



تأثیر بیوچار کاه و کلش گندم بر رشد گیاه کاهو (*Lactuca sativa* L.) در خاک آلوده شده به سرب

ندا مرادی^۱، میرحسن رسولی صدقیانی^۲ و ابراهیم سپهر^۳
^۱ دانشجوی دکتری، ^۲ استاد و ^۳ دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ارومیه

چکیده

برای بررسی اثر بیوچار تولیدشده از کاه و کلش گندم بر رشد گیاه کاهو آزمایشی در شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور شامل ۱) غلظت سرب (صفر، ۱۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، و ۲) مقدار بیوچار (صفر (B₀), ۲ (B₂) و ۵ (B₅) درصد وزنی/وزنی) در سه تکرار اجرا گردید. در پایان دوره رشد گیاه کاهو برخی از پارامترهای گیاه شامل وزن خشک بخش هوایی و ریشه، غلظت سرب ریشه و بخش هوایی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که افزایش سطح آلودگی سربی خاک باعث افزایش غلظت سرب بخش هوایی و ریشه شد. همچنین با افزایش مقدار بیوچار در خاک، وزن خشک ریشه و بخش هوایی افزایش یافت و غلظت سرب بخش هوایی و ریشه در تیمارها به‌طور معنادار بدین ترتیب کاهش یافت (B₅ < B₂ < B₀). به‌طور کلی، تأثیر بیوچار بر غلظت سرب در گیاه به مقدار بیوچار و غلظت فلز بستگی داشت.

واژه‌های کلیدی: آلودگی، بخش هوایی، ریشه، غلظت سرب

مقدمه

سرب (Pb) با مقدار معمول ۲ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک کم‌تر تحرک‌ترین عنصر سنگین در خاک محسوب می‌گردد. این عنصر از منابع مختلفی وارد چرخه حیات شده و باعث آلودگی محیط زیست و ایجاد اختلال در زندگی جانداران می‌شود. دامنه طبیعی غلظت سرب در گیاهان از ۲/۰ تا ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و حد بحرانی آن ۳۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (عباسپور و همکاران، ۱۳۸۶). با توجه به توسعه کشور در زمینه صنعت و فناوری و بالطبع افزایش روز افزون ضایعات و تولیدات فرعی کارخانجات و معادن و ورود آنها در زمینهای کشاورزی امکان گسترش آلودگی‌هایی را فراهم می‌سازد، لذا آگاهی از میزان آلودگی خاکهای ایران به این عناصر و اقدام در جهت رفع آن ضروری به نظر می‌رسد. جذب سرب بوسیله گیاه و ورود آن به زنجیره غذایی سلامتی انسان‌ها و حیوانات را به گونه‌ای جدی تهدید می‌کند. انتقال سرب به دلیل پیوندهای قوی آن از طریق فرآیندهای جذب سطحی، تبادل کاتیونی، رسوب و تشکیل کمپلکس با مواد آلی در ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری بخش روپین خاک متوقف می‌گردد. یکی از راه‌حل‌ها برای کاهش اثرات منفی عناصر سنگین، تثبیت فلزات سنگین در خاک می‌باشد (Immobilization) که خطر ورود عناصر سنگین را به چرخه غذایی موجودات زنده کاهش می‌دهد. این روش به‌وسیله افزودن برخی اصلاح‌کننده‌ها از جمله کانی‌های رسی، مواد آلی و آهکی و کانی‌های فسفات خاک به خاک انجام می‌شود (Park et al., 2011).

