Archive of SID

نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال دهم، شماره ۳۸، تابستان ۱۳۹۴ / صفحات: ۳۸-۲۴

مطالعه موردی معدن مس میدوک با تکیه بر تراکم عناصر سنگین در خاک و گیاهان منطقه

مریم زینلی‌نژاد[۱]، مژگان فرزامی سپهر*[۲]

[۱]کارشناس‌ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ساوه

[۲]استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ساوه

تاریخ دریافت: ۹٤/٤/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش:۹٤/٦/۵

چکیده

آلودگی خاک توسط فلزات سنگین ناشی از معدن کاری در دنیا و به خصوص در ایران به یک نگرانی جدی تبدیل شده است. پالایش خاک‌های آلوده توسط گیاهان یک روش به صرفه و مناسب محیط زیست است. این مطالعه به منظور بررسی میزان جذب عناصر (مس، آهن، روی، سرب) در قسمت‌های مختلف گیاهان مستقر در منطقه معدن مس میدوک شهربابک استان کرمان صورت گرفت. نمونه برداری و نحوهٔ انجام آزمایش میزان فلزات سنگین با توجه به روش هضم خشک در کوره انجام شد. گیاهان مورد مطالعه شامل پوشش غالب منطقه متشکل از ۱۱ گونه گیاهی شامل درمنه صخره‌ای *Artemisia herba-alba* var. Asso، آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss.) کنگر (*Gundelia tournefortii* L.)، بادام وحشی (*Amygdalus horrid* Spach) شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.)، کاکوتی (*Ziziphora persica* Bunge) درمنه دشتی (*Artemisia sieberi* Besser subsp)، زوفا (*Hyssopus angustifolius* L. var angustifolius)، علف شور (*Salsola kali*)، خارشتر (*Alhagi maurorum*) و گون (*Astragalus spp*) بود. آنالیز عناصر نمونه‌ها توسط دستگاه جذب اتمی انجام شد. بر اساس نتایج بدست آمده آهن بیشترین عنصر تجمع یافته در نمونه‌ها و عنصر سرب از کمترین میزان برخوردار بود. بیشترین عناصر جذب شده شامل عنصر روی در گیاه کنگر، سرب در گیاه علف شور، آهن در گیاه کاکوتی، مس در گیاه درمنه دشتی و بیشترین تجمع در بخش هوایی گیاهان بود.

واژه‌های کلیدی: آهن، فلزات سنگین، گیاهان انباشتگر، مس، معدن مس

مقدمه

از دیدگاه جهانی خاک پس از آب و هوا سومین جزء عمده محیط زیست انسان تلقی می‌شود. با افزایش جمعیت و توسعه صنایع، آلودگی‌هایی در خاک ایجاد شده است. ورود فلزات سنگین به خاک، آب‌های جاری و زیرزمینی باعث به خطر افتادن سلامتی انسان و سایر موجودات زنده گشته است. آلاینده‌ها علاوه بر تاثیر بر اکوسیستم منطقه، با گذشت زمان به چرخه غذایی جوامع انسانی راه می‌یابند و بدین‌ترتیب سلامت جوامع بشری را تهدید می‌کنند. فلزات سنگین عناصری با جرم اتمی بالاتر از ۵۵/۸ g/mol و یا چگالی بیشتر از ۵g/cm^3 می‌باشند. از نظر بیولوژیکی فلزات سنگین شامل یکسری فلزات و شبه فلزات می‌باشند که برای گیاهان و حیوانات حتی در غلظت‌های بسیار کم نیز سمی هستند (Lui et al.,

*نویسنده مسئول: mfsepehr48@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

2009). فلزات سنگین توسط منابع مختلفی چون مصارف صنعتی، کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها و فاضلاب‌های شهری و صنعتی وارد محیط می‌شوند. ناتوانی در حرکت غلظت‌های بالای فلزات سنگین در خاک ممکن است به حرکت آلاینده‌های فلزی سنگین به داخل فلور و جانوران و متعاقباً انسان منجر شود و اثرات مضری بر روی سلامتی داشته باشد. انواع مختلفی از روش‌های مبنی بر پایه مهندسی مانند حفاری خاک، شستشوی خاک، سوزاندن و یا پمپاژ سیستم‌های درمانی، پیش از این برای اصلاح خاک‌های آلوده شده فلزات استفاده می‌شدند. هر چند این روش‌های غیر زیستی بعلت تخریب ترکیبات بیوتیک خاک کاملاً مورد قبول نیستند و نیز از نظر تکنیکی دشوار بوده و انجام آنها پرهزینه است، از دهه گذشته، زدایش توسط گیاه به‌عنوان یک فناوری موثر و کم هزینه که از گیاهان و فلور میکروبی مرتبط با آنها برای پاکسازی محیط زیست استفاده می کند مورد توجه قرار گرفته است (Rashed, 2010).

