دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده علوم زراعی

گروه علوم خاک

عنوان:

تأثیر کاربرد سه تا پنج ساله کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب بر میزان سرب،کادمیوم، کروم و نیکل در خاک و اندامهای گیاه لوبیا سبز

استاد راهنما:

دکتر محمد علی بهمنیار

استاد مشاور:

دکتر همت الله پیردشتی

نگارش:

فائزه باقری سورکی

بهمن ماه ۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحيم

سپاس نامه:

سپاس بی پایان پروردگار بی همتا را که فرصت علم و دانش را ارزانیم داشت و در تمام مراحل زندگی یاریم نمود. از پدر و مادر مهربانم و خواهر عزیزم که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده از کنار غفلت هایم گذشته اند سپاسگذارم. با سپاس فراوان از استاد راهنمای فرهیخته ام جناب آقای دکتر محمد علی بهمنیار مدیریت محترم گروه علوم خاک که در طول مدت انجام این پایان نامه از رهنمودهای علمی ایشان بهره مند شدم و از استاد ارجمند، جناب آقای دکتر همت الله پیردشتی، ، که زحمت مشاوره پایان نامه را متقبل شدند کمال تشکر را دارم. از اساتید فرزانه؛ جناب آقای دکتر عمادی و آقای دکتر قاجار که زحمت داوری پایان نامه را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم. از مسئولین آزمایشگاه گروه علوم خاک جهت همکاری ایشان جهت پیشبرد این پایان نامه صمیمانه تشکر مینمایم. سپاس بی دریغ خدمت دوستان عزیزم که همیشه مراصمیمانه ومشفقانه یاری نمودند کمال تشکر را دارم، باشد که این خرد ترین ،بخشی از زحمتشان را سپاس گوید.

چکیده

به منظور بررسی وضعیت برخی فلزات سنگین (سرب، نیکل، کروم و کادمیوم) در خاک و گیاه لوبیا سبز (*Phaseolous vulgaris L.*) در اثر کاربرد ۳ تا ۵ ساله لجن‌فاضلاب و کمپوست زباله شهری، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۹۰ به اجرا درآمد. فاکتور اصلی، تیمارهای کودی در ده سطح (T_1: شاهد؛ T_2: کود شیمیایی (۴۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره، ۶۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل، ۱۲۰ کیلوگرم پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم)؛ T_3: ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار؛ T_4: ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار+ نصف کود شیمیایی؛ T_5: ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار؛ T_6: ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار+ نصف کود شیمیایی؛ T_7: ۲۰ تن کمپوست در هکتار؛ T_8: ۲۰ تن کمپوست در هکتار + نصف کود شیمیایی؛ T_9: ۴۰ تن کمپوست در هکتار؛ T_{10}: ۴۰ تن کمپوست در هکتار + نصف کود شیمیایی) و فاکتور فرعی، سال کوددهی در سه سطح (۱: مصرف در سال‌های ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۰، ۲: سالهای ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۰، ۳: سالهای ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۰) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد، اثر متقابل تیمارهای کودی و سال های مصرف بر میزان این عناصر در خاک و اندام‌های مختلف گیاه لوبیا سبز دارای اثر معنی‌دار بوده است. مصرف ۵ ساله ۴۰ تن کمپوست در هکتار همراه با نصف کود شیمیایی، سبب افزایش سرب و کروم قابل جذب خاک نسبت به شاهد شده و میزان سرب از ۰/۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۷/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و مقدار کروم از ۰/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت. کاربرد ۵ ساله ۴۰ تن لجن‌فاضلاب در هکتار همراه با کود شیمیایی سبب افزایش نیکل قابل جذب خاک نسبت به تیمار شاهد شده و مقدار آن ۹/۵۸ برابر افزایش یافت. همچنین بیشترین میزان کادمیوم قابل جذب خاک (۱/۸۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) نیز مربوط به کاربرد ۵ ساله ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار همراه با کود شیمیایی بود. این میزان نسبت به تیمار شاهد ۹/۳۶ برابر افزایش یافت. بیشترین میزان نیکل، کروم و کادمیوم کل خاک مربوط به کاربرد ۵ سال تیمارهای ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار با و بدون کود شیمیایی مشاهده شده، که به ترتیب نسبت به تیمار شاهد حدود ۳۵/۸۸، ۴۳/۷۱ درصد و ۲/۰۵۵ برابر افزایش نشان داد. بالاترین مقدار سرب کل نیز مربوط به کاربرد ۵ ساله ۴۰ تن کمپوست در هکتار + نصف کود شیمیایی بوده است که نسبت به تیمار شاهد ۳۳/۳۳ درصد افزایش داشته است. در تیمارهای مربوط به سال، مصرف کودهای آلی به صورت ۵ سال متوالی سبب بیشترین میزان و کاربرد سه سال متوالی کمترین میزان فلزات سنگین قابل جذب و کل خاک را موجب شده است. بیشترین مقدار سرب و کروم تجمع یافته در اندام‌های مختلف گیاه لوبیا سبز در تیمار ۴۰ تن کمپوست در هکتار همراه با کود شیمیایی مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد حدود ۱۶ و ۷ برابر افزایش داشته است. بالاترین میزان نیکل تجمع یافته در گیاه لوبیا سبز مربوط به کاربرد ۵ ساله تیمارهای ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار و ۴۰ تن کمپوست در هکتار با و بدون کود شیمیایی بوده است. بالاترین میزان کادمیوم در اندامهای مختلف گیاه لوبیا سبز مربوط به کاربرد ۵

