

پالایش گیاهی کادمیوم توسط گیاه شورپسند تاج خروس وحشی (*Amarantus chlorostachys* L.)

محبوبه مظهري، مهدی همایی، عبدالمجید لیاقت، مهدی شرفا

^۱ دانشجوی دکتری خاکشناسی،

^۲ دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

^۳ دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران

^۴ استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

مقدمه:

کودهای فسفوری در ایران بیشتر به صورت فسفات آمونیوم استفاده می شوند که دارای مقداری کادمیوم هستند. با توجه به کاربرد بی رویه کودهای فسفوری و عدم کنترل آن از طرف سازمانهای مربوطه و وجود کارخانه های بزرگ ذوب و استخراج فلز در کشور، بررسیهایی در راستای روشهای مناسب برای کاهش آلودگی محیط زیست و پالایش مکانهای آلوده به کادمیوم ضروری است. یکی از روشهای جدید در پالایش خاک، استفاده از گیاهان بیش اندوز برای آلودگی زدایی خاک از آلاینده ها می باشد. به توانایی خاص گیاهان در انتقال بی ضرر آلاینده های فلزی از داخل خاک به ریشه و قسمتهای هوایی گیاه که در اصل برای دور کردن و کم کردن میزان فلزات در خاک است، پالایش سبز گفته می شود. گیاه بیش اندوز گیاهی است که بیش از ۱۰۰ بار از یک گیاه معمولی توانایی اندوزش کادمیوم را در خود دارا باشد. بنابراین یک گیاه بیش اندوز کادمیوم گیاهی است که توانایی اندوزش بیش از ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیوم را در خود دارا باشد. یکی از روشهای پالایش سبز، استخراج گیاهی (Phytoextraction) است. در این روش، گیاه افزون بر تجمع فلز سنگین در ریشه خود، قادر به انتقال آن به اندام های هوایی نیز هست. هدف از انجام این پژوهش بررسی امکان استفاده از گیاهان شور پسند برای آلودگی زدایی خاک به عنوان گیاهان بیش اندوز می باشد.

مواد و روشها:

آزمایش در یک مجموعه ۲۸ گلدانی (۱ عنصر × ۱ گیاه × ۴ تکرار × ۷ تیمار) تنظیم گردید. خاک از الک ۴ میلیمتری گذرانیده شد. جرم ویژه ظاهری اولیه خاک برابر با ۱/۳۴۴ گرم بر سانتی متر مکعب بود. با توجه به این جرم ویژه، جرم خاک هر گلدان تعیین و به میزان ۷ کیلوگرم در هر گلدان ریخته شد. خاک در سطوح ۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیوم آلوده گردید. برای ایجاد آلودگی، از نمک کلرید کادمیوم استفاده شد. پس از پایان دوره رشد، اندام های هوایی و ریشه گیاهان برداشت شد. وزن تر گیاه در هر گلدان اندازه گیری شد. سپس گیاهان برداشت شده با استفاده از آب مقطر شستشو داده شدند. در نهایت غلظت کادمیوم در گیاه با روش اکسیداسیون تر (Gupta, 2003) و اندازه گیری با دستگاه ICP (JY138 ULTRACE) بدست آمد.

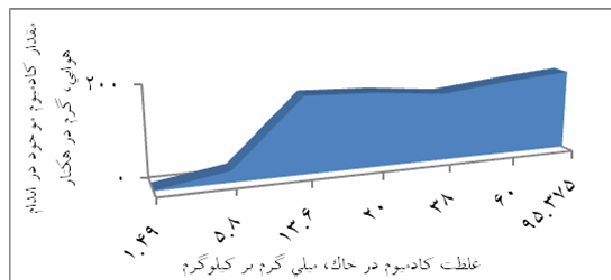
نتایج و بحث:

