١٥٧٤٥٢

دانشگاه ارومیه

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زراعت

ارزیابی توانایی تحمل، جذب و اندوزش روی (Zn) از خاک توسط برخی گیاهان بومی آذربایجان‌غربی

پژوهشگر:

حسن میرشکالی

اساتید راهنما:

دکتر رضا امیرنیا　　دکتر هاشم هادی

استاد مشاور:

دکتر حبیب خداوردی‌لو

دی ماه ۱۳۸۹

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
IRANDOC
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

۱۵۷۴۵۲

۱۳۹۰/۳/۵

پایان نامه آقای حسن میرشکالی به تاریخ ۸۹/۱۰/۱۱ به شماره ۱۹۳-۲ک مورد پذیرش هیات محترم داوران با رتبه عالی ونمره ۱۸/۱ قرار گرفت.

۱-استاد راهنمای اول و رئیس هیئت داوران : دکتر رضا امیرنیا

۲-استاد راهنمای دوم: دکتر هاشم هادی

۳-استاد مشاور : دکتر حبیب خداوردیلو

٤-داور خارجی : دکتر رسول جلیلی مرندی

٥-داور داخلی : دکتر امیر فیاض مقدم

٦- نماینده تحصیلات تکمیلی : دکتر ایرج برنوسی

حق طبع و نشر این رساله متعلق به دانشگاه ارومیه است.

سپاسگزاری

الهی مرا مدد کن تا دانش اندکم نردبانی باشد برای فروتنی و دوری از تکبر و غرور، نه حلقه‌ای برای اسارت و نه دستمای برای تجارت، بلکه گامی باشد برای تجلیل از تو و متعالی ساختن زندگی خود و دیگران.

حمد و ستایش به درگاه خداوند علیم که از سرچشمه زلال حکمت، توانایی برداشتن گامهایی هرچند کوچک در راه کسب دانش را عطا فرمود.

اکنون که به یاری پروردگار انجام این تحقیق به پایان رسیده است، بر من است که شکر ایزد گویم و سپاسگزار همه خوبانی باشم که بی‌مدد همرایی‌شان، بار اندک قافله دانشم به منزل فرجام نمی‌رسید:

بعد از شکر خدای سبحان، بنا به توصیه لقمان حکیم دست پدر و مادر خویش را بوسیده که شیار جبین و ترک دستهایشان گواهی است بر صبوری و رنج سالیانی که صرف فرزندانشان کردند و به دعای خیر آنها همیشه محتاج و امیدوارم که کوتاهی‌ها و قصور مرا ببخشند.

سپاس بیکران خدمت اساتید راهنمایم، آقایان **دکتر رضا امیرنیا** و **دکتر هاشم هادی** که با راهنمایی‌ها و تجربیات علمی و عملی فراوان و لکهای بی‌دریغ خود سهم مهمی در پیشبرد این تحقیق داشته‌اند.

از استاد مشاور فرزانه و گرانمایه‌ام، جناب آقای **دکتر حبیب خداوردی لو** که بزرگوارنه افتخار شاگردی خود را نصیب اینجانب گردانیدند و با تعهد و بینش ژرف نگرشان و راهنمایی‌های عالمانه‌شان در طی انجام این پایان نامه الگویی بی‌بدیل از خود در ذهن اینجانب به یادگار گذاشته‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم. از درگاه ایزد بزرگ، سلامتی و بهروزی ایشان را خواستارم.

از اساتید ارجمند دکتر جلیلی مرندی (داور خارجی) و دکتر فیاض مقدم (داور داخلی) به پاس قبول زحمت داوری و مطالعه پایان نامه و ارائه پیشنهادات ارزشمندشان کمال تقدیر و تشکر را دارام.

از تمامی اساتید گروه زراعت، و مهندسی علوم خاک و همچنین مسئولین آزمایشگاهای زراعت و خاکشناسی، به پاس تمام زحمات، و کمک‌های بی‌دریغشان، سپاسگزارم.

و از دوستان عزیزی که هریک به نوعی در انجام این پایان نامه مرا یاری نمودند و مورد لطف و محبت خویش قرار دادند، بویژه دوستان مهربانم آقایان: میران، ربیعی، عنایتی، شیرازی، زارع، عباسی، بهاری، رحمانیان، کریمی، محموزاده، عسکری و دیگر دوستانم صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم و از باری تعالی سلامتی و موفقیت همه آنها را خواستارم.

