بررسی اثر بیوچار و قارچ میکوریزا بر جذب کادمیم در گیاه ذرت

اشکان عارفی [۱]، مجید افیونی [۱]، محمد علی حاج عباسی [۱]، مژگان سپهری [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، ۱- استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

چکیده
این مطالعه به منظور بررسی اثر بیوچار و قارچ میکوریزا در جذب فلز سنگین کادمیم روی گیاه ذرت درگلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در قالب آزمایش فاکتوریل و با طرح کامل تصادفی انجام شد. تیمارها شامل یک نوع ماده‌ی آلی شامل بیوچار حاصل از لجن فاضلاب، در سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار به اضافه یک تیمار شاهد بدون ماده آلی و دو سطح قارچ میکوریزا شامل تلقیح و بدون تلقیح و کادمیم در سه سطح صفر، ۲ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در سه تکرار انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش سطح بیوچار در خاک و تلقیح قارچ مایکوریزا در خاک‌های آلوده به فلز کادمیم، تجمع این عنصر در ریشه نسبت به ساقه بیشتر است، بنابراین می‌توان از این روش در جهت پاکسازی خاک‌های آلوده و کاهش انتقال آن ها به زنجیره‌ی غذایی انسان و حیوانات جلوگیری و از اثرات سوء آن تا حدود زیادی کاست.

کلمات کلیدی: بیوچار، ذرت، قارچ میکوریزا، کادمیم

مقدمه
بیوچار یک فرم پایدار از زغال تولید شده از حرارت دادن مواد طبیعی تحت دمای زیاد و اکسیژن کم یا بدون اکسیژن(پیرولیز) است[۲]. این ترکیب دارای یک ساختمان منحصر به فرد فیزیکوشیمیایی است که منجر به افزایش باروری خاک و عملکرد محصولات به ویژه در خاک‌های تخریب یافته می‌شودکه سبب بهبود کیفیت و سلامت خاک، افزایش عملکرد محصول، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، کاهش اسیدیته‌ی خاک، کاهش جذب مواد سمی خاک وبهبود ساختمان می‌شود[۵]. از طرفی جهان امروز، با اثرات فاجعه بار تغییرات آب و هوایی رو به رو است و افزودن بیوچار به خاک به عنوان یک عامل تأثیرگذار برای مقابله با این تغییرات و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای توجه‌ی زیادی را به خود جلب کرده است[۲]. طرفداران و حامیان این سیاست ادعا می‌کنند که استفاده از بیوچار می‌تواند کربن را برای صدها و یا هزاران سال حفظ کرده و به کاهش غلظت CO_2 در جو کمک کند [۴و ۵]. گسترده ترین نوع رابطه همزیستی در طبیعت رابطه‌ای است که بین قارچ‌های میکروسکوپی خاص در خاک به نام قارچ‌های میکوریز_ آربسکولار[۹۵] با ریشه بیش از ۸۰ درصد از خانواده‌های گیاهی برقرار می‌باشد. در مواردی که گیاه با تنش‌های محیطی روبرو می‌باشد، بقاء، رشد و توسعه گیاه میزبان را به طرق مختلف و از جمله افزایش جذب عناصر غذایی و آب مورد حمایت قرار می‌دهد. با مشاهده تأثیر مثبت این قارچ‌ها در افزایش جذب عناصرغذایی از خاک و عناصر سنگین وافزایش راندمان مصرف آب در گیاه مارا بر آن داشت تا این نوع همزیستی را در جهت جذب آلایندگی فلزات سنگین بکار بگیریم[۱]. یکی از مهم‌ترین مواد آلاینده‌ای که امروز خطرات بسیاری را متوجه جوامع انسانی کرده است فلزات سنگین هستند. این عناصر حتی در غلظت‌های کم، سمی و سرطان زا یا جهش زا هستند. این فلزات همچنین در پسماند تعدادی از کارخانه‌های شیمیایی مانند خمیر کاغذ، پتروشیمی، پالایشگاه و مهمتر از همه لجن فاضلاب و سایرکودهای آلی وجود دارند و باعث اثرات سمی قابل ملاحظه‌ای بر روی محیط دریافت کننده می‌شوند[۳]. از بین فلزات سنگین کادمیم به عنوان یکی از عناصری که امروزه سبب بروز مشکلات زیست محیطی در استفاده از کودهای آلی مانند بیوچار شده است، می‌باشد. که به علت سمیت و قابلیت جذب بالا توسط گیاه در طبیعت مورد توجه است. از عوارض این فلز در انسان می‌توان به پوکی استخوان، عدم کارایی ریه، صدمه به کبد و ایجاد تنش بالا در انسان‌ها اشاره کرد. آژانس حفاظت محیط زیست[۹۶] (EPA) از آن به عنوان ماده‌ای با احتمال سرطان زایی نام برد [۸]. روش‌های زیادی برای پالایش فلزات سنگین در آب و خاک وجود دارد که شامل روش‌های الکتروشیمیایی، روش اسمز معکوس، روش تبادل یونی، استفاده از واسطه‌های گیاهی، روش رسوب‌گذاری شیمیایی، آبشویی خاک، رسوب دادن، اکسیداسیون، احیا، جذب سطحی و سایر روش‌ها می‌باشد. در اغلب موارد بیش از یک روش برای بهینه سازی عمل پالایش لازم می‌باشد. اغلب این روش‌ها با مشکلاتی نظیر هزینه زیاد، زمان‌بر بودن، کارایی کم در مقیاس بزرگ، عدم کارایی در غلظت‌های زیاد آلاینده و غیره موجه هستند.

