بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

بخش مهندسی خاکشناسی

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم خاک

بررسی آلودگی خاک‌های منطقه خاتون آباد کرمان به فلزات سنگین در ارتباط با خصوصیات خاک و گیاه

مؤلف:

شهرزاد دانشور داورانی

استاد راهنما:

دکتر مجید محمودابادی

استاد مشاور:

دکتر مجید فکری

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 نمی شود.

دانشجو : شهرزاد دانشور داورانی

استاد راهنما : دکتر مجید محمود آبادی

استاد مشاور : دکتر مجید فکری

داور ۱ : دکتر محمد هادی فرپور

داور۲ : دکتر مجید حجازی

معاون آموزشی و پژوهشی دانشکده : دکتر مجید رحیم‌پور

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

تقدیم به :

ستارگان پر فروغ آسمان زندگیم:

مادر صبورم، که در آسمان ابدیت قلبم ثابت و درخشان خواهد ماند

همسر مهربان، دلسوز و فداکارم

و

فرزند دلبندم

تشکر و قدردانی :

با سپاس و ستایش به در گاه ایزد منان که سرشت آدمی را از خاک بنا نهاد و طبیعت را با خاک جان داد. برخود لازم می‌دانم که از الطاف و زحمات بی شائبه اساتیدی که در طول تحصیل حقیر را یاری نمودند تشکر و قدر دانی نمایم

از استاد راهنما جناب آقای دکتر محمودابادی که مسئولیت این پایان نامه را تقبل نمودند و جناب آقای دکتر فکری که مشاوره این امر را بر عهده داشتند کمال تشکر و قدردانی را دارم. از آقایان دکتر فرپور و دکتر حجازی که داوری جلسه دفاعیه را به عهده داشتند بسیار سپاسگزارم .تشکر و قدردانی ویژه دارم از اساتید گرانقدر جناب آقای دکتر فرپور و دکتر سرچشمه‌پور که راهنمایی‌های ارزشمندشان مراتب ارتقای این پژوهش را فراهم نمود. همچنین از دوستان بسیار خوبم خانم‌ها معصومه سرمست و نگار یزدانی به جهت همکاری‌هایی که داشته‌اند تشکر می‌کنم.

چکیده

آلودگی یکی از معضلات زیانباری است که عمدتا در جریان بهره‌برداری از منابع طبیعی و استفاده از سوخت‌های فسیلی به محیط زیست وارد می‌گردد. این تحقیق مساله آلودگی خاک به عناصر مس، روی، سرب و کادمیوم، ناشی از اثر آلایندگی دود خروجی دودکش‌ها را در اطراف کارخانه ذوب مس خاتون‌آباد کرمان مورد بررسی قرار می‌دهد. بدین منظور نمونه‌برداری از خاک و گیاه کنگر وحشی(Gandelia tourneforti) به عنوان گونه غالب منطقه در شش جهت شعاعی،- شمال، شمال شرقی، شمال غربی، شرق، غرب و جنوب در دو عمق صفر تا ۵ و ۵ تا ۲۰ سانتی‌متر برای خاک و به طور جداگانه از اندام هوایی و ریشه برای گیاه تا شعاع ۵۰۰۰ متری اطراف معدن صورت گرفت. غلظت کل عناصر سنگین در خاک سطحی بعضی از نقاط نمونه‌برداری از طریق عصاره‌گیری با اسید کلریدریک و اسید نیتریک و قرائت با دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. سپس با عصاره‌گیری نمونه‌ها با EDTA، غلظت عناصر مورد مطالعه در کلیه نقاط توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. همچنین غلظت عناصر در اندام هوایی و ریشه گیاه کنگر وحشی با عصاره گیری و هضم به روش سوزاندن خشک و قرائت با دستگاه جذب اتمی انجام شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت کل عناصر اندازه‌گیری شده در خاک و گیاه نسبت به حدود مجاز آنها بالا است. در بررسی داده‌ها و نقشه‌های آلودگی تهیه شده یک روند منطقی مشاهده گردید که بیانگر رابطه بین غلظت عناصر در خاک و گیاه با فاصله از کارخانه است، به گونه‌ای که تا شعاع ۵۰۰۰ متری را می‌توان به عنوان منطقه پر خطر از نظر میزان غلظت عناصر سنگین در اطراف کارخانه بیان کرد. یافته‌های این تحقیق لزوم بررسی بیشتر در این زمینه به ویژه ارائه راهکارهای مهار بحران آلودگی منطقه و انجام اقدامات زیست محیطی در این محدوده را نشان می دهد.

