

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

بخش خاکشناسی

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم خاک

بررسی اثرات زمان، آهک و مواد آلی بر غلظت روی و کادمیوم در
خاک

مؤلف :

اشرف مظفری غربا

استاد راهنما :

دکتر مجید فکری

اساتید مشاور :

دکتر مجید محمودآبادی

دکتر هرمزد نقوی

بهمن ماه ۱۳۹۰



این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش خاکشناسی

دانشکده کشاورزی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: اشرف مظفری غربا

استاد راهنما: دکتر مجید فکری

استاد مشاور ۱: دکتر مجید محمود آبادی

استاد مشاور ۲: دکتر هرمزد نقوی

داور ۱: دکتر مجید حجازی

داور ۲: دکتر مهدی سرچشمه پور

نماینده پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده: دکتر مجید رحیم پور

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر است.

تقدیم به

این پژوهش را همراه با ذکر صلوات تقدیم می‌نمایم به روح عزیزان از دست رفته‌ام، به روح پاک مادرم که در سحرگاه ۱۳۸۹/۱/۱۴ به سوی معبود اوج گرفت، به روح آسمانی برادرم که در غروب ۱۳۸۹/۳/۲۹ در عنفوان جوانی به سرای باقی شتافت و به روح ملکوتی پدرم که در نیمروز ۱۳۹۰/۱۲/۳ به شوق دیدار معبود ازلی به آسمان پرکشید.

و تقدیم به

امیدهای آینده‌ام، خواهران و برادرانم که بزرگترین آرزویم موفقیت آنان است و به همسر و دو فرزند عزیزم که خالق زیباترین خاطرات زندگیم هستند.

تشکر و قدردانی

پیش از سپاس، ناتوانیم را بر سپاست بپذیرای بزرگ بی‌همتا که یکایک لطف‌های بی‌دریغت را تا انتهای بی‌نهایت سپاسگزارم.

سپاس بیکران خداوند یکتا را سزد که توفیق اتمام مرحله دیگر از تحصیلات را به این جانب عطا فرمود. اکنون که با تأییدات حق تعالی موفق به انجام این پژوهش گردیدم، بر خود فرض می‌دانم از کلیه کسانی که در اجرای این امر حقیر را یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

از استاد راهنمای گرانقدر، جناب آقای دکتر مجید فکری که مسئولیت این پایان‌نامه را تقبل نمودند و در تمام مراحل پایان‌نامه مرا از راهنمایی‌ها و مساعدت‌های بی‌دریغ و ارزشمند خود بهره‌مند ساختند کمال تشکر و قدردانی را دارم. از اساتید محترم جناب آقای دکتر محمودآبادی و جناب آقای دکتر هرمزد نقوی به خاطر تقبل مشاوره این پایان‌نامه و همچنین راهنمایی‌های ارزشمندشان که مراتب ارتقای این پژوهش را فراهم نمود قدردانی می‌نمایم.

از اساتید بزرگوار، جناب آقای دکتر مجید حجازی و جناب آقای دکتر مهدی سرچشمه‌پور که داوری جلسه دفاعیه را برعهده داشتند و جناب آقای دکتر امین خضری نماینده محترم تحصیلات تکمیلی بسیار متشکرم. همچنین از سایر اساتید بزرگوار گروه خاکشناسی جناب آقای دکتر فرپور و سرکار خانم مهندس دانشور کمال سپاسگزاری را دارم.

از مسئولین آزمایشگاه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی سرکار خانم‌ها مهندس ایرانمنش، مهندس ارجمند، مهندس ماهانی و جناب آقای مهندس پاکنژاد بسیار سپاسگزارم. همچنین از همکاری و کمک‌های بی‌دریغ دوستان بسیار عزیزم، خانم‌ها محمدرضاخانی، رشیدی، زارع، اسماعیلی، سرمست، حیدرپور، هوشمند، نیک‌آئین، حبیب‌اللهی و آقایان رستمی، وحدتخواه، مصلحی و همه کسانی که حضورشان قوت قلبی بود برای عبور از این مرحله از زندگی صمیمانه و صادقانه سپاسگزاری می‌نمایم و از درگاه ایزد منان برای کلیه این عزیزان آرزوی توفیق روزافزون دارم.