گیاه‌پالایی[۹۷] یکی از روش‌های زیست‌پالایی[۹۸] است که در ده‌های اخیر به آن توجه زیادی شده است. آلاینده‌های زیادی همچون ترکیبات کلردار، هیدروکربن‌های نفتی، مواد منفجره، سموم آفات نباتی، عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف، همچنین عناصر

۹۵۱-Arbuscular-mycorrhizal fungi
۹۶۲-Environmental protection Agency
۹۷۳-Phytoremediation
۹۸۴-Bioremediation

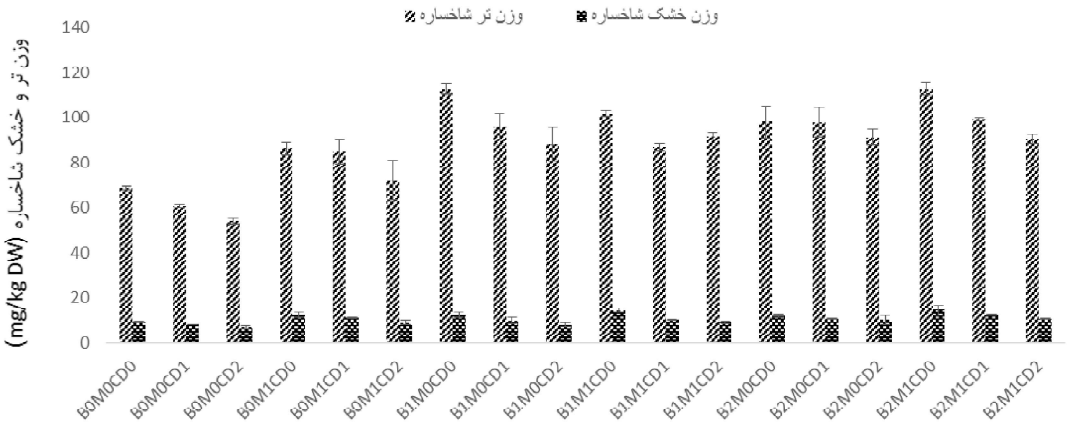
سنگین و خطرناک از محیط‌های مختلفی مانند آب، انواع پساب، لجن فاضلاب، خاک، آب سطحی، آب زیرزمینی و هوا به روش‌های مختلف گیاه‌پالایی پالایش شده‌اند[۲]. گیاه‌پالایی استفاده از گیاهان، یا دیگر ارگانیسم‌های فتوسنتزکننده، برای کاهش آلاینده‌های آلی یا غیر آلی در طبیعت، به ویژه آب و خاک است. این روش جهت پالایش سطوح وسیع آلودگی و نیز آلاینده‌های مختلف در مکان‌های کم عمق، خاک‌های آلوده و آب‌های سطحی و زیر سطحی آلوده بسیار مناسب است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه درگلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در قالب آزمایش فاکتوریل و با طرح کامل تصادفی انجام شد. تیمارها شامل یک نوع ماده‌ی آلی شامل بیوچار حاصل از لجن فاضلاب، در سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار به اضافه یک تیمار شاهد بدون ماده آلی و دو سطح قارچ میکوریزا شامل تلقیح و بدون تلقیح و کادمیم در سه سطح صفر، ۲ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و سه تکرار انجام شد. پس از اعمال تیمارهای مورد نظر در گلدان ها ی ۵کیلوگرمی، ۴ بذر جوانه زده‌ی ذرت علوفه‌ای رقم سینگل گراس ۷۰۴ در هر گلدان کشت شد. ۳ هفته پس از کشت، سطوح کادمیوم اعمال گردید. پس از گذشت ۱۲ هفته از تاریخ کشت، بوته‌ها در مرحله قبل از ظهور تاسل برداشت و اندام‌های هوایی و ریشه ها تفکیک شده وپس از شستشو در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند. پس از تعیین وزن خشک نمونه ها برای تعیین غلظت کادمیم در اندام های گیاهی به روش اکسایش تر به وسیله دستگاه جذب اتمی مدل پرکین المر ۳۰۳۰ در طول موج مشخص اندازه‌گیری گردید[۶]. نتایج با استفاده از نرم افزار Excel و SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آنالیز آماری داده‌ها نشان داد که تفاوت بین تیمارها در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. به این ترتیب که تیمار بیوچار با سطح ۲۰ تن در هکتار و تلقیح قارچ مایکوریزا دارای بیشترین مقدار کادمیم در ریشه و اندام هوایی وکمترین میزان کادمیم در مقایسه با تیمار شاهد مربوط به تیمار بدون بیوچار و بدون تلقیح با سطح اول آلودگی کادمیم (۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود.



