

## پتانسیل جذب عناصر سنگین توسط گونه های مرتعی گون و کلاه میرحسن از خاک (مطالعه موردی: مراتع اطراف کارخانه سیمان فیروزکوه)

فاطمه منتظری<sup>۱\*</sup>، رضا تمرتاش<sup>۲</sup>، محمدرضا طایبان<sup>۲</sup>، محمد حجتی<sup>۲</sup>

۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران، پست الکترونیک: montazeri.fatememeh@gmail.com

۲- استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۲

### چکیده

در این تحقیق توانایی گیاهان مرتعی گون و کلاه میرحسن در جذب و تجمع فلزات سنگین مانند کادمیوم، سرب، مس، روی و کروم در اطراف کارخانه سیمان فیروزکوه بررسی شد. نمونه برداری از خاک و پوشش گیاهی در فواصل ۵۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۵۰۰ متر از مرکز کارخانه، به روش سیستماتیک تصادفی انجام شد. تعداد ۲ گونه گیاهی از قبیل گون و کلاه میرحسن با ۳ تکرار (جمعا ۱۸ نمونه از گیاه و ۱۸ نمونه از خاک ریزوسفری) در قالب طرح آزمایشی بلوک های کاملا تصادفی آزمایش گردید. در این آزمایش نمونه ها با استفاده از روش هضم اسیدی و با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. نتایج به دست آمده از روش آماری آنالیز واریانس حکایت از این داشت که غلظت عناصر کادمیوم و روی در گونه های گون و کلاه میرحسن و غلظت سرب در این گونه ها با فاصله از کارخانه به ترتیب از روند افزایشی و کاهش بر خوردار بوده است. همچنین غلظت کروم در گونه کلاه میرحسن سیر نزولی داشته است. مقایسه میانگین عناصر سنگین در اندام های مختلف گونه ها نشان داد که غلظت عناصر مس، سرب و روی در گونه گون و غلظت عناصر کادمیوم و سرب در گونه کلاه میرحسن در برگ بیشتر از ریشه و ساقه می باشد. با استفاده از آزمون Test-t مقایسه بین دو گونه مورد بررسی قرار گرفت و تعیین شد که غلظت کادمیوم و روی در گونه کلاه میرحسن به ترتیب ۰/۰۲ و ۱/۵۰ میلی گرم در کیلوگرم بیشتر بوده است و در مورد عنصر سرب گونه گون به میزان ۰/۱۹ میلی گرم در کیلوگرم غلظت بیشتری را به خود اختصاص داده است. همبستگی بین عناصر موجود در خاک و گونه ها نشان داد که عناصر مس، کادمیوم، سرب و کروم در گونه گون و عناصر مس، روی و سرب در گونه کلاه میرحسن با این عناصر در خاک ارتباط معنی داری ( $P < 0/05$ ) برقرار کرده اند. بنابراین با توجه به آلودگی بیشتر گیاهان نزدیک کارخانه، می توان استنباط کرد که مهمترین عامل تجمع فلزات سنگین سرب و کروم در گونه های مورد مطالعه، ناشی از آلودگی جوی حاصل از مجاورت به کارخانه بوده است. در این راستا پیشنهاد می گردد از گونه های یاد شده برای پاکسازی این عناصر از خاک آلوده استفاده گردد. همچنین توصیه می شود تمهیدات لازم در ارتباط با مصرف این گونه ها توسط دام در اطراف کارخانه انجام شود.

واژه های کلیدی: قابلیت جذب، خاک آلوده، فلزات سنگین، کارخانه سیمان فیروزکوه، گیاه پالایشی.

### مقدمه

مادر و وجود منابع آلوده کننده، متفاوت است. اما در طی سال های اخیر با توسعه صنایع مختلف به دلیل وجود این آلاینده های محیطی تجزیه ناپذیر، آلودگی محیط زیست (آب،

فلزات سنگین به طور طبیعی در پوسته زمین حضور دارند که مقدار آنها در خاک تحت تأثیر عوامل مختلفی همانند سنگ

گون عناصر مس، روی، آهن و سرب در اندام های هوایی بیشتر از اندام های زیرزمینی بوده است که در این راستا اظهار داشتند که این گونه تمایل قابل ملاحظه ای را برای جذب و انتقال عناصر به بخش های هوایی دارد. در سال ۲۰۰۸ Tavankar و Shafeghat با مطالعه ای که در اطراف کارخانه سیمان اردبیل انجام دادند دریافتند که غلظت عناصر سنگین در گیاهان بوته ای بیشتر از گیاهان علفی بوده است. همچنین در گیاهان بوته ای با افزایش غلظت عناصر خاک، غلظت کروم این گیاهان نیز افزایش یافت. پژوهشی توسط پارسادوست و همکاران (۲۰۰۸) در خاک های آلوده اطراف معادن سرب و روی باما در منطقه ایرانکوه اصفهان انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که گونه های گیاهی *Acantholimon sp* و *Astragalus glaucantus* به ترتیب بیشترین غلظت سرب در اندام هوایی (۹۸/۱ و ۸۶/۲ میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک گیاهی) و بیشترین ضریب انتقال سرب از اندام زیرزمینی را به اندام هوایی (به ترتیب ۳/۵۴ و ۳/۷۰) داشتند.