گیاه پالایی یک تکنولوژی نوپا و جدید است که در این روش، گیاهانی که قادر به انباشتن مقدار بالای فلزات سنگین هستند و به گیاهان انباشتگر معروف می‌باشند در خاک‌های آلوده کاشته می‌شوند. تمام گیاهان به صورت مساوی در برابر انواع مواد آلوده کننده مقاوم نیستند و مقاومت گیاه در برابر یک ماده سمی خاص به سیتوژنتیک گونه بستگی دارد. گیاه پالایی در سال‌های اخیر، به‌دلیل داشتن حداقل عوارض زیست محیطی، هزینه‌های پایین و تولیدات گیاهی قابل بازیافت، توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Lui et al., 2009). در این رابطه Manafi و ajiboland (۲۰۰۷) بر روی فلور خاک‌های غنی از فلزات سنگین در شمال غرب ایران مطالعاتی را انجام دادند. قربانلی و همکاران (۱۳۸٦) نیز در بررسی و مطالعه فلور معدن مس نکتار مشخص کردند که بیشترین گونه‌های این منطقه متعلق به تیره Asteraceae است. یوسفی در سال ۱۳۸٦ گونه‌های انباشت ساز معدن "همه کسی" را در استان همدان که نزدیکترین معدن به معدن گلالی است را بررسی و فلور منطقه را معرفی کردند. گل محمدی (۱۳۸٤) نیز گیاهان معدن سرب و روی آهنگران را در استان همدان معرفی و فلور گیاهان را شناسایی کردند. Carrilo Gonzales و Gonzales-chavez (۲۰۰٦) گیاهان انباشت ساز فلزات سنگین را در برخی از پسماندهای معادن مکزیک شناسایی و فلور آن را معرفی نمودند.

هدف از انجام پژوهش حاضر شناسایی گونه‌های غالب در منطقه معدن مس میدوک و اندازه‌گیری چند عنصر فلزی در دو بخش هوایی و زیر زمینی گیاهان مذکور، بررسی تراکم عناصر در دو منطقه نزدیک و دور از معدن و نیز اثر تراکم این عناصر بر پراکنش گونه‌های گیاهی غالب بود.

مواد و روش‌ها

کانسار مس میدوک در ٤۲ کیلومتری شمال شرق شهر بابک و ۱۳۲ کیلومتری شمال غرب معدن سرچشمه در استان کرمان واقع و فاصله مستقیم محدوده معدنی تا شهربابک ۲۷ کیلومتر می‌باشد. مختصات جغرافیایی معدن ۵۵ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و۳۰ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی است. محدوده مس میدوک دو توده نفوذی کم عمق مس پورفیری سارا و میدوک را در بر می‌گیرد. نام قدیمی این توده معدنی لاچاه بوده که به مناسبت نزدیکی به روستای میدوک، کانسار مس میدوک نامیده شده است. بالاترین ارتفاع آن از سطح دریا ۲۸٤۲ متر و بیشینه دمای این منطقه ۳۵ و کمینهٔ آن ۱۵ درجه سانتی‌گراد زیر صفر است. میانگین بارندگی سالیانه در این منطقه ۲۵٦ میلی‌متر و از دیدگاه اقلیمی، این منطقه

www.SID.ir

Archive of SID

معدنی دارای زمستانی سرد و طولانی و تابستانی ملایم است. روش برداشت نمونه‌ها، چگونگی و محل نمونه برداری به عوامل مختلفی بستگی دارد. این عوامل عبارتند از: نوع تجزیه (فیزیکی، شیمیایی)، قلمرو بررسی (خاکشناسی، حاصلخیزی و...)، نوع خاک و نحوه بهره برداری از خاک (صیفی‌کاری، مرتع، درختکاری). (غازان‌شاهی، ۱۳۷٦؛ محمودی و حکیمیان، ۱۳۷٤).

در این تحقیق پس از تمیز کردن محل برداشت خاک، دقت گردید تا غیر یکنواختی در سطح زمین مشاهده نگردد (تاثیر حیوانات، بقایای پوسیده گیاهان، فعالیتهای انسانی و...) جهت حفر چاله با یک بیل و تیشه گودالی به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر و عمق حدود ٤۰ سانتی متر حفر گردید. پس از حفر چاله به منظور تبخیر آب موجود نمونه‌گیری چند ساعت بعد انجام گرفت. ریشه‌ها و سنگریزه‌ها جدا و کلیه مشخصات مورد نظر برای شناسایی نمونه روی اتیکت نوشته شد. نمونه‌های برداشت شده برای بررسی به آزماشگاه منتقل شدند. فاکتورهای مورد بررسی عبارتند از چهار عنصر: Fe, Cu, Pb, Zn .

عملیات صحرایی برای جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی طی اواخر بهار ۱۳۹۲ و در زمان گلدهی از منطقه مذکور به عمل آمد. به‌دلیل پوشش سنگی منطقه مس میدوک خاک‌زایی کم بود. ابتدا گیاهانی که از تراکم بالایی در منطقه بر خوردار بودند به عنوان گیاهان غالب انتخاب شدند و سپس جهت شناسایی به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از فلورها و منابع موجود در هرباریم نام گذاری آنها صورت گرفت.سپس از گیاهان عکسبرداری و از اطراف نمونه گیاهان نمونه خاک گرفته شد و جهت آنالیز به آزمایشگاه آب و خاک انتقال یافت.

