



## گیاه پالایی فلز کادمیوم از خاک آلوده توسط گیاهان آفتابگردان و سورگوم

بنفشه لطف الهی<sup>۱\*</sup>، مهران هودجی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۲-دانشیار خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان  
\*b.lotfolahi@yahoo.com

### چکیده

گیاه پالایی یک تکنولوژی ارزان برای پاکسازی محیط از آلودگی با فلزات سنگین است. این تحقیق به منظور تعیین پتانسیل استخراج گیاهی کادمیوم توسط گیاهان آفتابگردان و سورگوم انجام شد. این مطالعه گلدانی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد خوراسگان در خاک آلوده شده به کادمیوم در دو سطح صفر و ۵، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا گردید. پس از برداشت گیاهان، غلظت فلز کادمیوم در اندام های گیاهی اندازه گیری شد. جهت ارزیابی پتانسیل استخراج گیاهی کادمیوم در گیاهان مورد مطالعه، شاخص های انتقال و تجمع زیستی در گیاهان اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین غلظت کادمیوم در اندام هوایی دو گیاه و همچنین ریشه دو گیاه وجود دارد بطوریکه انباشتگی کادمیوم در اندام هوایی آفتابگردان بیشتر از سورگوم و در ریشه سورگوم بیشتر از آفتابگردان می باشد. همچنین تفاوت معنی داری بین فاکتورهای انتقال و تجمع زیستی دو گیاه مشاهده شد و از آنجا که فاکتورهای موثر بر کارایی استخراج گیاهی در آفتابگردان بیشتر از ۱ شد بنابراین آفتابگردان پتانسیل استخراج گیاهی بالاتری نسبت به سورگوم داشته است.

واژگان کلیدی: کادمیوم، گیاه پالایی، سورگوم، آفتابگردان، پتانسیل استخراج گیاهی

### مقدمه

آلودگی خاک با فلزات سنگین یکی از مهم ترین مشکلات زیست محیطی در بسیاری از نقاط جهان می باشد. کادمیوم یکی از مهم ترین فلزات آلاینده محیط زیست شناخته شده است چرا که این عنصر به راحتی از طریق مصرف محصولات کشت شده در خاکهای آلوده، به زنجیره غذایی مصرف کنندگان وارد شده و سلامت انسان ها و حیوانات را به خطر می اندازد و از طریق کاربرد فاضلابهای شهری، حشره کش ها، کوددهی، آبیاری با هرزآبها و صنایع ذوب فلز وارد خاکها می شود (یانگ و همکاران، ۲۰۰۴). تکنیک های بسیاری جهت پاکسازی خاکهای آلوده به فلزات سنگین گسترش یافته اند. در میان این تکنیک ها استخراج گیاهی (گیاه پالایی) بعنوان یک روش پاکسازی موثر و ارزان عرضه شده است که در آن جذب و جمع آوری آلاینده ها در بافت های قابل برداشت گیاهی مد نظر می باشد. در این روش با برداشت گیاهان از خاک، آلاینده ها از خاک زدوده می شوند (ماتینا و همکاران، ۲۰۰۳). در اراضی کشاورزی آلوده به فلزات سنگین، انتخاب گیاهان زراعی متحمل به فلزات، جهت برداشت آلاینده ها از خاک، می تواند یک استراتژی جدید برای مدیریت اراضی باشد. تعدادی از گونه های انباشتگر کادمیوم که بر اساس نتایج حاصل از آزمایشات هیدروپونیک و گلدانی گزارش شده اند گونه های با توده زیستی بالا شامل ذرت، آفتابگردان و خردل هندی می باشند (مرتز و همکاران، ۲۰۰۶). این مطالعه با اهداف (۱) مقایسه بازده استخراج گیاهی کادمیوم توسط دو گیاه زراعی آفتابگردان و سورگوم (۲) تعیین غلظت کادمیوم در اندام های گیاهان مورد مطالعه طی دوره رشد و (۳) محاسبه ظرفیت جذب و انتقال کادمیوم در گیاهان سورگوم و آفتابگردان مورد بررسی قرار گرفت.

