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

جذب و اندوزش سرب و کادمیم توسط یک گیاه مرتعی

محمد رحمانیان[1]، حبیب خداوردی‌لو[1*]، میرحسن رسولی صدقیانی[1]، یونس رضایی دانش[2]، امین شجاعی[3]

1: گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه،کدپستی 165-57135

2: استادیار گروه گیاه پزشکی دانشگاه ارومیه

3: دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه یاسوج

email: h.khodaverdiloo@urmia.ac.ir*

چکیده

ارزیابی تجمع عناصر سمی در خاک و گیاهان در محیط زیست از نظر سلامت و حیات انسان و سایر موجودات بسیار مهم و ضروری است. هدف از این مطالعه ارزیابی توانایی یونجه وحشی (*Medicago sativa*) در جذب و اندوزش کادمیم و سرب از خاک بود. بدین منظور یک نمونه خاک پس از افزودن غلظت‌های مختلف کادمیم یا سرب، به مدت تقریباً هفت ماه در معرض تناوب‌های تر و خشک شدن قرار گرفت. برای کمّی‌سازی استخراج سرب و کادمیم اضافه شده به خاک توسط یونجه وحشی تعداد دور کشت لازم برای پاکسازی خاک برآورد گردید. یونجه وحشی در سه تکرار در گلدان‌های حاوی خاک آلوده به سرب یا کادمیم در گلخانه کشت گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه فاکتور خاک (در یک سطح)، غلظت سرب و کادمیم (در پنج سطح) و گیاه (در یک سطح) و در سه تکرار انجام گرفت. در پایان فصل رشد، عملکرد ماده خشک بخش هوایی و غلظت سرب و کادمیم در گیاه و خاک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد کادمیم و سرب جذب شده از خاک به وسیله یونجه وحشی با افزایش غلظت این عناصر در خاک افزایش یافت.

کلمات کلیدی: **اندوزش، گیاه مرتعی، سرب، کادمیم**.

مقدمه

فلزهای سنگین از طریق فعالیتهای بشر (احتراق سوختهای فسیلی، استخراج معادن، تصفیه سنگهای حاوی فلز، فاضلابهای شهری، آفتکشها، مواد رنگی و باتریها) و فرسایش طبیعی سنگ ها می‌توانند به بیوسفر وارد شوند (حاتمیان زارعی، 1379). آلودگی خاک به عناصر سنگین یکی از مهمترین مشکلات زیست‌محیطی در بسیاری از نقاط جهان می-باشد. وجود فلزات سنگین در خاک یکی از عوامل محدودکننده‌ی رشد گیاهان به شمار می‌رود، بنابراین صرفنظر از منشأ فلزات در خاک، وجود این فلزات در خاک می‌تواند منجر به کاهش عملکرد گیاهان و کیفیت محصولات کشاورزی شده و در حالت‌های شدید منجر به نابودی تنوع پوشش گیاهی در مناطق آلوده می‌شود (Yang و همکاران، 2002). سرب یکی از آلاینده‌های عمده محیط بوده و برای انسان سمی است. اگرچه سرب را به عنوان یکی از عناصر کم‌تحرک شناخته‌اند، اما در صورت وجود فرم‌های محلول در محیط، ریشه گیاه قادر خواهد بود مقداری از آن را جذب نماید (Kabata- Pendias و Pendias ، 2000). شدت جذب با افزایش غلظت سرب در محلول و با گذشت زمان افزایش می‌یابد (Kabata- Pendias و Pendias ، 2000). کادمیم نیز یک فلز با سمیت زیاد بوده و ورود آن به زنجیره غذایی انسان سبب نگرانی‌های زیادی شده است. اثرات منفی این عنصر بر فعالیت‌های بیولوژیکی خاک، متابولیسم گیاه و سلامت انسان و حیوانات شناخته شده است (Kabata- Pendias و Pendias، 1999؛ Stoeppler،1991).

این عناصر بعد از ورود به خاک توسط گیاهان جذب شده و سبب کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند. با توجه به اینکه این گیاهان مرتعی هستند، چرای دام از این گیاهان سبب ورود این فلزات به زنجیره‌ی غذایی انسان و حیوانات شده و منجر به بروز بیماری‌های متعدد در آنها می‌شوند. این عناصر با ورود به زنجیره غذایی، در بدن انسان و حیوانات تجمع یافته و ممکن است سبب ایجاد خسارت به DNA و اثرات سرطان‌زایی به وسیله‌ی توانایی ایجاد جهش شوند (Knasmuller و همکاران، 2002).

هدف از این پژوهش ارزیابی گیاه مرتعی و بومی منطقه آذربایجان غربی نسبت به جذب و اندوزش سرب و کادمیم می‌باشد و یا به عبارتی شناسایی و معرفی گونه‌های گیاهی بیش‌اندوز سرب و کادمیم که جهت پالایش خاکهای آلوده به این عناصر بتوانند توصیه گردند.