تقدیم به

پدر و مادرم

دو فرشته‌ای که، همیشه دعای خیرشان بدرقه راهم بود

در برابر وجود گرامیشان زانوی ادب بر زمین می نهم و با دلی مملو از عشق و محبت بر دستان پر مهرشان بوسه می زنم.

خواهران و برادرانم

که همواره وجودشان باعث دلگرمی و امیدواریم است.

حضورت حادثه ایست که در زندگی ام می ستایمش

ثانیه های با تو بودن قله آرزوهای من است

و من افتخار این صعود را هرگز از خاطرم نخواهم برد.

تقدیم به

همسرم

که فصلی نو در زندگی ام آغاز نمود.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه و هدف	
۱-۱- مقدمه و هدف	۱
فصل دوم:کلیات و بررسی منابع	
۲-۱- فلزات سنگین	٤
۲-۱-۱- تعریف و طبقه بندی	٤
۲-۱-۲-فلزات سنگین در خاک	٥
۲-۲-نیاز گیاهان به فلزات سنگین	٥
۲-۳-سمیت فلزات سنگین در گیاهان	٦
۲-٤-عوامل موثر بر جذب فلزات سنگین	۷
۲-٥- جذب فلزات به ریشه و انتقال به قسمت‌های هوایی گیاه	۸
۲-٦- مقاومت به فلزات سنگین	۹
۲-۷-پاسخ های گیاهان به فلزات سنگین	۱۰
۲-۸-مکانیسم‌های مقاومت به فلزات سنگین و سمیت‌زدایی	۱۱
۲-۸-۱-ترشحات ریشه	۱۲
۲-۸-۲-غشای پلاسمایی	۱۲

عنوان	صفحه
۲-۸-۳-فیتوکلاتین‌ها	۱۳
۲-۸-٤-متالوتیونئین‌ها	۱٤
۲-۸-٥-اسیدهای آلی	۱٤
۲-۸-٦- اسیدهای آمینه	۱٤
۲-۸-۷-حجره بندی واکوئل	۱٥
۲-۹-جوامع گیاهی در رابطه با فلزات سنگین	۱٥
۲-۱۰-گیاهان بیش‌اندوز	۱٦
۲-۱۱-مزیت تجمع فلزات سنگین در بافتهای گیاهان	۱۸
۲-۱۲-کاربرد گیاهان بیش اندوز	۱۹
۲-۱۳-پاکسازی مناطق آلوده توسط گیاهان بیش اندوز	۲۲
۲-۱٤-روی	۲٤
۲-۱٤-۱-روی ورودی به خاکها	۲٥
۲-۱٤-۲-رفتار روی در خاکها	۲٦
۲-۱٥-نقش روی در گیاه	۲٦
۲-۱٦-نیازهای تغذیه ای گیاهان به روی	۲۷
۲-۱۷-سمّیت روی در گیاهان	۲۸

عنوان	صفحه
۲-۱۸- اثر متقابل بین عنصر روی با سایر عناصر	۲۸
۲-۱۹- نقش روی در انسان	۳۰
۲-۱۹-۱-اثرات سوء روی بر انسان	۳۰
۲-۲۰-گزینش و معرفی گیاهان	۳۰
فصل سوم: مواد و روش‌ها	
۳-۱-موقعیت جغرافیایی و مشخصات اقلیمی منطقه نمونه‌برداری خاک	٤۱
۳-۲- نمونه‌برداری از خاک غیرآلوده و آلوده کردن آن به روی	٤۱
۳-۳- آزمایشات فیزیکوشیمیایی	٤۲
۳-٤- گزینش، کاشت و داشت گیاهان	٤٤
۳-۵- اندازه‌گیری میزان کلروفیل	٤٤
۳-٦- اندازه‌گیری ارتفاع	٤۵
۳-۷-ثبت داده‌های گلخانه‌ای و آزمایشگاهی	٤۵
۳-۸- برداشت گیاهان و آماده‌سازی نمونه‌های گیاهی	٤۵
۳-۹- عصاره‌گیری فلزات از گیاه و خاک	٤٦
۳-۹-۱- عصاره‌گیری روی کل از گیاه	٤٦
۳-۹-۲- عصاره‌گیری روی قابل دسترس گیاه از خاک	٤۷