تحقیقات متنوعی در زمینه ارزیابی گونه های مختلف گیاهی در جذب عناصر سنگین انجام شده و گونه های مناسب برای کاهش آلودگی خاک معرفی شده اند؛ به عنوان مثال *Vafadar* و *Zare mayvan* (۲۰۰۶) گونه های *Digitalis nevrvosa* و *Kord; Parietaria judaica* و همکاران (۲۰۱۱) سه گونه اقاچیا، سرو نقره ای و کاج الدریکا؛ *Amouie* و همکاران (۲۰۱۲) گیاه ذرت و تاج خروس وحشی و *Mojiri* (۲۰۱۱) گیاه ذرت را مناسب برای کاهش آلودگی در مناطق مورد مطالعه خود معرفی نموده اند. در تحقیقاتی که توسط *Shanbe dastjerdi* و همکارانش (۲۰۰۷) در مراتع اطراف معدن سرب و روی اصفهان در خاک های آلوده انجام شد دریافتند که گونه گون نسبت به گونه کلاه میرحسن دارای قدرت جذب بیشتر عنصر روی بوده است. در راستای شناسایی گونه های مقاوم به آلودگی فلزات سنگین، این تحقیق با هدف ارزیابی جذب عناصر سنگین کادمیوم، سرب، مس، روی و کروم خاک توسط گونه های مرتعی گون و کلاه میرحسن در اطراف کارخانه سیمان فیروزکوه انجام گردید. همچنین مقایسه بین میزان جذب اندام های مختلف

هوا و خاک) افزایش پیدا کرده است (Tavankar & Shafeghat, 2008). به دلیل سمیت بالقوه و مقاومت زیاد این فلزات، وجود این عناصر در خاک حتی در مقادیر بسیار کم می تواند مشکلاتی را برای موجودات زنده بوجود آورد (Groppa et al., 2007). فلزات سنگین به دو صورت طبیعی و مصنوعی (فعالیت های بشر) وارد چرخه محیط زیست می شوند. در این راستا کارخانجات سیمان با استخراج و فرآوری مواد معدنی و انتشار گرد و غبار و گازهای آلاینده نقش مهمی در افزایش فلزات سنگین و آلودگی محیط زیست دارند (Bilen, 2010). از جمله فلزات سنگینی که از طریق کارخانجات وارد محیط می شوند می توان به آرسنیک، کادمیوم، سرب، جیوه، تالیوم، آلومینیوم، بریلیوم، کروم، مس، منگنز، نیکل و روی اشاره کرد که مقادیر بیشتر از حد مجاز این فلزات، اثرات سمی را بر محیط زیست اطرافشان بجا می گذارند (Adriano, 2001). روش های مختلفی برای حذف آلودگی فلزات سنگین وجود دارد که در میان این روش ها گیاهان به علت استفاده از آب، خاک و هوا در تغییر شرایط بوم شناختی مشارکت مهمی دارند و می توان از آنها برای پاکسازی بوم نظام های آلوده به انواع آلاینده ها استفاده نمود که اقتصادی بودن و سازگاری گیاهان با محیط زیست از جمله مزایای استفاده از آنهاست. استفاده از گیاهان برای کاهش آلودگی یک تکنولوژی با هزینه کم و ساده است که از گیاهانی مانند گیاهان علوفه ای، گونه های چوبی و بوته ها به منظور خروج، نگهداری و بی اثر کردن آلاینده های زیست محیطی مانند فلزات سنگین در خاک استفاده می کند (Zoufan et al., 2013).

بررسی مروری منابع علمی و مقالات نشان می دهد که موضوع استفاده از گیاهان در پاکسازی خاک های آلوده به فلزات سنگین را اولین بار Chaney در سال ۱۹۹۲ در آمریکا ارائه کرده است (Amouie et al, 2012). هم اکنون تحقیقات گسترده ای در این زمینه در دست انجام است که در میان آنها باید به کارهای دانشمندانی مانند McGrath, Brooks, Baker و Robinson Chaney در این زمینه اشاره کرد. در بررسی جذب عناصر سنگین، زینعلی نژاد و فرزامی سپهر (۲۰۱۵) در اطراف معدن مس میدوک کرمان دریافتند که در گونه مرتعی

گونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

گردید (Pelkin-Elmer, 1994).

## مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت میدانی اطراف کارخانه سیمان فیروزکوه در استان تهران انجام شد. این کارخانه با مشخصات جغرافیایی  $52^{\circ}14'11''$  طول شرقی و  $35^{\circ}58'31''$  عرض شمالی و در ۵ کیلومتری شهرستان فیروزکوه قرار دارد. متوسط ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۰۰۰ متر، میانگین دمای سالانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی در منطقه حدود ۳۰۰ میلی‌متر در سال است.

برای نمونه‌برداری از گیاهان، مراتع اطراف کارخانه تا شعاع ۲۰۰۰ متری انتخاب گردید و پس از آن در هریک از نقاط نمونه‌برداری بصورت سیستماتیک تصادفی انجام شد. برای انتخاب گیاهان از پلات ۱ مترمربعی استفاده شد، همچنین برداشت خاک ریزوسفری از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری با بیلچه انجام گردید. همزمان با برداشت کامل گیاهان، خاک ریزوسفری نیز جمع‌آوری گردید تا مورد آنالیز قرار گیرد. در این تحقیق جمعاً ۶۰ نمونه برداشته شد که شامل ۳۰ نمونه گیاه (گون و کلاه میرحسن) و ۳۰ نمونه خاک ( خاک اطراف ریشه گونه گون و کلاه میرحسن) بوده است. پس از جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی و خاک برای آماده سازی و انجام آنالیزهای مربوطه به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های خاک پس از خشک شدن در آون، آسیاب و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. برای اندازه‌گیری غلظت عناصر سنگین در خاک ۱ گرم خاک خشک را به نسبت ۱:۳ با اسید کلریدریک ۶M، اسیدنیتریک غلیظ و اسید نیتریک ۲M به حجم رسانده شد (Chen & Ma, 2001). در نهایت پس از هضم اسیدی برای اندازه‌گیری میزان عناصر سنگین وارد دستگاه جذب اتمی گردید. نمونه‌های گیاهی (بعد از جدا کردن ریشه و اندام هوایی) با آب مقطر شسته شده و به مدت ۴۸ ساعت در آون قرار داده شدند (Horwitz, 2005). سپس نمونه‌های گیاهی آسیاب شده و با استفاده از مخلوط سه اسید (اسید نیتریک، اسید پرکلریدریک و اسید سولفوریک) عصاره‌گیری و غلظت عناصر سنگین توسط دستگاه جذب اتمی مدل AA1600 اندازه‌گیری

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 و از طریق تجزیه واریانس یک‌طرفه انجام شد و به منظور مطالعه تأثیر پارامترهای مختلف خاک بر مقدار جذب عناصر به وسیله گونه‌های گیاهی، محاسبه ضرایب همبستگی نیز انجام گردید. برای مقایسه عناصر بین دو گونه از آزمون t مستقل استفاده شد. همچنین تمامی مقایسه میانگین‌ها بوسیله آزمون دانکن انجام شد. برای نشان دادن ارتباط بین عناصر خاک و گونه‌ها از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

## نتایج

نتایج آنالیز واریانس عناصر سنگین در گونه گون با فاصله از کارخانه نشان می‌دهد که عناصر کادمیوم، روی و سرب در سطح خطای یک درصد و مس و کروم در سطح خطای پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشته‌اند. در مورد گونه کلاه میرحسن با فاصله از کارخانه عناصر کادمیوم و سرب در سطح خطای یک درصد و عناصر روی و کروم در سطح خطای پنج درصد معنی‌دار شده‌اند (جدول ۱).

