دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته علوم خاک

تاثیر دو ماده هیومیک بر رشد و جذب سرب گیاه ذرت در یک خاک آهکی

به کوشش

راضیه کاظمی

استاد راهنما:

دکتر نجفعلی کریمیان

تیرماه ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم

به نام خدا

اظهارنامـــــه

اینجانب‌راضیه کاظمی (۹۰۰۶۱۷) دانشجوی رشته‌ی علوم خاک دانشکده‌ی کشاورزی اظهارمی‌کنم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام .همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان‌نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: راضیه کاظمی

تاریخ و امضا:

به نام خدا

تاثیر دو ماده هیومیک بر رشد و جذب سرب گیاه ذرت در یک خاک آهکی

به کوشش
راضیه کاظمی

پایان نامه
ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی
از فعالیتهای تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:
علوم خاک
از دانشگاه شیراز
شیراز
جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته ی پایان نامه، با درجه ی: عالی

دکتر نجفعلی کریمیان، استاد بخش علوم خاک (استاد راهنما) .....
دکتر عبدالمجید رونقی، استاد بخش علوم خاک (استادمشاور) .....
دکتر جعفر یثربی، استادیار بخش علوم خاک (استاد مشاور) .....
دکتر مهدی زارعی، استادیار بخش علوم خاک، داور (متخصص داخلی) .....

تیرماه۱۳۹۲

تقدیم به آسمانی ترین فرشته های زمین، پدر و مادر عزیزم و تقدیم به ناب ترین نواهای زندگی ام، خواهران نازنینم به پاس مهربانی های بی کرانشان

و

تقدیم به استاد گرانقدرم، جناب آقای دکتر کریمیان که در این برهه از زندگی ام در کنار علم، مفاهیم زندگی را زیباتر به من شناساندند.

سپاسگزاری

خدا را سپاس بی کران که داده هایش بی کران است و به من توفیق رسیدن به این مرحله تحصیلی را عطا فرمود. به جاست تا در این مختصر، قدردان زحمات عزیزانی باشم که مرا در این مهم یاری نمودند. زحمات فراوان و ارزشمند استاد راهنمای ارجمند، جناب آقای دکتر نجفعلی کریمیان، که با آرامشی برخاسته از علم و حلم من را یاری نمودند به هیچ وجه قابل جبران نیست. از اساتید محترم مشاور آقایان دکتر عبدالمجید رونقی و دکتر جعفر یثربی که دلسوزانه مرا در تمامی مراحل این پژوهش یاری کردند، کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم. از اساتید محترم بخش، جناب آقایان دکتر سید علی ابطحی، دکتر عبدالمجید ثامنی، دکتر مجید باقر نژاد، دکتر سید علی اکبر موسوی، دکتر رضا قاسمی، و دکتر مهدی زارعی که در طی مدت تحصیلم از آموزش های موثر آنها بهره برده ام، کمال تشکر را دارم. از جناب آقای دکتر محمد علی داعی مدیر عامل محترم شرکت گلسنگ کویر یزد به خاطر اهدای کودها سپاسگزاری می نمایم. از پدر و مادر عزیزم به خاطر محبت و تلاش های همیشگی شان در پشتیبانی من و خواهران خوبم به خاطر همراهی همیشگی شان سپاسگزارم. یاد دوستان و همکلاسی هایم در این دوره و دوستانم در مقطع کارشناسی که در این کوتاه، مجال پرداختن به آن ها نیست، را به پاس همراهی و خاطرات شیرینی که برایم به ارمغان آوردند، گرامی می دارم. از زحمات و همکاری‌های کارکنان بخش علوم خاک، سرکار خانم هاشمی و جناب آقایان غلامی، جعفری، مقصودی، و اسفندیاری ها سپاسگزاری می کنم.

