دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

تاثیر کود گاوی و کمپوست زباله شهری بر جذب فلزات سنگین و فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاهو در یک خاک آلوده

پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی

فرشاد کاظمی

استاد راهنما

دکتر حسین شریعتمداری

۱۳۹۲

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته خاک‌شناسی آقای فرشاد کاظمی

تحت عنوان

تاثیر کود گاوی و کمپوست زباله شهری بر جذب فلزات سنگین و فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاهو در یک خاک آلوده

در تاریخ ۱۳۹۲/۱۰/۴ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر حسین شریعتمداری
۲- استاد مشاور پایان نامه	دکتر امیرحسین خوشگفتارمنش
۳- استاد داور پایان نامه	دکتر مهران شیروانی
۴- استاد داور پایان نامه	دکتر پرویز احسان زاده
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمد مهدی مجیدی

سپاس و قدردانی

سپاس را خداوندی سزاست که دریای الطاف نامتناهیش را ساحلی و ژرفای مهربانیش را انتهایی نیست. امروز که با استعانت از کرامات نامتناهیش دوره‌ای دیگر از زندگی‌ام با تمام خوشی‌ها و شیرینی‌هایش به پایان رسید و نقطه‌ای دیگر بر پایان خطی دیگر از کتاب زندگی‌ام گذاشته شد تا خطی جدید در زندگی‌ام آغاز شود، وظیفهٔ خود می‌دانم تا از تمام کسانی که در ساختن خاطراتم در این دوره نقش داشتند، صمیمانه سپاس گزاری کنم.

از خانواده بسیار عزیز و بزرگوارم که ارزش‌های زندگی را به من آموختند، همواره پشتیبان من بودند و اکنون نیز وجودشان استوار کننده قدم هایم است صمیمانه سپاس گزاری می‌کنم، باشد که در آینده بتوانم گوشه‌ای از زحمات ایشان را جبران کنم.

با تمام وجود از مقام استاد گران مایه آقای دکتر شریعتمداری که در نهایت لطف و بزرگواری تمامی سعی و تلاش خود را در جهت اعتلای واقعی ارزش‌های آموزشی در کالبد هدایت‌ها و رهنمودها نسبت به اینجانب مبذول فرموده اند، کمال قدردانی را می‌نمایم.

از محضر استاد گرامی جناب آقای دکتر خوشگفتارمنش که مشاورت اینجانب را بر عهده داشتند و افتخار شاگردی را به اینجانب عطا فرمودند نهایت تشکر را دارم.

از اساتید محترم آقایان دکتر شیروانی و دکتر احسان‌زاده که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را تقبل کردند کمال تشکر را دارم.

از دیگر اساتید گروه خاکشناسی آقایان دکتر جلالیان، دکتر افیونی، دکتر حاج عباسی، دکتر خادمی، دکتر نوربخش، دکتر مصدقی، دکتر ایوبی و خانم دکتر سپهری که در دوران کارشناسی ارشد افتخار حضور در کلاسهای ایشان را داشتم و هم چنین کارشناسان گروه خاکشناسی آقایان مهندس مللی، مهندس شاه‌سنایی و مهندس رضایی که از حضور ایشان بسیار بهره بردم سپاسگزاری می‌نمایم.

در پایان یاد و خاطر دوستان و همکلاسی‌های عزیزم در دوره کارشناسی ارشد آقایان سلیمان‌زاده، منجشیرینی، مفتیان، والایی، مرادی نسب، شاهمرادی، علی‌بخشی، فیروز، حقیقی، موهبت، اسداله‌زاده، مدرسی، جهاندیده، رحمانی، شهابی‌نژاد، فلاح‌گاوبندان، فلاحتی‌مروست، مبینی، مرادی، کیمیایی، شهیم، داوودی، عظیم‌زاده، نجفی، موسوی و رضایی و سایر همکلاسیهایم را گرامی داشته و برای تمامی آنان سلامت، سعادت و پیروزی را از درگاه خداوند متعال خواهانم.

فرشاد کاظمی

زمستان۱۳۹۲

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این
پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به بهترین‌های زندگی‌ام :

پدر و مادر مهربانم:

دو سپیدار سبز، دو زلال پاک اندیش

که وجودشان بهانه زندگیم است و عطر دعاهایشان اعتبار زیستنم.

برادران و خواهران عزیزم:

حامیان استوار روزهای زندگیم،

که همیشه همراه من بودند و به من انگیزه و پیشرفت

را هدیه کردند.

