دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته علوم خاک

اثر دو ماده هیومیک بر رشد و جذب کادمیم گیاه ذرت در یک خاک آهکی

به کوشش

زهرا زیبایی

استاد راهنما

دکتر نجفعلی کریمیان

تیر ۱۳۹۲

بسم الله
الرحمن الرحیم

به نام خدا

اظهارنامـــــه

اینجانب زهرا زیبایی (۹۰۵۶۵۶) دانشجوی رشته‌ی علوم خاک دانشکده‌ی کشاورزی اظهارمی‌کنم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام .همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان‌نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: زهرا زیبایی

تاریخ و امضا:

به نام خدا

اثر دو ماده هیومیک بر رشد و جذب کادمیم گیاه ذرت در یک خاک آهکی

به کوشش

زهرا زیبایی

پایان‌نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

علوم خاک

از دانشگاه شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته‌ی پایان‌نامه، با درجه‌ی: عالی

دکتر نجف‌علی کریمیان، استاد بخش علوم خاک (استاد راهنما).....

دکتر عبدالمجید رونقی، استاد بخش علوم خاک (استاد مشاور).....

دکتر مهدی زارعی، استادیار بخش علوم خاک (استاد مشاور).....

دکتر جعفر یثربی، استادیار بخش علوم خاک، داور (متخصص داخلی).....

تیر ماه ۱۳۹۲

تقدیم به بهترین های زندگیم

به استوارترین تکیه گاهم، دستان پر مهر پدرم و
وجود پاک مادرم

سپاسگزاری

ابتدا سپاس فراوان از خدای مهربان. اکنون که این رساله با لطف و عنایت ایزدی به پایان رسیده است، بر خود واجب می دانم از راهنمایی و زحمت های فراوان استاد فرزانه ام جناب آقای دکتر کریمیان که با صبر و شکیبایی مرا در انجام این رساله یاری نمودند، نهایت تشکر و قدردانی را به جا آورم. همچنین از استادان مشاور محترم جناب آقای دکتر رونقی و جناب آقای دکتر زارعی که با صرف وقت و دقت نظر به بررسی و تصحیح این پایان نامه پرداختند، کمال تشکر و قدردانی را دارم و از استاد محترم جناب آقای دکتر یثربی که داوری این پایان نامه را به طور دلسوزانه ای تقبل فرمودند، بینهایت سپاسگزارم. همچنین از جناب آقای دکتر کسرایی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی دانشکده بسیار سپاسگزارم. به سایر استادان گرامی بخش، جناب آقایان دکتر ثامنی، دکتر باقرنژاد، دکتر قاسمی، دکتر موسوی سپاس می گویم که در طول دوران تحصیل از آنها بسیار آموختم. از خانواده عزیزم که همواره بهترین یاور و پشتیبان در تمامی مراحل زندگی ام بودند، نهایت سپاسگزاری را دارم. از تمامی کارکنان محترم بخش علوم خاک نیز کمال تشکر را دارم و در پایان سپاس از تمامی دوستان و همکلاسی های خوبم که بودنشان لحظه های دلنشینی را در مدت تحصیل برایم به ارمغان آورد. همچنین از جناب آقای دکتر محمد علی داعی مدیر عامل محترم شرکت گلسنگ کویر یزد به خاطر اهدای کودها سپاسگزاری می شود.