چکیده

این پژوهش به بررسی تاثیر آهک و ماده آلی بر میزان روی و کادمیوم قابل دسترس خاک در طول زمان خواباندن می‌پردازد. نمونه‌های خاک با آهک در سه سطح صفر، ۵ و ۱۵ درصد و ماده آلی در سه سطح صفر، ۴ درصد کود مرغی و ۴ درصد پودر یونجه تیمار شدند و به مدت ۶ هفته در شرایط گلخانه نگهداری شدند. سپس با عنصر روی از منبع سولفات در دو سطح صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کادمیوم از منبع نترات در دو سطح صفر و ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تیمار شدند. سپس در زمان‌های ۱، ۳، ۷، ۱۴، ۲۸ و ۵۶ روز، روی و کادمیوم نمونه‌ها بوسیله ۰/۰۵ مول EDTA در pH=۶ عصاره‌گیری شدند. نتایج نشان دادند با افزایش زمان خوابانیدن و سطح آهک، مقدار روی و کادمیوم خاک کاهش یافت. کاربرد کود مرغی و پودر یونجه سبب افزایش قابلیت دسترسی این عناصر در خاک شد. همچنین نتایج نشان دادند که اثر تیمارهای زمان، آهک و ماده آلی در غلظت بالاتر عناصر روی و کادمیوم متفاوت است. معنی‌داری اثرات متقابل متفاوت در مورد عناصر روی و کادمیوم بیانگر این نکته است که علاوه بر خصوصیات خاک، نوع فلز نیز در رفتار آن در خاک تأثیر دارد.

کلمات کلیدی: آهک، پودر یونجه، روی، زمان خواباندن، قابلیت دسترسی، کادمیوم، کود مرغی.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول- مقدمه
۲	۱-۱- مقدمه
۵	فصل دوم- بررسی منابع
۶	۱-۲- خاک و کره زمین
۶	۲-۲- فلزات سنگین
۸	۳-۲- منابع فلزات سنگین در خاک
۹	۴-۲- سرنوشت فلزات سنگین در خاک
۱۰	۵-۲- حدود غلظت‌های مجاز و بحرانی فلزات سنگین
۱۲	۶-۲- عنصر روی
۱۳	۱-۶-۲- عوامل بروز کمبود روی در خاک
۱۳	۲-۶-۲- اهمیت روی در تغذیه انسان و گیاه
۱۴	۳-۶-۲- عوامل موثر بر قابلیت دسترسی روی
۱۴	۷-۲- عنصر کادمیوم
۱۵	۱-۷-۲- خصوصیات شیمیایی کادمیوم
۱۶	۲-۷-۲- منابع کادمیوم
۱۷	۳-۷-۲- تأثیر کادمیوم بر گیاه، انسان و حیوان
۱۸	۴-۷-۲- عوامل کنترل کننده قابلیت دسترسی زیستی کادمیوم خاک
۱۹	۸-۲- اثر آنتاگونیستی روی و کادمیوم
۲۰	۹-۲- اثر زمان بر قابلیت دسترسی فلزات سنگین
۲۲	۱۰-۲- اثر آهک بر قابلیت دسترسی فلزات سنگین
۲۷	۱۱-۲- ماده آلی
۲۸	۱-۱۱-۲- کودهای آلی
۲۸	۲-۱۱-۲- پیامدهای مطلوب کاربرد کودهای آلی در بهبود خصوصیات خاک
۲۹	۱-۲-۱۱-۲- بهبود خصوصیات فیزیکی خاک
۳۰	۲-۲-۱۱-۲- بهبود خصوصیات شیمیایی خاک