بیوچار یک نوع ماده آلی تهیه شده از زیست توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که سوختن آنها در حضور کم و یا عدم حضور اکسیژن انجام می‌شود، این ماده به علت سرعت تجزیه بسیار کند نسبت به سایر مواد آلی ظرفیت زیادی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای از قبیل دی‌اکسید کربن و متان که از ضایعات آزاد می‌شود، دارد و می‌تواند کربن را برای دوره‌های طولانی ذخیره کند (Lehmann et al., 2006) یکی از ویژگی‌های بیوچار داشتن سطح جذب بالا است که به معنی ظرفیت بالا برای کمپلکس فلزات سنگین در سطح آنهاست. جذب سطحی فلزات سنگین روی بیوچار در موارد متعددی با استفاده از میکروسکوپ روبشی الکترونیکی (SEM) مشاهده شده است (Lu et al., 2012). این جذب می‌تواند به دلیل کمپلکس فلزات سنگین با گروه‌های عامل مختلف موجود در بیوچار باشد. کربوکسیل، فنولیک هیدروکسیل و دیگر گروه‌های عاملی که شامل اکسیژن‌های سطحی‌اند، بیوچار را قادر می‌سازند تا آلاینده‌گی حاصل از آلاینده‌های آلی را کاهش دهد (Yu et al., 2009). بیوچار بر روی سطح خود دارای گروه‌های عاملی آلی است و بار منفی گروه‌های عاملی در طول زمان و در طی اکسیداسیون در خاک افزایش می‌یابد تشکیل گروه‌های عاملی و مکانهای جذب بر روی سطوح و منافذ بیوچار، ظرفیت تبادل کاتیونی را تحت تأثیر

قرار می‌دهد (Cheng et al., 2008)، و به دنبال آن پتانسیل بیوچار را برای ایجاد کمپلکس با یون‌های فلزی افزایش می‌دهد (Baldock and Smernik, 2002) تعدادی مطالعات در هر دو مقیاس آزمایشگاهی و مزرعه‌ای نشان دادند که بیوچار می‌تواند بطور معنی‌دار تحرک و قابلیت فراهمی زیستی فلزات سنگین را در خاک کاهش دهد (Lu et al., 2014; Jiang et al., 2012). بنابراین با توجه به اثرات مخرب عنصر سرب در خاک و همچنین اثر قابل توجه بیوچار بر کاهش فراهمی آن در خاک، در این مطالعه اثر بیوچار بقایای کاه و کلش گندم بر رشد گیاه کاهو در خاک‌های آلوده شده به سرب مورد مطالعه قرار گرفت. اکثر مطالعات بیوچار در خاک‌های اسیدی و در شرایط آب و هوایی مرطوب انجام شده‌اند، لذا مطالعه حاضر در یک خاک آهکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

خاک مورد مطالعه

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت	سیلت	شن	رس	OC	CCE	CEC (cmolc kg ⁻¹)	pH	EC dS m ⁻¹	Pb کل mg kg ⁻¹
لوم سیلتی	۲۱	۵۲	۲۷	۰/۶۴	۲۶	۲۳/۵۲	۷/۸۵	۰/۶۶	۳۱

CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی؛ EC: هدایت الکتریکی خاک؛ CCE: کربنات کلسیم معادل.

تهیه و اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی بیوچار

برای تهیه بیوچار، بقایای کاه و کلش گندم جمع‌آوری، (اندازه ۲۰-۱۰ میلی متر) خرد و با آب مقطر شسته شدند. سپس به مدت ۲ روز در دمای ۷۵ درجه سلسیوس داخل آن قرار داده شدند. سپس بقایا در داخل استوانه فلزی به قطر ۷ و ارتفاع ۳۱ سانتی متر در داخل کوره الکتریکی قرار گرفت. بقایا به مدت ۲ ساعت در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس در شرایط بدون حضور گاز اکسیژن با سرعت افزایش دمای ۳ درجه سلسیوس بر دقیقه نگهداری شدند. سپس بیوچارها برای تعیین ویژگی‌های شیمیایی از الک نیم میلی متر عبور داده شدند. سپس برخی از ویژگی‌های بیوچارها مانند pH (در نسبت ۱:۲۰ آب و بیوچار) (Rajkovich et al., 2012)، هدایت الکتریکی (در نسبت ۱:۲۰ آب و بیوچار) (Rajkovich et al., 2012)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات آمونیوم اصلاح شده یک مولار (pH=7) (Gaskin et al., 2008)، خاکستر (Ash%) (بیوچار ASTM D1762-84)، سرب کل به روش سوزاندن خشک و قرائت با دستگاه جذب اتمی و کربن، نیتروژن و هیدروژن کل به روش سوزاندن خشک با دستگاه ECS 4010 CHNSO Analyzer اندازه‌گیری شدند.