چکیده

اثر دو ماده هیومیکی بر رشد و جذب کادمیم گیاه ذرت در یک خاک آهکی

به کوشش

زهرا زیبایی

در دهه های اخیر آلودگی خاک به فلزات سنگین درنتیجه فعالیت های انسانی مانند کاربرد کود های شیمیایی، کود های دامی، لجن فاضلاب، آفت کش ها، و آبیاری با فاضلاب افزایش چشمگیری یافته است. به دلیل توان اثرات بد اکولوژیکی آلودگی ها، این وضعیت به یک موضوع مهم زیست محیطی تبدیل شده است. از میان فلزات سنگین، کادمیم به عنوان یکی از خطرناکترین آلاینده های فلزی مورد توجه بوده است. به عنوان یک عنصر مهم غیرضروری برای حیات موجود زنده، کادمیم دارای تحرک بالا در سیستم خاک-گیاه می باشد که دارای اثر های زیان بار برای سلامتی انسان و کارکرد زیست بوم می باشد. بنابراین ضروری است که در جهت مقابله با خاک های آلوده به کادمیم اقدامی انجام شود. از میان چندین فناوری برای مقابله با آلاینده های فلزی خاک، گیاه پالایی یک روش مقابله درجا است که از گیاهان ، اصلاح خاک و عملیات زراعی جهت پاک کردن و بی ضرر ساختن آلاینده های محیط زیست استفاده می کند. در این راستا، در مطالعه حاضر اثر دو ماده هیومیکی بر جذب گیاهی کادمیم در مقایسه با اثر اوره به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه ای در یک خاک آهکی که با سه سطح کادمیم (۵، ۲۰، و ۴۰ میلی گرم کادمیم در کیلوگرم خاک به صورت سولفات کادمیم) تیمار شده بود، بررسی شد. ذرت به عنوان گیاه آزمایش در داخل گلدان ها که در شرایط رطوبت ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه نگهداری می شدند، کاشته شد. در آزمایش اول و دوم به ترتیب تیمار ها شامل چهارسطح نیتروژن (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، و ۲۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به صورت کود اوره) و چهار سطح مواد هیومیکی تجاری مایع و جامد (معادل ۰، ۴، ۸، و ۱۲ کیلوگرم در هکتار) بودند. نتایج نشان داد که افزایش سطح کادمیم کاربردی، کاهش معنی دار وزن خشک شاخساره ذرت را در پی داشت اما مواد هیومیکی اثر مفید معنی داری بر توان گیاه پالایی ذرت داشتند. بنابراین می توان خاک های آلوده را با افزودن مواد هیومیکی تا حدودی اصلاح کرد. همچنین کاربرد کود اوره نیز، غلظت کادمیم گیاه ذرت را افزایش معنی دار داد، که بیانگر تاثیر مثبت کاربرد کودها بر جذب کادمیم است. بطورکلی، کاربرد کود اوره سبب افزایش معنی دار غلظت و جذب کل مس، منگنز، روی، فسفر، و نیتروژن در اندام هوایی ذرت شد و افزایش سطوح مواد هیومیکی غلظت روی، فسفر، و نیتروژن و جذب کل مس در شاخساره گیاه ذرت را افزایش داد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- مسئله تحقیق و اهمیت آن	۶
۱-۳- هدف های تحقیق	۱۸
۱-۴- فرضیات تحقیق	۱۸
فصل دوم: مروری بر پژوهش های گذشته	۱۹
۲-۱- اثر کادمیم بر رشد گیاه و جذب سایر فلزات سنگین	۲۰
۲-۲- اثر ماده هیومیک بر رشد گیاهان و جذب فلزات سنگین بوسیله آن ها	۲۵
۲-۳- اثر کود ها بر جذب کادمیم گیاهان	۲۸
۲-۴- گیاه پالایی طبیعی و تحریک شده با مواد شیمیایی گیاه ذرت	۳۲
فصل سوم: مواد و روش ها	۳۶
۳-۱- آماده سازی خاک	۳۷
۳-۲- افزودن عناصر، مواد هیومیکی، و فلزات به خاک	۴۰
۳-۳- آزمایش های گلخانه ای	۴۲
۳-۴- تجزیه های آزمایشگاهی	۴۲
۳-۵- طرح مورد استفاده و تحلیل های آماری	۴۳
فصل چهارم: نتایج و بحث	۴۴
۴-۱- اثر ماده هیومیکی ، کود اوره و کادمیم بر رشد گیاه ذرت	۴۵
۴-۱-۱- وزن خشک (شاخساره)	۴۵
۴-۱-۲- ارتفاع گیاه	۵۶
۴-۱-۳- وزن تر گیاه	۵۹
۴-۱-۴- شاخص سبزینگی	۶۲
۴-۲- اثر مواد هیومیکی، کود اوره و کادمیم بر ترکیبات شیمیایی گیاه ذرت	۶۵
۴-۲-۱- غلظت و جذب کل کادمیم در شاخساره گیاه	۶۵
۴-۲-۲- غلظت و جذب کل مس در شاخساره گیاه	۷۲
۴-۲-۳- غلظت و جذب کل آهن در شاخساره گیاه	۷۸

