دانشکده کشاورزی
گروه علوم خاک

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

تاثیر نانوپودر آهن در فراهمی و توزیع شیمیایی Cd، Ni، Pb و Zn در یک خاک آهکی

شادی شفاعی

بهمن ۱۳۸۹

دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

تاثیر نانوپودر آهن در فراهمی و توزیع شیمیایی Cd، Ni، Pb و Zn در یک خاک آهکی

شادی شفاعی

استاد راهنما
دکتر امیر فتوت

استاد مشاور
دکتر رضا خراسانی

بهمن ۱۳۸۹

دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

تصویب نامه

این پایان نامه با عنوان « تاثیر نانوپودر آهن در فراهمی و توزیع شیمیایی Cd، Ni، Pb و Zn در یک خاک آهکی» توسط «شادی شفاعی» در تاریخ با نمره و درجه ارزشیابی در حضور هیات داوران با موفقیت دفاع شد.

هیات داوران:

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	سمت در هیات	امضاء
۱	دکتر امیر فتوت	دانشیار	استاد راهنما	
۲	دکتر رضا خراسانی	استادیار	استاد مشاور	
۳	دکترامیر لکزیان	دانشیار	استاد مدعو	
۴	دکتر ناصر شاه‌طهماسبی	استاد	استاد مدعو	
۵	دکتر حجت امامی	استادیار	نماینده تحصیلات تکمیلی	

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: تاثیر نانوپودر آهن در فراهمی و توزیع شیمیایی Cd، Ni، Pb و Zn در یک خاک آهکی

اینجانب شادی شفاعی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی دکتر امیر فتوت متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد یگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ

نام و امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

تاثیر نانوپودرآهن در فراهمی و توزیع شیمیایی Cd، Ni، Pb و Zn در یک خاک آهکی

چکیده:

ترکیبات آهن (به شکل صفر ظرفیتی و اکسید) به علت داشتن توانایی حذف یا کاهش آلاینده‌های متعدد آلی و معدنی به عنوان اصلاح کننده آلودگی محیطزیست به‌ویژه در محیط‌های آبی به کار می‌روند. مطالعات زیادی در مورد استفاده از آهن صفرظرفیتی به ویژه نانوذرات آهن در اصلاح خاک‌های آلوده به فلزات‌سنگین صورت نگرفته است؛ بنابراین با هدف بررسی تاثیر پودرهای آهن بر فراهمی فلزات نیکل، روی، کادمیوم و سرب در یک خاک آهکی آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار پودرهای آهن صفر ظرفیتی و اکسید آهن در اندازه نانومتر و میکرومتر در سه دوره زمانی ۱، ۲و ۴ هفته و ۲ تکرار به انجام رسید. نتایج نشان دادند به طور کلی غلظت عناصر سنگین قابل استخراج با DTPA در خاک تحت تیمار منابع آهن‌دار صفر ظرفیتی نسبت به خاک شاهد کاهش معنی‌دار داشت. غلظت نیکل، کادمیوم، روی و سرب به ترتیب ۲۸، ۳۲، ۳۷ و ۲۸ درصد کاهش در تیمار آهن صفرظرفیتی میکرومتر و ۱۲، ۰، ۲۵ و ۲۱ درصد کاهش در تیمار نانوذرات آهن صفرظرفیتی داشت. برخلاف انتظار اکسیدهای آهن باعث افزایش معنی‌دار فراهمی فلزات سنگین در خاک شدند (به استثناء نیکل) و این افزایش در مورد عنصر روی بسیار چشم‌گیر بود. هم‌چنین در بازه زمانی یک تا چهار هفته به استثناء فلز نیکل اختلاف معنی داری در غلظت سایر فلزات سنگین قابل استخراج با DTPA مشاهده نشد. بررسی توزیع شیمیایی فلزات سنگین در تیمارهای مختلف نشان داد تغییرات بخش محلول و تبادلی (به استثناء کادمیوم) و باقی‌مانده ناچیز و در موارد کمی معنی‌دار بود؛ در حالی‌که با توجه به کمبود ماده آلی خاک، این بخش تحت تاثیر تیمارهای منابع آهن قرار نگرفته بود. بخش‌های کربناتی و اکسیدهای آهن و منگنز تغییرات چشم‌گیری در اثر منابع آهن نشان دادند و نقش اصلی در فراهمی فلزات سنگین را در این پژوهش داشتند. به‌طور کلی در این مطالعه کارایی آهن صفر ظرفیتی میکرومتر در کاهش فراهمی فلزات سنگین بیش‌تر بود و تاثیر نانوذرات آهن صفرظرفیتی در محیط خاک چشم‌گیر نبود.