نتایج نشان می دهد که با افزایش غلظت کادمیوم خاک، میزان اندوزش کادمیوم در کل گیاه (ریشه و ساقه) افزایش می یابد. لیکن این اندوزش، در ریشه بیشتر از اندامهای هوایی است (شکل ۱). با توجه به مطالعات گذشته نسبت مقدار کادمیوم موجود در اندام هوایی به ریشه ۱ به ۵ یا ۰/۲ می باشد، بر طبق جدول ۱ این مقدار برای تاج خروس به طور متوسط برابر ۰/۶۳ است که نشان از توانایی این گیاه در انتقال کادمیوم از ریشه به اندام هوایی دارد. هرچند که در پالایش گیاهی میزان جذب فلزات سنگین در کل اندام گیاهی مطرح است لیکن در روش استخراج گیاهی هدف اصلی رسانیدن کادمیوم به اندامهای هوایی می باشد که به راحتی قابل برداشت و بازیافت هستند. به طور کلی می توان گفت با توجه به تعریف گیاه بیش اندوز و و نتایج جدول ۱ تاج خروس وحشی یک گیاه بیش اندوز می باشد. در سطوح

آلودگی بالای کادمیومی خاک، مقدار ماده خشک گیاهی بدست آمده (جدول ۱) از اندام هوایی گیاه تاج خروس به حدی است که مقدار برداشت کادمیوم توسط اندام هوایی بر حسب گرم در هکتار با افزایش آلودگی کادمیومی خاک افزایش می یابد. به طور کل می توان گفت که گیاه تاج خروس وحشی به دلیل توانایی برای مقابله با شرایط شوری و محیط های پر تنش، یک گونه شورپسند بیش اندوز و بسیار موفق در روش استخراج گیاهی کادمیوم خواهد بود. وجود ماده خشک گیاهی کافی در آلودگیهای زیاد کادمیوم خاک، مهمترین عامل در نشان دادن قابلیت گیاه تاج خروس وحشی برای استفاده در روش استخراج گیاهی می باشد. میزان کادمیوم خارج شده از خاک در طول یک فصل رشد برابر با سطح زیر منحنی در شکل ۱ میباشد. همچنین با توجه به سیستم ریشه ای گسترده گیاه و مقادیر بالای اندوزش کادمیوم در ریشه میتوان از آن در روش تصفیه ریشه ای (Rhizofiltration) برای محیط های آلوده آبی و خاکی نیز استفاده نمود.

جدول ۱: نتایج عددی کادمیوم در خاک و در گیاه تاج خروس وحشی

مقدار کادمیوم استخراج شده در اندام هوایی (g/ha/year)	مقدار ماده خشک گیاهی (کیلوگرم در هکتار)	مقدار کادمیوم در ریشه (میلیگرم بر کیلوگرم)	مقدار کادمیوم در اندام هوایی (میلیگرم بر کیلوگرم)	کادمیوم کل در خاک بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم
1	4745	7.6	0.2	1.49
25.4	3980	15.05	6.3	5.8
173.3	3184	43.5	54.4	13.6
167.6	3885	57	43.1	20
153.3	2802	64.09	54.7	38
169.6	2388	87.07	71	60
182.7	1910	132.03	95.6	95.375
میانگین	3270	58	46.2	33.47
S.D				



شکل ۱: مقدار کادمیوم برداشت شده از اندام های هوایی

1. **Baker, A.J.M. and R.R. Brooks.** (1989). Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements--A review of their distribution, ecology, and phytochemistry. *Biorecovery* 1:81-126.
2. **Gupta, P.K.** (2003). Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios, New Dehli, India. P.438.
3. **Henry, J.R.** (2000). An overview of the phytoremediation of lead and Mercury U.S. Environmental protection Agency office of solid waste and emergency response technology innovation office. Washington, D.C.

4. **Taylor S.I, Macnair M.R.**(2006). Within and between population variation for zinc and nickel accumulation in two species of *Thlaspi* (Brassicaceae). *New Phytol*;169:505–14.
5. **Sparks,D.L.**(2006).*Environmental soil chemistry*. Academic press.p.269-271.