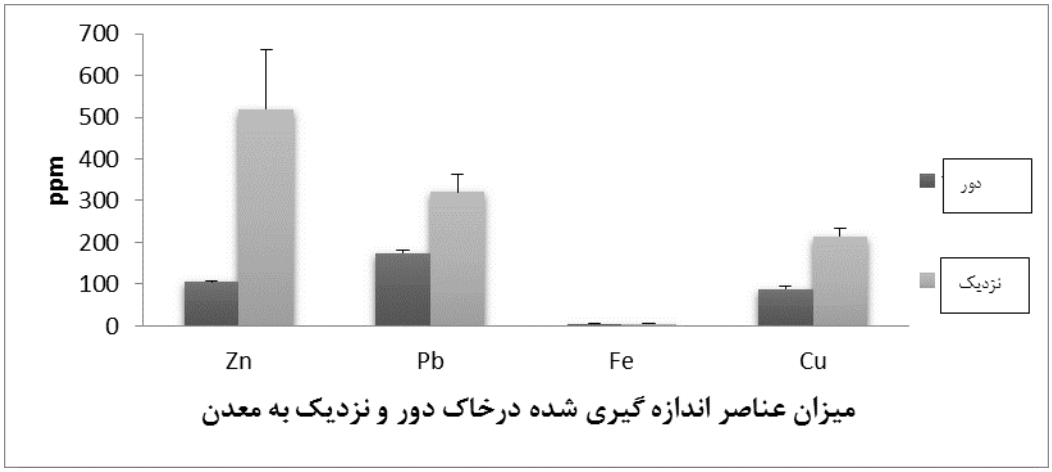
به‌منظور تعیین محتوای یونی گونه‌ها، گونه‌های برداشت شده با آب مقطر شستشو داده شد، سپس ریشه و اندام هوایی از هم جدا شد. نمونه‌ها در سایه و به دور از آلودگی خشک شدند. نمونه‌ها درهاون چینی پودر و برای تهیه خاکستر آماده گشتند. مقدار ۱ گرم از پودر خشک شده گیاهان در داخل کپسول چینی به مدت ٤ ساعت در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد داخل کوره قرار داده شدند. پس از سرد شدن خاکستر حاصله در ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال حل گردید، محلول فوق از کاغذ صافی که به وسیله اسید شستشو داده شده بود عبور داده شد. میزان عناصر Fe, Cu, Pb, Zn توسط دستگاه جذب اتمی خوانده شد. با استفاده از نرم‌افزار Spss میانگین غلظت عناصر در گونه‌ها و قسمت‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شد.

نتایج

نتایج مربوط به آنالیز فلزات سنگین (Fe, Zn, Pb, Cu) در خاک نزدیک معدن و دور از معدن نشان داد (شکل ۱) که تراکم چهار عنصر مورد مطالعه در نزدیک معدن بیشتر است. روی بیشترین مقدار و آهن کمترین میزان را به خود اختصاص داد.. داده‌ها بر حسب ppm گزارش شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: میزان عناصر در خاک دور و نزدیک به معدن

گیاهان منطقه بعد از جمع‌آوری شناسایی شده و ۱۱ گونه گیاهی به‌عنوان گیاهان غالب معرفی و در هر باریم دانشگاه الزهرا ذخیره شدند. اسامی گیاهان غالب در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: اسامی گیاهان غالب منطقه معدن مس میدوک

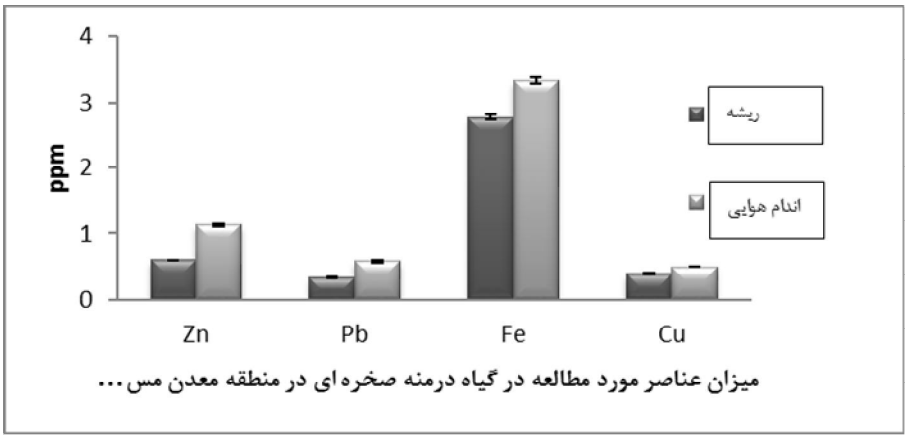
نام خانواده	نام جنس و گونه
Asteraceae	1. *Artemisia herba-alba* var. Asso
Labiatae	2. *Zataria multiflora* Boiss
Compositae	3. *Gundelia tournefortii* L.
Rosaceae	4. *Amygdalus horrid* Spach
Papilionaceae	5. *Glycyrrhiza glabra* L.
Labiatae	6. *Ziziphora persica* Bunge
Compositae	7. *Artemisia sieberi* Besser subsp.
Labiatae	8. *Hyssopus angustifolius* L. var angustifolius
Chenopodiaceae	9. *Salsola kali*
Fabaceae	10. *Alhagi maurorum*
Fabaceae	11. *Astragalus spp*

برسی مقایسه میانگین میزان انباشت فلزات مورد مطالعه در دو بخش هوایی و ریشه گیاه درمنه صخره‌ای *Artemisia herba-alba* (شکل ۲) نشان داد که قسمت هوایی این گیاه تمام فلزات را به میزان بیشتری نسبت به ریشه در خود جمع کرده است (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲: گیاه درمنه صخره‌ای در منطقه معدن مس میدوک



شکل ۳: میزان چهار عنصر مورد مطالعه در گیاه درمنه صخره‌ای در منطقه معدن مس میدوک

در مورد گیاهان آویشن شیرازی (شکل ٤) به‌علت علفی بودن آنها و زمین‌های سخت و صخره‌ای که استخراج ریشه به طور کامل را غیر ممکن می کرد آنالیز فلزات سنگین به‌صورت کلی در همه بخش‌های گیاه و بدون تفکیک ریشه از اندام هوایی صورت گرفت. طبق آنالیز گیاه آویشن شیرازی میزان فلز آهن با میانگین ppm ۲/٤٥٤ بیشترین و فلز سرب با میانگین ppm ۰/۲۵۳ کمترین مقدار را نشان دادند (جدول ۲).

