دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(شیمی و آلودگی خاک و سلامت محیط زیست)

بررسی جذب کادمیم توسط کاه و کلش گندم در خاکهای آلوده

سعید سعادت[1]، اعظم مرادی[2] و رسول میرخانی[3]
[1] استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب، [2] کارشناس ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، [3]کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات خاک و آب
E-mail:saeed_saadat@yahoo.com

چکیده

کادمیم فلزی سنگین است که از منابع مختلف به آب، خاک، گیاه و نهایتاً به زنجیره غذایی انسان و حیوانات راه یافته و خسارتهایی جدی به بار می‌آورد. بررسی اثرات زیست محیطی این عنصر و میزان جذب آن توسط گیاهان از جمله مواردی است که می‌بایست به جد مورد بررسی قرار گرفته و راه‌کارهای کاهش جذب آن ارائه شود. در این پژوهش میزان جذب کادمیم توسط گندم و تجمع آن در کاه و کلش مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق به صورت گلدانی در گلخانه مؤسسه تحقیقات خاک و آب، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی اجرا شد. فاکتورها شامل: 1- روش گیاه‌پالایی (الف- روش گیاه پالایی طبیعی (Phytoremediation) و ب- روش گیاه پالایی شیمیایی (Phytoextraction). 2- عنصرکادمیم در سه سطح (0 ، 3 و 10 میلی گرم درکیلوگرم خاک) بودند. به منظور اجرای پژوهش، خاک غیر آلوده ای با بافت سیلتی لوم از ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج انتخاب شد. مقادیر مختلف کادمیم مطابق تیمارها به خاک اضافه شد و اجازه داده شد که خاک به حالت تعادل برسد. سپس بذر گندم در آن کشت گردید و اثرات کادمیم بر عملکرد کاه و کلش مورد بررسی قرار گرفت. غلظت کادمیم در گیاه با روش اکسید اسیون تر و غلظت آنها در محلول خاک در ترکیب با DTPA، اندازه گیری و به ترتیب با دستگاه ICP وجذب اتمی اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که روش phytoextraction قادر بوده که حلالیت کادمیم را در محلول خاک افزایش دهد، در نتیجه جذب کادمیم در گیاه بیشتر از روش طبیعی شده است.

کلمات کلیدی: کادمیم، گندم، گیاه پالایی شیمیایی و طبیعی

مقدمه

امروزه آلودگی محیط زیست یکی از مشکلات اساسی به شمار می رود که جوامع بشری با آن روبرو هستند. Tan و Xiao (2009) طی تحقیقی جذب کادمیم را در ساقه گندم در محلول آبی در پاکسازی فاضلاب بررسی کردند. نتایج نشان داد که 0/1032 میلی مول از کادمیم در هر گرم از ساقه گندم جذب شده است. تجزیه و تحلیل طیف سنج مادون قرمز(FTIR) نشان می دهدکه گروههای Coo^- در ساقه گندم یکی از گروههای فعال اصلی در فرایند جذب کادمیم است. بیشتر داده های طیف سنجی فتوالکترون اشعه ایکس نشان می دهد که کادمیوم به فرم Cd^{+2} جذب و به گروه های O^- روی ساقه گندم متصل می شود. Buendia – Gonzalez و همکاران (2010) طی یک پژوهش اندوزش زیستی Cd (II) را در گونه Peropopis Laevigata مورد ارزیابی قراردادند. نتایج نشان داد که جابه جایی قابل توجهی از این فلز از ریشه ها به سمت قسمت های هوایی اتفاق می افتد. بیشترین غلظت کادمیم ($mgkg^{-1}$- 5960) در شاخساره گونه Thalspi praeeox وجود داشت(Vogel-Mikus et al., 2005). Seth و همکاران (2008) تأثیر غلظت های مختلف کادمیم و ثابت غلظت EDTA (اتیلن دی آمین تری استیک اسید) را روی اندوزش

کادمیم و سمیت آن در خردل هندی[1] (Brassica junceal) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بیشترین اندوزش کادمیم بعد از 28 روز در وزن خشک ریشه و ساقه به ترتیب mg/kg^{-1} 977 ، 1925 بود. در حالی کادمیم به اضافه EDTA در وزن خشک ریشه و ساقه به ترتیب mg/kg^{-1} 1013 و 2316 بود.

