تثبیت و کاهش زیستفراهمیکادمیم در یک خاک آهکی با بهسازهای مختلف

محبوب صفاری [۱]، نجفعلی کریمیان [۲]، عبدالمجید رونقی [۲]
۱- دانشجوی دکتری بخش علوم خاک دانشگاه شیراز ۲-استادان بخش علوم خاک، دانشگاه شیراز

چکیده
تحقیق حاضر به منظور بررسی اثرات کوتاه مدت همزمان بهسازهای مختلف و پساب فاضلاب شهری بر جذب کادمیم بوسیله ذرت انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار بهساز (بیوچار تولید شده از سبوس برنج در دماهای ۳۰۰ (B۳۰۰) و ۶۰۰ (B۶۰۰) درجه سلسیوس، خاکستر بادی زغال سنگ (CFA)، و بدون اعمال بهساز) در دو سطح (۲ و ۵٪) تحت آبیاری با آب مقطر و پساب فاضلاب شهری انجام گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که کاربرد بیوچارهای تولیدی در هر دو دما سبب کاهش غلظت و جذب کل کادمیم در ذرت شده بود. همچنین آبیاری با پساب فاضلاب سبب افزایش غلظت کادمیم و کاهش جذب کل کادمیم در گیاه ذرت شد. به نظر می رسد که کاربرد بیوچارهای تولیدی B۳۰۰ و B۶۰۰ می توانند به طور موثری سبب کاهش قابلیت دسترسی کادمیم در مقایسه با بهساز خاکستر بادی زغال سنگ شوند.

واژه های کلیدی: بیوچار، خاکستر بادی زغال سنگ، کادمیم،زیست فراهمی، همدمای جذب سطحی

مقدمه
تثبیت شیمیایی یک تکنیک مناسب برای کاهش انحلال آلاینده ها در خاک می باشد. هدف اصلی از تثبیت عناصر سنگین،کاهش غلظت بخش سمی عناصر با قابلیت تحرک و دسترسی بالا برای گیاهان و پتانسیل آبشویی بالا میباشد (کومپین و همکاران، ۲۰۰۷). کادمیم یکی از عناصر سنگین در خاک محسوب می شود که مقادیر حداقل آن می تواند سبب آلودگی های زیست محیطی شود. تثبیت شیمیایی یک تکنیک مناسب برای کاهش انحلال آلاینده ها در خاک می باشد. مطالعات وسیعی در جهت کاهش تحرک و قابلیت دسترسی کادمیم در خاک بوسیله ثبیت کننده های مختلفی از جمله ترکیبات فسفاته، بیوسالیدها، ترکیبات آهن و منگنز از جمله هیدروکسیدها و آهن صفر ظرفیتی و آهک انجام گرفته است. کاهش تحرک کادمیم از طریق تشکیل باندهای شیمیایی و ایجاد ترکیبات پایدار در نتیجه استفاده از تثبیت کنندههای آلی انجام میگیرد (کاباتا پندیاس، ۲۰۱۰). از طرف دیگر استفاده از بهسازهای غیرآلی از طریق تبادل یونی، تشکیل کمپلکس سطحی و اثرات متقابل هیدروفوبیک و الکترواستاتیک سبب کاهش تحرک کادمیم در خاک میشوند. تغییرات قابلیت دسترسی کادمیم در خاک های آهکی به دلیل بالا بودن میزان کربنات کلسیم نسبت به خاک های غیر آهکی متفاوت است. همچنین کاربرد پساب فاضلاب به عنوان منبعی غنی از ترکیبات آلی و کاهش دهنده پ هاش خاک می تواند تغییرات متعددی در رفتار کادمیم در خاک های آهکی داشته باشد. با توجه به مقدمه گفته شده، اثر کاربرد دو نوع بیوچار تولید شده در دماهای مختلف ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس (به عنوان بهسازهای آلی) و بهساز خاکستر بادی زغال سنگ و همچنین آبیاری با پساب فاضلاب شهری بر زیست فراهمی کادمیم بوسیله ذرت مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
نمونه برداری خاک از افق سطحی (cm۳۰-۰) سری دانشکده واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آن بررسی شد (جدول ۱).