۴-۲-۴- غلظت و جذب کل منگنز در شاخساره گیاه ۸۵
۴-۲-۵- غلظت و جذب کل روی در شاخساره گیاه ۹۲
۴-۲-۶- غلظت و جذب کل فسفر در شاخساره گیاه ۹۹
۴-۲-۷- غلظت و جذب کل نیتروژن در شاخساره گیاه ۱۰۵
خلاصه نتایج ۱۱۲
منابع ۱۱۵
پیوست ۱۲۹

فهرست جدول ها

عنوان و شماره	صفحه
۱-۱- ویژگی های اساسی دو راهبرد گیاه پالایی فلزات از خاک	۱۵
۳-۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک	۳۹
۳-۲- برخی ویژگی های شیمیایی مواد هیومیکی بکار رفته در این مطالعه	۴۱
۴-۱- اثر اصلی مواد هیومیکی و کادمیم کاربردی بر وزن خشک شاخساره گیاه ذرت (گرم در گلدان)	۴۶
۴-۲- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر وزن خشک شاخساره گیاه ذرت (گرم در گلدان)	۵۴
۴-۳- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر ارتفاع گیاه ذرت (سانتی متر)	۵۷
۴-۴- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر ارتفاع گیاه ذرت (سانتی متر)	۵۸
۴-۵- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر وزن تر شاخساره گیاه ذرت (گرم در گلدان)	۶۰
۴-۶- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر وزن تر شاخساره گیاه ذرت (گرم در گلدان)	۶۱
۴-۷- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر شاخص سبزینگی گیاه ذرت	۶۳
۴-۸- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر شاخص سبزینگی گیاه ذرت	۶۴
۴-۹- اثر اصلی مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت کادمیم در گیاه ذرت (میکروگرم در گرم ماده خشک)	۶۶
۴-۱۰- اثر اصلی مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل کادمیم در شاخساره گیاه ذرت (میکروگرم در گلدان)	۶۷
۴-۱۱- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت کادمیم در گیاه ذرت (میکروگرم در گرم ماده خشک)	۷۰
۴-۱۲- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل کادمیم در شاخساره گیاه ذرت (میکروگرم در گلدان)	۷۱
۴-۱۳- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت مس در گیاه ذرت (میکروگرم در گرم ماده خشک)	۷۳
۴-۱۴- اثر اصلی مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل مس در شاخساره گیاه ذرت (میکروگرم در گلدان)	۷۴
۴-۱۵- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت مس در گیاه ذرت (میکروگرم در گرم ماده خشک)	۷۶
۴-۱۶- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل مس در شاخساره گیاه ذرت (میکروگرم در	۷۸