جدول ۲: میزان چهار عنصر مورد مطالعه در گیاه آویشن شیرازی منطقه معدن مس میدوک

نوع گیاه	Cu	Fe	Pb	Zn
Zataria multiflora Boiss	۰/۲۵±۰/۰۰۵	۲/٤٤±۰/۰۳٤	۰/۲۵۳±۰/۰۰۸	۰/۸۸±۰/۰۱۱

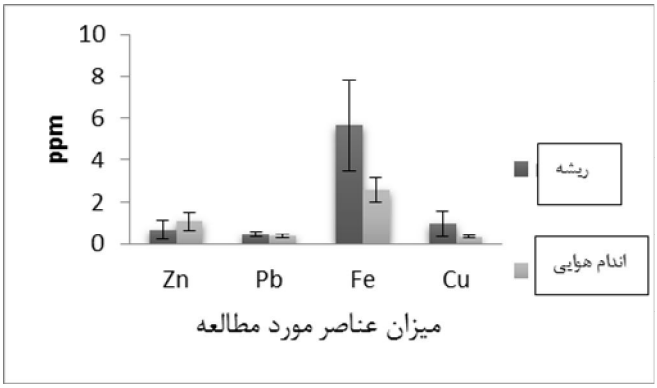
www.SID.ir

Archive of SID

شکل ٤: نمایش گیاه آویشن شیرازی در منطقه معدن مس میدوک

طبـق آنـالیز گیـاه کنگـر *Gundelia tournefortii* (شکل ٥) مشخص شد که در اندام هوایی گیاه غلظت فلز آهن با میانگین غلظت ۲/٥٦٦ ppm بیشترین و فلز مـس بـا میـانگین ۰/۳۳۸ ppm کمتـرین ودر قسـمت ریشه فلز آهن با میانگین غلظت ۵/٦٨٢ ppm بیشترین و فلز سرب با میانگین غلظـت ۰/٤٧٣ ppm کمتـرین مقدار را دارا بود (شکل ٦).

شکل ٥: گیاه کنگر در منطقه معدن مس میدوک



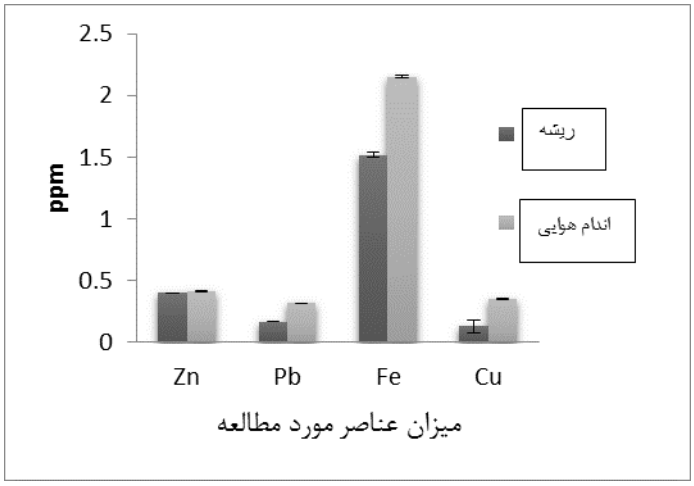
شکل ٦: میزان چهار عنصر مورد مطالعه در گیاه کنگر در منطقه معدن مس میدوک

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی میانگین فلزات سنگین (Fe, Zn, Pb, Cu) در ریشه و اندام هوایی گیاه بادام وحشی (*Amygdalus horrid* Spach) (شکل ۷) مشاهده شد که میزان فلز آهن در اندام هوایی و ریشه با میانگین غلظت‌های ۲/۱۲۲ ppm و ۱/۵۳۳ ppm بیشترین غلظت و فلز سرب با میانگین غلظت ۰/۳۱٦ ppm در اندام هوایی و فلز مس با میانگین غلظت ۰/۱۳٤ ppm در ریشه کمترین مقدار را داشتند (شکل ۸).

شکل ۷: نمایش گیاه بادام وحشی در منطقه معدن مس میدوک



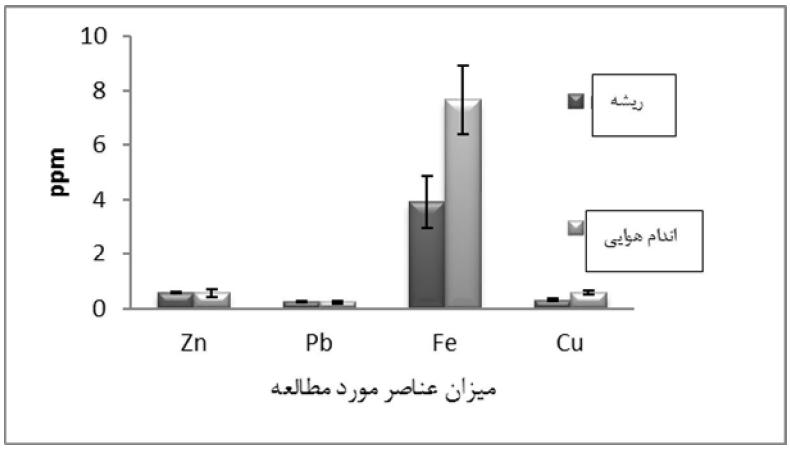
شکل ۸: میزان چهار عنصر مورد مطالعه در گیاه بادام وحشی در منطقه معدن مس میدوک