جدول ۱-برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

خصوصیات	مقدار
سیلت (درصد)	۳۸
رس (درصد)	۳۵
پ هاش خمیر اشباع	۸/۷
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)	۶۵/۰

ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول (+) بر کیلوگرم)	۸/۱۵
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۵/۳۹
ماده آلی (درصد)	۴/۱
کادمیم استخراجی با DTPA (میلیگرم بر کیلوگرم)	ناچیز
کادمیم کل (میلیگرم بر کیلوگرم)	۶۵/۰

جهت بررسی اثر مقادیر مختلف خاکستر بادی زغال سنگ و بیوچارهای تولید شده از سبوس برنج در کاهش زیست فراهمی کادمیم برای گیاه ذرت، به نمونههای خاک تهیه شده مقادیر ۱۵۰ میلیگرم بر کیلوگرم کادمیم از منبع نمک اضافه و سپس مقادیر ۲ و ۵ درصد از منابع خاکستر بادی زغال سنگ و بیوچارهای تولید شده از سبوس برنج در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس به هر خاک آلوده شده جداگانه افزوده و به مدت ۲ هفته تحت شرایط رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری شد. نمونه جداگانه ای بدون اعمال تیمار بهساز جهت مقایسه اثرات بهسازها بر تثبیت عناصر سنگین نیز آماده و بعنوان چهارمین بهساز در طرح آماری مورد استفاده تحت کشت گیاه ذرت قرار گرفت. طرح آماری مورد استفاده در این بخش به صورت فاکتوریل (سه فاکتور) در قالب طرح کاملا تصادفی (۴ بهساز، ۲ سطح، ۲ منبع آبیاری، سه تکرار) میباشد. پس از آن خاکها به داخل گلدانها منتقل شد و بذر ذرت با قوه نامیه بالا در گلدانها کاشته شد. آبیاری گلدانها جداگانه تحت تیمارهای آب مقطر و پساب فاضلاب به مدت ۸ هفته انجام گرفت. پس از گذشت این زمان، گیاهان برداشت و جهت بررسی مقادیر غلظت و مقادیر جذب شده از عنصر کادمیم به آزمایشگاه انتقال داده شد. جدول ۲ برخی خصوصیات شیمیایی بهسازهای مورد مطالعه را نشان می دهد.

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی بهسازهای مورد استفاده

نوع بهساز	خصوصیات					
	(%) Bao*	((%) CaO*	(%) Fe۲O۳*	(%) TiO۲*	(%) Al۲O۳*	(%) SIO۲*
CFA	۱۵/۰	۵۶/۴	۷۳/۶	۹/۰	۳۲/۲۷	۴۷/۴۶
	(%) P۲O۵*	(%) SO۳*	(%) Na۲O*	(%) K۲o*	(%) Mgo*	(%) Sro*
	۶/۴	۶/۴	۸۲/۰	۴۲/۳	۳۲/۲	۱۴/۰
	(%) O**	(%) N**	(%) H**	(%) C**	pH	(%) Mn۳O۴*
	۹۶/۰	۹۲/۳	۳.۸	۶۷	۱/۹	۸۲/۰
	H/C	(%) N**	(%) H**	(%) C**	EC (dS m-۱)	pH
B۳۰۰	۰۵/۰	۵۲/۱	۱۱/۲	۵۷/۴۱	۱/۱۳	۲/۶
B۶۰۰	۰۳/۰	ناچیز	۵۵/۱	۹۹/۴۸	۲/۲۱	۷/۸

X-ray fluorescence (XRF) analyzer اندازه گیری شده بوسیله دستگاه*

CHN analyzer اندازه گیری شده بوسیله دستگاه **

نتایج و بحث

مقادیر بدست آمده از نتایج تجزیه واریانس اثر انواع بهساز، سطوح بهساز و نوع منبع آبیاری بر غلظت کادمیم اندام هوایی گیاه ذرت نشان داد که عوامل ذکر شده، به استثنای سطوح بهسازها، و اثر متقابل این عوامل به ترتیب از لحاظ آماری در سطح یک و ۵ درصد معنیدار است (جدول ۳). همچنین نتایج تجزیه واریانس از اثر این عوامل بر میزان جذب کادمیم بوسیله ذرت نشان داد که اثر عوامل نوع بهساز و منبع آبیاری و اثر متقابل هر سه عامل سبب تفاوت معنیدار در سطح یک درصد از لحاظ آماری شد، اما اثر سطوح بهسازها (۲ و ۵%) از نظر آماری معنیدار نشد (جدول ۳).