عنوان | صفحه

۳-۱۰- اندازه‌گیری فلز در خاک و گیاه ٤٧

۳-۱۰-۱- تهیه‌ی محلول‌های استاندارد ٤٧

۳-۱۰-۲- واسنجی دستگاه جذب اتمی اسپکترومتری ٤٨

۳-۱۱- اندازه‌گیری روی در نمونه‌های عصاره‌ی خاک و گیاه ٤٨

۳-۱۲- برآورد شاخص عملکرد نسبی ٤٨

٤-۱۳--برآورد ضریب تغلیظ زیستی ٤٨

٥-۱٤-برآورد شاخص کارآیی مصرف روی ٤٩

۳-۱٥-محاسبه فلز استخراج شده توسط گیاهان ٤٩

۳-۱٦-تعداد دور کشت لازم گیاهان برای پالایش آلودگی روی ٤٩

۳-۱۷- تجزیه های آماری ٤٩

فصل چهارم: نتایج، بحث و پیشنهادها

٤-۱-ویژگی‌های عمومی خاک ٥٠

٤-۲-تاثیر آلودگی روی (Zn) بر ارتفاع، وزن شاخساره و درونداشت کلروفیل a، b و کلروفیل کل ٥١

٤-۳-تاثیر غلظت‌های مختلف روی(Zn) بر غلظت روی اندوخته شده در گیاهان ٥٧

٤-٤-بررسی پارامترهای تحمل، جذب و اندوزش، تعداد دور کشت لازم جهت پالایش آلودگی روی، کارآیی مصرف روی در گیاهان ٦٢

عنوان | صفحه

٤-٤-١- تحمل گیاهان به آلودگی روی ٦٢

٤-٤-٢- بررسی کارآیی مصرف روی در گیاهان ٦٤

٤-٤-٣- محاسبه فلز استخراج شده توسط گیاهان ٦٤

٤-٤-٤- برآورد میزان پالایش روی در گیاهان ٦٥

٤-٤-٥- تعداد دور کشت لازم گیاهان برای پالایش آلودگی روی ٦٦

٤-٥-عصاره‌گیری مقدار زیست‌فرآهم فلز روی از خاک ٦٩

٤-٦- بررسی امکان برآورد پاسخ گیاه به تنش آلودگی روی توسط غلظت فلز در خاک ٧٢

٤-٧- نتیجه‌گیری کلی ٧٥

٤-٨- پیشنهادها ٧٦

منابع ٧٧

فهرست شکل‌ها

صفحه

شکل٤-١- تاثیر غلظت‌های مختلف روی بر ارتفاع گیاهان سلمه‌تره (الف) و سورگوم (ب) ٥٢

شکل٤-٢- تاثیر غلظت‌های مختلف روی بر وزن شاخساره گیاهان سلمه‌تره (الف) و سورگوم (ب) ٥٣

شکل٤-٣- تاثیر غلظت‌های مختلف روی بر درونداشت کلروفیل گیاهان سلمه‌تره (الف) و سورگوم (ب) ٥٥

شکل٤-٤- غلظت روی در ماده‌ی خشک گیاه سلمه‌تره در سطوح مختلف آلودگی روی. ٥٧

شکل٤-٥- غلظت روی در ماده‌ی خشک گیاه سورگوم در سطوح مختلف آلودگی روی. ٥٩

شکل٤-٦- مقادیر برآورد شده‌ی تعداد دور کشت لازم برای پالایش آلودگی روی خاک توسط گیاهان سورگوم (ب) و سلمه‌تره (الف) در سطوح مختلف آلودگی روی. ٦٦

شکل ٤-٧- غلظت کل محاسبه شده روی در خاک نسبت به غلظت روی قابل عصاره‌گیری شده با نیترات‌آمونیوم. ٧١

فهرست جداول صفحه

جدول (٤-١): برخی ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی خاک مورد مطالعه ٥٠

جدول (٤-٢) تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه تحت آلودگی روی گیاه سلمه‌تره ٦١

جدول (٤-٣) تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه تحت آلودگی روی گیاه سورگوم ٦١

