شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: آلودگی زیست‌بوم، سلامت انسان و زیست‌پالایی

گیاه پالایی کادمیوم توسط گیاهان زینتی گل همیشه بهار، کلم زینتی و تاج خروس

وحیده مرجانی[۱*]، احمد گلچین[۲]، امیر دلاور[۳]، محمد بابا اکبری ساری[۴]

[۱] کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۳] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۴] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده

آلودگی خاک به فلزات سنگین یکی از چالش‌های مهم زیست محیطی است و می‌توانند مشکلاتی را برای انسان و دام در سطح جهان به وجود آورند. هدف از این تحقیق بررسی پتانسیل گل همیشه بهار، کلم زینتی و گیاه تاج خروس برای پالایش خاک‌های آلوده به کادمیوم در استان زنجان است. بدین منظور آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل نوع گیاه در سه سطح (گل همیشه بهار *Calendula officinalis*، کلم زینتی *Brassica oleraceae* و تاج خروس *Amaranthus*)، سطوح آلودگی خاک به کادمیوم در شش سطح (صفر، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) بود که در سه تکرار اعمال شدند. بعد از گذشت ۷۰ روز که گیاهان به حداکثر رشد خود رسیدند اندام‌های هوایی و ریشه آن‌ها برداشت و میزان عناصر در بافت‌های آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد غلظت‌های بالای عنصر کادمیوم برای گل همیشه بهار، کلم زینتی و تاج خروس سمی بوده و غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، شاخص کلروفیل برگ و مقدار کل زیست توده در آن‌ها کاهش نشان دادند. با توجه به اینکه فاکتور انتقال کادمیوم در گیاهان مورد مطالعه بیشتر از یک بود می‌توان گفت که هر سه گیاه برای گیاه پالایی عناصر سنگین کادمیوم مناسب هستند. در بین گیاهان مورد مطالعه، گیاه همیشه بهار توانایی بیشتری در جذب و انتقال کادمیوم داشت.

کلمات کلیدی: آلودگی خاک، فاکتور انتقال، فلزات سنگین

مقدمه

آلودگی خاک به وسیله فلزات سنگین یکی از مشکلات جدی محیط زیستی در سرتاسر جهان است که سلامت انسان و زیست بوم‌ها را به شدت تهدید می‌کند (۱۳ و ۷). گیاه پالایی از اوایل دهه ۱۹۸۰ به‌عنوان یک تکنولوژی مهم برای زدایش خاک‌های آلوده مطرح شد. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های این تکنولوژی، استخراج گیاهی است که از گیاهان بیش انباشتگر برای زدایش فلزات سنگین از مکان‌های آلوده استفاده می‌شود. این گیاهان عناصر سنگین را صد برابر بیش‌تر از گیاهان معمولی جذب می‌کنند (۸). در این حالت حداقل غلظت مورد نیاز فلزات مختلف در بخش هوایی گیاهان متفاوت است و فاکتور انتقال (غلظت عنصر مورد نظر در بخش هوایی به غلظت عنصر مورد نظر در ریشه) باید بزرگتر از یک باشد (۱۵). در این میان کادمیوم یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های سمی بوده که از منابع مختلف به محیط زیست، گیاهان و زنجیرهٔ غذایی وارد می‌شوند (۸ و ۲). کادمیوم عمدتا به صورت یون فلزی آزاد در محلول خاک وجود دارد و در مواد غذایی و محیط زیست، از خطرناک‌ترین عناصر کمیاب محسوب می‌شود (۱۰).