چکیده

تاثیر دو ماده هیومیک بر رشد و جذب سرب گیاه ذرت در یک خاک آهکی

به کوشش

راضیه کاظمی

در چند دهه گذشته، در نتیجه فعالیت های انسانی، غلظت فلزات سنگین از جمله سرب در محیط زیست به طور آشکار افزایش یافته است. با توجه به خطر اصلی زیست محیطی ناشی از فلزات سنگین خاک که مربوط به غلظت شکل های متحرک و قابل جذب توسط گیاه می باشد، اثر عوامل و مواد مختلف بر فراهمی فلزات سنگین و همچنین افزایش زیست توده گیاهی در خاک به وسیله بسیاری از پژوهشگران مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق به منظور بررسی اثر مواد هیومیک و کود اوره بر رشد و جذب سرب گیاه، سه آزمایش گلخانه ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و با استفاده از ذرت (*Zea mays* L.) در یک خاک آهکی که با سرب (۱۰۰، ۲۰۰، و ۳۰۰ میلی گرم سرب در کیلوگرم خاک به صورت $Pb(No_3)_2$) تیمار شده و در رطوبت ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه نگهداری شده بود ترتیب داده شد. تیمارها شامل ۴ سطح نیتروژن (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، و ۲۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به صورت کود اوره) در آزمایش اول و ۴ سطح ماده هیومیک تجاری مایع (اچ اس) (۰، ۴، ۸، و ۱۶ کیلوگرم در هکتار) در آزمایش دوم در زمان کشت و سرک به صورت محلول به خاک افزوده شد و در آزمایش سوم ماده هیومیک تجاری جامد (اچ پی) در سطوح معادل ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت جامد در زمان کشت به گلدان ها افزوده شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح سرب عملکرد گیاه کاهش یافت و بر اثر کاربرد مواد هیومیک در سطوح متوسط بیشترین میزان وزن خشک گیاه مشاهده شد و کاربرد بیشتر آن وزن خشک را کاهش داد. البته تاثیر اچ پی بر وزن خشک معنی دار نبود. افزایش سطح اچ اس، به دلیل اثر رقت، ابتدا باعث کاهش و سپس به دلیل کاهش دادن وزن خشک باعث افزایش غلظت سرب در گیاه ذرت شد. افزایش سطح کود اچ پی باعث افزایش معنی دار غلظت سرب در گیاه شد اما افزایش سطح کود اوره اثر معنی داری بر غلظت سرب نداشت. کاربرد اچ اس و اچ پی در خاک به ترتیب باعث کاهش و افزایش جذب سرب در گیاه شد. به طور کلی، کاربرد کود اوره سبب افزایش معنی دار شاخص سبزینگی برگ ذرت، غلظت وجذب کل نیتروژن، فسفر، مس، منگنز، و روی در اندام هوایی ذرت شد. افزایش سطح اچ اس سبب افزایش معنی دار غلظت فسفر، غلظت، و جذب روی و افزایش سطح اچ پی سبب افزایش غلظت و جذب مس شد.