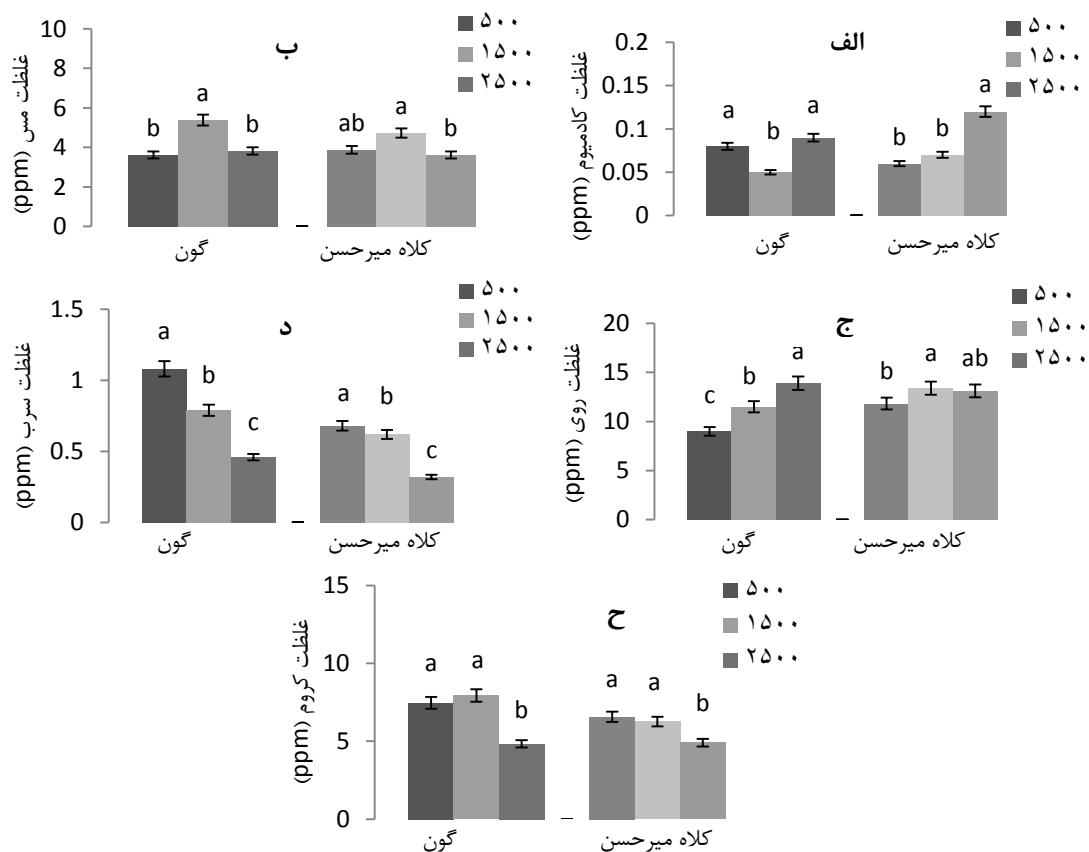
مقایسه میانگین غلظت عناصر کادمیوم و روی در گونه گون با فاصله از کارخانه از روند افزایشی برخوردار بوده، به طوری که بیشترین میزان دو عنصر در فاصله ۲۵۰۰ متری بوده است (شکل ۱-الف و ۱-ب)؛ اما عنصر سرب برخلاف کادمیوم و روی دارای روند کاهشی است و بیشترین و کمترین میزان عناصر به ترتیب در فاصله ۵۰۰ و ۲۵۰۰ متری به دست آمده است (شکل ۱-د). به نحوی که با افزایش فاصله از کارخانه غلظت عناصر مس و کروم روند یکنواختی را نشان نداده است؛ به طوری که تا فاصله ۱۵۰۰ متری افزایش و بعد روند کاهش غلظت این دو عنصر مشاهده شده است (شکل ۱-ب و ۱-ج). مقایسه میانگین عناصر کادمیوم و روی در گونه کلاه میرحسن دارای اختلاف معنی‌دار بوده و با فاصله از کارخانه روند منظم و افزایشی داشته است؛ این در حالیست که مقایسه میانگین عناصر سرب و کروم با فاصله از کارخانه معنی‌دار شده و از روند کاهشی پیروی کرده است. به طوری که بیشترین و

کمترین میزان سرب به ترتیب در فاصله ۵۰۰ و ۲۵۰۰ متری دیده شده است. در رابطه با غلظت عنصر مس با وجود اختلاف غلظت بین فواصل مختلف، این اختلاف معنی دار نشده است (شکل ۱-ب).