ساله در تیمار ۴۰ تن لجن‌فاضلاب در هکتار به همراه کود شیمیایی مشاهده شد که افزایش ۶ برابری نسبت به تیمار شاهد داشته است. در بین اندامهای گیاهی، ریشه لوبیا سبز نسبت به غلاف و اندام‌هوایی دارای بیشترین تجمع عناصر سنگین بوده است و بالاترین میزان تجمع عناصر در تیمار ۵ سال متوالی اتفاق افتاد. کمترین میزان تجمع فلزات سنگین در اندامهای مختلف گیاه لوبیا سبز مربوط به مصرف سه سال متوالی از تیمارهای کودی می‌باشد. در نهایت بررسی‌ها نشان داد که استفاده مکرر از کودهای آلی مختلف مانند لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهری مقدار سرب، کروم، نیکل و کادمیوم قابل جذب و کل خاک و همچنین اندامهای مختلف گیاه لوبیا سبز را افزایش داده است. لذا بایستی قبل از کاربرد کودهای کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب در زمین‌های زراعی، کودها از لحاظ سلامت مورد آزمایش قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: کمپوست زباله شهری، لجن‌فاضلاب، کروم، کادمیوم، سرب، نیکل، خاک، لوبیا سبز

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه **۱**
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- فرضیات پژوهش ۴
۱-۳- اهداف این پژوهش ۴

فصل ۲: کلیات **۵**
۲-۱- فلزات سنگین ۶
۲-۱-۱- سرب ۶
۲-۱-۲-کروم ۷
۲-۱-۳-نیکل ۷
۲-۱-۴- کادمیوم ۸
۲-۲- کود های آلی ۸
۲-۲-۱ کمپوست زباله شهری ۸
۲-۲-۲ لجن فاضلاب ۱۰
۲-۲-۳ عناصر سنگین موجود در کودهای آلی ۱۰
۲-۲-۴ تجمع عناصر در اندام های مختلف گیاهی ۱۲
۲-۳-کودها و محیط زیست ۱۳
۲-۴- شرح گیاه ۱۴
۲-۴-۱- نیاز اکولوژیکی ۱۵
۲-۴-۲- آماده سازی خاک ۱۵
۲-۴-۳-فواصل کاشت ۱۶
۲-۴-۴-کاشت ۱۶
۲-۴-۵- برداشت ۱۷

