گیاه پالایی فلزات سنگین توسط گیاه آفتابگردان: یک مطالعه مروری

عبدالکاظم نیسی[۱]- مهدی وثوقی[۲]- بصیر محمدی[۳]- محمدجواد محمدی[۲]*- ابوالفضل نعیم آبادی[۲]- بایرام هاشم زاده[۴]

۱ - استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات فن آوری های زیست محیطی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران.
۲- دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران.
۳- کارشناس ارشد زیست شناسی گیاهی، دانشگاه پیام نور تهران
۴- هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، مجتمع آموزش عالی سلامت خوی، ایران
***نویسنده مسئول:** اهواز، بلوار گلستان، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشکده بهداشت
تلفن: ۰۹۳۵۵۴۳۹۷۰۷ **پست الکترونیکی:** javad_sam2000@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: توسعه سریع تکنولوژی های جدید، همراه با یکسری مشکلات محیطی از جمله آلودگی خاک، آب و هوا است. آلوده شدن خاک بوسیله فلزات سنگین ساختار و تنوع زیستی خاک را بهم می زند. گیاه پالایی از روش های نوین در پاکسازی خاک از فلزات سنگین می باشد. گیاه پالایی از جمله روشهای پیشنهادی است که با انباشت عناصر سنگین در اندام هوایی گیاهان، خروج این عناصر از خاک های آلوده را امکان پذیر می کند. هدف از انجام این مطالعه بررسی وضعیت حذف فلزات سنگین موجود در خاک بوسیله گیاه آفتابگردان است.

روش: این مطالعه به روش مروری_توصیفی بر روی مطالعات انجام شده در مورد گیاه پالایی توسط گیاهان آفتابگردان انجام گردید. سایت های مورد استفاده عبارت بودند از www.pubmed.com - www.magiran.com-www.civilica.com-science direct-sid.ir. معیار ورود اطلاعات مقالات مرتبط با موضوع و حاوی کلمات کلیدی تحقیق بوده است.

یافته ها: نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین غلظت کادمیوم در اندام هوایی و ریشه گیاه آفتابگردان وجود دارد. همچنین تفاوت معنی داری بین فاکتورهای انتقال و تجمع زیستی در گیاه آفتابگردان مشاهده شد. همچنین توزیع سرب در اندام های 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 گیری: گیاه آفتابگردان برای حذف فلزات سنگین بکار رفته و بیشتر جذب را در مورد سرب و کادمیم از طریق ریشه ی گیاه بوده است. بنابراین آفتابگردان پتانسیل استخراج گیاهی بالاتری نسبت به بسیاری از گیاهان دارد.

کلیدواژه ها: کادمیوم، سرب، گیاه پالایی، آفتابگردان.

فصلنامه علمی دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه ،دوره ی دوم، شماره۲ ، تابستان ۱۳۹۳

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]

مقدمه

آلودگی خاک با فلزات سنگین یکی از مهم ترین مشکلات زیست محیطی در بسیاری از نقاط جهان می باشد. مهمترین راه ورود فلزات سنگین به محیط از طریق کاربرد فاضلابهای شهری، حشره کش ها، کود دهی، آبیاری با هرزاب ها، صنایع رنگ سازی، کارخانجات سیمان، لاستیک سازی، سوخت خودرو و صنایع ذوب فلز می باشد. کادمیوم یکی از مهمترین فلزات شناخته شده آلاینده محیط زیست است. (۴-۱). توسعه سریع تکنولوژی های جدید، همراه با یکسری مشکلات محیطی از جمله آلودگی خاک، آب و هوا است. برخلاف آب و هوا، آلودگی خاک از نظر ترکیبات شیمیایی به آسانی قابل اندازه گیری نبوده و با توسعه طرح های متعدد و آلوده شدن خاک بوسیله فلزات سنگین ساختار خاک برای رشد و توسعه گیاهان مسموم و خطرناک می شود و تنوع زیستی خاک را بهم می زند. (۵). فلزات سنگین که سرب، آلومینیوم، جیوه، مس، کادمیوم، مس، نیکل و آرسنیک را شامل میگردد ابتدا توسط فیتوپلانکتونها، باکتریها، قارچها و ارگانیسمهای کوچک دیگر جذب شده و سپس به ترتیب توسط موجودات بزرگتر خورده و در نهایت به راحتی از طریق مصرف محصولات کشت شده در خاکهای آلوده، به زنجیره غذایی مصرف کنندگان وارد شده و سلامت انسان ها و حیوانات را به خطر می اندازد(۱ و۶). برخی فلزات به مقدار ناچیز برای عملکرد طبیعی بدن ضروری میباشند اما ورود بیش از اندازه آنها به بدن مسمومیت ایجاد خواهد کرد. ایراد اصلی فلزات سنگین این میباشد که در بدن متابولیزه نمیگردند. در واقع فلزات سنگین پس از ورود به بدن دیگر از بدن دفع نشده و در بافتهای بدن انباشته میگردند. همین امر موجب بروز بیماریها و عوارض متعددی در بدن میشود. فلزات سنگین همچنین جایگزین دیگر املاح و مواد معدنی مورد نیاز در بدن میگردند. از جمله مهمترین مضرات فلزات سنگین اختلالات عصبی (پارکینسون، آلزایمر، افسردگی، اسکیزوفرنی)، انواع سرطان ها، فقر مواد مغذی، بر هم خوردن تعادل هورمونها، چاقی، سقط جنین، اختلالات تنفسی و قلبی-عروقی، آسیب به کبد، کلیه ها و مغز، آلرژی و آسم، اختلالات غدد درونریز، عفونتهای ویروسی مزمن، کاهش آستانه تحمل بدن، اختلال در عملکرد آنزیمها، تغییر در سوخت و ساز، ناباروری، کم خونی، خستگی، تهوع و استفراغ، سردرد و سرگیجه، تحریک پذیری، تضعیف سیستم ایمنی بدن، تخریب ژنها، پیری زودرس، اختلالات پوستی، کاهش حافظه، بی اشتهایی، التهاب مفاصل، ریزش مو، پوکی استخوان، بی خوابی و مرگ می باشد(۱۰-۶).

تکنیک های بسیاری جهت پاکسازی خاکهای آلوده به فلزات سنگین گسترش یافته اند. در میان این تکنیک ها استخراج گیاهی (گیاه پالایی) بعنوان یک روش پاکسازی موثر و ارزان عرضه شده است که در آن جذب و جمع آوری آلاینده ها در بافت های قابل برداشت گیاهی مد نظر می باشد(۱۶-۱۱). در این روش با برداشت گیاهان از خاک، آلاینده ها از خاک زدوده می شوند(۱۲). در اراضی کشاورزی آلوده به فلزات سنگین، انتخاب گیاهان زراعی متحمل به فلزات، جهت برداشت آلاینده ها از خاک می تواند یک استراتژی جدید برای مدیریت اراضی باشد. تعدادی از گونه های انباشتگر کادمیوم که بر اساس نتایج حاصل از آزمایشات هیدروپونیک و گلدانی گزارش شده اند گونه های با توده زیستی بالا شامل ذرت، آفتابگردان و خردل هندی می باشند(۲۳-۱۷). برای پالایش مناطق آلوده به فلزات سنگین و دیگر آلاینده ها، روش های مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پیشنهاد شده است که عمدتاً پرهزینه و غیر اقتصادی می باشند. گیاه پالایی تکنیک پالایش در محل خاک، آب و رسوبات آلوده است که اقتصادی، دوستدار محیط زیست و در حال گسترش است(۲۶-۲۴). روش های معمول برای خروج فلزات سنگین از خاک های آلوده عمومًا پرهزینه بوده و هم چنین سبب تغییرات در بعضی از ویژگی های خاک مانند ساختمان، مواد آلی و جمعیت ریزموجودات خاک می شوند(۲۷). بعضی از گونه های اختصاصی گیاهان می توانند فلزات سنگ ین را به اندام هوایی انتقال دهند(۲۸). به طور کلی برای انتخاب یک گیاه برای هدف گیاه پالایی خاک باید قدرت جذب بالای گیاه، تولید زیست توده بالا و انتقال زیاد عنصر از ریشه به ساقه مد نظر قرار بگیرد(۳۱-۲۹).