فهرست مطالب

عنوان ..... **صفحه**

فهرست مطالب.....هشت

فهرست جداول.....یازده

فهرست اشکال..... چهارده

فهرست پیوست‌ها..... شانزده

چکیده.....۱

فصل اول:مقدمه و بررسی منابع

۱-۱-مقدمه ۲

۱-۲- معادن سرب و روی ایران ۵

۱-۳- کانسارهای سرب و روی ایران ۵

۱-۴- فلزات سنگین ۶

۱-۴-۱- سرب.....۶

۱-۴-۲- روی ۱۱

۱-۴-۳- کادمیوم ۱۱

۱-۵- تحرک و جابه جایی فلزات سنگین ۱۳

۱-۶-کودهای آلی.....۱۴

۱-۶-۱- کمپوست ۱۵

۱-۶-۲- اثر کودهای آلی بر جذب فلزات سنگین توسط گیاه ۱۵

۱-۷- کاهو ۱۵

۱-۷-۱- زمان کاشت کاهو.....۱۶

۱-۷-۲- خواص دارویی ۱۶

۱-۸- مکانیسم‌های مقاومت به فلزات سنگین ۱۷

۱-۸-۱- آنتی‌اکسیدان‌ها ۱۷

۱-۹- تنش اکسیداتیو ۱۸

۱-۱۰- ضرورت انجام تحقیق.....۱۸

۱-۱۱- فرضیات ۱۹

۱-۱۲- اهداف ۱۹

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- نمونه برداری از خاک آلوده طبیعی ۲۰
۲-۲- نمونه برداری از خاک غیر آلوده ۲۱
۲-۳- تجزیه های آزمایشگاهی اولیه خاک ۲۱
۲-۴- تهیه و آماده سازی کودهای آلی ۲۱
۲-۵- تجزیه‌های آزمایشگاهی کودهای آلی ۲۱
۲-۶- آلوده سازی نمونه‌های خاک ۲۲
۲-۷- اضافه کردن تیمارها ۲۲
۲-۸- انکوباسیون تیمارها ۲۲
۲-۹- کاشت گیاه ۲۲
۲-۱۰- برداشت گیاه ۲۳
۲-۱۱- اندازه گیری‌های پس از برداشت ۲۳
۲-۱۱-۱- اندازه گیری قابلیت زیست فراهمی فلزات خاک برای گیاه ۲۳
۲-۱۱-۲- تجزیه گیاه ۲۳
۲-۱۱-۳- پاسخ آنتی اکسیدانی آنزیمی ۲۴
۲-۱۱-۴- فعالیت آنزیم پراکسیداز ۲۴
۲-۱۱-۵- فعالیت آنزیم کاتالاز ۲۴
۲-۱۲- طرح آماری و تیمارهای آزمایش ۲۵
۲-۱۳- پردازش اطلاعات ۲۵

فصل سوم :نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه ۲۶
۳-۲- برخی خصوصیات کودهای آلی ۲۷
۳-۳- عملکرد وزن خشک شاخساره ۲۸
۳-۳-۱- اثر تیمار کود آلی بر عملکرد وزن خشک شاخساره ۲۹
۳-۳-۲- رقم کونکو ایستادور ۲۹

۳-۳-۳- رقم گریزلی ۳۱
۳-۴- عملکرد وزن خشک ریشه ۳۲
۳-۴-۱- اثر تیمار کود آلی بر عملکرد وزن خشک ریشه ۳۳
۳-۴-۲- رقم کونکو ایستادور ۳۳
۳-۴-۳- رقم گریزلی ۳۵
۳-۵- غلظت سرب، روی و کادمیوم در شاخساره ۳۶
۳-۵-۱- سرب در شاخساره ۳۶
۳-۵-۲- روی در شاخساره ۴۰
۳-۵-۳- کادمیوم در شاخساره ۴۴
۳-۶- غلظت سرب، روی و کادمیوم در ریشه ۴۹
۳-۶-۱- غلظت سرب در ریشه ۴۹
۳-۶-۲- غلظت روی در ریشه ۵۲
۳-۶-۳- غلظت کادمیوم در ریشه ۵۶
۳-۷- غلظت سرب، روی و کادمیوم قابل جذب در خاک ۵۹
۳-۷-۱- غلظت سرب قابل جذب خاک ۵۹
۳-۷-۲- غلظت روی قابل جذب ۶۲
۳-۷-۳- غلظت کادمیوم قابل جذب خاک ۶۵
۳-۸- فعالیت آنزیم های پراکسیداز و کاتالاز در برگ دو رقم کاهو ۶۸
۳-۸-۱- فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ ۶۸
۳-۸-۲- فعالیت آنزیم کاتالاز برگ ۷۲

فصل چهارم :نتیجه گیری

۴-۱- نتیجه گیری ۷۶
۴-۲- پیشنهادات ۷۷
پیوست‌ها ۷۸
منابع ۸۱

فهرست جداول

عنوان ..... **صفحه**

جدول۳-۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه قبل از کاشت..... ۲۷

جدول۳-۲. برخی خصوصیات کمپوست زباله شهری و کود گاوی..... ۲۸

جدول۳-۳. نتایج تجزیه واریانس وزن خشک شاخساره دو رقم کاهو..... ۲۹

جدول۳-۴. مقایسه میانگین عملکرد وزن خشک شاخساره کاهو رقم کونکوایستادور، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی..... ۳۰

