





دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

تجزیه میکروبی ضایعات لاستیک‌های فرسوده در خاک و تأثیر آن بر جذب عناصر سنگین توسط ذرت و آفتابگردان

پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی

حمید زینلی بهزادان

اساتید راهنما

دکتر امیرحسین خوشگفتارمنش

دکتر مهران شیروانی



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی آقای حمید زینلی بهزادان
تحت عنوان

**تجزیه میکروبی ضایعات لاستیک‌های فرسوده در خاک و تأثیر آن بر جذب عناصر
سنگین توسط ذرت و آفتابگردان**

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۸ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| دکتر امیر حسین خوشگفتارمنش | ۱- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر مهران شیروانی | ۲- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر مژگان سپهری | ۳- استاد مشاور پایان نامه |
| دکتر حسین شریعتمداری | ۴- استاد داور |
| دکتر قدرت اله سعیدی | ۵- استاد داور |
| دکتر احمد ریاسی | سرپرست تحصیلات تکمیلی |

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس فراوان به درگاه خداوندی برم که دگر بار الطاف بیکران خود را شامل این حقیر نمود تا با استعانت از بارگاه احدیتش گامی دیگر در جهت کسب دانش بردارم و دری بر نادانسته‌های خود بگشایم و امید که در آینده نیز مشمول عنایات خاصه‌اش قرار گیرم.

بر دستان پدر و مادری که بذر عشق به آموختن را در وجودم نهادند بوسه می‌زنم و آن دو را که تجلی مهر و لطف خداوندی بر من هستند عاشقانه می‌ستایم. با تمام وجود از مقام شامخ اساتید گرانمایه آقایان دکتر خوشگفتارمنش و دکتر مهران شیروانی 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 فرموده‌اند، کمال قدردانی را می‌نمایم. از محضر استاد گرامی خانم دکتر مژگان سپهری که مشاورت اینجانب را بر عهده داشتند و افتخار شاگردی را به اینجانب عطا فرمودند نهایت تشکر را دارم. از آقایان دکتر حسین شریعتمداری و دکتر قدرت اله سعیدی که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را پذیرفتند کمال تشکر و قدردانی را دارم. از دیگر اساتید بزرگوار گروه که حضور گوهربارشان آفریننده برگ‌های سبز دفتر اینجانب شده سپاسگزارم.

از آقایان مهندس صدرارحامی، مللی، شاهسنایی و عربزادگان که در مراحل مختلف این پژوهش یاریگر اینجانب بودند، سپاس‌گذاری نموده و پیروزی ایشان را در تمامی مراحل زندگی آرزومندم. از سرکارخانم‌ها مهندس سنایی استوار و دانش‌بخش به سبب همکاری‌های صمیمانه ایشان در طول اجرای این پروژه قدردانی می‌نمایم. یاد و خاطره تمامی دوستان عزیزم در دوره کارشناسی ارشد در گروه خاکشناسی که ذکر نام یکایک ایشان در این مجال نمی‌گنجد را گرامی داشته و برای تمامی آن‌ها سعادت، سلامت و پیروزی را آرزو دارم.

و در پایان شایسته است که بگوییم:

رنگین کمان پاداش کسانی است که تا آخرین لحظه زیر باران می‌مانند.

حمید زینلی بهزادان

زمستان ۹۰

تقدیم به

ختم آسمان‌ها، سپیدار نور و آن که خاک پایش توتیای چشم ماست،
صاحب زمان و دقایق (عج)

تقدیم به

پدر و مادرم که صبر و مهرشان پیمودن راه را برایم آسان می‌نماید،
و
همسرم، که عشق به او امید بخش راهم می‌باشد.