فصل ۳: مروری بر تحقیقات انجام شده **۱۸**
۳-۱- اثرات کاربرد لجن فاضلاب در تجمع عناصر سنگین در خاک و گیاه ۱۹
۳-۲- اثرات کاربردکمپوست زباله شهری در تجمع عناصر سنگین در خاک و گیاه ۲۴

فصل ۴: مواد و روشها **۲۸**
۴-۱- محل انجام آزمایش ۲۹
۴-۲- شرح تیمارها ۲۹
۴-۳- آماده سازی زمین و کاشت گیاه ۳۰
۴-۴- عناصر سنگین گیاه ۳۰
۴-۵- عناصر سنگین تبادلی خاک ۳۱

۴-۶- عناصر سنگین کل خاک ۳۱

فصل ۵: نتایج و بحث **۳۳**

۵-۱- عناصر سنگین قابل جذب خاک ۳۴
۵-۱-۱- سرب قابل جذب خاک ۳۴
۵-۱-۲- نیکل قابل جذب خاک ۳۷
۵-۱-۳- کروم قابل جذب خاک ۳۹
۵-۱-۴-کادمیوم قابل جذب خاک ۴۰
۵-۲- عناصر سنگین کل خاک ۴۲
۵-۲-۱- سرب کل خاک ۴۳
۵-۲-۲- نیکل کل خاک ۴۴
۵-۲-۳-کروم کل در خاک ۴۶
۵-۲-۴- کادمیوم کل خاک ۴۷
۵-۳- عناصر سنگین در گیاه لوبیا سبز ۴۹
۵-۳-۱- ریشه ۴۹
۵-۳-۱-۱- سرب ۵۰
۵-۳-۱-۲- نیکل ۵۱
۵-۳-۱-۳- کروم ۵۳
۵-۳-۱-۴- کادمیوم ۵۴
۵-۳-۲- اندام هوایی لوبیا سبز ۵۶
۵-۳-۲-۱- سرب ۵۶
۵-۳-۲-۲- نیکل ۵۸
۵-۳-۲-۳- کروم ۵۹
۵-۳-۲-۴- کادمیوم ۶۱
۵-۳-۳- غلاف لوبیا سبز ۶۴
۵-۳-۳-۱- سرب ۶۴
۵-۳-۳-۲- نیکل ۶۷
۵-۳-۳-۳- کروم ۶۸
۵-۳-۳-۴- کادمیوم ۷۰
۵-۴- فاکتور غلظت ۷۲
۵-۵- نتیجه گیری ۷۶
۵-۶- پیشنهادات ۷۷

فصل ۶: منابع **۷۸**

فهرست جداول

جدول(۱-۲) حد مجاز فلزات سنگین در کمپوست

جدول(۳-۱) استانداردهای فلزات سنگین و مواد آلی در کمپوست و کمپوست پاک (چانی و رایان ۱۹۹۳) ۲۶

جدول (۴-۱) برخی خصوصیات شیمیایی لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک مورد استفاده ۳۲

جدول(۵-۱) تجزیه واریانس(میانگین مربعات) سرب، کروم، نیکل و کادمیوم قابل جذب خاک لوبیا سبز در تیمارهای مختلف کودی و سالهای مصرف ۳۴

جدول (۵-۲) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سالهای مصرف بر میزان سرب تبادلی (میلی گرم در کیلوگرم) ۳۵

جدول (۵-۴) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سالهای مصرف بر میزان نیکل تبادلی (میلی گرم در کیلوگرم) ۳۷

جدول (۵-۶) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سالهای مصرف بر میزان کروم تبادلی (میلی گرم در کیلوگرم) ۴۰

جدول (۵-۸) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سالهای مصرف بر میزان کادمیوم تبادلی (میلی گرم در کیلوگرم) ۴۱

جدول (۵-۱۰) ضرایب همبستگی سرب، نیکل، کروم و کادمیوم قابل جذب و کل خاک ۴۲

جدول (۵-۱۱) تجزیه واریانس(میانگین مربعات) سرب، کروم، نیکل و کادمیوم کل خاک لوبیا سبز در تیمارهای مختلف کودی و سالهای مصرف ۴۳