گیاه آفتابگردان:

گیاه آفتابگردان از راسته ی asteraceae و با نام helianthus annus می باشد. آفتابگردان گیاهی یک ساله و چندساله، دارای سه نوع ریشه است : ریشه نخست شامل ریشه اصلی که تا ۴/۲ متر در عمق زمین فرومیرود. ریشه دوم شامل ریشه های فرعی که در ۲۵ سانتیمتری عمق خاک پراکنده میشوند و مهمترین بخش ریشه را تشکیل میدهند و ریشه سوم شامل ریشه های سطحی که نزدیک به سطح خاک هستند. آفتابگردان گیاهی است مخصوص مناطق نیمه گرمسیر تا گرمسیر که حساسیت زیادی به خاک ندارد و در هر نوع خاکی

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]

می تواند رشد کند. این گیاه در خاکهای شنی ـ رسی یـا رسـی ـ شنی با واکنش ۷ معمولاً بهترین محصول را به بار مـی آورد و در برابر شـوری خـاک مقـاومتی بسـیار انـدک دارد. قـدرت سـازش آفتابگردان با محیط زیاد است و به استثنای زمین هـای بـاتلاقی که قبل از کشت این گیـاه حتمـاً بایـد زهکشـی شـوند، در اکثـر خاکها و آب و هواهای مختلف رشد می کند (۳۳-۳۲).

واکنش گیاهان به فلزات سنگین:

گیاهان ۳ راهبرد پایه برای رشد در خاک‌های آلوده به فلـزات سنگین دارند. گونه‌هایی که از ورود فلزات به بخـش‌هـای هـوایی خود جلوگیری کـرده یـا غلظـت فلـزات را در خـاک پـایین نگـه می‌دارند، گونه‌هایی که فلزات را در اندام‌های هوایی خود تجمـع داده و دوباره به خاک بر می‌گرداند و گیاهانی که می‌توانند فلزات را در اندام‌های هوایی خود تغلیظ کرده بـه طـوری کـه چنـدین برابر غلظت فلز در خـاک شـود و گیاهـانی کـه غلظـت بـالایی از آلاینده‌ها را جذب کرده و در ریشه، ساقه یا برگ‌هایشان تغلـیظ می‌کنند(۳۴).

گیاه پالایی:

تکنیک پالایشی است که شامل جذب، تغییر شـکل، تجمـع و یا تصعید آلاینده‌ها با کمک گیاهان برای زدودن آلودگی‌های آب، خاک و هوا می‌باشد. این روش را برای زدودن آلودگی‌هـای نفتـی نیز بکار می‌برند. گیاه پالایی با استفاده از مهندسی گیاهـان سـبز شامل گونه‌های علفی و چوبی برای برداشت مواد آلاینـده از آب و خاک یا کاهش خطرات آلاینده‌های محیط زیسـت نظیـر فلـزات سنگین، عناصر کمیاب، ترکیبات آلی و مـواد رادیواکتیـو بـه کـار برده می‌شود(۳۶-۳۵). مهم‌ترین ترکیبات معدنی آلاینـده فلـزات سـنگین بـوده و میکروارگانیسـم‌هـای خـاک قـادر بـه تجزیـه آلاینده‌های آلی هستند، اما برای تجزیه میکروبی فلـزات نیـاز بـه آلی شدن یا تغییرات فلزی آنها وجود دارد که امـروزه از گیاهـان برای این بخش استفاده می‌شود. خاک عـلاوه بـر ایـن‌کـه پایگـاه موجـودات خشـکی‌زی بـویژه جوامـع انسـانی اسـت، محـیط منحصربه‌فردی برای زندگی انـواع حیـات بخصـوص گیاهـان بـه شمار می‌رود. با توسعه طرح‌هـای انسـان سـاخت و آلـوده شـدن خاک‌ها به وسیله فلـزات سـنگین، سـاختار خـاک بـرای رشـد و توسعه گیاهان مسموم و خطرناک می‌شود و تنوع زیستی خاک را نیز بهم می‌ریزد. در روش گیاه پالایی، گیاهان بر اساس مکانیسـم جذب طبقه‌بندی و آلودگی خاک بـه فلـزات سـنگین بـه کمـک روش‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی کاهش داده می‌شود. بر اساس تحقیقات دفتر بررسی آلودگی آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست، رفع آلودگی خاک معمولاً با ۲ روش خارج از محل و در محل صـورت مـی‌گیـرد(۳۶-۳۵). در روش خـارج از محـل، خاک آلوده به مکان دیگری انتقال یافته و پس از رفع آلودگی بـه مکان اولیه برگردانده می‌شود. در روش دیگر که نیاز به جابه‌جایی و انتقال ندارد آلاینده‌ها با آلی شدن، از قابلیت جذب زیستی آنها کاسته می‌شود. برای کاهش آلودگی آلاینده‌های معدنی در خـاک می‌توان از روش‌های آلی کردن، کمپلکس کردن و افزایش خـاک بوسیله آهک استفاده کرد اما بیشـتر ایـن روش‌هـا گـران بـوده و سبب تخریب محـیط زیسـت مـی‌شـوند. در فنـاوری اسـتفاده از گیاهان با عنوان گیاه پـالایی، از گیاهـان سـبز و ارتبـاط آنهـا بـا میکروارگانیسم‌های خاک برای کاهش آلـودگی خـاک و آب‌هـای زیرزمینی استفاده می‌شود. این فناوری می‌تواند برای رفع هـر دو نـوع آلاینـده خـاک یعنـی معـدنی و آلـی بـه کـار رود. کـاربرد تکنیـــک‌هـــای فیزیکوشـــیمیایی ســـبب از میـــان رفـــتن میکروارگانیسم‌های مفید خاک مانند تثبیت کننده‌های نیتـروژن میکروریزا می‌شود که در نتیجه فعالیت‌هـای بیولـوژیکی خـاک را ضعیف می‌کند و در مقایسه با تکنیک گیاه پالایی بسیار هزینه‌بـر است. در روش ریزوفیلتراسیون از گیاهان خـاکی و آبـی اسـتفاده می‌شود که آلاینـده‌هـای منـابع آبـی آلـوده بـا غلظـت کمتـر در ریشه‌هایشان تغلیظ یا رسوب می‌کننـد کـه ایـن روش بخصـوص برای فاضلاب‌های صنعتی، رواناب کشاورزی و یا فاضلاب معـادن اسیدی کاربرد دارد و برای فلزاتـی ماننـد سـرب، کـادمیم، مـس، نیکل، روی و کرم مناسب است. گیاهـانی ماننـد خـردل هنـدی، آفتـابگردان، تنبـاکو، چـاودار و ذرت دارای ایـن توانـایی هسـتند (۳۶-۳۵). آنها دارای قدرت جذب سرب از فاضلاب هستند که در این میان، آفتابگردان بیشترین قـدرت و توانـایی را دارد. در روش دیگری با استفاده از قدرت ریشه، محدودکردن تحـرک و قابلیـت دسترسی آلاینده‌ها در خاک صورت می‌گیـرد. ایـن روش معمـولاً برای کاهش آلودگی در خاک، رسوب و لجن استفاده می‌شود و از طریـق جـذب، رسـوب، کمـپلکس و یـا کـاهش ظرفیـت انجـام می‌پذیرد. در روش تبخیر گیاهی گیاهـان آلاینـده‌هـا را از خـاک جذب و سپس به بخار تبدیل کرده و با عمـل تعـرق بـه اتمسـفر انتقال می‌دهند. این روش در درختان در حال رشد بـرای جـذب آلاینده‌های آلی و معدنی کاربرد دارد. در روش دیگری که به نـام کاهش گیاهی معروف اسـت گیـاه بـا متابولیسـم خـود از طریـق انتقال، تجزیه، تثبیت و تصعید ترکیبات آلاینده به برطرف کردن آلودگی از خاک و آب‌های زیرزمینی کمک می‌کند. در این روش،