۳۲	۲-۱۱-۳-۲-۳- بهبود خصوصیات زیستی خاک
۳۳	۲-۱۱-۳- پیامدهای نامطلوب کاربرد کودهای آلی در خاک
۳۵	۲-۱۱-۴- اثر ماده آلی بر فلزات سنگین خاک
۳۹	۲-۱۱-۵- کود مرغی و افزایش فلزات سنگین در خاک
۴۲	فصل سوم- مواد و روش ها
۴۳	۳-۱- معرفی تیمارها
۴۳	۳-۲- جمع آوری و آماده سازی نمونه خاک
۴۳	۳-۳- تجزیه های فیزیکی و شیمیایی خاک
۴۴	۳-۴- منابع آلی مورد استفاده
۴۴	۳-۵- آهک مورد استفاده
۴۴	۳-۶- روش اعمال تیمارها
۴۴	۳-۷- خوابانیدن نمونه ها
۴۵	۳-۸- زمان و نحوه انجام آزمایشات عصاره گیری از نمونه های خاک
۴۵	۳-۹- تجزیه و تحلیل داده ها
۴۶	فصل چهارم- نتایج و بحث
۴۷	۴-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کودهای آلی مورد استفاده
۴۹	۴-۲- اثر زمان، آهک، ماده آلی و غلظت روی بر میزان روی قابل عصاره گیری با EDTA
۵۰	۴-۲-۱- اثر زمان خواباندن بر غلظت روی قابل عصاره گیری با EDTA
۵۱	۴-۲-۲- اثر آهک بر غلظت روی قابل عصاره گیری با EDTA
۵۲	۴-۲-۳- اثر ماده آلی بر غلظت روی قابل عصاره گیری با EDTA
۵۳	۴-۲-۴- اثر متقابل زمان و ماده آلی بر غلظت روی قابل عصاره گیری با EDTA
۵۴	۴-۲-۵- اثر متقابل آهک و ماده آلی بر غلظت روی قابل عصاره گیری با EDTA
۵۶	۴-۲-۶- اثر غلظت روی بر غلظت روی قابل عصاره گیری با EDTA
۵۷	۴-۲-۷- اثر متقابل زمان و غلظت روی بر غلظت روی قابل عصاره گیری با EDTA
۵۷	۴-۲-۸- اثر متقابل آهک و غلظت روی بر غلظت روی قابل عصاره گیری با EDTA
۵۹	۴-۲-۹- اثر متقابل ماده آلی و غلظت روی بر غلظت روی قابل عصاره گیری با EDTA
۵۹	۴-۲-۱۰- اثر متقابل زمان، ماده آلی و غلظت روی بر غلظت روی قابل عصاره گیری با EDTA

- ۶۱ ۱۱-۲-۴ اثر متقابل آهک، ماده آلی و غلظت روی بر غلظت روی قابل عصاره گیری با
EDTA
- ۶۲ ۳-۴ اثر زمان، آهک، ماده آلی و غلظت بر غلظت کادمیوم قابل عصاره گیری با
EDTA
- ۶۳ ۱-۳-۴ اثر زمان خواباندن بر غلظت کادمیوم قابل عصاره گیری با EDTA
- ۶۴ ۲-۳-۴ اثر آهک بر غلظت کادمیوم قابل عصاره گیری با EDTA
- ۶۵ ۳-۳-۴ اثر متقابل زمان خواباندن و آهک بر غلظت کادمیوم قابل عصاره گیری با
EDTA
- ۶۶ ۴-۳-۴ اثر ماده آلی بر غلظت کادمیوم قابل عصاره گیری با EDTA
- ۶۸ ۵-۳-۴ اثر متقابل زمان و ماده آلی بر غلظت کادمیوم قابل عصاره گیری با EDTA
- ۶۹ ۶-۳-۴ اثر غلظت کادمیوم بر غلظت کادمیوم قابل عصاره گیری با EDTA
- ۷۰ ۷-۳-۴ اثر متقابل زمان و غلظت کادمیوم بر غلظت کادمیوم قابل عصاره گیری با
EDTA
- ۷۱ ۸-۳-۴ اثر متقابل آهک و غلظت کادمیوم بر غلظت کادمیوم قابل عصاره گیری با
EDTA
- ۷۲ ۹-۳-۴ اثر متقابل ماده آلی و غلظت کادمیوم بر غلظت کادمیوم قابل عصاره گیری با
EDTA
- ۷۳ ۱۰-۳-۴ اثر متقابل زمان خواباندن، آهک و غلظت کادمیوم بر غلظت کادمیوم قابل
عصاره گیری با EDTA
- ۷۵ ۴-۴ اثر تیمارهای آهک، ماده آلی و غلظت بر pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۷۵ ۱-۴-۴ اثر آهک بر pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۷۶ ۲-۴-۴ اثر ماده آلی بر pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۷۷ ۳-۴-۴ اثر متقابل آهک و ماده آلی بر pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۷۸ ۴-۴-۴ اثر غلظت عناصر بر pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۷۹ ۵-۴-۴ اثر متقابل ماده آلی و غلظت عناصر بر pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۸۰ ۵-۴-۴ اثر تیمارهای آهک، ماده آلی و غلظت بر EC عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۸۱ ۱-۵-۴ اثر آهک بر EC عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۸۱ ۲-۵-۴ اثر ماده آلی بر EC عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۸۲ ۳-۵-۴ اثر غلظت عناصر بر EC عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۸۳ ۴-۵-۴ اثر متقابل ماده آلی و غلظت عناصر بر EC عصاره ۱:۲/۵ خاک