بر اساس پژوهشی که جعفرنژادی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی ویژگی‌های موثر خاک بر غلظت کل و قابل جذب کادمیوم و تجمع آن در بذر گندم در خاک‌های آهکی استان خوزستان انجام دادند، مشخص شد که تفاوت شرایط اقلیمی، ویژگی‌های خاکی، مدیریت‌های مختلف کشت و کار و نوع رقم گندم از دلایل موثر بر افزایش کادمیوم در خاک و بذر گندم در خاک‌های مورد بررسی است (۶). فتاحی کیاسری و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند گیاه ذرت از جمله گیاهانی است که کادمیوم بیشتری را نسبت به آفتابگردان و پنبه دارد (۵). شیو و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی پتانسیل گیاه پالایی Ipomoea asarifolia با غلظت‌های صفر، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم نمک کلرید کادمیوم به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های انتقال کادمیوم

* ایمیل نویسنده مسئول: marjani.vahideh@gmail.com

به ساقه و برگ‌های گیاه هر دو بزرگتر از یک می‌باشد که بیانگر این موضوع است که گیاه پتانسیل انباشتگی کادمیوم را دارا می‌باشد (۱۱). این تحقیق سعی دارد با بررسی توان زیست‌پالایی گونه‌های مختلف گیاهان زینتی، گونه مناسب را مشخص و به مسئولان فضای سبز شهری و کارخانجات مختلف استان معرفی کند تا ضمن استفاده از آن‌ها در فضای سبز نقشی مؤثر در پاکسازی خاک‌های آلوده شهری داشته باشند. هدف از این تحقیق بررسی پتانسیل گل همیشه بهار، کلم زینتی و گیاه تاج‌خروس از گیاهان بومی منطقه برای پالایش خاک‌های آلوده به کادمیوم است.

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش، خاک از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان و از عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری تهیه گردید، سپس میزان ۲ تن خاک از محل مورد نظر به گلخانه منتقل و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. بعد از تجزیه کامل خاک و مشخص شدن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن، به میزان ۴ کیلوگرم خاک برای هر گلدان توزین شد (جدول۱).

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک مورد استفاده در این آزمایش

عمق خاک	ECe	pH	بافت خاک	ازت کل	فسفر	پتاسیم	کادمیوم
(cm)	(dSm^{-1})			درصد	قابل جذب (mg/kg)		
۰-۲۰	۲/۱	۷/۳	لوم رسی	۰/۲۱	۱۸	۲۴۶	۲/۲

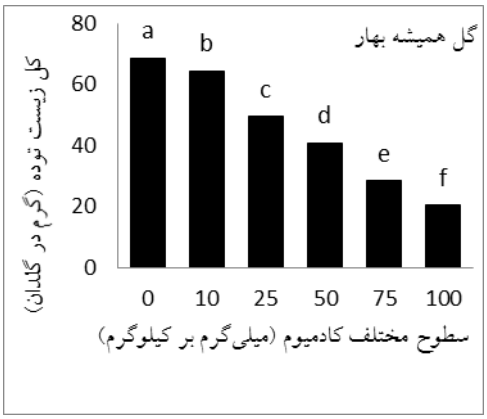
تیمارهای آزمایش شامل نوع گیاه در سه سطح (گل همیشه بهار، کلم زینتی، تاج خروس) ، سطوح آلودگی خاک به کادمیوم در شش سطح (صفر، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) بود که در سه تکرار اعمال شدند. برای آلوده کردن نمونه‌های خاک با کادمیوم از نمک سولفات کادمیوم استفاده شد. سپس نمونه‌ها را در رطوبت ظرفیت مزرعه به مدت سه ماه خوابانیده تا به تعادل رسیدند، سپس در نمونه‌های خاک آلوده به کادمیوم نشا، گیاهان زینتی کاشته شدند به‌منظور بررسی پتانسیل گیاهان زینتی تاج خروس،کلم زینتی و گل همیشه بهار.
بعد از گذشت ۷۰ روز که گیاه به حداکثر رشد خود رسید اندام‌های هوایی و ریشه گیاه برداشت شد وزن خشک و تر نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال به‌دست آمد. نمونه‌های گیاهی تهیه شده سپس آسیاب گردید و بعد از هضم کردن آنها میزان عناصر کادمیوم با دستگاه جذب اتمی پس از کالیبره کردن با استانداردهای مربوطه اندازه‌گیری شدند. اطلاعات بدست آمده از این آزمایش به کمک نرم افزار MSTATC وSAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و جداول تجزیه واریانس داده‌ها تهیه گردید. مقایسه میانگین‌های تیمارهای مختلف به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ صورت پذیرفت. نمودارها به کمک نرم افزارExcel ترسیم شدند. باقیمانده گیاهان سوزانیده شد و خاکستر آن‌ها را جمع‌آوری کرده و در محل مطمعن دفن شد.