مقایسه میانگین فلزات سنگین (Fe, Zn, Pb, Cu) در ریشه و اندام هوایی گیاه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) (شکل ۹) نشان داد که میزان روی و سرب در ریشه غلظت بیشتری نسبت به اندام هوایی داشت و در اندام هوایی آهن و مس از غلظت بالاتری نسبت به ریشه برخوردار بود. عنصر آهن با تفاوت غلظت ۳/۷۵۳ ppm بیشترین و عنصر سرب با تفاوت غلظت ۰/۰۱ ppm کمتریت میزان تفاوت را دارا بودند (شکل ۱۰).

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۹: نمایش گیاه شیرین بیان در منطقه معدن مس میدوک



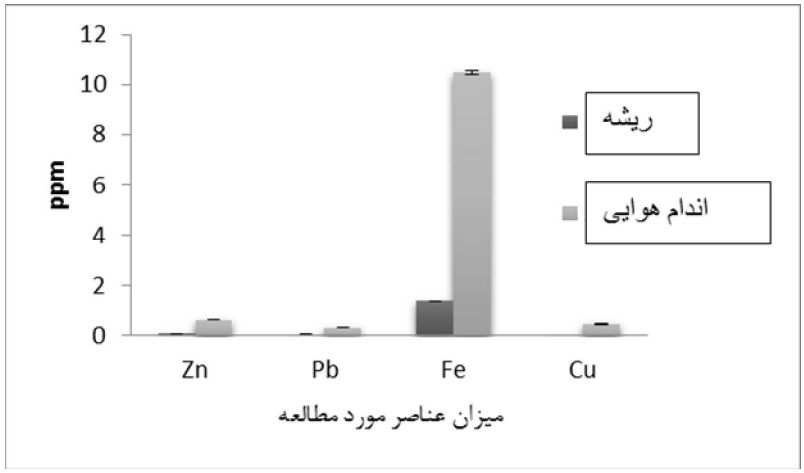
شکل ۱۰: میزان چهار عنصر مورد مطالعه در گیاه شیرین بیان در منطقه معدن مس میدوک

طبق نتایج بدست آمده میانگین فلزات سنگین (Fe, Zn, Pb, Cu) در ریشه و اندام هوایی گیاه کاکوتی (*Ziziphora Persica* Bunge.) (شکل ۱۱) نشان داد عنصر آهن با میانگین غلظت ۱۰/٤۷۸ ppm در اندام هوایی و ۱/۳۵۱ ppm در ریشه بیشترین و عنصر سرب با میانگین غلظت ۰/۳۰۳ ppm در اندام هوایی و مس با میانگین غلظت ۰/۰۳۲ ppm در ریشه کمترین مقدار را دارا می‌باشد (شکل ۱۲).

شکل ۱۱: نمایش گیاه کاکوتی در منطقه معدن مس میدوک

www.SID.ir

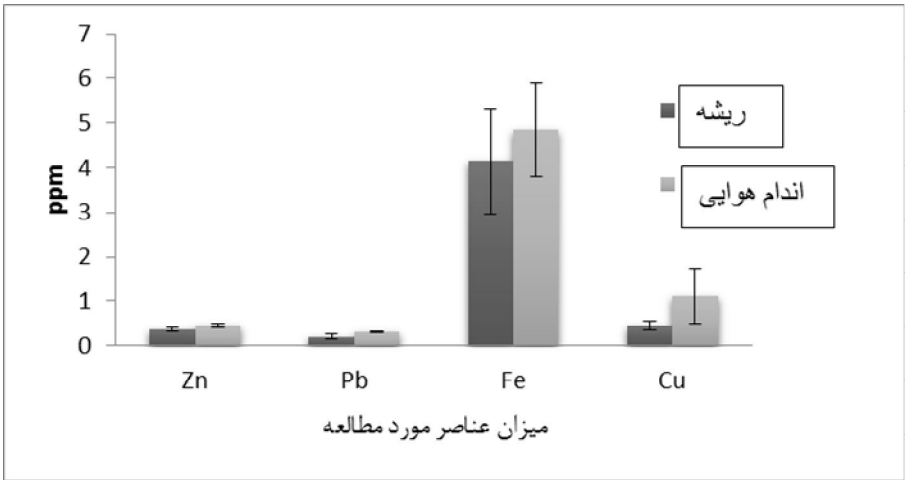
Archive of SID



شکل۱۲: میزان چهار عنصر مورد مطالعه در گیاه کاکوتی در منطقه معدن مس میدوک

آنالیز گیاه درمنه دشتی (*Artemisia sieberi* Besser .subsp) (شکل ۱۳) نشان داد عنصر آهن با میانگین غلظت ppm ٤/٨٥٦ در اندام هوایی و ppm ٤/١٤٦ در ریشه بیشترین و عنصر سرب با میانگین غلظت ppm ۰/۳۱ در اندام هوایی و غلظت ppm ۰/۱۹٦ در ریشه از کمترین مقدار برخوردار بود (شکل ١٤).