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]

ترکیبات آلی به مولکول‌های ساده‌تر شکسته شده که می‌تواند به درون بافت گیاه وارد شوند(۳۶-۳۵).

مکانیسم های گیاه پالایی:

۱) Rhizofilteration : گیاهان بمنظور جذب، تغلیظ و رسوب مواد آلوده کننده آنها را توسط ریشه هایشان از چرخه انتقال خارج کرده و تجمع می دهند این عمل برای فلزاتی چون کادمیوم، مس، کروم، سرب و روی صورت می گیرد(۳۸-۳۷).

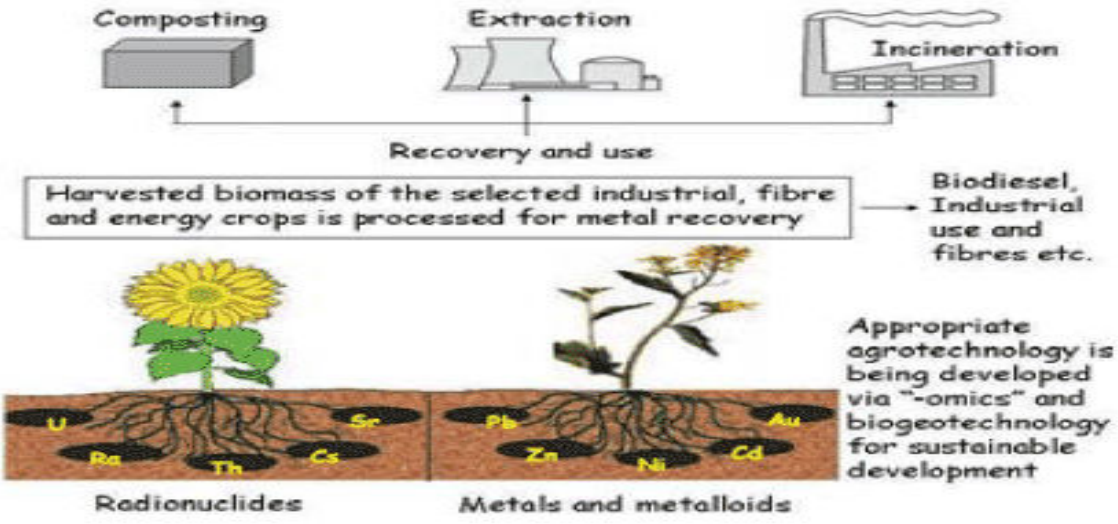
۲) Phytostabilization : این روش وابسته به توانایی ریشه برای دور ساختن و کاهش قابلیت دسترسی زیستی مواد آلوده کننده در خاک می باشد. این روش از بصورت جذب، رسوب، ایجاد کمپلکس و یا کاهش تعادل فلزی انجام می گیرد(۳۸-۳۷). هدف اولیه گیاهان کاهش مقدار آب تراوش شده از طریق ماتریکس خاک است که ممکن است منجر به تشکیل تراوشات خطرناک شود بنابراین از فرسایش خاک و توزیع مواد سمی به سایر نواحی جلوگیری می شود(۳۸-۳۷).

۳) Phytoextraction : این روش بهترین رویکرد برای برداشت مواد آلوده کننده از خاک و جداسازی آن بدون تخریب ساختمان و حاصلخیزی خاک می باشد. این روش به Phytoaccumulation نیز معروف می باشد(۳۸-۳۷). دو استراتژی اصلی این روش شامل موارد زیر می باشد: الف) Phytoextraction با کمک کلات یا Phytoextraction القاء شده، در این روش کلات های مصنوعی برای افزایش تحرک و جذب مواد آلوده کننده اضافه می شود(۳۸-۳۷). ب) Phytoextraction متمادی و پیوسته، در این روش برداشت فلزات وابسته به توانایی طبیعی گیاه برای ترمیم می باشد(۳۸-۳۷). کشت گونه های گیاهی که توانایی تجمع غلظت های بالای فلزات رادارند به پیشرفت این تکنولوژی کمک می کند. برای تسهیل این تکنولوژی گیاهان باید غلظت های بالا از فلزات سنگین را توسط ریشه هایشان استخراج کنند و این فلزات را به بیومس(زیست توده) انتقال دهند و مقدار بالایی از بیومس تولید کنند. فلزات سنگین استخراج شده ممکن است ازبیومس گیاه آلوده شده مجدداً وارد چرخه شود(۳۸-۳۷).

کاربردهای phytoextraction

۱. پاک سازی محیط های آلوده:

حدود سال ۱۹۸۰ کاربردی تحت عنوان phytoremediation برای گیاهان ابر جاذب ارائه شد. این روش که اولین بار توسط دانشمندان آمریکایی و اروپایی گزارش شد شامل استفاده از گیاهان و جمعیت میکروارگانیسم های اطراف ریشه آنها برای جذب آلوده کننده ها و کاهش آنها از محیط می باشد. امروزه قابلیت رشد و جذب فلزات سنگین در محیط های شدیدا آلوده در تعداد زیادی از گونه های گیاهی به اثبات رسیده است و گونه های زیادی از گیاهان Brassica juncea Thlaspi sp، Salix spp، Populus spp، Helianthus هم اکنون در حال استفاده تجاری یا گذراندن مراحل آزمایشی برای استفاده در پاک سازی محیط می باشد(۳۹). در این روش گیاهان ابرجاذبی که جزو گیاهان زراعی می باشند برای خاک های آلوده یا غنی از یک یا چند فلز استفاده می شود تا این مواد را در اندام های هوایی خود طی دوران رشد و نمو ذخیره کنند. این گیاهان جمع آوری و سوزانده می شوند و خاکستر حاصل که غنی از مواد مذکور است دفع می گردد. از این روش برای پاک سازی برخی از نقاط دنیا از آلودگی استفاده می شود.



