



پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته علوم خاک

بررسی کارایی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در گیاه پالایی  
خاک‌های آلوده به سرب و روی به وسیله گیاه وتیور

به کوشش  
محبوبه بهرامی نیا

استاد راهنما  
دکتر مهدی زارعی

شهریور ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام خدا

## اظہارنامہ

اینجانب محبوبہ بہرامی نیا (۹۰۰۶۰۵) دانشجوی رشته‌ی علوم خاک دانشکده‌ی کشاورزی اظہار می‌کنم کہ این پایان‌نامہ حاصل پژوهش خودم بودہ و در جاهایی کہ از منابع دیگران استفادہ کردہ‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشتہ‌ام. همچنین اظہار می‌کنم کہ تحقیق و موضوع پایان‌نامہ‌ام تکراری نیست و تعہد می‌نمایم کہ بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننمودہ و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیہ حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامہ مالکیت فکری و معنوی متعلق بہ دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: محبوبہ بہرامی نیا

تاریخ و امضا: ۹۲/۶/۲۶



به نام خدا

بررسی کارایی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در گیاه پالایی خاک‌های آلوده به سرب و  
روی به وسیله گیاه وتیور

به کوشش

محبوبه بهرامی نیا

پایان‌نامه

ارائه‌شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی  
لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

علوم خاک

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته‌ی پایان‌نامه، با درجه‌ی: عالی

دکتر مهدی زارعی، استادیار بخش علوم خاک (استاد راهنما).....  
دکتر عبدالمجید رونقی، استاد بخش علوم خاک (استاد مشاور).....  
دکتر رضا قاسمی، دانشیار بخش علوم خاک (استاد مشاور).....  
دکتر علی‌اصغر قائمی، دانشیار بخش مهندسی آب (استاد مشاور).....  
دکتر سید علی‌اکبر موسوی، استادیار بخش علوم خاک، داور (متخصص داخلی).....

شهریور ۱۳۹۲

تقدیم به روح پر فتوح پدرم

و

قلب رئوف مادرم

و

خواهر و برادرانم

که وجودشان شادی بخش و مایه دلگرمی من

## سپاسگزاری

الهی مرا مدد کن تا دانش اندکم نه نردبانی باشد برای فزونی تکبر و غرور، نه حلقه‌ای برای اسارت و نه دست‌مایه‌ای برای تجارت، بلکه گامی باشد برای تجلیل از تو و متعالی ساختن زندگی خود و دیگران. حال که توفیق جمع‌آوری و تهیه این مجموعه را یافته‌ام بر خود واجب می‌دانم از تمامی عزیزانی که در طی انجام این پژوهش از راهنمایی و یاری‌شان بهره‌مند گشته‌ام تشکر و قدردانی کنم و برای ایشان از درگاه پروردگار مهربان آرزوی سعادت و پیروزی نمایم. در ابتدا صمیمانه‌ترین تقدیرها تقدیم به خانواده عزیز و مهربانم که همواره حامی و مشوقم بوده‌اند و پیمودن روزهای سخت و آسان زندگی‌ام بدون دعای خیر، و برکت وجودشان غیرممکن بود. از استاد راهنمای ارجمند جناب آقای دکتر مهدی زارعی که با سعه‌صدر و صبوری مرا راهنمایی نموده و با ارائه نظرات سازنده و رهنمودهای بی‌دریغشان در پیشبرد این پایان‌نامه سعی تمام مبذول داشتند، کمال تشکر را دارم. از اساتید مشاور ارجمند آقایان دکتر عبدالمجید رونقی، دکتر رضا قاسمی و دکتر علی‌اصغر قائمی که در طول این تحقیق با رهنمودها و تشویق‌های خود مرا مورد لطف خویش قرار دادند، صمیمانه سپاسگزارم. از کلیه اساتید گران‌قدر بخش علوم خاک که در دوران تحصیل از محضرشان کسب فیض نمودم، تشکر می‌نمایم. از تمامی دوستان و همکلاسی‌های عزیزم که در طول این مدت افتخار آشنایی و مصاحبت با آن‌ها را داشتم، به پاس محبت‌های بی‌دریغشان سپاسگزارم. و در نهایت از زحمات کارکنان بخش علوم خاک، آقایان غلامی، جعفری، مقصودی، اسفندیاری و خانم هاشمی کمال تشکر را دارم.