جدول۳-۵. مقایسه میانگین عملکرد وزن خشک شاخساره کاهو رقم گریزلی، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی..... ۳۱

جدول۳-۶. نتایج تجزیه واریانس وزن خشک ریشه دو رقم کاهو..... ۳۳

جدول۳-۷. مقایسه میانگین عملکرد وزن خشک ریشه کاهو (رقم کونکوایستادور)، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی..... ۳۴

جدول۳-۸. مقایسه میانگین عملکرد وزن خشک ریشه کاهو رقم گریزلی، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاو..... ۳۵

جدول۳-۹. نتایج تجزیه واریانس غلظت سرب در شاخساره دو رقم کاهو..... ۳۷

جدول۳-۱۰. مقایسه میانگین غلظت سرب در شاخساره کاهو رقم کونکوایستادور، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی..... ۳۸

جدول۳-۱۱. مقایسه میانگین غلظت سرب در شاخساره کاهو رقم گریزلی، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی..... ۳۹

جدول۳-۱۲. نتایج تجزیه واریانس غلظت روی در شاخساره دو رقم کاهو..... ۴۱

جدول۳-۱۳. مقایسه میانگین غلظت روی در شاخساره کاهو (رقم کونکوایستادور)، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی..... ۴۲

جدول۳-۱۴. مقایسه میانگین غلظت روی در شاخساره کاهو رقم گریزلی، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی..... ۴۳

جدول۳-۱۵. نتایج تجزیه واریانس غلظت کادمیوم در شاخساره دو رقم کاهو..... ۴۵

جدول۳-۱۶. مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در شاخساره کاهو رقم کونکوایستادور، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی..... ۴۶

جدول۳-۱۷. مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در شاخساره کاهو رقم گریزلی، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی.....۴۷

جدول۳-۱۸. نتایج تجزیه واریانس غلظت سرب در ریشه دو رقم کاهو.....۴۹

جدول۳-۱۹. مقایسه میانگین غلظت سرب در ریشه کاهو (رقم کونکوایستادور)، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی.....۵۰

جدول۳-۲۰. مقایسه میانگین غلظت سرب در ریشه کاهو رقم گریزلی، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی.....۵۱

جدول۳-۲۱. نتایج تجزیه واریانس غلظت روی در ریشه دو رقم کاهو.....۵۳

جدول۳-۲۲. مقایسه میانگین غلظت روی در ریشه کاهو (رقم کونکوایستادور)، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی.....۵۴

جدول۳-۲۳. مقایسه میانگین غلظت روی در ریشه کاهو رقم گریزلی، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی.....۵۵

جدول۳-۲۴. نتایج تجزیه واریانس غلظت کادمیوم در ریشه دو رقم کاهو.....۵۶

جدول۳-۲۵. مقایسه میانگینهای غلظت کادمیوم در ریشه کاهو (رقم کونکوایستادور)، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی.....۵۷

جدول۳-۲۶. مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در ریشه کاهو (رقم گریزلی)، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی.....۵۸

جدول۳-۲۷. مقایسه میانگین غلظت سرب در خاک زیر کشت کاهو رقم کونکوایستادور، تحت سطوح مختلف تیمارهای آلودگی خاک و کود آلی.....۶۰

جدول۳-۲۸. مقایسه میانگین غلظت سرب در خاک زیر کشت کاهو رقم گریزلی، تحت سطوح مختلف تیمارهای آلودگی خاک و کود آلی.....۶۱

جدول۳-۲۹. مقایسه میانگین غلظت روی در خاک زیر کشت کاهو رقم کونکوایستادور، تحت سطوح مختلف تیمارهای آلودگی خاک و کود آلی.....۶۳

جدول۳-۳۰. مقایسه میانگین غلظت روی در خاک زیر کشت کاهو رقم گریزلی، تحت سطوح مختلف تیمارهای آلودگی خاک و کود آلی.....۶۴

جدول۳-۳۱. مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در خاک زیر کشت کاهو رقم کونکوایستادور، تحت سطوح مختلف تیمارهای آلودگی خاک و کود آلی.....۶۵

جدول۳-۳۲. مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در خاک زیر کشت کاهو رقم گریزلی، تحت سطوح مختلف تیمارهای آلودگی خاک و کود آلی.....۶۶

جدول۳-۳۳. نتایج تجزیه واریانس آنزیم پراکسیداز دو رقم کاهو.....۶۸

جدول۳-۳۴. مقایسه میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز (رقم کونکوایستادور)، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی.....۶۹

جدول۳-۳۵. مقایسه میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز (رقم گریزلی)، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی.....۷۱