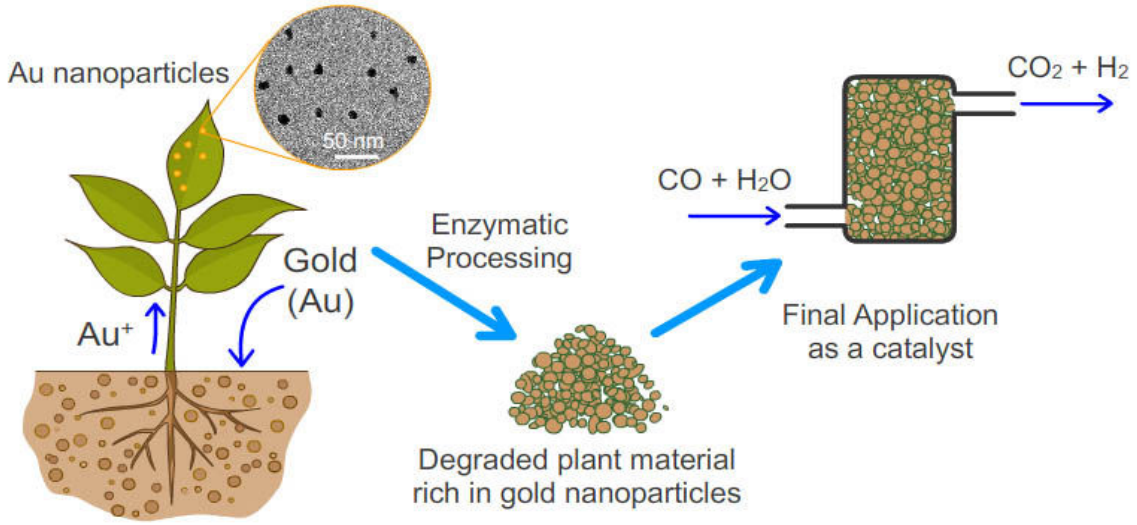
نمودار۱: طرح شماتیک تکنولوژی سبز جهت پاکسازی فلزات سنگین و مواد رادیونوکلوئید از محیط های آلوده

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]

البته امروزه از تکنولوژی های مختلف و پیشرفته ای برای پاک سازی آلودگی های آب و خاک استفاده می شود که هزینه بالا، نیازمند نیروی کار بالا و در مورد خاک نیز مشکلات زیادی را بوجود می‌آورند(۳۹).

۲) استخراج فلزات کمیاب:

از گیاهان می توان برای استخراج فلزات کمیاب و دارای ارزش اقتصادی مانند طلا، نقره، پلاتینیوم و پالادیوم نیز استفاده نمود. این روش امروزه با نام phytomining یا استخراج فلزات توسط گیاهان شناخته می شود. گیاهان برای جذب فلزات دارای یک مکانیسم خاص فیزیولوژیک می باشند. آنها با ترشح ترکیبات کلاته شده از ریشه موجب افزایش انحلال فلز شده و جریان انتقال فلز محلول به سمت دیواره ریشه را تسهیل می کنند. قابلیت جذب طلا توسط گیاهان از چند صد سال پیش شناخته شده است. اما گیاهی که بتواند آن را در غلظت بالا جذب کند شناخته نشده بود که علت آن مربوط به قابلیت انحلال پایین فلز طلا در محلول خاک است. برخی از گیاهان به طور طبیعی موادی از خود ترشح می کنند که می تواند فلز طلا را به صورت محلول در آورد ولی اغلب گیاهان چنین خاصیتی ندارند. در استفاده از گیاهان برای استخراج طلا از مواد شیمیایی استفاده می گردد این مواد زمانی استفاده می شوند که گیاه به حداکثر رشد و ماده خشک خود رسیده باشد و دارای بالاترین تعرق باشد(۳۹).



نمودار۲: طرح شماتیک از نحوه انتقال و استخراج طلا بوسیله گیاه آفتابگردان

در گیاه زراعی آفتابگردان که یکی از گیاهان مورد استفاده در استخراج طلا می باشد این دوره در زمان شروع گلدهی یا قبل از آن است(۳۹).

۴) **Phytovolatilizatio** : این روش شامل کاربرد گیاهان برای جذب آلودگی ها از خاک، تغییر شکل آنها به فرم فرار و وارد کردن آنها به اتمسفر می باشد. این روش در ابتدا برای برداشت جیوه بکار رفت. در این روش جیوه یونی به شکل جیوه فلزی که سمیت کمتری دارد تبدیل می شود. اشکال این روش این است که جیوه رها شده به اتمسفر مجدداً بوسیله بارندگی وارد چرخه اکوسیستم می شود(۳۸-۳۷).

۵) **Phytodegradation** : این روش شامل شکست مولکولهای آلی جذب شده توسط گیاه به مولکولهای ساده تر می باشد. گیاهان دارای آنزیم های بی نظیردی مالوژناز، اکسیژناز ها و ردوکتازها هستند که می توانند فرایند شکست و تبدیل را انجام دهند (۳۸-۳۷). فلزات سنگین اغلب به شکل یونی، کمپلکس و کلات های آلی غیره یونیزه می باشند. حلالیت این فلزات در خاک توسط PH، مقدار فلز، ظرفیت تبادل کاتیونی، محتوای کربن آلی، وضعیت اکسیداسیون ترکیبات معدنی و پتانسیل ردوکس سیستم کنترل می شود. با افزایش PHحلالیت کاتیون های فلزی کاهش می یابد. تحت شرایطی PH قلیایی و نزدیک خنثی که در اغلب خاک ها دیده می شود. فلزات کاتیونی به شدت به بخش دسی جذب سطحی شده و می توانند بوسیله اکسیدهای آبدار آهن، آلومنیوم یا منگنز موجود در خاک جذب سطحی شود (۳۸-۳۷).

عوامل موثر بر گیاه پالایی:

مهمترین عوامل در موفقیت گیاه پالایی به عنوان یکی از فن آوری های موجود در تمیز کردن محیط زیست شامل: توانایی حذف زیستی فلزات در خاک، توانایی گیاه در جذب، انتقال و تجمع فلزات سنگین در اندام ها و ریشه گیاه و فعل و انفعالات میکروبی گیاه

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]

می باشد. متاسفانه به نظر می رسد، مکانیسم های اساسی بیولوژیکی رفع آلودگی گیاه هنوز به طور کامل مورد شناسایی قرار نگرفته اند و هنوز اطلاعات بسیاری در مورد فرآیندهای موثر در نحوه رفع آلودگی ناشناخته باقی مانده است (۴۳-۴۰).

