

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

دوم دی ۱۳۹۵، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

و هم اندیشان انرژی کیمیا



www.Energyconf.ir

استفاده از روش گیاه پالایی در تصفیه پساب های صنعتی (مطالعه مروری)

نورالله مالنجانی^۱

مجتمع مس شهید باهنر کرمان - کیلومتر ۱۲ اتوبان کرمان - باغین

safetyfirstcsp@gmail.com

لاصه

افزایش جمعیت و به همراه آن افزایش دانش علمی و فنی و گسترش صنایع بدون رعایت مسائل و استانداردهای زیست محیطی سبب آلودگی محیط و به هم خوردن تعادل خاک شده است. بنابر این آگاهی در مورد آلاینده های خاک و توجه بیشتر به راهکاری مناسب برای کاهش آن ها، ضرورتی انکار ناپذیر است. روش های فیزیکی و شیمیایی متفاوتی برای پایش خاک های آلوده به فلزات سنگین به کار برده شده اند که اغلب آن ها علاوه بر هزینه زیاد، سبب تخریب ساختار فیزیکی، شیمیایی و فعالیت های حیاتی خاک شده و کاربری اراضی را برای تولید محصول کاهش داده اند. بنابر این بهتر است تا حد ممکن از روش های بیولوژیک مناسب، طبیعی و مقرون به صرفه در محل استفاده شود. خاک علاوه بر این که پایگاه موجودات خشکی زی، بویژه جوامع انسانی است، محیط منحصر به فردی برای زندگی انواع حیات بخصوص گیاهان به شمار می رود. بر خلاف آب و هوا، آلودگی خاک از نظر ترکیب شیمیایی به آسانی قابل اندازه گیری نبوده و یک خاک پاک یا خالص تعریف پذیر نیست بنابراین ناگزیریم مسائل بالقوه آلودگی خاک را در چارچوب پیش بینی خطرات و صدمات احتمالی در کارکرد خاک مطالعه کنیم. با توسعه طرح های انسان ساخت و آلوده شدن خاک ها به وسیله فلزات سنگین، ساختار خاک برای رشد و توسعه گیاهان مسموم و خطرناک می شود و تنوع زیستی خاک را نیز بهم می ریزد. در روش گیاه پالایی، گیاهان بر اساس مکانیسم جذب طبقه بندی و آلودگی خاک به فلزات سنگین به کمک روش های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی کاهش داده می شود. گیاه پالایی با استفاده از مهندسی گیاهان سبز شامل گونه های علفی و چوبی برای برداشت مواد آلاینده از آب و خاک یا کاهش خطرات آلاینده های محیط زیست نظیر فلزات سنگین، عناصر کمیاب، ترکیبات آلی و مواد رادیواکتیو به کار برده می شود. مهم ترین ترکیبات معدنی آلاینده، فلزات سنگین بوده و میکروارگانیسم های خاک قادر به تجزیه آلاینده های آلی هستند، اما برای تجزیه میکروبی فلزات نیاز به آلی شدن یا تغییرات فلزی آنها وجود دارد که امروزه از گیاهان برای این بخش استفاده می شود. اگرچه دغدغه دیگر برای کارشناسان، نحوه استفاده از گیاهانی است که به این شکل آلوده می شوند، اما راهکار تولید انرژی به عنوان یکی از ضروری ترین بخش های زندگی امروز، دریچه دیگری را برای دانشمندان باز کرد. در فناوری استفاده از گیاهان با عنوان گیاه پالایی، از گیاهان سبز و ارتباط آنها با میکروارگانیسم های خاک برای کاهش آلودگی خاک و آب های زیرزمینی استفاده می شود. این فناوری می تواند برای رفع هر دو نوع آلاینده خاک یعنی معدنی و آلی به کار رود. بررسی ها نشان می دهد کاربرد تکنیک های فیزیکوشیمیایی، سبب از میان رفتن میکروارگانیسم های مفید خاک مانند تثبیت کننده های نیتروژن میکروبی می شود که در نتیجه فعالیت های بیولوژیکی خاک را ضعیف می کند و در مقایسه با تکنیک گیاه پالایی، بسیار هزینه بر است.