جدول ۱- آنالیز واریانس عناصر سنگین گونه‌های گون و کلاه میرحسن

Ms					df	منابع تغییر	
کروم	سرب	روی	مس	کادمیوم		گون	فاصله از کارخانه
۰/۰۱۵*	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۶*	۰/۰۱۴*	۰/۰۰۱**	۲	گون	فاصله از کارخانه
۰/۰۲۷*	۰/۰۰۲**	۰/۰۱۶*	۰/۰۸۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲**	۲	کلاه میرحسن	فاصله از کارخانه
۱/۳۷۳	۰/۰۱۶	۱/۰۹۳	۰/۳۳۴	۰/۰۰۱	۶	گون	خطا
۱/۰۲۲	۰/۰۸۶	۰/۴۷۶	۰/۳۱۸	۰/۰۰۲	۶	کلاه میرحسن	خطا
۸/۶۴۱	۰/۲۳۰	۱۷/۶۲۵	۲/۱۴۳	۰/۰۰۳	۸	گون	کل
۵/۴۵۹	۰/۰۹۰	۳/۰۱۲	۱/۲۱۲	۰/۰۰۴	۸	کلاه میرحسن	کل
۳/۹۷	۲/۵	۳/۸	۳/۹	۴/۴	-	گون	%CV
۴/۱۴	۳/۷۵	۲/۶۴	۱/۷۸	۳/۱	-	کلاه میرحسن	%CV

\*\* معنی داری در سطح خطای پنج درصد، \*\*\* معنی داری در سطح خطای یک درصد، ns: غیر معنی دار



شکل ۱- مقایسه میانگین عناصر سنگین گونه گون و کلاه میرحسن با فاصله از کارخانه؛ الف- کادمیوم، ب- مس،

ج- روی، د- سرب، ح- کروم

معنی دار می‌باشند، در حالی که کروم در اندام‌های گیاهی هر دو گونه در سطح خطای پنج درصد اختلاف معنی دار را نشان می‌دهد (جدول ۲).

نتایج آنالیز واریانس بین اندام‌های گونه‌های مورد نظر حکایت از آن دارد که عناصر کادمیوم، مس، روی و سرب در سطح خطای یک درصد در هر دو گونه دارای اختلاف

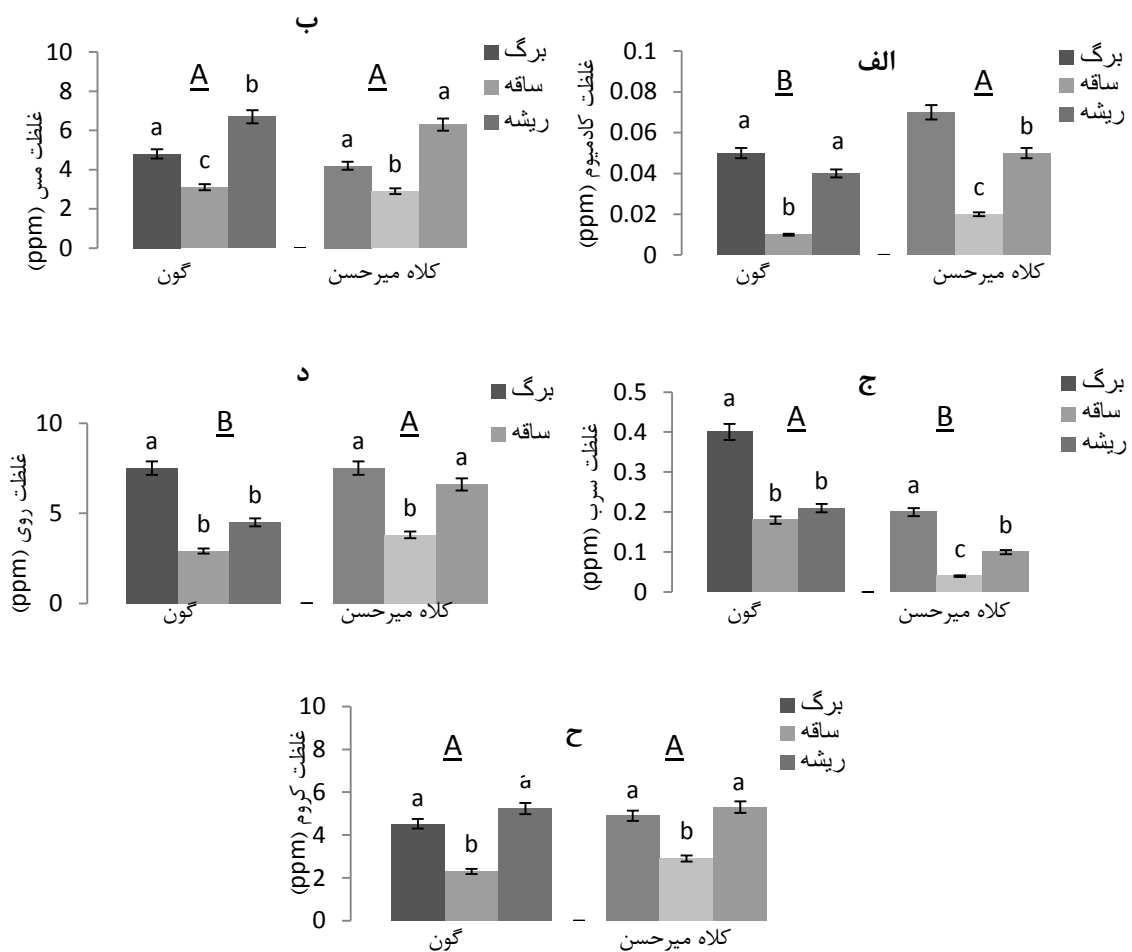
جدول ۲- آنالیز واریانس عناصر سنگین اندام‌های گیاهی گونه‌های گون و کلاه میرحسن

Ms					df	منابع تغییر	
کروم	سرب	روی	مس	کادمیوم			
۰/۰۱۵*	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۲	گون	اندام‌های
۰/۰۲۱*	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۳**	۲	کلاه میرحسن	گیاهی
۰/۶۳۷	۰/۰۰۱	۰/۸۲۲	۰/۱۱۹	۰/۰۰۱	۶	گون	خطا
۰/۷۱۲	۰/۰۰۱	۰/۹۶۴	۰/۵۰۹	۰/۰۰۱	۶	کلاه میرحسن	
۶/۴۰۷	۰/۰۴۲	۱۷/۲۸	۶/۰۸۲	۰/۰۰۲	۸	گون	کل
۶/۳۳۵	۰/۰۲۲	۱۲/۴۷۱	۶/۰۵۲	۰/۰۰۳	۸	کلاه میرحسن	
۲/۹۳	۲/۱۱	۵/۸۵	۳/۱۵	۱۱/۲	-	گون	%CV
۲/۱۸	۲/۶۶	۳/۹۴	۵/۱	۱۰/۰۴	-	کلاه میرحسن	

\*: معنی‌داری در سطح خطای پنج درصد، \*\*: معنی‌داری در سطح خطای یک درصد، MS: غیر معنی‌دار

مختلف گونه کلاه میرحسن حکایت از آن دارد که غلظت عناصر کادمیوم و سرب دارای اختلاف معنی‌دار بوده و غلظت این دو عنصر در برگ بیشتر از ریشه و ساقه می‌باشد (شکل ۲-الف و ۲-ج). ساقه در مورد همه عناصر کمترین غلظت را دارا بوده است.

