بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی
بخش مهندسی خاکشناسی
پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی علوم خاک

اثرات EDTA و کمپوست بر گیاه پالایی سطوح مختلف سرب و کادمیم توسط آفتابگردان

استاد راهنما:
دکتر مجید فکری

اساتید مشاور:
دکتر مجید محمودآبادی
دکتر مهدی سرچشمه پور

مؤلف:
امیر مصلحی

بهمن ماه ۱۳۹۰

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی خاکشناسی

دانشکده کشاورزی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچ‌گونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی‌شود .

دانشجو: امیر مصلحی

استاد راهنما: دکتر مجید فکری

استاد مشاور ۱ : دکتر مجید محمودآبادی

استاد مشاور ۲ : دکتر مهدی سرچشمه پور

داور۱:دکتر محمد هادی فرپور

داور۲: دکتر مجید حجازی

معاون آموزشی و پژوهشی دانشکده : دکتر مسعود خضری

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به :

پدر و مادر عزیزم

که در تمام مراحل زندگی

فروغ نگاهشان

گرمای وجودشان

دعای خیرشان

موجب آرامش و پیشرفت من است

برادران و خواهرانم

که در تمامی مراحل زندگی پشتیبانم بودند

تشکر و قدردانی :

حمد و سپاس ذات پاک و بی نیاز معبودی که به قلم، قداست و به انسان، کرامت بخشید و او را به زیور علم و دانش بیاراست. اکنون که با تأییدات حق تعالی موفق به انجام این پژوهش گردیدم، بر خود واجب می‌دانم از کلیه کسانی که در اجرای این امر خطیر این جانب را یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم. از استاد راهنمای گران قدر و بزرگوارم جناب آقای دکتر مجید فکری که مسئولیت این پایان نامه را تقبل نمودند و در تمام مراحل پایان نامه مرا از راهنمایی‌ها و مساعدت‌های بی دریغ و ارزشمند خویش بهره‌مند ساختند کمال تشکر و قدر دانی را دارم. از اساتید محترم و بزرگوارم دکتر محمود آبادی و دکتر سرچشمه پور به خاطر تقبل مشاوره این پایان نامه که مراتب ارتقای این پژوهش را فراهم نمود قدردانی می‌نمایم و هم چنین از اساتید گران قدر دکتر فرپور و دکتر حجازی که داوری جلسه دفاعیه را بر عهد داشتند بسیار متشکرم. از همکاری و کمک‌های بی دریغ دوستان بسیار عزیزم رستمی زاده، مهینی فر، وحدت خواه،محمدرضا خانی و همه کسانی که حضورشان قوت قلبی بود برای عبور از این مرحله از زندگی‌ام صمیمانه و صادقانه سپاس گذاری می‌نمایم و از درگاه ایزد منان برای کلیه این عزیزان آرزوی توفیق روزافزون دارم.

چکیده

آلودگی خاک‌ها و محیط‌های آبی به فلزات سنگین یکی از جدی‌ترین مشکلات زیست محیطی است که در تمام دنیا در حال گسترش می‌باشد. خاک‌ها از طریق فعالیت‌های مختلف بشر از جمله معدن کاوی، صنایع ذوب فلزات، استفاده از لجن فاضلاب و کاربرد کود های شیمیایی در زمین‌های کشاورزی، آلوده به عناصر سنگین می‌شوند. پژوهش حاضر به منظور مطالعه اثر EDTA(اتیلن دی آمین تبرا استیک اسید) و کمپوست زباله‌ی شهری و سطوح مختلف آلودگی سرب و کادمیم بر وزن خشک گیاه،غلظت و مقدار جذب عناصر سرب و کادمیم در گیاه آفتابگردان انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه سطح آلودگی صفر، ۵۰ و۱۰۰ میلی‌گرم کادمیم بر کیلوگرم خاک و سه سطح آلودگی صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم سرب بر کیلو گرم خاک انجام شد. کلات کننده ها شامل شاهد، EDTA،کمپوست زباله شهری وکاربرد توأم EDTA و کمپوست زباله شهری بود. نتایج نشان داد که کلات کننده‌ی توأم کمپوست و EDTA موثرترین کلات کننده بر افزایش غلظت و مقدار سرب و کادمیم در اندام‌های گیاه در مقایسه با سایر کلات کننده‌ها و شاهد بود. کلات کننده EDTA باعث افزایش غلظت وکاهش مقدار جذب سرب و کادمیم شد در حالی که کلات کننده ی کمپوست سبب افزایش مقدار جذب سرب و کادمیم نسبت به شاهد شد.