کلمات کلیدی: گیاه پالایی، تصفیه، پساب صنعتی، عناصر سنگین

۱- مقدمه

۱- کارشناس HSE شرکت صنایع مس شهید باهنر کرمان

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

دوم دی ۱۳۹۵، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

و هم‌اندیشان انرژی‌کیما



www.Energyconf.ir

توسعه سریع تکنولوژی‌های 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 می‌زند. گیاه پالایی از روش‌های نوین در پاکسازی خاک از فلزات سنگین می‌باشد. گیاه پالایی از جمله روش‌های پیشنهادی است که با انباشت عناصر سنگین در اندام هوایی گیاهان، خروج این عناصر از خاک‌های آلوده را امکان‌پذیر می‌کند.

گیاه پالایی با استفاده از مهندسی گیاهان سبز شامل گونه‌های علفی و چوبی برای برداشت مواد آلاینده از آب و خاک یا کاهش خطرات آلاینده‌های محیط زیست نظیر فلزات سنگین، عناصر کمیاب، ترکیبات آلی و مواد رادیواکتیو به کار برده می‌شود. مهم‌ترین ترکیبات معدنی آلاینده، فلزات سنگین بوده و میکروارگانسیم‌های خاک قادر به تجزیه آلاینده‌های آلی هستند، اما برای تجزیه میکروبی فلزات نیاز به آلی شدن یا تغییرات فلزی آنها وجود دارد که امروزه از گیاهان برای این بخش استفاده می‌شود.

گیاه پالایی، یک تکنیک با صرفه اقتصادی، زیست محیطی و علمی است که برای کشورهای در حال توسعه مناسب است و تجارت با ارزشی به حساب می‌آید. متأسفانه علی‌رغم این پتانسیل، هنوز در برخی از کشورها مانند کشور ما به عنوان یک فناوری استفاده تجاری ندارد. گیاه پالایی با استفاده از مهندسی گیاهان سبز شامل گونه‌های علفی و چوبی برای برداشت مواد آلاینده از آب و خاک یا کاهش خطرات آلاینده‌های محیط زیست نظیر فلزات سنگین، عناصر کمیاب، ترکیبات آلی و مواد رادیواکتیو به کار برده می‌شود. مهم‌ترین ترکیبات معدنی آلاینده، فلزات سنگین بوده و میکروارگانسیم‌های خاک قادر به تجزیه آلاینده‌های آلی هستند، اما برای تجزیه میکروبی فلزات نیاز به آلی شدن با تغییرات فلزی آنها وجود دارد که امروزه از گیاهان برای این بخش استفاده می‌شود.

اگر چه دغدغه دیگر برای کاشناسان، نحوه استفاده از گیاهانی است که به این شکل آلوده می‌شوند، اما راهکار تولید انرژی به عنوان یکی از ضروری‌ترین بخش‌های زندگی امروز، در پیچه دیگری را برای دانشمندان باز کرد. از دیدگاه جهانی، پس از آب و هوا، پوسته خاک، سومین جزء عمده محیط زیست انسان تلقی می‌شود. خاک علاوه بر این که پایگاه موجودات خشکی زی، بویژه جوامع انسانی است، محیط منحصر به فردی برای زندگی انواع حیات بخصوص گیاهان به شمار می‌رود. بر خلاف آب و هوا، آلودگی خاک از نظر ترکیب شیمیایی به آسانی قابل اندازه‌گیری نبوده و یک خاک پاک یا خالص تعریف پذیر نیست بنابراین ناگزیریم مسایل بالقوه آلودگی خاک را در چارچوب پیش‌بینی خطرات و صدمات احتمالی در کارکرد خاک مطالعه کنیم.

با توسعه طرح‌های انسان ساخت و آلوده شدن خاک‌ها به وسیله فلزات سنگین، ساختار خاک برای رشد و توسعه گیاهان مسموم و خطرناک می‌شود و تنوع زیستی خاک را نیز به هم می‌ریزد. در روش گیاه پالایی، گیاهان بر اساس مکانیسم جذب طبقه بندی و آلودگی خاک به فلزات سنگین به کمک 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 دو روش خارج از محل و در محل صورت می‌گیرد. در روش خارج از محل، خاک آلوده به مکان دیگری انتقال یافته و پس از رفع آلودگی به مکان اولیه برگردانده می‌شود. در روش دیگر که نیاز به جابجایی و انتقال ندارد آلاینده‌ها با آلی شدن، از قابلیت جذب زیستی آنها کاسته

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

دوم دی ۱۳۹۵، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

و هم‌اندیشان انرژی کیمیا



www.Energyconf.ir

می‌شود. برای کاهش آلودگی آلاینده‌های معدنی در خاک می‌توان از روش‌های آلی کردن، کمپلکس کردن و افزایش خاک بوسیله‌هاک استفاده کرد اما بیشتر این روش‌ها گران بوده و سبب تخریب محیط زیست می‌شوند.