کلمات کلیدی: آلودگی خاک، پراکنش مکانی، باد غالب، خاتون آباد، عناصر سنگین

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول- مقدمه ۲
فصل دوم- بررسی منابع ۵
۲-۱- آلودگی ۶
۲-۲- تعریف فلزات سنگین و بررسی منابع ورودی آنها ۷
۲-۳- آلودگی خاک ۸
۲-۳-۱ حدود استاندارد فلزات سنگین در خاک ۹
۲-۳-۲- تاثیر خصوصیات خاک بر میزان آلودگی ۱۱
۲-۴- رابطه گیاه و خاک ۱۲
۲-۵- تاثیر تاسیسات ذوب فلز در آلودگی خاک ۱۴
۲-۵-۱- صنعت ذوب مس ۱۵
۲-۵-۲- عوامل موثر در انتشار آلاینده ها در مناطق اطراف کارخانه ذوب ۱۷
۲-۶- زیست ردیابی ۱۸
۲-۶-۱- گونه کنگر وحشی ۲۰
۲-۷- بررسی خصوصیات فلزات مورد مطالعه ۲۱
۲-۷-۱- کادمیوم ۲۱
۲-۷-۲- سرب ۲۲
۲-۷-۳- روی ۲۳
۲-۷-۴- مس ۲۴
۲-۸-۱- مروری بر تحقیقات گذشته ۲۵
۲-۸-۲- سابقه مطالعات زیست محیطی منطقه ۳۱
فصل سوم- مواد و روش‌ها ۳۲
۳-۱-۱- مشخصات عمومی منطقه خاتون آباد ۳۳
۳-۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۳۳

