

## فرآینباشتگی کادمیوم در گیاهان بومی رشد یافته بر روی خاکهای آلوده منطقه ایرانکوه اصفهان، ایران

علی اکبر صفری سنجانی\* و فرزاد شنبه دستجردی

همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی، تلفن: ۰۰۸۱۱-۴۲۲۳۳۶۷، Email: aa-safari@basu.ac.ir

### چکیده

یکی از روش های مناسب جهت کاهش آلودگی خاک و آب به عناصر کمیاب و استخراج عناصر کمیاب، گیاه بهسازی است. برای ارزیابی و شناسایی گونه های گیاهی برتر در زیست بهسازی خاک های آلوده به کادمیوم، در بهار ۱۳۸۳ نمونه هایی از ریشه و اندام های هوایی گیاهان بومی منطقه ایران کوه اصفهان آماده و میزان کادمیوم آنها تعیین گردید. دامنه غلظت کادمیوم در اندام های هوایی این گیاهان از ۰/۷۵ میلی گرم در کیلوگرم در گیاه جاروعلفی تا ۱/۹۷ میلی گرم در کیلوگرم در گیاه کلاه میرحسن بود. دامنه غلظت کادمیوم در اندام های زیرزمینی این گیاهان از ۰/۷۱ میلی گرم در کیلوگرم در گیاه کلاه میرحسن تا ۲/۸ میلی گرم در کیلوگرم در گیاه جاروعلفی بود. چگونگی توزیع این عنصر در اندام های هوایی و زیرزمینی گیاهان مختلف نامهمانند بود. غلظت کادمیوم در اندام های هوایی گیاهان بررسی شده به ترتیب از گیاه کلاه میرحسن، شقایق لب تیز، جوسیخ، گون، درمنه، قدمه، شاه تره ای، گاوچاق کن، استپی، سنبله، گلپوره تا جاروعلفی کاهش یافت. غلظت این عنصر در اندام های زیرزمینی گیاهان از گیاه جاروعلفی، شاه تره ای، استپی، شقایق لب تیز، گاوچاق کن، گلپوره، جوسیخ، سنبله، گون، قدمه، درمنه، تا گیاه کلاه میرحسن کاهش داشت. از آنجایی که گیاه بهسازی و استخراج عناصر با برداشت اندام های هوایی گیاهان آسانتر است، گیاهانی مانند کلاه میرحسن، شقایق لب تیز، جوسیخ، گون و درمنه شایسته پژوهش بیشتر می باشند.

کلمات کلیدی: گیاه بهسازی، استخراج عناصر کمیاب، کادمیوم، آلودگی خاک.

