

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته  
زیست‌شناسی - علوم گیاهی

بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیک و گیاه‌پالایی ریشه گیاه  
وتیور (*Vetiver zizanioides*) به درصد‌های مختلف  
شیرابه پسماند شهری

به کوشش  
مهدی نظری

استاد راهنما  
دکتر ساسان محسن زاده

شهریور ۱۳۹۲

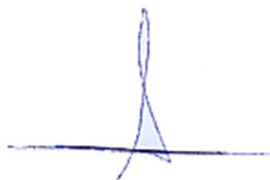
به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب مهدی نظری دانشجوی رشته زیست‌شناسی - علوم گیاهی گرایش فیزیولوژی گیاهی دانشکده علوم اظهار می‌کنم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم 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 آیین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: مهدی نظری

تاریخ و امضا:



به نام خدا

بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیک و گیاه‌پالایی ریشه گیاه وتیور  
(*Vetiver zizanioides*) به درصدهای مختلف شیرابه پسماند شهری

به کوشش  
مهدی نظری

پایان نامه

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

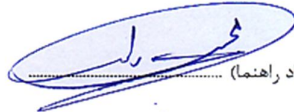
در رشته‌ی  
فیزیولوژی گیاهی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته پایان نامه، با درجه: عالی



دکتر ساسان محسن زاده، دانشیار بخش زیست شناسی (استاد راهنما)



دکتر علی مرادشاهی، دانشیار بخش زیست شناسی (استاد مشاور)



دکتر احمد رضا خسروی، استاد بخش زیست شناسی (استاد مشاور)



مهندس محمد رضا جنتی، کارشناس ارشد شهرداری شیراز (استاد مشاور)



دکتر بهمن خلدبرین، استاد بخش زیست شناسی (داور متخصص داخلی)

شهریور ماه ۱۳۹۲

تقدیم به:

همه آنانی که

نگاهشان،

طلوع حقیقت

صدایشان،

ندای زیبایی

و

وجودشان

رهنمای بشریت است

## سپاسگزاری

در اول کلام، سپاس، **خدایی** را سزاست که آفریننده ازلی و بخشاینده ابدیست. خدایی که با اشاره اراده بیکرانیش، در شش گام زمانش، لباس هستی را بر پیکره نیستی پوشاند؛ و آنگاه، رعد، با تسبیح خود به بارگاه ملکوتیش و خورشید، با تشعشع گرمی خود به پیشگاه جبروتیش، لطیف‌ترین اشکال حیات را بر وجود هستی پدید آوردند. آنگاه قطره‌ای از دریای حکمتش را در ریزترین جنبندگان قرار داد تا عصاره شعور در وجود آنها متجلی گردد. آنگاه آبیان را شناگران دریاها، سپس خزندگان را ساکنان ساحل‌ها، پرندگان را شکافنده آسمان-ها و در نهایت روی زمین را زیستگاه دیگران قرار داد. آنگاه با نوازش دستان مهربانش، پیکره‌ای ساخت که مسجود فرشتگان و محبوب خودش بود و آنگاه معجزه عصاره شکوه خود را در وجود او تجلی داد؛ و باز، سپاس خدایی را سزاست که به برکت اعطای نیروی خرد، ما را مسئول حیات خود و پاسدار زیستگاه خود قرار داد و تنها اوست که می‌تواند ما را در انجام این کار عظیم و این وظیفه خطیر یاری نماید!

**پدر** بزرگوام و **مادر** مهربانم، می‌دانم کمال سپاسگزاری از شما را نه در این ورق و نه در این پایان‌نامه، بلکه در هیچ کتابی نمی‌توان گنجانند. تنها، کتاب زندگیست که خود گویای واقعی و جلوه‌گاه حقیقی زحمات شماست. وجود شما، مأمن‌گاهی بود که زداینده همه خستگی‌ها، سختی‌ها، نگرانی‌ها و دلواپسی‌های من بود. من، نه به عنوان جبران زحماتتان که غیر ممکن است؛ بلکه به پاس قدردانی ذره‌ای از زحمات آسمانی شما، از شما تشکر می‌نمایم.