گلدان)
۴-۱۷- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت آهن در گیاه ذرت (میکروگرم در گرم ماده خشک) ۷۹
۴-۱۸- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم بر جذب کل آهن در شاخساره گیاه ذرت (میکروگرم در گلدان) ۸۱
۴-۱۹- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت آهن در شاخساره گیاه ذرت (میکروگرم در گرم ماده خشک) ۸۳
۴-۲۰- اثر کود اوره و سطوح کادمیم بر جذب کل آهن در شاخساره گیاه ذرت (میکروگرم در گلدان) ۸۴
۴-۲۱- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت منگنز در گیاه ذرت (میکروگرم در گرم ماده خشک) ۸۶
۴-۲۲- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل منگنز در شاخساره گیاه ذرت (میکروگرم در گلدان) ۸۸
۴-۲۳- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت منگنز در گیاه ذرت (میکروگرم در گرم ماده خشک) ۸۹
۴-۲۴- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل منگنز در شاخساره گیاه ذرت (میکروگرم در گلدان) ۹۱
۴-۲۵- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت روی در گیاه ذرت (میکروگرم در گرم ماده خشک) ۹۳
۴-۲۶- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل روی در شاخساره گیاه ذرت (میکروگرم در گلدان) ۹۵
۴-۲۷- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربرد بر غلظت روی در گیاه ذرت (میکروگرم در گرم ماده خشک) ۹۶
۴-۲۸- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل روی در شاخساره گیاه ذرت (میکروگرم در گلدان) ۹۸
۴-۲۹- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت فسفر در گیاه ذرت (میلی گرم در گرم ماده خشک) ۱۰۰
۴-۳۰- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل فسفر در شاخساره گیاه ذرت (میلی گرم در گلدان) ۱۰۲
۴-۳۱- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت فسفر در گیاه ذرت (میلی گرم در گرم ماده خشک) ۱۰۳
۴-۳۲- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل فسفر در شاخساره گیاه ذرت (میلی گرم در گلدان) ۱۰۵
۴-۳۳- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر نیتروژن کل در شاخساره گیاه ذرت (درصد) ۱۰۷

۴-۳۴- اثر مواد هیومیکی و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل نیتروژن کل در شاخساره گیاه ذرت (گرم در گلدان) ۱۰۸
۴-۳۵- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر غلظت نیتروژن کل در گیاه ذرت (درصد) ۱۰۹
۴-۳۶- اثر کود اوره و سطوح کادمیم کاربردی بر جذب کل نیتروژن در شاخساره گیاه ذرت ۱۱۱

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
۴-۱ اثر اصلی سطوح مختلف مواد هیومیکی بر وزن خشک شاخساره	۴۷
۴-۲ اثر اصلی سطوح کادمیم کاربردی بر وزن خشک شاخساره	۴۷
۴-۳ رایطه میان سطح کادمیم کاربردی و وزن خشک شاخساره ذرت	۵۰
۴-۴ اثر سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن بر وزن ماده خشک شاخساره	۵۲

فصل اول

۱-۱ مقدمه

افـزایش جمعیـت، رشـد شـهر نشـینی و بهبـود کیفیـت زنـدگی، تقاضـا بـرای کـالا و خـدمات کشـاورزی و غیـر کشـاورزی را بـا نـرخ رشـد قابـل تـوجهی افـزایش داده اسـت. تـامین ایـن تقاضـای روزافـزون مـی بایسـت نـه تنهـا از طریـق افـزایش عوامـل تولیـد کـه همچنـین از طریـق ارتقـا بهـره وری ایـن عوامـل صـورت گیـرد. اسـتفاده از عوامـل تولیـد بایـد بـه گونـه ای انجام شـود کـه نسـل هـای آینـده نیـز از فرصـت‌هـای برابـر بـا نسـل کنـونی در بکـارگیری ایـن منابع برخـوردار باشـند. ایـن مسـیر، مـا را بـه توسـعه پایـدار، کـه پدیـده ای چنـد بعـدی اسـت، رهنمون مـی سـازد کـه در آن پایـداری سیسـتم هـای کشـاورزی و غیـر کشـاورزی بایسـتی بـه گونه ای پیگیری شود که عـلاوه بـر جنبـه هـای اقتصـادی، ملاحظـات زیسـت محیطـی نیـز مـد نظـر قـرار گیـرد. از ایـن رو امـروزه، توسـعه پایـدار بـه عنـوان یکـی از هـدف هـای بسـیاری از سیاسـتگذاران و سیاسـتمداران اسـت (آندریانتیاتسـاهولینیا و همکـاران[1]، ۲۰۰۴). دلیـل اصـلی شـهرت مفهـوم توسـعه پایـدار، کنفـرانس زمـین در سـال ۱۹۹۲ در ریـودوژانیرو بـود. در ایـن کنفـرانس، مجموعـه هـایی از فعالیـت هـا بـرای توسـعه پایـدار مشـخص شـد کـه بـه "دسـتور جلسـه بـرای قـرن ۲۱" یـا بـه اختصـار بـه دسـتور جلسـه ۲۱ [2] معـروف اسـت و کشـورهای امضـاکننده ایـن موافقتنامـه، اجـرای آنهـا را پذیرفتنـد. در ایـن راسـتا سـازمان ملـل متعهـد گردیـد کـه مجموعـه ای از شـاخص هـای توسـعه پایـدار را تعریـف کنـد، تـا نـاظر بـر رفتـار کشورها در چارچوب این دستور جلسه باشد.