نتایج و بحث

تاثیر سطوح مختلف کادمیوم بر کل زیست توده گیاهان مورد مطالعه

شکل ۱ نشان می‌دهد هنگامی که مقدار کادمیوم اضافه شده به خاک، صفر می‌باشد (تیمار شاهد) مقدار کل زیست توده برای گل همیشه بهار، کلم زینتی و تاج خروس ماکزیمم و به‌ترتیب ۶۸/۶۴، ۶۶/۹۵ و ۱۷/۹۵ (گرم در گلدان) بود و در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک کمترین مقدار زیست توده به‌ترتیب ۲۰/۴۹، ۲۰/۴۸ و ۱۸/۹۶ (گرم در گلدان) بود. در آزمایشی مشابه رحمانیان و همکاران (۱۳۹۰) بیان نمودند با افزایش غلظت کادمیوم خاک وزن بخش هوایی یونجه وحشی کاهش یافت (۱۱). کاهش رشد و عملکرد گیاهان در شرایط تنش ناشی از فلزات سنگین مثل کادمیوم و سرب احتمالا به‌دلیل کاهش پتانسیل آبی و ممانعت از جذب مواد غذایی توسط گیاه می‌باشد (۴).
محققان بیان کردند کادمیوم با کاهش راندمان آب مصرفی گیاه، کاهش میزان تعرق، کاهش غلظت عناصر غذایی بافت‌ها و کاهش مقاومت گیاه در مقابل بیماری‌ها و آفات، باعث کاهش عملکرد گیاه می‌شود (۱۴). عیسی زاده لزرجان و همکاران (۱۳۸۹) توانایی گیاهان پیازچه و اسفناج را برای پالایش گیاهی خاک‌های آلوده به کادمیوم ناشی از مصرف کودهای فسفاته بررسی کردند. مقایسه توان بیش اندوزی این دو گیاه نشان داد که پیازچه از

توانایی بیشتری برای استخراج گیاهی کادمیوم برخوردار است (۳). برخی محققان بیان نمودند موفقیت در پالایش گیاهی به بکارگیری گونه‌های گیاهی با تولید زیست توده بالا که قادر به ذخیره فلزات سنگین هستند وابسته است (۹).



شکل ۱. اثر سطوح مختلف کادمیوم بر کل زیست توده گیاهان مورد مطالعه

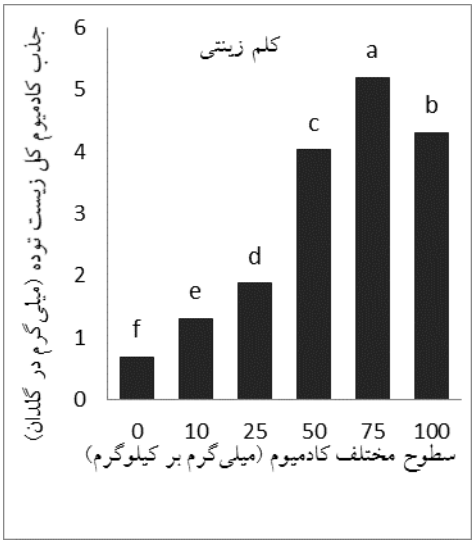
حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