کلمات کلیدی: EDTA ، کمپوست، سرب،کادمیم، آفتابگردان، گیاه پالایی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول :مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲-اهداف تحقیق ۴

فصل دوم: بررسی منابع ۵

۲-۱-آفتابگردان ۶

۲-۱-۱-مشخصات گیاهشناسی آفتابگردان ۶

۲-۱-۲-نیاز های گیاه آفتابگردان ۷

۲-۲-فلزات سنگین ۱۰

۲-۲-۱-سرب ۱۱

۲-۲-۲-کادمیم ۱۳

۲-۲-۳-اثر فلزات سنگین بر گیاه ۱۳

۲-۲-۴-فراهمی زیستی فلزات سنگین در خاک ۱۴

۲-۲-۵-برهم کنش فلزات سنگین برهمدیگر ۱۶

۲-۲-۶-تثبیت فلزات سنگین در خاک ۱۷

۲-۲-۷-راه های مقابله با مشکل فلزات سنگین ۱۹

۲-۲-۸-اثر کلات کننده ها بر فراهمی فلزات سنگین ۲۰

۲-۴-گیاه پالایی ۲۶

۲-۴-۱-گیاه جذبی ۲۷

۲-۴-۲-ریشه صافی ۲۸

۲-۴-۳-تجزیه ی رایزوسفری ۲۸

۲-۴-۴-گیاه تثبیتی ۲۸

۵-۴-۲-گیاه تصعیدی ۲۹
۶-۴-۲-تغییر شکل گیاهی ۲۹
۷-۴-۲-معایب و مزایای گیاه پالایی ۳۰
۸-۴-۲-عناصری که گیاهان قادر به پالایش آن می باشد ۳۱
۵-۲-عوامل موثر بر جذب و تجمع فلزات سنگین در بافتهای گیاهی و خاک ۳۱
۶-۲-مواد افزاینده ی میزان جذب فلزات سنگین توسط گیاه ۳۳
۷-۲-گیاهان بیش اندوز ۳۳
۱-۷-۲-خصوصیات گیاهان بیش اندوز ۳۴
۸-۲-مکانیسمهای کاهش اثر سمی فلرات توسط گیاهان ۳۴
۹-۲-کمپوست ۳۵
۱-۹-۲-اثر کمپوست زباله شهری بر فلزات سنگین ۳۶
۲-۹-۲-اثر کمپوست زباله ی شهری بر عناصر سنگین در خاک و گیاه ۳۸
۱۰-۲-اتیلن دی آمین ترا استیک اسید (EDTA) ۳۹
۱-۱۰-۲-اثر EDTA بر فلزات سنگین ۴۱
۲-۱۰-۲-کاربرد توام EDTA و کمپوست زباله ی شهری ۴۵
۳-۱۰-۲-اثر EDTA بر میزان رشد گیاه ۴۶

فصل سوم: مواد و روش ها ۴۹
۱-۳- خاک مورد آزمایش ۵۰
۱-۱-۳-اندازه گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ۵۰
۲-۳-کمپوست ۵۰
۳-۳-سطوح کلات کننده ها و آلودگی عناصر ۵۰
۴-۳-خوابانیدن نمونه ها ۵۱
۵-۳-کاشت آفتابگردان ۵۱
۶-۳-اندازه گیری خصوصیات ۵۲
۷-۳-محاسبات آماری ۵۲

فصل چهارم: نتیجه گیری وبحث ۵۳
۴-۱ خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک و کمپوست ۵۴
۴-۲- اثر کلات کننده ها و آلودگی کادمیم بر غلظت کادمیم قابل جذب خاک در پایان دوره ی آزمایش ۵۷
۴-۲-۱- اثر کلات کننده ها بر غلظت کادمیم قابل جذب خاک در پایان دوره ی آزمایش ۵۷
۴-۲-۲- اثر سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر غلظت کادمیم قابل جذب خاک در پایان دوره آزمایش ۵۸
۴-۲-۳- اثر توام کلات کننده ها و آلودگی مختلف کادمیم بر غلظت کادمیم قابل جذب خاک در پایان آزمایش ۵۹
۴-۳- اثر کلات کننده ها وسطوح مختلف آلودگی کادمیم بر غلظت کادمیم در بخش هوایی گیاه ۶۰
۴-۳-۱- اثر کلات کننده ها بر غلظت کادمیم بخش هوایی گیاه ۶۰
۴-۳-۲- اثر سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر غلظت کادمیم بخش هوایی گیاه ۶۱
۴-۳-۳- اثر توام کلات کننده ها و سطوح مختلف کادمیم بر غلظت کادمیم بخش هوایی گیاه ۶۲
۴-۴- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی بر غلظت کادمیم ریشه گیاه ۶۳
۴-۴-۱- اثر کلات کننده ها بر غلظت کادمیم جذب شده در ریشه ی گیاه ۶۳
۴-۴-۲- اثر سطوح مختلف آلودگی بر غلظت کادمیم جذب شده در ریشه ی گیاه ۶۴
۴-۴-۳- اثر توام کلات کننده ها و سطوح مختلف کادمیم بر غلظت کادمیم ریشه گیاه ۶۵
۴-۵- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر ارتفاع گیاه ۶۵
۴-۵-۱- اثر کلات کننده ها ی مختلف بر ارتفاع گیاه ۶۶
۴-۵-۲- اثر سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر ارتفاع گیاه ۶۶
۴-۵-۳- اثر توام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر ارتفاع گیاه ۶۷
۴-۶- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ۶۸
۴-۶-۱- اثر کلات کننده های مختلف بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ۶۸
۴-۶-۲- اثر سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ۶۹
۴-۶-۳- اثر توام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ۶۹
۴-۷- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر وزن خشک ریشه گیاه ۷۰