مواد و روش‌ها

خاکی با کلاس بافتی Clay loam از استان آذربایجان غربی نمونه‌برداری شد. بافت خاک با روش هیدرومتری (Gee و Bauder، 1986)، کربنات کلسیم معادل با روش تیتراسیون (Nelson و Sommers، 1982)، pH خاک در عصاره 1:1 خاک- آب مقطر توسط pH متر (McLean، 1982)، ظرفیت تبادلی کاتیونی (CEC) با روش باور (Rhoados ، 1982) و کربن آلی با روش والکی و بلک (Nelson و Sommers ، 1982)، تعیین گردید.

خاک مورد مطالعه به صورت جداگانه، با افزودن مقادیر مناسب نیترات سرب ($Pb(NO_3)_2$) با غلظت‌های 150، 400، 800 و 1500 میلی‌گرم سرب در کیلوگرم یا نیترات کادمیم ($Cd(NO_3)_2$) با غلظت‌های 5، 20، 60 و 100 میلی‌گرم کادمیم در کیلوگرم خاک آلوده شد. سپس، خاک آلوده به مدت هفت ماه در معرض تناوب‌های تر و خشک شدن قرار گرفت که تا حد امکان واکنش‌های بین آلودگی و خاک تکوین یافت و شرایط آلودگی به شرایط طبیعی نزدیکتر گردد. گیاه یونجه وحشی در سه تکرار در گلدان‌های حاوی خاک آلوده به سرب یا کادمیم در گلخانه کشت گردید. برای تیمارها، نمونه شاهد نیز تهیه گردید. در پایان فصل رشد گیاه روئیده بر خاک آلوده برداشت شد. نمونه‌های گیاهی برداشت شده با آب مقطر شستشو گردید و پس از قرار دادن به مدت 72 ساعت در دمای 75 درجه سانتی‌گراد در آون وزن شدند. نمونه‌ها برای آزمایشات بعدی آسیاب شدند. در این پژوهش از روش اکسیداسیونِ تر برای اندازه گیری کادمیم و سرب کل از گیاه استفاده شد (Gupta, 2000). سرب و کادمیم کل خاک با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه گیری شد (Soon و Abboud، 1993؛United states Environmental Protection Agency،1986؛ Gupta، 2000).

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه (خاک تهیه شده که از ترکیب خاک 1و خاک 2 بدست آمده است) در جدول زیر نشان داده شده است. بر پایه‌ی نتایج جدول (1)، خاک بکار رفته در این پژوهش، خاکی با کلاس بافتی لوم رسی، غیرشور، آهکی و با واکنش قلیایی ضعیف بود که به طور طبیعی مقداری کادمیم و سرب در خود داشت. با توجه به حدود مجاز غلظت فلزات در خاک(Cariny، 1995) ، غلظت کادمیم در خاک استفاده شده در پژوهش از حد مجاز بیشتر بود (جدول 1).

جدول 1- برخی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

ویژگی‌ها		ویژگی‌ها	
رس (%)	28	کربنات کلسیم معادل (%)	10/1
شن (%)	24	کادمیم کل ($mg\ kg^{-1}$)	6/82
سیلت (%)	48	سرب کل ($mg\ kg^{-1}$)	22/65
کلاس بافتی	Clay loam	روی کل ($mg\ kg^{-1}$)	12/75
pH	۷/۵	مس کل ($mg\ kg^{-1}$)	30/61
ماده آلی (%)	2/6	منگنز کل ($mg\ kg^{-1}$)	422/86
هدایت الکتریکی (dSm^{-1})	1	آهن کل ($mg\ kg^{-1}$)	377/94
ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmolckg^{-1}$)	24/7		

کادمیم و سرب جذب شده از خاک به وسیله‌ی گیاه یونجه وحشی به ترتیب در جداول 2 و 3 آمده است.

جدول 2.

کادمیم اضافه شده به خاک (mg/kg)	غلظت کادمیم در یونجه وحشی (mg/kg)	تعداد دور کشت لازم برای پاکسازی خاک
0	10/21	
5	12/42	157
20	12/42	1267
60	13/11	6182
100	13/40	10420

جدول 3.