آزمایش گلدانی

برای مطالعه تأثیر بیوچار بر رشد گیاه کاهو یک آزمایش گلدانی اجرا شد. غلظت سرب با توجه به حدود غلظت مجاز سرب در خاک انتخاب شد به گونه‌ای که دامنه‌ای از غلظت صفر آن فلز تا چند برابر غلظت مجاز را بپوشاند. برای آلوده کردن خاک ابتدا مقدار لازم سرب (۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) از منبع نیترات سرب محاسبه شد و به ۳ کیلوگرم از خاک افزوده شد و کاملاً با آن مخلوط گردید. نیتروژن افزوده شده به خاک توسط نمک نیترات سرب، با افزودن مقادیر محاسبه شده نیترات آمونیوم به تیمارها تصحیح شد. رطوبت مخلوط خاک و سرب به ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای رسانده شد و به مدت ۵ ماه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شد. سپس بیوچار کاه و کلش گندم در مقادیر ۲ و ۵ درصد با خاک مخلوط و به رطوبت ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای رسانده و به مدت ۴ هفته در دمای ۲۵ درجه سلسیوس انکوباسیون شدند (در طول دوره انکوباسیون کاهش رطوبت توسط آب مقطر از طریق وزن کردن تیمارها جبران شد). سپس ۵۰۰ گرم از هریک از خاک‌های تیمار شده به گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۱۰ و ارتفاع ۱۰ سانتی متر ریخته شد و نشاء گیاه کاهو به هر یک از گلدان‌ها انتقال داده شدند. وزن هر گلدان در رطوبت ظرفیت مزرعه بر روی آن یادداشت شد تا در مراحل بعدی آبیاری برای جلوگیری از هر

گونه تنش رطوبتی آبیاری گردد. ۶۰ روز بعد از انتقال نشاء گیاه برداشت شد و وزن خشک ریشه و بخش هوایی گیاه کاهو و غلظت سرب در ریشه و بخش هوایی گیاه (Kim et al., 2010a)، اندازه گیری شدند. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور غلظت سرب (صفر، ۱۰۰ و ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) و مقدار بیوچار (صفر (B₀), ۲ (B₂) و ۵ (B₅) درصد وزنی/وزنی) با سه تکرار در گیاه کاهو اجرا گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده از این پژوهش شامل تست نرمال بودن و تجزیه واریانس از نرم افزارهای MSTATC استفاده شد و مقایسه میانگین از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام گرفت. ترسیم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های بیوچارهای مورد استفاده

بعضی از ویژگی‌های بیوچار تولید شده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. بیوچار تولیدی دارای pH قلیایی و دارای مقدار کربن کل بالا و نیتروژن کل پایین است. بیوچار کاه و کلش گندم دارای مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی است.

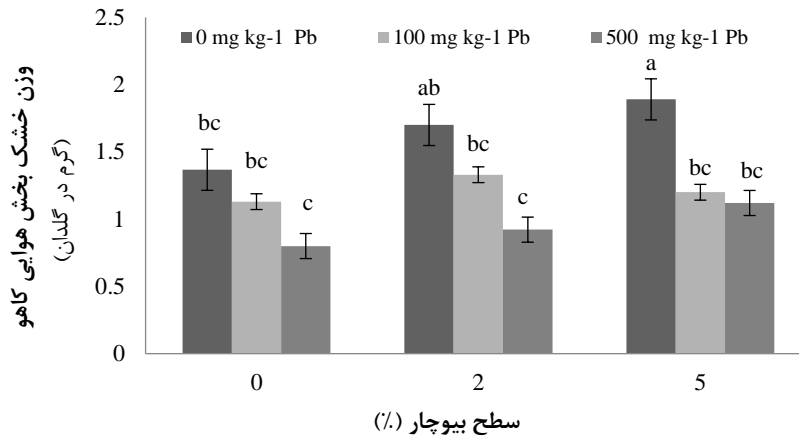
جدول ۲- برخی ویژگی‌های بیوچار تولید شده از بقایای کاه و کلش گندم