۱-۷-۴- اثر کلات کننده ها بر وزن خشک ریشه گیاه..... ۷۰
۲-۷-۴- اثر سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر وزن خشک ریشه گیاه..... ۷۱
۳-۷-۴- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف کادمیم بر وزن خشک ریشه گیاه..... ۷۲
۸-۴- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر EC خاک پس از انجام آزمایش ۷۲
۱-۸-۴- اثر کلات کننده ها بر EC خاک پس از انجام آزمایش..... ۷۲
۲-۸-۴- اثر سطوح مختلف آلودگی بر EC خاک پس از انجام آزمایش ۷۳
۳-۸-۴- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر EC خاک پس از انجام آزمایش ۷۴
۹-۴- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر pHخاک پس از انجام آزمایش ۷۴
۱-۹-۴- اثر کلات کننده ها بر pHخاک پس از انجام آزمایش ۷۴
۲-۹-۴- اثر سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر pHخاک پس از انجام آزمایش..... ۷۵
۳-۹-۴- اثر توام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر pHخاک پس از انجام آزمایش ۷۶
۱۰-۴- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر شاخص جذب کادمیم ۷۶
۱-۱۰-۴- اثر کلات کننده ها بر شاخص جذب کادمیم..... ۷۶
۲-۱۰-۴- اثر سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر شاخص جذب کادمیم..... ۷۷
۳-۱۰-۴- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر شاخص جذب کادمیم..... ۷۸
۱۱-۴- اثرکلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر مقدار کادمیم جذب شده در ریشه گیاه ۷۹
۱-۱۱-۴- اثر کلات کننده ها بر مقدار جذب کادمیم ریشه گیاه ۷۹
۲-۱۱-۴- اثر سطوح آلودگی بر مقدار جذب کادمیم ریشه گیاه..... ۸۰
۳-۱۱-۴- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر مقدار عنصر جذب شده در ریشه گیاه..... ۸۰
۱۲-۴- اثرکلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر مقدار کادمیم جذب شده در بخش هوایی گیاه ۸۲
۱-۱۲-۴- اثر کلات کننده ها بر مقدار کادمیم جذب شده در بخش هوایی گیاه..... ۸۲
۲-۱۲-۴- اثر سطوح آلودگی بر مقدار کادمیم جذب شده در بخش هوایی گیاه ۸۲

۳-۱۲-۴- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر مقدار عنصر جذب شده در بخش هوایی گیاه ۸۳
۱۳-۴- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر مقدار عنصر جذب شده در کل گیاه.. ۸۳
۱-۱۳-۴- اثر کلات کننده ها بر مقدار کادمیم جذب شده در کل گیاه ۸۳
۲-۱۳-۴- اثر سطوح آلودگی بر مقدار کادمیم جذب شده در کل گیاه ۸۴
۳-۱۳-۴- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی کادمیم بر مقدارکادمیم جذب شده در کل گیاه ۸۵
۱۴-۴- اثر کلات کننده ها و آلودگی سرب بر غلظت سرب قابل جذب خاک در پایان دوره ی آزمایش ۸۷
۱-۱۴-۴- اثر کلات کننده ها بر غلظت سرب قابل جذب خاک در پایان دوره ی آزمایش ۸۷
۲-۱۴-۴- اثر سطوح مختلف آلودگی بر غلظت سرب قابل جذب خاک در پایان دوره ی آزمایش .۸۸
۳-۱۴-۴- اثر توام کلات کننده ها و آلودگی مختلف سرب بر غلظت سرب قابل جذب خاک در پایان آزمایش ۸۸
۱۵-۴- اثر کلات کننده ها و آلودگی مختلف سرب بر غلظت سرب بخش هوایی گیاه ۹۰
۱-۱۵-۴- اثر کلات کننده ها بر غلظت سرب جذب شده در بخش هوایی گیاه ۹۰
۲-۱۵-۴- اثر سطوح مختلف آلودگی بر غلظت سرب جذب شده در بخش هوایی گیاه ۹۰
۳-۱۵-۴- اثر توام کلات کننده ها و سطوح مختلف سرب بر غلظت سرب جذب شده در بخش هوایی گیاه ۹۱
۱۶-۴- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی بر غلظت سرب ریشه گیاه ۹۲
۱-۱۶-۴- اثر کلات کننده ها بر غلظت سرب ریشه گیاه ۹۲
۲-۱۶-۴- اثر سطوح مختلف آلودگی بر غلظت سرب جذب شده در ریشه ی گیاه ۹۳
۳-۱۶-۴- اثر توام کلات کننده ها و سطوح مختلف سرب بر غلظت سرب جذب شده در ریشه ی گیاه ۹۳
۱۷-۴- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر ارتفاع گیاه ۹۴
۱-۱۷-۴- اثر کلات کننده ها ی مختلف بر ارتفاع گیاه ۹۴
۲-۱۷-۴- اثر سطوح مختلف آلودگی سرب بر ارتفاع گیاه ۹۵
۳-۱۷-۴- اثر توام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر ارتفاع گیاه ۹۵