شکل ۱۳: نمایش گیاه درمنه دشتی در منطقه معدن مس میدوک



شکل١٤: میزان چهار عنصر مورد مطالعه در گیاه درمنه دشتی در منطقه معدن مس میدوک

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی میانگین فلزات سنگین (Fe,Zn,Pb Cu), در اندام هوایی گیاه زوفا (*Hyssopus angustifolius* L. var angustifolius) (شکل ۱۵) مشخص شد که عنصر آهن با میانگین غلظت ۲/۰۷۷ppm بیشترین و عنصر مس با میانگین غلظت ۰/۳٤۳ ppm کمترین مقدار را داشت (جدول ۳).

جدول ۳: میزان چهار عنصر مورد مطالعه در گیاه زوفا در منطقه معدن مس میدوک

نوع گیاه	Cu	Fe	Pb	Zn
گیاه زوفا	۰/۳٤۰±۰/۰۰۵	۲/۰۷۳±۰/۰۳۱	۰/۳۷۳±۰/۰۰۸	۰/٤۹۳±۰/۰۰۸

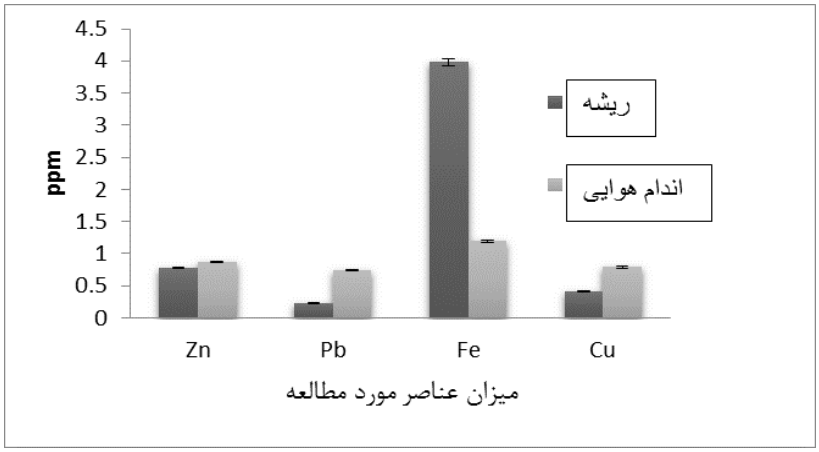
شکل ۱۵: نمایش گیاه زوفا در منطقه معدن مس میدوک

نتایج مقایسه میانگین فلزات سنگین (Fe, Zn, Pb, Cu) در ریشه و اندام هوایی گیاه علف شور (*Salsola kali*) (شکل ۱٦) نشان داد که عنصر آهن با میانگین غلظت ۱/۲۰۲ ppm در اندام هوایی و ۳/۹۸۷ ppm در ریشه بیشترین و عنصر سرب با میانگین غلظت ۰/۷۳٦ ppm در اندام هوایی و غلظت ۰/۲۳ ppm در ریشه از کمترین مقدار را برخوردار بود (شکل ۱۷).

شکل ۱٦: نمایش گیاه علف شور در منطقه معدن مس میدوک

www.SID.ir

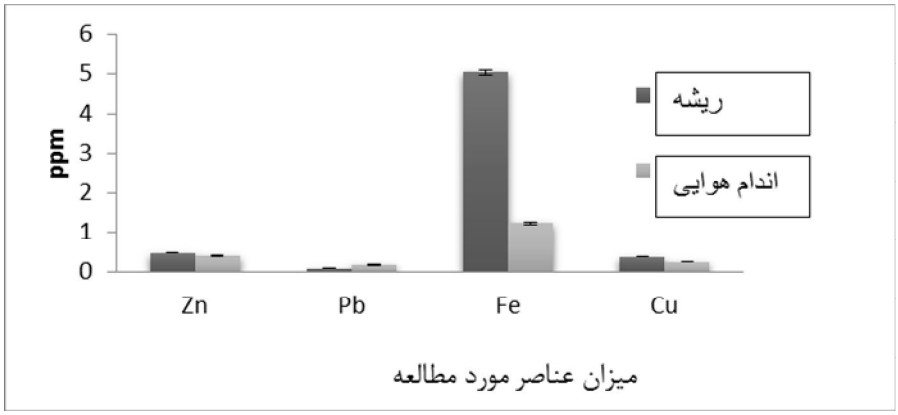
Archive of SID



شکل۱۷: میزان چهار عنصر مورد مطالعه در گیاه علف شور در منطقه معدن مس میدوک

در بررسی میانگین فلزات سنگین (Fe, Zn, Pb, Cu) در ریشه و اندام هوایی گیاه خارشتر (*Alhagi maurorum*) (شکل ۱۸) مشخص شد که عنصر آهن با میانگین غلظت ۱/۲۲ ppm در اندام هوایی و ۵/۰۲۶ ppm در ریشه بیشترین و عنصر سرب با میانگین غلظت ۰/۱۶۶ ppm در اندام هوایی و غلظت ۰/۰۸۳ ppm در ریشه کمترین میزان را داشت (شکل ۱۹).