Pb کل mg kg ⁻¹	pH	EC dS m ⁻¹	CEC cmolc kg ⁻¹	N			H %	خاکستر
				C	H			
۳/۲۹	۹/۹۴	۰/۶۸	۵۹/۰۹	۰/۲۲	۶۴/۳۱	۳/۸۹	۲۲/۹۸	

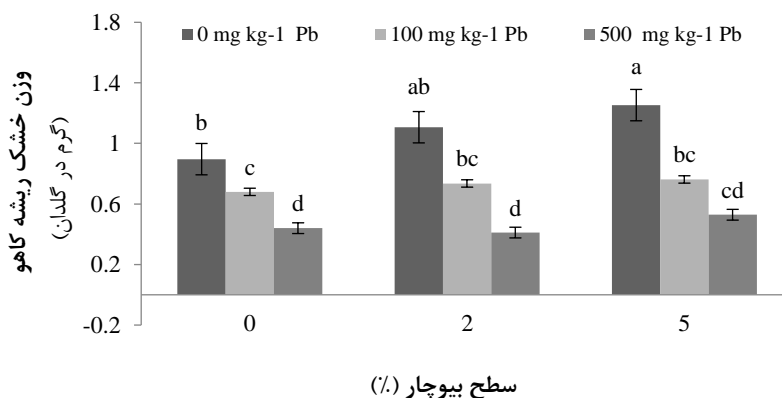
تأثیر بیوچار بر وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاه کاهو

مقایسه میانگین اثر متقابل مقدار بیوچار کاه و کلش گندم و غلظت سرب بر وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاه کاهو در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین نشان دادند که مقدار بیوچار تأثیر مثبتی بر وزن خشک ریشه و بخش هوایی کاهو داشت. وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاه کاهو در همه غلظت‌های سرب اضافه شده، با افزایش مقدار بیوچار به طور معنادار افزایش نشان داد. همچنین با افزایش غلظت سرب اضافه شده، وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاه کاهش یافت. میانگین وزن خشک بخش هوایی گیاه کاهو در مقادیر بیوچار ۲ و ۵ درصد در مقایسه با مقدار صفر بیوچار (B₀) به ترتیب ۱۹/۸ و ۲۷/۷ درصد افزایش یافت (شکل ۱). میانگین وزن خشک ریشه گیاه کاهو در سطح بیوچار ۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد (صفر)، ۲۶/۲ درصد افزایش نشان داد (شکل ۲).

مطالعات اخیر نشان داده‌اند، افزودن بیوچار به خاک‌های آلوده به فلزات سنگین باعث کاهش جذب و سمیت فلزات سنگین برای گیاهان و افزایش رشد گیاه می‌شود (Park et al., 2011; Zhang et al., 2013b). Matovic (۲۰۱۰) بیان کرد که مقدار بهینه برای افزودن بیوچار در خاک‌های کشاورزی بین ۱ و ۵ درصد است. Huben و همکاران (۲۰۱۲) به افزایش زیست توده گیاه کلزا در اثر کاربرد بیوچار اشاره کرده‌اند. Lu و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند، بیوچار بامبو و کاه و کلش برنج به-طور معنادار باعث افزایش وزن خشک بخش هوایی گیاه در خاک‌های آلوده به فلزات کادمیم و سرب شدند که ممکن است به-دلیل تأثیر در کاهش سمیت فلزات سنگین از طریق بهبود pH خاک و افزایش زیست‌فراهمی فسفر خاک باشد. Karami و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند، بهبود عملکرد ماده خشک گیاهان خردل هندی و چمن در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین تیمار شده با بیوچار کود دامی و بقایای سبزی، به دلیل توانایی بیوچار برای افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش سمیت زیستی فلزات بود.