۴-۱۸- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ۹۶
۴-۱۸-۱- اثر کلات کننده های مختلف بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ۹۶
۴-۱۸-۲- اثر سطوح مختلف آلودگی سرب بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ۹۷
۴-۱۸-۳- اثر توام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ۹۷
۴-۱۹- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر وزن خشک ریشه گیاه ۹۸
۴-۱۹-۱- اثر کلات کننده ها بر وزن خشک ریشه گیاه ۹۸
۴-۱۹-۲- اثر سطوح مختلف آلودگی سرب بر وزن خشک ریشه گیاه ۹۹
۴-۱۹-۳- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف سرب بر وزن خشک ریشه گیاه ۱۰۰
۴-۲۰- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر EC خاک پس از انجام آزمایش ۱۰۰
۴-۲۰-۱- اثر کلات کننده ها بر EC خاک پس از انجام آزمایش ۱۰۰
۴-۲۰-۲- اثر سطوح مختلف آلودگی بر EC خاک پس از انجام آزمایش ۱۰۱
۴-۲۰-۳- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر EC خاک پس از انجام آزمایش ۱۰۲
۴-۲۱- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر pHخاک پس از انجام آزمایش..... ۱۰۲
۴-۲۱-۱- اثر کلات کننده ها بر pHخاک پس از انجام آزمایش ۱۰۲
۴-۲۱-۲- اثر سطوح مختلف آلودگی سرب بر pHخاک پس از انجام آزمایش ۱۰۳
۴-۲۱-۳- اثر توام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر pHخاک پس از انجام آزمایش ۱۰۴
۴-۲۲- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر شاخص جذب سرب ۱۰۴
۴-۲۲-۱- اثر کلات کننده ها بر شاخص جذب سرب ۱۰۴
۴-۲۲-۲- اثر سطوح مختلف آلودگی سرب بر شاخص جذب سرب ۱۰۵
۴-۲۲-۳- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر شاخص جذب سرب..... ۱۰۵
۴-۲۳- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر مقدار سرب جذب شده در ریشه گیاه ۱۰۶
۴-۲۳-۱- اثر کلات کننده ها بر مقدار جذب سرب ریشه گیاه..... ۱۰۷
۴-۲۳-۲- اثر سطوح آلودگی بر مقدار جذب سرب ریشه گیاه ۱۰۷
۴-۲۳-۳- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر مقدار عنصر جذب شده در ریشه گیاه ۱۰۸

۴-۲۴- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر مقدار عنصر جذب شده در بخش هوایی گیاه ۱۰۹
۴-۲۴-۱- اثر کلات کننده ها بر مقدار سرب جذب شده در بخش هوایی گیاه ۱۰۹
۴-۲۴-۲- اثر سطوح آلودگی بر مقدار سرب جذب شده در بخش هوایی گیاه ۱۰۹
۴-۲۴-۳- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر مقدار عنصر جذب شده در بخش هوایی گیاه ۱۱۰
۴-۲۵- اثر کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر مقدار عنصر جذب شده در کل گیاه .. ۱۱۰
۴-۲۵-۱- اثر کلات کننده ها بر مقدار سرب جذب شده در کل گیاه ۱۱۰
۴-۲۵-۲- اثر سطوح آلودگی بر مقدار سرب جذب شده در کل گیاه ۱۱۱
۴-۲۵-۳- اثرتوام کلات کننده ها و سطوح مختلف آلودگی سرب بر مقدار سرب جذب شده در کل گیاه ۱۱۲