مزایا و معایب گیاه‌پالایی:

این روش نیز مانند بسیاری از روش‌های دیگر مزایا و معایبی دارد که در اینجا به چند نمونه مهم آن اشاره شده است. از مهمترین مزایای این روش ارزان بودن، ایجاد شرایط مناسب برای رشد و استقرار گیاه، افزایش فعالیت‌های طبیعی پاک‌سازی، تغیر نکردن حاصل‌خیزی خاک بعد از برداشت فلزهای سنگین و دستخوردگی کم خاک، قابل استفاده برای ترکیبات آلی ومعدنی متنوع، کاربرد های In-situ مقدار تخریب خاک را درمقایسه با روش های معمولی کاهش می دهد، کاربرد های In-situ گسترش آلودگی از طریق آب وهوا را کاهش می دهد، عدم نیاز به تجهیزات گران قیمت و افراد متخصص، ایجاد انرژی حرارتی درحجم وسیع با استفاده از انرژی پتانسیل ذخیره شده، همچنین حضور پوشش گیاهی در سطح خاک مانع از فرسایش و هدر رفت خاک و ایجاد گرد و غبار می‌شود(۳۸-۳۷). از مشخص‌ترین معایب این روش محدود به سایت های آلوده باعمق کم ، زمان بر بودن آن (چندین سال طول می کشد تا یک سایت آلوده اصلاح شود)، محدود به سایت ها با آلودگی پائین می باشد، بیومس گیاهان تجمع کنند ه فلزات جز مواد زائد خطرناک به حساب می آیند و از این رو باید برای از بین بردن آنها توجه کرد، شرایط آب وهوایی فاکتور محدود کنند ه می باشد و مصرف و استفاده از بیومس گیاهی آلوده شده خطرناک است(۳۸-۳۷). از محدودیت‌های دیگر این روش مدت طولانی پالایش آلاینده‌ها، بقایای توده زیستی به جا مانده و دفع آن‌ها است(۴۴).

آینده گیاه پالایی

اگرچه این علم هم اکنون با سرعت در حال توسعه است، اما بررسی‌ها نشان داده گیاه پالایی تجاری از لحاظ زمانی باید با دیگر فناوری‌های دیگر قابل رقابت کردن باشد. بیشتر آزمایش‌های گیاه پالایی در مقیاس آزمایشگاه در محیط هیدروپونیک انجام و فلزات سنگین به آنها داده شده است، در حالی که محیط خاک کاملا متفاوت است. در خاک واقعی بسیاری از فلزات در شکل‌های نامحلول وجود دارند و قابلیت دسترسی آنها کم و این بزرگ‌ترین مشکل است. بسیاری از گیاهان هنوز شناخته نشده اند که باید شناسایی شوند و درباره فیزیولوژی آنها بیشتر دانست. بهینه سازی فرایند جذب فلزات سنگین توسط گیاه و مصرف مناسب بیومس تولید شده هنوز باید مورد بررسی و تحقیق قرار گیرد تا نتایج آزمایشگاهی با عمل و واقعیت همخوانی داشته باشند. اگرچه ۱۰ سال از کاربرد اولیه فناوری گیاه پالایی در دنیا می‌گذرد، اما این علم توسعه بسیار سریعی داشته است و امروزه گیاه پالایی در مورد مواد آلی، معدنی و رادیواکتیو کاربرد دارد(۳۴). این فرایند پایدار و ارزان است و برای کشورهای در حال توسعه بسیار مناسب بوده و صرفه اقتصادی دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد، راندمان این روش با کاربرد گیاهان رشد سریع با بیومس بالا و قدرت جذب بالای فلزات سنگین افزایش می‌یابد. در بیشتر مکان‌های آلوده گونه‌های مناسب جهت رفع آلودگی قابل شناسایی است(۳۴). ۲ روش کمپوست و متراکم کردن می‌تواند جزو مراحل مقدماتی برای کاهش حجم تولیدات این گیاهان باشند، اما باید دقت شود شیرابه حاصل از تراکم به طور کامل جمع‌آوری شود. محققان معتقدند بین روش‌هایی که بیومس آلاینده‌ها را کاهش می‌دهد، به نظر می‌رسد خاکستر کردن کمترین زمان را مصرف می‌کند و در مقایسه با سوزاندن مستقیم از لحاظ زیست‌محیطی نیز مناسب‌تر باشد. به این ترتیب مشاهده می‌شود دنیای امروز می‌تواند با الهام از طبیعت و سیستم نقص ناپذیر بکر آن برای آنچه بشر با دست خود خراب کرده است اصلاحاتی صورت دهد که بی‌شک سهل‌تر از جلوگیری از آلودگی منابع بویژه منابع خاک نیست(۳۴).

روش مطالعه

این مطالعه به روش مروری_توصیفی بر روی مطالعات انجام شده در مورد گیاه پالایی توسط گیاهان آفتابگردان بر مبنای مرور مقالات موجود جمع آوری گردید. سایت های مورد استفاده عبارت بودند از science direct – sid.ir – Elsevier - www.civilica.com. معیار ورود اطلاعات مقالات مرتبط با موضوع و حاوی کلمات کلیدی تحقیق بوده است.

بحث:

آفتابگردان یکی از بهترین گیاهان مورد استفاده جهت حذف فلزات سنگین از جمله کادمیوم و سرب می باشد. آفتابگردان می تواند به عنوان یک گیاه ذخیره کننده در خاک مناطق آلوده مورد استفاده قرار بگیرد. از مهمترین مزایای گیاه پالایی آفتابگردان در حذف آلاینده ها میتوان به سهولت استفاده و قیمت پایین آن اشاره نمود. ما در این مقاله بر آن شدیم تا گیاه پالایی بوسیله گیاه آفتابگردان را بررسی نماییم و به تحقیقات انجام شده در این زمینه بپردازیم. از جمله مهمترین نتایج مطالعات انجام شده در زیر اشاره می شود.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]

جدول ۱: مطالعات انجام شده در رابطه با حذف فلزات سنگین بوسیله گیاه آفتابگردان

ردیف	گیاه مورد مطالعه	فلز سنگین حذف شده	منبع
۱	آفتابگردان	کادمیوم	لطف الهی و همکاران
۲	آفتابگردان – کلزا	کادمیوم	خسروی و همکاران
۳	آفتابگردان	سرب	فتاحی کیاسری و همکاران
۴	آفتابگردان	کادمیوم	چن و ترسا
۵	آفتابگردان	کادمیوم و سرب	متشرع زاده و ثواقبی
۶	آفتابگردان	کادمیوم	شنگ و زیا
۷	آفتابگردان	سرب	گلچین و همکاران
۸	آفتابگردان– یونجه– تاج خروس	کادمیوم	متشرع زاده و همکاران
۹	آفتابگردان	نیکل	جراح و همکاران
۱۰	آفتابگردان	کروم	سادات پیروز و همکاران
۱۱	آفتابگردان	کادمیوم و سرب	مصلحی و همکاران
۱۲	آفتابگردان	سرب	سرحدی و همکاران

لطف الهی و همکاران گزارش دادند که اغلب کادمیوم جذب شده توسط آفتابگردان در اندام هوایی انباشته شده است. غلظت کادمیوم در اندام هوایی آفتابگردان به ترتیب ۳۱ و ۷ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه است که این اختلاف در سطح ۵٪ معنی دار است. غلظت کادمیوم در ریشه های آفتابگردان و سورگوم به ترتیب ۱۳ و ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه می باشد که این اختلاف نیز در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی دار است. غلظت کادمیوم در گیاهان کشت شده در خاک غیر آلوده صفر می باشد(۴۴).

خسروی و همکاران گزارش دادند که مصرف پتاسیم به طور معنی داری ($P<$ ۰۰۱/) مقدار کادمیوم قابل استخراج با DTPA را در شرایط انکوباسیون افزایش داد و تفاوت بین اثر KCl و K_2SO_4 معنی دار بود. بنابراین بر اساس نتایج آزمایش گلخانه ای این گیاه برای گیاه جذبی کادمیوم مناسب می باشد(۴۵).