در حقیقت فکر استفاده از شاخص هـا بـه عنـوان ابـزار انـدازه گیـری پایـداری توسـط دولـت هـا و موسسه ها، بسـیار رایـج شـده اسـت (هـاک[3] و همکـاران، ۲۰۰۷). بنـابراین در کنـار نگـاه بـه شاخص های تولیـد کـالا و خـدمات بـرای رفـاه بیشـتر جوامـع، بایـد شـاخص هـای کیفـی و بـه ویژه محیط زیستی مدنظر قرار گیرد تا مشـخص شـود کـه ایـن تولیـد بـا چـه هزینـه ای بدسـت

[1] - Andriantiatsaholiniaina et al.
[2] - Agenda 21
[3] - Hak

آمده است. توسعه پایدار و پایداری به وضعیت منابع طبیعی و محیط زیست هر کشور و جهان وابسته است (خلیلیان، ۱۳۷۸). این واقعیت که منابع طبیعی به ویژه آب و خاک و گونه های زیستی در واقع محدود بوده و تولید دوباره آن ها، یا غیرممکن است و یا دربرگیرنده هزینه بالایی می باشد، موجب شده تا پایداری و لحاظ کردن آن در تولید کالا و خدمات، مورد توجه خاص قرار گیرد. ادبیات پایداری در ۳۰ تا ۴۰ سال اخیر در بخش کشاورزی نیز غنی تر گردیده است، به گونه ای که مفهوم کشاورزی پایدار با مفاهیمی چون کشاورزی ارگانیک، کشاورزی احیاگر[1] و آگرواکولوژی همراه شده است.

به رغم همه تاکیدات صورت گرفته در زمینه توجه به محیط زیست، مطالعات انجام شده به ویژه با استفاده از منحنی کوزنتس[2] (که به شکل U وارونه است و محور عمودی آن میزان آلودگی ها و محور افقی آن درآمد سرانه می باشد)، نشان می دهد که متاسفانه به ویژه در ابتدای رشد اقتصادی، تخریب محیط زیست پدیده ای عادی است و بعد از طی مراحل اول رشد اقتصادی و افزایش درآمد سرانه و رسیدن آن به حد مشخصی است که دغدغه های محیط زیستی آغاز می گردد و تلاش هایی جهت بهبود محیط زیست و کاهش آلودگی ها در کنار رشد اقتصادی صورت می پذیرد. چالش پیش روی بخش کشاورزی در بیشتر کشورهای جهان سوم که قسمت نزولی منحنی کوزنتس در آن ها دیر آغاز می شود، این است که چگونه می توان علاوه بر تولید محصول کافی برای امنیت غذایی، هم زمان با آن درآمد لازم برای کشاورزان را نیز ایجاد کرده و ملاحظات زیست محیطی را هم در نظر گرفت. بنابراین راهبرد بهینه توسعه کشاورزی، آن راهبردی است که بتواند منابع طبیعی را حفظ کرده و همزمان درآمد کافی برای کشاورزان و امنیت غذایی برای جمعیت در حال رشد را فراهم سازد. این نوع راهبرد ارتباط مستقیمی با نحوه استفاده از زمین دارد (لال[3]، ۲۰۰۹). مباحث مرتبط با کاربری و تخصیص زمین و خاک، پیچیده بوده و در اجرای آن باید هدف های مختلف کاربری زمین، مبادله میان عملکردهای مختلف آن، کشمکش و تناقضات موجود میان گروه های مختلف بهره بردار و