۸۵

نتیجه گیری کلی و پیشنهادات

۸۶

نتیجه گیری کلی

۸۷

پیشنهادات

۸۸

منابع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۱	جدول ۱-۲- حد نرمال و ماکزیمم آلاینده‌های فلزی در خاک
۱۲	جدول ۲-۲- حداکثر غلظت مجاز فلزات سنگین در کشورهای مختلف
۴۷	جدول ۱-۴- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش
۴۸	جدول ۲-۴- برخی خصوصیات شیمیایی مواد آلی مورد استفاده
۴۹	جدول ۳-۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان روی قابل عصاره‌گیری با EDTA
۶۰	جدول ۴-۴- اثر متقابل زمان، ماده آلی و غلظت بر غلظت روی قابل عصاره‌گیری با EDTA
۶۱	جدول ۵-۴- اثر متقابل آهک، ماده آلی و غلظت بر غلظت روی قابل عصاره‌گیری با EDTA
۶۲	جدول ۶-۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر مقدار کادمیوم قابل عصاره‌گیری با EDTA
۷۴	جدول ۷-۴- اثر متقابل زمان، آهک و غلظت بر غلظت کادمیوم قابل عصاره‌گیری با EDTA
۷۵	جدول ۸-۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
۸۰	جدول ۹-۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر EC عصاره ۱:۲/۵ خاک

فهرست شکل‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۵۰	شکل ۴-۱- نمودار اثر زمان خواباندن بر میزان روی قابل عصاره‌گیری با EDTA
۵۲	شکل ۴-۲- نمودار اثر آهک بر میزان روی قابل عصاره‌گیری با EDTA.
۵۳	شکل ۴-۳- نمودار اثر نوع ماده آلی بر میزان روی قابل عصاره‌گیری با EDTA
۵۴	شکل ۴-۴- نمودار اثر متقابل زمان و ماده آلی بر میزان روی قابل عصاره‌گیری با EDTA
۵۶	شکل ۴-۵- نمودار اثر متقابل آهک و ماده آلی بر میزان روی قابل عصاره‌گیری با EDTA
۵۶	شکل ۴-۶- نمودار اثر غلظت روی بر میزان روی قابل عصاره‌گیری با EDTA
۵۷	شکل ۴-۷- نمودار اثر متقابل زمان و غلظت روی بر میزان روی قابل عصاره‌گیری با EDTA
۵۸	شکل ۴-۸- نمودار اثر متقابل آهک و غلظت روی بر میزان روی قابل عصاره‌گیری با EDTA
۵۹	شکل ۴-۹- نمودار اثر متقابل ماده آلی و غلظت روی بر میزان روی قابل عصاره‌گیری با EDTA
۶۳	شکل ۴-۱۰- نمودار اثر زمان خواباندن بر میزان کادمیوم قابل عصاره‌گیری با EDTA
۶۵	شکل ۴-۱۱- نمودار اثر آهک بر میزان کادمیوم قابل عصاره‌گیری با EDTA
۶۶	شکل ۴-۱۲- نمودار اثر متقابل زمان خواباندن و آهک بر میزان کادمیوم قابل عصاره‌گیری با EDTA
۶۷	شکل ۴-۱۳- نمودار اثر ماده آلی بر میزان کادمیوم قابل عصاره‌گیری با EDTA
۶۹	شکل ۴-۱۴- نمودار اثر متقابل زمان و ماده آلی بر میزان کادمیوم قابل عصاره‌گیری با EDTA
۷۰	شکل ۴-۱۵- نمودار اثر غلظت کادمیوم بر میزان کادمیوم قابل عصاره‌گیری با EDTA
۷۱	شکل ۴-۱۶- نمودار اثر متقابل زمان خواباندن و غلظت کادمیوم بر میزان کادمیوم قابل عصاره‌گیری با EDTA
۷۲	شکل ۴-۱۷- نمودار اثر متقابل آهک و غلظت کادمیوم بر میزان کادمیوم قابل عصاره‌گیری با EDTA
۷۳	شکل ۴-۱۸- نمودار اثر متقابل ماده آلی و غلظت کادمیوم بر میزان کادمیوم قابل عصاره‌گیری با EDTA