همه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از پژوهش
موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه
صنعتی اصفهان است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
هشت	فهرست مطالب
یازده	فهرست جداول
دوازده	فهرست اشکال
۱	چکیده
۲	۱-۱- مقدمه
۴	۲-۱- تاریخچه
۵	۳-۱- انواع لاستیک
۵	۱-۳-۱- لاستیک طبیعی
۶	۲-۳-۱- لاستیک مصنوعی
۸	۴-۱- ترکیب تایر
۸	۵-۱- آمار تولید تایر و ضایعات آن
۸	۱-۵-۱- در جهان
۸	۲-۵-۱- در ایران
۱۰	۶-۱- مشکلات انباشتگی لاستیک در محیط
۱۱	۱-۶-۱- آلودگی محیط زیست
۱۲	۲-۶-۱- آلودگی منابع آب
۱۳	۳-۶-۱- خطرهای ناشی از انباشتگی تایرهای فرسوده برای انسان
۱۴	۷-۱- صنعت بازیافت
۱۶	۱-۷-۱- مسائل و مشکلات بازیافت تایرهای فرسوده
۱۶	۲-۷-۱- روشهای جدید بازیافت
۱۷	۳-۷-۱- وضعیت بازیافت تایرهای فرسوده در ایران
۱۸	۴-۷-۱- زمینههای جدید استفاده از تایرهای فرسوده
۱۹	۸-۱- روی یک عنصر ضروری برای انسان و گیاه
۱۹	۱-۸-۱- روی در گیاه
۲۱	۲-۸-۱- روی در خاک
۲۱	۳-۸-۱- مشکلات ناشی از کمبود روی
۲۲	۹-۱- روشهای برطرف کردن کمبود عناصر کم مصرف
۲۲	۱-۹-۱- کاربرد کودهای شیمیایی
۲۳	۲-۹-۱- استفاده از اصلاح کننده های خاک
۲۴	۳-۹-۱- استفاده از منابع مواد آلی
۲۵	۴-۹-۱- استفاده از تایرهای فرسوده روشی جدید جهت برطرف کردن کمبود روی در گیاه و پاکسازی محیط زیست
۲۸	۹-۱- اهداف
۲۹	۱۰-۱- فرضیات

۳۰	فصل دوم مواد و روش ها
۳۰	۱-۲- محل و نحوه اجرای پژوهش
۳۰	۱-۲- آزمایش اول
۳۰	۱-۱-۲- تهیه نمونه پودر تایر
۳۱	۲-۱-۲- تجزیه شیمیایی خاکستر تایر
۳۱	۳-۱-۲- تهیه نمونه خاک
۳۲	۴-۱-۲- تهیه باکتری و آمادسازی مایه تلقیح میکروبی
۳۳	۵-۱-۲- تلقیح باکتری به پودر لاستیک
۳۳	۶-۱-۲- اندازه گیری غلظت عناصر کم مصرف در خاک
۳۴	۷-۱-۲- تهیه عصاره ۵:۱ خاک به آب و تعیین پ-هاش نمونه های خاک
۳۴	۸-۱-۲- طرح آماری مورد استفاده و تجزیه آماری
۳۴	۲-۲- آزمایش دوم (تاثیر کاربرد پودر لاستیک تلقیح میکروبی شده بر رشد و جذب برخی فلزات سنگین)
۳۴	۱-۲-۲- آماده سازی گلدان ها جهت کاشت گیاه
۳۵	۲-۲-۲- تلقیح باکتری ها به خاک
۳۵	۳-۲-۲- کاشت و مراقبت های دوره رشد گیاه
۳۶	۴-۲-۲- برداشت شاخساره و ریشه و نمونه برداری از خاک ریزوسفر
۳۶	۵-۲-۲- اندازه گیری غلظت عناصر کم مصرف در خاک ریزوسفر
۳۷	۶-۲-۲- تجزیه نمونه های گیاهی
۳۷	۷-۲-۲- تهیه عصاره ۵:۱ خاک به آب و تعیین پ-هاش نمونه های خاک
۳۷	۸-۲-۲- طرح آماری مورد استفاده و تجزیه آماری
۳۸	الف- نتایج آزمایش اول
۳۸	۱-۳- اثر تلقیح میکروبی و کاربرد لاستیک بر پ-هاش خاک در زمانهای مختلف
۴۳	۲-۳- اثر تلقیح میکروبی و کاربرد لاستیک بر غلظت روی قابل جذب خاک در زمان های مختلف
۴۵	۳-۳- اثر تلقیح میکروبی و کاربرد لاستیک بر غلظت آهن قابل جذب خاک در زمان های مختلف
۴۸	۴-۳- اثر تلقیح میکروبی و کاربرد لاستیک بر غلظت مس قابل جذب خاک در زمان های مختلف
۵۰	۵-۳- اثر تلقیح میکروبی و کاربرد لاستیک بر غلظت سرب قابل جذب خاک
۵۱	۶-۳- اثر تلقیح میکروبی و کاربرد لاستیک بر غلظت کادمیم قابل جذب خاک
۵۲	ب- نتایج آزمایش دوم
۵۲	۷-۳- اثر کاربرد تیمارهای مختلف کودی بر پ-هاش خاک
۵۵	۸-۳- اثر تلقیح میکروبی بر پ-هاش خاک
۵۶	۹-۳- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر غلظت روی قابل جذب خاک
۵۸	۱۰-۳- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر آهن قابل جذب خاک
۶۰	۱۱-۳- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر مس قابل جذب خاک
۶۱	۱۲-۳- اثر تلقیح میکروبی بر روی قابل جذب خاک
۶۲	۱۳-۳- اثر تلقیح میکروبی بر آهن قابل جذب خاک