## چکیده

### بررسی کارایی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در گیاه پالایی خاک‌های آلوده به سرب و روی به وسیله گیاه وتیور

به کوشش

محبوبه بهرامی نیا

آلودگی خاک‌ها به فلزات سنگین از مهم‌ترین موضوعات چالش‌برانگیز در جهان امروز است. گیاه پالایی نسبت به سایر روش‌ها، مقرون به صرفه و سازگار با محیط‌زیست می‌باشد. استفاده از گیاهانی که دارای رابطه همزیستی با ریز جانداران می‌باشند، باعث افزایش کارایی گیاه پالایی می‌شود. به منظور بررسی کارایی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در گیاه پالایی خاک‌های آلوده به سرب و روی توسط گیاه وتیور، دو آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. فاکتورهای آزمایش اول شامل روی از منبع سولفات روی در چهار سطح (۱۰، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، قارچ در سه سطح (شاهد، گلوموس / اینترادیسز و گلوموس ورسيفرم) بود. فاکتورهای آزمایش دوم شامل سرب از منبع نترات سرب در چهار سطح (۵۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و فاکتور قارچ مشابه آزمایش اول بود. با افزایش سطوح روی و سرب وزن خشک اندام هوایی و ریشه، کاهش یافت. مایه زنی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار باعث افزایش این شاخص‌ها در مقایسه با تیمار شاهد شد. با افزایش سطح روی و سرب و با کاربرد قارچ‌های میکوریز آربوسکولار جذب روی و سرب اندام هوایی و ریشه افزایش یافت. درصد کلنیزاسیون ریشه با کاربرد قارچ افزایش و با افزایش سطوح روی و سرب به طور معنی‌داری کاهش یافت. مایه زنی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار کارایی استخراج، جذب و انتقال گیاهی روی را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دادند. فاکتور انتقال روی و سرب از ریشه به اندام هوایی با افزایش سطوح روی و سرب کاهش یافت اما کاربرد قارچ‌های میکوریز آربوسکولار میزان آن را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. با توجه به کارایی استخراج، جذب و انتقال گیاهی به طور کلی فرایند اصلی در مورد عنصر روی و سرب تثبیت گیاهی می‌باشد.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	فصل اول: مقدمه.....
<b>فصل دوم: مروری بر پژوهش های انجام شده</b>	
۶	۱-۲- فلزات سنگین .....
۶	۱-۱-۲- روی .....
۷	۲-۱-۲- سرب .....
۸	۲-۲- روش های پالایش فلزات سنگین .....
۹	۳-۲- گیاه پالایی .....
۱۰	۱-۳-۲- تصفیه ریشه ای .....
۱۰	۲-۳-۲- تثبیت گیاهی .....
۱۱	۳-۳-۲- تصعید گیاهی .....
۱۱	۴-۳-۲- استخراج گیاهی .....
۱۲	۵-۳-۲- تخریب گیاهی .....
۱۳	۴-۲- قارچ های میکوریز آربوسکولار .....



- ۲-۵- مکانیسم های تحمل پذیری قارچ های میکوریز آربوسکولار به فلزات سنگین ..... ۱۴
- ۲-۶- نقش قارچ های میکوریز آربوسکولار در استخراج و تثبیت گیاهی ..... ۱۵
- ۲-۷- وتیور ..... ۱۶
- ۲-۸- وتیور، قارچ میکوریز آربوسکولار و پالایش فلزات سنگین ..... ۲۰

### فصل سوم: مواد و روش ها

- ۳-۱- تهیه مایه تلقیح قارچ میکوریز آربوسکولار گلوموس اینترارادیسز و گلوموس ورسیفرم .... ۲۶
- ۳-۱-۱- کشت تله گلدانی (کشت تله ای) ..... ۲۶
- ۳-۱-۲- تعیین درصد کلنیزاسیون ریشه ..... ۲۷
- ۳-۲- آزمون گلخانه ای ..... ۲۷
- ۳-۲-۱- عملیات کاشت ..... ۲۷
- ۳-۲-۱-۱- خاک بستر کشت ..... ۲۷
- ۳-۲-۱-۲- اعمال تیمارها و کشت گیاه ..... ۲۹
- ۳-۲-۲- عملیات برداشت ..... ۳۰
- ۳-۳- تجزیه نمونه های گیاه ..... ۳۰
- ۳-۴- تجزیه و تحلیل داده ها ..... ۳۱