جدول (۵-۱۲) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سالهای مصرف بر میزان سرب کل (میلی گرم در کیلوگرم) ۴۴

جدول (۵-۱۴) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سالهای مصرف بر میزان نیکل

کل (میلی گرم در کیلوگرم) ۴۵

جدول (۵-۱۶) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سالهای مصرف بر میزان کروم کل (میلی گرم در کیلوگرم) ۴۶

جدول (۵-۱۸) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سالهای مصرف بر میزان کادمیوم کل (میلی گرم در کیلوگرم) ۴۸

جدول (۵-۲۰) تجزیه واریانس(میانگین مربعات) سرب، کروم، نیکل و کادمیوم ریشه لوبیا سبز در تیمارهای مختلف کودی و سالهای مصرف ۵۰

جدول (۵-۲۱) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان سرب (میلی گرم در کیلوگرم ریشه) ۵۱

جدول(۵-۲۳) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان نیکل(میلی گرم در کیلوگرم) ریشه ۵۲

جدول (۵ -۲۵) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان کروم(میلی گرم در کیلوگرم) ریشه ۵۴

جدول (۵-۲۷) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان کادمیوم (میلی گرم در کیلوگرم) ریشه ۵۶

جدول(۵-۲۹) ضرایب همبستگی سرب، نیکل، کروم و کادمیوم قابل جذب خاک و ریشه گیاه لوبیا سبز

جدول (۵-۳۰) تجزیه واریانس(میانگین مربعات) سرب، کروم، نیکل و کادمیوم اندامهوایی لوبیا سبز در تیمارهای متلف کودی و سال مصرف ۵۷

جدول(۵-۳۱) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان سرب (میلی گرم در کیلوگرم) اندام هوایی ۵۸

جدول (۵-۳۳)مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان نیکل (میلی گرم در کیلوگرم) اندام هوایی ۶۰

جدول (۵-۳۵) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان

کروم(میلی گرم در کیلوگرم) اندام هوایی ۶۱

جدول(۵-۳۷) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان کادمیوم(میلی گرم در کیلوگرم) اندام هوایی ۶۳

جدول (۵-۳۹) ضرایب همبستگی سرب، نیکل، کروم و کادمیوم قابل جذب خاک و ریشه گیاه لوبیا سبز ۶۴

جدول(۵ -۴۰) تجزیه واریانس(میانگین مربعات) سرب، کروم، نیکل و کادمیوم غلاف لوبیا سبز در تیمارهای مختلف کودی و سال مصرف ۶۵

جدول(۵ -۴۱) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان سرب(میلی گرم در کیلوگرم) غلاف ۶۶

جدول(۵ -۴۳) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان نیکل(میلی گرم در کیلوگرم) غلاف ۶۷

جدول(۵-۴۵) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان کروم(میلی گرم در کیلوگرم) غلاف ۶۹

جدول (۵-۴۷) مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال مصرف بر میزان کادمیوم(میلی گرم در کیلوگرم) غلاف ۷۰

جدول(۵ -۴۹) ضرایب همبستگی سرب، نیکل، کروم و کادمیوم قابل جذب خاک و ریشه گیاه لوبیا سبز ۷۱

جدول (۵-۵۰) فاکتور غلطت جذب و انتقال سرب، نیکل، کروم و کادمیوم تحت تیمار ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار با و بدون کود شیمیایی ۷۳

جدول (۵-۵۱) فاکتور غلطت جذب و انتقال سرب، نیکل، کروم و کادمیوم تحت تیمار ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار با و بدون کود شیمیایی ۷۳

جدول (۵-۵۲) فاکتور غلطت جذب و انتقال سرب، نیکل، کروم و کادمیوم تحت تیمار ۲۰ تن کمپوست در هکتار با و بدون کود شیمیایی ۷۴

جدول (۵-۵۳) فاکتور غلطت جذب و انتقال سرب، نیکل، کروم و کادمیوم تحت تیمار ۴۰ تن

کمپوست در هکتار با و بدون کود شیمیایی ۷۴

جدول(۵-۵۴) غلظت برخی از فلزات سنگین در خاک و گیاهان (میلیگرم در کیلوگرم) (آلووی، ۱۹۹۰) ۷۵