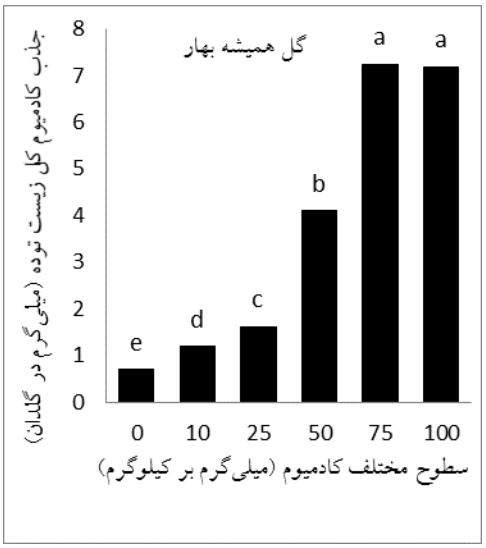
تاثیر سطوح مختلف کادمیوم بر جذب کادمیوم کل زیست توده گیاهان مورد مطالعه

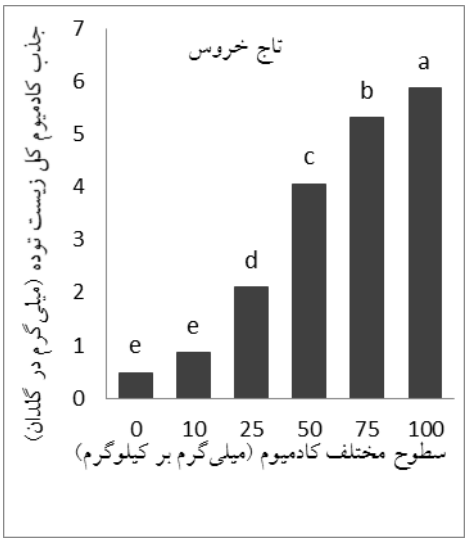
با توجه به (شکل ۲) در گل همیشه بهار حداقل میزان جذب کادمیوم در تیمار شاهد اندازه‌گیری شد که با تیمار ۱۰ میلی‌گرم کادمیوم بر کیلوگرم خاک از این لحاظ اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین مقدار جذب کادمیوم گیاه همیشه بهار نیز در تیمار ۷۵ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک اندازه‌گیری شد که با تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک تفاوت معنی‌داری نداشت. در کلم زینتی نیز بیشترین میزان جذب کادمیوم در تیمار ۷۵ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک اندازه‌گیری گردید ولی در گیاه تاج خروس بیشترین میزان جذب کادمیوم کل زیست توده در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. میزان جذب کادمیوم زیست توده با افزایش غلظت کادمیوم خاک در گل همیشه بهار، کلم زینتی و تاج خروس به‌ترتیب ۱۰/۲۷، ۶/۲۴ و ۱۲ برابر نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت و گیاه همیشه بهار جذب کادمیوم بیشتری نسبت به کلم زینتی و تاج خروس داشت. از نتایج می‌توان چنین نتیجه گرفت که با افزایش غلظت کادمیوم خاک، انتقال کادمیوم به اندام هوایی

بیشتر شده و در نتیجه گیاهان، کادمیوم بیشتری جذب و ذخیره کرده‌اند. پژوهش‌های انجام شده توسط سایر پژوهشگران نیز حاکی از ارتباط مستقیم بین غلظت کادمیوم تجمع یافته در گیاهان و غلظت کادمیوم خاک می‌باشد (۳).

عابدی کوپایی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی، میزان آلودگی سه گیاه شاهی، کاهو و گوجه‌فرنگی به عنصر کادمیوم را مورد بررسی قرار دادند و نتایج آن‌ها نشان داد که میانگین جذب کادمیوم توسط هر سه گیاه اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشت. درضمن بیشترین مقدار جذب کادمیوم مربوط به گیاه گوجه‌فرنگی و کمترین مقدار جذب مربوط به گیاه کاهو بود (۱).