فهرست مطالب

عنوان شماره صفحه

فصل اول **۱**

۱-۱-فلزات سنگین ۲

۱-۲- هیومیک اسید **۷**

۱-۳- حذف فلزات سنگین از خاک ۱۰

فصل دوم **۱۲**

فصل سوم **۱۶**

۳-۱-آماده سازی خاک ۱۷

۳-۲-افزودن عناصر و هیومیک اسید و فلزات به خاک ۱۹

۳-۳-آزمایش های گلخانه ای ۲۱

۳-۴-تجزیه های آزمایشگاهی ۲۱

۳-۵-طرح مورد استفاده و تحلیل های آماری ۲۲

فصل چهارم **۲۳**

۴-۱ عملکرد ۲۴

۴-۱-۱-وزن خشک ۲۴
۴-۱-۱-۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر وزن خشک شاخساره ۲۴
۴-۱-۱-۲- اثر سرب بر وزن خشک شاخساره ۲۷
۴-۱-۲-ارتفاع گیاه ۲۸
۴- ۱-۲-۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر ارتفاع گیاه ۲۸
۴- ۱-۲-۲- اثر سرب بر ارتفاع گیاه ۳۰
۴-۲ – غلظت سرب شاخساره ۳۱
۴- ۲- ۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر غلظت سرب شاخساره ۳۱
۴- ۲-۲- اثرسطوح سرب بر غلظت سرب شاخساره ۳۲
۴-۳ – جذب کل سرب شاخساره ۳۵
۴- ۳- ۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر جذب کل سرب توسط شاخساره ۳۵
۴- ۳-۲- اثر سطوح سرب بر جذب کل سرب توسط شاخساره ۳۷
۴-۴- شاخص سبزینگی ۳۸
۴-۴-۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر شاخص سبزینگی برگ ذرت ۳۸
۴-۵- نیتروژن کل شاخساره ۴۱
۴-۵-۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر غلظت و جذب نیتروژن کل شاخساره ذرت ۴۱
۴-۵-۲- اثر سرب بر غلظت و جذب نیتروژن کل شاخساره ۴۴
۴-۶- فسفر شاخساره ۴۴
۴-۶-۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک برغلظت وجذب کل فسفر شاخساره ۴۴
۴-۶-۲- اثر سرب بر غلظت و جذب کل فسفر شاخساره ۴۵

۴-۷- مس شاخساره ۴۸
۴-۷-۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر غلظت و جذب کل مس شاخساره ۴۸
۴-۷-۲- اثر سرب بر غلظت و جذب کل مس شاخساره ۴۹
۴-۸- آهن شاخساره ۵۲
۴-۸-۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر غلظت و جذب کل آهن شاخساره ۵۲
۴-۸-۲- اثر سرب بر غلظت و جذب کل آهن شاخساره ۵۵
۴-۹- منگنز شاخساره ۵۵
۴-۹-۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر غلظت و جذب کل منگنز شاخساره ۵۵
۴ -۹-۲- اثر سرب بر غلظت و جذب کل منگنز شاخساره ۵۶
۴-۱۰- روی شاخساره ۵۹
۴-۱۰-۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر غلظت و جذب کل روی شاخساره ۵۹
۴-۱۰-۲- اثر سرب بر غلظت و جذب کل روی شاخساره ۶۲
۴-۱۱- کادمیم شاخساره ۶۳
۴-۱۲- غلظت سرب خاک ۶۳
۴-۱۲-۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر مقدار سرب استخراجی به وسیله دی تی پی ا درخاک پس از برداشت..۶۳
۴-۱۲-۲- اثر سطوح سرب بر مقدار سرب استخراجی به وسیله دی تی پی ا درخاک پس از برداشت ذرت..... ۶۴
فصل پنجم ۶۶
۵-۱- نتیجه گیری کلی ۶۷
۵-۲- پیشنهادات ۶۸
منابع ۷۰

فهرست جدول ها

عنوان شماره صفحه

جدول ۱-۱- غلظت بیشینه و معمولی برخی فلزات سنگین در خاک..... ۴
جدول ۳-۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک.....۱۸
جدول ۳-۲- برخی ویژگی های شیمیایی مواد هیومیک ۲۰
جدول ۴-۱- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر وزن خشک شاخساره ذرت.....۲۶
جدول ۴-۲- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر غلظت سرب شاخساره ذرت..... ۳۴
جدول ۴-۳- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر جذب کل سرب شاخساره ذرت.....۳۶
جدول ۴-۴- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر شاخص سبزینگی برگ ذرت..... ۳۹
جدول ۴-۵- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر نیتروژن کل شاخساره ذرت..... ۴۲
جدول ۴-۶- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر جذب نیتروژن کل شاخساره ذرت ۴۳
جدول ۴-۷- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر غلظت فسفر شاخساره ذرت ۴۶
جدول ۴-۸- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر جذب کل فسفر شاخساره ذرت..... ۴۷
جدول ۴-۹- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر غلظت مس شاخساره ذرت..... ۵۰
جدول ۴-۱۰- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر جذب کل مس شاخساره ذرت..... ۵۱
جدول ۴-۱۱- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر غلظت آهن شاخساره ذرت..... ۵۳
جدول ۴-۱۲- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر جذب کل آهن شاخساره ذرت..... ۵۴
جدول ۴-۱۳- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر غلظت منگنز شاخساره ذرت..... ۵۷