فصل ۱:

مقدمه

۱-۱- مقدمه

کیفیت زندگی روی کره زمین ارتباط تنگاتنگی با کیفیت کل محیط پیرامونی دارد. در گذشته بشر معتقد بود که منابع کره زمین نامحدود است و همواره تأمین‌کننده نیاز انسان می باشد. اما امروزه منابع طبیعی نشان می‌دهد که در سطوح مختلف، سهل‌انگاری و بی‌دقتی بشر در استفاده از این منابع، تأثیر مخربی بر آن گذاشته است. آلودگی‌های محیطی که بیشتر ناشی از فعالیت صنایع مختلف است سلامت انسان و محیط پیرامونی را تهدید می‌کند. یک آلاینده عبارتست از هر ماده‌ای که در محیط، سبب، کاهش کیفیت زندگی و در نهایت منجر به مرگ شود. بنابراین آلودگی محیطی حضور آلاینده‌ها در محیط، هوا، آب و خاک است که می‌تواند موجب آسیب به موجودات زنده در محیط آلوده شود (تروبی[1]، ۲۰۰۳). از جمله آلاینده‌ها زباله‌ها و لجن فاضلاب است که در اثر فعالیتهای انسانی تولید می‌شود. وجود مقادیر زیادی لجن فاضلاب، مشکلات متعددی برای بشر و محیط زیست به همراه دارد.

اما امروزه با پیشرفت علم و فناوری در زمینه بازیافت، بشر توانست از انباشت ضایعات جلوگیری کند. از جمله موارد استفاده از کمپوست و لجن‌فاضلاب، کاربرد آنها به عنوان کود در زمینهای کشاورزی است. استفاده از مواد آلی نظیر کودهای حیوانی و فاضلابی، در باروری خاک‌های زراعی، از دیرباز در تمام نقاط جهان متداول بوده است. با توجه به کمبود مواد آلی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، کاربرد ترکیبات آلی در این مناطق باعث بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و حاصل‌خیزی خاک می‌گردد. هم چنین گسترش شهرنشینی و صنعتی شدن به ویژه در کشورهای در حال توسعه، انباشته شدن حجم عظیمی از زباله‌های شهری را در پی داشته است. بنابراین در سالهای اخیر به منظور کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، به بازیافت زباله و به کارگیری کمپوست حاصل در اراضی کشاورزی توجه زیادی شده است (خوش گفتارمنش و همکاران، ۲۰۰۰).

تحقیقات زیادی در مورد اثرات مفید کاربرد کودهای آلی انجام شده است. بطور مثال، حجتی و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند افزودن لجن فاضلاب علاوه بر افزایش مواد آلی در خاک، موجب افزایش میزان

[1] Trubey

فسفر و نیتروژن خاک می‌شود. در کنار این اثرات سودمند کاربرد کودهای آلی موجب آلودگی‌هایی نیز در خاک می‌شود که از جمله بالا رفتن غلظت عناصر سنگین در خاک تحت کشت است. سمیت فلزات سنگین و خطر تجمع در اندام موجودات زنده، در چرخه غذایی، در حال حاضر یکی از خطرات محیطی و سلامتی در جامعه امروزی ماست که سوخت‌های فسیلی، ضایعات زیستی، کودهای شیمیایی و آفت‌کش-ها از منابع اولیه آلودگی با فلزات سنگین هستند (پنگ و همکاران[1]، ۲۰۰۶؛ زیانگ، ۱۹۹۸).