فتاحی کیاسری و همکاران گزارش دادند که مقدار۱/۵ و ۳ میلی مول EDTA اثر معنی داری بر مقادیر سرب در ریشه و اندام هوایی گیاهان داشت. افزایش اسید سولفوریک در غلظت های یادشده با روند نامنظم، تغییراتی را در مقادیر سرب گیاهان ایجاد کرد(۴۶).

چن و ترسا نیز با افزودن مقدار ۰/۳میلی مول EDTA به یک کیلوگرم خاک مشاهده کردند، مقدار زیست تودهٔ گیاه آفتابگردان نسبت به شاهد کاهش معنی داری($P<$ ۰۱/) داشته است، این محققان علت کاهش زیست تودهٔ آفتابگردان را به افزایش مقدار جذب کادمیم توسط گیاه نسبت دادند(۴۷).

فتاحی کیاسری و همکاران گزارش دادند که میانگین سرب اندام هوایی آفتابگردان با اختلاف معنی داری ($P<$ ۰۱/) بیشتر از مقدار آن در اندام هوایی پنبه بود. سرب موجود در اندام هوایی آفتابگردان تحت تأثیر اسید سولفوریک، بیشتر از سرب اندام هوایی پنبه بود(۴۶).

خسروی و همکاران گزارش دادند که گیاه آفتابگردان می تواند به عنوان یک گیاه بیش اندوز در خاک های آلوده مورد استفاده قرار گیرد و تأثیرتیمارها بر افزایش مقدار فاکتور انتقال بیانگر تأثیر مثبت آنها بر افزایش کارآیی گیاه پالایی می باشد(۴۵).

متشرع زاده و ثواقبی گزارش دادند که با افزایش سطوح کادمیوم و سرب در خاک، غلظت این عناصر سمی در اندام های گیاهی (ریشه و اندام هوایی) به طور معنی داری افزایش یافت. بر این اساس کادمیوم توانایی قابل ملاحظه ای در انتقال از ریشه به اندام هوایی نشان داد(۴۸).

شنگ و زیا با استفاده از زاد مایه باکتری های مقاوم به کادمیوم، رشد گیاه آفتابگردان و جذب کادمیوم را بررسی نمودند. نتایج حاصله نشان داد کاربرد زادمایه سبب افزایش رشد آفتابگردان و بالا رفتن جذب کادمیوم گردید(۴۹).

گلچین و همکاران دربررسی نحوه توزیع سرب در اندام های مختلف آفتابگردان گزارش دادند میزان سرب موجود در اندام های گیاهی از غلظت قابل جذب این عناصر در خاک تبعیت میکرد و با افزایش غلظت سرب قابل جذب در خاک، غلظت آن در گیاه نیز افزایش یافت. حداکثرمیزان تجمع در

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]

ریشه و اندام هوایی در دانه آفتابگردان به ۳/۱ میلی گرم در کیلوگرم گزارش شد(۵۰).

خسروی و همکاران دربررسی تاثیر کلرید پتاسیم بر جذب کادمیوم و ارتقای گیا ه پالایی آن توسط کلزا و آفتابگردان در یک خاک آلوده به کادمیوم منطقه انگوران زنجان گزارش دادند که بیشترین مقدار جذب کادمیوم توسط آفتابگردان (۸۴/۵۷ میکرو گرم در گلدان) با مصرف ۲۰۰ میلی گرم K_2O خاک بدست آمد (۵۱).

متشرع زاده و همکاران در بررسی گیاه جذبی کادمیوم در سه گیاه مختلف زراعی و غیر زراعی (یونجه، آفتابگردان و تاج خروس) گزارش گردید با افزایش غلظت کادمیوم در خاک غلظت این عنصر در ریشه و اندام هوایی گیاهان نیز افزایش یافت. بیشترین غلظت کادمیوم در اندام هوایی در بین سه گیاه در آفتابگردان گزارش گردید. همچنین بیشترین میزان جذب کادمیوم نیز در آفتابگردان و تاج خروس گزارش گردید(۵۲).

جراح و همکاران در بررسی تأثیر تلقیح قارچ گلوموس موسه ای و ای دی تی ا بر پالایش یک خاک آهکی آلوده به سطوح مختلف نیکل توسط آفتاب گردان گزارش دادند که با تلقیح قارچ و یا کاربرد EDTA میزان جذب نیکل دراندام هوایی آفتاب گردان افزایش یافت. در بالاترین سطح نیکل با تلقیح قارچ و یا کاربرد EDTA کارایی جذب و استخراج آفتاب گردان افزایش، اما کارایی انتقال آفتاب گردان کاهش یافت(۵۳).

سادات پیروز و همکاران در بررسی معدن کرومیت شهرستان بافت از گیاه آفتابگردان جهت بررسی میزان تجمع دهندگی کروم توسط بخش های مختلف گیاه مورد بررسی قرار و گزارش دادند که آفتابگردان بیشترین میزان کروم را در ریشه در مقایسه با اندام هوایی تجمع داده است و از این راه در مقابل فلز سنگین کروم مقاومت نشان داده است(۵۴).

مصلحی و همکاران در بررسی میزان جذب سرب و کادمیم در گیاه آفتاب گردان با کلات کننده ی کمپوست زباله ی شهری نسبت به سایر کلات کننده ها گزارش دادند که غلظت سرب باقی مانده در خاکی که به میزان ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم آلوده شده بود و تحت تاثیر کلات کننده ی کمپوست زباله ی شهری با غلظت ۱۶.۶۰۳ نسبت به سایر خاکها بیشتر بود و کمترین غلظت سرب باقی مانده در خاکآلوده به سرب در تیمار EDTA و سرب ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک مشاهده شد. غلظت سرب و کادمیم باقی مانده در خاک پس از انجام آزمایش تحت تاثیر کلات کننده ی E_8 نسبت به سایر کلات کننده ها از همه کمتر بود و بیشترین غلظت باقی مانده تحت تاثیر کلات کننده ی کمپوست سه درصد وزنی بود. غلظت سرب و کادمیم جذب شده در بخش هوایی گیاه آفتاب گردان تحت تاثیر کلات کننده ی E_2C_8 از همه بیشتر بود و پس از آن تیمار E_8 موثررین کلات کننده بود. غلظت سرب و کادمیم جذب شده در ریشه ی گیاه آفتاب گردان تحت تاثیر کلات کننده ی E3C8 نسبت به سایر کلات کننده ها بیشتر بودو در سطح ۱درصد معنی دار شد(۵۵). سرحدی و همکاران در بررسی میزان توانایی جذب سرب بر برخی از خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه آفتاب گردان گزارش دادند که گیاه آفتاب گردان دارای توانایی بالایی در جذب سرب میباشد در حالیکه تأثیر معنی داری بر روی خصوصیات مورفولوژیک ندارد(۵۶).

مزایا ی استفاده از گیاه پالایی آفتابگردان برای حذف فلزات سنگین عبارتند از: هزینه آن نسبت به سایر روشها ارزان تر و از نظر اجرا نیز ساده می باشد، دیگر مزیت های این روش طبیعی در رفع آلودگی خاک این است که به خاک آسیب نمی رساند و مواد شیمیایی خطر ناک به طور عمده مصرف نمی شوند، عدم وجود آلودگی های ثانویه نظیر آلودگی های صوتی، عدم نیاز به تکنیک های پیچیده مهندسی برای اجرا و قابلیت استفاده برای گستره وسیعی از آلودگی ها.