## فصل چهارم: نتایج و بحث

- ۳۳-۱-۴- اثر مایه زنی گیاه وتیور با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در خاک آلوده به روی ..... ۳۳
- ۳۳-۱-۱-۴- وزن تر و وزن خشک اندام هوایی و ریشه ..... ۳۳
- ۳۶-۱-۲-۴- شاخص سبزینگی گیاه ..... ۳۶
- ۳۸-۱-۳-۴- غلظت و جذب کل روی در اندام هوایی ..... ۳۸
- ۴۰-۱-۴-۴- غلظت و جذب کل روی در ریشه ..... ۴۰
- ۴۲-۱-۵-۴- غلظت و جذب کل فسفر اندام هوایی ..... ۴۲
- ۴۵-۱-۶-۴- غلظت و جذب کل آهن ..... ۴۵
- ۴۷-۱-۷-۴- غلظت و جذب کل منگنز ..... ۴۷
- ۴۹-۱-۸-۴- درصد کلنیزاسیون ریشه با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار ..... ۴۹
- ۵۱-۱-۹-۳- کارایی استخراج، جذب و انتقال گیاهی روی در گیاه وتیور ..... ۵۱
- ۵۴-۱-۱۰-۳- فاکتور انتقال از ریشه به اندام هوایی ..... ۵۴
- ۵۶-۱-۱۱-۴- غلظت روی قابل‌استخراج با دی. تی. پی. ا. خاک ..... ۵۶
- ۵۸-۲-۲-۴- اثر مایه زنی گیاه وتیور با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در خاک آلوده به سرب ..... ۵۸
- ۵۸-۱-۲-۲-۴- وزن تر و وزن خشک اندام هوایی و ریشه ..... ۵۸
- ۶۰-۲-۲-۴- شاخص سبزینگی گیاه ..... ۶۰
- ۶۳-۲-۳-۴- غلظت و جذب کل سرب اندام هوایی گیاه وتیور ..... ۶۳
- ۶۳-۲-۴-۴- غلظت و جذب کل سرب ریشه گیاه وتیور ..... ۶۳
- ۶۷-۲-۵-۴- غلظت و جذب کل فسفر اندام هوایی گیاه وتیور ..... ۶۷

- ۶-۲-۴- غلظت و جذب کل آهن اندام هوایی گیاه وتیور ..... ۶۹
- ۷-۲-۴- غلظت و جذب کل منگنز اندام هوایی گیاه وتیور ..... ۷۱
- ۸-۲-۴- درصد کلنیزاسیون ریشه با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار ..... ۷۳
- ۹-۲-۴- کارایی استخراج، جذب و انتقال گیاهی سرب در گیاه وتیور ..... ۷۵
- ۱۰-۲-۴- فاکتور انتقال از ریشه به اندام هوایی ..... ۷۷
- ۱۱-۲-۴- غلظت سرب قابل استخراج با دی. تی. پی. ا. در خاک ..... ۷۹

نتیجه گیری کلی ..... ۸۱

پیشنهادات ..... ۸۴

منابع ..... ۸۵

پیوست ..... ۹۷

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده.....	۲۸
جدول ۱-۴- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و قرائت کلروفیل متر گیاه وتیور.....	۳۴
جدول ۲-۴- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت روی اندام هوایی و ریشه و جذب کل روی اندام هوایی و ریشه گیاه وتیور.....	۳۹
جدول ۳-۴- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت فسفر اندام هوایی و جذب کل فسفر اندام هوایی گیاه وتیور.....	۴۳
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت آهن اندام هوایی و جذب کل آهن اندام هوایی گیاه وتیور.....	۴۶
جدول ۵-۴- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت منگنز اندام هوایی و جذب کل منگنز اندام هوایی گیاه وتیور.....	۴۸
جدول ۶-۴- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر درصد کلنیزاسیون ریشه گیاه وتیور.....	۵۰
جدول ۷-۴- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر کارایی استخراج، جذب و انتقال گیاهی عنصر روی در گیاه وتیور.....	۵۲

جدول ۴-۸- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر فاکتور انتقال از ریشه به اندام هوایی گیاه وتیور. ....	۵۵
جدول ۴-۹- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت روی خاک بعد از برداشت گیاه وتیور. ....	۵۶
جدول ۴-۱۰- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و قرائت کلروفیل متر گیاه وتیور. ....	۵۹
جدول ۴-۱۱- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت سرب اندام هوایی و ریشه و جذب کل سرب اندام هوایی و ریشه گیاه وتیور. ....	۶۴
جدول ۴-۱۲- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت فسفر اندام هوایی و جذب کل فسفر اندام هوایی گیاه وتیور. ....	۶۸
جدول ۴-۱۳- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت آهن اندام هوایی و جذب کل آهن اندام هوایی گیاه وتیور. ....	۷۰
جدول ۴-۱۴- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت منگنز اندام هوایی و جذب کل منگنز اندام هوایی گیاه وتیور. ....	۷۲
جدول ۴-۱۵- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر درصد کلنیزاسیون ریشه گیاه وتیور. ....	۷۳
جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر کارایی استخراج ، جذب و انتقال گیاهی عنصر سرب در گیاه وتیور. ....	۷۶
جدول ۴-۱۷- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر فاکتور انتقال از ریشه به اندام هوایی گیاه وتیور. ....	۷۸
جدول ۴-۱۸- مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت سرب خاک بعد از برداشت گیاه وتیور. ....	۸۰