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۱-۳- بررسی‌های هواشناسی و اقلیمی ۳۳
۳-۱-۴- آب و هوای استان کرمان و منطقه خاتون آباد ۳۳
۳-۱-۴-۱- رسم گلباد و تعیین جهت باد غالب ۳۴
۳-۱-۵ – زمین شناسی منطقه مورد مطالعه ۳۵
۳-۱-۶- خاکشناسی منطقه مورد مطالعه ۳۶
۳-۱-۷- پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه ۳۹
۳-۲-۱- کارخانه ذوب مس خاتون‌آباد ۴۰
۳-۲-۲- شرایط کارکرد دودکش‌های کارخانه ۴۰
۳-۲-۲-۱- دودکش خشک کن Flash Drye ۴۰
۳-۲-۲-۲ دودکش محافظ محیطی ۴۱
۳-۳- مطالعات صحرایی ۴۱
۳-۳-۱- نمونه‌برداری خاک ۴۱
۳-۳-۲- نمونه‌برداری گیاه ۴۳
۳-۴- تجزیه های آزمایشگاهی ۴۳
۳-۴-۱تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ۴۳
۳-۴-۲- تجزیه های آزمایشگاهی گیاه ۴۴
۳-۴-۲-۱- آنالیزهای گیاه ۴۴
۳-۵- ارزیابی اثرات زیست محیطی عناصر سنگین ۴۵
۳-۵-۱-شاخص و درجه آلودگی ۴۵
۳-۵-۲-شاخص زمین انباشت ۴۶
۳-۶- آنالیزهای زمین آمار و تهیه نقشه آلودگی ۴۶
۳-۶-۱- بررسی ناهمسان گردی متغیرها ۴۶
۳-۷- آنالیزهای آماری ۴۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل چهارم- نتایج و بحث ۴۸
۴-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه ۴۹
۴-۲- غلظت کل عناصر در خاک و مقایسه آن با سطوح مجاز ۵۰
۴-۳- بررسی کلاس آلودگی خاک ۵۲
۴-۳-۱- شاخص زمین انباشت ۵۲
۴-۳-۲- فاکتور و درجه آلودگی ۵۳
۴-۴- تغییرات مکانی غلظت عناصر سنگین ۵۴
۴-۴-۱- مقایسه غلظت عناصر در دو عمق خاک ۵۴
۴- ۵- محاسبه ضریب همبستگی بین عناصر در دو عمق خاک ۵۵
۴-۶-روند توزیع غلظت عناصر در جهت‌ها و فواصل مختلف از کارخانه ۵۷
۴-۶-۱- مس ۵۷
۴-۷-۱-۱- روند تغییرات غلظت مس با فاصله از کارخانه ۵۹
۴-۷-۱-۲- بررسی غلظت مس در گیاه ۶۱
۴-۷-۱- ۲-۱- مقایسه غلظت مس در گیاه کنگر با حدود مجاز ۶۱
۴-۷-۲-۳- روند توزیع غلظت مس در گیاه در جهت‌ها و فواصل مختلف از کارخانه ۶۲
۴-۷-۱-۴- تغییرات مکانی مس در گیاه ۶۴
۴-۷-۲- روی ۶۶
۴-۷-۲-۱- بررسی غلظت روی در گیاه ۶۹
۴-۷-۲-۱-۱- مقایسه غلظت روی در گیاه کنگر با حدود مجاز ۶۹
۴-۷-۲-۲- روند توزیع غلظت روی در گیاه در جهت ها و فواصل مختلف از کارخانه ۷۰
۴-۷-۳- سرب ۷۳
۴-۷-۳-۱- بررسی غلظت سرب در گیاه ۷۶
۴-۷-۳-۱-۱- مقایسه غلظت سرب در گیاه کنگر با حدود مجاز ۷۶

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۷-۳-۲- روند توزیع غلظت سرب در گیاه در جهت‌ها و فواصل مختلف از کارخانه ۷۷
۴-۷-۴- کادمیوم..... ۸۰
۴-۷-۴-۱- بررسی غلظت کادمیوم در گیاه ۸۳
۴-۷-۴-۱-۱- مقایسه غلظت کادمیوم در گیاه کنگر با حدود مجاز ۸۳
۴-۷-۴-۱-۲- روند توزیع غلظت کادمیوم در گیاه در جهت‌ها و فواصل مختلف از کارخانه
..... ۸۴
۴-۸- مقایسه غلظت عناصر در اندامهای هوایی شسته شده و بدون شستشو..... ۸۷
۴-۹- تجزیه و تحلیل زمین‌آماری..... ۹۱
۴-۹-۱- محاسبه تغییرنما..... ۹۱
۴-۹-۲-۱- تغییرنمای مس ۹۴
۴-۹-۲-۲- تغییرنمای روی ۹۴
۴-۹-۲-۳- تغییرنمای کادمیم ۹۵
۴-۹-۲-۴- تغییرنمای سرب ۹۵
۴-۱۰- نقشه‌های کریجینگ و خطای تخمین..... ۹۶
فصل پنجم: نتیجه گیری ۱۰۵

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱- محدوده نرمال و مقدار ماکزیمم مجاز تعدادی از فلزات سنگین در خاک ۱۰

جدول ۲-۲- مقدار فلزات مس، سرب، روی و کادمیوم در برخی مناطق جهان..... ۱۰

جدول ۲-۳- حد نرمال وبحرانی برخی عناصر سنگین در برگ گیاه..... ۱۳

جدول۲-۴- آلوده کننده‌های مهم در عملیات ذوب کنستانتره‌های سولفیدی مس اثرات و راه‌های جلو گیری آن..... ۱۵