از جمله مهمترین محدویت های استفاده از گیاه پالایی آفتابگردان برای حذف فلزات سنگین عبارتند از کاهش غلظت آلاینده ها به مقدار زیاد نیاز به زمان طولانی دارد و استقرار سخت پوشش گیاهی در مکان های آلوده به علت سمیت می باشد.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین غلظت کادمیوم در اندام هوایی و همچنین ریشه گیاه آفتابگردان وجود دارد. همچنین تفاوت معنی داری بین فاکتورهای انتقال و تجمع زیستی در گیاه آفتابگردان مشاهده شد بنابراین آفتابگردان پتانسیل استخراج گیاهی بالاتری نسبت به بسیاری از گیاهان دارد. در مجموع با توجه به سمیت فلزات کادمیوم و سرب حتی در غلظت های کم، باید توجه کافی به منابع ورودی این آلاینده به محیط زیست معطوف گردد. از سوی دیگر شناسایی، جداسازی و کاربرد باکتری های بومی محرک رشد گیاه و مقاوم به تن شها نیز به واسطه تاثیر بر رشد گیاه آفتابگردان ، تنش وارده را کاسته و به بهبود رشد گیاه آفتابگردان کمک می کنند. بر اساس نتایج تحقیق، کادمیوم دارای توانایی بالایی در انتقال از

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]

ریشه به اندام هوایی و تجمع در گیاه آفتابگردان در خاک های آهکی بوده لذا با توجه به سمیت بالای این فلز برای گیاه و خطر ورود به زنجیره غذایی لازم است به منظور اطمینان از سلامت محصول، دقت و نظارت کافی در مراحل مختلف تولید تا مصرف محصولات کشاورزی به عمل آید. غلظت سرب و کادمیم جذب شده در بخش هوایی گیاه آفتابگردان نسبت به ریشه ی گیاه بیشتر بوده است. مهمترین چالش پیش روی گیاه پالایی، تخریب و انهدام مواد گیاهی آلوده و حجم عظیم بیومس تولید شده نوعی معظل بشمار می رود که باید کاهش داده شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله کمال تشکر را از معاونت توسعه پژوهش و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز دارند.

References

1. Yang XE, Long XX, Ye HB, He ZL, Calvert DV, Stoffella PJ. Cadmium tolerance and hyperaccumulation in a new Zn hyperaccumulating plant species (Sedum alfredii Hence). J Plant Soil 2004;259:181-189.

2. Dinakar N, Nagajyothi PC, Suresh S, Udaykiran Y, Damodharam T. Phytotoxicity of cadmium on protein, praline and antioxidant enzyme activities in growing Arachis hypogaea L. seedling. J Environ Sci 2008;20: 199-206.

3. Pal M, Horvath E, Janda T, Paldi E, Szalai G.. Physiological changes and defense mechanisms induced by cadmium stress in maize. J Plant Nutr Soil Sci 2006;169: 239-246.

4. Joner EJ, Leyval C, Colpaert JV. Ectomycorrhizas impede phytoremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) both within and beyond the rhizosphere. J Environ Poll 2006;142: 34-38.

5. Maradanpour F, Mehrabi AM. The use of biotechnology in relation to phytoremediation. Regional Conference on Food and Biotechnology, Islamic Azad University of Kermanshah 2008;1-5.

6. Sadat Taghavirad S, Davar H, Mohammadi MJ. The a study on concentration of BETX vapors during winter in the department of ports and shipping located in one of the southern cities of Iran. Int J Cur Life Sci. 2014; 4(9): 5416-5420.

7. Geravandi S, Mohammadi MJ, Goudarzi G, Ahmadi Angali K, Neisi AK, Zalaghi E. Health effects of exposure to particulate matter less than 10 microns (PM10) in Ahvaz. J Qazvin Univ Med Sci. 2014;18(5):45-53.

8. Johnson DL, Anderson DR, McGrath SP. Soil microbial response during the phytoremediation of a PAH contaminated soil. J Soil Bio & Bioch 2005;37: 2334-2336.

9. Goudarzi G, Geravandi S, Naimabadi A, Mohammadi MJ, Neisi AK, sadat Taghavirad S. Cardiovascular deaths related to Carbon monoxide Exposure in Ahvaz, Iran. Iranian J Health, Safety & Environ. 2014; 1(3):126-131.

10. Available at: http://mschat.blogsky. com/1390/ 01/28/post-189.2013.

11. Mattina MJ, Lannucci-Berger W, Musante C, White JC. Concurrent plant uptake of heavy metal and persistent organic pollutants from soil. J Environ Poll 2003;124:375-378.

12. Chen H and Cutright TJ. The interactive effects of chelator, fertilizer, and rhizobacteria for enhancing phytoremediation of heavy metal contaminated soil. J Soils Sedi 2002;2: 203-210.

13. Fayiga AO, Ma LQ, Cao X and Rathinasabapathi B. Effects of heavy metals on growth and arsenic accumulation in the arsenic hyper accumulator Petri vitiate L. J Environ Poll 2004;2: 289-296.

14. Dushenkov S, Kapulnik Y. Phytofilttration of metals. In: I. Raskin and B.D. Ensley (Eds), Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean Up the Environment. John Wiley and Sons, Inc. New York 2002:89-106.

15. McGrath SP, Sidoli CMD, Baker AJM, Reeves RD. The potential for the use of metalaccumulating plants for the in situ decontamination of metal-polluted soils. PP. 1993:673–677.

16. Raskin I, Kumar PB, Dushenkov V, Salt DE. Bioconcentration of heavy metals by plants. Curr Opin. J Biotechnology 1994;5:285–290.

17. Mertens J, Vervaeke P, Meers E, Tack FMG. Seasonal changes of metals in willow. stands for phytoremediation on dredged sediment. J Environ Sci Technol 2006;40: 1962–1968.

18. Zallaghi E, Goudarzi G, Geravandi S, Mohammadi MJ, Vosoughi Niri M, Vesyi E. Estimating the prevalence of cardiovascular and respiratory diseases due to particulate air pollutants in Tabriz air. Sci J Ilam Univ Medi Sci. 2014;22(1):84-91.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]

19. Prasad MNV. Sunflower (Helinathus annuus L.) - A Potential Crop for Environmental Industry. J HELIA 2007;30(46):167-174.

20. Bragato M, El Seoud OA. Formation, properties, and bex situQ soil decontamination by vegetable oil-based micro emulsions. J Surfactants Deterge 2003; 6:143– 50.

21. Pannu JK, Singh A, Ward OP. Vegetable oil as a contaminated soil remediation amendment: application of peanut oil for extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons from soil. J Process Biochem 2004; 39:1211– 6.

22. Isosaari P, Tuhkanen T, Vartiainen T. Use of olive oil for soil extraction and ultraviolet degradation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans. J Environ Sci Technol 2001; 35:1259– 65.

23. Mauskar JM. Cadmium –An Environment Toxicant, Central Pollution Control Board, Ministry of Environment & Frosts, Govt of India, Parivesh Bhawan, East Arjun Nagar,Delhi 2007:11-32.

24. Lombi e, Zhao F, Dunham S and McGrath P. Phytoremediation of heavy metal-contaminated soils. J Environ Qual 2001;30:1919-1926.

25. Chaney RL, Malik M, Lim YM, Brown SL, Brewer EP, Angle JS, Baker AJM. Phytoremediation of soil metals. J Curr Opinion Biotechnol 1997;8:279-284.