مقایسه میانگین عناصر سنگین در بخش‌های مختلف گونه گون بیانگر آن است که عناصر مس، سرب و روی در برگ بیشتر از ریشه و ساقه می‌باشد (شکل ۲-ب، ۲-ج و ۲-د). در بین اندام‌های مختلف، ساقه کمترین میزان عناصر را به خود اختصاص داده است (شکل ۲). همچنین مقایسه میانگین عناصر سنگین در بخش‌های



شکل ۲- مقایسه میانگین عناصر سنگین در اندام‌های مختلف گونه گون و کلاه میرحسن؛ الف- کادمیوم، ب- مس، ج- سرب، د- روی، ح- کروم با توجه به خروجی آزمون t مستقل، بین عناصر مورد مطالعه کادمیوم، روی و سرب در بین دو گونه گون و کلاه میرحسن اختلاف معنی‌دار وجود دارد ولی بقیه عناصر اختلاف معنی‌داری ندارند (جدول ۳).

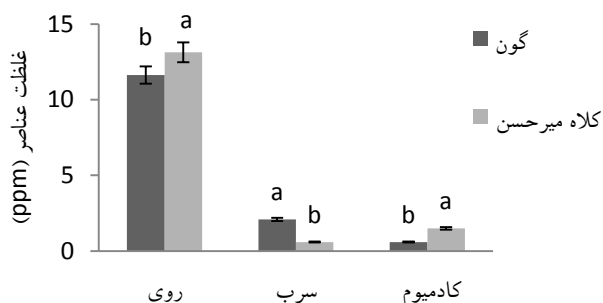
جدول ۳- آزمون t برای مقایسه عناصر سنگین بین دو گونه گون و کلاه میرحسن

عناصر	میانگین غلظت در گونه گون	میانگین غلظت در گونه کلاه میرحسن	درجه آزادی	t-value	آماره t
کادمیوم	۰/۰۲۲۳±۰/۰۶۰	۰/۰۲۴۵±۰/۰۸۷	۱۶	-۲/۰۹۹	۰/۰۰۳**
مس	۱/۰۳۷±۴/۴۹۲	۰/۶۹۴±۴/۳۲۸	۱۶	۰/۵۰۹	۰/۱۵۶ <sup>ns</sup>
روی	۲/۳۴۶±۱۱/۶۳	۰/۹۱۷±۱۳/۱۳۳	۱۶	-۲/۳۰۶	۰/۰۰۱**
سرب	۰/۲۶۸±۰/۷۸۱	۰/۱۶۵±۰/۵۹۲	۱۶	۲/۳۲۲	۰/۰۱۲*
کروم	۱/۷۴۸±۶/۰۱۳۳	۱/۴۱۳±۴/۲۷۳	۱۶	۱/۲۷۵	۰/۴۵۱ <sup>ns</sup>

\*\* : معنی‌داری در سطح خطای پنج درصد، \*\*\* : معنی‌داری در سطح خطای یک درصد، <sup>ns</sup> : غیر معنی‌دار

گونه کلاه میرحسن بیشتر بوده و در مورد عنصر سرب گونه گون غلظت بیشتری را به خود اختصاص داده است و بقیه عناصر هم اختلاف معنی داری را نشان نداده اند (شکل ۳).

مقایسه میانگین بین گونه‌های گیاهی مورد مطالعه نشان داد که میان عناصر کادمیوم، سرب و روی اختلاف معنی داری وجود دارد؛ به طوری که غلظت کادمیوم و روی در



شکل ۳- مقایسه میانگین عناصر سنگین کادمیوم، سرب و روی بین دو گونه گون و کلاه میرحسن

هستند و عناصر مس، روی و سرب ارتباط معنی داری را در سطح خطای یک درصد بین این عناصر در خاک و گونه کلاه میرحسن دارند (جدول ۴).

همبستگی بین عناصر موجود در خاک و گونه‌ها نشان داد که در بین عناصر مورد مطالعه مس دارای ارتباط معنی داری در سطح خطای یک درصد، کادمیوم، سرب و کروم در سطح خطای پنج درصد بین خاک و گونه گون

جدول ۴- ماتریس همبستگی بین عناصر سنگین خاک و گونه‌های گون و کلاه میرحسن

عنصر خاک	عنصر گیاه	Cr	Pb	Zn	Cu	Cd
گون	Cd	۰/۰۰۰	-۰/۳۲۲	۰/۳۰۷	۰/۳۸۹	*-۰/۴۷۸
کلاه میرحسن	Cd	۰/۰۰۰	-۰/۳۲۲	۰/۳۰۷	۰/۳۸۹	-۰/۲۵۲
گون	Cu	-۰/۳۴۰	۰/۰۴۸	۰/۰۹۶	**۰/۷۷۸	*-۰/۶۳۰
کلاه میرحسن	Cu	-۰/۳۴۰	-۰/۰۴۸	۰/۰۹۶	**۰/۷۶۴	*-۰/۴۷۹
گون	Zn	-۰/۲۰۴	۰/۲۷۳	-۰/۰۵۸	**۰/۶۴۸	-۰/۵۱۳*
کلاه میرحسن	Zn	-۰/۲۰۴	۰/۲۷۳	**۰/۷۷۹	۰/۳۴۷	۰/۲۹۷
گون	Pb	۰/۲۴۰	*۰/۵۸۴	-۰/۴۱۱	۰/۰۰۸	۰/۲۰۷
کلاه میرحسن	Pb	۰/۲۴۰	**۰/۶۹۶	**۰/۷۵۷	۰/۰۳۷	*۰/۵۷۹
گون	Cr	۰/۳۸۲	۰/۱۴۰	-۰/۳۰۴	-۰/۳۷۴	۰/۰۳۵
کلاه میرحسن	Cr	۰/۴۶۴	**۰/۷۲۵	-۰/۴۸۶	۰/۳۸۰	**۰/۷۲۲