- ۷۶ شکل ۴-۱۹- نمودار اثر آهک بر pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۷۷ شکل ۴-۲۰- نمودار اثر ماده آلی بر pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۷۸ شکل ۴-۲۱- نمودار اثر متقابل آهک و ماده آلی بر pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۷۹ شکل ۴-۲۲- نمودار اثر غلظت عناصر بر pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۸۰ شکل ۴-۲۳- نمودار اثر متقابل ماده آلی و غلظت عناصر بر pH عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۸۱ شکل ۴-۲۴- نمودار اثر آهک بر EC عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۸۲ شکل ۴-۲۵- نمودار اثر ماده آلی بر EC عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۸۳ شکل ۴-۲۶- نمودار اثر غلظت عناصر بر EC عصاره ۱:۲/۵ خاک
- ۸۴ شکل ۴-۲۷- نمودار اثر متقابل ماده آلی و غلظت عناصر بر EC عصاره ۱:۲/۵ خاک

فصل اول

مقدمه

فلزات سنگین عناصری هستند که به طور طبیعی به میزان کم در خاک یافت می‌شوند. با اینکه کمیت آنها بسیار پایین است، تعدادی از آنها به عنوان مواد غذایی برای گیاهان به حساب می‌آیند ولی با کمیت بالا تمامی این فلزات برای گیاهان سمی می‌باشند (زاهدی پور، ۱۳۷۵). بر خلاف ترکیبات آلی، فلزات سنگین در محیط قابل تجزیه نبوده و برای مدت طولانی در خاک‌ها باقی می‌مانند. این امر در بلند مدت سبب ایجاد مشکلاتی برای محیط زیست و سلامتی انسان می‌شود (لستن و همکاران^۱، ۲۰۰۸).

کادمیوم فلز سنگینی است که به عنوان یک آلاینده خیلی مهم در خاک مورد توجه قرار گرفته است. کادمیوم نه تنها برای گیاه یک عنصر غیر ضروری است بلکه سمیت زیادی برای ارگانسیم‌ها ایجاد می‌کند. به طوریکه سمیت آن ۳۰-۲ برابر بیشتر از دیگر فلزات است (هانگل و همکاران^۲، ۲۰۰۴).

روی یکی دیگر از فلزات سنگین است که در تغذیه انسان، دام و گیاه اهمیت فراوان داشته و بخشی از ساختمان آنزیم‌هایی است که برای بقای حیات ضروری می‌باشد. در رویش گیاه، عنصر روی در آنزیم‌های دهیدروژناز و پیتیداز یافت شده و کمبود روی تاثیر مستقیمی در کاهش فعالیت این آنزیم‌ها دارد (بای بوردی، ۱۳۸۵). سمیت روی تعادل و توازن یونها را در خاک بهم می‌زند. روی و کادمیوم اثر آنتاگونیسمی دارند و افزایش کاربرد روی می‌تواند خطر سمیت کادمیوم را در گیاهان کاهش دهد (هونما و هیراتا^۳، ۱۹۷۸ و الیور و همکاران^۴، ۱۹۹۷).