26. Baker AJ, Reeves RD, Hajar AS. Heavy metal accumulation and tolerance in British populations of the metallophyte Thlaspi caerulescens J & C Presl (Brassicaceae). J New Phyto 1994;127: 61-68.

27. Terry N, Banuelos G. Phytoremediation of Contaminated Soil and Water. Lewis Pub, Boca Raton 2000.

28. Blaylock MJ, Salt DE, Dushenkov S, Zakharova O, Gussman C, Kapulnik Y. Enhanced accumulation of Pb in Indian mustard by soil-applied chelating agents. J Environ Sci Technol 1997;31:860–865.

29. Raskin I, Ensley BD. Phytoremediation of Toxic Metals Using Plants to Clean Up the Environment. Wiley-Interscience Publication 2000.

30. Davis A, Drexler JW, Ruby MV, Nicholson A. Micro mineralogy of mine wastes in relation to lead bioavailability, Butte, Montana. J Environ Sci Technol 1993;27:1415–1425.

31. Zhang M, Alva AK, Li YC, Calvert DV. Chemical association of Cu, Zn, Mn, and Pb in selected sandy citrus soils. J Soil Sci 1997;162:181–188.

32. Available at: http://farhadbayat.persianblog.ir/post/22.2013.

33. Available at: http://www.pezeshk.us/?p= 22941 .2013.

34. Available at: http://fa.wikipedia.org/wiki.2013.

35. Available at: http://giaheteshne.persianblog.ir/post/433.2013.

36. Ghosh M, Singh SP. A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its byproducts. Biomass and Waste Management Laboratory, School of Energy and Environmental Studies Faculty of Engineering Sciences, Devi Ahi. 2005.

37. Available at: http://plantbiotech.mihanblog.com/post/110.2013.

38. Vinita B. Phytoremediation of toxic metals from soil and waste water. India J Environ Biology 2007;28(2) 367-376.

39. Available at: http://bionewsonline .com/ htm.bioremediation

40. Salamat nejad N. Environmental effects of heavy metal. MS Thesis environment, University of Ahvaz 2002.

41. Available at: http://www.drkasraie.blogfa.com/post -8.aspx.2013.

42. Gardea JL, Rosaa G. heavy of Phytoremediation . coordination metal the of study and metals ,spectroscopy Reviews Chemistry Coordination X -absorption yrayb 2005:249-97.

43. Khan AG. Role of soil microbes in the rhizospheres of plants growing on trace metal contaminated soils in phytoremediation. J Trace Elem Med Bio 2005;18: 355-364.

44. lotf alahi B, Hodaji M. Phytoremediation of cadmium contaminated soil by plants, sunflower and sorghum .5th Conference New Ideas in Agriculture. Islamic Azad University Isfahan Branch, Faculty of Agriculture 2010:27-28.

45. Khosravi F. The effect of different doses of potassium on phytoremediation of soil contaminated with cadmium. J Agriculture 2010;90:57-64.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]

46. Fatahi Kiasari A. Effect of sulfuric acid and EDTA on Phytoremediation of lead in soil by three sunflower, corn and cotton. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. J Water and Soil Sci 2009;14(51):57-68.

47. Chen H, Teresa C. EDTA and HEDTA effects on Cd, Cr and Ni uptake by Helianthus annuus. J Chemosphere 2001;45:21-28.

48. Motesharezadeh B, Savaghebi-Firoozabadi GR, Mirseyed Hosseini H, Alikhani HA. Study of the enhanced phytoextraction of cadmium in a calcareous soil. Int J Environ Res 2010;4(3): 525-532.

49. Sheng XF, Xia JJ. Improvement of rape (Brassica napus) plant growth and cadmium uptake by cadmium-resistant bacteria. J Chemosphere 2006;64: 1036–1042.

50. Gholchin A, Atash nama K, Takasi M. Study of the distribution of lead in different parts of sunflower and rapeseed oil as a producer. Proceedings of the International Conference on Soil, Environment and Sustainable Development 2005:305-306.

51. Khosravi F, Savaghebi GH, Farahbakhsh M. Effect of potassium chloride on cadmium uptake by canola and sunflowers in a contaminated soil. J water and soil 2008;23(3):28-35.

52. Motashareh zadeh B, Savaghebi GH. Sunflower investigates the response to cadmium and lead toxicity with the use of plant growth promoting bacteria in a calcareous soil. J Soil and Water 2010;25(5):1069-1079.

53. Jarah M, Ghasemi R, Maiel S. efficiency of carbuncular mycorrhizal fungi and ethylene demine tetra acetic acid on nickel refining calcareous soil contaminated by sunflower. 1st National Conference on phytoremediation, International Centre for Science and High Technology and Environmental Sciences. Kerman, Iran 2010:152-156.

54. Sadat Piroz P, Manochehri KH. Study of phytoremediation of chromium by sunflower. 1st National Conference on phytoremediation, International Centre for Science and High Technology and Environmental Sciences. Kerman, Iran 2010:146-149.

55. Moslehi A, Fekri M, Mahmod Abadi M. Effects of EDTA and municipal solid waste compost on different levels of lead and cadmium in soil and phytoremediation of these elements by sunflower. 1st National Conference on phytoremediation, International Centre for Science and High Technology and Environmental Sciences. Kerman, Iran 2010:187-189.

56. Sarhadi S, Riahi A, Shabazi A. Effects of lead on some morphological and physiological traits of sunflower seedlings. 1st National Conference on phytoremediation, International Centre for Science and High Technology and Environmental Sciences. Kerman, Iran 2010:107-111.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]

Phytoremediation of by Helianthus plant

A.Neisi[1, 2], M. Vosoughi[2], M.J. Mohammadi [2]*, B. Mohammadi[3], A Naeimabadi[4]

1 Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
2 Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
3 Department of Biology Payam Nour University Tehran units, Tehran, Iran
4 Department of Environmental Health, School of Public Health, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnourd, Iran
***Corresponding Author**: M.J. Mohammadi, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran*

Email: javad_sam2000@yahoo.com
Phone number: +989355439707

Abstract

Background and Aims: The environmental pollution induces rapid development of new technologies cases problems such as pollution of soil, water and air. Heavy metals contaminated can disturb Biodiversity soil. Phytoremediation is one of them new techniques in cleared of heavy metals in soil. A Phytoremediation method enables leaving a contaminated soil from the elements with accumulation of heavy metals in the shoots of plants. The purpose of this study was to evaluate the removing heavy metals in contaminated soil by phytoremediation.

Materials and Methods: This study performs on studies by reviewed _ descriptive, the effects of flooding and erosion, on environmental pollution and disasters; were collected based on available reviewed articles. Criteria for entry data was related to articles the topic and containing research keyword.

Results: The results showed significant differences are between cadmium concentrations in plant shoots and roots of Helianthus plants. Also significant differences observed between Transfer factors and bioaccumulation in another species, therefore extracted potential sunflower plant higher than sorghum. The results showed that the distribution of lead in different organs of sunflower plant can had complied concentrations absorb in lead levels of these elements in soil and with increasing concentrations of soluble lead in soil, were also increased lead concentration in plants.

Conclusion: lead and cadmium were absorbed in sunflower shoot plant higher than root.

Keywords: cadmium, lead, Phytoremediation, Helianthus.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-09-10]