جدول۳-۳۶. نتایج تجزیه واریانس آنزیم کاتالاز دو رقم کاهو.....۷۲

جدول۳-۳۷. مقایسه میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز (رقم کونکوایستادور)، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی.....۷۳

جدول۳-۳۸. مقایسه میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز (رقم گریزلی)، کشت شده در سه نوع خاک با سه سطح آلودگی متفاوت تحت سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود گاوی.....۷۴

فهرست اشکال

عنوان ..... **صفحه**

شکل ۳-۱. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر عملکرد وزن خشک شاخساره رقم کونکوایستادور..... ۳۰

شکل ۳-۲. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر عملکرد وزن خشک شاخساره رقم گریزلی..... ۳۲

شکل ۳-۳. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر عملکرد وزن خشک ریشه رقم کونکوایستادور..... ۳۴

شکل۳-۴. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین عملکرد وزن خشک ریشه در رقم گریزلی..... ۳۶

شکل۳-۵.تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت سرب شاخساره رقم کونکوایستادور..... ۳۹

شکل ۳-۶. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت سرب شاخساره رقم گریزلی..... ۴۰

شکل ۳-۷. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت روی شاخساره رقم کونکوایستادور..... ۴۳

شکل۳-۸تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت روی شاخساره رقم گریزلی..... ۴۴

شکل۳-۹. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت کادمیوم شاخساره در رقم کونکوایستادور ۴۷

شکل ۳-۱۰. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت کادمیوم شاخساره رقم گریزلی..... ۴۸

شکل۳-۱۱. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت سرب ریشه رقم کونکوایستادور..... ۵۱

شکل۳-۱۲. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت سرب ریشه رقم گریزلی..... ۵۲

شکل۳-۱۳. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت روی ریشه رقم کونکوایستادور..... ۵۴

شکل۳-۱۴. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت روی ریشه رقم گریزلی.....۵۵

شکل۳-۱۵. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت کادمیوم ریشه رقم کونکوایستادور.....۵۸

شکل۳-۱۶. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت کادمیوم ریشه رقم گریزلی.....۵۹

شکل۳-۱۷.تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت سرب قابل جذب خاک تحت کشت کاهو رقم کونکوایستادور.....۶۰

شکل۳-۱۸.تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت سرب قابل جذب خاک تحت کشت کاهو رقم گریزلی.....۶۲

شکل۳-۱۹. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت روی قابل جذب خاک تحت کشت کاهو رقم کونکوایستادور.....۶۳

شکل۳-۲۰. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت روی قابل جذب خاک تحت کشت کاهو رقم گریزلی.....۶۵

شکل۳-۲۱. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت کادمیوم قابل جذب در خاک تحت کشت کاهو رقم کونکوایستادور.....۶۶

شکل۳-۲۲. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین غلظت کادمیوم قابل جذب در خاک تحت کشت کاهو رقم گریزلی.....۶۷

شکل۳-۲۳.تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز شاخساره کاهو رقم کونکوایستادور (µmol/mingfw) ۷۰

شکل۳-۲۴.تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز شاخساره کاهو رقم گریزلی (µmol/mingfw) ۷۱

شکل۳-۲۵.تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز برگ کاهو رقم کونکوایستادور (µmol/mingfw) ۷۴

شکل۳-۲۶.تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز برگ کاهو رقم گریزلی (µmol/mingfw) ۷۵

فهرست پیوست‌ها

عنوان ..... **صفحه**

شکل۵-۱. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین جذب سرب شاخساره رقم کونکوایستادور.....۷۸

شکل۵-۲. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین جذب سرب شاخساره رقم گریزلی.....۷۸

شکل۵-۳. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین جذب روی شاخساره رقم کونکوایستادور.....۷۹

شکل۵-۴. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین جذب روی شاخساره رقم گریزلی.....۷۹

شکل۵-۵. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین جذب کادمیوم شاخساره در رقم کونکوایستادور..... ۸۰

شکل۵-۶. تاثیر برهمکنش سطوح آلودگی خاک، کود آلی و سطوح کودی بر میانگین جذب کادمیوم شاخساره رقم گریزلی.....۸۰

