بررسی قابلیت گیاه‌پالایی عنصر کادمیم توسط سه گیاه آفتابگردان، ذرت و پنبه

ابراهیم فتاحی کیاسری[۱]، امیر فتوت[۲]، علیرضا آستارایی[۲] و غلامحسین حق‌نیا[۲]

۱- کارشناس ارشد مطالعات خاکشناسی شرکت مهندسین مشاور پویشگران کویر.
۲- اعضای هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد.

مقدمه

آلودگی خاک با فلزات سنگین یکی از مشکلات زیست محیطی عمده در جوامع بشری است. به‌کارگیری لجن فاضلاب آلوده به فلزات سنگین در بخش کشاورزی و همچنین مصرف بیش از اندازهٔ بعضی از آفت‌کش‌های معدنی و کودهای کشاورزی از منابع عمدهٔ ورود فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی به شمار می‌روند (۴). در بین فلزات سنگین کادمیم به علت پویایی نسبی زیاد در خاک و پتانسیل بالای سمیت در موجودات حتی در غلظت‌های پایین، مورد توجه است (۳). در طی سالهای اخیر روش گیاه‌پالایی[۱] (خصوصاً گیاه‌جذبی[۲]) به عنوان یک روش ارزان‌تر نسبت به روش‌های دیگر برای خروج فلزات سنگین از خاک پیشنهاد شده است. از جمله فاکتورهای مهم موفقیت در گیاه‌پالایی جذب در زمان کوتاه، تولید زیست‌تودهٔ کافی و همچنین کشت و برداشت راحت می‌باشد (۶). سه گیاه آفتابگردان، ذرت و پنبه از جمله گیاهان زراعی به حساب می‌آیند که دارای بعضی از این خواص می‌باشند (۲، ۵). به طور خلاصه اهداف این طرح عبارت است از: ۱- تعیین قابلیت روش گیاه پالایی برای خروج عنصر کادمیم از خاک. ۲- بررسی توانایی سه گونهٔ آفتابگردان، ذرت و پنبه در جذب و انتقال کادمیم.

مواد و روشها

آزمایش به صورت فاکتوریل با سه غلظت عنصر کادمیم (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در یک کیلوگرم خاک)، سه گیاه آفتابگردان، ذرت و پنبه با سه تکرار و یک نوع خاک با رده‌بندی Typic Haplocambid انجام شد. نتایج تجزیه برخی از ویژگی‌های این خاک در جدول ۱ آورده شده است. پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری مقادیر کادمیم و کودهای پرمصرف مورد نیاز گیاهان به خاک افزوده شدند. به مدت ۶۰ روز رطوبت گلدان‌ها در حد رطوبت ظرفیت زراعی (FC) نگهداری شدند. در پایان اندام هوایی و ریشه گیاهان برداشت و پس از شستشو در آب مقطر به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجهٔ سانتیگراد خشک شدند. اندام گیاهی پس از توزین، برای تجزیه و اندازه‌گیری غلظت کادمیم آسیاب، پس از هضم به روش خشک، غلظت کادمیم توسط دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی (Shimadzu-AA670) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خاک نیز پس از برداشت اندام هوایی و قبل از برداشت ریشهٔ گیاهان برداشت شده، پس از خشک‌شدن به آزمایشگاه انتقال یافتند و آزمایش‌های لازم بر روی آنها انجام شد. برای آنالیز آماری از نرم‌افزار MSTATC و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

هدایت الکتریکی و pH نمونه‌های خاک:

هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع خاک در مورد تیمارهای کادمیم و گیاهان دارای تفاوت معنی‌داری نبود. افزایش هدایت الکتریکی به طور غیرمستقیم با ایجاد کمپلکسهایی بین کادمیم و بعضی از یونها همانند کلرید، باعث افزایش قابلیت انتقال عنصر به ریشهٔ گیاه و در نهایت افزایش جذب توسط گیاه می‌شود (۵). نتایج این مطالعه نشان داد pH عصاره اشباع خاک در تیمارهای کادمیم و در حضور سه گیاه مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری بود ($p <$ ۰/۰۵). بیشترین و کمترین مقدار pH که به ترتیب مربوط به خاک گیاه ذرت و پنبه بود در حدود ۰/۱۹ واحد اختلاف داشتند

---
[1] Phytoremediation
[2] Phytoextraction

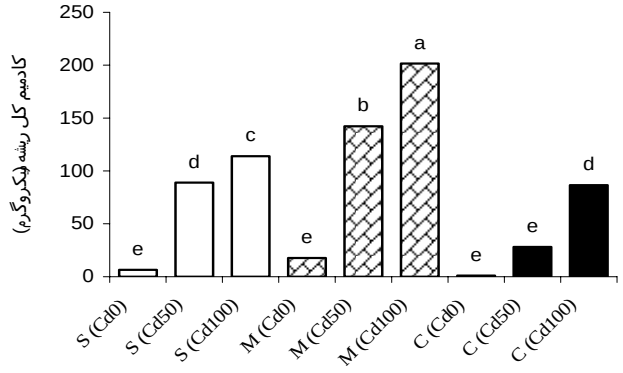
(شکل۲). کاهش pH به علت افزایش رقابت کادمیم با یونهای+H و در نهایت افزایش مقدار یونهای کادمیم موجود در محلول خاک باعث افزایش جذب این عنصر توسط گیاه می‌شود (۱، ۲). بنظر نمی‌رسد اختلافات ناچیز در مقدار هدایت الکتریکی و pH نمونه‌های خاک در این آزمایش در ایجاد اختلاف جذب توسط گیاهان مؤثر بوده باشد. لازم به ذکر است در ادامه مباحث از حروف لاتینS به جای آفتابگردان، M به جای ذرت و C به جای پنبه استفاده شده است.