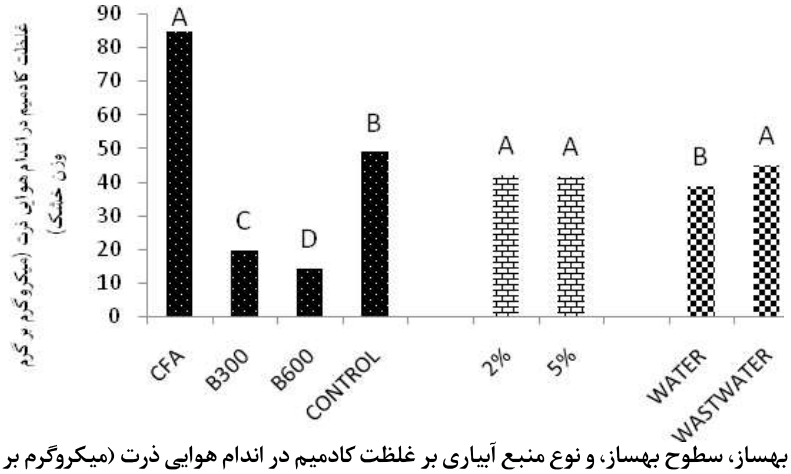
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر بهساز، سطوح بهساز، و منبع آبیاری بر غلظت و جذب کادمیم در شاخساره گیاه ذرت

	میانگین مربعات		
منابع تغییرات	درجه آزادی	غلظت کادمیم	جذب کادمیم

بهساز	۳	**۱۲۵۳۵.۹۴۸	**۳۶۱۵.۳۷
سطوح بهساز	۱	ns۰.۸۶۷	ns۶۵.۵۶
منبع آبیاری	۱	**۴۷۲.۶۹۶	**۱۵۶۸.۹۷
بهساز× سطوح بهساز	۳	۴۶.۹۸۵ns	ns۱۳۶.۷۲
بهساز× منبع آبیاری	۳	**۳۱.۶۰۹	*۶۱۱.۷۵
سطوح بهساز× منبع آبیاری	۱	**۱۰.۴۰۷	**۱۶.۸۵
بهساز×سطوح بهساز× منبع آبیاری	۳	*۳.۱۷۶	**۳۲.۴۱
خطا	۳۲	۶.۰۸۹	۵۶.۱۸

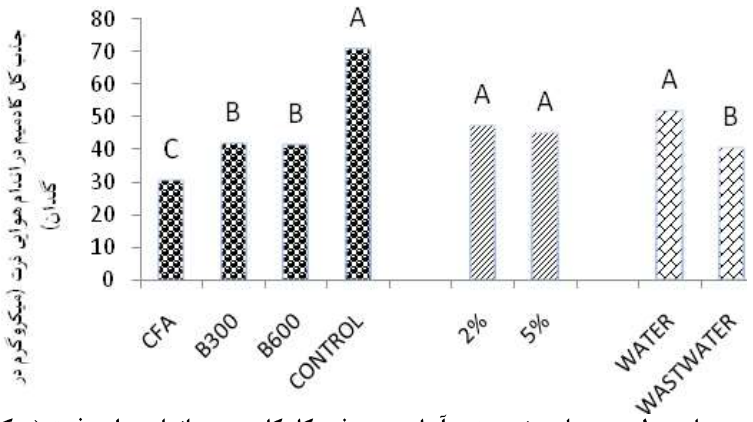
معنی دار نیست :ns و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد **

میانگین دادهها از اثر نوع بهسازهای متفاوت بر میزان غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان داد (شکل ۱) غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت کشت شده در خاکهای تیمار شده با بیوچارهای تولید شده در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس به طور معنیداری کمتر از خاکهای شاهد و تیمار شده با خاکستر بادی زغال سنگ میباشد.



.شکل ۱- اثر نوع بهساز، سطوح بهساز، و نوع منبع آبیاری بر غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

کاربرد بیوچارهای تولید شده در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس در خاک سبب کاهش ۶/۵۹ و ۷۱ درصدی غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت در مقایسه با نمونه شاهد شده است. در طرف مقابل کاربرد خاکستر بادی زغال سنگ سبب افزایش غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت در مقایسه با نمونه شاهد شده است، به نحوی که افزایش ۵/۷۳ درصدی از غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت مشاهده شد. از آنجا که کاربرد خاکستر بادی زغال سنگ سبب کاهش زیاد از وزن تر و خشک گیاه ذرت شده بود، لذا افزایش غلظت کادمیم به مانند افزایش سایر عناصر در گیاه دور از انتظار نبود. میانگین مقادیر بدست آمده از کاربرد سطوح بهسازها بر میزان غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان داد که بین سطوح ۲ و ۵ درصد از نظر آماری تفاوت معنیداری وجود ندارد (شکل ۱). بررسی اثر منابع مختلف آبیاری بر غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان از افزایش میزان غلظت کادمیم در گیاه پس از کاربرد پساب فاضلاب در مقایسه با تیمار آب مقطر دارد. کاربرد پساب فاضلاب سبب افزایش ۹/۱۳ درصدی غلظت کادمیم در مقایسه با تیمار آب مقطر شده است.میانگین دادهها بدست آمده از اثر نوع بهسازها بر میزان جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان داد (شکل ۲) که در خاکهای تیمار شده با بهسازهای مختلف، میزان جذب کل کادمیم در ذرت دارای مقادیر کمتر و معنیداری در مقایسه با نمونه شاهد میباشند. کاربرد خاکستر بادی زغال سنگ، بیوچارهای تولید شده در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس در خاک به ترتیب سبب کاهش ۱۲/۵۷، ۱۸/۴۱، و ۷/۴۱ درصدی جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت در مقایسه با نمونه شاهد شده است. میانگین مقادیر بدست آمده از افزایش سطوح بهسازها بر میزان جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان داد که بین سطوح ۲ و ۵ درصد به کار برده شده، تفاوت آماری معنیداری وجود ندارد (شکل ۲). بررسی اثر منابع آبیاری بر جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان داد که افزایش پساب فاضلاب سبب کاهش معنیدار ۲۲ درصدی جذب کل کادمیم در مقایسه با تیمار آب مقطر شده است.