شکل۲. اثر سطوح مختلف کادمیوم بر جذب کادمیوم کل زیست توده گیاهان مورد مطالعه

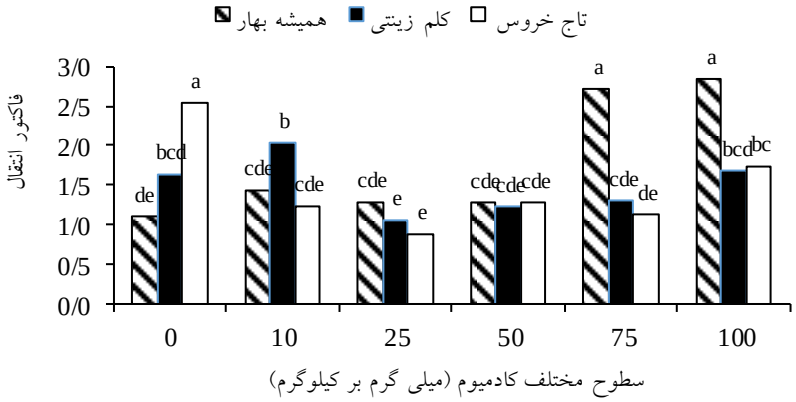
حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

تاثیر سطوح مختلف کادمیوم بر فاکتور انتقال کادمیوم

فاکتور انتقال عنصر کادمیوم طبق رابطه زیر محاسبه شد:

(غلظت عنصردرریشه)/(غلظت عنصردربخش هوایی)=فاکتورانتقال

مطابق شکل ۳ بیشترین فاکتور انتقال کادمیوم از تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم کادمیوم بر کیلوگرم خاک و کمترین فاکتور انتقال کادمیوم در تیمار شاهد مشاهده گردید. بیشترین فاکتور انتقال کادمیوم از تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم کادمیوم بر کیلوگرم خاک به‌ترتیب در گل همیشه بهار، تاج خروس و کلم زینتی مشاهده شد که به‌ترتیب به میزان ۶۰، ۵۴ و ۴۸ درصد نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید.



شکل۳. اثر غلظت‌های مختلف کادمیوم بر فاکتور انتقال در گیاهان مورد مطالعه

حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری

غلظت‌های بالای عنصر کادمیوم برای گل همیشه بهار، کلم زینتی و تاج خروس سمی بود و این عنصر سنگین غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، شاخص کلروفیل، مقدار کل زیست توده گل همیشه بهار، کلم زینتی و تاج خروس را کاهش دادند. غلظت‌های بالای کادمیوم خاک، باعث افزایش غلظت کادمیوم در اندام‌های هوایی و ریشه گیاه شدند. فاکتور انتقال کادمیوم در گل همیشه بهار بیشتر از تاج خروس و کلم زینتی بود. با توجه به اینکه فاکتور انتقال کادمیوم در گیاهان مورد مطالعه بیشتر از یک بود می‌توان گفت که هر سه گیاه گل همیشه بهار، کلم زینتی و تاج خروس برای گیاه پالایی عنصر کادمیوم مناسب هستند. در بین گیاهان مورد مطالعه، گیاه همیشه بهار توانایی بیشتری در جذب و انتقال کادمیوم داشت.

منابع

Abedi-Koupai J, Matin N, Javahery Tehrani M. Uptake of cadmium by cress, lettuce and tomato in Cd-contaminated soil . ejgcst. 2015; 6 (1) :41-53 URL: http://ejgcst.iut.ac.ir/article-1-943-fa.html

Dallalian, M. R, Homaee M. 2010. Simulating of Phytoremediation Time of Cadmium and Copper Spiked Soil by Salvia Sclarea. Water and Soil Science. 20(4): 129-141. (In Persian).

.Eisazadeh Lazarjan, S., Asadi Kapourchal, S., Pazira, E. and Homaee, M. 2010. Evaluation of the power of spinach and onion for extraction of cadmium from contaminated soils. Second National Conference Agriculture and Sustainable Development of Opportunities and Challenges, Shiraz.

Eun SO, Youn HS and Lee Y, 2000. Lead disturbs microtubule organization in the root meristem of Zea mays. Physiol Plant 103: 695-702.