شکل ۱- مقایسه میانگین تأثیر مقدار بیوچار و سطح سرب بر وزن خشک بخش هوایی گیاه کاهو میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار دارند.



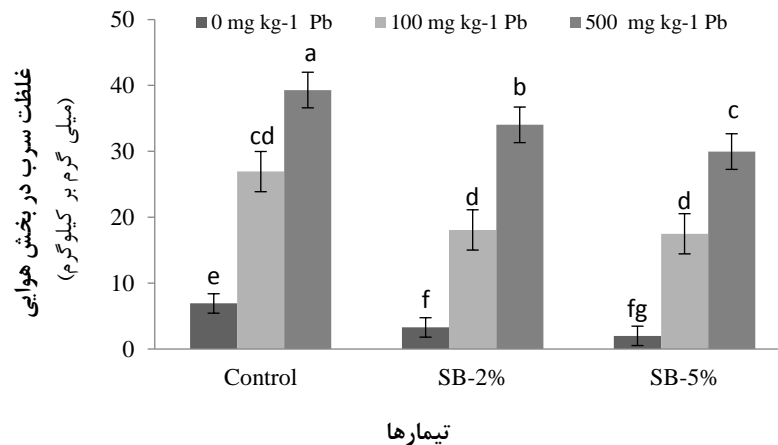
شکل ۲- مقایسه میانگین تأثیر مقدار بیوچار و سطح سرب بر وزن خشک ریشه گیاه کاهو میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار دارند.

تأثیر بیوچار بر غلظت سرب در بخش هوایی و ریشه گیاه کاهو

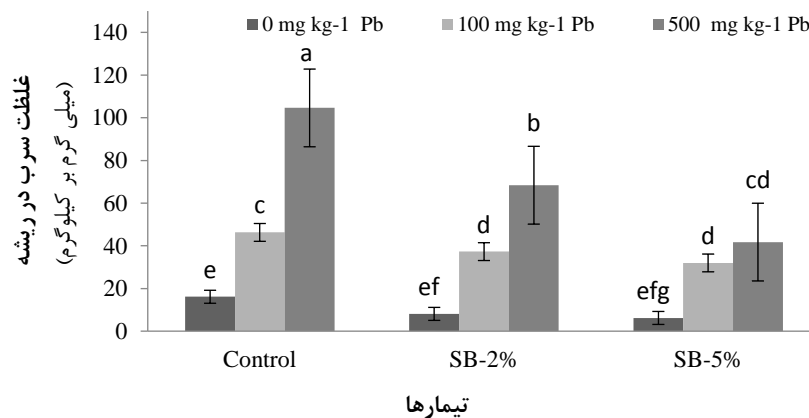
مقدار بیوچار کاه و کلش گندم (SB) تأثیر معنی‌دار بر غلظت سرب در بخش هوایی گیاه و ریشه کاهو داشت (شکل ۳ و ۴). غلظت سرب در بخش هوایی و ریشه کاهو با افزایش مقدار بیوچار به طور معنادار کاهش نشان داد. ولی غلظت سرب در بخش هوایی و ریشه با افزایش سطح سرب افزوده شده به خاک به طور معنا دار افزایش یافت. میانگین غلظت سرب بخش هوایی گیاه کاهو در سطح ۲ و ۵ درصد بیوچار در مقایسه با تیمار شاهد (صفر)، به ترتیب ۳۲/۱ و ۴۷/۹ درصد کاهش یافت (شکل ۳). با کاربرد مقدار ۵ درصد بیوچار کاه و کلش گندم بیشترین کاهش در غلظت سرب ریشه گیاه مشاهده شد. به طوریکه غلظت سرب ریشه در بالاترین غلظت سرب افزوده شده ($500 \text{ mg pb kg}^{-1}$) در مقدار ۵ درصد بیوچار در مقایسه با شاهد (بدون بیوچار)، ۲/۵ برابر کاهش یافت.