استاد عزیزم، **دکتر محسن زاده**، بی‌شک، راهنمایی‌های بی‌دریغ شما و مهربانی‌های بی‌نظیر شما، نه تنها همواره چراغ راه من در طول این دوران بود بلکه انسان بودن و انسان‌وار زیستن را به من آموخت. به پاس زحمات بی‌شائبه‌تان، کمال تشکر را از شما دارم و از خداوند منان توفیق بالاترین مقامات را برایتان خواستارم. چه خالیست جای کسی که مهربانانه زیست، استادگونه یاد داد و قهرمانانه جان سپرد! یاد و خاطره **مهندس محمد رضا جنتی**، کارشناس ارشد شهرداری شیراز هیچ‌گاه از اذهان ما و دوستداران ایشان پاک نخواهد شد. روحش شاد و یادش گرامی باد!

تشکر می‌کنم از همکار گرامی، **نادره نادری** که در تک‌تک ثانیه‌های این پروژه همراه و همگام من بودند. تشکر ویژه دارم از اساتید گرامی دکتر مرادشاهی، دکتر خسروی، دکتر خلدبرین، دکتر رجایی، دکتر نخبه، خانم اسلام زاده و آقای نیکوکار که وجودشان مایه دلگرمی من بود.

همچنین تشکر می‌کنم از دوستان عزیز خانم مرضیه ولی‌فرد، آقای رسول اسماعیلی، احسان قاسم‌خانی، خانم بنفشه رستگاری، راضیه عظیم‌پناه، خانم جمیله شفیع، مریم بهرامی، مریم موسوی، محبوبه حسینی، آقای جواد کریمی، و نادر حسینلو که بدون آنها این پروژه هیچ‌گاه به سرانجام نمی‌رسید. از کارکنان دانشکده علوم آقای جمالی، دیالمه، عابدی، عبدالهی، صادقی، غضنفری، خانم پیرو، بجلی و بیات سپاسگزارم. از حراست دانشکده علوم آقای زره، عسکری، ظریف تاش، مزارعی، اتابکی، حسینی، سرافراز و زازرانی کمال تشکر را دارم.

## چکیده

### بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیک و گیاه‌پالایی گیاه وتیور (*Vetiver zizanioides*) به درصدهای مختلف شیرابه پسماند شهری

به کوشش

مهدی نظری

افزایش آلاینده‌های محیطی به ویژه فلزات سنگین، به دلیل صنعتی شدن جوامع بشری است. یکی از منابع اولیه آلودگی، لجن فاضلاب‌ها و شیرابه‌های دفن‌گاه است. استفاده از گیاهان به منظور حذف آلودگی‌های معدنی از خاک‌های آلوده، انباشته کردن آن‌ها در ریشه و برداشت آن‌ها از ساقه و برگ را گیاه‌پالایی می‌گویند. انتخاب گیاه مناسب، مخصوصاً در خاک‌هایی با میزان پایین یا متوسط آلودگی، یک نقش مهم را در پیشرفت گیاه‌پالایی ایفا می‌کند. وتیور گیاهی است که از جهت‌های مختلف برای گیاه‌پالایی مناسب می‌باشد. راندمان گیاه وتیور در جذب مواد غذایی محلول مثل نیتروژن، پتاسیم، فسفر و یا فلزات سنگین در آب‌های آلوده، بسیار بالا می‌باشد. در این پژوهش از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد و در هر بلوک پنج سطح تیمار با غلظت‌های صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد شیرابه پسماند شهری برای آبیاری وتیور استفاده شد. در این بررسی خصوصیات فیزیولوژیک وتیور که عبارتند از طول ریشه، وزن خشک، میزان کاروتنوئید، آنتوسیانین، پرولین، قندهای محلول و پروتئین کل، اندازه‌گیری شد. همچنین میزان تجمع فلزات سنگین مس، روی، سرب، نیکل و کادمیم در نقاط مختلف ریشه، در پاسخ به آبیاری با شیرابه، توسط دستگاه ICP اندازه‌گیری شد. با اندازه‌گیری‌های انجام شده مشخص شد که میزان وزن خشک، کاروتنوئید، آنتوسیانین و طول ریشه با افزایش غلظت شیرابه، کاهش می‌یابد و مقدار قندهای محلول و پروتئین کل با افزایش غلظت شیرابه افزایش نشان می‌دهد. پرولین در غلظت ۱۵ درصد افزایش یافته و در غلظت‌های بالاتر کاهش می‌یابد. بیشترین تجمع فلزات سنگین در منطقه تارهای مویی ریشه مشاهده شد و بعد از آن منطقه انتهای ریشه تجمع بیشتری نشان داد و در نهایت کمترین مقدار تجمع فلزات سنگین در ابتدای ریشه وتیور گزارش شد. با توجه به نتایج به دست آمده، توصیه می‌گردد که از شیرابه ۴۵ درصد برای آبیاری وتیور در محیط دفن‌گاه استفاده شود.