جدول ۳-۱- میانگین بارندگی سالانه ۱۰ ایستگاه منتخب اطراف منطقه خاتون آباد..... ۳۴

جدول ۳-۲- شرایط کارکرد دودکش خشک کن ۴۰

جدول ۳-۳- شرایط کارکرد دودکش محافظ محیطی..... ۴۱

جدول ۳-۴- کلاس‌های فاکتور آلودگی..... ۴۵

جدول ۳-۵- کلاس‌های درجه آلودگی..... ۴۶

جدول ۳-۶- کلاس I_{geo} و کیفیت خاک..... ۴۶

جدول۴-۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در عمق ۵-۰ ..... ۴۹

جدول ۴-۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در عمق ۲۰-۱۰.... ۴۹

جدول ۴-۳- نتایج آزمون t جفت شده متغیرهای اندازه‌گیری شده در دو عمق..... ۵۰

جدول۴-۴- غلظت عناصر در خاک سطحی ($n=21$) همراه با میانگین غلظت در خاکهای جهان ، میانگین در خاکهای شنی و میانگین در منطقه شاهد..... ۵۱

جدول۴-۵- شاخص زمین انباشت و درجه آلودگی..... ۵۲

جدول۴-۶- مقایسه میانگین غلظت عناصر در دو عمق ۵-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری خاک..... ۵۵

جدول ۴-۷- ضریب همبستگی بین عناصر در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری..... ۵۵

جدول ۴-۸- ضریب همبستگی بین عناصر در عمق ۵-۰ سانتی‌متری..... ۵۶

جدول۴- ۹- نتایج تجزیه واریانس تاثیر فاصله، عمق و جهت بر غلظت عنصر مس..... ۵۸

جدول ۴- ۱۰- نتایج تجزیه واریانس تاثیر فاصله، عمق و جهت بر غلظت مس در گیاه..... ۶۲

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۱۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر فاصله، عمق و جهت بر غلظت روی در خاک ۶۷
جدول ۴-۱۲- نتایج تجزیه واریانس تاثیر فاصله، عمق و جهت بر غلظت روی در گیاه.....۷۰
جدول ۴-۱۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر فاصله، عمق و جهت بر غلظت سرب.....۷۴
جدول ۴-۱۴- نتایج تجزیه واریانس تاثیر فاصله، عمق و جهت بر غلظت ۷۸
جدول ۴-۱۵- نتایج تجزیه واریانس تاثیر فاصله، عمق و جهت بر غلظت کادمیوم.....۸۱
جدول۴-۱۶-نتایج تجزیه واریانس تاثیر فاصله، عمق و جهت بر غلظت عنصرکادمیوم در گیاه..
.....۸۵
جدول ۴-۱۷- مقایسه میانگین عناصر در اندام هوایی بدون شستشو و اندام هوایی شسته شده....۸۷
جدول ۴-۱۸- پارامترهای تغییرنما.....۹۴

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱-گلباد منطقه شهربابک.....۳۵
شکل ۳-۲ - نقشه زمین شناسی منطقه خاتون آباد.....۳۷
شکل ۳- ۳- نقشه توپوگرافی منطقه خاتون آباد.....۳۸
شکل ۳-۴- نمایی از کارخانه ذوب مس خاتون آباد و دود متصاعد شده.....۳۹
شکل ۳-۵- نقاط نمونه‌برداری در منطقه.....۴۲
شکل۳-۶- گیاه کنگر وحشی.....۴۴
شکل ۴-۱ فاکتور آلودگی (Cf).....۵۳
شکل۴-۲- مقایسه میانگین غلظت مس خاک در عمق ۵-۰و۲۰-۱۰در جهت‌های مختلف از کارخانه ۵۸
شکل۴-۳- روند توزیع غلظت عنصر مس در عمق سطحی با فاصله از کارخانه.....۶۰
شکل۴- ۴- روند توزیع غلظت عنصر مس در عمق۲۰-۱۰ با فاصله از کارخانه.....۶۰
شکل ۴-۵- مقایسه میانگین غلظت مس در ریشه و اندام هوایی گیاه کنگر وحشی با حد مجاز..
.....۶۱
شکل ۴-۶- مقایسه غلظت عنصر مس در ریشه، اندام‌هوایی شسته شده و بدون شستشو در جهت‌های مختلف از کارخانه ذوب مس.....۶۳
شکل۴-۷- روند توزیع غلظت عنصر مس در اندام هوایی بدون شستشو با فاصله از کارخانه.....۶۴
شکل۴-۸- روند توزیع غلظت عنصر مس در ریشه با فاصله از کارخانه.....۶۵
شکل ۴-۹- مقایسه میانگین غلظت روی خاک در عمق ۵-۰و ۲۰-۱۰ در جهت‌های مختلف از کارخانه.....۶۷
شکل۴-۱۰- روند توزیع غلظت عنصر روی با فاصله از کارخانه در عمق ۵-۰ سانتی متری.....۶۸
شکل۴-۱۱- روند توزیع غلظت عنصر روی با فاصله از کارخانه در عمق۲۰-۱۰ سانتی متری ۶۸
شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین غلظت روی در ریشه و اندام هوایی گیاه کنگر وحشی با حد مجاز
.....۶۹