شکل۱: اثر متقابل قارچ مایکوریز و بیوچار بر وزن‌تر و خشک شاخساره گیاه ذرت تحت تنش کادمیم

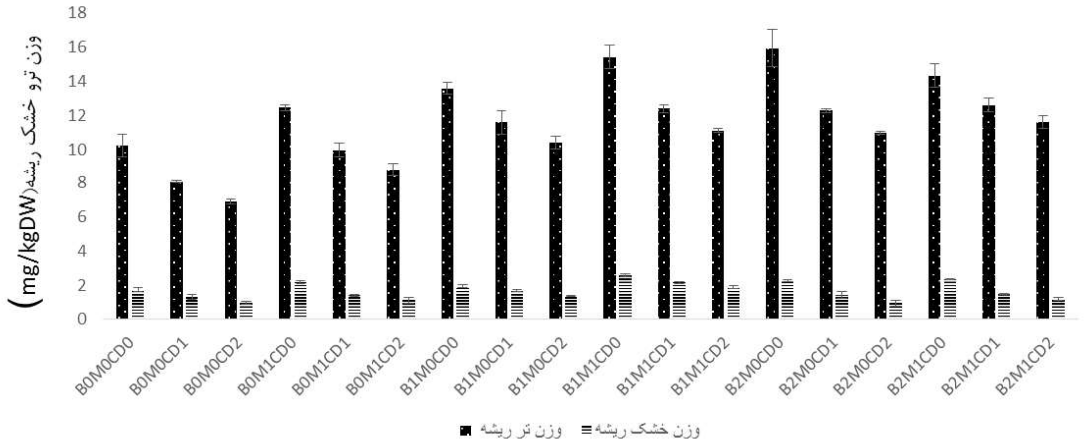
BO: سطح صفر بیوچار — **Cd۰**: سطح صفر کادمیم — **M۰**: بدون تلقیح قارچ مایکوریزا

B۱: سطح ۱۰ تن در هکتار بیوچار — **Cd۱**: سطح ۲ میلی گرم در کیلوگرم کادمیم — **M۱**: با تلقیح قارچ مایکوریزا