### مقدمه

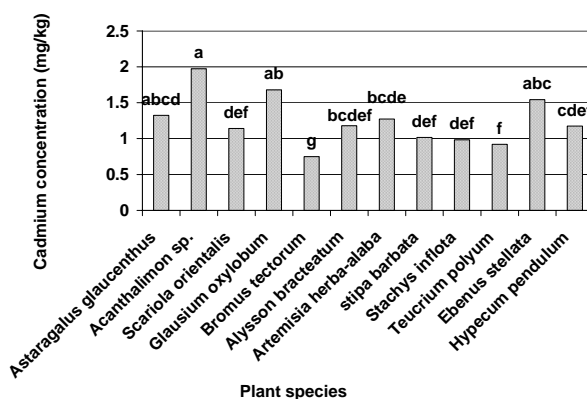
تمرکز فعالیتهای صنعتی، کشاورزی و شهرنشینی در شهرها و گاهی وجود مواد مادری حاوی عناصر سمی باعث آلودگی و انباشتگی فلزات سنگین در خاک می شود. روش های مختلفی جهت رفع آلودگی فلزات سمی در خاک وجود دارد که عمدتاً هزینه بر هستند و همچنین در سطح وسیع قابل بهره گیری نمی باشند (چن و همکاران، ۲۰۰۰). یکی از روشهای مناسب جهت حل این مشکل، زیست بهسازی (Bioremediation) و به طور خاص گیاه بهسازی (phytoremediation) است (ریوز و بیکر، ۲۰۰۰). گیاهانی که تجمع کننده عناصر سنگین تا غلظت بالایی هستند به عنوان فرآینباشت کننده (Hyperaccumulator) می شناسند. گونه های گیاهی فرآینباشت کننده بایستی بیوماس بالایی داشته باشند، سریع رشد کنند و توانایی بالایی در جذب و ذخیره سازی عناصر سنگین داشته باشند. از سوی دیگر از گیاهان فرآینباشت کننده به عنوان استخراج کننده عناصر کمیاب و با ارزش از خاک ها با نام فیتوماین (phyto-mine) بهره گیری می شود (Biomining). توجه به گیاه بهسازی ما را به دنبال تعیین گونه های گیاهی فرآینباشت کننده رهنمون می سازد. گیاهان فرآینباشت کننده گونه هایی هستند که توانایی انباشتگی فلزات را ۱۰۰ مرتبه بیشتر از گونه های غیر فرآینباشت کننده داشته باشند (بروکز، ۱۹۹۸). این گیاهان بایستی توانایی انتقال عناصر را از ریشه به ساقه به مقدار زیاد داشته باشند. بطور طبیعی غلظت عناصر سمی ریشه، ۱۰ برابر یا بیشتر از غلظتشان در ساقه است اما در گیاهان فرآینباشت کننده، غلظت عناصر در ساقه می تواند بیشتر از ریشه باشد. بایستی میزان جذب در سطوح مختلف عناصر موجود در محلول خاک در این گیاهان سریع باشد (چانی، ۱۹۷۷). کادمیوم یکی از عناصر زهری برای گیاهان است و تا کنون گروه اندکی از گیاهان شناخته شده است که می تواند کادمیوم را با غلظتی بیش از ۰/۰۱ درصد وزن خشک خود (۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) انباشته کند (مگ گرات و همکاران، ۲۰۰۰). برخی از گونه های گیاهی مانند تلاسپی کارولسنس (*Thlaspi caerulescens*) می توانند تا ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم عنصر کادمیوم را در بدن خود انباشته کنند (بیکر و همکاران ۲۰۰۰، براون و همکاران ۱۹۹۴). گزارش شده است که گیاه علف شور (*Salsola kali*) توانسته است در شرایط ویژه آزمایشگاهی تا حدود ۲۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم کادمیوم در اندام های مختلف خود جذب کند (روزا و همکاران ۲۰۰۴). کادمیوم یکی از عناصر آلاینده خاک است که با غلظتی بیشتر از ۴ میلی گرم در کیلوگرم در آن می تواند خطرناک باشد. فراوانی این عنصر در برخی از خاک های آلوده به ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم هم می رسد (مگ گرات و همکاران ۲۰۰۰، ریوز و بیکر ۲۰۰۰). پالایش خاک ها آلوده به کادمیوم بویژه بر روش های زیستی از اهمیت بالایی برخوردار است. خاک های منطقه ایرانکوه اصفهان مجاور معدن سرب و روی باما است. غلظت کادمیوم کل در این خاک ها حدود ۴ میلی گرم در کیلوگرم اندازه گیری شده است. این تحقیق با هدف شناسایی گونه برتر گیاهی فرآینباشت کننده کادمیوم برای بهره گیری در زیست بهسازی خاک و آبهای آلوده به این عنصر انجام شد.

### مواد و روش ها

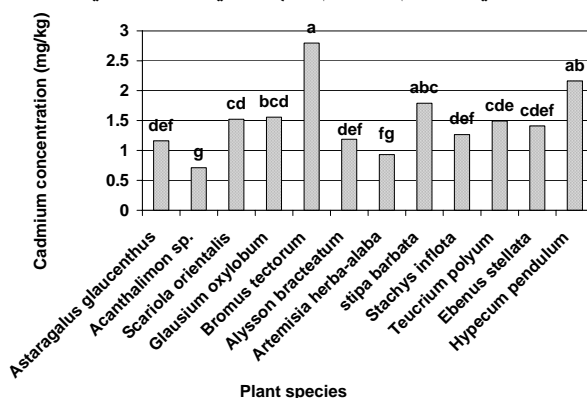
در بهار ۱۳۸۳ نمونه هایی از ریشه و اندام های هوایی گیاهان بومی منطقه ایران کوه اصفهان که شامل جاروعلفی (*Bromus tectorum*)، شاه تره ای (*Hyecum pendulum*)، استپی (*stipa barbata*)، شقایق لب تیز (*Glaucium oxylobum*)، گاوچاق کن (*Scariola orientalis*)، گلپوره (*Teucrium polyum*)، جوسیخ (*Ebenus stellata*)، سنبله (*Stachys inflota*)، گون (*Astaragalus glaucenthus*)، قدمه (*Alysson bracteatum*)، درمنه (*Artemisia herba-alaba*)، و گیاه کلاه میرحسن (*Acanthalimon sp.*) بود، جداگانه گردآوری گردید. پس از شستشوی نمونه ها با آب و محلول اسید کلریدریک رقیق (۰/۰۱ مولار)، میزان کادمیوم آنها با سوزاندن هر نمونه به روش تر، در عصاره آنها به روش جذب اتمی در برابر محلول های استاندارد این عنصر تعیین گردید. داده های بدست آمده به کمک نرم افزار SPSS پردازش و آزمون شدند.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه گیاهان در نمودارهای ۱ و ۲ نشان داده شده است. بررسی زیست انباشتگی عنصر کادمیوم در اندام های هوایی گیاهان بومی منطقه ایرانکوه اصفهان نشان داد که توان گیاهان گوناگون ناهمانند است و غلظت کادمیوم در آنها ناهمانندی چشم گیری دارد. در میان گیاهان جارو علفی کمترین غلظت کادمیوم را در اندام های هوایی خود داشت (۰/۷۵ میلی گرم در کیلوگرم). در برابر آن بیشترین غلظت کادمیوم در گیاه کلاه میرحسن (۱/۹۷ میلی گرم در کیلوگرم) ارزیابی شد. غلظت کادمیوم در اندام های هوایی گیاهان بررسی شده به ترتیب از گیاه کلاه میرحسن، شقایق لب تیز، جوسپخ، گون، درمنه، قدومه، شاه تره ای، گاوچاق کن، استپی، سنبله، گلپوره تا جارو علفی کاهش یافت. چگونگی توزیع این عنصر در اندام های هوایی و زیرزمینی گیاهان مختلف ناهمانند بود. در برخی از گیاهان انباشتگی این عنصر در ریشه بیشتر از اندام های هوایی بود و در برخی دیگر نتایج وارونه بود. دامنه غلظت کادمیوم در اندام های زیرزمینی این گیاهان از ۰/۷۱ میلی گرم در کیلوگرم در گیاه کلاه میرحسن تا ۲/۸ میلی گرم در کیلوگرم در گیاه جارو علفی بود. غلظت این عنصر در اندام های زیرزمینی گیاهان از گیاه جارو علفی، شاه تره ای، استپی، شقایق لب تیز، گاوچاق کن، گلپوره، جوسپخ، سنبله، گون، قدومه، درمنه، تا گیاه کلاه میرحسن کاهش داشت. خاک های منطقه ایرانکوه اصفهان مجاور معدن سرب و روی باما است. غلظت کادمیوم کل در این خاک ها حدود ۴ میلی گرم در کیلوگرم اندازه گیری شده است. اگر چه این خاک ها به عنصر کادمیوم آلوده ارزیابی می شوند ولی درجه آلودگی آنها به اندازه ای نیست که به غلظت های بالایی از این عنصر در گیاهان بیانجامد و به حدود ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم برسد (مک گرات و همکاران، ۲۰۰۰).