**کلید واژه:** وتیور، شیرابه، فلزات سنگین، دفن‌گاه، گیاه پالایی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول : مقدمه
۱ - ۱	مشکلات زیست محیطی جامعه مدرن .....
۲	.....
۱ - ۲	شیرابه پسماند شهری .....
۳	.....
۱ - ۳	فلزات سنگین و تنش‌های مرتبط با آن‌ها .....
۵	.....
۱ - ۳ - ۱	اثرات نیکل (Ni) در گیاهان .....
۶	.....
۱ - ۳ - ۲	اثرات روی (Zn) در گیاهان .....
۷	.....
۱ - ۳ - ۳	اثرات مس (Cu) در گیاهان .....
۸	.....
۱ - ۳ - ۴	اثرات کادمیوم (Cd) در گیاهان .....
۹	.....
۱ - ۳ - ۵	اثرات سرب (Pb) در گیاهان .....
۹	.....
۱ - ۴	لزوم مدیریت کاهش اثرات تنش فلزات سنگین .....
۱۰	.....
۱ - ۵	راهکارهای فیزیولوژیک گیاهان برای حذف فلزات سنگین .....
۱۲	.....
۱ - ۶	حذف آلودگی‌های محیط و روش‌های آن .....
۱۳	.....
۱ - ۶ - ۱	گیاه‌پالایی و مزیت‌های آن .....
۱۴	.....
۱ - ۶ - ۲	عوامل مورد نیاز یک گیاه برای گیاه‌پالایی .....
۱۶	.....
۱ - ۶ - ۳	مدل ریاضی محاسبه گیاه‌پالایی .....
۱۷	.....
۱ - ۶ - ۴	عوامل تسریع کننده سرعت گیاه‌پالایی .....
۱۸	.....
۱ - ۷	اندازه‌گیری میزان تجمع فلزات توسط دستگاه ICP .....
۲۰	.....
۱ - ۸	معرفی وتیور و ویژگی‌های عمومی آن .....
۲۱	.....



۲۱	۱ - ۸ - ۱ - خصوصیات گیاه وتیور .....
۲۴	۱ - ۸ - ۲ - مقاومت کششی و برشی ریشه‌های وتیور .....
۲۶	۱ - ۸ - ۳ - روش‌های تکثیر وتیور .....
۲۶	۱ - ۸ - ۴ - ویژگی‌های مناسب وتیور برای گیاه‌پالایی .....
۲۸	۱ - ۸ - ۵ - کاربردهای دیگر وتیور .....

### فصل دوم: پژوهش‌های پیشین

۳۰	۲ - ۱ - گیاه‌پالایی وتیور .....
----	---------------------------------

### فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳۴	۳ - ۱ - کار در گلخانه .....
۳۴	۳ - ۱ - ۱ - تهیه گیاه .....
۳۴	۳ - ۱ - ۲ - آماده سازی گلدان‌های گیاه وتیور .....
۳۵	۳ - ۱ - ۳ - خصوصیات و قرارگیری گلدان‌ها در گلخانه .....
۳۶	۳ - ۱ - ۴ - خصوصیات خاک مورد استفاده و مقدار آبیاری .....
۳۷	۳ - ۱ - ۵ - اندازه‌گیری وزن تر و خشک برگ، قبل از کاشت در گلدان اصلی .....
۳۸	۳ - ۱ - ۶ - مشخصات شیرابه و آبیاری گلدان‌ها با غلظت‌های مختلف .....
۳۹	۳ - ۱ - ۷ - کنترل و تنظیم دما .....
۴۰	۳ - ۱ - ۸ - عکسبرداری .....
۴۰	۳ - ۱ - ۹ - جداسازی ریشه از خاک .....
۴۰	۳ - ۱ - ۱۰ - اندازه‌گیری طول بلندترین ریشه .....
۴۱	۳ - ۱ - ۱۱ - اندازه‌گیری وزن تر و خشک ریشه .....
۴۱	۳ - ۱ - ۱۲ - منجمد کردن ریشه .....