Fattahikiasary, A., Fotovat, A., Astaraie, A.R and Haghnia, G.M. 2011. Effect of Sulfuric Acid and EDTA on Lead phyto-remediation in Soil by Three Sunflower, Corn and Cotton. Journal of Water and Soil. 14(51): 57-68. (In Persian).

Jafarnejadi A R, Homaee M, Sayad G, Baybordi M. 2012. Evaluation of main soil properties affecting Cd concentrations in soil and wheat grains on some calcareous soils of Khuzestan Province. Journal of Water and Soil Conservation 19(2): 149-164. [In Persia].

Khan, M.S., Zaidi, A., and Wani, P.A. 2007. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture-a review. Agron. Sustainable Dev. 27: 1. 29-43.

Mohammadipour F, Asadi Kapourchal S. 2012. Assessing land cress potential for phytoextraction of cadmium from Cd contaminated soils. Journal of Soil and Water Resources Conservation. 2(2):25-35. (In Persian).

Pulford, I.D. and Watson, C. 2003. Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees - a review. Environment International,29(4):529-540.

Rahimi, A., Raisi. M (1999) "Definition of lead and cadmium in meat of caught fish in Choghakhor wetlands of Chahar Maha Province," Journal of Iran Veterinarian, 79-83. (in Persian).

Rahmanian M., Khodaverdiloo H., Rasouli Sadaghiani M.H. and Rezaee Danesh Y. 2011. Effects of heavy metal resistant soil microbes inoculation and soil Cd concentration on growth and metal uptake of millet couch grass and alfalfa. Journal of Microbiol Res 5:403-410

Shehu, S., Wasagu, RSU., Anka, SA; Okoro, JC and Saidu, Y. 2019. Phytoremediation of Cadmium-Polluted Soils with Ipomoea asarifolia (Desr.) Roem. and Schult. J. Appl. Sci. Environ. Manage. 23 (2): 253–259.

Sinegani, A.A.S., and Hosseinpur, A. 2010. Evaluation of effect of different sterilization methods on soil biomass phosphorus extracted with NaHCO3. Plant Soil Environ. 56(4): 156-162.

Varvara, P. G, Brendan. Filby, B and Glick, R. 2000. Increased ability of transgenic plants expressing the bacterial enzyme ACC deaminase to accumulate Cd, co, Cu, Ni, Pb and Zn. journal of Biotechnology.81(1): 45- 53.

Wu, G., Kang, H., Zhang, X., Shao, H., Chu, L., and Ruan, C. 2010. A critical review on the bio-removal of hazardous heavy metals from contaminated soils: issues, progress, eco-environmental concerns and opportunities. Journal of Hazardous Materials. 174(1): 1-8.

Topic for submission: Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediation

Assess the potential of marigold, ornamental cabbage and pigweed for remediation of heavy metal polluted soils.

Marjani*[1], V., Golchin[2], A., Delavar[3], A., Babaakbari, M.[4]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran
[2] Professor., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran
[3] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran
[4] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

Abstract

Soil contamination by heavy metals is a serious environmental challenge and polluted soil cover a large area worldwide and can cause a problem for human and animals. The aim of this research was to assess the potential of marigold, ornamental cabbage, and pigweed for remediation of heavy metal polluted soils. An experiment was conducted using a completely randomized design and three replications. the experimental factors were the type of plants used for remediation (marigold, ornamental cabbage, and pigweed) and cadmium levels of soil (0,10, 25, 50, 75 and 100 mg/kg). Seventy days after sowing, the growth parameters of plants were measured and samples from aerial parts and roots were collected for analyses. The results indicate that high concentrations of cadmium in soil were toxic to plants and caused plant concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, Biomass and chlorophyll index of the leaf to decrease. However, cadmium concentrations of root and aerial parts increased as the concentrations cadmium in soil increased. Translocation factors for cadmium in studying plants were higher than one and the plants were suitable for phytoremediation and marigold had higher ability for uptake and translocation of cadmium than the other plants.

Keywords: Soil pollution, Translocation factors, Heavy metal

* Corresponding author, Email: marjani.vahideh@gmail.com