جدول(٤-٤) شاخص‌های کارآیی مصرف، عملکرد نسبی،BCF و میزان فلز استخراج شده در غلظت‌های مختلف روی درخاک ٦٢

جدول (٤-٥) میزان روی استخراج شده خاک با استفاده از عصاره‌گیرهای مختلف ٦٩

جدول (٤-٦) بررسی امکان برآورد پاسخ گیاه به تنش آلودگی در گیاه سورگوم روی توسط غلظت فلز در خاک ٧٣

جدول (٤-٧) بررسی امکان برآورد پاسخ گیاه به تنش آلودگی در گیاه سلمه‌تره روی توسط غلظت فلز در خاک ٧٤

چکیده

فلزات سنگین اغلب از منابعی گوناگون از جمله نهشته‌های جوی، مصرف بی‌رویه مواد شیموکشاورزی، فاضلاب شهری و صنعتی و پسآبیاری به خاک راه می‌یابند. در بعضی از زمین‌های زراعی که پتانسیل تولید غذا را دارند، فلزات سنگین یکی از عوامل محدودیت رشد گیاهان می‌باشند. برخی از فلزات سنگین مانند روی (Zn) با اینکه برای حیات ضروری هستند، معمولاً انبارش زیاد آنها در گیاهان سمّی بوده و آنها را از رشد باز می‌دارد. هدف از این پژوهش ارزیابی توانایی تحمل، جذب و اندوزش آلودگی روی از خاک توسط برخی گیاهان بومی آذربایجان‌غربی بود. بدین منظور یک نمونه خاک آهکی با غلظت‌های مختلف روی (۰، ۲۰۰، ٤۰۰، ۸۰۰، ۱۲۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک) آلوده شد. گیاهان سورگوم، سلمه‌تره، ترشک، تلخه و ازمک در گلدان حاوی خاک آلوده کشت گردیدند. علائم سمّیت روی به تدریج در گیاهان ترشک، ازمک و تلخه به ویژه در غلظت‌های بالای زوی نمایان شد که منجر به کندی رشد و در نهایت مرگ این گیاهان شد. با این حال سلمه‌تره و سورگوم توانستند به رشد خود ادامه دهند. در پایان فصل رشد، ارتفاع، دِروندداشت کلرفیل a، b و کلروفیل کل، عملکرد ماده خشک بخش هوایی، غلظت روی در گیاه و همچنین غلظت زیست‌فراهم روی در خاک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که به طور کلی با افزایش غلظت روی در خاک، ارتفاع، میزان کلرفیل a، b و کل و عملکرد نسبی سورگوم و سلمه‌تره کاهشی معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۵$) یافت. با افزایش غلظت روی در خاک غلظت روی در سلمه‌تره افزایش و حداکثر به ۱۲۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک (در غلظت ۲۱۰۰ میلی گرم روی بر کیلوگرم خاک) رسید. حداکثر غلظت روی در سورگوم ۲۵۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک (در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک) بود. همچنین، همبستگی معنی‌داری بین غلظت روی عصاره‌گیری شده با نیترات‌آمونیوم و پاسخ گیاه به آلودگی روی مشاهده شد.