فصل پنجم: نتیجه گیری کلی و پیشنهادات ۱۱۳
۵-۱- بحث و پیشنهادات ۱۱۴
۵-۱-۱-نتایج کلی ۱۱۴

فصل ششم: منابع ۱۱۶

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

آلودگی خاک‌ها و محیط‌های آبی به فلزات سنگین یکی از جدی‌ترین مشکلات زیست محیطی است که در حال گسترش می‌باشد. خاک‌ها و آب‌های آلوده، محیط زیست و سلامت انسان را به خطر می‌اندازند (Luo و همکاران، ۲۰۰۵). آلودگی زدایی خاک‌های آلوده، به خاطر حفظ منابع خاکی و حفظ سلامتی انسان‌ها و موجوداتی که به طور مستقیم یا غیر مستقیم با خاک در ارتباط هستند، ضروری می‌باشد(li و همکاران، ۲۰۰۵). غلظت بیش از اندازه طبیعی فلزات سنگین در خاک، ناشی از فعالیت‌های بشر من جمله معدن کاوی، صنایع ذوب فلزات، استفاده از لجن فاضلاب و کاربرد کود های شیمیایی در زمین‌های کشاورزی می‌باشد(Adriano، ۲۰۰۱). از میان آلاینده‌های مختلف زیست محیطی، فلزات سنگین به ویژه سرب و کادمیم به دلیل تجزیه نشدن و تاثیرمخرب بر بافت‌های بدن موجودات زنده در غلظت‌های بسیار کم حائز اهمیت می‌باشند (Spark،۲۰۰۳؛ وهاب زاده، ۱۳۷۲). گیاهان می‌توانند مقدار بیشتری از آنچه نیاز دارند، فلزات سنگین از خاک جذب کنند که این باعث تجمع این فلزات در گیاه شده و برای حیوانات یا انسان‌هایی که از این گیاهان تغذیه می‌کنند، سمی می‌باشد. با خوردن غذاهای آلوده به سرب و کادمیم، انسان‌ها بیشتر از حیوانات تحت تأثیر قرار می‌گیرند چرا که انسان‌ها طول عمر بیشتری داشته و بنابراین مقدار سرب و کادمیم بیشتری در اندام‌های بدن آن‌ها نسبت به حیوانات تجمع می‌یابد (Tudoreanu و Phillips، ۲۰۰۴ به نقل از Kirkam، ۲۰۰۶).

از عوارض مزمن کادمیم می‌توان به بالا رفتن فشار خون، امراض قلبی و نارسایی کلیوی و کبدی اشاره کرد. نرم شدن استخوان‌ها به واسطه‌ی اختلال در موازنه‌ی کلسیم و فسفر از دیگر علائم مسمومیت کادمیم می‌باشد(Rodriguez و همکاران، ۲۰۰۸). زیاد بودن کادمیم در بدن منجر به صدمه-ی کلیه و ریه‌ها شده و باعث بیماری Itai-Itai می‌گردد (Kirkham، ۲۰۰۶). در ارتباط با غلظت بالای سرب در بدن انسان می‌توان به خستگی مفرط، انقباض‌های عضلانی، ناهنجاری عصبی و آنمی اشاره کرد. از عوارض مزمن سرب می‌توان به دردهای شدید عضلانی، بی خوابی، بی اشتهایی، یبوست و اختلال در بیشتر فعالیت‌های بدن اشاره کرد. سرب از تولید هموگلوبین جلوگیری کرده و باعث آسیب‌های ذهنی در نوزادان می‌گردد. سرب بعد از انتقال در خون به نقاط مختلف بدن منتقل شده و در اندام‌هایی مانند کلیه، کبد، طحال، سیستم‌های عصبی، مغز استخوان و غدد فوق کلیوی جمع می‌شود و بالا رفتن غلظت آن ایجاد سمیت شدیدی می‌کند که در اثر عدم درمان و جلوگیری از آلودگی بیشتر به مرگ منتهی می‌شود(صاحب قدم لطفی، ۱۳۶۷). با توجه به خطرات زیست محیطی عناصر سنگین و احتمال ورود این عناصر به زنجیره‌ی غذایی و تهدید سلامت انسان‌ها، موضوع استفاده از گیاهان به منظور پالایش این عناصر از محیط زیست در دهه های اخیر به شدت مورد توجه قرار

گرفته است. روش‌های مرسوم پاک‌سازی مناطق آلوده(مانند حفاری خاک و انباشتن، تبدیل به شیشه کردن،شستشوی با اسید، تبدیل به مواد جامد) عموماً هزینه زیادی در بر داشته و اغلب باعث تخریب ساختمان و مواد آلی خاک می‌شود (Mulligan و همکاران،۲۰۰۱ ؛ Luo و همکاران، ۲۰۰۵؛ Komarek و همکاران، ۲۰۰۷).

