پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: آلودگی خاک

توانایی گیاه پونه (*Mentha pulegium*) در جذب آلاینده سرب خاک

سمیه دهداری
استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء (ص) بهبهان

چکیده
هدف از مطاعه حاضر بررسی توانایی گیاه پونه (*Mentha pulegium*) در جذب آلاینده سرب خاک است. بدین منظور پس از تهیه بذر گونه مورد نظر در گلدان ۲۰ عدد بذر پونه با سه تکرار کاشته شد و ۳۰ روز تحت تیمار غلظت‌های ۱۵، ۳۰ و ۵۰ میلیگرم بر کیلوگرم سرب قرار گرفت. پس از پایان دوره رشد نمونه‌های اندام هوایی شستشو، آسیاب و به همراه نمونه خاک جهت شناسایی میزان جذب سرب آماده گردید. نتایج نشان داد که گیاه مذکور توانایی بالایی در جذب سرب را در اندام هوایی دارد و بیشترین انباشتگری سرب به ترتیب در غلظت‌های ۵۰ و ۳۰ ppm است.
کلید واژه: گیاه پالایی، پونه، سرب، خاک

مقدمه

فلزات سنگین به علت سمی بودن، زمان ماندگاری بالا، انباشت در بافت جانوران از اهمیت اکولوژیک و بیولوژیک زیادی برخوردارند (خرمی وفا و همکاران، ۱۳۹۲). آلودگی خاک با فلزات سنگین یکی از مشکلات زیست محیطی عمده در جوامع بشری است و با انتقال این عناصر سمی از طریق تولیدات گیاهی به انسان، سلامتی افراد جامعه به خطر می افتد. در بین فلزات سنگین سرب دارای اهمیت ویژه ای است زیرا به راحتی توسط سیستم ریشه ی گیاه جذب شده و سمیت آن برای گیاه بین ۲ تا۲۰ برابر سایر فلزات سنگین می باشد. سرب یکی از پر دوام ترین فلزات است که می تواند ۵۰ تا ۱۵۰ سال در خاک باقی بماند، این عنصر با ورود به زنجیره ی غذائی، در بدن انسان و حیوانات تجمع یافته و بوسیله ایجاد جهش اثرات سرطان زائی می کند (Knasmuller et al ، ۱۹۹۸) . سمیت سرب به این دلیل است که بسیاری از جنبه های رفتار متابولیسمی کلسیم را تقلید می کند و از فعالیت بسیاری از آنزیم ها جلوگیری می کند (پارسا دوست و همکاران،۲۰۰۷).

خاک های آلوده به سرب سبب کاهش شدید محصول شده و به این ترتیب باعث بروز مشکلات جدی در امر کشاورزی می شود. سرب ایجاد گونه های فعال اکسیژن را در گیاه افزایش داده و منجر به ایجاد تنش اکسیدی در آنها می شود. بنابراین افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی خاصی در چنین گیاهانی دیده می شود (Sharma & Dubey ، ۲۰۰۵). پالایش خاک از فلزات سنگین نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است و شناخت و استفاده از موجودات همزیست در خاک های آلوده برای زدودن آلودگی امری ضروری است. به دلیل سمیت بالقوه و مقاومت زیاد فلزات، خاک هایی که آلوده به چنین عناصری هستند به عنوان یک مشکل محیطی مطرح می‌باشند که به یک راه‌حل موثر و ممکن نیاز دارند (Nascimento & Xing ، ۲۰۰۶ ؛ Groppa et al ، ۲۰۰۷). برای حذف فلزات سنگین از خاک بسیاری از روش‌های فیزیکی و شیمیایی توسعه یافته اند اما این روش‌ها نه تنها به طور کامل ایمن و رضایت بخش نبوده بلکه پرهزینه، وقت گیر و مخرب محیطزیست هستند .به نظر می رسد استخراج گیاهی امیدوار کننده‌ترین تکینیک باشد و محققان نیز توجه زیادی را به آن مبذول داشته اند (Nascimento & Xing ، ۲۰۰۶) .