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل۴-۱۳- مقایسه غلظت عنصر روی در ریشه، اندام‌هوایی شسته شده و بدون شستشو در جهت‌های مختلف از کارخانه ذوب مس..... ۷۱

شکل۴- ۱۴- روند توزیع غلظت عنصرروی در اندام هوایی بدون شستشو با فاصله از کارخانه... ..... ۷۲

شکل ۴-۱۵- روند توزیع غلظت عنصرروی در ریشه با فاصله از کارخانه..... ۷۲

شکل۴-۱۶- مقایسه میانگین غلظت سرب خاک در عمق ۵-۰ و ۲۰-۱۰در جهت‌های مختلف از کارخانه..... ۷۵

شکل۴-۱۷- روند توزیع غلظت عنصر سرب با فاصله از کارخانه در خاک سطحی..... ۷۵

شکل ۴-۱۸- روند توزیع غلظت عنصر سرب با فاصله از کارخانه در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری و غلظت در منطقه شاهد ۷۶

شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین غلظت سرب در ریشه و اندام هوایی گیاه کنگر وحشی با حد مجاز ۷۷

شکل۴-۲۰- مقایسه غلظت عنصرسرب در ریشه، اندام‌هوایی شسته شده و بدون شستشو در جهت‌های مختلف از کارخانه ذوب مس..... ۷۹

شکل۴- ۲۱- روند توزیع غلظت عنصرسرب در اندام هوایی بدون شستشو با فاصله از کارخانه.. ..... ۷۹

شکل۴- ۲۲- روند توزیع غلظت عنصرسرب در ریشه با فاصله از کارخانه ۸۰

شکل ۴- ۲۳- مقایسه میانگین غلظت کادمیوم خاک در عمق ۵-۰ و ۲۰-۱۰در جهت‌های مختلف از کارخانه..... ۸۱

شکل۴-۲۴- روند توزیع غلظت عنصر کادمیوم با فاصله از کارخانه در خاک سطحی..... ۸۲

شکل۴-۲۵- روند توزیع غلظت عنصر کادمیوم با فاصله از کارخانه در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری ۸۲

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل۴-۲۶- مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در ریشه و اندام هوایی گیاه کنگر وحشی با حد مجاز ۸۳

شکل ۴-۲۷- مقایسه غلظت عنصر کادمیوم در ریشه، اندام‌هوایی شسته شده و بدون شستشو در جهت‌های مختلف از کارخانه ذوب مس ۸۶

شکل۴- ۲۸- روند توزیع غلظت عنصرکادمیوم در اندام هوایی بدون شستشو با فاصله از کارخانه ۸۶