گیاه پالایی نسبت به روش‌های رایج مهندسی، هزینه‌ی کمتری در بر داشته و سازگار با محیط زیست نیز می‌باشد(Salt و همکاران، ۱۹۹۸). در روش گیاه پالایی از گیاهان برای پاک‌سازی آلاینده‌ها از خاک استفاده می‌شود ولی این امر ممکن است به علت تحرک اندک و زیست فراهمی [1]کم فلزات سنگین و هم چنین سرعت رشد اندک گیاه سال‌ها و یا حتی چندین دهه زمان لازم داشته باشد. به همین دلیل گیاه پالایی به همراه مواد شیمیایی استفاده می‌شود که گیاه پالایی به کمک مواد شیمیایی،[2] استفاده از ترکیبات شیمیایی و مواد آلی برای افزایش راندمان پالایش عناصر آلاینده از خاک توسط گیاهان می‌باشد(چرم و علیزاده، ۱۳۸۸). موفقیت روش گیاه پالایی به زیست توده گیاه و میزان انتقال عناصر از بخش ریشه به قسمت‌های هوایی می‌باشد. بیشتر گیاهان بیش اندوز[3] رشد کندی داشته و میزان زیست توده‌ی[4] کمی تولید می‌کنند و این امر باعث می‌شود که این گیاهان برای فرایند گیاه پالایی گیاهان غیر عملی و غیر کاربردی به حساب بیایند (Mulligan و همکاران، ۲۰۰۱؛ Puschenreiter و همکاران، ۲۰۰۱ به نقل از Luo و همکاران، ۲۰۰۵). به همین خاطر بیشتر آزمایشات در مورد گیاه پالایی بر روی گیاهان با زیست توده‌ی بالا مثل ذرت و آفتابگردان و اقدامات مدیریتی خاک و روش‌های شیمیایی افزایش جذب گیاهان(مانند استفاده از کلات کننده‌ها) به منظور افزایش جذب فلزات سنگین از خاک توسط این گیاهان متمرکز شده است(Blaylock و همکاران، ۱۹۹۷؛ Hung و همکاران، ۱۹۹۷؛ Ebbs و Kochian، ۱۹۹۸؛ Shenو همکاران، ۲۰۰۲؛Chen و همکاران، ۲۰۰۴). به منظور افزایش فراهمی فلزات، از کلات کننده‌های مختلف مانند EDTA[5]، DTPA[6] و غیره برای افزایش رهاسازی فلزات از ذرات خاک به درون محلول خاک و تسهیل انتقال فلزات به داخل آوند چوبی و افزایش جابجایی فلزات از ریشه به بخش‌های هوایی در بعضی گیاهان سریع ارشد و با زیست توده بالا استفاده می‌شود(Blaylock و همکاران، ۱۹۹۷؛ Hung و همکاران، ۱۹۹۷؛ Cooper و همکاران، ۱۹۹۹؛ Wu و همکاران، ۱۹۹۹؛Shen و همکاران، ۲۰۰۲).

[1]Bioavailability
[2]Chemically enhanced phytoextraction
[3]Hyperaccumulator
[4]Biomass
[5] Ethylene Diamine Tetraacetic Acid
[6]DiethyleneTriamine Pentaacetic Acid