در فناوری استفاده از گیاهان با عنوان گیاه پالایی، از گیاهان سبز و ارتباط آنها با میکروارگانیسم‌های خاک برای کاهش آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شود. این فناوری می‌تواند برای رفع هر دو نوع آلاینده خاک یعنی معدنی و آلی به کار رود. بررسی‌ها نشان می‌دهد کاربرد تکنیک‌های فیزیکوشیمیایی، سبب از میان رفتن میکروارگانیسم‌های مفید خاک مانند تثبیت‌کننده‌های نیتروژن میکروریزا می‌شود که در نتیجه فعالیت‌های بیولوژیکی خاک را ضعیف می‌کند و در مقایسه با تکنیک گیاه پالایی، بسیار هزینه‌بر است.

تابعی و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی با عنوان گیاه پالایی خاک آلوده به سیانور توسط گیاهان غیر چوبی دریافتند که فرآیند گیاه پالایی روش مناسبی برای پالایش خاک‌های آلوده به سیانور با غلظت آلودگی کم (کمتر از ۴ میلی‌گرم سیانور در یک کیلوگرم خاک) است و افزایش میزان آلودگی خاک به بیش از حد آستانه تحمل گیاه باعث بروز جدی اثر سمیت سیانور روی گیاه و نهایتاً کاهش راندمان گیاه پالایی می‌شود و نتیجه‌گیری گردید که گیاهان سیانوژنیک مثل سورگوم تاثیر زیادی در فرآیند گیاه پالایی دارند [۳].

ذرت یک گیاه زراعی با زیست توده بالاست که می‌تواند مقادیر قابل توجه فلزات سنگین شامل روی و مس را از خاک‌های آلوده استخراج کند. وابستگی شدید ذرت به همزیستی میکوریز و توان تولید زیست توده بالا در صورت همزیستی با این قارچ سبب شده است که این گیاه بتواند نقش مهمی در گیاه پالایی فلزات سنگین ایفا کند. این قارچ‌ها با کاهش سمیت فلزات سنگین و بهبود شرایط رشد گیاه ذرت، کاربرد آن را در گیاه پالایی خاک‌های آلوده افزایش می‌دهند [۴].

۲- مهمترین مکانیزم‌های گیاه پالایی

در فرایند گیاه پالایی، چندین مکانیزم می‌تواند باعث تصفیه شود که عبارتند از:

گیاه تبدیلی (Phytotransformation)، گیاه تبخیری (Phytovolatilization)، زیست پالایی محیط ریشه (Rhizopher Bioremediation)، گیاه تثبیتی (Phytostabilization)، گیاه استخراجی (Phytoextraction) و فیلتراسیون ریشه ای (Rhizofiltration).

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

دوم دی ۱۳۹۵، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

و هم اندیشان انرژی کیمیا



www.Energyconf.ir

گیاه تبدیلی به جذب و تجمع آلاینده های خاک و آب زیر زمینی در گیاه و متعاقباً تجزیه آن ها توسط گیاه اطلاق می شود. در گیاه تبخیری، آلاینده های جذب شده توسط گیاه، با فرایند تبخیر وارد جو می شوند. این روش در درختان در حال رشد برای جذب آلاینده های آلی و معدنی کاربرد دارد.

در زیست پالایی محیط ریشه، ریشه گیاهان با مکانیزم های مختلف باعث بهبود زیست پالایی خاک در محیط ریشه می شوند. گیاه تثبیتی، به نگهداری خاک و رسوبات آلوده در محل توسط پوشش گیاهی و همچنین ایستا کردن آلاینده های سمی در خاک اطلاق می شود.