B۲: سطح ۲۰ تن در هکتار بیوچار — **Cd۲**: سطح ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم کادمیم

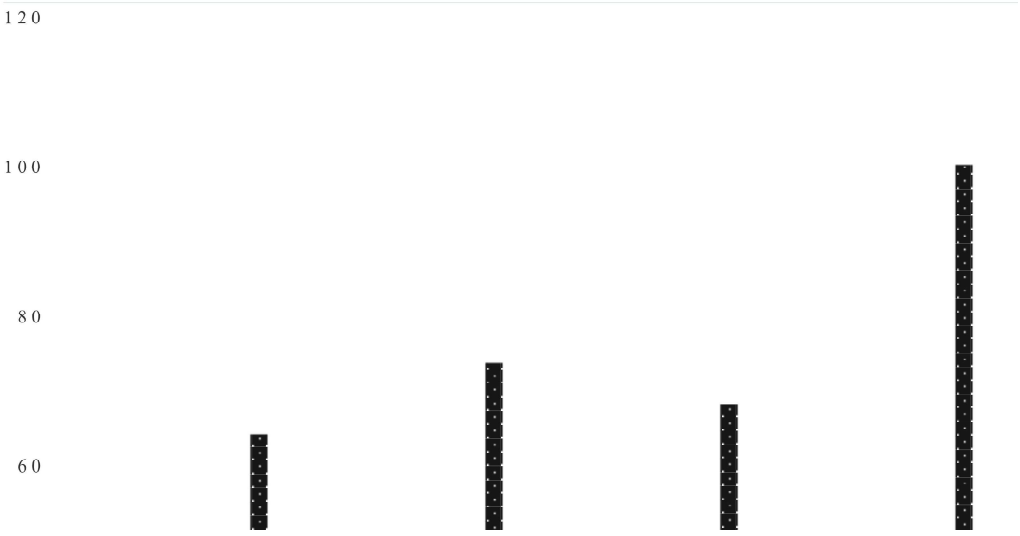
با توجه به شکل ۱ قارچ مایکوریزا و بیوچار با سطوح تنشی کادمیم سبب افزایش وزن‌تر و خشک شاخساره هوایی ذرت شده‌اند. به این صورت که با استناد به نتایج، بیشترین مقدار وزن تر و خشک مربوط به سطح ۲۰ تن در هکتار بیوچار با قارچ مایکوریزا در سطح صفر کادمیم بود، همچنین تاثیر مثبت این نوع همزیستی همراه بیوچار درتیمار (B۲M۱Cd۲)) با تیمار شاهد (B۰M۰Cd۲)دررشد و

میزان بیومس گیاهی با وجود سطح برابر تنشی کادمیم، در سطح ۵درصد معنی دار بود . بنابراین قارچ مایکوریزا به همراه بیوچـار در سطح ۲۰ تن در هکتار توانسته اند با افزایش فراهمی عناصر غذایی و تجزیه آلاینده‌ها به رشد بهترگیاه در شرایط آلوده بودن خاک به عناصری سمی مانند کادمیم کمک کنند.



شکل ۲: اثر متقابل بیوچار و قارچ مایکوریزا بر وزن‌تر و خشک ریشه گیاه ذرت تحت تنش کادمیوم

با توجه به شکل ۲: با افزایش سطح کادمیم وزن تر و خشک ریشه در تیمار بـدون تلقیـح قـارچی و بیوچـار(B۰M۰Cd۲) کـاهش پیـدا کرده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها نشان می دهد که بین تیمارهای بیوچار و مایکوریزا و سطوح مختلف کادمیم اختلاف معنی دار بود، همچنین اثر متقابل بیوچار و قارچ مایکوریزا در سطح ۱۰ میلی‌گرم در کیلـوگرم کـادمیم در سـطح ۵ درصـد معنـی دار شد. به این صورت که در سطح ۲۰ تن در هکتار بیوچار با تلقیح قارچ میزان وزن تر و خشک ریشه نسبت به تیمار شـاهد(B۰M۰Cd۰) افزایش یافت.