امروزه با درک مشکلات زیست محیطی بوجود آمده، روش‌های مختلفی به منظور پاکسازی محیط زیست از فلزات سنگین بکار گرفته شده است. طی سالهای گذشته از روشهای فیزیکی و شیمیایی بسیاری جهت پاکسازی اکوسیستم‌ها استفاده شده است که اغلب با هزینه‌های هنگفتی همراه می‌باشد از طرفی فلزات سنگین در محیط غیر قابل تجزیه بوده و نیاز به خارج کردن آنها از محیط می‌باشد (رضوانی و همکاران، ۱۳۸۴). این روشها شامل: ۱) روش خارج از محل^۵: در این روش خاک آلوده به مکان دیگری انتقال یافته و پس از رفع آلودگی به مکان اولیه برگردانده می‌شود. ۲) روش در محل^۶: این روش نیاز به جابجایی و انتقال ندارد در این فناوری آلاینده‌ها با آلی

¹ - Lestan et al

² - Hangle et al

³ - Honma and Hirata

⁴ - Oliver et al

⁵ - Ex-Situ

⁶ - In-Situ

شدن از قابلیت جذب زیستی آنها کاسته می‌شود (رید^۱ و همکاران، ۱۹۹۲). این تکنیک با کاهش اثرات ناخواسته بر اکوسیستم و صرفه‌جویی اقتصادی بر تکنیک خارج از محل برتری دارد ضمن آنکه در روش خارج از محل با انتقال خاک آلوده ممکن است آلودگی به مکان دیگری انتقال یابد (ویلیامز^۲، ۱۹۸۸؛ اسمیت^۳، ۱۹۹۳؛ مک نیل^۴ و همکاران، ۱۹۹۲). از طرفی کاهش مقدار فلزات فلزات سنگین به حد اطمینان از طریق اختلاط خاک آلوده به غیر آلوده می‌تواند مدیریت خاک را در نتیجه اثر اختلاط بر خصوصیات فیزیکی خاک دچار اختلال نماید (مسگریو^۵، ۱۹۹۱).

از این رو جهت کاهش آلودگی آلاینده‌های معدنی، می‌توان از روش‌های آلی نمودن آنها، کمپلکس کردن و افزایش pH خاک بوسیله آهک که سبب پایداری آلاینده‌ها در خاک می‌شود، استفاده نمود. (آلووی و جکسون^۶، ۱۹۹۱). پایدار سازی شامل ثابت کردن آلوده کننده‌ها در جای ثابت بوسیله مخلوط کردن یا تزریق کردن عوامل اصلاح کننده آلی و غیر آلی به خاک است (مانند عوامل آهکی، مواد آلی، آلومینوسیلیکات‌ها، فسفات‌ها، اکسیدهای آهن و منگنز، خاکستر دودکش‌های زغال سنگ و غیره)، بدلیل تأثیرات اصلاح کننده‌های ذکر شده در تغییر pH خاک، آن عوامل در کاهش قابلیت دسترسی زیستی فلزات یا تولید باند یا جایگاه‌های اضافی برای عناصر سمی مفید هستند. فلزات تثبیت شده برای گیاهان کمتر قابل دسترس هستند و مقدار آن‌ها در زنجیره غذایی کاهش می‌یابد (گیو و همکاران^۷، ۲۰۰۶).

افزایش زمان انکوباسیون از عواملی است که سبب کاهش تحرک فلزات سنگین در خاک می‌شود. به طوریکه عناصر فلزی بلافاصله بعد از افزوده شدن به خاک، دارای بیشترین حلالیت و فراهمی زیستی می‌باشند. با گذشت زمان و ایجاد تعادل بین فلز و خاک، واکنش‌هایی نظیر جذب سطحی، تبادل، کلاته شدن، رسوب، اکسید و احیا، واکنش با اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز و ورود به شبکه کانی‌ها، سبب کاهش قابلیت استفاده فلز گردیده و فلزات از شکل‌های با حلالیت زیاد به شکل‌های کم محلول‌تر تبدیل می‌شوند (مک لارن و همکاران^۸، ۱۹۹۸).

آهک که از یکی عوامل پایدارسازی فلزات سنگین در خاک می‌باشد از طریق افزایش بار منفی اجزاء خاک، شکل‌گیری گونه‌های فلزی هیدروکسی با رفتار جذبی قوی، رسوب فلزات با

¹ - Reed et al

² - Williams

³ - Smith

⁴ - McNeil et al

⁵ - Musgrove

⁶ - Alloway and Jackson

⁷ - Guo et al

⁸ - McLaren et al

هیدروکسیدها و کربنات‌ها و همچنین افزایش فعالیت‌های میکروبی خاک سبب کاهش تحرک فلزات سنگین در خاک می‌شود (هامون و همکاران^۱، ۲۰۰۲؛ بولان و همکاران^۲، ۲۰۰۳).