کلید واژه‌ها: اکسید آهن، پاک‌سازی خاک، عناصر سنگین، نانوپودر آهن صفر ظرفیتی

تقدیم به:

کسانی که شاید روزی این پایان‌نامه را باز کنند

و از آن استفاده کنند.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱

فصل دوم: بررسی منابع ۵

۲-۱ نانوفناوری چیست؟ ۵

۲-۲- کاربردهای نانوتکنولوژی در کشاورزی و محیط زیست ۶

۲-۲-۱- سیستم‌های حمل هوشمند سموم و کودهای شیمیایی ۷

۲-۲-۲- نگهداری و بسته بندی محصولات کشاورزی ۸

۲-۲-۳- آبزی‌پروری با استفاده از نانوفناوری ۹

۲-۲- ۴- پالایش محیط‌زیست ۹

۲-۳- کاربرد آهن در پالایش محیط زیست ۱۱

۲-۳-۱- خصوصیات نانوپودرهای آهن صفرظرفیتی ۱۲

۲-۳-۲- پاک‌سازی فلزات سنگین با آهن صفرظرفیتی ۱۴

۲-۳-۲-۱- فرآیند جذب/تثبیت ۱۴

۲-۳-۲-۲- فرآیند کاهشی ۱۵

۲-۴- فلزات سنگین ۱۷

۲-۴-۱- توزیع فلزات سنگین در خاک ۱۷

۲-۴-۳- تثبیت فلزات سنگین در خاک ۱۸

۲-۴-۳-۱- نیکل ۱۹

۲-۴-۳-۲- کادمیوم ۱۹

۲-۴-۳-۳- روی ۲۰

۲-۴-۳-۴- سرب ۲۱

فصل سوم: مواد و روش‌ها ۲۳

۳-۱- نمونه برداری و آماده‌سازی خاک ۲۳

۳-۲- تهیه تیمارهای آزمایشی ۲۵
۳-۳- آنالیز شیمیایی تیمارهای آزمایش ۲۶
۳-۳-۱- اندازه‌گیری اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی (EC) خاک ۲۶
۳-۳-۲- اندازه‌گیری عناصر سنگین قابل استخراج با DTPA-TEA ۲۷
۳-۳-۳- تعیین غلظت فلزات سنگین در اجزای خاک به روش عصاره‌گیری پی در پی ۲۷
۳-۴- آنالیز آماری تیمارهای آزمایش ۲۸
۳-۵- محاسبه شاخص تفکیک کاهشی فلزات سنگین (I_R) ۲۹

فصل چهارم: نتایج و بحث ۳۱
۴-۱- تاثیر غلظت‌های مختلف آهن بر فلزات سنگین قابل استخراج با DTPA ۳۱
۴-۲- تاثیر تیمارهای آزمایش بر اسیدیته (pH)خاک ۳۴
۴-۳- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر هدایت الکتریکی (EC) خاک ۳۵
۴-۴- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر نیکل خاک ۳۷
۴-۴-۱- نیکل قابل استخراج با DTPA (DTPA- Ni) ۳۷
۴-۴-۲- توزیع شیمیایی نیکل در خاک ۳۹
۴-۴-۲-۱- نیکل در بخش محلول در آب و تبادلی خاک (Ni Sol+Ex): ۴۰
۴-۴-۲-۲- نیکل در بخش کربنات خاک (Ni CA): ۴۲
۴-۱-۲-۳- نیکل در بخش آلی خاک (Ni-OM): ۴۳
۴-۴-۲-۴- نیکل در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک (Ni-Ox): ۴۴
۴-۴-۲-۵- نیکل در بخش باقی‌مانده خاک (Ni Re): ۴۶
۴-۴-۳- بررسی مقدار نیکل قابل استفاده توسط گیاه در عصاره‌گیری تک مرحله‌ای و چند مرحله‌ای ... ۴۸
۴-۵- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر کادمیوم خاک ۵۰
۴-۵-۱- کادمیوم قابل استخراج با DTPA (DTPA-Cd) ۵۰
۴-۵-۲- توزیع شیمیایی کادمیوم در خاک ۵۲