در سال‌های اخیر دانشمندان و مهندسین درصدد طراحی و توسعه روش های زیستی بر آمدند که بتوانند مکان‌های آلوده به فلزات سنگین را بدون آنکه بر حاصلخیزی و تنوع بیولوژیکی خاک اثرات سوئی داشته باشند پاکسازی و تعدیل نمایند (برزین و همکاران، ۱۳۹۴). مشخص شده است که برخی از گیاهان خشکی زی مقادیر بسیار زیادی از فلزات سنگین را در خود جمع می کند و بنابراین می توانند نقش مهمی در پاکسازی آلاینده های فلزی ایفا کند (Ali et al ، ۲۰۰۳). چنان چه گفته شد یکی از روش های

با پتانسیل بالا برای از بین بردن فلزات سنگین از مکان های آلوده استفاده از موجودات مقاوم به این فلزات است که از توانایی تجمع و جذب بالا برخوردارند (Mendoza et al ، ۲۰۰۶). به همین منظور فناوری نوظهور گیاه پالایی برای پالایش آلودگی‌های خاکی زیرزمینی و فاضلاب به دلایل کم هزینه بودن و پایین بودن فناوری مورد نیاز در دنیا بسیار مورد توجه قرار گرفته است (تقی زاده و کافی، ۱۳۸۶). گیاه پالایی به عنوان روشی امیدبخش برای اصلاح خاک است که به آسانی می تواند فلزات سنگین را جذب کرده و آلودگی را از را خاک بزداید . گیاه پالایی، استفاده از گیاهان برای استخراج، جداکردن و یا سم زدایی آلاینده‌ها است که روشی موثر، ارزان و فنآوری اجتماعی پذیرفته شده برای زدودن آلودگی خاک است (Alkorta et al، ۲۰۰۴). در واقع استخراج گیاهی انتقال فلز از یک منبع آبی و یا خشکی به زیست‌توده گیاهی است که یکی از روش‌های زیستی برای پالایش خاک آلوده به فلزات است (Singer et al، ۲۰۰۷).

برای هر نوع خاص از آلاینده ها، فرایند گیاه پالایی متفاوتی وجود دارد که ممکن است در برگیرنده انواع مختلفی از گیاهان حتی گل‌های تزئینی باشد. به طور کلی گیاهان در تصفیه محیط زیست شش فرایند اصلی را به کار میبرند که عبارت اند از استخراج گیاهی[۱] ، تثبیت گیاهی[۲] ، تغییر شکل گیاهی ، فیتو استیمولیشن[۳] یا تجمع در محیط ریزوسفری گیاه توسط فعالیت میکرب های خاک، تبخیر گیاهی[۴] و ریزو فیلتراسیون[۵] که فیلتر کردن آب از توده ریشه ها توسط گیاه است (فلاحی و همکاران، ۱۳۸۹). روش‌های اصلی گیاه پالایی که برای خاک‌های آلوده به فلزات سنگین به کار میروند شامل تثبیت گیاهی و استخراج گیاهی هستند. تثبیت گیاهی با استفاده از گونه‌های گیاهی ویژه به منظور کاهش تحرک و یا فراهمی زیستی فلزات در خاک از طریق جذب فلزات به درون سلولهای ریشه، جذب سطحی بر روی ریشه و یا رسوب در ناحیه ریزوسفر و تثبیت فیزیکی آلاینده‌های فلزی می باشد .استخراج گیاهی شامل فرآیند جذب آلاینده‌های فلزی موجود در خاک توسط ریشه و سپس انتقال آنها به اندام هوایی گیاه می باشد و به عنوان یک روش اقتصادی امکان پذیر پالایش زمین‌های آلوده است (Chami et al ، ۲۰۱۵).