نمودار ۱- زیست انباشتگی کادمیوم در اندام های هوایی گیاهان بومی ایرانکوه اصفهان



نمودار ۲- زیست انباشتگی کادمیوم در ریشه گیاهان بومی ایرانکوه اصفهان

به هر گونه غلظت این عنصر در این گیاهان بیش از مقدار معمول آن عنصر در گیاهان رسیده و گیاهان نیز آلوده ارزیابی می شوند. از آنجایی که گیاه بهسازی و استخراج عناصر با برداشت اندام های هوایی گیاهان آسانتر است، این تحقیق نشان داد که گیاهانی مانند کلاه میرحسن، شقایق لب تیز، جوسپخ، گون و درمنه شایسته پژوهش بیشتری می باشند. شاید اگر آنها در شرایط آزمایشگاهی در زیستگاهی آلوده تر کشت شوند، غلظت کادمیوم در آنها به حدود آنچه که برای گیاهان فرانباشت کننده گزارش شده است برسد.

## منابع

- Baker, A.J.M., McGrath, S.P., Reeves, R.D. and Smith, J.A.C., 2000. Metal hyperaccumulator plants: a review of the ecology and physiology of biological resource for phytoremediation of metal-polluted soils. In: Terry, N. and Bañuelos, G., Editors, 2000. *Phytoremediation of Contaminated Soil and Water*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, pp. 85–107.
- Brooks, R.R. 1998. Plant that hyperaccumulate heavy metals. CAB International, Wallingford, U.K.
- Brown, S.L., Chaney, R.L., Angle, J.S. and Baker, A.J.M., 1994. Phytoremediation potential of *Thlaspi caerulescens* and bladder campion for zinc and cadmium-contaminated soil. *J. Environ. Qual.* **23**, pp. 1151–1157.
- Chaney, L.R. 1977. Phytoremediation of soil metals. *Soils. Wisc.* **31**: 253-259.
- Chen, H.M., Zheng, C.R., Tu, C. and Shen, Z.G., 2000. Chemical methods and phytoremediation of soil contaminated with heavy metals. *Chemosphere* **41**, pp. 229–234.
- Reeves, R.D. and Baker, A.J.M., 2000. Metal-accumulating plants. In: Raskin, I. and Ensley, B.D., Editors, 2000. *Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean up the Environment*, John Wiley, New York, pp. 193–229.
- Rosa G., Peralta-Videa J.R., Montes M., Parsons J.G., Cano-Aguilera I. , and Gardea-Torresdey J.L. 2004. Cadmium uptake and translocation in tumbleweed (*Salsola kali*), a potential Cd-hyperaccumulator desert plant species: ICP/OES and XAS studies. *Chemosphere* **55**, 1159–1168.

Surf and download all data from SID.ir: [www.SID.ir](http://www.SID.ir)

Translate via STRS.ir: [www.STRS.ir](http://www.STRS.ir)

Follow our scientific posts via our Blog: [www.sid.ir/blog](http://www.sid.ir/blog)

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: [www.sid.ir/workshop](http://www.sid.ir/workshop)