۴-۵-۲-۱- کادمیوم در بخش محلول در آب و تبادلی (Cd-Sol+Ex): ۵۳
۴-۵-۲-۲- کادمیوم در بخش کربنات خاک (Cd-CA):..... ۵۵
۴-۵-۲-۳- کادمیوم در بخش آلی خاک (Cd-OM): ۵۷
۴-۵-۲-۴- کادمیوم در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک (Cd-Ox):..... ۵۷
۴-۵-۲-۵- کادمیوم در بخش باقی‌مانده خاک (Cd-Re): ۵۹
۴-۵-۳- بررسی مقدار کادمیوم قابل استفاده گیاه در عصاره‌گیری تک مرحله‌ای و چند مرحله‌ای ۶۱
۴-۶- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر مقدار روی خاک ۶۳
۴-۶-۱- روی قابل استخراج با DTPA (DTPA-Zn) ۶۳
۴-۶-۲- توزیع شیمیایی روی در خاک ۶۵
۴-۶-۲-۱- روی در بخش محلول در آب و تبادلی خاک (Zn -Sol+Ex):..... ۶۶
۴-۶-۲-۲- روی در بخش کربنات خاک (Zn -CA):..... ۶۷
۴-۶-۲-۳- روی در بخش آلی خاک (Zn -OM): ۶۹
۴-۶-۲-۴- روی در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک (Zn -Ox):..... ۷۰
۴-۶-۲-۵- روی در بخش باقی‌مانده خاک (Zn -Re): ۷۲
۴-۶-۳- بررسی مقدار روی قابل استفاده توسط گیاه در عصاره‌گیری تک مرحله‌ای و چند مرحله‌ای ۷۴
۴-۷- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر سرب خاک ۷۵
۴-۷-۱- سرب قابل استخراج با DTPA (DTPA-Pb)..... ۷۵
۴-۷-۲- توزیع شیمیایی سرب در خاک..... ۷۸
۴-۷-۲-۱- سرب در بخش محلول در آب و تبادلی خاک (Pb-Sol+Ex): ۷۹
۴-۷-۲-۲-سرب در بخش کربنات خاک (Pb-CA):..... ۸۰
۴-۷-۲-۳- سرب در بخش آلی خاک (Pb-OM): ۸۲
۴-۷-۲-۴- سرب در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک (Pb-Ox):..... ۸۳
۴-۷-۲-۵- سرب در بخش باقی‌مانده خاک (Pb-Re): ۸۵

۴-۷-۳- بررسی مقدار سرب قابل استفاده توسط گیاه در عصاره‌گیری تک مرحله‌ای و چند مرحله‌ای ...۸۷

۴-۸- تاثیر تیمارهای آزمایش بر شاخص تفکیک کاهشی فلزات سنگین در خاک (I_R) ۸۸

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۹۳

فصل ششم: منابع ۹۷

پیوست: فهرست نام‌ها ۱۱۱

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱: نمای سه بعدی ساختمان نانوذرات آهن صفرظرفیتی ۱۳

شکل ۳-۱: تصاویر TEM نانوپودرآهن صفرظرفیتی و نانوپودراکسید آهن ۲۶

شکل ۴-۱: اثر متقابل غلظت‌های مختلف آهن و منابع آهن بر نیکل قابل استخراج با DTPA ۳۲

شکل ۴-۲: اثر متقابل غلظت‌های مختلف آهن و منابع آهن بر کادمیوم قابل استخراج با DTPA..... ۳۲

شکل ۴-۳: اثر متقابل غلظت‌های مختلف آهن و منابع آهن بر روی قابل استخراج با DTPA..... ۳۳

شکل ۴-۴: اثر متقابل غلظت‌های مختلف آهن و منابع آهن بر سرب قابل استخراج با DTPA ۳۳