[1] - Regenerative agriculture
[2] - Kuzents curve
[3] - Lal

هدف ها و خواسته های جمعی را در نظر گرفت. وجود این شرایط سبب شده که طراحی سیاست های مداخله جویانه در مدیریت منابع زمین و خاک جهت دستیابی به خواسته های در حال دگرگونی بشر و حفظ و ارتقا منابع طبیعی و محیط زیست در کشورهای در حال توسعه، چالش بسیار عمده ای را در برابر تصمیم سازان بخش کشاورزی قرار دهد.

در دهه های گذشته در کشور ما نیز تاکید بر تولید بیشتر جهت خودکفایی، فشار بر منابع آب و خاک را در پی داشته است. نتیجه این امر، افزایش تولید به قیمت فراموشی محیط زیست بوده است. خاک نیز از این رهگذر بی نصیب نبوده و سطوح وسیعی از آن آلوده شده است (مایکل[1] و همکاران ، ۲۰۰۷). به نظر می‌رسد که آلودگی خاک کمتر از آلودگی هوا مورد توجه بوده است. از این گذشته، توان خود پالایی خاک، کمتر از توان خود پالایی آب و هوا می باشد. به همین دلیل خاک های آلوده و مسائل مرتبط با آن به صورت فزاینده به یک دغدغه مهم تبدیل شده است (آربوی[2] و همکاران، ۲۰۱۳). خاک های کشاورزی به طور مستقیم و غیرمستقیم بر سلامت عمومی تاثیر می گذارند، بنابراین حفاظت از این منابع و اطمینان از پایداری آن حائز اهمیت می باشد.

مهمترین عوامل آلاینده خاک عبارتند از فلزات سنگین، بارش اسیدی، و مواد آلی (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۱). از میان این عوامل، فلزات سنگین به دلیل ویژگی های آلایندگی شان در خاک به شدت مورد توجه قرار گرفته اند (یالکین[3] و همکاران، ۲۰۰۷). این مشکل که یکی از جدیدترین مشکلات زیست محیطی محسوب می شود به علت طبیعت تغییر ناپذیری فلزات سنگین، و تحرک و حلالیت آن ها در خاک نگرانی های زیادی را ایجاد کرده است (الکورتا[4] و همکاران، ۲۰۰۴).

فلزهای سنگین برای تعدادی از فلزها به کار می رود که اغلب دارای چگالی زیادند و به طور عمده به گروه عناصر "واسطه" جدول تناوبی تعلق دارند. برخی از اینها در کشاورزی عناصر کمیاب یا عناصر کم مصرف نیز نامیده می شود (کریمیان، ۱۳۷۱).