۶۳	..... اثر تلقیح میکروبی بر مس قابل جذب خاک
۶۴	..... اثر تیمارهای مختلف کود روی و تلقیح میکروبی بر سرب و کادمیم قابل جذب خاک
۶۴	..... اثر تیمارهای کود روی بر غلظت روی شاخساره
۶۷	..... اثر تیمارهای کود روی بر غلظت آهن شاخساره
۶۸	..... اثر تیمارهای کود روی بر غلظت مس شاخساره
۶۹	..... اثر تلقیح میکروبی بر غلظت روی شاخساره
۶۹	..... اثر تلقیح میکروبی بر غلظت آهن شاخساره
۷۱	..... اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت روی ریشه
۷۲	..... اثر منابع مختلف کودی بر غلظت آهن در ریشه
۷۳	..... اثر منابع مختلف کودی بر غلظت مس ریشه
۷۴	..... اثر تلقیح میکروبی بر غلظت روی ریشه
۷۵	..... اثر تلقیح میکروبی بر غلظت آهن ریشه
۷۶	..... اثر تلقیح میکروبی بر غلظت مس ریشه
۷۶	..... اثر منابع مختلف کود روی و تلقیح میکروبی بر غلظت سرب و کادمیم ریشه و شاخساره
۷۷	..... اثر تیمار مختلف کود روی بر وزن خشک ریشه و شاخساره آفتابگردان
۷۹	..... اثر تیمارهای مختلف کود روی بر وزن خشک ریشه و شاخساره ذرت
۸۱	..... اثر تلقیح میکروبی بر وزن خشک ریشه و شاخساره آفتابگردان و ذرت
۸۱	..... اثر تیمار کودی روی و تلقیح میکروبی بر رشد شاخساره آفتابگردان
۸۳	..... اثر تیمار کودی روی و تلقیح میکروبی بر رشد شاخساره ذرت
۸۶	..... فصل چهارم نتیجه گیری کلی و پیشنهادها
۸۶	..... ۱-۴- نتیجه گیری کلی
۸۷	..... ۲-۴- پیشنهادها
۹۰	..... منابع

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- مقدار تقریبی مواد به کار رفته در ترکیب شیمیایی تایر.....	۹
جدول ۲-۱- مقدار تولید سالیانه انواع تایر در کارخانه های تولید تایر در ایران.....	۱۰
جدول ۳-۱- ظرفیت و انواع واحدهای بازیافت تایر در ایران.....	۱۸
جدول ۱-۲- غلظت برخی عناصر در پودر لاستیک.....	۳۱
جدول ۲-۲- برخی از ویژگیهای خاک قبل از آزمایش.....	۳۲
جدول ۱-۳- تجزیه واریانس اثر اصلی و متقابل تیمارهای میکروبی، مقادیر مختلف پودر لاستیک و زمان بر غلظت عناصر روی، آهن و مس قابل جذب و پ-هاش خاک.....	۴۲
جدول ۲-۳- تجزیه واریانس اثر اصلی و متقابل تیمارهای میکروبی، مقادیر مختلف پودر لاستیک بر غلظت عناصر سرب و کادمیم قابل جذب خاک.....	۵۱
جدول ۳-۳- تجزیه واریانس اثر اصلی و متقابل تیمار کودی و تلقیح میکروبی بر پ-هاش خاک ریزوسفر ریشه آفتابگردان و ذرت.....	۵۳
جدول ۴-۳- تجزیه واریانس اثر اصلی و متقابل تیمار کودی و تلقیح میکروبی بر عناصر روی، آهن و مس قابل جذب خاک کشت شده توسط آفتابگردان.....	۵۷
جدول ۵-۳- تجزیه واریانس اثر اصلی و متقابل تیمار کودی و تلقیح میکروبی بر عناصر روی، آهن و مس قابل جذب خاک زیر کشت ذرت.....	۵۷
جدول ۶-۳- تجزیه واریانس اثر اصلی و متقابل تیمار کودی و تلقیح میکروبی بر غلظت عناصر روی، آهن و مس در ریشه و شاخساره آفتابگردان.....	۶۶
جدول ۷-۳- تجزیه واریانس اثر اصلی و متقابل تیمار کودی و تلقیح میکروبی بر غلظت عناصر روی، آهن و مس در ریشه و شاخساره ذرت.....	۶۶
جدول ۸-۳- تجزیه واریانس اثر اصلی و متقابل تیمار کودی و تلقیح میکروبی بر وزن خشک ریشه و شاخساره آفتابگردان و ذرت.....	۷۸