شکل ۴-۵: تاثیر منابع آهن بر PH خاک..... ۳۴

شکل ۴-۶: اثر زمان و منابع آهن صفرظرفیتی بر PH خاک ۳۵

شکل۴-۷: تاثیر منابع آهن بر EC خاک ۳۶

شکل ۴-۸: اثر زمان و منابع آهن صفرظرفیتی بر EC خاک ۳۶

شکل۴-۹: اثر منابع آهن بر نیکل قابل استخراج با DTPA..... ۳۸

شکل ۴-۱۰: اثر متقابل منابع آهن و زمان بر نیکل قابل استخراج با DTPA ۳۹

شکل ۴-۱۱: توزیع شیمیایی نیکل در خاک قبل و بعد از آلودگی با فلزات سنگین ۳۹

شکل ۴-۱۲: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی نیکل در بخش محلول و تبادلی خاک ۴۰

شکل ۴-۱۳: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی نیکل در بخش محلول و تبادلی خاک ۴۱

شکل ۴-۱۴: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی نیکل در بخش کربنات خاک ۴۲

شکل ۴-۱۵: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی نیکل در بخش کربنات خاک ۴۳

شکل ۴-۱۶: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی نیکل در بخش آلی خاک ۴۴

شکل۴-۱۷: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی نیکل در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک ۴۵

شکل ۴-۱۸: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی نیکل در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک..... ۴۶

شکل ۴-۱۹: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی نیکل در بخش باقی‌مانده خاک ۴۷

شکل ۴-۲۰: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی نیکل در بخش باقی‌مانده خاک. ۴۸

شکل ۴-۲۱: فراوانی نیکل در اجزاء مختلف خاک به تفکیک منابع مختلف آهن و شاهد ۴۹

شکل ۴-۲۲: اثر منابع آهن بر کادمیوم قابل استخراج با DTPA. ۵۱

شکل ۴-۲۳: توزیع شیمیایی کادمیوم خاک قبل و بعد از آلودگی با فلزات سنگین ۵۲

شکل ۴-۲۴: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی کادمیوم در بخش محلول و تبادلی خاک ۵۳

شکل ۴-۲۵: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی کادمیوم در بخش محلول و تبادلی خاک ۵۴

شکل ۴-۲۶: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی کادمیوم در بخش کربنات خاک ۵۵

شکل ۴-۲۷: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی کادمیوم در بخش کربنات خاک ۵۶

شکل ۴-۲۸: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی کادمیوم در بخش آلی خاک ۵۷

شکل ۴-۲۹: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی کادمیوم در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک..... ۵۸

شکل ۴-۳۰: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی کادمیوم در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک ۵۹

شکل ۴-۳۱: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی کادمیوم در بخش باقی‌مانده خاک..... ۶۰

شکل ۴-۳۲: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی کادمیوم در بخش باقی‌مانده خاک. ۶۱

شکل ۴-۳۳: فراوانی کادمیوم در اجزاء مختلف خاک به تفکیک منابع مختلف آهن و شاهد ۶۲

شکل ۴-۳۴: اثر منابع آهن بر روی قابل استخراج با DTPA..... ۶۳

شکل ۴-۳۵: اثر متقابل منابع آهن و زمان بر روی قابل استخراج با DTPA. ۶۵

شکل ۴-۳۶ توزیع شیمیایی روی در خاک قبل و بعد از افزودن فلزات سنگین را نشان می‌دهد. ۶۵

شکل۴-۳۶: توزیع شیمیایی روی در خاک قبل و بعد از آلودگی با فلزات سنگین..... ۶۵

شکل ۴-۳۷: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی روی در بخش محلول و تبادلی خاک..... ۶۶

شکل ۴-۳۸: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی روی در بخش محلول و تبادلی خاک ۶۷

شکل ۴-۳۸: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی روی در بخش کربنات خاک ۶۸

شکل ۴-۳۹: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی روی در بخش کربنات خاک..... ۶۹

شکل ۴-۴۰: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی روی در بخش آلی خاک ۷۰