Sathya et al (۲۰۱۶) به بررسی کشت ذرت خوشه ای شیرین در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین، با هدف گیاه‌پالایی این خاک‌ها و در نهایت تولید بیواتانول، پرداختند. از آنجا که طیف گسترده‌ای از میکروب‌ها مثل ریزوبیوم، سودوموناس و باسیلوس برای افزایش رشد گیاهان و کاهش استرس ناشی از حضور فلزات سنگین در خاک‌ها کاربرد دارند؛ این پژوهش به بررسی امکان استفاده از ذرت خوشه‌ای شیرین به همراه میکروب‌های افزایش دهنده رشد گیاهان، به عنوان یک ابزار در جهت ارزیابی میزان کاهش استرس‌های وارد شده به گیاه توسط فلزات سنگین و نیز افزایش امنیت غذایی این گیاه و پتاسیل آن برای تولید اتانول به عنوان سوخت گیاهی پرداخت. Macci et al (۲۰۱۶) به گیاه پالایی در یک خاک آلوده آلی و معدنی چون مس، روی، سرب و نیکل انجام داد که نشان دادند که به طور متوسط حدود ۳۵٪، ۴۰٪ و ۷۰٪ در فلزات، سنگ شکن و محتوای[۶] PCB بود و گیاه صنوبر بیشترین کمک به حذف مواد معدنی می کند. در واقع توانایی و پتانسیل بالایی در سم‌زدایی آلاینده های عالی دارد.. پرنیان و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی گیاه پالایی نیکل از محیط هیدروپونیک به کمک علف شاخی[۷] پرداختند که نتایج این بررسی نشان داد که پالایش سبز نیکل در محیط هیدروپونیک به وسیله علف شاخی امکان پذیر است . علاوه براین بررسی پتانسیل آن در مورد پساب های صنعتی پیشنهاد شد. اکبر پور سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه ای تحت عنوان گیاه پالایی خاک‌های آلوده به برخی فلزات سنگین به وسیله ی چند گیاه بومی منطقه‌ی حفاظت شده ارسباران پرداختند. بعد از عملیات آماده سازی خاک‌های آلوده بذرهای گیاهان

---

[۱] Phyto extraction
[۲] Phyto stabilization
[۳] Phyto stimulation
[۴] Phyto volatilization
[۵] Rhizo filtration
[۶] polychlorobiphenyls
[۷] Ceratophyllum demersum L.

قدومه کوهی[۸]، تاج خروس وحشی[۹] و گیاه علف مرغ [۱۰]را کشت دادند. پس از برداشت و خشک کردن و هضم و باقی مراحل نتایج به دست امده نشان داد که غلظت سرب و کادمیوم در ریشه بیش از ساقه و برگ بوده وهمچنین غلظت سرب در اندام‌های زیرزمینی و روی در اندام‌های هوایی بالاتر بوده است. نتایج به دست آمده بالاترین غلظت روی را در اندام هوایی گیاه علف مرغ به میزان mg/Kg 65/262و بیشترین غلظت سرب را در اندام‌های زیرزمینی گیاه تاج خروس وحشی به میزان mg/Kg 25/71 از خاک نشان داد. حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر بیوچار بر جذب سرب و کادمیم لجن فاضلاب کارخانه های کاغذ توسط آفتابگردان نشان دادند که کاربرد بیوچار موجب کاهش معنادار (در سطح احتمال ۱ درصد) غلظت سرب و کادمیم در اندام هوایی و ریشه آفتاب گردان گردید. با توجه به آنچه گفته شد مطالعه حاضر به بررسی جذب پالاینده سرب به کمک پونه (***Mentha pulegium***) پرداخته است.

۱. مواد و روش‌ها

برای بررسی کارآیی جذب فلز سرب توسط گونه گیاهی پونه (*Mentha pulegium*) ، ابتدا ۲کیلوگرم خاک مخلوط از ماسه، رس و کودآلی (۱:۱:۳) تهیه و در گلدان‌های پلاستیکی قرار گرفت. سپس ۲۰ عدد بذر پونه در هر گلدان کاشته و با آب مقطر شروع به آبیاری گردید. پس از جوانه زنی و رشد به اندازه ۲ سانتی‌متر، ۱۰جوانه قوی‌تر و شاداب‌تر انتخاب شدند و به مدت ۳۰ روز تحت تیمار محلول سرب با غلظت‌های ۱۵، ۳۰ و ۵۰ میلی‌گرم درکیلوگرم قرار گرفتند. بعد از دوره رشد از اندام هوایی پونه نمونه گیاهی برداشت و با آب مقطر شستشو و به منظور خشک کردن در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد در آون قرار داده شد. پس از پودر کردن اندام‌های پونه با آسیاب برقی جهت هضم کردن از اسید نیتریک ۱ مولار در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد استفاده گردید. هم چنین از خاک هر گلدان جهت مشخص کردن مقدار فلزات سنگین نمونه برداشت شد و پس از هضم شدن مقادیر فلز سرب آن توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار spss نسخه ۱۶ جهت تجزیه و تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها (آزمون دانکن)استفاده گردید.