## بحث

در بررسی آنالیز واریانس دو گونه گون و کلاه میرحسن با فاصله از کارخانه مشخص گردید که غلظت عناصر کادمیوم و سرب در سطح خطای یک درصد و روی و کروم در سطح خطای پنج درصد اختلاف معنی دار داشته‌اند، در حالی که غلظت عنصر مس با گونه گون اختلاف معنی داری را در سطح خطای پنج درصد نشان می‌دهد. همچنین مقایسه میانگین گونه‌های گیاهی مورد مطالعه نشان داد که غلظت عناصر کادمیوم و روی با فاصله از کارخانه از روند افزایشی برخوردار بوده ولی غلظت عنصر سرب روند کاهشی را نشان می‌دهد.

نتایج مطالعه *Shanbe dastjerdi* و همکارانش (۲۰۰۷) در رابطه با غلظت عنصر روی نشان داد که گونه گون دارای قدرت جذب بالایی در این عنصر می‌باشد. این محققان توصیه نمودند که گونه گون برای گیاه پالایی مناطق آلوده مورد استفاده قرار گیرد. *Erfanzadeh* و *Ghazanfarian* (۲۰۱۴) در تحقیقی جذب عنصر مس را در سه گونه مرتعی *Artemisia Astragalus* و *Cousinia* بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که بین سه گونه مورد مطالعه گونه گون بیشترین جذب را به خود اختصاص داده است، که با نتیجه این مطالعه در مورد عنصر مس مغایرت دارد. بنابراین به نظر می‌رسد که علت این مغایرت مربوط به متفاوت بودن کارخانه مورد مطالعه در تحقیق باشد. در مناطق اطراف کارخانه مس که در این تحقیق بررسی شده است، گونه‌ها قدرت جذب بیشتری را نشان داده‌اند.

نتایج داده‌ها نشان می‌دهد که غلظت عنصر مس در گونه گون در ریشه بیشتر از سایر اندام‌ها می‌باشد. در این راستا نتایج تحقیقات *Vojdani* و همکاران در اطراف معدن مرمریت ارومیه نشان می‌دهد که غلظت عنصر مس در ریشه گون بیشتر از اندام هوایی است. همچنین گون تحمل بالایی را از نظر جذب مس دارد که یکی از دلایل تحمل نسبت به مس، ممانعت از انتقال این عنصر به اندام هوایی است (*Vojdani et al, 2014*). این نتیجه با نتایج حاصل از این تحقیق در مورد غلظت عنصر مس همخوانی دارد. همچنین

مس می‌تواند اغلب کاتیون‌ها را از مکان جذبی خود خارج سازد و خود محکم به ریشه متصل شود. به همین دلیل مقدار آن در ریشه، اغلب بیشتر از مقدار آن در برگ و ساقه است که در گونه‌های مورد مطالعه نیز چنین شرایطی دیده شده است (*Kholdbarin & Eslamzadeh, 2001*). البته نتایج بالا در گونه‌های مورد مطالعه نیز دیده شده است. در مورد غلظت عنصر روی *Shanbe dastjerdi* و همکارانش (۲۰۰۷) در تحقیقی که در منطقه ایرانکوه اصفهان انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که در گونه گون و کلاه میرحسن غلظت روی در اندام هوایی بیشتر از ریشه می‌باشد که با نتایج حاصل از این پژوهش همخوانی دارد. در مورد تجمع عناصر سنگین در ریشه بر اساس الگوهای بدست آمده از تجمع عناصر سنگین می‌توان بیان کرد، از آنجایی که ریشه در تماس مستقیم با خاک است، تجمع فلزات در خاک می‌تواند بر روند تجمع آنها در ریشه تأثیرگذار باشد. در حالی که در دیگر بافت‌های گیاه غلظت فلزات سنگین می‌تواند بر اساس ضروری بودن یا غیر ضروری بودن روند متفاوتی نسبت به خاک داشته باشد (*Einollahi Peer, 2012*).

از میان عناصر مورد مطالعه در گونه‌های گیاهی، غلظت عنصر مس در ارتباط با گونه گون، غلظت عنصر مس و روی در گونه کلاه میرحسن از همبستگی معنی‌داری در خاک برخوردار بوده و سایر عناصر نیز با خاک با نسبت کمتری رابطه برقرار نموده‌اند. این در حالی است که میزان عناصر موجود در گونه‌ها از میزان آنها در خاک کمتر بوده است. در این ارتباط *Mohamed* و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه بر روی همبستگی غلظت عناصر در گونه نیشکر و خاک دریافتند که مقدار عناصر مس و روی در خاک بیشتر از گیاه می‌باشد. به طوری که میزان عناصر بستگی به متحرک یا ثابت بودن آنها در مسیر انتقالی خاک دارد و تفاوت بین عناصر خاک و گیاه با توجه به نوع عنصر مشاهده می‌شود (*Stevovic et al, 2010*). بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت که از بین عناصر سنگین، عناصری مانند مس و روی جزء عناصر پرتحرک بوده و سایر عناصر



گیاه و خاک، میزان این رابطه با توجه به نوع گونه گیاهی و قسمت‌های مختلف گیاه متفاوت است. تغییرات مکانی و شرایط رویشگاهی در مطالعات مختلف حکایت از نتایج متفاوت در این زمینه دارد. البته باید به این نکته نیز توجه کرد که کاهش یک عنصر در گیاه دلیل بر کمبود آن در خاک نیست، زیرا ممکن است همین عنصر در خاک به اندازه کافی وجود داشته باشد، ولی به دلیل عدم شرایط اکولوژیک لازم، جذب عنصر انجام نشود (Hrask *et al*, 2000). با توجه به گسترش صنایع و افزایش بهره‌برداری از آنها، کنترل آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از آنها ضروریست. در این میان استفاده از گیاهان در کاهش آلودگی مناطق صنعتی موجب احیای اراضی تخریب شده خواهد شد. به دلیل تنوع گونه‌های گیاهی، انتخاب گونه‌ای مناسب برای کاشت آنها در مناطق آلوده از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به نتایج به‌دست آمده از گیاه گون و کلاه میرحسن، به دلیل جذب و انتقال عناصر کادمیوم، روی و سرب به اندام هوایی می‌توانند به‌عنوان گیاهی مناسب برای پالایش عناصر آلاینده مورد استفاده قرار گیرند.