شکل ۴-۴۱: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی روی در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک..... ۷۰

شکل ۴-۴۲: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی روی در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک ۷۲

شکل ۴-۴۳: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی روی در بخش باقی‌مانده خاک..... ۷۳

شکل ۴-۴۴: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی روی در بخش باقی‌مانده خاک..... ۷۳

شکل ۴-۴۵: فراوانی روی در اجزاء مختلف خاک به تفکیک منابع مختلف آهن و شاهد..... ۷۴

شکل ۴-۴۶: اثر منابع آهن بر سرب قابل استخراج با DTPA..... ۷۶

شکل ۴-۴۷: توزیع شیمیایی سرب در خاک قبل و بعد از آلودگی با فلزات سنگین ۷۸

شکل ۴-۴۸: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی سرب در بخش محلول و تبادلی خاک ۷۹

شکل ۴-۴۹: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی سرب در بخش محلول و تبادلی خاک ۸۰

شکل۴-۵۰: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی سرب در بخش کربنات خاک ۸۱

شکل ۴-۵۱: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی سرب در بخش کربنات خاک..... ۸۱

شکل ۴-۵۲: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی سرب در بخش آلی خاک. ۸۲

شکل ۴-۵۳: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی سرب در بخش آلی خاک..... ۸۳

شکل ۴-۵۴: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی سرب در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک ۸۴

شکل ۴-۵۵: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی سرب در بخش اکسیدهای آهن و منگنز خاک ۸۵

شکل ۴-۵۶: تاثیر منابع آهن بر مقادیر نسبی سرب در بخش باقی‌مانده خاک ۸۵

شکل ۴-۵۷: اثر متقابل زمان و منابع آهن بر مقادیر نسبی سرب در بخش باقی‌مانده خاک ۸۶

شکل ۴-۵۸: فراوانی سرب در اجزاء مختلف خاک به تفکیک منابع مختلف آهن و شاهد. ۸۷

شکل۴-۵۹: تاثیر تیمارهای آزمایش بر شاخص تفکیک کاهشی (I_R)نیکل در خاک ۸۹

شکل۴-۶۰: تاثیر تیمارهای آزمایش بر شاخص تفکیک کاهشی (I_R)کادمیوم در خاک ۹۰

شکل۴-۶۱: تاثیر تیمارهای آزمایش بر شاخص تفکیک کاهشی (I_R)روی در خاک ۸۹

شکل۴-۶۲: تاثیر تیمارهای آزمایش بر شاخص تفکیک کاهشی (I_R) سرب در خاک..... ۹۱

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱: پتانسیل الکترودهای استاندارد در ۲۵ درجه سانتیگراد ۱۶

جدول ۳-۱: برخی خصوصیات خاک پیش از انجام آزمایش ۲۴

جدول ۳-۲: غلظت عناصر سنگین در عصاره DTPA در سطوح مختلف آلودگی خاک آزمایش ۲۵

جدول ۳-۳: برخی خصوصیات پودرهای آهن مورد استفاده در آزمایش ۲۶

جدول ۳-۴: مراحل عصاره‌گیری پی در پی ۲۸

جدول ۴-۱: درصد کاهش (-) یا افزایش (+) DTPA-NI توسط تیمارهای آهن ۳۷

جدول ۴-۲: درصد کاهش (-) یا افزایش (+) DTPA-CD توسط تیمارهای آهن ۵۱

جدول ۴-۳: درصد کاهش (-) یا افزایش (+) DTPA-ZN توسط تیمارهای آهن ۶۴

جدول ۴-۴: درصد کاهش (-) یا افزایش (+) DTPA-PB توسط تیمارهای آهن ۷۷

فهرست علایم و اختصارات

معادل انگلیسی	معادل فارسی	علامت اختصاری
Diethyl Triamine Penta Acetic Acid		DTPA
Potential of Hydrogen	اسیدیته	pH
Electrical Conductivity	هدایت الکتریکی	EC
	آهن صفرظرفیتی میکرومتر	Fe0
	نانوذرات آهن صفرظرفیتی	nFe0
	اکسید آهن میکرومتر	OFe
	نانوذرات اکسید آهن	nOFe