[1] - Michel
[2] - Arbaoui
[3] - Yalcin
[4] - Alkorta

حضـور ایـن فلـزات کـه مشـتمل بـر کـادمیم، کـروم، مـس، جیـوه، سـرب، و روی مـی باشـد، در منـابع آب و خـاک مـی توانـد مشـکلات جـدی بـرای تمـام موجـودات ایجـاد نمایـد (الـن[1] و همکـاران، ۱۹۹۰ ؛ اسـلام[2] و همکـاران، ۲۰۰۷). از سـوی دیگـر خاصـیت سـمی و قابلیـت تجمـع زیسـتی فلـزات سـنگین در گیاهـان و جـانوران و در نتیجـه ورود آن هـا بـه زنجیـره غـذایی، خطـرات ناشـی از آن هـا را دو چنـدان سـاخته و تـاثیرات اکولـوژیکی زیـادی را در پـی دارد. بطور کلی اختلالات عصبی (بـه ویـژه پارکینسـون و آلزایمـر)، انـواع سـرطان هـا، فقـر مـواد مغذی، بر هم خـوردن تعـادل هورمـون هـا، و اخـتلالات تنفسـی و قلبـی تنهـا پـاره ای از اثـرات ورود فلـزات سـنگین بـه بـدن انسـان مـی باشـد (سـایت مجلـه الکترونیکـی اکولـوژی، هفـتم شهریور ماه، ۱۳۸۹ "http://www.drkasraie.blogfa.com").

از آنجـا کـه هـدف اصـلی تحقیـق حاضـر، اسـتفاده از توانـایی بـیش انباشـتگری[3] گیـاه ذرت جهت پالایش خـاک هـا از آلـودگی بـه فلـز سـنگین کـادمیم اسـت، در ادامـه ایـن موضـوع مورد تاکید قـرار مـی گیـرد. بـدین صـورت کـه ابتـدا بـه معرفـی کـادمیم و جایگـاه آن در میـان فلزات سـنگین پرداختـه مـی شـود و سـازوکار ورود آن بـه چرخـه غـذایی و پیامـد ورود فلـز بـه بـدن انسـان دنبـال خواهـد شـد، بـه ویـژه بـه رابطـه ضـدیتی[4] بـین کـادمیم و روی اشـاره می شود، آنگاه منابع کادمیم خـاک هـای آلـوده مـرور خواهـد شـد و نگـاهی بـه وضـعیت اسـتان فارس از نظر آلودگی به این فلـز خواهـد شـد. در ادامـه ضـمن پـرداختن بـه روش هـای مختلـف پـالایش خـاک بـه جایگـاه ویـژه گیـاه پـالایی از لحـاظ اقتصـادی و سـازگاری بـا محـیط زیسـت اشاره خواهد شد و بـا بررسـی ویژگـی هـای گیاهـان مناسـب بـرای گیـاه پـالایی، بـر تـوان ذرت یعنی محصول مورد تاکیـد مطالعـه حاضـر در زمینـه گیـاه پـالایی مـروری خواهـد شـد. نظـر بـه اینکـه توانـایی انباشـتگری کـادمیم گیـاه ذرت مـی توانـد بـا کـاربرد مـواد هیـومیکی و پـاره ای عملیات زراعی از جمله کـوددهی تقویـت شـود، بـه نقـش مـواد هیـومیکی و کـود اوره در جـذب

[1] - Ellen
[2] - Islam
[3] - Hyperaccumulator
[4] - Antagonistic relationship

کادمیم، روی، و برخی عناصر تغذیه ای در گیاه ذرت پرداخته می شود. در انتها نیز هدف‌ها و فرضیه های تحقیق آورده می شود.