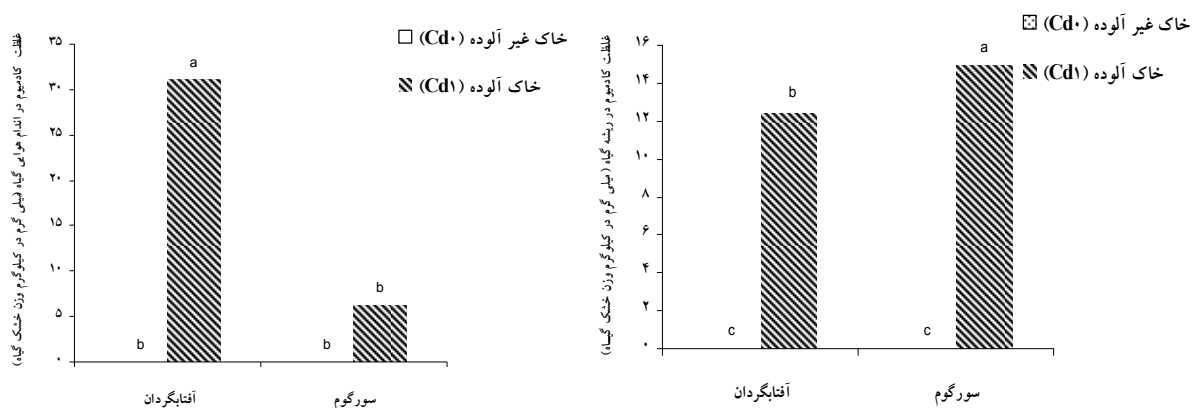
## مواد و روشها

آزمایش بصورت کشت گلدانی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان اجرا گردید. نمونه های خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی متر مزرعه دانشگاه انتخاب ، هوا خشک شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. بافت خاک Silty Clay Loam و pH آن ۸/۲ می باشد. خاک مورد نظر با کادمیوم بصورت نمک  $CdCl_2 \cdot 10H_2O$  در دو سطح صفر (بعنوان شاهد) و ۵ میلی گرم در کیلوگرم آلوده شد. نمونه های خاک همچنین با کود ازت بصورت  $(NH_4)_2SO_4$  و پتاسیم بصورت نمک  $K_2SO_4$  کوددهی شده و داخل گلدانها ریخته شدند. بذر گیاهان مستقیماً داخل گلدانها قرار گرفت. گلدانها روزانه با آب مقطر آبیاری شدند البته بگونه ای که زهابی از گلدانها خارج نشود. پس از گذشت ۷۵ روز گیاهان برداشت شده و نمونه های خاک و گیاه جهت تعیین غلظت کادمیوم در آنها با مخلوط اسید ( $HNO_3 + HClO_4$ ) به نسبت ۳:۱ هضم شدند.

برای بررسی راندمان استخراج گیاهی در گیاهان از برخی فاکتورها استفاده می گردد. در این تحقیق از (۱) فاکتورهای انتقال<sup>۱</sup> (نسبت غلظت فلز در اندام هوایی گیاه به غلظت فلز در ریشه) و (۲) تجمع زیستی<sup>۲</sup> (نسبت غلظت فلز در ریشه یا اندام هوایی گیاه به غلظت فلز در خاک) استفاده شد (ژائو و همکاران، ۲۰۰۳). تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین داده ها از طریق آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۵٪ صورت گرفت. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

## نتایج و بحث

غلظت کادمیوم در ریشه و اندام هوایی گیاهان مورد مطالعه در نمودار ۱ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود اغلب کادمیوم جذب شده توسط سورگوم در ریشه ها انباشته شده است ولی غلظت کادمیوم در اندام هوایی آفتابگردان بیشتر از ریشه ها می باشد. غلظت کادمیوم در اندام هوایی آفتابگردان به ترتیب ۳۱ و ۷ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه است که این اختلاف در سطح ۵٪ معنی دار است. غلظت کادمیوم در ریشه های آفتابگردان و سورگوم به ترتیب ۱۳ و ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه می باشد که این اختلاف نیز در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی دار است. غلظت کادمیوم در گیاهان کشت شده در خاک غیر آلوده صفر می باشد (نمودار ۱).



نمودار ۱. غلظت کادمیوم در ریشه و اندام هوایی گیاهان

حروف مشابه بالای هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار آزمون دانکن در سطح ۵٪ است

<sup>1</sup> Translocation Factor

<sup>2</sup> Bio Concentration Factor

مقادیر محاسبه شده فاکتورهای انتقال و تجمع زیستی توسط گیاهان مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. همان طور که در این جدول مشاهده می شود فاکتور تجمع زیستی در ریشه گیاه سورگوم بیشتر از اندام هوایی گیاه می باشد و در آفتابگردان در اندام هوایی گیاه بیشتر از ریشه ها است. همچنین مشاهده می شود که تفاوت معنی داری در سطح ۰/۰۵٪ بین میزان فاکتور تجمع زیستی دو گیاه وجود دارد بطوریکه فاکتور تجمع زیستی در اندام هوایی آفتابگردان بیشتر از سورگوم می باشد از این رو تغلیظ زیستی کادمیوم در آفتابگردان مناسبتر از سورگوم بوده است. میزان فاکتور انتقال در خاک آلوده ۲/۵ و ۰/۴۳ به ترتیب برای آفتابگردان و سورگوم می باشد که در سطح ۰/۰۵٪ دارای تفاوت معنی دار است، از این رو آفتابگردان توانایی بیشتری در انتقال کادمیوم از ریشه ها به اندام های هوایی داشته است.