Zheng و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزودن بیوچار ۵ درصد کاه و کلش سبب بیشترین کاهش در غلظت سرب بخش هوایی برنج شد. Kim و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان دادند، غلظت سرب با کاربرد بیوچار در بافت کاهو کاهش یافت. در مطالعه حاضر کاهش معنادار در غلظت سرب در بخش هوایی و ریشه گیاه با افزودن بیوچار را می‌توان به (۱) رسوب سرب (Ahmad et al., 2012) و (۲) جذب سطحی فلزات سنگین توسط بیوچار (Namgay and Singh, 2010) نسبت داد. بیوچار سبب عدم تحرک و تثبیت فلزات شده و همین عامل می‌تواند سبب کاهش غلظت فلز در گیاه شود. همچنین اکسیداسیون کربن

آروماتیک و شکل‌گیری گروه‌های عاملی کربوکسیلیک در طول اکسیداسیون بیوچار، CEC خاک را افزایش می‌دهد و احتمالاً باعث تشکیل کمپلکس‌های پایدار بیوچار- فلز سنگین در خاک می‌شود (Liang et al., 2006).



شکل ۳- مقایسه میانگین تأثیر مقدار بیوچار و سطح سرب بر غلظت سرب در بخش هوایی گیاه کاهو میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار دارند.



شکل ۴- مقایسه میانگین تأثیر مقدار بیوچار و سطح سرب بر غلظت سرب در ریشه گیاه کاهو میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار دارند.

با توجه به نتایج موجود می‌توان بیان کرد که افزایش غلظت سرب سبب کاهش رشد گیاه و افزایش غلظت آن در گیاه کاهو شده است. اما کاربرد بیوچار موجب کاهش معنی‌دار غلظت سرب در ریشه و اندام هوایی در مقایسه با تیمار شاهد گردید و بهبود رشد گیاه کاهو شد. در کل با توجه به نتایج موجود، می‌توان گفت که استفاده از بیوچار یک روش مناسب برای مدیریت ضایعات کشاورزی و کاهش آلودگی خاک می‌باشد. بیوچار موجب افزایش بهره‌وری محصول و تولیدات کشاورزی می‌گردد.

منابع

عباس پور، ع. ۱۳۸۶. اثرات پودر یونجه، شوری و ردکس بر توزیع گونه‌ها و شکل‌های کادمیوم و سرب در تعدادی خاک‌های آلوده. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

Ahmad M., Soo Lee S., Yang J.E., Ro H.M., Han Lee Y. and Sik Ok Y. 2012. Effects of soil dilution and amendments (mussel shell, cow bone, and biochar) on Pb availability and phytotoxicity in military shooting range soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 79: 225-231.