شکل ۱۸: نمایش گیاه خار شتر در منطقه معدن مس میدوک



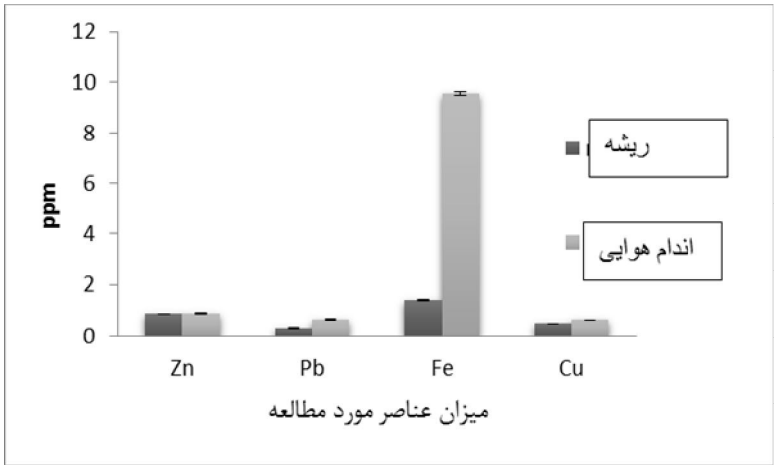
شکل ۱۹: میزان چهار عنصر مورد مطالعه در گیاه خار شتر در منطقه معدن مس میدوک

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین فلزات سنگین (Fe,Zn,Pb ,Cu) در ریشه و اندام هوایی گیاه گون (*Astragalus spp*) (شکل ۲۰) آورده شده طبق نتایج بدست آمده عنصر آهن با میانگین غلظت ۹/۵۵۷ ppm در اندام هوایی و ۱/۳۹۷ppm در ریشه بیشترین و عنصر مس با میانگین غلظت ۰/۶۱۹ ppm در اندام هوایی و عنصر سرب با غلظت ۰/۳۰۳ ppm در ریشه کمترین مقدار را دارا بودند.

شکل ۲۰: نمایش گیاه گون در منطقه معدن مس میدوک



شکل ۲۱: میزان چهار عنصر مورد مطالعه در گیاه گون در منطقه معدن مس میدوک

بحث

نتایج سنجش فلزات سنگین در خاک منطقه نشان داد کلیه مقدار فلزات سنگین به جز آهن (به مقدار جزئی) در منطقه نزدیک معدن بیش از خاک دور از معدن بوده است. در بررسی نتایج مربوط به عنصر روی نیز مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد مقدار روی تجمع یافته در ریشه و بخش هوایی گیاه کنگر بیشترین میزان را داشت که بیشترین میزان آن در قسمت هوایی گیاه بود. یکی از ملاک‌های تشخیص بیش انباشت کننده‌ها، نسبت غلظت فلز در شاخساره به ریشه است. به عبارت دیگر گیاهان بیش انباشت کننده در انتقال فلزات از ریشه به شاخساره خود توانمندترند. در حالیکه گیاهان غیر انباشت کننده معمولاً دارای مقادیر فلزی بیشتری در ریشه نسبت به اندام هوایی خود هستند (صارمی راد و همکاران، ۱۳۹۳; Ashraf et al., 2011). همچنین در بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج مربوط به عنصر سرب گیاه علف شور بیشترین میزان سرب را در قسمت هوایی نشان داد. این یافته‌ها با نتایج حاصل از بررسی‌های Dominguz و همکاران (۲۰۰۸) و Pulford و Watso (۲۰۰۳) همخوانی دارد دارد زیرا آنها از آزمایشات خود به این نتیجه رسیدند که *Populus alba* بیشترین سرب دریافتی خود از خاک‌های آلوده را در برگ‌های خود ذخیره می کند. با توجه به اینکه درخت سپیدار برگ ریز است قابل توجیه است که با تجمع سرب در برگ‌ها درخت در پایان سال خود را پالایش می‌نماید اما در سه گونه دیگر بدلیل عدم برگریزی تجمع سرب در ریشه مانع ورود سرب به قسمت‌های دیگر گیاه می‌گردد. این نتایج با با یافته‌های البوغبیش و زرین کمر (۱۳۹۳) مغایرت دارد چرا که آنها در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت سرب تا ۱۸۰ میکرومول، باعث افزایش این عنصر در ریشه و اندام‌های هوایی بابونه آلمانی در مراحل رشد و نمو شد که نتایج حاکی از تجمع بیشتر سرب در ریشه این گونه، نسبت به اندام‌های هوایی بود. همچنین در تحقیقی که توسط کریمی و پر مهر (۱۳۹۰) صورت گرفت نیز مشخص گردید که با افزایش غلظت سرب در خاک گیاه کنگر فرنگی، میزان انباشت سرب در ریشه این گونه بیشتر از ساقه‌ها بود. در بررسی نتایج مربوط به عنصر آهن مشخص شد که میزان آهن در بخش هوایی گیاه کاکوتی بیشترین میزان را دارا بود. در کل عنصر آهن توسط تمام گیاهان مورد آزمایش به میزان بیشتر از دیگر عناصر جذب شده بود. عنصر آهن تنها عنصری بود که میزان آن در خاک نزدیک معدن کمتر از نمونه دور از معدن بود که با تحقیقات Ghorbanli و همکاران (۲۰۱۳) که گزارش نمودند در گیاهان مختلف بین جذب فلزات توسط گیاهان و غلظت در محیط گیاهی رابطه عکس وجود دارد مطابقت داشت. بررسی نتایج مربوط به عنصر مس نیز مشاهده شد میزان مس تجمع یافته در گیاه درمنه دشتی بیشتر از سایر گونه‌ها بود. حسنی (۱۳۹۱) در شمال شرق استان کرمان در اطراف معدن مس سرچشمه بر روی گونه‌های *Stipa barbata* و *Artemisia aucheri* مطالعه و عنوان نمود که این گیاهان به‌عنوان انباشته کننده‌های مس در طبیعت عمل می کنند. در کل با توجه به تجمع فلزات (مس، آهن، سرب، روی) در بخش هوایی اکثر نمونه‌ها با انتخاب استراتژی مناسب می‌توان با قطع قسمت هوایی آن نسبت به جمع آوری فلزات سنگین اقدام کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که تجمع عنصر مس در گیاهان در اندام هوایی بیشتر است که به نظر می‌رسد دلیل آن به علت مورد استفاده قرار گرفتن این عنصر در واکنش‌های مختلف موجود در گیاه از جمله مسیر سنتزهورمون‌های گیاهی و فتوسنتز می‌باشد (Hajiboland and Manafi, 2007). حضور اعضای خانواده نعناعیان و باقلائیان با فراوانی زیاد در این پژوهش با نتایج به دست آمده در معدن آهن گلالی هم سو است (یوسفی، ۱۳۸٦). وجود گونه‌هایی مانند *Artemisia herba-alba* متعلق به خانواده آستراسه نشانگر چرای مفرط دام است که با نتایج گل محمدی (۱۳۸٤) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