واژگان کلیدی: تجمع زیستی، روی (Zn)، سمّیت برای گیاه، فلزات سنگین

فصل اول

مقدمه و هدف

۱-۱- مقدمه و هدف

فلزات سنگین گروه مهمی از آلاینده‌های غیر آلی محیطی می‌باشند (Memon و همکاران، ۲۰۰۱) در حالی‌که برخی از این فلزات برای حیات ضروری هستند، معمولا تجمع زیاد آنها در ارگانیسم‌های زنده سمی می‌باشد (Van Assche و Clijsters، ۱۹۹۰) این عناصر یا ترکیبات طبیعی خاک بوده یا نتیجه‌ی فعالیت انسان می‌باشند. مناطق معدنی غنی از فلزات، گداختن فلزات، گاز حاصل از اگزوز، استفاده از سوخت‌های فسیلی، به کار بردن کودها و حشره‌کش=ها و تولید فاضلاب شهری از مهمترین فعالیت‌های انسان است که خاک را با مقادیر زیادی از فلزات سمی آلوده می‌کنند (Archambault و Winterhalder، ۱۹۹۵). وجود فلزات سنگین در محیط زیست گیاهان نوعی عامل تنش‌زا می‌باشد که باعث ایجاد تغییرات فیزیولوژیک شده و می‌تواند موجب کاهش توان رشد گیاه و در حالت شدیدتر باعث از بین رفتن گیاه شود. گیاهان حساس در چنین شرایطی آسیب دیده و از بین می‌روند. در مقابل گیاهان مقاوم در این شرایط هم چنان به رشد و تکثیر خود ادامه می‌دهند (Baker و همکاران، ۲۰۰۰). استخراج معدن و پردازش سنگهای معدنی سبب ایجاد نواحی وسیعی از زمین‌های متروکه و متعاقب آن خاک‌های آلوده به فلز گردیده است که به طور بالقوه محیط های سمی برای رشد گیاهان می‌باشد. گزارش‌های بسیاری از کشور های مختلف وجود دارد که حاکی از آلودگی خاک‌های اطراف معادن با فلزاتی نظیر مس، کبالت، سرب، روی و نقره می‌باشد (Reeves و همکاران، ۲۰۰۱).

آلودگی اراضی کشاورزی به فلزات سنگین مانند سرب، کادمیم، روی و نیکل از منابعی نظیر کودهای شیمیایی فسفاته، کاربرد لجن فاضلاب، پساب‌های شهری و فاضلاب‌های خانگی یکی از مشکلات مهم و تهدیدهای جدی برای محیط‌زیست وسلامت انسان به شمار می‌آید (khan، ۲۰۰۵). وجود فلزات سنگین در خاک یکی از عوامل محدود کننده‌ی رشد گیاهان به شمار می‌رود، بنابراین

صرفنظر از منشأ فلزات در خاک، وجود این فلزات در خاک می‌تواند منجر به کاهش عملکرد گیاهان و کیفیت محصولات کشاورزی شده و در حالت‌های شدید منجر به نابودی تنوع پوشش گیاهی در مناطق آلوده می‌شود (Yangو همکاران، ۲۰۰۲). لذا یافتن راهکارهای مدیریتی در جهت پاکسازی یا خنثی سازی فلزات سنگین در محیط امری حیاتی است. روش‌های مختلفی برای به حداقل رساندن تاثیر منفی آلودگی فلزات بر محیط در حال گسترش است. یکی از این روش‌ها پالایش سبز[1] است که به طور کلی روشی کم هزینه و اکولوژیکی است (Chaney و همکاران، ۲۰۰۷). در روش پالایش سبز خاک‌های آلوده به فلزات سنگین، از گیاهان برای جداسازی فلزات از خاک (استخراج سبز)[2] یا برای جلوگیری از پخش توسط فرسایش یا آبشویی (تثبیت سبز)[3] استفاده می‌شود.

توانایی در انتخاب گیاهان مقاوم به نوع و سطح آلودگی، پیش نیازی برای موفقیت در پالایش سبز است. علاوه بر این گیاهانی مناسب پالایش سبز هستند که ظرفیت جذب میزان بالایی از فلز را در بیوماس قابل برداشت‌شان داشته باشند. که این امر به وسیله بیش‌اندوزان (McGrath و همکاران، ۲۰۰۶) یا گیاهانی با عملکرد بالا که میزان مناسبی از فلز در خود تجمع می‌دهند محقق می‌گردد (Greger و Landberg، ۱۹۹۹). فلز روی (Zn) یک عنصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان بوده، در بسیاری از فرآیندهای متابولیکی گیاه نقش دارد. این فلز را بعنوان فعال کننده و کوفاکتور برخی آنزیم‌های حیاتی گیاه از جمله کربونیک انیدرازها، دهیدروژنازها، آلکالیل‌فسفاتازها، فسفولیپازها، RNA پلیمرازها در متابولیسم پروتئین، قندها، اسیدهای نوکلوئیک و چربی‌ها، فتوسنتز گیاه و بیوسنتز اکسین بعنوان یک هورمون محرک رشد ایفا نقش می‌کند (Rion و Alloway، ۲۰۰۴). روی، همچون سایر فلزات سنگین هنگامی که در خاک و در نهایت در بافت‌های گیاهی تجمع می‌یابد بسته به گونه گیاهی موجب تغییر در برخی فرآیندهای متابولیکی گیاه شده و از این طریق در رشد و نمو گیاهان اختلال ایجاد می‌نماید (Stoyanova و Doncheva، ۲۰۰۲). گونه‌های مختلف گیاهی در برابر آلودگی خاک با فلزات سنگین واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند. برخی از گونه‌های گیاهی به مقدار معینی از فلزات سنگین در خاک مقاوم بوده، توانایی جذب و تثبیت آنها را در بافت‌های درونی خود دارند. گاه در برخی از این گیاهان آثار مسمومیت، چندان بارز نیست ولی محتوای فلزی موجود در گیاه سلامت انسان و یا دام‌هایی که از آن تغذیه می-