شکل ۴-۲۹- روند توزیع غلظت عنصرکادمیوم در ریشه با فاصله از کارخانه..... ۸۷

شکل۴- ۳۰- تغییرنمای سطحی عناصر سنگین در عمق ۵-۰ سانتی متر ۹۲

شکل ۴-۳۱- تغییرنمای سطحی عناصر سنگین در عمق ۲۰-۱۰ سانتی متر..... ۹۳

شکل ۴-۳۲- نقشه کریجینگ عنصر مس عمق ۵-۰ سانتی متر..... ۹۶

شکل ۴-۳۳- نقشه خطای تخمین عنصر مس عمق ۵-۰ سانتی متر..... ۹۶

شکل ۴-۳۴- نقشه کریجینگ عنصر روی عمق ۵-۰ سانتی متر..... ۹۷

شکل ۴-۳۵- نقشه خطای تخمین عنصر روی عمق ۵-۰ سانتی متر..... ۹۷

شکل ۴-۳۶- نقشه کریجینگ عنصر سرب عمق ۵-۰ سانتی متر..... ۹۸

شکل ۴-۳۷- نقشه خطای تخمین عنصر سرب عمق ۵-۰ سانتی متر..... ۹۸

شکل ۴-۳۸- نقشه کریجینگ عنصرکادمیوم عمق ۵-۰ سانتی متر..... ۹۹

شکل ۴-۳۹- نقشه خطای تخمین عنصرکادمیوم عمق ۵-۰ سانتی متر..... ۹۹

شکل ۴-۴۰- نقشه کریجینگ عنصر مس عمق۲۰ – ۱۰ سانتی متر..... ۱۰۰

شکل ۴-۴۱- نقشه خطای تخمین عنصر مس عمق۲۰ – ۱۰ سانتی متر..... ۱۰۰

شکل ۴-۴۲- نقشه کریجینگ عنصر روی عمق۲۰ – ۱۰ سانتی متر..... ۱۰۱

شکل ۴-۴۳- نقشه خطای تخمین عنصر روی عمق۲۰ – ۱۰ سانتی متر..... ۱۰۱

شکل ۴-۴۴- نقشه کریجینگ عنصرسرب عمق۲۰ – ۱۰ سانتی متر..... ۱۰۲

شکل ۴-۴۵- نقشه خطای تخمین عنصرسرب عمق۲۰ – ۱۰ سانتی متر..... ۱۰۲

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۴۶- نقشه کریجینگ عنصر کادمیوم عمق ۲۰ – ۱۰ سانتی متر.....۱۰۳
شکل ۴-۴۷- نقشه خطای تخمین عنصر کادمیوم عمق ۲۰ – ۱۰ سانتی متر.....۱۰۳

فصل اول

مقدمه

۱ ـ ۱ ـ مقدمه

امروزه آلودگی محیط زیست و از جمله خاک به عنوان یکی از مباحث مهم زندگی بشر مورد توجه جدی قرار گرفته‌است. این پدیده باعث تخریب منابع طبیعی و افزایش روز افزون ایجاد محدودیت برای ساکنین زمین می‌شود. بخشی از این آلاینده‌ها به طور مستقیم وارد منابع آبی شده، بخشی در سطح یا اعماق خاک تخلیه می‌شوند و بخش دیگر به صورت گاز یا بخار در آتمسفر زمین پخش می‌شوندو مجددا از طریق نزولات جوی وارد منابع آب و خاک می‌گردند.

آلودگی خاک به فلزات سنگین یکی از نگرانی‌های زیست محیطی عصر حاضر به‌شمار می‌رود. این عناصر سنگین با تجمع در خاک و جذب به وسیله گیاه وارد زنجیره غذایی می‌شود و مسمومیت‌هایی را در گیاهان و یا افراد تغذیه کننده ایجاد می‌کنند. فلزات سنگین در محیط تجزیه نمی‌شوند ولازم است که از محیط خاک خارج شود. عوامل گوناگونی نظیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (دانه‌بندی و بافت خاک، رطوبت، اسیدیته و کربن آلی) تولید و ترشح ترکیبات آلی از ریشه گیاهان بر قابلیت دسترسی و جذب فلزات سنگین خاک توسط موجودات زنده و گیاهان موثر می‌باشند.