جدول۴-۱۴- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر جذب کل منگنز شاخساره ذرت ۵۸
جدول ۴-۱۵- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر غلظت روی شاخساره ذرت..... ۶۰
جدول ۴-۱۶- اثر کود اوره ، دو ماده هیومیک، و سرب بر جذب کل روی شاخساره ذرت..... ۶۱

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

شکل۴- ۱- اثر کود اوره و دو ماده هیومیک بر ارتفاع گیاه ۳۰
شکل۴- ۲- اثرسرب بر ارتفاع گیاه..... ۳۱

فصل اول

مقدمه:

۱-۱- فلزات سنگین

از دیدگاه جهانی، پس از آب و هوا، خاک، سومین جز عمده محیط زیست انسانی تلقی می شود. خاک علاوه بر این که پایگاه موجودات خشکی زی به ویژه جوامع انسانی است، محیط منحصر به فردی برای زندگی انواع حیات، مخصوصا گیاهان به شمار می آید. چون گیاهان عامل جذب نور خورشید بوده و گردش گاز کربنیک در طبیعت را نیز عهده دارند، لذا در کلیه انواع حیات، به ترتیبی پای خاک در میان است، و خاک یک فراگیر آرمانی برای تجزیه و فساد مواد مرده و وازده محسوب می شود (بای بوردی، ۱۳۸۵).

در چند دهه گذشته، در نتیجه فعالیت های انسانی، غلظت فلزات سنگین در محیط زیست به طور آشکار افزایش یافته است. وجود مقادیر زیاد این فلزات در محیط نه تنها برای زیست بوم خاک و اجزای آن بلکه برای سلامت انسان نیز تهدید قابل توجهی است. خطر زیست محیطی که توسط این فلزات ایجاد می شود به فراهمی زیستی آن ها در زنجیره غذایی بستگی دارد (زل و ایناکس، ۲۰۰۵). بنابراین رفتار فلزات سنگین در خاک از نگرانی های انسان است.

ورود فلزات سنگین، به ویژه کادمیم و سرب به زنجیره غذایی از نگرانی های بزرگی است که می تواند باعث مشکلات در سلامتی بشر شود (آدامز و همکاران، ۲۰۰۴). آلودگی فلزات سنگین یکی از مهم ترین مشکلات زیست محیطی در سراسر جهان است (دومت و همکاران، ۲۰۰۸؛ نوری و همکاران، ۲۰۰۶). توانایی فلزات سنگین برای انباشته شدن و ایجاد مسمومیت در سیستم های زیستی انسان، حیوان ، ریزجانداران، و گیاهان گزارش شده است (دامور و همکاران، ۲۰۰۵).

خطر اصلی زیست محیطی ناشی از افزودن فلزات سنگین به خاک مربوط به غلظت شکل های متحرک و قابل جذب توسط گیاه می باشد (وبر و همکاران، ۲۰۰۷). فراهمی و توزیع فلزات سنگین در خاک به نوع فلز، نوع خاک، پ هاش، ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC)، فراوانی نسبی و نوع کانی های رسی، فراوانی مواد آلی، اکسیدهای آهن و منگنز و آلومنیم، پتانسیل اکسایش-کاهش، و تراوشات ریشه ای در ریزوسفر بستگی دارد (اندرسون و کریستنسن، ۱۹۸۸).

بیشینه مقدار مجاز برخی از فلزات سنگین که توسط کلوک(۱۹۸۰) در آلمان بر اساس نتایج آزمایشگاهی گلخانه ای و مزرعه ای ارائه شده در جدول ۱-۱ نشان داده شده است، البته بعد ها برخی از این حدود و مرز ها تغییر کرد و مقدار بیشینه مجاز بسته به سمیت فلزات سنگین کم یا زیاد شد.