کودهای حیوانی و لجن‌فاضلاب (جامدات زیستی) نیز کودهای آلی هستند که می‌توانند دارای فلزات سنگین باشند (لو[2] و همکاران، ۲۰۰۹؛ مارساتو[3] و همکاران، ۲۰۰۸؛ جمالی و همکاران، ۲۰۰۹). رایج‌ترین فلزات سنگین موجود در کودهای آلی شامل کادمیوم، سرب، کروم و نیکل می‌باشد (آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا، ۱۹۹۷) می‌باشند. اگرچه برخی از فلزات سنگین در مقدار اندک به عنوان عنصر ضروری برای گیاهان می‌باشند (آدریانو[4]، ۲۰۰۱) اما در میزان بالاتر، ممکن است سبب محدودیت‌های رشد و تخریب متابولیکی در گونه‌های گیاهی شود (سینها، ۲۰۰۵). زمانی که خاک کشاورزی آلوده به فلزات سنگین شود، این عناصر بدون نشان دادن اثرات سمی توسط گیاهان جذب شده و در بافت‌های گیاهی به مرور تجمع می‌یابند (تروبی، ۲۰۰۳) و سپس در چرخه غذایی حیوان و انسان قرار گرفته و سلامت بشر را به خطر می‌اندازد. لذا توجه به این مساله بسیار مهم است. طی پژوهش‌های انجام شده محققین بدین نتیجه رسیدند که توانایی جذب فلزات توسط گیاه، به نوع خاک، گونه گیاهی و شرایط محیطی بستگی دارد (سینها، ۲۰۰۵).

با توجه به این که خاک دریافت‌کننده نهایی بسیاری از ترکیبات زائد و ناخواسته حاصل از فعالیت‌های بشر است، استفاده از کودهای آلی دارای عناصر سنگین در طولانی مدت سبب آلودگی خاک، گیاه و آب-های زیرزمینی شده و نگرانی‌هایی را ایجاد کرده است. بر اساس گزارش محیط زیست آمریکا مصرف لجن فاضلاب باعث افزایش غلظت سرب، جیوه، نیکل و کادمیوم تا ۱۰۰ برابر غلظت پایه این عناصر در خاک می‌شود. جهت جلوگیری از مشکلات زیست‌محیطی، تحقیقات گسترده، در مورد استفاده از کودهای آلی مختلف (کمپوست و لجن فاضلاب) در خاک‌های کشاورزی و گیاه تحت کشت به منظور میزان جذب

[1] Peng
[2] Luo
[3] Marsato
[4] Adriano

عناصر ضروری می‌باشد. از این رو در پژوهش حاضر وضعیت فلزات سنگین در خاک و گیاه لوبیا سبز، در خاکی که برای مدت ۳، ۴ و ۵ سال در آن مقادیر مختلف لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهری مصرف شد مورد بررسی قرار گرفت.

۱-۲- فرضیات پژوهش

۱-مصرف بلند مدت کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب، موجب افزایش غلظت عناصر سنگین نظیر سرب، کادمیوم، نیکل و کروم در خاک می‌شوند.
۲-با کاشت گیاهان در اراضی تیمار شده با کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب، عناصر سنگین سرب، کادمیوم، نیکل و کروم بیشتری در اندام گیاهی جذب و تجمع می‌یابند.

۱-۳- اهداف پژوهش

۱- تعیین میزان سرب، کادمیوم، نیکل و کروم در خاک با کاربرد بلند مدت مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب؛
۲- تعیین مقدار جذب و تجمع سرب، کادمیوم، نیکل و کروم در اندام‌های گیاهی لوبیا سبز تحت کشت در اراضی تحت کاربرد بلندمدت مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب.

فصل ۲:

کلیات

۲-۱- فلزات سنگین

اصطلاح "فلزات سنگین" به عناصر فلزی که چگالی بالا دارند و در مقادیر اندک هم سمی و خطرناک هستند اطلاق می‌شود (لنتک[1]،۲۰۰۴). به عبارت دیگر فلزات سنگین یک واژه عمومی است که برای گروهی از فلزات و شبه فلزات با چگالی اتمی بالاتر از ۴ گرم بر سانتی متر مکعب یا بیشتر از چگالی آب به کار می‌رود (هوتون و سیمون[2] ۱۹۸۶؛ نریاگو[3]،۱۹۸۹؛ گاربانو[4] و همکاران، ۱۹۹۵).با این وجود قرار گرفتن به عنوان فلزات سنگین، بیشتر به خصوصیات نگران‌کننده شیمیایی عناصر مربوط می‌شود و به مقدار کمی به چگالی بستگی دارد. فلزات سنگین شامل سرب، کادمیوم، روی، جیوه، آرسنیک، نقره، کروم، مس، آهن و گروه فلزات پلاتینی می‌باشند.