چکیده

خاک یکی از منابع طبیعی مهم و زیست بوم موجودات زنده می‌باشد. فعالیت‌های انسانی از جمله کشاورزی، فعالیت‌های صنعتی و استخراج معادن منجر به تخریب خاک می‌شوند. در این راستا، حضور انواع آلاینده‌های آلی و معدنی در خاک، یکی از چالش‌هایی است که انسان با آن روبرو می‌باشد. از میان آلایندها فلزات سنگین به دلیل غیر قابل تجزیه بودن و اثرات فیزیولوژیکی بر موجودات زنده و در پی آن تهدید سلامت انسان از طریق ورود به زنجیره غذایی در غلظت‌های کم نیز دارای اهمیت می‌باشند. از جمله این فلزات می‌توان به سرب، روی و کادمیم اشاره کرد. سلامت خاک‌های کشاورزی نقش بزرگی در سلامت جامعه بازی می‌کند زیرا محصولات کشاورزی جایگاهی اساسی در برنامه غذای افراد دارند. از این جهت رفع آلودگی‌های خاک از اهمیت زیادی برخوردار است. کاهش قابلیت دسترسی فلزات سنگین توسط مواد آلی برای جذب توسط گیاه که نوعی تثبیت عناصر سنگین در محیط ریشه است را هوموسی شدن گویند که از طریق باند شدن این فلزات با گروه‌های کربوکسیل هومیک اسید صورت می‌گیرد. منابع تأمین مواد آلی برای خاک عمدتًا شامل کودهای دامی، بقایای گیاهی و انواع کمپوست می‌باشد. در این تحقیق تاثیر دو نوع کود آلی بر جذب فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم توسط کاهو از یک خاک آلوده طبیعی و یک خاک آلوده شده دستی مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری خاک آلوده طبیعی از معدن باما و خاک غیر آلوده از مزرعه چاه اناری دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت. مقداری از خاک غیرآلوده بصورت مصنوعی با نمک‌های نیترات سرب، روی و کلرور کادمیوم آلوده شد. این آزمایش در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت طرح فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با سه تکرار و شش تیمار انجام شد. تیمارها شامل کمپوست زباله شهری و کود گاوی هر کدام در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱ درصد کربن آلی)، دو رقم کاهو (کونکوایستادور و گریزلی) و سه خاک بودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزودن کمپوست زباله شهری و کود گاوی باعث افزایش عملکرد وزن خشک شاخساره در هر دو رقم کاهو شد. عملکرد وزن خشک شاخساره در هر دو رقم کاهو در تیمار خاک غیر آلوده بیشترین مقدار و در خاک آلوده مصنوعی کمترین مقدار بود. تیمارکمپوست زباله شهری در مقایسه با تیمارکود گاوی در رقم کونکوایستادور عملکرد وزن خشک ریشه بیشتری تولید کرد، با افزایش سطوح کودی وزن خشک ریشه کاهش یافت. تیمار کمپوست زباله شهری در مقایسه با تیمار کود گاوی باعث جذب بیشتر سرب و روی در شاخساره کاهو شد. اضافه کردن سطوح کودی به خاک باعث کاهش غلظت سرب در شاخساره هر دو رقم کاهو شد. تیمار کود گاوی در مقایسه با تیمار کمپوست زباله شهری باعث جذب بیشتر کادمیوم در شاخساره کاهو شد. اضافه کردن سطوح کودی به خاک باعث کاهش غلظت سرب در ریشه کاهو رقم کونکوایستادور شد. اضافه کردن سطوح کودی باعث کاهش غلظت روی و کادمیوم در ریشه هر دو رقم کاهو شد. فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز شاخساره هر دو رقم کاهو کشت شده در خاک غیرآلوده کمتر از کاهوی کشت شده در دو خاک آلوده بود. افزایش سطوح کودی به خاک باعث کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز شاخساره کاهو در هر دو رقم شد. فعالیت آنزیم کاتالاز درکاهوی کشت شده تحت تیمار کودگاوی بیشتر از کاهوی تحت تیمار کمپوست بود. افزایش سطوح کودی نیز باعث کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز شاخساره کاهو در رقم گریزلی شد ولی در رقم کونکوایستادور تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد.

کلمات کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، فلزات سنگین، کاهو، کود گاوی و کمپوست زباله شهری

فصل اول
مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- مقدمه

خاک به عنوان یکی از منابع طبیعی نقش مهمی در چرخه عناصر معدنی و آلی ایفا می‌کند و به عنوان یک زیست بوم پویا، امکان حیات موجودات زنده ریز و درشت را فراهم می‌سازد، لذا رفع آلودگی‌های آن از اهمیت زیادی برخوردار است [۸]. فعالیت‌هایی مانند کشاورزی و استفاده از انواع کودها و آفت-کش‌ها، استخراج معادن، دفع انواع زباله‌های صنعتی و غیرصنعتی، به صورت آگاهانه و یا ناآگاهانه، منجر به نابودی کلیدی‌ترین زیستگاه زمین، یعنی خاک می‌شود. در این راستا، حضور انواع آلاینده‌های آلی و معدنی در خاک، یکی از چالش‌هایی است که انسان با آن روبرو می‌باشد. آلاینده‌ها از جمله عوامل مختل کننده محیط زیست به شمار رفته و از میان آن‌ها فلزات سنگین به دلیل غیر قابل تجزیه بودن و اثرات فیزیولوژیکی بر موجودات زنده در غلظت‌های کم نیز حائز اهمیت شناخته شده‌اند [۱۸]. وجود فلزات سنگین در خاک باعث ایجاد شرایط محیطی نامناسب، ناکارآمد ساختن اکوسیستم خاک برای فعالیت‌های کشاورزی و از بین بردن موجودات زنده ساکن خاک می‌شود[۴۹].