### منابع مورد استفاده

- Adrino, D. C., 2001. Trace element in Terrestrial environment. Biogeochemistry, bioavailability and risk of metal, Springer-Verlag, New York.
- Amouie, A., Mahvi, A.h., Nadafi, K., Fahimi, H., Mesdaghi nia, A. R. and Naseri, S., 2012. Investigation optimum operating conditions in phytoremediation of soils contaminated by lead and cadmium by native plants. Journal of Kurdistan University of Medical Sciences, 17: 93-102.
- Bilen, S., 2010. Effect of cement dust pollution on microbial properties and enzyme activities in cultivated and no-till soils. African Journal of Microbiology Research, 22 (4): 2418-2425.
- Brunet, J., Repellin, A., Varrault, G., Terrync, N. and Zuily-fodil, Y., 2008. Lead accumulation in the roots of grass pea (*Lathyrus sativus*) : a novel plant for phytoremediation system?. C.R Biologies, 331: 859-864.
- DeVos, C. H. R., Schat, H., De Waal, M. A. M., Voojs, R. and Ernst, W. H. O., 1991. Increased resistance to copper-induced damage of root cell plasmalemma in copper tolerant *Silene cucubalus*. Physiologia Plantarum, 82: 523-528.

جزء عناصر کم‌تحرك می‌باشند. مطالعات مختلف در مورد عناصر به نتایج متفاوتی در این ارتباط اشاره دارد و روابط بدست آمده در مورد این عناصر از پیچیدگی زیادی برخوردارند. به‌طوری‌که برخی مطالعات به وجود عناصر بیشتر در خاک نسبت به گیاه اشاره کرده و برخی دیگر عکس این موضوع را نشان می‌دهد (Oswald, Ramirez, 2009; Rosenmund, 2009). این موضوع با توجه به نوع عنصر متفاوت می‌باشد. به‌عنوان مثال Viator و همکاران (۲۰۰۲) نتوانستند به همبستگی مشخصی بین عنصر مس در خاک و گیاه نیشکر دست یابند؛ علاوه بر موارد ذکر شده اثر متقابل عناصر بر یکدیگر نیز در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است. Kanakaraju و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای که بر روی گیاه کلم انجام دادند، دریافتند که اثر متقابلی بین میزان مس موجود در خاک بر میزان روی وجود دارد. با وجود اینکه میزان عناصر گیاه بستگی به قابل دسترس بودن عناصر در خاک و جذب آن توسط ریشه و انتقال به برگ دارد، رفتار عناصری مانند روی و مس در درون خاک کاملاً مشخص نیست و علاوه بر تأثیر سایر عوامل مانند نوع گونه و ترکیب خاک، در اثر متقابل این دو عنصر نیز میزان قابلیت جذب آنها متفاوت می‌باشد. به‌طوری‌که وقتی عنصر روی در کنار مس در خاک قرار می‌گیرد باعث می‌شود که در انتقال آنها اثر تشدید بوجود آید؛ همچنین افزایش میزان عنصر کادمیوم در خاک سبب می‌شود شرایطی فراهم گردد تا میزان روی در گیاه افزایش یابد (Nan *et al*, 2002).

تفاوت‌های موجود در مورد عناصر مورد مطالعه حکایت از تأثیر پارامترهای گوناگون در میزان جذب عناصر توسط گیاه دارد؛ به‌طوری‌که می‌توان گفت واکنش گیاه نسبت به عناصر سنگین به نوع گونه گیاهی، غلظت کل عنصر در خاک و قابلیت دسترسی عنصر بستگی دارد (Rezvani *et al*, 2012). همچنین فرایند جذب و تجمع فلز در گیاهان مختلف به غلظت فلزات موجود در خاک بستگی دارد و غلظت فلز در بافت گیاه تابعی است از محتوای فلز سنگین در محیط رشد (Brunet *et al*, 2008). در مورد ارتباط بین عناصر در