فهرست شکل ها

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱- اتصال زنجیرهای بلند پلیمری توسط اتمهای گوگرد پس از فرایند ولکانیزاسیون..... ۷
- شکل ۱-۲- آتشسوزی ۲۵ میلیون حلقه تایلر فرسوده در شهر ویاندوت..... ۱۱
- شکل ۱-۳- کوهی از تایلرهای فرسوده جمعآوری شده..... ۱۲
- شکل ۱-۴- توزیع جغرافیایی خاکهای دچار کمبود روی (نواحی خاکستری) در جهان..... ۲۱
- شکل ۱-۲- تکثیر باکتری اسیتوباکتر کاکوستیکوس بر روی محیط کشت جامد..... ۳۳
- شکل ۲-۲- ذرت و آفتابگردان در هنگام برداشت..... ۳۶
- شکل ۱-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر پ.هاش خاک در هفته اول..... ۳۹
- شکل ۲-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر پ.هاش خاک در هفته سوم..... ۳۹
- شکل ۳-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر پ.هاش خاک در هفته ششم..... ۴۰
- شکل ۴-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر پ.هاش خاک در هفته دهم..... ۴۰
- شکل ۵-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت روی قابل جذب خاک در هفته اول..... ۴۳
- شکل ۶-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت روی قابل جذب خاک در هفته سوم..... ۴۴
- شکل ۷-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت روی قابل جذب خاک در هفته ششم..... ۴۵
- شکل ۸-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت روی قابل جذب خاک در هفته دهم..... ۴۵
- شکل ۹-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت آهن قابل جذب خاک در هفته اول..... ۴۶
- شکل ۱۰-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت آهن قابل جذب خاک در هفته سوم..... ۴۶
- شکل ۱۱-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت آهن قابل جذب خاک در هفته ششم..... ۴۷
- شکل ۱۲-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت آهن قابل جذب خاک در هفته دهم..... ۴۸
- شکل ۱۳-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت مس قابل جذب خاک هفته اول..... ۴۹
- شکل ۱۴-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت مس قابل جذب خاک هفته سوم..... ۴۹
- شکل ۱۵-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت مس قابل جذب خاک هفته ششم..... ۵۰
- شکل ۱۶-۳- اثر متقابل مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت مس قابل جذب خاک هفته دهم..... ۵۰
- شکل ۱۷-۳- اثر مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت سرب قابل جذب خاک در هفته دهم تلقیح..... ۵۱
- شکل ۱۸-۳- اثر مقادیر مختلف پودر لاستیک و تلقیح میکروبی بر غلظت کادمیم قابل جذب خاک در هفته ششم تلقیح..... ۵۲
- شکل ۱۹-۳- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر پ-هاش خاک ریزوسفر ذرت..... ۵۴
- شکل ۲۰-۳- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر پ-هاش خاک ریزوسفر آفتابگردان..... ۵۴
- شکل ۲۱-۳- اثر تلقیح میکروبی بر پ-هاش خاک ریزوسفر ذرت و آفتابگردان..... ۵۵
- شکل ۲۲-۳- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر روی قابل جذب خاک زیر کشت آفتابگردان..... ۵۶
- شکل ۲۳-۳- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر روی قابل جذب خاک زیر کشت ذرت..... ۵۸
- شکل ۲۴-۳- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر آهن قابل جذب خاک زیر کشت آفتابگردان..... ۵۹
- شکل ۲۵-۳- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر آهن قابل جذب خاک زیر کشت ذرت..... ۵۹

