منطقه. صفحه‌های ۱۹ تا ۳۴. مطالعات و پژوهشهای شهری و منطقه‌ای سال دوم، شماره ۱ ششم.

Alloway B.J. 1995. In Heavy metals in soils, 2nd ed. Blackie Academic and professional: NewYork, pp 11-37.



- Bansode RR., Losso JN., Marshall WE., Rao RM. and Portier RJ. 2003. Adsorption of volatile organic compounds by pecan shell and almond shell-based granular activated carbons. *Bioresour Technol* 90: 175–184.
- Beesley L, Moreno-Jime´nez E, Gomez-Eyles JL, Harris E, Robinson B, Sizmur T. 2011. A review of biochars’ potential role in the remediation, revegetation and restoration of contaminated soils. *Environ Pollut*;159(12):3269e82.
- Chiu, K. K., Z. H. Ye and M. H. Wong. 2005. Enhanced uptake of As, Zn, and Cu by *Vetiveria zizanioides* and *Zea mays* using chelating agents, *Chemosphere* 60:1365–1375.
- Fatemi, A., and Thomas Bachmann, R., 2016. Biochar as heavy metal sequestration agent in various soils. 2nd International Congress on the Development of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran.
- Gaskin J.W., Steiner C., Harris K., Das K.C. and Bibens B. 2008. Effect of lowtemperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. *T. ASABE* 51, 2061–2069.
- Gee G. W. and J. W. Bauder. 1990. Particle size analysis. P. 383-411. In: A. Klute (ed.) *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties.* Monograph No. 9. 2nd ed. Medison, WI: SSSA.
- Houben, D, Evrard, L, Sonnet, Ph, 2013. Mobility, bioavailability and pH-dependent leaching of cadmium, zinc and lead in uncontaminated soil amended with biochar. *Chemosphere*.
- Hwang, I.H., Ouchi, Y., Matsuto, T., 2007. Characteristics of leachate from pyrolysis residue of sewage sludge. *Chemosphere* 68, 1913–1919.
- Lee CSI, Li X, Shi W, Cheung SCN, Thornton I. 2006. Metal contamination in urban, suburban, and country park soils of Hong Kong: A study based on GIS and multivariate statistics. *Science of the Total Environment*. 356(1): 45-61.
- Liao, M., L. Yun-kuo., Z. Xiao-min and H. Chang-yong. 2005. Toxicity of cadmium to soil microbial biomass and its activity: Effect of incubation time on Cd ecological dose in paddy soil. *J. Zhejiang Univ-Sc B*. 5: 324-330.
- Liu GS. 1996. *Physical and chemical analysis of soils and profile description.* Standard Publishing House, China.
- Martin J. A. R., Arias, M. L. and Corbi J. M.G., 2006. Heavy metals contents in agricultural topsoils in the Ebro basin (Spain). Application of the multivariate geostatistical methods to study spatial variations. *Environ Pollut*, 144(3), 1001-1012.
- McLean E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*, 199-224.
- Mirsal, I. A. 2008. *Soil Pollution. Origin, Monitoring and Remediation*, 2th (EDS), Springer Verlag Berlin Heidelberg. Germany, 115-172
- Nelson D.W., Sommers L.E., Sparks D.L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., ... & Sumner, M. E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of soil analysis. Part 3-chemical methods.*, 961-1010.
- Page, A.L., R.H. Miller., & D.R. Keeney. 1992. *Method of Soil Analysis. Part II: Chemical and Mineralogical Properties.* 2nd. SSSA pub., Madison, Wis.
- Rhoades J.D. 1982. Cation exchange capacity. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (eds.) *Methods of soil analysis. Part 2. Agron. Monogr. 9, Am. Soc. Agron., Madison, WI.* p. 149-157.
- Richards L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *Soil Science*, 78(2), 154.
- Strawn, D.G., and Sparks, D, L., 2000. Effects of Soil Organic Matter on the Kinetics and Mechanisms of Pb(II) Sorption and Desorption in Soil. Published in *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:144–156.
- Sunn, B., F. J. Zhao, E. Lombi and S. P. McGrath. 2001. Leaching of heavy metals from contaminated soils using EDTA. *Environ. Pollut.* 113:111-120.
- Thayalakumaran, T. Robinson, B.H. Vogeler, I. Scotter, D.R. Clothier, B.E., Percival, H.J. 2003. Plant uptake and leaching of copper during EDTA-enhanced phytoremediation of repacked and undisturbed soil, *Plant Soil* 254, 415-423.
- Uchimiya, M., Lima, I.M., Klasson, K.T., Wartelle, L.H., 2010. Contaminant immobilization and nutrient release by biochar soil amendment: roles of natural organic matter. *Chemosphere* 80: 935–940.
- Venegas A., Rigol A., Vidal M. 2015. Viability of organic wastes and biochars as amendments for the remediation of heavy metal-contaminated soils. *Chemosphere*, 119, 190–198.
- Vogeler, I. Thayalakumaran, T. 2005. Transport and reactions of EDTA in soils: and modeling, in: B. Nowack, J. VanBriesen (Eds.), *Biogeochemistry experiments of Chelating Agents*, ACS Symposium Series, vol. 910, pp. 316–335.
- Yuan, J. H., R. K. Xua and H. Zhang. 2011. The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. *Bioresour. Technol.* 102: 3488-3497.



Biochar application decreased lead and cadmium leaching from downhill soils of municipal disposal Sarab Ghanbar, Kermanshah

S. Zarei¹, A. Fatemi², M. Safaei Khorram³ and Z. Kolahchi⁴

^{1,2} Graduated MSc student and Assistant Professor of Soil Science Razi University, Assistant Professor of Environmental Toxicology Ton Duc Thang University, Assistant Professor of Soil Science Bu-Ali Sina University

Abstract

There is no information about lead (Pb) and cadmium (Cd) leaching from downhill soils of municipal disposal in Kermanshah city. This study was conducted to investigate Pb and Cd leaching from soils affected by wastewater of municipal waste and the effect of the application of two biochar types prepared from sawdust (BC₁) and apple wood (BC₂) in a laboratory scale experiment. Pb and Cd concentration in leachate were measured. The results showed that application of two biochars decreased 2 to 4 times Pb and Cd concentrations, respectively. BC₂ was more efficient in comparison with BC₁ which was related to more functional groups involved in Pb and Cd adsorption also attributed to more specific surface area, CEC and total pore volume of BC₂ than BC₁.

Keywords: biochar, leaching, Pb, Cd