مطالعه میزان عناصر در معدن مس میدوک نشان داد که بر خلاف تصور کلی میزان آهن در خاک اطراف معدن از مقدار قابل توجهی بر خوردار بوده و گیاهان اطراف معدن مس تمایل قابل ملاحظه ای به تجمع آهن در دو بخش هوایی و زیر زمینی خود نشان دادند.

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب سپاس و قدردانی خود را از سرکار خانم دکتر مرجان کشاورزی دانشگاه الزهرا که در شناسایی بخشی از گیاهان کمک شایان توجهی داشته‌اند می‌رسانند.

منابع

البوغبیش، ن. و زرین کمر، ف. (۱۳۹۳). بررسی تغییرات ساختاری دراندام‌های زایشی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) ناشی از تنش سرب. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). دوره ۲۷. شماره ۳. صفحات ۳۴۵-۳۳۶.

حسنی، ف. (۱۳۹۱). بررسی آلودگی‌های ناشی از کارخانه مس سرچشمه بر محیط زیست اطراف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشگاه شهید باهنر کرمان. صفحه ۱۴۵.

صارمی‌راد، ب.، عزت اله اسفندیار ، ع.ا.، شکرپور ، م.، سفالیان، ا.، آوانس، ا. و موسوی، س.ب. (۱۳۹۳). اثر کادمیوم روی برخی از ویژگی‌های ریخت شناسی و فیزیولوژیک گندم در مرحله گیاهچه‌ای. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). جلد ۲۷. شماره ۱. صفحات ۱۱-۱.

قربانلی، م.، اسداللهی، ب. و جوهرچی، م. (۱۳۸۶). معرفی فلور و شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان معدن مس تکنار در شهرستان بردسکن. فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم. شماره ۱۸. صفحات ۱۶-۲.

غازان شاهی، ج. (۱۳۷۶). آنالیز خاک و گیاه. انتشارات رهنما . صفحه ۳۱۱.

کریمی، ن. و پرمهر، م. (۱۳۹۰). بررسی میزان ارسنیک در آب، خاک و محصولات کشاورزی منطقه بیجار. اولین همایش ملی گیاه‌پالایی، کرمان، ۲۷ بهمن.

گل محمدی، ر. (۱۳۸٤). شناسایی گونه‌های مقاوم و ذخیره کننده فلزات سنگین در منطقه معدن آهنگران و بررسی اثر این فلزات بر مراحل رو یان زایی گیاهدان . پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

محمودی، ش. و حکیمیان، م. (۱۳۷٤). مبانی خاکشناسی. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۷۰۱.

یوسفی، ن. (۱۳۸٦) . شناسایی گونه‌های انباشت ساز در معدن همه کسی استان همدان و بررسی اثرات فلزات سنگین بر ویژگی‌های مورفولوژیک و سیتوژنتیک گیاه *Chenopodium botrys*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

Ashraf, M.A., Maah, M. and Yussof, I. (2011). Heavy metals accumulation in plants growing in extine mining catchment. International Journal Environmental Science Technology. 8(2):410-416.

Carrillo Gonzalez, R. and Gonzales-chavez, M. C. A. (2006). Metal accumulation in wild plants surrounding mining wastes. Environmental Pollution Journal. 144: 84-92.

Dominguez, M.T., Madejon, D., Maranon, T. and Murillo, J.M. (2008). Afforestation of trace element pollution area in SW Spain: woody plants performance and trace element accumulation. European Journal Forest. 129: 47-59.

Hajiboland, R. and Manafi, M.H. (2007). Flara of heavy metal-rich soils NW Iran and some potential hyper-accumulator and accumulator species. Acta Botanica Croatica. 66 (2):177-195.

Lui, J.N., Zhou, Q.X., Wang, S. and Sun, T. (2009). Cadmium tolerance and accumulation of *Althea rosea* Cav. and its potential as a accumulator under chemical enhancement. Environment Assess.149: 419-427.

Ghorbanli, M., Farzamisepehr, M. and Sabohimogadam, N. (2013). Screening for accumulator plants in turquoise mine,

www.SID.ir

Archive of SID

Nyshabour (Iran). Iranian Journal of Plant Physiology. 3(4):779 -784.

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

Rashed, M.N. (2010). Monitoring of contaminated toxic and heavy metals, from mine tailings through age accumulation, in soil and some wild plants at Southeast. Egyptian Journal of Hazardous Materials. 178: 739–746.

www.SID.ir