..... کار در آزمایشگاه	۳ - ۲ - ۴۱
..... اندازه‌گیری وزن خشک	۳ - ۲ - ۱ - ۴۱
..... مواد، وسایل و محلول‌های مورد نیاز برای هر نمونه	۳ - ۲ - ۱ - ۱ - ۴۱
..... روش انجام آزمایش	۳ - ۲ - ۱ - ۲ - ۴۲
..... اندازه‌گیری غلظت کاروتنوئیدهای ریشه	۳ - ۲ - ۲ - ۴۲
..... مواد، وسایل و محلول‌های مورد نیاز برای هر نمونه	۳ - ۲ - ۲ - ۱ - ۴۲
..... روش انجام آزمایش	۳ - ۲ - ۲ - ۲ - ۴۲
..... اندازه‌گیری غلظت آنتوسیانین ریشه	۳ - ۲ - ۳ - ۴۳
..... مواد، وسایل و محلول‌های مورد نیاز برای هر نمونه	۳ - ۲ - ۳ - ۱ - ۴۳
..... روش انجام آزمایش	۳ - ۲ - ۳ - ۲ - ۴۳
..... اندازه‌گیری میزان پرولین ریشه	۳ - ۲ - ۴ - ۴۴
..... مواد، وسایل و محلول‌های مورد نیاز برای هر نمونه	۳ - ۲ - ۴ - ۱ - ۴۴
..... روش تهیه معرف نین‌هیدرین	۳ - ۲ - ۴ - ۲ - ۴۴
..... روش انجام آزمایش	۳ - ۲ - ۴ - ۳ - ۴۴
..... اندازه‌گیری میزان قندهای محلول ریشه	۳ - ۲ - ۵ - ۴۵
..... مواد، وسایل و محلول‌های مورد نیاز برای هر نمونه	۳ - ۲ - ۵ - ۱ - ۴۵
..... روش تهیه معرف مس قلیایی	۳ - ۲ - ۵ - ۲ - ۴۵
..... روش تهیه محلول آرسنومولیبدات	۳ - ۲ - ۵ - ۳ - ۴۵
..... روش انجام آزمایش	۳ - ۲ - ۵ - ۴ - ۴۶
..... اندازه‌گیری پروتئین کل ریشه	۳ - ۲ - ۶ - ۴۷
..... مواد، وسایل و محلول‌های مورد نیاز برای هر نمونه	۳ - ۲ - ۶ - ۱ - ۴۷
..... روش تهیه بافر استخراج	۳ - ۲ - ۶ - ۲ - ۴۷
..... روش تهیه محلول برادفورد	۳ - ۲ - ۶ - ۳ - ۴۷
..... روش انجام آزمایش	۳ - ۲ - ۶ - ۴ - ۴۸

- ۳ - ۲ - ۷ - اندازه‌گیری فلزات سنگین قسمت‌های مختلف ریشه ..... ۴۸
- ۳ - ۲ - ۷ - ۱ - مواد، وسایل و محلول‌های مورد نیاز برای هر نمونه ..... ۴۸
- ۳ - ۲ - ۷ - ۲ - روش انجام آزمایش ..... ۴۹
- ۳ - ۲ - ۸ - اندازه‌گیری فلزات سنگین آب، خاک و شیرابه ..... ۴۹
- ۳ - ۳ - تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها ..... ۵۰