- جدول پیوست ۱- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر وزن تر و وزن خشک اندام هوایی و ریشه و قرائت کلروفیل متر گیاه وتیور..... ۹۸
- جدول پیوست ۲- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت و جذب روی در اندام هوایی و ریشه گیاه وتیور..... ۹۹
- جدول پیوست ۳- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت و جذب فسفر و آهن در اندام هوایی گیاه وتیور..... ۱۰۰
- جدول پیوست ۴- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت و جذب منگنز در اندام هوایی گیاه وتیور..... ۱۰۱
- جدول پیوست ۵- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر درصد کلنیزاسیون ریشه گیاه وتیور..... ۱۰۲
- جدول پیوست ۶- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر کارایی استخراج، جذب و انتقال گیاهی در گیاه وتیور..... ۱۰۳
- جدول پیوست ۷- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح روی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت روی خاک و فاکتور انتقال در گیاه وتیور..... ۱۰۴
- جدول پیوست ۸- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر وزن تر و وزن خشک اندام هوایی و ریشه و عدد قرائت شده با کلروفیل متر گیاه وتیور..... ۱۰۵
- جدول پیوست ۹- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت و جذب سرب در اندام هوایی و ریشه گیاه وتیور..... ۱۰۶
- جدول پیوست ۱۰- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت و جذب فسفر در اندام هوایی گیاه وتیور..... ۱۰۷
- جدول پیوست ۱۱- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت و جذب آهن و منگنز در اندام هوایی گیاه وتیور..... ۱۰۸

جدول پیوست ۱۲- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر کارایی استخراج، جذب و انتقال گیاهی در گیاه وتیور.....	۱۰۹
جدول پیوست ۱۳- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر درصد کلنیزاسیون ریشه گیاه وتیور .....	۱۱۰
جدول پیوست ۱۴- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای سطوح سرب و قارچ میکوریز آربوسکولار بر غلظت سرب خاک و فاکتور انتقال در گیاه وتیور .....	۱۱۱

# فصل اول



## مقدمه

آلودگی خاک‌ها به فلزات سنگین از مهم‌ترین موضوعات چالش‌برانگیز در جهان امروز است. فلزات سنگین و عناصر رادیواکتیو به طور طبیعی در خاک و هوا وجود دارند. آنچه که وجود این ترکیبات در محیط‌زیست را خطرناک ساخته است، افزایش شدید و ناگهانی سطح این ترکیبات تحت تأثیر فعالیت‌های بی‌رویه صنعتی و کشاورزی در محیط‌زیست می‌باشد. فلزاتی از قبیل سرب، کادمیوم، مس، روی، کبالت، نیکل و جیوه به طور مداوم از طریق فعالیت‌های کشاورزی مانند استفاده از مواد شیمیایی کشاورزی، کاربرد طولانی مدت فاضلاب‌های شهری در اراضی کشاورزی، فعالیت‌های صنعتی، دفن پسماندها، سوزاندن بقایا و دود حاصل از وسایل نقلیه به خاک اضافه می‌شوند. همه این منابع سبب تجمع فلزات و شبه فلزات در خاک‌های کشاورزی می‌شوند و موجب تهدید امنیت غذایی و ایجاد خطرات بالقوه بهداشتی به دلیل انتقال از خاک به گیاه می‌شوند. دوام فلزات سنگین در خاک نه تنها سبب آلودگی غذا یا آب آشامیدنی می‌شود. بلکه می‌تواند سبب خسارت قابل توجهی به اکوسیستم خاک شوند (رمضانی و قاسمی، ۱۳۹۰). روش‌های مختلفی به منظور پاک‌سازی محیط از این آلودگی‌ها بکار می‌رود. گیاه‌پالایی که در دهه‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است نسبت به روش‌های رایج مهندسی از قبیل شستشو با اسید و حفاری کردن، هزینه‌ی کمتری در بر داشته و سازگار با محیط‌زیست نیز می‌باشد (سالت و همکاران، ۱۹۹۸).