جدول۱-۱-غلظت بیشینه و معمولی برخی فلزات سنگین در خاک (کلوک، ۱۹۸۰)

عنصر شیمیایی	محدوده مقدار معمولی ($mg\ kg^{-1}$)	مقداربیشینه ($mg\ kg^{-1}$)
کادمیم	۰/۱-۱	۳
کبالت	۱ -۱۰	۵۰
کروم	۲ -۵۰	۱۰۰
مس	۱-۲۰	۱۰۰
نیکل	۲ -۵	۵۰
سرب	۰/۱ -۲۰	۱۰۰
روی	۳ -۵۰	۳۰۰

کمبل و همکاران (۱۹۸۳) با ارزیابی مقادیر فلزات آزاد شده از دو منبع انسانی و طبیعی به این نتیجه رسیدند که فعالیت های انسانی می تواند کادمیم، مس، سرب ، و روی را به ترتیب ۱۵، ۱۳، ۱۰۰، و ۲۱ بار بیشتر از منابع طبیعی در محیط آزاد سازند.

محل انباشت فلزات سنگین در گیاه به سه بخش تقسیم می شود:

۱- فلزاتی مانند نقره، کرم، قلع، سرب و وانادیم بیشتر در شاخسار تجمع می یابد تا ریشه ها و یا ریزوم[1] ها

۲- کادمیم، کبالت، مس، آهن، و مولیبدن بیشتر در ریشه ها و ریزوم ها انباشته می شود تا شاخسار

1. Rhizome

۳- نیکل، منگنز، و روی، کم و بیش به طور یکسان در ریشه و شاخسار انباشته می شود (پراساد، ۱۹۹۷).

سرب

آلودگی خاک با عنصر سرب یکی از مهم ترین آلودگی های زیست محیطی در بسیاری از کشورهاست که باعث بروز خطرات جدی برای انسان و محیط زیست می شود، آلودگی بیش از حد سرب منجر به بروز بیماری های به سختی درمان پذیر برای انسان می شود. زیان سرب بیشتر ناشی از توان جا به جایی کم آن در محیط زیست و رسوب پذیری بالای آن می باشد (گاربیوس و آلکورنا، ۲۰۰۱).

بیشترین مصرف سرب در صنعت اتومبیل سازی، در تولید باتری و نیز به صورت مواد افزودنی ضدکوبش[1] در بنزین یعنی سرب تترا اتیل وسرب تترا متیل است (کریمیان، ۱۳۷۱). از منابع دیگر سرب سایر فعالیت های بشری از جمله کاربرد سموم کشاورزی، پسمان های شهری، لجن فاضلاب های شهری، کارخانجات ذوب فلزات و معادن است (کاباتا- پندیاس و پندیاس، ۲۰۰۱).

متاسفانه سرب ابتدا هوا را آلوده نموده و سپس با باران به خاک منتقل می شود. حد مجاز مصرف سرب در خوراک جامد انسان نباید از ۶۰۰ میکرو گرم در روز تجاوز کند. انسان از طریق تنفس روزانه ۱۰ تا ۱۰۰ میکروگرم و از راه تغذیه در حدود ۳۰۰ میکروگرم جذب می کند. چگونگی جذب سرب در گیاه روشن نیست. پس از جذب، جا به جایی سرب در گیاه ناچیز است (بای بوردی، ۱۳۸۵).

از بین فلزات سنگین، سرب آلاینده ای بالقوه می باشد که به آسانی در خاک و رسوبات انباشته می شود. گرچه سرب عنصری ضروری و مفید برای گیاه محسوب نمی شود اما به سهولت جذب و دربافت های مختلف گیاهی ذخیره می شود (شارما و دبای، ۲۰۰۵). بوم

1. Antiknock

هاردوت و ولچ (۱۹۷۲) بیان کردند که مقدار سرب موجود در علوفه ذرت سیلوئی خاک های آلوده به سرب می تواند خطرناک تر از سرب موجود در دانه آن باشد .

جذب سرب در خاک به سه شکل است:

۱- جذب ویژه توسط فازهای جامد که شامل جذب شیمیایی و تشکیل کمـپلکس هـای درون کره ای و کم تر برگشت پذیر می باشد.