جدول ۱- پاره‌ای ازخصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

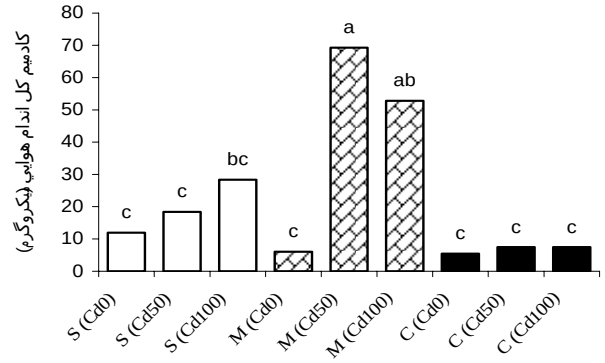
نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)	CEC (میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خاک)	FC (درصد رطوبت وزنی)	pH	EC (دسی زیمنس بر متر)	کادمیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
۰/۰۳۱۵	۰/۴۶۵	۱۱/۲۶	۱۲/۷۹	۷/۸۴	۲/۹۴	۰/۰۴	۳۸	۳۸	۲۴

مقدار کل کادمیم در اندام‌های گیاهی:

مقدار کادمیم کل موجود در ریشهٔ ذرت بیشترین مقدار و آفتابگردان و پنبه نیز با اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) پس از آن قرار گرفتند(شکل۱). با افزایش سطوح کادمیم به خاک، مقدار کل عنصر موجود در ریشهٔ گیاهان افزایش یافت. با توجه به اینکه ذرت در مقایسه با دو گیاه دیگر دارای کمترین غلظت کادمیم بود لذا می‌توان تولید بیشتر زیست‌توده ریشه‌ذرت را دلیل این امر بیان کرد(۷). ذرت دارای بیشترین تجمع‌کادمیم در اندام هوایی و پنبه نیز دارای کمترین میزان تجمع کادمیم در اندام هوایی بود(شکل ۲). ذرت به علت تولید زیست‌تودهٔ بیشتر در مقایسه با پنبه و همچنین مقدار نسبی کادمیم بیشتر در مقایسه با آفتابگردان، دارای بالاترین میزان کادمیم در اندام هوایی‌خود بود.



شکل۱-کل کادمیم موجود در ریشه گیاهان تحت تاثیر سطوح کادمیم



شکل ۲- مقدار کل کادمیم موجود در اندام هوایی گیاهان تحت تاثیر سطوح کادمیم

نتیجه‌گیری

پنبه در مقایسه با آفتابگردان و ذرت به افزایش کادمیم حساسیت کمتری نشان داد. از آنجایی که پنبه دارای قابلیتاندکی در تجمع عنصر کادمیم دراندام هوایی خوداست و علاوه برآن دارای کمترین مقدار وزن خشک در اندام هوایی و ریشه می‌باشد، به نظر می‌رسد برای پالایش عنصر کادمیم گیاه مناسبی نباشد ولی از لحاظ پدیده گیاه‌تثبیتی که نیاز به گیاهان با قابلیت کم انتقال عناصر سنگین از ریشه به اندام هوایی است ، میتواند مورد استفاده قرار گیرد. ذرت دارای بالاترین میزان تجمع نسبی و تجمع کل کادمیم در اندام هوایی خود نسبت به دو گیاه دیگر است. با وجود اینکه غلظت کادمیم در بعضی موارد (ریشه‌ذرت) کمتر از آفتابگردان و پنبه است اما تولید زیست‌توده بیشتر باعث شد تا ذرت بیشترین میزان کادمیم کل را در ریشه و اندام هوایی به خود اختصاص دهد. لذا به نظر می‌رسد ذرت در مقایسه با دو گیاه دیگر برای پالایش عنصر کادمیم مناسب‌تر باشد.

منابع

[1] Collins, R.N., G. Merrington, . M.J. McLaughlin, and J.L. Morel. 2003. Organic ligand and pH effects on isotopically exchangable cadmium in polluted soils. Soil Science Society of America. J. 67:112-121.

[2] Cui, Y., Y. Dong, H. Li, and Q. Wang. 2004. Effect of elemental sulphur on solubility of soil heavy metals and their uptake by maize. Environment International. 30:323-328.

[3] Das, P., S. Samantaray, and G.R. Rout. 1997. Studies on cadmium toxicity in plants: a review. Environmental Pollution. 98:29–36.

[4] Kabata-pendias, A., and H. Pendias. 2000. Trace Element in Soils and Plants. 2nd edotion. CRC Press. boca Raton. FL.

[5] Murillo, J.M., T. Maranon, F. Cabrera, and R. Lopez. 1999. Accumulation of heavy metals in sunflower and sorghum plants affected by the guadiamar spill. The Science of the Environment. 242:281-292.

[6] Raskin, I and B.D. Ensley. 2000. Phytoremediation of Toxic Metals Using Plants to Clean Up the Environment. A Wiley-Interscience Publication.

[7] Shen, Z.G., X.D. Li, C.C. Wang, H.M. Chen, and H. Chua. 2002. Lead phytoextraction from contaminated soils with high-biomass plant species. J. Environmental Quality. 31:1893-1900.

[8] Turgut, C., M.K. Pepe, and T.J. Curight. 2004. The effect of EDTA and citric acid on phytoremediation of Cd, Cr, and Ni from soil using Helianthus annuus. Environmental Pollution. 131:147-154.