.شکل ۲- اثر نوع بهساز، سطوح بهساز، و نوع منبع آبیاری بر جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت (میکروگرم در گلدان)

هوبن و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثرات خاکستر بادی زغال سنگ بر تحرک عناصر مختلف نشان دادند که کادمیم، روی و سرب قابل دسترس گیاه درنتیجه کاربرد خاکستر بادی زغال سنگ کاهش معنی داری نشان دادند که دلیل این کاهش را، افزایش پهاش خاک در نتیجه کاربرد خاکستر بادی زغال سنگ بیان کردند. هوبن و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر بیوچار تولید شده (در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس در مدت زمان سی دقیقه با پهاش ۲۴/۱۰)، از منبع کاه کلش بقایای گیاهی (در سطوح ۱، ۵، ۱۰%) و بهساز آهک، بر قابلیت دسترسی سرب، کادمیم، و روی بوسیله گیاه کلزا در یک خاک آلوده (پهاش ۵/۶) به این عناصر نشان دادند که کاربرد سطوح ۵ و ۱۰ درصد بیوچار سبب کاهش غلظت عناصر در گیاه کلزا شده است، بطوری که کاربرد بیوچار در سطوح ۵ و ۱۰ درصد به ترتیب سبب کاهش ۴۷ و ۷۵ درصدی برای کادمیم، کاهش ۶۵ و ۹۱ درصدی برای روی، و کاهش ۳۳ و ۵۹ درصدی برای سرب، در مقایسه با تیمار شاهد شده بود. همچنین این نویسندگان بیان کردند که کاربرد آهک نیز بمانند کاربرد بیوچار ۱۰% دارای نتایج مشابه ای بوده است. به طور کلی نتایج نشان داد کاربرد هر سه بهساز در خاک سبب کاهش جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت در مقایسه با نمونه شاهد شدند. همچنین افزایش پساب فاضلاب سبب کاهش جذب کل کادمیم در گیاه، در مقایسه با تیمار آب مقطر شده است.

منابع

Kumpiene, J., Lagerkvist, A., & Maurice, C. (۲۰۰۷). Stabilization of Pb-and Cu-contaminated soil using coal fly ash and peat. Environmental pollution, ۱۴۵(۱), ۳۶۵-۳۷۳.

Kabata-Pendias, A. (۲۰۱۰). Trace elements in soils and plants. CRC press.

Houben, D., Pircar, J., & Sonnet, P. (۲۰۱۲). Heavy metal immobilization by cost-effective amendments in a contaminated soil: effects on metal leaching and phytoavailability. Journal of Geochemical Exploration, ۱۲۳, ۸۷-۹۴.

Houben, D., Evrard, L., & Sonnet, P. (۲۰۱۳). Beneficial effects of biochar application to ontaminated soils on the bioavailability of Cd, Pb and Zn and the biomass production of rapeseed (Brassica napus L.). biomass and bioenergy, ۵۷, ۱۹۶-۲۰۴.

Abstract

The current study was carried out in order to investigate the short-term effect of different amendments and wastewater on uptake of Pb on Corn. The experiment was performed as factorial based on completely randomized design with ۴ kinds of amendments (rice husk biochars prepared at ۳۰۰ ℃ (B۳۰۰) and ۶۰۰ ℃ (B۶۰۰),coal fly ash (CFA) and Control), two levels of amendments (۲ and ۵%), and two source of irrigation (wastewater and Distilled water). According to the results, addition of B۳۰۰ and B۶۰۰ reduced the concentration and uptake of Pb in Corn compared to the control. Irrigation with wastewater increased the concentrations of Pb and decreased uptake of Pb in corn. Generally, It seems that B۳۰۰ and B۶۰۰ were effective in reducing the phytoavailability of Pb compared to CFA.