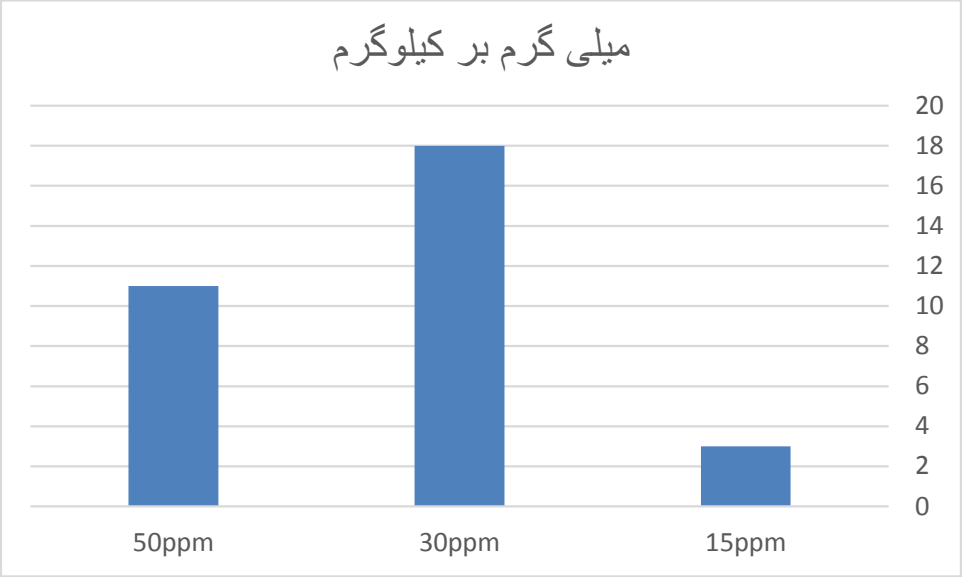
نتایج و بحث

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها به منظور بررسی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه داده شامل اندام هوایی و خاک از نظر تجمع سرب آزمون تجزیه واریانس یکطرفه صورت گرفت این آزمون آماری نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد است. جذب فلز سرب در اندام‌هوایی پونه اتفاق افتاده است. شکل (۱) نشان میدهد که بالاترین توان جذب سرب در غلظت ۳۰ میلیگرم برکیلوگرم بوده است.

[۸] Arabis arenosa

[۹] Amaranthus retroflexus

[۱۰] Agropyron repens



شکل ۱- نمودار میزان جذب سرب در اندام هوایی پونه

بطورکلی نتایج بیان می‌کند که گیاه پونه قادر به جذب فلز سرب در اندام هوایی خود می باشد. از بین تیمارهای به کار رفته میزان جذب فلز سرب در غلظت ۳۰ میلی‌گرم برکیلوگرم بیش از بقیه می باشد.