- Rosenmund, M., 2009. Analysis of sample size for variables related to plant, soil, and soil microbial respiration in a paddy rice field. *Journal of Field Crops Research*. 113: 125–130.
- Raffei, B., Aliani, F. and Farshbaf, M., 2011. Contamination of heavy metals in soils around cement factories and smelting, the South East of Tehran, and the relationship with soil physical and chemical properties. *Journal of new findings of Geological applications*. 9: 30-37.
- Rezvani, M., Zafarian, F. and Gholizadeh, A., 2012. Lead and nutrient uptake by the plant under different levels of lead in the soil salty grass. *Water and soil science*. 3(22): 73- 86.
- Stevovic, S., Mikovilovicand, V. S. and Calic-Dragosavac, D., 2010. Environmental impact of site location on macro- and microelements in Tansy. *African Journal of Biotechnology*, 9(16): 2408-2412.
- Shanbe dastjerdi, F., Tadayon Nejad, M. and Shirani, K., 2007. Phytoremediation of soils contaminated by zinc in Irankouh area of rangeland species. *Journal of Soil and Water Sciences*. 21(2): 1-11.
- Tavankar, F. and Shafeghat, A., 2008. Chromium concentrations in the soil around plants and cement factories Wiki. Tente Conference on Natural Resources and Environment, University of Arsanjan.
- Viator, R. P., J. L. Kovar and W.B. Hallmark. 2002. Gypsum and Compost Effects on Sugarcane Root Growth, Yield, and Plant Nutrients *Agronomy Journal*. 94:1332-1336.
- Vafadar, M. and Zare mayvan, H., 2006. Compare the role of some herbaceous plants in absorption of heavy metals Case Study: Ramsar forested area. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 13(4): 142-149.
- Vojdani, F., Mansoor far, T., Noor abadi, A. and Mesgari, F., 2014. Determine the accumulation of heavy metals in shoots, roots and Astragalus sediment collected from the area around the mine located in South East Jolbar Urumie, specialized geological eighth National Conference of Payam Noor University, Arak.
- Zoufan, P., Saadatkhah, A. and Rastegharzadeh, S., 2013. Comparison of potentiality of heavy metals accumulation in the plants surrounding steel industries in the Mahshahr-Bandar Imam road, Ahvaz. *Journal of Plant Biology*, 5(16), 41-56.
- Groppa, M. D., Tomaro, M. L. and Benarides, M. P., 2007. Polyamines and heavy metal stress: the antioxidant behavior of spermine in Cadmium and Copper treated wheat leaves. *Biometals*, 20: 185-195.
- Zeinali Nejad, M. and Farzami sepehr, M., 2015. A case study based on the density of the heavy metals copper mine Meiduk in soil and plants. *Environmental Plant Physiology Journal*, 10(38): 24-38.
- Einollahi Peer, F., 2012. Evaluating the contamination of heavy metals Zn, Ni, Cu, Cd in sediments and tissues of mangrove trees *Avicennia marina* in the Gulf of goiter, Oman. *Journal of Oceanography*. 11: 73-82.
- Ghazanfarian, F. and Erfanzadeh, R., 2014. Compare three species output of copper absorption in Khatoon Abad copper factory. Second International Conference on Advances in engineering and basic science. 1-4.
- Hrask, J., M, Fugas. and V, Vadjic., 2000. Soil contamination by Pb,Zn and Cd from lead smeltery. *Environ . Monit. Assess*. 60: 359–368.
- Horwitz, W., 2005. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 18<sup>th</sup> Edition, USA, Maryland, AOAC, 985.16.
- Kanakaraju, D., Mazura, N. and Khairulanwar. A., 2007. Relationship between Metals in Vegetables with Soils in Farmlands of Kuching, Sarawak. *Malaysian Journal of Soil Science*. 11: 57- 69.
- Kord, B., Khademi, A. and Pour Abbasi, S. 2011. Pb phytoremediation of contaminated soils by some tree species in the city (Tehran). *Journal of Biological Sciences Lahijan Unit*. 5(3): 109- 119.
- Kholdbarin, B. and Eslamzadeh, T., 2001. Mineral nutrition of higher plants. Shiraz University. 432 p.
- Mojiri, M., 2011. The potential of Corn (*Zea mays*) for phytoremediation of soil contaminated with cadmium and lead. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 5(13), 17-22.
- Mohamed, A. E., M. Rashed, N. and Mofty, A., 2003. Assessment of essential and toxic elements in some kinds of vegetables. *Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety*. 55: 251–260.
- Nan, Z., li, J., Zhang, J. and Cheng, G., 2002. Cadmium and Zinc interactions and Their transfer in soil- crop system under actual field conditions. *Sci. Total Environ*. 28 (5): 187-195.
- Oswald, W., Wenzele, W. and Schulin, R., 2010. Mapping of nickel in root cross-sections of the hyperaccumulator plant *Berkheya coddii* using laser ablation ICP. *Jouranal of Environmental and Experimental Botany*. 69: 24–31.
- Parsadoost, F., Bahreini Nejad, B., Safari, A. and Kaboli, M., 2008. Phytoremediation of lead with native rangeland plants in Irankoh polluted soils. *Pajouhesh & Sazandegi* No 75 pp: 54-63.
- Pelkin-Elmer, A., 1994. Analytical Methods for atomic absorption spectrophotometry, Norwalk, Connecticut, SA.
- Ramirez, M. E., Zapien, B., Zegarra H. G., Rojas, N. G. and Fernandez, L. C., 2009. Assessment of hydrocarbon biodegradability in clayed and weathered polluted soils, *International Biodeterioration and Biodegradation*, 63:347-353.

**Potential of rangeland species *Astragalus globiflorus* and *Acantholimon hohenackeri* in heavy metals absorption  
(Case study: rangelands around the Firoozkough cement factory)**

**F. Montazeri<sup>1\*</sup>, R. Tamartash<sup>2</sup>, M. Tatian<sup>2</sup> and M. Hojati<sup>2</sup>**

1\*-Corresponding author, Ph.D. Candidate of Rangeland Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran,  
Email: montazeri.fatememeh@gmail.com

2-Assistant Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran

Accepted:2/20/2017

Received:8/8/2016

**Abstract**

In this study, the potential of rangeland species *Astragalus globiflorus* and *Acantholimon hohenackeri* in heavy metals absorption including cadmium, lead, copper, zinc, and chromium was investigated around the Firoozkough cement factory. Soil and vegetation sampling was performed at distances of 500, 1500, and 2500 meters from the center of the factory. *Astragalus globiflorus* and *Acantholimon hohenackeri* with three replications were examined in a completely randomized block design. In this experiment, samples were determined using the acidic digestion method using atomic absorption device. The results indicated that, as the distance from the factory increased, the concentration of cadmium and zinc in *Astragalus globiflorus* and *Acantholimon hohenackeri* showed an increasing trend, contrary to the concentration of lead. In addition, a decreasing trend was observed for chromium concentration in *Acantholimon hohenackeri*. The results of mean comparison showed that the concentration of copper, lead and zinc in *Astragalus globiflorus*, and the concentration of cadmium and lead in *Acantholimon hohenackeri* were higher in leaves as compared with roots. According to the results, there was a significant relationship between *Astragalus globiflorus* and copper, cadmium, lead and chromium, and between *Acantholimon hohenackeri* and copper, zinc and lead ( $P < 0.05$ ). It can be concluded that the proximity to the factory was the most important factor for the accumulation of lead and chromium in the species studied. In this regard, it is suggested that the above species be used to remediate these elements from contaminated soil. It is also recommended that appropriate measures be taken regarding the use of these species by livestock around the factory.

**Keywords:** Absorption potential, contaminated soils, heavy metals, phytoremediation, Firoozkooch cement factory.