جدول ۱. فاکتورهای تجمع زیستی و انتقال کادمیوم توسط گیاهان رشد کرده در خاک آلوده و غیر آلوده

گونه گیاه	فاکتور تجمع زیستی		فاکتور انتقال
	ریشه	اندام هوایی	
<i>Helianthus annuus</i>			
•	• b	• b	• b
۵	۲/۸±۰/۱۱۷ a	۷±۱/۰۲ a	۲/۵±۰/۴۷a
<i>Sorghum bicolor</i>			
•	• b	• b	• b
۵	۳/۴±۰/۲۵ a	۱/۴±۰/۱۲b	۰/۴۳±۰/۰۶b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵٪ است.

با توجه به جدول ۱ مشاهده می شود که آفتابگردان فاکتور انتقال بیشتر از ۱ و سورگوم فاکتور انتقال کمتر از ۱ دارد، بنابراین آفتابگردان نقش موثری در انتقال کادمیوم از ریشه به اندام های هوایی داشته است. فاکتور انتقال بیشتر از ۱ نشان دهنده غلظت بیشتر فلزات در اندام های هوایی گیاه می باشد و یکی از فاکتورهای مناسب جهت تعیین پتانسیل گیاه در فرایند استخراج گیاهی است (مارشیول و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین مشاهده می شود که فاکتور تجمع زیستی در ریشه و اندام هوایی هر دو گیاه بیشتر از ۱ می باشد. میزان فاکتور تجمع زیستی بیشتر از ۱ نشان دهنده پتانسیل گونه های گیاهی در فرایند استخراج گیاهی است (مارشیول و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین هر دو گیاه توانایی استخراج گیاهی کادمیوم از خاک را داشته اند ولی از آنجا که فاکتور تجمع زیستی کادمیوم در اندام هوایی آفتابگردان بیشتر از سورگوم شده است بنابراین آفتابگردان گیاه مناسبتری جهت انجام فرایند استخراج گیاهی کادمیوم از خاک بوده است.

## نتیجه گیری کلی

مطالعه کشت گلدانی گیاهان آفتابگردان و سورگوم در خاکهای آلوده به کادمیوم نشان داد که آفتابگردان تجمع بیشتری از کادمیوم را در اندام هوایی خود نسبت به ریشه ها داشته است و تجمع کادمیوم در اندام هوایی آفتابگردان بیشتر از سورگوم می باشد، همچنین از آنجا که گیاه آفتابگردان فاکتورهای انتقال و تجمع زیستی اندام هوایی بیشتر از ۱ داشته است، بنابراین توانایی بیشتری در انتقال و انباشتگی کادمیوم در اندام های هوایی خود و همچنین پتانسیل استخراج گیاهی کادمیوم بالاتری نسبت به سورگوم داشته است.



#### منابع

1. Marchiol L, Assolari S, Sacco P, Zerbi G. 2004. Phytoextraction of heavy metals by canola and radish grown on multicontaminated soil. Environ. Pollut, 132, 21-27.
2. Mattina MJI, Lannucci-Berger W, Musante C, White JC. 2003. Concurrent plant uptake of heavy metal and persistent organic pollutants from soil. Environmental Pollution. 124, 375-378.
3. Mertens J, Vervaeke P, Meers E, Tack FMG. 2006. Seasonal changes of metals in willow (*Salix* sp.) stands for phytoremediation on dredged sediment. Environ. Sci. Technol. 40, 1962-1968.
4. Yang XE, Long XX, Ye HB, He ZL, Calvert DV, Stoffella PJ. 2004. Cadmium tolerance and hyperaccumulation in a new Zn hyperaccumulating plant species (*Sedum alfredii* Hance). Plant Soil, 259, 181-189.
5. Zhao FJ, Lombi E, McGrath SP. 2003. Assessing the potential for zinc and cadmium phytoremediation with the hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*. Plant Soil, 249, 37-43.

## Cadmium Phytoextraction from Contaminated Soil by sorghum and sunflower plants

Banafshe Lotfolahi<sup>1\*</sup>, Mehran Hoodaji<sup>2</sup>

1- M.S Student of Islamic Azad University ,Khorasgan Branch

2- Associate Professor of Soil Science , Islamic Azad University ,Khorasgan Branch

\*[b.lotfolahi@yahoo.com](mailto:b.lotfolahi@yahoo.com)

### Abstract

Phytoextraction is a cost-effective technology for clean up of sites contaminated with heavy metals. This study was executed in order to assessment Cd phytoextraction efficiency by sorghum and sunflower plants. Pot study was carried out in research greenhouse of Islamic Azad University of Khorasgan in Cd contaminated soil with two levels of 0 (as a control) and 5 mg kg<sup>-1</sup> with random complete block design. Plants were harvested and Cd concentration was measured in plants tissues. To determine the phytoextraction efficiency in plants, translocation and bioconcentration factors were measured. Results showed that there was a significant difference between Cd concentration in shoots and roots of two plants. Cd accumulation in shoots of sunflower was more than sorghum and in roots of sorghum was more than sunflower. Also there was a significant difference between translocation and bioconcentration factors of two plants and these factors were more than 1 for sunflower, therefore sunflower had higher phytoextraction efficiency than sorghum.

**Keywords:** Cadmium, phytoextraction, sorghum, sunflower, phytoextraction efficiency