در گیاه استخراجی از گیاهان تجمع دهنده فلزی (Metal-accumulating plant) برای انتقال فلزات از خاک به ریشه و سپس به ساقه و برگ ها و انباشته نمودن آن ها در گیاه استفاده می شود. فیلتراسیون ریشه ای به استفاده از ریشه های گیاهان برای جذب آلاینده های فلزی از آب های سطحی یا زیرزمینی اشاره دارد. در سیستم های تصفیه تالاب مصنوعی (Constructed Wetland)، فیلتراسیون ریشه ای از جمله فرایندهایی است که باعث تصفیه آب زیرزمینی یا فاضلاب می شود. در روش ریزوفیلتراسیون، از گیاهان خاکی و آبی استفاده می شود که آلاینده های منابع آبی آلوده با غلظت کمتر در ریشه هایشان تغلیظ یا رسوب می کنند که این روش بخصوص برای فاضلاب های صنعتی، رواناب کشاورزی و یا فاضلاب معادن اسیدی کاربرد دارد و برای فلزاتی مانند سرب، کادمیم، مس، نیکل، روی و کرم مناسب است. گیاهانی مانند خردل هندی، آفتابگردان، تنباکو، چاودار و ذرت دارای این توانایی هستند. آنها دارای قدرت جذب سرب از فاضلاب هستند که در این میان، آفتابگردان بیشترین قدرت و توانایی را دارد.

در روش دیگری با استفاده از قدرت ریشه، تحرک و قابلیت دسترسی آلاینده ها در خاک محدود می شود. در روش دیگری با استفاده از قدرت ریشه، تحرک و قابلیت دسترسی آلاینده ها در خاک محدود می شود. این روش معمولاً برای کاهش آلودگی در خاک، رسوب و لجن استفاده می شود و از طریق جذب، رسوب، کمپلکس و یا کاهش ظرفیت انجام می پذیرد [۳].

۳- فلزات سنگین و دسترسی آنها در خاک

فلزات سنگین، عناصری با وزن اتمی $۶۳/۵۴$ تا $۲۰۰/۵۹$ و وزن مخصوص بیشتر از ۴ هستند. برخی از فلزات سنگین به مقدار کم مورد نیاز ارگانسیم های زنده می باشند؛ هر چند افزایش بیش از حد همین فلزات سنگین ضروری می تواند برای ارگانسیم ها مضر باشد. فلزات سنگین غیر ضروری شامل آرسنیک، آنتیمون، کادمیم، کرم، جیوه، و سرب است که این فلزات در رابطه با آلودگی خاک و آب های سطحی بسیار مهم هستند و مورد توجه علم گیاه پالایی قرار می گیرند.

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

دوم دی ۱۳۹۵، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

و هم اندیشان انرژی کیمیا



www.Energyconf.ir

واکنش گیاهان به فلزات سنگین

گیاهان سه راهبرد پایه برای رشد در خاک های آلوده به فلزات سنگین دارند. گونه هایی که از ورود فلزات به بخش های خود جلوگیری کرده یا غلظت فلزات را در خاک پایین نگه می دارند، گونه هایی که فلزات را در اندام های هوایی خود تجمع داده و دوباره به خاک بر می گرداند و گیاهانی که می توانند فلزات را در اندام های هوایی خود تغلیظ کرده به طوری که چندین برابر غلظت فلز در خاک شود و گیاهانی که غلظت بالایی از آلاینده ها را جذب کرده و در ریشه، ساقه یا برگ هایشان تغلیظ می کنند.

۴- کاربرد مهندسی ژنتیک برای بهبود گیاه پالایی

در این تکنیک با استفاده از تنوع ژنتیکی موجود در داخل هر گونه و تحریک خصوصیات ژنتیکی گونه را نسبت به فلزات آلاینده محیط افزایش داد. بررسی ها نشان داده است تولید گیاهان با پتانسیل بالای گیاه پالایی و تولید بیومس در بهبود روش گیاه پالایی موثر است و تلقیح ژن های موثر در تجمع فلزات به گیاهانی که بلندتر از گیاهان طبیعی هستند، سبب افزایش تولید بیومس نهایی می شود.

نتایج به دست آمده از تحقیقات دانشمندان حاکی از آن است که اسیدی کردن خاک، قابلیت دسترسی فلزات را به مقدار زیادی افزایش می دهد. البته ممکن است اسیدی کردن خاک، تاثیرات منفی در بر داشته باشد برای مثال افزایش حلالیت برخی فلزات سمی و شستشوی آنها به آب های زیر زمینی سبب بروز خطرات زیست محیطی می شود که باید تحت کنترل و شرایط ویژه صورت گیرد.