## فصل چهارم: نتایج

- ۴ - ۱ - خصوصیات خاک مورد استفاده ..... ۵۲
- ۴ - ۲ - مشخصات شیرابه ..... ۵۳
- ۴ - ۳ - وزن تر و خشک برگ، قبل از کاشت در گلدان اصلی ..... ۵۴
- ۴ - ۴ - اثر غلظت‌های مختلف شیرابه بر خصوصیات ظاهری گیاه وتیور ..... ۵۵
- ۴ - ۴ - ۱ - طول ریشه، بعد از هشت ماه آبیاری با شیرابه ..... ۵۵
- ۴ - ۵ - اثر غلظت‌های مختلف شیرابه بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاه وتیور ..... ۵۶
- ۴ - ۵ - ۱ - وزن خشک بعد از هشت ماه آبیاری با شیرابه ..... ۵۶
- ۴ - ۵ - ۲ - غلظت کاروتنوئیدهای ریشه بعد از هشت ماه آبیاری با شیرابه ..... ۵۷
- ۴ - ۵ - ۳ - غلظت آنتوسیانین ریشه بعد از هشت ماه آبیاری با شیرابه ..... ۵۸
- ۴ - ۵ - ۴ - میزان پرولین ریشه بعد از هشت ماه آبیاری با شیرابه ..... ۵۹
- ۴ - ۵ - ۵ - میزان قندهای محلول ریشه بعد از هشت ماه آبیاری با شیرابه ..... ۶۰
- ۴ - ۵ - ۶ - پروتئین کل ریشه بعد از هشت ماه آبیاری با شیرابه ..... ۶۱
- ۴ - ۵ - ۷ - میزان پنج فلز سنگین Ni، Zn، Cu، Cd و Pb در آب، خاک و شیرابه مورد استفاده در طول پروژه ..... ۶۲
- ۴ - ۵ - ۸ - پنج فلز سنگین Ni، Zn، Cu، Cd و Pb تجمع یافته در قسمت‌های مختلف ریشه بعد از هشت ماه آبیاری با شیرابه ..... ۶۳

- ۴ - ۵ - ۸ - ۱ - تجمع فلز Ni در قسمت‌های مختلف ریشه ..... ۶۳
- ۴ - ۵ - ۸ - ۲ - تجمع فلز Cu در قسمت‌های مختلف ریشه ..... ۶۵
- ۴ - ۵ - ۸ - ۳ - تجمع فلز Zn در قسمت‌های مختلف ریشه ..... ۶۷
- ۴ - ۵ - ۸ - ۴ - تجمع فلز Cd در قسمت‌های مختلف ریشه ..... ۶۹
- ۴ - ۵ - ۸ - ۵ - تجمع فلز Pb در قسمت‌های مختلف ریشه ..... ۶۹

## فصل پنجم : بحث

- ۵ - ۱ - بررسی اثر شیرابه بر خصوصیات ظاهری گیاه وتیور ..... ۷۲
- ۵ - ۱ - ۱ - بررسی طول ریشه، در غلظت‌های مختلف شیرابه ..... ۷۲
- ۵ - ۲ - بررسی اثر شیرابه بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاه وتیور ..... ۷۵
- ۵ - ۲ - ۱ - بررسی وزن خشک ریشه، در غلظت‌های مختلف شیرابه ..... ۷۵
- ۵ - ۲ - ۲ - بررسی غلظت کاروتنوئیدهای ریشه در غلظت‌های مختلف شیرابه ..... ۷۶
- ۵ - ۲ - ۳ - بررسی غلظت آنتوسیانین ریشه، در غلظت‌های مختلف شیرابه ..... ۷۷
- ۵ - ۲ - ۴ - بررسی میزان پرولین ریشه، در غلظت‌های مختلف شیرابه ..... ۷۸
- ۵ - ۲ - ۵ - بررسی میزان قندهای محلول ریشه، در غلظت‌های مختلف شیرابه ..... ۷۹
- ۵ - ۲ - ۶ - بررسی پروتئین کل ریشه، در غلظت‌های مختلف شیرابه ..... ۸۰
- ۵ - ۲ - ۷ - بررسی میزان پنج فلز سنگین Ni، Zn، Cu، Cd و Pb در آب، خاک و شیرابه مورد استفاده در طول پروژه ..... ۸۱
- ۵ - ۲ - ۸ - بررسی پنج فلز سنگین Ni، Zn، Cu، Cd و Pb تجمع یافته در قسمت‌های مختلف ریشه بعد از هشت ماه آبیاری با شیرابه ..... ۸۲
- ۵ - ۲ - ۸ - ۱ - بررسی تجمع فلز Ni در قسمت‌های مختلف ریشه ..... ۸۲
- ۵ - ۲ - ۸ - ۲ - بررسی تجمع فلز Cu در قسمت‌های مختلف ریشه ..... ۸۳
- ۵ - ۲ - ۸ - ۳ - بررسی تجمع فلز Zn در قسمت‌های مختلف ریشه ..... ۸۴