آلودگی خاک به فلزات سنگین قدمت توانایی بشر در ذوب وفرایندهای استخراج معدن می‌باشد. نیاز بشر به مواد معدنی و منابع انرژی نهفته در زمین عملیات اکتشاف و استخراج از معادن را اجتناب ناپذیر ساخته است. همانند هر فعالیت توسعه‌ای، معدنکاری و ذوب فلزات باعث زیان‌هایی به محیط زیست می‌گردد. امروزه صنعت فلزات یکی از مهم‌ترین منابع آلودگی انسان‌زاد در خاک است. نگرانی‌های محیطی در این مناطق صنعتی میتواند ناشی از ریختن پس‌ماندهای صنعتی، انتشار گرد و غبار و انتقال زه‌آب این مراکز به محیط باشد. ذوب سنگ‌های معدنی نیز می‌تواند مقادیر زیادی از عناصر سمی را از طریق دود و گرد و غبار به محیط وارد کند که دیر یا زود این آلاینده‌های موجود در سطح خاک رسوب می‌کنند. در مجاورت کارخانه‌های ذوب فلزات غلظت‌های زیاد ترکیبات سمی در خاک و گیاهان گزارش شده‌است. دود متراکمی که از دودکش‌های کارخانجات ذوب منتشر می‌شود، حاوی عناصری مانند مس، سرب، روی، کادمیوم، آرسنیک و گوگرد می‌باشد که این ذرات از هوا بسته به عواملی مانند الگوی جریان باد، توپوگرافی و ارتفاع دودکش‌ها پس از طی مسافتی در سطح خاک رسوب می‌نمایند. بنابراین این تاسیسات سهم مهمی در آلودگی منابع خاک و آب دارا می‌باشند.

جذب فلزات سنگین از اراضی آلوده به وسیله گیاهان و بخصوص محصولات کشاورزی یکی از مهم‌ترین راه‌های ورود این عناصر به زنجیره غذایی موجودات منطقه می‌باشد. در بین فلزات سنگین

مس، سرب و کادمیوم از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. این عناصر به راحتی به وسیله ریشه گیاه جذب می‌شوند و احتمال ورود آنها به زنجیره غذایی حتی در سطوح پایین آلودگی وجود دارد(Diatta و Grazebisz، ۲۰۰۳). این واقعیت مطرح است که این عناصر به سهولت به وسیله گیاهان جذب شده و در غلظت‌هایی که برای گیاهان سمی نیست در محصولات کشاورزی و گیاهان خودرو منطقه تجمع می‌یابند و مصرف این محصولات،آثار زیان‌آوری را بر جامعه زیستی می‌گذارد. خطرات بهداشتی ناشی از تجمع فلزات سنگین در زنجیره غذایی و ورود آن به بدن انسان و تاثیر آن بر سلامت انسان کاملا شناخته شده است. از جمله این عناصر می‌توان به سرب، روی و کادمیوم اشاره کرد که به دلیل توانایی بالقوه در آسیب رسانی به سلامت انسان‌ها و حیوانات در چند دهه اخیر از نظر زیست محیطی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌است. سرب، روی و کادمیوم مهمترین آلاینده‌های فلزی هستند که در اثر ذوب فلزات می‌توانند وارد محیط گردند. آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا سرب و کادمیوم را مهمترین فلزهای سنگین موثر در سلامت بشر می‌داند که حتی در غلظت‌های پایین نیز سمی می‌باشند. در سال ۱۹۷۶ آژانس بین المللی تحقیقات سرطان، کادمیوم و ترکیبات آن را به عنوان عامل ایجاد سرطان در بشر معرفی کرد. از عوارض کادمیوم می‌توان به سنگ کلیه، افزایش فشار خون، آنمی و سرطان پروستات اشاره نمود(Massaded وSnook، ۲۰۰۲). از عوارض سرب می‌توان اختلال در سیستم عصبی، کاهش بهره هوشی، تغییر ترکیب خون و آسیب به شش‌ها و کلیه‌ها را نام برد(Duong و Lee، ۲۰۱۱). فلزات سنگین موجود در گرد و غبار می‌توانند هم به طور مستقیم از طریق تنفس و جذب پوستی و هم بطور غیر مستقیم از طریق تجمع در خاک، نشست مستقیم بر سطح گیاه و مصرف محصولات گیاهی وارد بدن انسانها شوند. فرونشست جوی فلزات سنگین درصد زیادی از کل ورودی فلزات سنگین به خاک را تشکیل می‌دهد و مهمترین منبع فلزات سنگین در خاک محسوب می‌شود. بنابراین لازم است تا این مسیر ورود فلزات سنگین به خاک بررسی و سهم آن در افزایش غلظت در خاک تعیین گردد تا بتوان تصمیم مدیریتی مناسبی جهت کاهش و کنترل این ورودی اتخاذ نمود.