فصل اول

مقدمه

آلودگی محیط زیست که به دنبال رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای غذا و انرژی و فعالیت‌های غیر اصولی صنعتی و کشاورزی رخ می‌دهد، تهدیدی جدی برای موجودات زنده به حساب می‌آید. آلاینده‌های آلی و معدنی که معمولا در اثر فعالیت انسان وارد هوا، آب و خاک می‌شوند از همراهان دایمی جوامع پیشرفته بشری هستند که فناوری مدرن را در خدمت دارند. اخیرا خارج کردن ضایعات به طریق ایمن از محیط زیست انسان برای ادامه تمدن به عنوان ضرورت شناخته شده است. برای به حداقل رساندن آلودگی، ضایعات باید به سرعت به چرخه طبیعی خود برگردانده شوند. در این میان خاک واسطه مناسبی برای این کار است. توانایی جذب سطحی، تبادل، اکسیدکنندگی و رسوب دادن مواد در خاک به همان اندازه که برای دفع مواد آلوده باارزش است، برای تغذیه گیاهان نیز اهمیت دارد. با این وجود خاک توانایی محدودی برای ذخیره و بازیافت آلودگی دارد، در نتیجه عملیات تکمیلی برای پاک‌سازی خاک مورد نیاز است (دبیری، ۱۳۸۶).

امروزه هزینه بالا و نیاز به تجهیزات در روش‌های سنتی پاک‌سازی خاک مانند حفاری و ایجاد گودال‌های دفن ضایعات باعث برتری روش‌های تثبیت آلاینده‌ها در خاک می‌شود. این روش‌ها نه تنها به هزینه کم‌تری نیاز دارند بلکه با محیط‌زیست سازگارتر بوده و احتمالاً موجب تخریب آن نمی‌شوند. در این روش‌ها تحرک عناصر سنگین در خاک با افزودن ماده‌ای به خاک و طی فرآیندهای جذب، کمپلکس کردن یا رسوب دادن کم می‌شود و ترکیبات آلاینده به فرم غیرقابل دسترس برای گیاه تبدیل می‌شوند (کامپینی، ۲۰۰۵). از جمله موادی که برای

اصلاح خاک‌های آلوده استفاده می‌شوند می‌توان به زئولیت (انصاری مهابادی و همکاران، ۲۰۰۷)، پودرهای آهن صفرظرفیتی (کامپینی، ۲۰۰۵)، اکسیدهای آهن (کیان و همکاران، ۲۰۰۹)، ضایعات کشاورزی (ساد و همکاران، ۲۰۰۸)، آهک و فسفر (براون و همکاران، ۲۰۰۵) اشاره کرد. تحقیقات نشان می‌دهند آهن صفرظرفیتی اثر سمی بر فعالیت میکروارگانیسم‌ها ندارد (کامپینی، ۲۰۰۶) و توانایی تجزیه یا تثبیت تعداد بسیار زیادی از آلاینده‌های آلی و معدنی را دارد و به همین علت برای پاک‌سازی محیط‌زیست پیشنهاد می‌شود (ژانگ، ۲۰۰۳).

از طرف دیگر امروزه محققان در سراسر دنیا در تلاشند تا با استفاده از فناوری نانو در علوم مختلف تحول ایجاد نمایند. خوشبختانه در چند سال اخیر فرضیات کاربرد مواد نانو در علوم کشاورزی و محیط‌زیست به عمل تبدیل شده و پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در روش‌های پاک‌سازی آب و خاک از آلاینده‌های آلی و معدنی و مبارزه با آفات و بیماری‌ها صورت گرفته است. نانوتکنولوژی علم و فن ساخت مواد در مقیاس اتمی و مولکولی است و با چنین دیدگاه دقیق و ریزبینانه‌ای به بررسی مسایل و مشکلات موجود در زمینه‌های مختلف علم و صنعت می‌پردازد. به هر ماده‌ای که حداقل یکی از ابعاد آن در مقیاس نانومتری (زیر ۱۰۰ نانومتر) باشد ماده نانوساختار گفته می‌شود. در این مقیاس کوچک و اتمی، خصوصیات و رفتارهای قابل توجه مواد از جمله واکنش پذیری، پویایی زیاد و هوشمندی مشاهده می‌شود که دلیل اصلی آن سطح ویژه بالای مواد در این مقیاس است. از جمله ویژگی‌های دیگر نانومواد، سبک و کوچک بودن، چند کاربردی بودن، استفاده در مقادیر کم و در نتیجه صرفه جویی در مواد مصرفی است (احمدوند، ۱۳۸۱).