اتیلن دی آمین ترا استیک اسید(EDTA) مهم‌ترین و شناخته شده تر ین عامل کلات کننده‌ی فلزات سنگین در روش گیاه پالایی شیمیایی می‌باشد که کارایی جذب و انتقال بالایی دارد. در دهه های اخیر بیشتر توجه‌ها به گیاه پالایی با گیاهان با زیست توده بالا به همراه کلات کننده‌های مانندEDTA معطوف شده است(Tandy و همکاران، ۲۰۰۶). اتیلن دی آمین ترا استیک اسید(EDTA) بهترین اصلاح کننده[1] برای افزایش جذب سرب می‌باشد(Huang و همکاران، ۱۹۹۷؛ Shen و همکاران، ۲۰۰۲). در بیشتر مقالات منتشر شده،مقدار EDTA اضافه شده به سطح خاک از۲/۵ تا ۱۰ میلی مول بر کیلو گرم خاک متغیر بوده است(Blaylock و همکاران، ۱۹۹۷؛ Epstin و همکاران، ۱۹۹۹ ؛Grucman و هم کارن،۲۰۰۱ ؛ Shen و همکاران، ۲۰۰۲ ؛ Chen و همکاران، ۲۰۰۴). وجود عوامل کلات کننده متعدد از جمله EDTA و DTPA در مواد شوینده مانند صابون‌ها و پودرها باعث افزایش حلالیت و فراهمی فلزات سنگین در خاک می‌شود و از طرفی مواد آلی موجود در کمپوست زباله‌ی شهری نیز با گروه‌های کربوکسیل خود می‌تواند تشکیل کلات‌هایی قوی با فلزات سنگین داده و باعث تغییر فراهمی سرب و کادمیم در خاک گردند. از گیاه آفتابگردان به خاطر بیومس بالا و تحمل غلظت بالای فلزات سنگین در محلول خاک و قابلیت تجمع بالای فلزات سنگین استفاده شده است (Kayser و همکاران، ۲۰۰۰). در حوادث انفجار اخیر راکتور ژاپن در اثر سونامی و حادثه ای که در چرنوبیل رخ داد از گیاه آفتابگردان به منظور پالایش مواد رادیو اکتیو پراکنده در محیط استفاده کردند. گیاه آفتابگردان برای گیاه پالایی خاک‌هایی با آلودگی متوسط سرب مناسب می‌باشد(Lin و همکاران، ۲۰۰۹). در این تحقیق بین کلات کننده های EDTA و کمپوست زباله‌ی شهری و کاربرد توأم EDTA و کمپوست زباله‌ی شهری به منظور افزایش پالایش خاک آلوده به سطوح مختلف سرب و کادمیم تحت کشت آفتابگردان مقایسه ای انجام می گیرد.

۲-۱-اهداف تحقیق حاضر عبارتند از :

۱. مطالعه اثر کمپوست زباله شهری و EDTA و سطوح مختلف سرب و کادمیم بر شاخص جذب، غلظت و مقدار جذب سرب و کادمیم توسط گیاه آفتابگردان

۲. مطالعه اثر کمپوست زباله شهری و EDTA و سطوح مختلف سرب و کادمیم و کاربرد توأم آن‌ها بر غلظت قابل جذب این عناصر در خاک در پایان دوره آزمایش

۳. بررسی اثر کمپوست زباله شهری و EDTA و سطوح مختلف سرب و کادمیم و کاربرد توأم آن‌ها برو زن خشک ریشه و بخش هوایی و ارتفاع گیاه آفتابگردان

[1] Amendment

فصل دوم

بررسی منابع

۱-۲-آفتابگردان

آفتابگردان به صورت بوته ای استوار و بلند قامت رشد می کند و دارای ساقه ای بلند، ضخیم، خشن و فاقد انشعاب است. پهنک برگ آفتابگردان، به هنگام طلوع خورشید به سوی مشرق، در غروب به سوی مغرب و در ظهر رو به بالاست. پهنک برگهایی که در معرض نور هستند همراه با تغییر جهت آفتاب تغییر جهت می دهند و همواره به حالتی تقریباً عمود بر اشعه آفتاب قرار می گیرند(ناصری، ۱۳۷۵). آفتابگردان در قرن شانزده میلادی توسط اسپانیایی ها به اروپا برده شد و از آنجا به سایر نقاط دنیا راه یافت. کشورهای آرژانتین، روسیه، فرانسه و چین مهمترین تولید کنندگان آفتابگردان در جهان به شمار می رود. کاشت انواع آجیلی بومی شده این محصول در اطراف صیفی کاریها از گذشته دور تا کنون بسیار متداول بوده است. استانهای اردبیل، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و فارس مهمترین تولید کنندگان آفتابگردان دیم و مازندران و گلستان مهمترین تولید کنندگان آفتابگردان آبی می باشند.