استان کرمان پهناورترین استان کشوری دارای معادن متعدد از جمله گل گهر سیرجان، مس سرچشمه، مس میدوک، دره زار و نوچون می‌باشد. کارخانجات ذوب مس سرچشمه و ذوب خاتون آباد با هدف بهره‌برداری از این ذخایر در این استان تاسیس شده است. کارخانه ذوب مس خاتون آباد با هدف تولید سالانه ۸۰۰۰۰ تن مس آندی با بهره‌گیری از تکنولوژی فلش(Flash) در فاصله ۲۰۰ کیلومتری از کرمان احداث شد. در فرآیند ذوب مس حجم زیادی از گازهای داغ به همراه ناخالصی-

های فلزی و غبار تولید می‌گردد. حجم غبار خروجی از دودکش‌های این کارخانه در حدود ۱۶ گرم بر متر مکعب در ساعت می‌باشد. عناصر مس، گوگرد، آهن، روی، سرب و کادمیوم از ترکیبات اصلی غبار خروجی بوده که اثرات زیست محیطی خاصی را بر منطقه دارد(شرکت ملی صنایع مس ایران، ۱۳۷۵). وجود آلودگی شدید به عناصر سنگین به‌دلیل مجاورت با کارخانه ذوب مس در منطقه مورد مطالعه باعث اختلال در اکوسیستم و مرگ ومیر حیوانات شده است. تا کنون مطالعات زیادی در رابطه با اثر آلایندگی معدن وکارخانه ذوب مس سرچشمه که برگترین معدن روباز ایران بوده و در فاصله کمی از تاسیسات ذوب خاتون آباد قرار دارد انجام گرفته است و نقش این کارخانه در افزایش آلودگی و رهاسازی عناصر سمی مانند مس، روی، سرب و کادمیوم در محیط مورد تایید قرار گرفته - است. اما تا کنون در زمینه میزان انتشار آلاینده‌ها از کارخانه ذوب مس خاتون آباد و اثر آن بر اکوسیستم منطقه هیچ گونه بررسی صورت نگرفته است، لذا در این تحقیق سعی شده با تعیین غلظت عناصر آلاینده در گیاه و خاک و روند آلودگی آنها در خاک و گیاه نسبت به فاصله از کارخانه، و مقایسه آن با استانداردهای جهانی، میزان آلودگی منطقه تعیین گردیده، و ارتباط آن با منابع آلاینده و جهت باد، نشان داده شود. بنابراین اهداف تحقیق با توجه به موارد فوق به شرح زیر تعیین گردید:

۱ - بررسی غلظت آلاینده‌ها و عناصر سنگین در خاکهای منطقه مورد مطالعه

۲ - تهیه الگوی پراکنش عناصر مس، روی، سرب و کادمیوم در منطقه به دو روش آمار کلاسیک و زمین آمار

۳ - تعیین حدود پر خطر مناطق اطراف کارخانه ذوب جهت اقدامات زیست محیطی

۴ - تعیین گونه‌های گیاهی سازگار یافته با شرایط منطقه

۵ - تعیین میزان عناصر آلاینده در گونه گیاهی غالب.