مطالعات جدید نشان می‌دهند نانوذرات آهن صفرظرفیتی برای تغییر شکل و از بین بردن سمیت ناشی از بسیاری آلاینده‌های آلی و معدنی بسیار مناسب هستند؛ مانند آفت‌کش‌های لیندین و آترازین (جو و ژانگ، ۲۰۰۸)، PCB[1]ها (واراناسی و همکاران، ۲۰۰۶)، TCE[2](شریک، ۲۰۰۲)، زباله‌های زیستی (لی و همکاران، ۲۰۰۷) و هم‌چنین نیترات (ژانگ، ۲۰۰۶)، کروم (ژائو و زو، ۲۰۰۷)، آرسنیک (سو و پول، ۲۰۰۱)، سرب (مالوک، ۲۰۰۰) و سایر فلزات سنگین (ژانگ و لی، ۲۰۰۷). این نانوپودرها قادرند به مدت طولانی در سوسپانسیون آبی باقی مانده و در این مدت محل آلوده را که می‌تواند شامل خاک‌های آلوده، رسوبات فرسایشی و ضایعات جامد باشد، از طریق

[1] Polychlorinated biphenyls

[2] Trichloroethylene

واکنش‌های اکسایش و کاهش و یا جذب و رسوب کاملا پاک‌سازی نمایند (ژانگ، ۲۰۰۳). به طور کلی نانوذراتی که برای این کار استفاده می‌شوند خصوصیاتی منحصر به فرد از جمله اندازه ۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر، سطح ویژه ۵۰ تا ۱۰۰ مترمربع بر گرم، قدرت کاهندگی قوی و غیر سمی بودن داشته و دارای فعالیت و تحرک بالا نیز هستند و در نتیجه نسبت به دیگر پودرهای آهن برتری دارند (ژانگ، ۲۰۰۳؛ لی و همکاران، ۲۰۰۶ و شکرریز و همکاران، ۲۰۱۰). بیش‌تر مطالعات انجام گرفته بر روی پاک‌سازی فلزات سنگین با استفاده از پودرهای آهن صفرظرفیتی در محیط‌های آبی صورت گرفته است در صورتی‌که ذرات آهن پتانسیل حذف یا کاهش آن‌ها در خاک و رسوبات را نیز دارند (کامپینی ۲۰۰۵؛ لیو و ژائو، ۲۰۰۷؛ ژائو و لیو، ۲۰۰۷؛ ژائو و زو، ۲۰۰۷).

بنابراین با توجه به کمبود مطالعات در زمینه پاک‌سازی خاک‌های آلوده در منابع علمی خارجی و داخلی با استفاده از نانوفناوری، انجام این طرح به دلیل آلودگی زمین‌های کشاورزی استان‌های مختلف ایران به خصوص در اطراف مراکز صنعتی (امینی و همکاران،۱۳۸۲؛ چرم و قنبری زاده،۱۳۸۲ و گلچین، ۱۳۸۲)، ارتباط آن با بهداشت و سلامت جامعه و گسترش روزافزون کاربردهای زیست محیطی نانوفناوری ضروری است. با توجه به موارد گفته شده این پایان‌نامه با اهداف زیر انجام شد:

۱- بررسی کارایی تثبیت فلزات نیکل، روی، کادمیوم و سرب در خاک آهکی با استفاده از نانوذرات آهن صفرظرفیتی، آهن صفرظرفیتی در اندازه میکرومتر ، نانوذرات اکسید آهن و اکسید آهن میکرومتر؛

۲- بررسی توزیع شکل‌های شیمیایی عناصر سنگین ذکر شده در خاک تیمارشده با پودرهای آهن؛

۳- بررسی اثر زمان بر فراهمی و توزیع شیمیایی عناصر سنگین در خاک تحت تیمار منابع آهن.