۲-۱-۱- سرب

سرب، عنصر شیمیایی است که در جدول تناوبی با عدد اتمی ۸۲ وجود دارد. سرب سمی و چکش‌خوار است که دارای رنگ خاکستری کدری می‌باشد. هنگامی که تازه تراشیده شده، سفید مایل به آبی است، اما در معرض هوا به رنگ خاکستری تیره تبدیل می‌شود. از سرب در سازه‌های ساختمانی، خازن‌ها، ساچمه و گلوله استفاده شده و نیز بخشی از آلیاژهای لحیم، پیوتر و آلیاژهای گدازپذیر می‌باشد (مک-برایدِ۵ ۱۹۹۵).

سرب فلزی است سنگین که امروزه همراه با دیگر فلزات مصارفی فراوان در کشاورزی (استفاده در سموم) پیدا کرده است. سرب عنصری غیر پویاست و بنابر این انتقال آن در خاک و اندام‌های گیاهی بسیار ناچیز

[1] Lenntech
[2] Hutton & Symon
[3] Nriagu
[4] Garbarino
[5] McBride

می‌باشد. حلالیت سرب در خاک‌های اسیدی به مراتب بیشتر از خاک های آهکی است (کوک و بیی[1]، ۱۹۹۸). حد مجاز مصرف سرب در مواد غذایی جامد انسان ۶۰۰ میکروگرم در روز است. انسان روزانه ۱۰ تا ۱۰۰ میکروگرم سرب از راه تنفس و ۳۰۰ میکروگرم از طرق دیگر جذب می‌کند. این مقدار در افرادی که در شهرها و یا کنار بزرگراه‌ها و جاده‌ها زندگی می‌کنند و یا کار روزانه خود را در شهرها انجام می-دهند بیشتر است (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۲).

۲-۱-۲- کروم

کروم یکی از عناصر جدول تناوبی است که دارای عدد اتمی ۲۴ می‌باشد. کروم به صورت کرومات برای جلوگیری از خوردگی فلزات به کار رفته و روکشی از آن سبب دوام بیشتر فراورده‌های فلزی می‌گردد. کروم برای تندرستی انسان و دام اهمیت فراوان داشته و موجب می‌شود گلوکز در خون به مقدار متعارفی کاهش یابد. زیادی جذب کروم در بدن را می‌توان با نوشیدن آب فراوان برطرف نمود. نظر به عدم تحرک و انتقال‌پذیری اندک در خاک، تجمع کروم در گیاهان به آسانی مقدور نمی‌باشد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۲)، در بررسی‌هایی که در خاک زمین‌های اطراف کارخانجات صنعتی انجام شده آلودگی کروم گزارش شده است (چانی[2]، ۱۹۹۰؛ جینگ و لوگان[3]، ۱۹۹۲).

۲-۱-۳- نیکل

نیکل عنصر شیمیایی جدول تناوبی است که عدد اتمی آن ۲۸ است، از عناصری است که در صنایع فولاد، رنگ، لوازم آرایشی و وسایل برقی مصرف می‌شود. به دلیل اشکال ترکیبی نیکل با سیلیکات‌ها، خاک می‌تواند نیکل زیادی را به صورت سیلیکات‌های نیکل نگهدارد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۲). نیکل نیز

[1] Cook & Beyea
[2] chaney
[3] Jing & Logan.

مانند مس و کادمیوم به صورت ترکیبات چنگالی درآمده و در خاک جابه جا می‌شود (مک براید، ۱۹۹۵).