مواد و روشها

این تحقیق به صورت گلدانی در گلخانه مؤسسه تحقیقات خاک و آب، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی اجرا شد. فاکتورها شامل:1- روش گیاه‌پالایی (الف- روش گیاه پالایی طبیعی[2] (R) و ب- روش گیاه پالایی شیمیایی[3] (E) در این روش از EDTA از منبع نمک سدیم به عنوان اصلاح کننده شیمیایی استفاده گردید و در مرحله نزدیک گلدهی به خاک افزوده شد). 2- عنصر کادمیم در سه سطح(0 [4] (C) ، 3 و 10 میلی گرم درکیلوگرم خاک) می باشد. ابتدا یک خاک غیر آلوده انتخاب و پس از عبور دادن از الک 2 میلیمتری، ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی و غلظت کادمیم آن اندازه‌گیری شد (جدول 1). خاک گلدانها با نمک سولفات کادمیم به مقدار اشاره شده در تیمارها آلوده شدند. مقدار کادمیم قابل جذب خاکهای آلوده شده اندازه گیری شد (جدول 2). 8 کیلوگرم خاک آلوده شده را در گلدانهای مناسب ریخته و مقدار کود نیز بر اساس توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب به گلدانها اضافه شد. گیاه گندم(رقم بهار) کشت گردید. به منظور اعمال تیمار گیاه پالایی شیمیایی، در زمان نزدیک به گلدهی برای آلوده کردن خاک به گلدان های گیاه پالایی شیمیایی، EDTA از منبع نمک سدیم به مقدار 2/7 میلی مول درکیلوگرم خاک به عنوان اصلاح کننده شیمیایی افزوده شد. پس از برداشت، غلظت کادمیم در گیاه با روش اکسید اسیون تر و غلظت کادمیم در محلول خاک در ترکیب با DTPA، اندازه گیری و به ترتیب با دستگاه ICP و جذب اتمی اندازه گیری شد. داده‌های بدست آمده از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شد. جذب کادمیم در خاک و کاه و کلش به روش‌های گیاه پالایی طبیعی و گیاه پالایی شیمیایی توسط گندم تعیین شد.

نتایج و بحث

روند تغییرات غلظت کادمیم محلول در خاک

روش های گیاه پالایی طبیعی و گیاه پالایی شیمیایی بر غلظت کادمیم محلول در خاک معنی دار است($p<0/01$)(شکل 1). شکل 1 نشان می دهد بیشترین غلظت کادمیم محلول در خاک مربوط به روش گیاه پالایی شیمیایی است. این به دلیل آن است که EDTA موجود در روش گیاه پالایی شیمیایی قادر بوده که حلالیت یونهای کادمیم را افزایش دهد و آنها را وارد فاز محلول کند. Doumett و همکاران(2008) نیز تأثیر اضافه کردن EDTA را روی تحرک کادمیم در خاک مورد ارزیابی قرار دادند و مشاهده کردندکه فراهمی زیستی کادمیم در خاک درآزمایشهای پاکسازی شده با EDTA ، بسیار بالاتر از گروه شاهد بود و در نتیجه کادمیم بیشتری در محلول خاک آزاد شده بود.

1- Indian mustard
2-Phytoremediation
3-Phytoextraction
4-Control

جذب کادمیم توسط کاه و کلش گندم

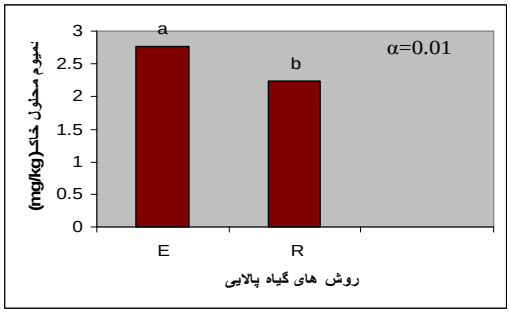
روش های گیاه پالایی شیمیایی و گیاه پالایی طبیعی بر غلظت کادمیم کاه و کلش معنی دار نیست (شکل 2). شکل 2 نشان می دهد که بیشترین غلظت کادمیم کاه و کلش مربوط به روش گیاه پالایی شیمیایی است ولی بین این روش با روش گیاه پالایی طبیعی اختلاف معنی داری وجود ندارد. این امر نشان می دهد که روش گیاه پالایی شیمیایی نسبت به روش گیاه پالایی طبیعی باعث افزایش جذب کادمیم بیشتری در کاه و کلش شده است. این به دلیل آن است که EDTA موجود در روش گیاه پالایی شیمیایی قادر بوده که حلالیت یونهای کادمیم خاک را افزایش دهد و آنها را وارد فاز محلول کند و در نتیجه جذب آن توسط گیاه افزایش می یابد. Cutright chen (2002) نیز متوجه شدند که EDTA غلظت کادمیم شاخساره را تا 34/2 $mgkg^{-1}$ در آفتابگردان افزایش داد. مقادیر مختلف کادمیم خاک بر غلظت کادمیم کاه و کلش معنی دار است($p<0/01$)(شکل 3). شکل 3 نشان می دهد که با افزایش مقادیر مختلف کادمیم خاک، غلظت کادمیم کاه و کلش به طور معنی داری افزایش یافته است. Li و Chen (2006) نشان داده اند که وقتی غلظت فلزات در سطح تماس با ریشه افزایش می یابد جذب آنها نیز زیاد می شود. اثر متقابل روش های مختلف گیاه پالایی و کادمیم بر غلظت کادمیم کاه و کلش معنی دار است ($p<0/01$). به طوری که بیشترین مقدار کادمیم کاه و کلش در روش گیاه پالایی شیمیایی ودر مقادیر 10 کادمیم خاک دیده شد و به دلیل آن است که با افزودن کادمیم به خاک در مقادیر بالا، جذب آن توسط گیاه افزایش می یابد. همچنین در روش گیاه پالایی شیمیایی EDTA موجود در خاک قادر بوده که حلالیت یونهای کادمیم خاک را افزایش دهد و آنها را وارد فاز محلول کند و در نتیجه جذب آن توسط گیاه افزایش می یابد. در هر روش گیاه پالایی با افزایش مقدار کادمیم در خاک، مقدار کادمیم کاه و کلش، به طور معنی داری افزایش می یابد که این افزایش در روش گیاه پالایی شیمیایی بیشتر از گیاه پالایی طبیعی شده است. Seth و همکاران (2008) نیز در پژوهشی مشاهده کردند که بیشترین اندوزش کادمیم خردل هندی بعد از 28 روز در وزن خشک ریشه و ساقه به ترتیب $mgkg^{-1}$ 977 و1925بود. در حالی که اندوزش کادمیم با کاربرد EDTA در وزن خشک ریشه و ساقه به ترتیب $mgkg^{-1}$ 1013 و 2316 بود.