1- Phytoremedation
2- Phytoextraction
3- Phytostabilization

کنند به خطر می‌اندازد (Arduini و همکاران، ۱۹۹٤). روی همراه با دیگر ریزمغذی‌ها می‌تواند در دو حالت نامطلوب یعنی در غلظت‌های پایین و یا در غلظت‌های بالا به ترتیب منجر به کمبود و سمّیت برای گیاهان شود. به طور کلی غلظت روی (Zn) در خاک‌ها کم است. که این مقدار برای متابولیسم و رشد گیاه لازم و ضروری است (Marschner، ۱۹۹۵). سمیت روی نسبت به کمبود روی گسترش کمتری دارد. با این حال سمیت روی در خاک‌های آلوده شده بوسیله فعالیت‌های استخراج و تصفیه، در خاک‌های کشاورزی آبیاری شده با فاضلاب‌ها، در خاک‌های شهری آلوده به روی و بویژه در خاک‌های با pH پایین رخ می‌دهد (Chaney، ۱۹۹۳). علایم سمیت روی شامل کاهش رشد و عملکرد، کمبود آهن که باعث ایجاد کلروز از طریق کاهش در سنتز کلروفیل و تخریب کلروپلاست و دخالت در جذب فسفر، منگنز و منیزیم است (Foy و همکاران، ۱۹۷۸).

مکان‌های آلوده به روی (Zn) با توجه به غلظت روی (Zn)، قابلیت استفاده روی (Zn) و حضور دیگر فلزات آلوده کننده متفاوت هستند. که این فاکتورهای ذکر شده کلیدی برای موفقیت در استفاده از روش‌های احیاء، ترمیم و پالایش خاک‌های آلوده هستند (Ernst، ۲۰۰۵؛ Van Nevel و همکاران، ۲۰۰۷). از آنجا که فلز روی هم عنصری غذایی (که در رژیم غذایی مردم ایران نیز کمبود آن به شدت مشاهده می‌شود) و هم در برخی خاک ها به دلیل غلظت زیاد، عنصری سمّی است، لذا یافتن گونه‌های گیاهی بیش اندوز این فلز علاوه بر پالایش خاک های آلوده می تواند در افزایش زیست‌فرآهمی روی یا کاربرد به صورت کود نیز مورد توجه قرار گیرد. برخی از خاک های کشورمان به روی آلوده‌اند و از سویی در بیشتر خاک‌های کشور کمبود شدید روی مشاهده می‌شود. بنابراین مطالعه اثر روی بر گیاهان از یک طرف برای شناسایی گیاهان مقاوم و از طرف دیگر بمنظور ایجاد ژنوتیپ‌های گیاهی مقاوم و یافتن گیاهانی که توانایی بالایی در جذب و اندوزش‌زیستی روی از خاک دارند هم در پالایش مناطق آلوده و هم در رویارویی با کمبود روی در خاک‌های مناطق دیگر بسیار سودمند و ترفندی خلاقانه خواهد بود.

اهداف این پژوهش عبارت بودند از:

۱- بررسی تحمل آلودگی خاک به فلز روی توسط گیاهان انتخاب شده.

۲- بررسی جذب و اندوزش روی توسط گیاهان انتخاب شده.