۱-۲- مسئله تحقیق و اهمیت آن

کادمیم که از مهمترین فلزات سنگین در ارتباط با آلودگی زنجیره غذایی است، عنصری نرم به رنگ سفید مایل به آبی، سمی، غیرضروری و غیر مفید می باشد. به علت سمیت بالا، حلالیت زیاد در آب و تحرک فراوان در خاک، مقابله با آن به ویژه در غلظت های زیاد در خاک به دلیل اختلالاتی که از نظر سلامتی انسان و پایداری اکوسیستم ممکن است در پی داشته باشد، مدیریت ویژه ای را طلب می کند (پرونت[1] و همکاران، ۲۰۰۰). گیاهان با آنکه به کادمیم نیازی ندارند، می توانند مقدار های به نسبت بالایی از آن را از محیط رشد خود، بدون کاهش عملکرد یا بروز نشانه سمیت جذب کنند (لی[2] و همکاران، ۲۰۰۶). کادمیمی که از این طریق وارد چرخه غذایی می شود حتی در غلظت‌های بالا برای خود گیاه غیر سمی بوده، اما برای مصرف کننده اعم از انسان و دام ایجاد مسمومیت می کند (پرینس[3] و همکاران، ۲۰۰۲). هرچه محصول زراعی رشد یافته در خاک های آلوده در الگوی غذایی انسان سهم مهمتری داشته باشد، انتقال کادمیم به انسان سریعتر و ابعاد موضوع مهمتر خواهد بود. بررسی های انجام شده نشان می دهد که مسیر اصلی انتقال کادمیم به انسان، مصرف سبزیجاتی است که از اجزای مهم الگوی غذایی به شمار می آیند و به هنگام رشد در خاک های آلوده به کادمیم مقادیر زیادی از آن را در خود انباشته می کنند (لهوزکی[4] و همکاران، ۱۹۹۸). مسیر دیگر زنجیره گیاه- دام- انسان است، بدین صورت که گیاه علوفه ای با ویژگی انباشتگری کادمیم، بوسیله دام

[1]- Perronnet
[2]- Li
[3]- Prince
[4]- Lehoczky

مصرف شده و کادمیم منتقل شده به بدن دام با مصرف محصولات دامی در نهایت به انسان منتقل خواهد شد (ووانا و اکی ایمن[1]، ۲۰۱۰). البته نباید از سایر روش ها از جمله، تماس مستقیم انسان با خاک های آلوده و تنفس ریزگرد های برخاسته از چنین خاک هایی نیز غافل شد، ضمن اینکه مسیر انتقال کادمیم از خاک به منابع آب زیر زمینی و از منابع آب زیر زمینی بطور مستقیم به انسان یا از طریق آبیاری محصولات با آب آلوده به زنجیره غذایی و سپس انسان نیز از مسیرهایی است که در مدیریت جامع مقابله با کادمیم باید به آن توجه داشت (ووانا و اکی ایمن، ۲۰۱۰). ورود کادمیم به بدن انسان منجر به بیماری های متعددی از جمله، بیماری های استخوانی، نارسایی کلیه و کبد و ریه ها، کم خونی، و فشار خون می شود (جکسون و آلووی[2]، ۱۹۹۲). مسئله حائز اهمیت دیگر این است که با افزایش غلظت کادمیم محلول در خاک، به دلیل وجود رابطه ضدیتی بین کادمیم و روی احتمال کمبود روی همزمان با انباشته شدن کادمیم در گیاه تشدید می شود. برخلاف کادمیم که سمی بوده و برای سلامت مصرف کنندگان خطرناک است، روی یک عنصر مهم و حیاتی است (تسوکاهارا[3] و همکاران، ۲۰۰۳). امروزه کمبود روی به عنوان یکی از مشکلات جدی سوء تغذیه انسان در عرصه جهانی به ویژه در کشورهای در حال توسعه به شمار می رود (خوش گفتار منش[4] و همکاران، ۲۰۰۱ ؛ ولچ[5]، ۲۰۰۲). رابطه میان مقدار کم غلظت روی در خاک و گیاه و در نتیجه کمبود آن در انسان به تازگی مورد توجه قرار گرفته است (ساناندا[6] و همکاران، ۱۹۹۵).

جهت مقابله اصولی و مدیریت کارامد کادمیم، باید منابع کادمیم خاک های آلوده شناسایی شود. به طور ساده معادله تراز توده فلزات سنگین در خاک را می توان به

[1] -Wuana and Okieman
[2]- Jackson and Alloway
[3]- Tsukahara
[4]- Khoshgoftarmanesh
[5]- Welch
[6]- Sunanda