- Cheng C.H., Lehmann J. and Engelhard M.H. 2008. Natural oxidation of black carbon in soils: changes in molecular form and surface change along a climosequence. *Geochim Cosmochim Acta*, 72:1598–1610.
- Gaskin J.W., Steiner C., Harris K., Das K.C. and Bibens B. 2008. Effect of Low Temperature Pyrolysis Conditions on Biochars for Agricultural Use. *Transactions of the ASABE*, 51(6): 2061-2069.
- Houben D., Evrard L. and Sonnet P. 2012. Beneficial effects of biochar application to contaminated soils on the bioavailability of Cd, Pb and Zn and the biomass production of rapeseed (*Brassica napus L.*). *Biomass and bioenergy*, 57: 196-204.
- Jiang J., Xu R.K., Jiang T.Y. and Li Z. 2012. Immobilization of Cu(II), Pb(II) and Cd(II) by the addition of rice straw derived biochar to a simulated polluted Ultisol. *Journal of Hazardous Materials*, 229–230, 145–150.
- Jiang T.Y., Jiang J., Xu R.K. and Li Z. 2013a. Adsorption of Pb(II) on variable charge soils amended with rice-straw derived biochar. *Chemosphere*, 89: 249–256.
- Karami N.R., Clemente E., Moreno-Jiménez N., Lepp L. and Beesley L. 2011. Efficiency of green waste compost and biochar soil amendments for reducing lead and copper mobility and uptake to ryegrass. *Journal of Hazardous Materials*, 191: 41 – 48.
- Kim K.R., Owens G. and Kwon S.I. 2010a. Influence of Indian mustard (*Brassica juncea*) on rhizosphere soil solution chemistry in longterm contaminated soils: a rhizobox study. *Journal of Environmental Sciences*, 22:98–105.
- Kim H.S., Kim K.R., Kim H.J., Yoon J.H., Yang J., Ok Y., Owens G. and Kim K.H. (2015). Effect of biochar on heavy metal immobilization and uptake by lettuce (*Lactuca sativa L.*) in agricultural soil. *Environmental Earth Sciences*, 74: 1249–1259
- Lehmann J., Gaunt J. and Rondon M. 2006. Biochar sequestration in terrestrial ecosystems: a review. *Mitig Adapt Strategy Global Change*, 11: 403–27.
- Liang B., Lehmann J., Solomon D., Kinyangi J., Grossman J., O'Neill B., Skjemstad J., Thies J., Luizao F. and Petersen J. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Science Society of America*, 70: 1719–1730.
- Lu H., Zhang Y.Y., Huang X., Wang S. and Qiu R. 2012. Relativedistribution of Pb²⁺ sorption mechanisms by sludge-derivedbiochar. *Water Research*, 46: 854–862.
- Lu W., Ding W. and Zhang J. 2014. Biochar suppressed the decomposition of organic carbon in a cultivated sandy loam soil: a negative priming effect. *Soil Biology & Biochemistry*, 76: 12–21.
- Matovic D. 2010. Biochar as a viable carbon sequestration option: global and Canadian perspective. *Energy*, 36: 2011–2016.
- Namgay T. and Singh B. 2010. Influence of biochar application to soil on the availability of As, Cd, Cu, Pb and Zn to maize (*Zea mays L.*). *Australian Journal of Soil Research*, 48: 638 - 647.
- Rajkovich S., Enders A., Hanley K., Hyland C., Zimmerman A.R. and Lehmann J. 2012. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. *Biology and Fertility of Soils*, 48: 271–284.
- Park J.H., Choppala G.K., Bolan N.S., Chung J.W. and Chuasavathi T. 2011. Biochar reduces the bioavailability and phytotoxicity of heavy metals. *Plant Soil*, 348:439–451.
- Yu X.Y., Ying G.G. and Kookana R.S. 2009. Reduced plant uptake of pesticides with biochar additions to soil. *Chemosphere*, 76: 665–671.
- Zheng R.L., Cai C., Liang J.H., Huang Q., Chen Z., Huang Y.Z., Arp H.P.H. and Sun G.X. 2012. The effects of biochars from rice residue on the formation of iron plaque and the accumulation of Cd, Zn, Pb As in rice (*Oryza sativa L.*) seedlings. *Chemosphere*, 89: 856–862.

Effects of wheat straw biochar on growth of Lettuce plant (*Lactuca sativa L.*) in a lead spiked soil

N. Moradi¹, M. Rasouli-Sadaghiani² and E. Sepehr³

¹PhD Student, ²Professor and ³Associate department of Soil Science, Urmia University

Abstract

In order to investigate the effects of biochar derived from wheat straw on growth of lettuce plants an experiment was conducted in greenhouse condition. The factors examined include: 1) the concentration of Pb (0, 100 and 500 mg kg⁻¹) and 2) biochar level (0 (B₀), 2 (B₂) and 5 (B₅) % w/w) respectively. At the end of the lettuce growth period, some parameters including shoot dry weight, root dry weight, Pb concentration in root and shoot were measured. The results showed that increase of the intensive as the level of soil Pb pollution raised, Pb concentration of shoots and roots increased. Furthermore, with the increasing level of biochar in soil, root and shoot dry weight were increased and Pb concentration of roots and shoots were decreased in treatments (B₅< B₂< B₀). Therefore biochar impact on decreasing Pb concentration of root and shoot depends on biochar application amount and metal concentrations.

Keywords: Pollution, shoot, root, Pb concentration