۳- بررسی افزایش زیست‌فراهمی روی در خاک پس از کاشت و برداشت گیاهان انتخاب شده

فصل دوم

کلیات وبررسی منابع

۲-۱-فلزات سنگین

۲-۱-۱-تعریف و طبقه بندی

فلزات سنگین[1] به عناصر فلزی با وزن مخصوص بالاتر از ۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب گفته می‌شود. این فلزات در طبیعت به صورت کاتیون‌ها و آنیون‌های اکسید شده وجود دارند. عناصری نظیر نیکل، کروم، کبالت، جیوه، روی، کادمیوم، مس و منگنز به صورت کاتیون در خاک می باشند، در حالی که عناصری نظیر مولیبدن، سلنیوم، آرسنیک و بر به صورت ترکیب با اکسیژن در خاک بوده ودارای بار منفی می باشند (Gadd ۱۹۹۳؛ shaw، ۱۹۸۹). هم چنین فلزات سنگین به عنوان عناصری با خصوصیات فلزی (انعطاف پذیری، رسانائی، پایداری مانند کاتیون ها، و غیره) و عدد اتمی بزرگتر از ۲۰ تعریف می‌شوند (kabata-Pendias و Pendias، ۱۹۹۲).

به طور کلی یون‌های فلزات سنگین را بر اساس اسیدیته‌ی لوئیس و تمایل آنها به لیگاندهای مختلف در دو گروه مجزا قرار می-دهند. گروه اول شامل یون‌های فلزی نرم از قبیل جیوه (Hg)، کادمیوم (Cd)، نقره (Ag)، مس (Cu) و پلاتین (Pt) است که ترجیحا از طریق پیوندهای کوالانسی با لیگاندهای قطبی پیوند می‌شوند. گروه دوم شامل یون‌های فلزی آهن (Fe)، روی (Zn)، نیکل (Ni)، کبالت (Co) و سرب (Pb)می‌باشد که بیشتر تمایل دارند با لیگاندهای واسطه از قبیل آمین‌ها، آمیدها و ایمین‌ها پیوند

[1]- Heavy metal

شوند (Nieboer و Riechardson، ۱۹۸۰). همه یون‌های فلزی صرف نظر از اینکه در کدام گروه قرار می‌گیرند در غلظت‌های بالاتر از حد بحرانی خود در خاک، برای گیاهان سمی می‌باشند.

۲-۱-۲-فلزات سنگین در خاک

فلزات سنگین در خاک ترکیبات طبیعی یا نتیجه‌ای از فعالیت انسان می‌باشند. مناطق معدنی غنی از فلزات، گداختن فلزات، آب فلز دادن، گاز حاصل از اگزوز، استفاده از سوخت‌های فسیلی، به کار بردن کودها و حشره کش‌ها و تولید فاضلاب شهری از مهمترین فعالیت‌های انسان است که خاک را با مقادیر زیادی از فلزات سمی آلوده می‌کند (shaw، ۱۹۸۹؛ Seward و Richardson ۱۹۹۰). مقادیر بیش از حد طبیعی فلزات در خاک به دلیل جذب توسط گیاهان و ورود به زنجیره‌های غذائی به عنوان منابع آلاینده محیط محسوب می‌شوند و می‌توانند باعث نابودی گیاهان شوند (Shaw ، ۱۹۸۹).

فلزات در خاک به صورت های زیر وجود دارند(Tessier و همکاران، ۱۹۷۹):

۱-یون‌های فلزی آزاد و کمپلکس‌های فلزی محلول در محلول خاک

۲-پیوند شده با بارهای منفی ترکیبات غیر آلی خاک در محل‌های تبادل یونی.

۲-۲-نیاز گیاهان به فلزات سنگین

به طور کلی در بین عناصر تشکیل دهنده یک گیاه فقط ۱٪ یا کمتر از آن را فلزات سنگین تشکیل می دهند. برخی از این فلزات از قبیل آهن، روی، مس، منگنز و نیکل برای رشد و متابولیسم گیاهان مورد نیاز هستند، در حالی‌که تا کنون برای برخی دیگر از فلزات نظیر کادمیوم، سرب، آرسنیک و جیوه نقش زیستی شناسایی نشده است (Memon و همکاران، ۲۰۰۱). بر اساس نقش فلزات در گیاهان می‌توان آن‌ها را در یک یا تعدادی از گروه‌های زیر قرار داد (Alloway، ۱۹۹۵):

۱- فلزاتی که در ترکیب و ساختار گیاه وارد می‌شوند مانند کلسیم در پکتات کلسیم تیغه میانی.