شکل ۳: تاثیر سطوح مختلف بیوچار و تلقیح قارچ مایکوریزا بر جذب کادمیم

با توجه به شکل ۳: مطالعه غلظت کادمیم ریشه و اندام هوایی نشان می‌دهد که مقدار این صفت در ریشه نسبت به اندام هوایی به میزان قابل توجهی بالاتر است. اثر اصلی تلقیح قارچ میکوریزا و بیوچار در گیاه مورد مطالعه دارای اختلاف معنی داری با تیمار شاهد بود. نتایج به دست آمده به خوبی نشان داد که بیوچار به همراه قارچ مانع از انتقال بیش از حد کادمیم در اندام هوایی شده و در ریشه ذخیره گردید. همچنین گیاهان تلقیح شده درسطح ۱۰ تن و ۲۰ تن در هکتار بیوچار توانستند مقدار بیشتری کادمیم را در مقایسه با گیاه شاهد جذب کنند و مانع از انتقال بیش از حد آن به اندام هوایی گردند که این با یافته های ریورا و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد. [۹].

منابع

خداوردی لو، ح. و م. همایی. ۱۳۸۶. مدل سازی پالایش خاک‌های آلوده به سرب و کادمیم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره چهل (ب)، زمستان. ص ۴۱۷-۴۲۶.

معدنی، آیدا.، ا.لکزیان، غ. حق نیا و ا.خراسانی، ۱۳۹۱. تاثیر کادمیم، روی و فسفر بر گلومالین تولید شده توسط قارچ‌های میکوریزای آربسکولار همزیست با شبدر سفید. نشریه آب و خاک,۸۶۴.۲۶-۸۷۲.

Atkinson, C., J, Fitzgerald., & N, Hipps. ۲۰۱۰. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. Plant Soil ۳۳۷:۱-۱۸.

Ernest, W.H.O. ۱۹۹۶. Bioavailibility of heavy metal and decontamination of soil py plant. Applid Geochem. ۱۱:۱۶۳-۱۶۷.

Kolelia, N., S. Ekerb, I. Cakmak. ۲۰۰۴. Effect of zinc fertilization on cadmium toxicityin durum and bread wheat grown in zinc-deficient soil. Environment Pollution. ۱۳۱: ۴۵۳- ۴۵۹.

Lehmann, J., Rillig, M. ۲۰۱۱ . Biochar effects on soil biota e A review. Soil Biology & Biochemistry ۴۳: ۱۸۱۲e۱۸۳۶.

M. K. Jamali.,and T. G. Kazi ۲۰۰۸. Heavy metals from soil and domestic sewage sludge and their transfer to Sorghum plants.

Prince, W.S., P, Senthil Kumar, K.D. Doberschutz, V. Subburam. ۲۰۰۲ Cadmium toxicity in mulberry special reference to the nutritional quality of leaves. Journal of Plant Nutrition. ۲۵: ۶۸۹-۷۰۰.

Rivera-Becerril, Facundo, et al. "Cadmium accumulation and buffering of cadmium-induced stress by arbuscular mycorrhiza in three Pisum sativum L. genotypes." *Journal of Experimental Botany* ۵۳.۳۷۱ (۲۰۰۲): ۱۱۷۷-۱۱۸۵.

Abstract

Recognizing the importance of cleaning up contaminated soils and the need to identify ways to enhance the effectiveness of the purification plant this study to investigate the effect of mycorrhizal fungi to absorb heavy metal Cadmium Biochar over corn Isfahan University of technologhy research greenhouse at a factorial experiment with a completely randomized design Done. Treatments consisted of a type of organic matter, including Biochar of sewage sludge at levels of zero, ۱۰ and ۲۰ tons per hectare, plus a control treatment without organic matter, including inoculation and without inoculation with mycorrhizal fungi and cadmium levels at zero, ۲ and ۱۰ mg per kg in three replications. The results showed that with increasing levels of inoculum in the soil and mycorrizal Biochar soil contaminated with cadmium, copper is at the root to shoot ratio, so you can use this method to clean up the contaminated soil and decrease the They prevent human and animal food chain and its effects are largely reduced.