در کشورهای در حال توسعه با افزایش تراکم جمعیت و بودجه‌ی مالی کم، پاک‌سازی محیط‌زیست با هزینه‌ی کم و فن آوری‌های اکولوژیکی پایدار به منظور کاهش خطرات مرتبط با فلزات سنگین و مستعد ساختن زمین‌های کشاورزی و نیز برقراری امنیت غذایی با استفاده از گیاه‌پالایی لازم و ضروری به نظر می‌رسد. زیرا برخلاف آلاینده‌های آلی که توسط فعالیت‌های میکروبی

اکسید می‌شوند، فلزات سنگین برای مدت‌های طولانی در خاک باقی می‌مانند و در خاک قابل تجزیه نمی‌باشند (آدراینو، ۲۰۰۳). در طول مدت فرایند استخراج گیاهی، فلزات آلاینده به وسیله ریشه‌ی گیاه جذب و به اندام‌های هوایی انتقال می‌یابد. برای این منظور انتظار می‌رود که گیاه : ۱- متحمل به فلزات سنگین باشد ۲- در هر هکتار میزان ریشه و زیست توده بالایی داشته باشد. ۳- در اندام هوایی توانایی انباشت بالایی از فلزات را داشته باشد. ۴- دارای سیستم ریشه‌ای گسترده باشد (جادیا و فولکار، ۲۰۰۸). تاکنون در ارتباط با خاصیت تجمعی فلزات در حدود ۴۰۰ گونه‌ی گیاهی از حداقل ۴۵ خانواده‌ی گیاهی شناسایی شده‌اند (گوش و سینگ، ۲۰۰۵).

گیاه وتیور از خانواده گندمیان و دارای سیستم ریشه‌ای حجیم با ساختارهای ظریف است که می‌تواند به سرعت رشد کرده و ممکن است عمق ریشه به ۳ تا ۴ متر نیز برسد. وتیور دارای ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی منحصربه‌فردی است. به ویژه که برای حفاظت محیط‌زیست نیز مناسب است. یکی دیگر از ویژگی‌های آن جلوگیری از آلودگی و اصلاح آب‌ها و زمین‌های آلوده می‌باشد. این ویژگی برجسته شامل تحمل به سطوح بالای شوری، پ هاش، سدیم و طیف وسیعی از فلزات سنگین (روی، سرب، کادمیم، آرسنیک، کروم، سلنیوم، نیکل و جیوه) و مواد شیمیایی کشاورزی می‌باشد. از ویژگی‌های خاص سیستم ریشه‌ای وتیور تماس زیاد با ذرات خاک است، در نتیجه کارآمد برای گیاه پالایی و پیشگیری از نشت آلاینده‌ها به آب‌های زیرزمینی است (شوشتریان و تهرانی فر، ۱۳۹۰).

گیاه پالایی به عنوان یکی از روش‌های نوین پالایش محیط‌های آلوده با وجود مزایای بسیار، محدودیت‌هایی نیز دارد که از مهم‌ترین آن‌ها محدودیت رشد گیاه در محیط با سمیت آلاینده بالاست. لذا در سال‌های اخیر استفاده از گیاهانی که دارای رابطه همزیستی با باکتری‌ها و قارچ‌ها می‌باشند، به عنوان یک راهکار طبیعی برای افزایش کارایی این روش مطرح شده است (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۰). قارچ‌ها خصوصاً انواع منشأ گرفته از مناطق آلوده به فلزات سنگین با تولید متابولیت‌های مختلف و با مکانیسم‌های کلات کنندگی و برقراری پیوند با فلزات سنگین در درون و بیرون سلول‌های ریشه و با کاهش انتقال این عناصر به اندام‌های هوایی گیاهان و یا از طریق بهبود رشد و افزایش زیست توده گیاهان، نقش مهمی در پالایش خاک‌های آلوده و امکان بهره‌وری بیشتر

از آن‌ها ایفا می‌کنند و پتانسیل کمک به ایجاد یک پوشش گیاهی متراکم و متنوع را دارند (زارعی، ۱۳۸۷).

با توجه به آلودگی روزافزون خاک به فلزات سنگین در نتیجه‌ی فعالیت‌های بشری و نقش موثر ریز موجودات فرا ریشه‌ای در افزایش گیاه پالایی ضروری به نظر می‌رسد نقش قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در جذب عناصر سنگین توسط گیاهان مورد بررسی قرار گیرد. بنابراین این پژوهش بر اساس اهداف زیر انجام شده است :

۱- بررسی میزان رشد و تجمع سرب و روی در گیاه وتیور در شرایط آلودگی خاک با دو عنصر

سرب و روی

۲- مطالعه وضعیت کلنیزاسیون ریشه گیاه وتیور در شرایط آلودگی خاک با سرب یا روی

۳- مطالعه نقش قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در ارتباط با گیاه پالایی خاک‌های آلوده با سرب

یا روی توسط گیاه وتیور

# فصل دوم