مقدار ماده آلی خاک نیز بر پیوند شدن فلزات سنگین در خاک و به طور ویژه در محلول خاک اثر می‌گذارد (لو و همکاران^۳، ۱۹۹۲). مادرید^۴ (۱۹۹۹) و مادرید و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که اضافه کردن مواد آلی به خاک می‌تواند از طریق تشکیل کمپلکس‌های پایدار با گروه‌های OH- یا COOH- بر سطوح جامد پلیمرهای آلی سبب غیر متحرک شدن فلزات گردد. فسفات‌ها، کربنات‌ها و دیگر نمک‌های معدنی حاصل از تجزیه مواد آلی ممکن است سبب تشکیل باندهای غیر محلول فلزی شده و حلالیت فلزی را کاهش دهند (رز^۵، ۱۹۹۴؛ کاباتا-پندیاس^۶، ۲۰۰۱؛ والکر و همکاران^۷، ۲۰۰۳).

با توجه به اهمیت روی از جنبه تغذیه گیاه و کمبود آن در خاک‌های آهکی و همچنین اهمیت کادمیوم از نظر آلودگی و کاربرد مقادیر زیاد کود مرغی در زمین‌های کشاورزی تحقیق در این زمینه از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین با توجه به مطالب یاد شده اهداف تحقیق حاضر عبارتند از:

- ۱- بررسی تاثیر دو نوع ماده آلی بر مقدار قابل جذب روی و کادمیوم در خاک
- ۲- بررسی نقش آهک بر قابلیت جذب روی و کادمیوم در خاک
- ۳- مقایسه مقدار قابل جذب روی و کادمیوم خاک در طول زمان

¹ - Hamon et al

² - Bolan et al

³ - Lo et al

⁴ - Madrid et al

⁵ - Ross

⁶ - Kabata-Pendias

⁷ - Walker et al

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- خاک و کره زمین

از دیدگاه جهانی، پس از آب و هوا، پوسته خاک سومین جزء عمده محیط زیست انسانی تلقی می‌شود. خاک علاوه بر اینکه پایگاه موجودات خشک‌زی بویژه جوامع انسانی است، محیط منحصر بفردی برای زندگی انواع موجودات، مخصوصاً گیاهان بشمار می‌آید. چون گیاهان نیز عامل جذب نور خورشید بوده و گردش گاز کربنیک را در طبیعت نیز عهده دارند، لذا در کلیه انواع حیات، به ترتیبی پای خاک در میان است و خاک یک محل مناسب برای تجزیه و کون و فساد مواد مرده و وازده محسوب می‌شود (بای بوردی، ۱۳۸۵).

خاک دو وظیفه اساسی دارد: تامین رشد گیاه و سایر انواع حیات و همزمان با آن، چاه ویلی برای زباله و پس‌مانده طبیعت است. این دو کار ویژه خاک به طور پیچیده‌ای در یکدیگر ادغام شده‌اند و در حالت طبیعی، سیستم خاک توانایی قابل توجهی در مقابله با عوامل خارجی داشته و همواره در جستجوی یک حالت تعادل است. از این جا می‌توان نتیجه گرفت که خاک هنگامی آلوده می‌گردد که این توان مقابله و درگیری دچار اختلال شده و یا از هنجار طبیعی فراتر می‌رود (بای بوردی، ۱۳۸۵).

با توجه به نکات فوق باید پذیرفت که اگر به ترتیبی یکی از وظایف خاک بیش از حد بکار گرفته شود، کار ویژه دیگر خاک نیز دچار سرخوردگی شده و بین این دو وظیفه اصلی، برخورد و کشمکش پیش می‌آید. مثلاً اگر به خاکی کود فراوان داده شود، پالایندگی خاک بهم خورده و آب ناقل کود اضافی در جایی دیگر، مشکلاتی فراهم می‌سازد. بر عکس افزودن فاضلاب و پساب به خاک سبب می‌شود که در اثر فقدان تعادل لازم بین عناصر غذایی، رشد گیاه محدود شود. در چنین مواردی لازم است با بهره‌گیری از توان تحمل و مقابله خاک با تغییر عوامل بیرونی، روش بهینه‌ای در پیش گرفته شود تا هر دو وظیفه اصلی خاک بکار خود ادامه دهند (بای بوردی، ۱۳۸۵).