خاک آلوده، خاکی است که غلظت عناصر مختلف به ویژه عناصر سنگین درآن بیشتر از غلظت این عناصر در استانداردهای جهانی باشد. از جمله این عناصر می‌توان به سرب، روی و کادمیم اشاره کرد که به خاطر توانایی بالقوه در آسیب رسانی به سلامت انسان‌ها و حیوانات در چند دهه اخیر از نظر مسائل زیست محیطی بسیار مورد توجه قرارگرفته‌اند و سعی شده از ورود آن‌ها به چرخه محیط زیست تا حد امکان جلوگیری شود. سلامت خاک‌های کشاورزی نقش بزرگی را در سلامت جامعه بازی می‌کند زیرا محصولات کشاورزی جایگاهی اساسی در برنامه غذای افراد دارند. اغلب فلزات سنگین، بر خلاف آلاینده‌های آلی، تجزیه بیولوژیکی یا شیمیایی نداشته و لذا مدت زمانی طولانی در خاک باقی می‌مانند [۵۸].

نتیجه انباشت فلزات سنگین در خاک، تهدید اکولوژیکی گیاهان و سایر جانداران در خاک‌های آلوده و در پی آن تهدید سلامت انسان از طریق ورود به زنجیره غذایی است [۱۱۳]. بنابراین، آلودگی خاک به فلزات سنگین از نظر تخریب اکوسیستم‌های طبیعی و ایجاد سمیت برای انسان‌ها، حیوانات و گیاهان اهمیت دارد.

غلظت سرب در خاک‌ها بین ۱ تا ۲۰۰ میلی‌گرم برکیلوگرم و به طور متوسط ۱۵ میلی‌گرم برکیلوگرم و حد بحرانی آن ۵۰ میلی‌گرم برکیلوگرم می‌باشد [۹۱]. غلظت روی در خاک بین ۱۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و مقدار متوسط آن ۵۰ و حد بحرانی آن ۱۲۵ تا ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد [۵۶]. در مورد کادمیم، به طور کلی اکثر خاک‌های غیرآلوده غلظت‌های کمتر از ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم را دارند و غلظت بحرانی آن در خاک ۱/۵ تا ۲/۵ میلی‌گرم برکیلوگرم است [۳۹]. هر کدام از این عناصر اگر بیش از حد معمول وارد چرخه غذایی انسان شوند از لحاظ سلامتی بسیار خطر ساز خواهند بود. به عنوان مثال 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 صورت عدم درمان و جلوگیری از آلودگی بیشتر به مرگ منتهی می‌شود [۱۳]. اگر مصرف روی دربدن انسان از حد معمول آن (۲ میلی گرم در روز) بالاتر رود ایجاد مسمومیت می‌کند. تحت چنین شرایطی دستگاه ایمنی بدن خوب کار نمی‌کند و احتمال ابتلا به آسم بسیار زیاد می‌شود. تهوع، استفراغ و سرطان پوست از دیگر علائم مسمومیت روی است [۶]. مهمترین اثرات سوء کادمیم، تجمع مزمن آن در قشر رویی کلیه بوده و زمانی که غلظت آن به ۲۰۰ میکروگرم در هر کیلوگرم وزن کلیه برسد، سبب از کار افتادن مجاری کلیوی می‌شود. نرم شدن استخوان ها به واسطه اختلال در موازنه کلسیم و فسفر از دیگر علائم مسمومیت کادمیم می‌باشد [۹۹].

با توجه به مشکلات نام برده در رابطه با ورود فلزات سنگین به خاک، تدابیر مختلفی نیز جهت حفظ کیفیت خاک صورت گرفته است. یکی از این موارد، استفاده از مواد آلی به عنوان نمونه‌ای از اجزای خاک می‌باشد [۶۷].

در اقلیم خشک و نیمه خشک که قسمت عمده ایران را نیز شامل می‌شود، عدم وجود پوشش گیاهی کافی و مناسب موجب کاهش بازگشت بقایای گیاهی به خاک و درنتیجه کمبود مواد آلی شده است. از آنجایی که مقدار مواد آلی در بیش از ۶۰ درصد خاک‌های زیر کشت کشور، کمتر از یک درصد و در بخش قابل توجهی از آنها کمتر از نیم درصد می باشد، لازم است در راستای کشاورزی پایدار نسبت به تأمین سطح مطلوب این مواد در خاک جهت دستیابی به عملکرد بهینه اقدام شود که یکی از راه‌های موثر جهت نیل به این مقصود کاربرد کود های آلی می‌باشد [۱].