۵- مصرف تولیدات گیاه پالایی

یکی از موانع اجرای تجاری گیاه پالایی، چگونگی مصرف گیاهان آلوده است. پس از برداشت، آلودگی خاک توسط گیاه کاهش یافته، اما مقدار زیادی بیومس خطرناک تولید شده است. بررسی ها نشان می دهد تولید کمپوست و متراکم کردن، دو روشی است که برای مدیریت بیومس گیاهان آلوده توسط بسیاری از محققان پیشنهاد شد، اما بهترین روش برای مصرف بیومس های تولید شده توسط گیاه پالایی، تغییر و تبدیلات ترموشیمیایی است که در این روش بیومس به عنوان یک منبع انرژی مصرف تجاری دارد. این بیومس شامل کربن، هیدروژن و اکسیژن است که با عنوان هیدروکربن های اکسیژنه شناخته می شود.

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

دوم دی ۱۳۹۵، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

و هم اندیشان انرژی کیمیا



www.Energyconf.ir

جزء اصلی هربیومس لیگنین، همی سلولز، مواد معدنی و خاکستر است که دارای مقادیر بالایی رطوبت، مواد آلی فرار و جرم مخصوص ظاهری هستند، اما ارزش گرمایی پایینی دارند. درصد این اجزا از گونه ای به گونه دیگر متفاوت است که مدیریت این حجم از مواد زائد بسیار مشکل بوده و نیاز به کاهش حجم دارد.

تولید انرژی

سوزاندن و تولید گاز از روش های مهم برای تولید انرژی گرمایی و الکتریکی است که می توان از گیاهان آلوده استخراج نمود. بازیافت این انرژی از بیومس به وسیله سوزاندن یا تولید گاز می تواند ارزش اقتصادی داشته باشد؛ زیرا آن را نمی توان به عنوان علوفه یا کود مصرف کرد. سوزاندن روش ساده ای است اما باید تحت موقعیت های کنترل شده باشد.

در این روش حجم بیومس ۲ تا ۵ درصد کاهش یافته و خاکستر را می توان به طور مناسبی مصرف کرد. تحقیقات نشان داده است سوزاندن پسماندهای خطرناک حامل فلزات در فضای باز صحیح نیست، زیرا گازهای آزاد شده به محیط ممکن است مضر باشد، چرا که به این ترتیب تنها حجم کاهش می یابد و گرمای تولید شده نیز به هدر می رود.

تحقیقات دفتر بررسی آلودگی آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست نشان می دهد، تولید گاز یکی از موارد کنترل بیومس است که از طریق مجموعه ای از تغییرات شیمیایی گازهای احتراقی پاک با بازده گرمایی بالا تولید می شود. به این ترکیب گازی، گاز پیرو گفته می شود که می توان برای تولید انرژی گرمایی و الکتریکی آن را سوزاند. تولید گاز در یک مبدل گازی، طی مراحل پیچیده خشک کردن، حرارت دادن، تجزیه گرمایی و واکنش های شیمیایی احتراق انجام می شود که به طور همزمان اتفاق می افتد.

محققان گزارش کرده اند پیرولیز یک روش نو برای مدیریت مواد زائد شهری است که امکان دارد بتوان از آن برای مدیریت بیومس گیاهان آلوده استفاده کرد. پیرولیز مواد را تحت موقعیت های غیر هوازی تجزیه می کند و هیچ انتشاری به هوا ندارد. به این ترتیب، فلزات سنگین در کک باقی می ماند که در کوره ذوب استفاده می شود. اگر چه هزینه بالای تاسیس و مراحل عملیات، فاکتور محدود کننده است، اما اگر فقط برای گیاه استفاده شود می تواند برای گیاهان آلاینده و مواد زائد شهری مناسب باشد. محققان بر روی گونه های گیاهی با بیومس بالا تحقیق کرده نشان دادند این روش نتایج مثبتی می تواند به همراه داشته باشد و فواید زیست محیطی موثری نیز خواهد داشت.

۶- محدودیت های فرآیند گیاه بالایی

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

دوم دی ۱۳۹۵، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

و هم اندیشان انرژی کیمیا



www.Energyconf.ir

اگر چه این علم هم اکنون با سرعت در حال توسعه است، اما بررسی نشان داده گیاه پالایی تجاری از لحاظ زمانی باید با دیگر فناوری های دیگر قابل رقابت باشد. بیشتر آزمایش های گیاه پالایی در مقیاس آزمایشگاه در محیط هیدروپونیک انجام و فلزات سنگین به آنها داده شده است، در حالی که محیط خاک، کاملاً متفاوت است. در خاک واقعی بسیاری از فلزات در شکل های نامحلول وجود دارند و قابلیت دسترسی آنها کم و این بزرگ ترین مشکل است. بسیاری از گیاهان هنوز شناخته نشده اند که باید شناسایی شوند و درباره فیزیولوژی آنها بیشتر دانست. بهینه سازی فرآیند 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.