۱-۱-۲-مشخصات گیاهشناسی آفتابگردان

آفتابگردان با نام علمی Helianthus annuus از واژه یونانی Helios به معنی آفتاب و anthos به معنی گل گرفته شده است(ناصری، ۱۳۷۵).آفتابگردان گیاهی دیپلوئید، یک ساله و از تیره مرکبه(Compositae)می باشد. طول دوره رشد آفتابگردان بسته به رقم و شرایط محیطی از ۸۰ تا ۱۵۰ روز متغیر است. این گیاه دارای سه نوع ریشه است : نخست، ریشه اصلی که تا ۴/۲ متر در عمق زمین فرومی رود. دوم، ریشه های فرعی که در ۲۵ سانتیمتری عمق خاک پراکنده می شوند و مهمترین بخش ریشه را برای جذب مواد غذایی تشکیل می دهند و سوم، ریشه های سطحی که نزدیک به سطح خاک هستند. رشد ریشه تا مرحله رویت طبق سریع است و پس از آن سرعت رشد ریشه کاهش می یابد و در پایان گرده افشانی متوقف می گردد. ساقه ی آفتابگردان تنومند، مقطع آن گرد و قطر آن معمولا ۳ تا ۶ سانتی متر است که گاه به ۱۰ سانتی متر نیز می رسد. ساقه دارای کرکهای نرم و برجستگیهای طولی باریک است و داخل ساقه را مغز خشک سفیدی پر کرده است که به مرور زمان پوک می شود(ناصری، ۱۳۷۵). ارتفاع بوته بسته به رقم و شرایط محیطی از ۱ تا ۶ متر متغیر است. ساقه آفتابگردان اندکی خشن است، قطر آنها۵/۲ تا۵/۷ سانتیمتر است و ارتفاعشان تا ۴ متر می رسد. برگها بزرگ، کرک دار و قلبی شکل بوده که دارای حاشیه مضرس و دمبرگ بلند می باشد و غالبا به ۳ تا ۱۰ سانتی متر طول و ۵ تا ۲۰ سانتی متر عرض می رسد. برگهای پایینی بوته به صورت متقابل و برگهای فوقانی بوته به صورت متناوب بر روی

ساقه توزیع شده اند. گلهای آفتابگردان در انتهای ساقه می رویند و گل آذین آن به صورت کلاپرک (کپه ای) است. این گلها روی نهنج (طبق) قرار دارند. قطر طبق در حدود ۵تا ۱۵ سانتیمتر است. لیکن در پاره ای اوقات به ۴۰ سانتیمتر نیز می رسد. گل های گل آذین بر دو نوعند: یکی ردیف بیرونی با گلچه هایی به رنگ روشن، عقیم و تسمه ای شکل که معمولا زرد رنگ اند و گلچه های مدور قهوه ای که مایل به ارغوانی هستند. هر طبق می تواند۱۰۰۰تا ۴۰۰۰ گلچه داشته باشدکه به صورت حلقه هایی مدور از مرکز گل آذین شروع می شوند و بتدریج از سمت خارج به داخل دایره به رشد کامل می رسند. گلهای اطراف طبق کاسبرگ و گلبرگ دارند. عمر گلها اغلب به ۶ هفته میرسد. این گلها اندام زایشی ندارند. از این روی بارور نمی شوند، لیکن حشرات، بویژه زنبور عسل را به سمت طبق هدایت می کنند. گلهای داخل طبق کاسبرگ ندارند اما اندام ماده و نر دارند و بارور می شوند و تولید دانه می کنند. طبق گل آفتابگردان از صفحهای به رنگ خرمایی یا تقریباً سیاه که به سمت پایین خم شده تشکیل یافته است که تعداد آنها ۱ تا ۶ عدد است. در بعضی از واریته ها طبق ها هم روی شاخه های فرعی، هم در نوک ساقه اصلی به وجود می آیند. در صورتی که در بیشتر ارقام معمولاً یک طبق در انتهای ساقه اصلی دیده می شود. لقاح به دلیل اینکه پرچم ها زودتر بلوغ می یابند از نوع دگرگشن می باشد. در بعضی از ارقام نیز خود ناسازگاری ژنتیکی باعث دگر گشنی می شود. گرده افشانی آفتابگردان بیشتر توسط حشرات انجام می گیرد و در بعضی از واریته ها گرده افشانی به طور مستقیم است. میوه آفتابگردان نوعی «فندقه» است. دانه ها بر روی طبق آفتابگردان در امتداد دایره های متحدالمرکز و فشرده به هم داخل حجره ها قرار دارند و هر کدام شامل یک دانه حقیقی با پوسته نازک و فرابر ناشکوفا می باشد. وزن هزار دانه غالبا بین ۴۵ تا۱۰۰ گرم می باشد ولی بین ۴۰ تا ۲۰ گرم نیز گزارش شده است . قسمت اعظم روغن دانه آفتابگردان در لپه ها ذخیره شده است.

۲-۱-۲-نیاز های گیاه آفتابگردان

۱-۲-۱-۲-شرایط اقلیمی

آفتابگردان گیاهی است مخصوص مناطق نیمه گرمسیر تا گرمسیر و بهترین موقع جوانه زدن این گیاه وقتی است که دمای خاک در حدود ۱۰ درجه سانتیگراد باشد. مجموع درجه حرارت از زمان کاشت تا هنگام برداشت این گیاه ۲۶۰۰ تا۲۸۰۰درجه سانتیگراد است. آفتابگردان در صفر درجه سانتیگراد از بین می رود. این گیاه در هنگام گل دادن در برابر مدت تابش نور حساسیت زیادی ندارد. از این روی، جزو گیاهان بی تفاوت (خنثی) به شمار می آید. آفتابگردان از ۴۰