از طرف دیگر کشاورزان مدام در تلاشند تا با تامین نیاز غذایی گیاه بویژه از طریق مصرف کودهای شیمیایی، تولید محصول را تا حد امکان افزایش دهند. رشد سریع جمعیت، کشاورزی متراکم و صنعتی شدن سبب تولید مقادیر زیادی ضایعات آلی از جمله کودهای دامی و زباله‌های شهری و صنعتی می‌شود که اغلب سوزانده یا دفن می‌گردند [۱]. این امر موجب آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی گشته و خطری جدی برای سلامت جامعه محسوب می‌شود [۴۴]. که این امر باعث، وارد شدن آلاینده‌ها از جمله فلزات سنگین به زنجیره غذایی و نفوذ به بدن موجودات زنده و به خصوص انسان می‌شود [۳۳].

معمول ترین روش‌های تبدیل مواد زائد آلی به کودهای آلی، تهیه کمپوست و ورمی‌کمپوست می-باشد [۵۲]. در حالی که کمپوست و ورمی‌کمپوست بعنوان کود آلی از جایگاه خاصی در مدیریت پایدار برخوردار می‌باشند [۱]، مواد آلی نقش قابل ملاحظه‌ای در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و تامین برخی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه داشته و می‌توان از آنها برای اصلاح ویژگی‌های نامطلوب خاک و افزایش پایداری محصول استفاده کرد [۲۷]. از زمان‌های گذشته بقایا و پسماندهای آلی سنتی مانند کود دامی و بقایای محصولات، معمولا بعنوان اصلاح کننده‌های خاک و منبع عناصر غذایی، در خاک‌های کشاورزی بکار رفته است. تحقیقات زیادی نشان داده است که کودهای آلی بدلیل بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک باعث ارتقاء کیفیت خاک می‌شوند [۵۰]. همین طور احتمال آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از این کودها در مقایسه با کودهای شیمیایی کمتر است [۱۰۱]. مصرف کودهای آلی نظیر لجن فاضلاب بدلیل غنی بودن از عناصر پرمصرف و کم مصرف مورد توجه قرار گرفته است. این عمل می‌تواند نقش موثری در افزایش عملکرد محصولات در واحد سطح داشته باشد و علاوه بر تعدیل زیان‌های ناشی از کمبود مواد آلی سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیز گردد [۱]. البته خطرات احتمالی اضافه کردن پسماندهای آلی به زمین‌های کشاورزی نیز باید قبل از ارزش کودی و

اقتصادی آن مورد ارزیابی قرار گیرد. یکی از مواردی که باید به آن توجه خاص شود، وجود فلزات سنگین در پسماندهای آلی است [۳۵، ۴۵و ۸۱]. لجن فاضلاب و کمپوست بسته به منبع، اغلب دارای مقادیر نسبتا زیادی عناصر سنگین نظیر کادمیوم، سرب و نیکل می‌باشند. هنگامی که این مواد به زمین اضافه می‌شود، گیاه همراه با عناصر غذایی مورد نیاز، این عناصر سمی را جذب و وارد زنجیره غذایی انسان و حیوان می‌کند [۳۹]. میزان زیاد این فلزات در غذای انسان سمی بوده و ایجاد بیماری‌های حاد و مزمن می‌نماید. در بین عناصر سنگین کادمیوم و سرب به دلیل نیمه عمر طولانی آن‌ها در بدن انسان و حیوانات از اهمیت زیادی برخوردارند.

۱-۲- معادن سرب و روی ایران

براساس آخرین آمار وزارت صنایع و معادن، هم اکنون ۴۳ معدن سرب و روی در سراسر ایران پراکنده است که فقط ۲۶ فقره از این معادن با حدود ۲۲۳ میلیون تن ذخیره قطعی فعال است. سالانه فقط ۱/۲ میلیون تن از این ماده معدنی به استخراج می‌رسد که این میزان، فقط ۰/۵ درصد از ذخایر سرب و روی کشور است. حدود ۳ درصد ذخایر جهانی سرب و روی در مهم‌ترین معادن ایران قرار دارد و کشورمان هم اکنون با تولید ۰/۵۷ درصد سرب جهان، مقام بیست و سوم تولید دنیا و با تولید ۲/۱۲ درصد روی جهان، رتبه پانزدهم تولید روی جهان را در اختیار دارد.

معادن سرب و روی انگوران زنجان، نخلک اصفهان و مهدی‌آباد یزد، کوشک بافق و آهنگران ملایر، از مهم‌ترین معادن سرب و روی کشور هستند. به جز ۲ معدن از معادن فعال کشور که دولتی هستند، بقیه معادن توسط بخش خصوصی و تعاونی مورد بهره‌برداری قرار دارد.