بررسی ها نشان می دهد، راندمان این روش با کاربرد گیاهان رشد سریع با بیومس بالا و قدرت جذب بالای فلزات سنگین افزایش می یابد. در بیشتر مکان های آلوده گونه های مناسب جهت رفع آلودگی قابل شناسایی است. ۲ روش کمپوست و متراکم کردن می تواند جزو مراحل مقدماتی برای کاهش حجم تولیدات این گیاهان باشند. محققان معتقدند بین روش هایی که بیومس آلاینده ها را کاهش می دهد، به نظر می رسد خاکستر کردن کمترین زمان را مصرف می کند و در مقایسه با سوزاندن مستقیم از لحاظ زیست محیطی نیز مناسب تر باشد. به این ترتیب مشاهده می شود دنیای امروز می تواند با الهام از طبیعت و سیستم نقص ناپذیر بکر آن برای آنچه بشر با دست خود خراب کرده است اصلاحاتی صورت دهد که بی شک آسان تر از جلوگیری از آلودگی منابع بویژه منابع خاک نیست.

۷- نتیجه گیری

در روش گیاه پالایی، گیاهان بر اساس مکانیسم جذب طبقه بندی و آلودگی خاک به فلزات سنگین به کمک روش های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی کاهش داده می شود. گیاه پالایی با استفاده از مهندسی گیاهان سبز شامل گونه های علفی و چوبی برای برداشت مواد آلاینده از آب و خاک یا کاهش خطرات آلاینده های محیط زیست نظیر فلزات سنگین، عناصر کمیاب، ترکیبات آلی و مواد رادیواکتیو به کار برده می شود. مهم ترین ترکیبات معدنی آلاینده، فلزات سنگین بوده و میکروارگانیسم های خاک قادر به تجزیه آلاینده های آلی هستند، اما برای تجزیه میکروبی فلزات نیاز به آلی شدن یا تغییرات فلزی آنها وجود دارد که امروزه از گیاهان برای این بخش استفاده می شود.

افزایش جمعیت و به همراه آن افزایش دانش علمی و فنی و گسترش صنایع بدون رعایت مسائل و استانداردهای زیست محیطی سبب آلودگی محیط و به هم خوردن تعادل خاک شده است. بنابر این آگاهی در مورد آلاینده های خاک و توجه بیشتر به راهکاری مناسب برای کاهش آن ها، ضرورتی انکار ناپذیر است. روش های فیزیکی و شیمیایی متفاوتی برای پایش خاک های آلوده به فلزات سنگین به کار برده شده اند که اغلب آن ها علاوه بر هزینه زیاد، سبب تخریب ساختار فیزیکی، شیمیایی و فعالیت های حیاتی

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

دوم دی ۱۳۹۵، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

و هم‌اندیشان انرژی کیمیا



www.Energyconf.ir

خاک شده و کاربری اراضی را برای تولید محصول کاهش داده‌اند. بنابر این بهتر است تا حد ممکن از روش‌های بیولوژیک مناسب، طبیعی و مقرون به صرفه در محل استفاده شود.

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دارم از زحمات ارزنده حوزه مدیریت (آقایان امینی، علینقی پور، راست نژاد) در خصوص تلاش مضاعف در جهت صیانت از نیروی انسانی و مسائل زیست محیطی مجتمع مس شهید باهنر کرمان تشکر و قدردانی نمایم.

مراجع

- ۱- اکبر پور، ف. صدری، ف. گل‌علیزاده، د. ۱۳۹۱. نشریه حفاظت منابع آب و خاک. سال اول. شماره ۴. تابستان ۱۳۹۱.
- ۲- بحرینی، وحید. ۱۳۹۰. گیاه پالایی. خوشه (۹۱) ۲۶۶. صفحه ۶۷-۶۹
- ۳- تائبی، ا. جیرانی، ک. میرلوحی، ا. بافقی، ع. ۱۳۸۶. گیاه پالایی خاک آلوده به سیانور توسط گیاهان غیر چوبی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم، شماره ۴۲. زمستان ۱۳۸۶.
- ۴- زارعی، م. صالح راستین، ن. ثوابقی، غ.ر. ۱۳۹۰. کارایی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در گیاه پالایی خاک‌های آلوده به روی بوسیله گیاه ذرت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال پانزدهم، شماره ۵۵. بهار ۱۳۹۰.