۲-۲- فلزات سنگین

فلزات سنگین عناصری هستند که وزن اتمی آنها بین ۶۳/۵۴ و ۲۰۰/۵۹ گرم می‌باشد و جرم مخصوص آنها بزرگتر از ۴ یا ۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد (لین و همکاران^۱، ۲۰۰۲). از نظر بیولوژیکی این واژه به عناصری که دارای خاصیت سمی هستند اطلاق می‌گردد. بر این اساس فلزاتی که در فهرست مواد سمی هستند عبارتند از: آلومینیوم، آرسنیک، برلیم، کروم، کبالت،

^۱ - Lin et al

سرب، مس، جیوه، منگنز، بیسموت، کادمیوم، نیکل، سلنیوم، تالیم، روی، قلع و تیتانیوم، برخی از این فلزات نظیر کروم و آهن جزء عناصر ضروری در جیره غذایی روزانه انسان هستند. اما غلظت-های بالای این عناصر بسیار سمی است (عرفان منش و افیونی، ۱۳۷۹).

همچنین خروج این عناصر به صورت گرد و غبار یا به همراه پساب از واحدهای مختلف تولید مهمترین راه ورود این عناصر به خاک، آب و گیاهان منطقه می‌باشد، از طرف دیگر این فلزات می‌توانند از طریق فعالیت‌های بشر از جمله احتراق سوخت‌های فسیلی، فعالیت‌های معدن-کاری، صنایع ذوب فلز، ضایعات شهری، زهکش‌های صنعتی، لجن فاضلاب، استفاده از کودهای آلی و آفت‌کش‌های حاوی ترکیبات فلزی وارد محیط زیست از جمله منابع آبی و خاکی گردند (زاهدی‌پور، ۱۳۷۵).

باید توجه داشت از آنجا که همه عناصر به طور طبیعی در خاک وجود دارند در تعریف غلظت طبیعی آنها در خاک باید تغییرات زمین‌شناسی و جغرافیایی در نظر گرفته شود (بلاستر و همکاران^۱، ۲۰۰۰). وجود فلزات سنگین در هوا، خاک و آب حتی در غلظت‌های پایین می‌تواند باعث مشکلات جدی برای همه موجودات زنده محسوب شود. از طرفی تجمع زیستی این فلزات در زنجیره غذایی نیز می‌تواند بسیار خطرناک باشد (توپی^۲، ۱۹۹۹).

فلزات سنگین در کلونیدها، فاز محلول و یا به شکل یونی در خاک نیز وجود دارند و ارتباط نزدیکی با اسیدهای هیومیک و رسهای آلی دارند (کونل و میلر^۳، ۱۹۸۴؛ الیوت و همکاران^۴، ۱۹۸۶). شکلهای محلول آنها معمولا به صورت یونی و یا غیر یونی (کلات‌های آلی و کمپلکس) می‌باشد. حلالیت این فلزات در خاک توسط pH (مک نیل و وارینگ^۵، ۱۹۹۲)، مقدار فلز، ظرفیت تبادل کاتیونی (مارتینز و موتو^۶، ۲۰۰۰)، مقدار کربن آلی (سالت و همکاران^۷، ۱۹۹۷)، مراحل اکسیداسیون ترکیبات معدنی و پتانسیل احیا کنترل می‌شود. محلول خاک اطراف ریشه اولین منبع ورود فلزات سنگین به بافت‌های گیاهی است. عموماً هرچه غلظت فلزات سنگین در خاک افزایش یابد، غلظت آن در گیاه نیز افزایش می‌یابد (خوشگفتارمنش و همکاران^۸، ۲۰۰۴).

¹ - Blaster et al

² - Toppi

³ - Connell and Miller

⁴ - Elliot et al

⁵ - McNeil and Waring

⁶ - Martinez and Motto

⁷ - Salt et al

⁸ - Khoshgoftar et al