جدول 1- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک پیش از آلوده کردن

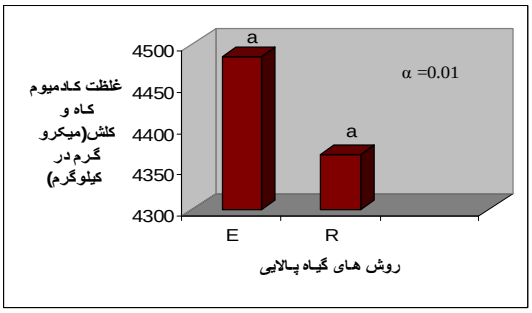
محل نمونه	عمق	شن	سیلت	رس	کادمیم قابل استفاده	هدایت الکتریکی اشباع	بافت خاک	PH
برداری	cm	%	%	%	µg/kg	dS/m		
ایستگاه کرج	0-30	53	32	15	11	0 /56	Silty loam	7/5

جدول2- میانگین مقادیر کادمیم قابل جذب خاک های آلوده شده

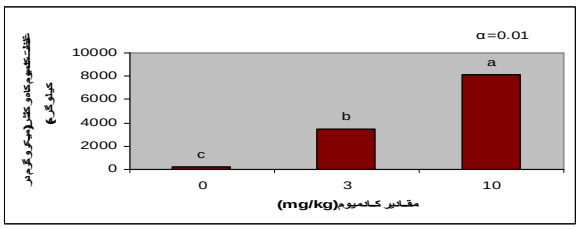
مقدار کادمیم اضافه شده به خاک (mg/kg)	3	10
مقدار کادمیم اندازه گیری شده در خاک(قابل استفاده)	1/3	4/2



شکل 1- اثرروشهای مختلف گیاه پالایی بر غلظت کادمیم محلول خاک



شکل 2- اثر روشهای مختلف گیاه پالایی برغلظت کادمیم کاه و کلش



شکل 3-اثرمقادیرمختلف کادمیم خاک برغلظت کادمیم کاه و کلش

منابع

Buendia-Gonzalez L, Orozco-Villafuerte J, Cruz-Sosa F, Barrera-Diaz CE and Vernon-Carte EJ, 2010. Prosopis laevigata a potential chromium(VI) and cadmium(II) hyperaccumulator desert plant. Bioresource Technology xxx: xxx–xxx.

Chen H, Cutright TJ, 2002. The interactive effects of chelator, fertilizer, and rhizobacteria for enhancing phytoremediation of heavy metal contaminated soil. Journal of Soils and Sediments 2: 203–210.

Doumett S, Lamperi L, checchini L, Azzarello E, Mugnai S, Mancuso S, Petruzzelli G and Bubba MD. 2008. Heavy metal distribution between contaminated soil and paulownia tomentosa, in a pilot-scale assisted phytoremediation study: Influence of different complexing agents. Chemosphere 72: 1481-1490.

Li HY, Chen ZS, 2006. The influence of EDTA application on the interactions of cadmium, zinc, and lead and their uptake of rainbow pink (Dianthus chinensis). J. Hazard. Mater 137: 1710–1718.

Seth CS, Chaturvedi PK and Misra V, 2008.The role of phytochelatins and antioxidants in tolerance to Cd accumulation in Brassica juncea L. Ecotoxicology and Environmental safety, 71: 76-85.

Tan G and Xiao D, 2009. Adsorption of cadmium ion from aqueous solution ground wheat stems. Journal of Hazardous Materials 164: 1359-1363.

Vogel-Mikuš K, Drobne D, Regvar M, 2005. Zn, Cd and Pb accumulation and arbuscular mycorrhizal colonisation of pennycress Thlaspi praecox Wulf. (Brassicaceae) from the vicinity of a lead mine and smelter in Slovenia. Environmental Pollution 133: 233–242.