از آنجایی که فناوری گیاه پالایی باعث کاهش آلودگی و شستشوی مواد آلوده کننده خاک از طریق محدود کردن یا به حداقل رساندن جابه جایی و دسترسی زیستی عناصر در خاک است. در این فناوری از گیاهانی استفاده می‌گردد که بیشترین جذب و تجمع فلز آلاینده را در ریشه‌هایشان دارند (Rutteus et al, 2006). تیمار اعمال شده بر روی پونه نشان می‌دهد که از بین سه غلظت بکار برده شده در پونه تجمع سرب در اندام هوایی اتفاق افتاده که این نشان دهنده توانایی بالای انتقال سرب از ریشه به اندام هوایی پونه می‌باشد. این جذب در غلظت ۳۰ میلی‌گرم برکیلوگرم سرب به اوج خود رسیده است که پس از آن در غلظت ۵۰ میلی‌گرم برکیلوگرم. Zhang و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که گل اطلسی قادر به تجمع ۱۵۷/۰۸ میلیگرم برکیلوگرم سرب در ریشه خود است. نیسی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی گیاه پالایی فلزات سنگین توسط گیاه آفتابگردان پرداختند. نتایج نشان داد که تفاوت معنیداری بین غلظت کادمیوم در اندام هوایی و ریشه گیاه آفتابگردان وجود دارد. همچنین تفاوت معنیداری بین فاکتورهای انتقال و تجمع زیستی در گیاه آفتابگردان مشاهده شد. توزیع سرب در اندام‌های مختلف آفتابگردان از غلظت قابل جذب این عناصر در خاک تبعیت می نماید و با افزایش غلظت سرب قابل جذب در خاک، غلظت آن در گیاه نیز افزایش یافت.نتیجه نهایی مطالعه این است که گیاه آفتابگردان برای حذف فلزات سنگین بکار رفته و بیشترین جذب در مورد سرب و کادمیم از طریق ریشه ی گیاه بوده است. بنابراین آفتابگردان پتانسیل استخراج گیاهی بالاتری نسبت به بسیاری از گیاهان دارد.

منابع

اکبرپور سراسکانرود ، فاطمه، صدری، فرهاد ، گل علیزاده، داریوش (۱۳۹۱) ، گیاه پالایی خاک های آلوده به برخی فلزات سنگین به وسیله چند گیاه بومی منطقه حفاظت شده ارسباران،نشریه حفاظت منابع آب و خاک، مقاله ۵، دوره ۱، شماره ۴، تابستان ۱۳۹۱، ص ۵۳-۶۶.

برزین، منصور، خیرآبادی،حسین،افیونی،مجید، (۱۳۹۴) ، بررسی آلودگی برخی فلزات سنگین خاک های سطحی استان همدان با استفاده از شاخص های آلودگی، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال نوزدهم ، شماره هفتاد و دوم،ص ۷۹-۶۹.

پرنیان،امیر،چرم،مصطفی، جعفرزاده حقیقی فرد، نعمت الله، مهری دیناروند، (۱۳۹۰) ، گیاه پالایی نیکل از محیط هیدروپونیک به کمک علف شاخی، مجله علوم و فنون کشت های گلخانه ای، سال دوم، شماره ۶ ، ص ۸۴-۷۵.

تقی زاده, مینا و محسن کافی، ۱۳۸۶، معرفی تکنولوژی گیاه پالایی گیاه پالاینده های فضای سبز، سومین همایش ملی فضای سبز و منظر شهری، جزیره کیش، سازمان شهرداریها و دهداریهای کشور، http://www.civilica.com/Paper-NCULG-۰۳-NCULG۰۳_۰۶۴.html.

حجازی زاده، ابوالفضل، غلامعلی زاده آهنگر، احمد، قربانی،مریم، (۱۳۹۵) ، تأثیر بیوچار بر جذب سرب و کادمیم لجن فاضلاب کارخانه های کاغذ توسط آفتابگردان، نشریه دانش آب و خاک، ج ۲۶، شماره ۱ و ۲ ، ص ۲۷۱-۲۵۹.

خرمی وفا،محمود، احمدپور، زهرا، جلالی هنرمند، سعید، چقامیرزا، کیانوش،خان احمدی، معصومه ، (۱۳۹۲)، جذب زیستی سرب و کادیوم به وسیله گیاهان آبزی علف سرچشمه و پونه در شرایط هیدروپونیک، فصلنامه علمی پژوهشی علوم محیطی،دوره یازدهم،شماره ۳، ۷۸-۶۹.

فلاحی، فاطمه، آیتی، بیتا، گنجی دوست، حسین، (۱۳۸۹)، حذف نیترات توسط فزاینده گیاه پالایی در مقیاس آزمایشگاهی، فصلنامه آب و فاضلاب، شماره ۱، ص ۶۵-۵۷.