۲-۱-۴- کادمیوم

کادمیوم که در جدول تناوبی با عدد اتمی ۴۸ قرار گرفته، عنصری است نسبتاً کمیاب، نرم، رنگ سفید مایل به آبی و سمی که در سنگ معدن روی وجود دارد. فلزی است دو ظرفیتی و از بسیاری جهات شبیه به روی است، اما ترکیبات پیچیده بیشتری بوجود می‌آورد. معمولی‌ترین حالت اکسیداسیون Cd^{2+} می‌باشد، گرچه نمونه‌های کمیابی از Cd^{1+} را نیز می‌توان پیدا کرد (کوک و بیی، ۱۹۹۸).
عنصر کادمیوم در صنایع رنگ و پلاستیک مصرف دارد و در سموم قارچ‌کش، باطری‌سازی و عکاسی نیز به کار رفته همچنین در کودهای شیمیایی نیز یافت می‌شود. غلظت کادمیوم در کودهای فسفاتی از صفر تا ۱۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم متفاوت است. این عنصر در خاک‌های اسیدی به وسیله گیاه جذب می‌گردد و غلظت‌های غیرمجاز آن عوارض نامطلوبی را در پیش می‌آورد. غلظت کادمیوم در خاک‌های زراعی معمولی نزدیک به یک و در اطراف کارخانه‌های ذوب فلزات و مصرف‌کننده این عنصر تا ۱۷۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک دیده شده است (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۲).

۲-۲- کود های آلی

۲-۲-۱- کمپوست زباله شهری

کمپوست به معنی مخلوط یا مرکب است و گاهی به فارسی به کود آمیخته مشهور است. تهیه کمپوست یک سلسله فرآیندهای بیوشیمیایی است که طی آن میکروارگانیسم‌ها، مواد آلی زاید، بقایای گیاهی، ضایعات آشپزخانه، فضولات دامی را به کمپوست که یک ماده اصلاح‌کننده خاک است، تبدیل می‌کند. محصول نهایی این فرآیند یک کود آلی پوسیده و یکنواخت است که سرشار از مواد غذایی و سیاهرنگ

می باشد. این فرآیند به دو صورت هوازی و غیرهوازی انجام می‌شود. فرآیند هوازی در حضور اکسیژن انجام می‌شود که ارگانیسم‌ها اکسیژن موجود در محیط را مصرف کرده و از مواد آلی تغذیه می‌نمایند (چانی و ریان[1]، ۱۹۹۳).

بطور کلی، کمپوست‌ها از نظر مواد غذایی ضعیف هستند (به استثناء بقایای کشتارگاه‌ها و کارخانه‌های کنسرو ماهی که از نظر نیتروژن غنی می باشند) و معمولاً برای بهبود ساختمان خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند. اثر فیزیکی کمپوست به خصوصیات شیمیایی آن بستگی دارد. تهیه کمپوست از زباله‌های شهری و لجن فاضلاب راه مفیدی برای مصرف مجدد و دفع بهداشتی این مواد است (دباز[2] و همکاران، ۲۰۰۲). محققین رشته محیط زیست برای جلوگیری از هر گونه ضرر و زیان و خسارات ناشی از شور شدن یا آلودگی خاک و آب با فلزات سنگین شرایط و استانداردهایی را برای حداکثر مقدار مجاز عناصر سنگین و همچنین حداکثر مقدار مجاز مصرف کودهای کمپوست و لجن فاضلاب در کشاورزی را تعیین نمودند (هودجی، ۱۳۸۰؛ روبینسون[3]، ۲۰۰۰). در ایران نیز برای اولین بار در اسفند سال ۱۳۸۶ در پنجاهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران استانداردی تحت عنوان "کمپوست- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی" به تصویب رسید. هدف از نگارش این استاندارد، تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و حد مجاز فلزات سنگین بود (جدول ۲-۱).

جدول۲-۱: حد مجاز فلزات سنگین در کمپوست

نام فلز	حد مجاز (میلی‌گرم در کیلوگرم)	
سرب	بیشینه	۲۰۰
نیکل	بیشینه	۱۲۰
کروم	بیشینه	۱۵۰
کادمیوم	بیشینه	۱۰

[1] Ryan
[2] Debosz
[3] Robinson