سرب اضافه شده به خاک (mg/kg)	غلظت سرب در یونجه وحشی(mg/kg)	تعداد دور کشت لازم برای پاکسازی خاک
0	71/84	
150	78/36	
400	88/75	1531
800	86/97	7700
1500	108/93	31676

جدول‌های (2 و 3) سرب یا کادمیم جذب شده توسط یونجه وحشی را در خاک آلوده به سرب و کادمیم نشان می-دهند. در تیمارهای شاهد، که فلزی به خاک افزوده نشده است، گیاه مقادیری چشمگیر از عناصر را از خاک جذب کرد. با افزایش غلظت کادمیم در خاک کادمیم جذب شده از خاک توسط گیاه نسبتاً ثابت بود (جدول 2). نتایج مشابهی توسط گوپتا و سینا (2006) گزارش شد (Gupta و Sinha، 2006). در آزمایشی که توسط ندجیمیا و دئود (2008)

انجام گرفت، آتریپلکس بیشترین اندوزش کادمیم را در اندام‌های خود داشت که بیانگر توانایی آن در پالایش خاک-های آلوده به کادمیم است، با این حال رشد ریشه و اندام‌های هوایی گیاه آتریپلکس با افزایش غلظت کادمیم در خاک کاهش معنی‌داری نشان داد. همچنین انباشت کادمیم در ریشه بیشتر از اندام‌های هوایی بود (Nedjimia و Daoud، 2008). با افزایش غلظت سرب در خاک سرب جذب شده از خاک توسط یونجه وحشی نسبتاً افزایش یافت (جدول 3). با توجه به اینکه گیاهان سرب را در ریشه خود می‌اندوزند، انتقال سرب به شاخسارها و قسمت‌های هوایی به طور نرمال کم است (Malone و همکاران، 1974؛ Zimdahl و Koeppe،1977).

کادمیم و سرب جذب شده از خاک توسط این گیاه با افزایش غلظت کادمیم و سرب تفاوتی معنی‌دار داشت.

نتیجه‌گیری

پالایش‌سبز فرایند زیستی با هزینه‌ی کم می‌باشد، که می‌تواند جایگزین مناسبی برای تکنیک‌های فیزیکوشیمیایی رایج در پاکسازی خاک باشد. در این فرایند گیاهان سریع‌الرشد با بیوماس بالا و توانایی جذب بالای فلزات مورد نیاز است. با توجه به محاسبه تعداد دور کشت لازم برای پاکسازی خاک گیاه مورد مطالعه برای پالایش‌سبز مناسب نمی‌باشد.

منابع

حاتمیان زارعی، ا. 1379. زیست سالم سازی خاکهای آلوه به هیدروکربنها آروماتیک و جذب حلقه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.

Cariny T, 1995. The re-use of contaminated land. P. 219. John Wiley and Sons Ltd. Publisher.

Gee GW and Bauder JW, 1986. Particle-size analysis. Pp: 383-411. In: A. Klute (ed.) Methods of soil analysis, part 1. SSSA.

Gupta PK, 2000. Soil, plant, water and fertilizer analysis. P. 438. Agrobios, New Delhi, India.

Gupta RK and Sinha S, 2006. Phytoextraction capacity of the Chenopodium Album L . grown on soil amended with tannery sludge. Bioresource Tec 98: 442–446.

Kabata- Pendias A and Pendias H, 1999. Biogeochemistry of trace elements. 2th., Wyd. Nauk PWN. Warsaw. 400 (po).

Kabata- Pendias A and Pendias H, 2000. Trace Elements in Soils and Plants. 3rd ed., CRC Press, Bocaraton, New York.

Knasmuller S, Gottmann E, Steinkellner H, Fomin A, Pickl C and Paschke A, 1998. Detection of genotoxic effects of heavy metal contaminated soils with plant bioassays. Mutation Research.

McLean EO, 1982. Soil pH and lime requirement. Pp: 199-224. In: A. L. (ed): Methods of soil analysis. Part2. Chemical and microbiological properties. Madison, Wisconsin, USA.

Nedjimia B and Daoud Y, 2008. Cadmium accumulationin Atriplex halimus subsp. Schweinfurthii and it sinfluence on growth, proline, roothy draulic conductivity and nutrient uptake. Flora 204: 316–324.

Nelson RE and Sommers LE, 1982. Total carbon. Organic carbon and organic matter. Pp: 539-579.

Rhoados JD, 1982. Cation exchange capacity. Pp. 149-158. In A. L. Page et al. (ed) Methods of soil analysis. Part2. 2nd. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Soon YR and Abboud S, 1993. Cadmium, Chromium, Lead and Nickel. pp. 101-108. In: Carter MR Lewis Publishers (ed). Soil Sampling and Methods of Soil Analysis.

Stoeppler M, 1991. Cadmium, in Metals and Their Compounds in the Environment. E. Merian (Ed.), VCH. Weinham.

United States Environmental Protection Agency 1986. Acid digestion of sediment, sludge and soils. In: Test methods for evaluating solid wastes. EPA SW-846. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

Yang LC, Zheng MH, Liu WB, An FC and Mo HH, 2002. The study progress of phytoremediation of organic polluted environments. Tech. Equip. Environ. Pollution Control 3 : 1–7.

Zimdahl RL and Koeppe DE, 1977. Lead in the Environment. National Science Foundation. pp. 99–104. In: Boggess WR (Ed.), Washington DC.

Malone C, Koeppe DE and Miller RJ, 1974. Localization of lead accumulated by corn plants. Plant Physiol 53: 388–394.