۱-۳- کانسارهای سرب و روی ایران

کانی‌های سرب و روی اغلب بصورت مخلوط و کانسارها دیده می‌شوند. کانسارهای سرب و روی ایران داخل چند کمربند مهم واقع شده‌اند که کمربند یزد ـ گلپایگان، طبس ـ نای‌بند، انارک ـ یزد و آذربایجان از آن جمله هستند. مهم‌ترین کانسارهای سرب ایران عبارتند از معدن سرب و روی انگوران، ایرانکوه و کوشک. ذخیره قطعی معدن سرب و روی انگوران ۹ میلیون تن و ذخیره احتمالی آن ۱۳ میلیون تن گزارش شده است و عیار روی آن ۲۵ تا ۳۰ درصد و عیار سرب این معدن ۳ تا ۶ درصد است. معدن«انگوران» از نظر عیار بالا ، از معادن نادر در جهان است. این معدن که یکی از این دو معدن دولتی کشور است، از بزرگترین معادن سرب و روی دنیا محسوب شده و بیشترین حجم سرب و روی استخراجی کشور از این معدن صورت می‌گیرد. استخراج معادن و استفاده از ذخایر برای پیشرفت‌های صنعتی و اقتصادی برای هر کشور امری ضروری است. اما در کنار آن باید به مسائل زیست محیطی معادن توجه کرد تا سلامت نسل‌های آینده به خطر نیافتد [۱۱].

۱-٤- فلزات سنگین

فلزات سنگین عناصری هستند که چگالی اتمی آنها بیشتر از ۵/۳ گرم بر سانتی متر مکعب است [۲۶]. برخی از این فلزات مانندZn، Mn، Fe و Cu برای جانداران لازم هستند که از عناصر کم مصرف و ضروری برای تغذیه و رشد گیاهان، حیوانات و انسان محسوب می‌شوند و وجود غلظت‌های مناسبی از آن‌ها در بافت‌های گیاهان نه تنها برای رشد و عملکرد مطلوب گیاهان بلکه در زنجیره غذایی برای رشد و سلامتی حیوانات و انسان ضروری است [۵۳]. برخی دیگر از فلزات سنگین همچون کادمیوم و سرب برای جانداران ضروری نیستند. هر دو گروه از فلزات سنگین (ضروری و غیرضروری برای جانداران) در غلظت های زیاد (بیشتر از غلظت آستانه) برای گیاهان، جانوران و انسان سمی هستند [۲۳، ۲۶و ۳۹]. حضور فلزات سنگین در خاک توسط فعالیت‌های صنعتی که اغلب با ضایعات کارخانه و یا به صورت گرد و غبار وارد محیط زیست شده، خطر بزرگی برای محیط زیست محسوب می‌شود [۲۸].

بسیاری از محققان آثار شدید آلودگی فلزات سنگین بر جمعیت میکربی خاک را اثبات کرده‌اند. میکروارگانیسم ها و از جمله باکتری‌ها برای رشد به برخی از فلزات احتیاج دارند، اگرچه اغلب این فلزات سمی‌اند ولی در مقادیر کم برای حیات لازم و ضروری محسوب می‌شوند [۷۵].

۱-٤-۱- سرب

سرب با عدد اتمی ۸۲ فلزی براق با رنگ خاکستری مایل به آبی است. بیشتر سرب مورد استفاده در صنایع از سنگ معدن و بعد از آن از آهن قراضه‌های بازیافتی بدست می‌آید. سرب از نظر انتشار گسترده-ترین عنصر سنگین و سمی در محیط زیست است و مقدار طبیعی آن در آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها ۱ تا ۱۰ میکروگرم در لیتر می‌باشد [۲]. میزان این فلز در پوسته زمین۱۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و از نظر ترتیب سی‌وششمین عنصر فراوان پوسته زمین است و نیمه عمر آن در بدن انسان ۱۴۶۰ روز است [۹].

سمیت سرب هزاران سال است که برای انسان شناخته شده است. علیرغم شناختی که نسبت به سمیت این عنصر وجود دارد هنوز هم درگستره وسیعی از صنایع مصرف می‌شود. سرب پس از آهن دومین فلز پرمصرف صنعتی محسوب می‌شود. تماس با سرب از زمان انقلاب صنعتی رو به افزایش بوده است و در قرن اخیر به خاطر استفاده از بنزین حاوی سرب شدت گرفت، به طوری که مقدار سرب موجود در بدن انسان امروزی ۵۱۱ تا ۱۱۱۱ برابر انسان‌های قبل از دوران صنعتی شدن است. سرب در طبیعت به صورت عادی برای بازیافت، بین ۲۲۰ تا ۵۰۰۰ سال زمان لازم دارد.

سرب و ترکیبات آن شامل دو شکل آلی و معدنی می‌باشد. سرب آلی کمتر متداول بوده و از خصوصیات و اثرات بهداشتی متفاوتی نسبت به سرب معدنی برخوردار است. در کشور ما به دنبال حذف سرب از بنزین در اوایل دهه ۸۰ هجری شمسی، تماس با سرب آلی تقریباً حذف شد. تماس با