عظیمی فرد, امید؛ محسن علی میرزایی و هادی احمری، ۱۳۹۵، بررسی گیاه پالایی توسط آفتابگردان در حذف سرب و کادمیم، *دومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین پژوهشی در شیمی و مهندسی شیمی*، تهران، کنفدراسیون بین المللی مخترعان جهان (IFIA)، دانشگاه جامع علمی کاربردی، http://www.civilica.com/Paper-CHCONF۰۲-CHCONF۰۲_۰۲۸۹.html.

نیسی، عبدالکاظم ، وثوقی، مهدی ، محمدی، بصیر ، محمدی ، محمدجواد ، نعیم آبادی، ابوالفضل ، هاشم زاده، بایرام (۱۳۹۳) ، گیاه پالایی فلزات سنگین توسط گیاه آفتابگردان: یک مطالعه مروری، فصلنامه علمی دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، دوره ۲، شماره ۲ ، جلد ۲ شماره ۲ صفحات ۵۵-۶۵.

Alkorta I, Hernández-Allica J, Becerril JM, Amezaga I, Albizu I, Garbisu C (2004) Recent findings on the phytoremediation of soils contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead, and arsenic. Rev. Environ. Sci. Biotechnol. 3:71-90.

Chami, Ziad Al, Cavoski, Ivana, Mondelli , Donato, Miano , Teodoro, (2013) , Effect of compost and manure amendments on zinc soil speciation, plant content, and translocation in an artificially contaminated soil, Environmental Science and Pollution Research, , Volume 20, Issue 7, pp 4766–4776. http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11356-012-1439-2

Groppa, M. D., M. L. Tomaro, M. P. Benarides. 2007. Polyamines and heavy metal stress: the antioxidant behavior of spermine in Cadmium and Copper treated wheat leaves. Biometals, ۲۰: ۱۹۵-۱۸۵.

Knasmuller , W., W. B lum. F,Jakwer, K. Roth and I. Vla deva. 1998. Effects pf soil properties and cultivar on heavy metals accunulaion in wheat grain. Z.Pflanzenernahr Bodenk , 159: 609 – 614.

Macci, C., Peruzzi, E., Doni, S. , Poggio, G. & Masciandaro, G.,(2016), The phytoremediation of an organic and inorganic polluted soil: A real scale experience, Journal International Journal of Phytoremediation, Volume 18, 2016 - Issue 4.

Nascimento, C. W. A. D., B. Xing. 2006. Phytoextraction: A review on enhanced metal availability and plant accumulation. Sci. Agric. (Piraci caba, Braz). 63, 299-311.

Parsa doost, F, Bahreini Nejad B, Safari Sanjani A K, Kaboli M M. Phytoremediation of Lead with Native Rangeland Plants in Irankoh polluted soils. Pajouhesh and Sazandegi; 2007; 75: 54-63. [In Persian]

Sathya, A. ,Kanaganahalli, V. ,Srinivas Rao , P., Gopalakrishnan, S.(2016) , Cultivation Of Sweet Sorghum On Heavy Metalcontaminated Soils By Phytoremediation Approach For Production Of Bioethanol, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, Telangana, India

Singer AC. The chemical ecology of pollutants biodegradation. In: Mackova M, Dowling D, Macek T, editors. Phytoremediation and Rhizoremediation. Theoretical Background. Dordrecht: Springer; 200۷. pp. 5–21.

Sharma P. and R.S. Dubey. 2005. Lead toxicity in plants. Plant physiol., 17, 35-52.

Study on phytoremediation of *Mentha pulegium* for the removal of heavy metals Pb from soil

S. Dehdari

Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam-alanbia University of Technology, Iran

Abstract

The aim of this study was to evaluate the ability of *Mentha pulegium* to absorb the heavy metals Pb. In this way 20 seeds of *Mentha pulegium* herb was planted in each pot with 3 repetitions and treated for 30 days with densities of 15, 30 and 50 ppm (milligrams per kilogram) of Pb. The results showed that aforementioned herb has ability to absorb metal in aerial organ. The most accumulation of Cd were observed respectively at 50 and 30 ppm. So this herb has the ability to extract Pb .

Keywords: phytoremediation *Mentha pulegium*, Pb,soil