۲- جذب غیر ویژه، شامل جـذب الکترواسـتاتیک (تبـادل یـونی) و برگشـت پـذیر و تشـکیل کمپلکس های نسبتا پایدار برون کره ای با اجزای خاک.

۳- تشکیل فازهای رسوبی بسیار پایدار (مک براید، ۱۹۹۴).

از اثرات جذب سرب توسط گیاه، جلوگیری از فعالیت های آنزیمی، اختلال در تغذیه معدنی و اختلال در وضعیت هورمون ها می باشد، که در واقع فعالیت های فیزیولوژیکی طبیعی گیـاه به خصوص فتوسنتز را مختل می کنند (سینگ و همکـاران، ۱۹۹۷). عـوارض مسـمومیت بـا سرب شامل کم خونی، بی اشتهایی، درد شکم و هم چنین اثر های عصبی ماننـد زود خشـمی، آشفتگی خلق و خوی، و عدم هماهنگی است (مر و زائری، ۱۳۸۲).

مقدار کل سرب در خاک ها به طور میانگین ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شده در حالی که این مقدار در خاک های آلوده به سرب به بیش از ۱۰۰میلی گرم بر کیلوگرم می رسد (هاتزینگر، ۱۹۸۰).

در گیاهان آثار سمیت با سرب معمولا در غلظت های بالاتر از۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم در برگ ظاهر می شود که در نهایت باعث کاهش سنتز کلروفیل و رشد رویشی می شود (هاتزینگر،۱۹۸۰).

سمیت سرب به این دلیل است که بسیاری از جنبه های رفتار متابولیسمی کلسیم را تقلید و از فعالیت بسیاری از آنزیم ها جلوگیری می کند (کلوت، ۱۹۸۶).

مهم ترین عامل در افزایش حلالیت سرب خاک مقدار مواد آلی موجود در خاک است. مـواد آلی با کمپلکس کردن سرب به ویژه در pH های بالاتر از ۶/۵ می توانند بخش زیادی از سرب موجود در خاک را فعال تر کند. برخی از پژوهشگران قابلیت جذب ایـن کمـپلکس هـا توسـط

گیاه را با قاطعیت قبول ندارند اما افزایش حلالیت می تواند در انتقال سرب از لایه های سطحی به لایه های زیر سطحی نقش مهمی بازی کند (جین و همکاران، ۲۰۰۵؛ ساو و همکاران، ۱۹۹۸).

از شیمی سرب در خاک اطلاع زیادی در دست نیست. سوختن بنزین منبع اصلی سرب است و بیشتر آن به شکل هالید های محلول سرب یعنی کلرید و برومید، است. سینگر و هانسون (۱۹۶۹) دلیل کاهش خطر زیادی سرب وارد شده به خاک را تشکیل ترکیبات نسبتا نامحلولی مانند $PbCO_3$ ، $Pb_3(PO_4)_2$ ، و تا حد کم تری $PbSO_4$، می دانند. به علت تشکیل این ترکیبات جامد و نیز به علت جذب سطحی آن به شکل کاتیون دو ظرفیتی است که جا به جایی سرب در خاک اغلب کم است. طبق اظهار لیندسی (۱۹۷۳) خاک های دارای pH زیاد به هنگام اسیدی شدن ممکن است سرب را آزاد کنند، به خصوص اگر $PbCO_3$ درغیر متحرک شدن سرب دخالت داشته باشد.

۱-۲- هیومیک اسید

با توجه به ملاحظات زیست محیطی، اخیرا استفاده از انواع اسید های آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسید های آلی اثرات قابل ملاحظه ای بر بهبود ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴). اسیدها از جمله مواد شیمیایی هستند که برای افزایش قابلیت جذب فلزات سنگین مورد استفاده قرار می گیرند. اصولا اسید یا هر ماده ای که فرآورده های اسیدی در خاک تولید کند بر طبق دو اصل زیر می تواند باعث افزایش جذب فلزات سنگین توسط گیاه شود:

۱- کاهش pH خاک

۲- تشکیل پیوند با فلز و انتقال از خاک به گیاه (تورگات و همکاران، ۲۰۰۴).