- شکل ۳-۲۶- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر مس قابل جذب خاک زیر کشت آفتابگردان ۶۰
- شکل ۳-۲۷- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر مس قابل جذب خاک زیر کشت ذرت ۶۱
- شکل ۳-۲۸- اثر تلقیح میکروبی بر مقدار روی قابل جذب خاک ۶۲
- شکل ۳-۲۹- اثر تلقیح میکروبی بر مقدار آهن قابل جذب خاک ۶۲
- شکل ۳-۳۰- اثر تلقیح میکروبی بر مقدار مس قابل جذب خاک ۶۳
- شکل ۳-۳۱- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت روی شاخساره آفتابگردان ۶۴
- شکل ۳-۳۲- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت روی شاخساره آفتابگردان ۶۵
- شکل ۳-۳۳- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت آهن شاخساره آفتابگردان ۶۷
- شکل ۳-۳۴- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت آهن شاخساره ذرت ۶۷
- شکل ۳-۳۵- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت مس شاخساره آفتابگردان ۶۸
- شکل ۳-۳۶- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت مس شاخساره ذرت ۶۸
- شکل ۳-۳۷- اثر تلقیح میکروبی بر غلظت روی شاخساره آفتابگردان و ذرت ۶۹
- شکل ۳-۳۸- اثر تلقیح میکروبی بر غلظت آهن شاخساره آفتابگردان و ذرت ۷۰
- شکل ۳-۳۹- اثر تلقیح میکروبی بر غلظت مس شاخساره آفتابگردان و ذرت ۷۰
- شکل ۳-۴۰- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت روی ریشه آفتابگردان ۷۱
- شکل ۳-۴۱- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت روی ریشه ذرت ۷۲
- شکل ۳-۴۲- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت آهن ریشه آفتابگردان ۷۲
- شکل ۳-۴۳- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت آهن ریشه ذرت ۷۳
- شکل ۳-۴۴- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت مس ریشه آفتابگردان ۷۴
- شکل ۳-۴۵- اثر منابع مختلف کود روی بر غلظت مس ریشه ذرت ۷۴
- شکل ۳-۴۶- اثر تلقیح میکروبی بر غلظت روی ریشه آفتابگردان و ذرت ۷۵
- شکل ۳-۴۷- اثر تلقیح میکروبی بر غلظت آهن ریشه آفتابگردان و ذرت ۷۶
- شکل ۳-۴۸- اثر تلقیح میکروبی بر غلظت مس در ریشه آفتابگردان و ذرت ۷۶
- شکل ۳-۴۹- اثر تیمارهای مختلف کود روی بر عملکرد وزن خشک ریشه آفتابگردان ۷۷
- شکل ۳-۵۰- تأثیر تیمارهای مختلف کود روی بر عملکرد وزن خشک شاخساره آفتابگردان ۷۹
- شکل ۳-۵۰- تأثیر تیمارهای مختلف کود روی بر عملکرد وزن خشک ریشه ذرت ۸۰
- شکل ۳-۵۱- تأثیر تیمارهای مختلف کود روی بر عملکرد وزن خشک شاخساره ذرت ۸۰
- شکل ۳-۵۲- تأثیر تلقیح میکروبی بر عملکرد وزن خشک شاخساره و ریشه آفتابگردان ۸۱
- شکل ۳-۵۳- تأثیر تلقیح میکروبی بر عملکرد وزن خشک شاخساره و ریشه ذرت ۸۲
- شکل ۳-۵۴- تأثیر تیمارهای مختلف کودی و تلقیح میکروبی بر رشد شاخساره آفتابگردان ۸۳
- شکل ۳-۵۵- تأثیر تلقیح میکروبی بر رشد شاخساره آفتابگردان در تیمارهای مختلف پودر لاستیک ۸۴
- شکل ۳-۵۶- تأثیر تیمارهای مختلف کودی و تلقیح میکروبی بر رشد شاخساره ذرت ۸۵
- شکل ۳-۵۷- تأثیر تلقیح میکروبی بر حجم اندام هوایی ذرت در تیمارهای مختلف پودر لاستیک ۸۵