۵ - ۲ - ۸ - ۴ - بررسی تجمع فلز Cd در قسمت‌های مختلف ریشه..... ۸۶

۵ - ۲ - ۸ - ۵ - بررسی تجمع فلز Pb در قسمت‌های مختلف ریشه..... ۸۶

نتیجه‌گیری کلی..... ۸۸

پیشنهادات..... ۹۰

منابع..... ۹۱

## فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۲۳	جدول ۱ - ۱ - طیف سازگاری وتیور.....
۲۵	جدول ۱ - ۲ - مقاومت کششی ریشه برخی از گیاهان.....
۲۵	جدول ۱ - ۳ - قدرت برشی و قطر ریشه علف‌های مختلف.....
۲۸	جدول ۱ - ۴ - تولید سالیانه جهانی و استفاده از روغن ریشه وتیور.....
۵۲	جدول ۴ - ۱ - نتایج تجزیه بافت خاک.....
۵۳	جدول ۴ - ۲ - مقدار فلزات سنگین مورد نظر در شیرابه.....
۵۳	جدول ۴ - ۳ - بعضی از خصوصیات شیرابه.....
۵۴	جدول ۴ - ۴ - وزن تر و خشک برگ، قبل از کاشت در گلدان اصلی.....

## فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳۵	شکل ۳ - ۱ - محل قرارگیری گلدان‌ها در گلخانه
۵۲	شکل ۴ - ۱ - مثلث بافتی خاک

## فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۵۵.....	نمودار ۴- ۱- اثر شیرابه بر طول ریشه و تیور.....
۵۶.....	نمودار ۴- ۲- اثر شیرابه بر وزن خشک ریشه و تیور.....
۵۷.....	نمودار ۴- ۳- اثر شیرابه بر میزان کارتنوئید ریشه و تیور.....
۵۸.....	نمودار ۴- ۴- اثر شیرابه بر میزان آنتوسیانین ریشه و تیور.....
۵۹.....	نمودار ۴- ۵- اثر شیرابه بر میزان پرولین ریشه و تیور.....
۶۰.....	نمودار ۴- ۶- اثر شیرابه بر میزان قند ریشه و تیور.....
۶۱.....	نمودار ۴- ۷- اثر شیرابه بر میزان پروتئین ریشه و تیور.....
	نمودار ۴- ۸- میزان تجمع فلزات سنگین نیکل، مس، روی، کادمیوم و سرب
۶۲.....	در شیرابه، آب و خاک مورد استفاده در طول انجام پروژه.....
۶۳.....	نمودار ۴- ۹- میزان تجمع فلز نیکل در قسمت تار مویی ریشه و تیور.....
۶۴.....	نمودار ۴- ۱۰- میزان تجمع فلز نیکل در قسمت ابتدای ریشه و تیور.....
۶۴.....	نمودار ۴- ۱۱- میزان تجمع فلز نیکل در قسمت انتهایی ریشه و تیور.....
۶۵.....	نمودار ۴- ۱۲- میزان تجمع فلز مس در قسمت تار مویی ریشه و تیور.....
۶۶.....	نمودار ۴- ۱۳- میزان تجمع فلز مس در قسمت ابتدای ریشه و تیور.....
۶۶.....	نمودار ۴- ۱۴- میزان تجمع فلز مس در قسمت انتهایی ریشه و تیور.....
۶۷.....	نمودار ۴- ۱۵- میزان تجمع فلز روی در قسمت تار مویی ریشه و تیور.....
۶۸.....	نمودار ۴- ۱۶- میزان تجمع فلز روی در قسمت ابتدای ریشه و تیور.....
۶۸.....	نمودار ۴- ۱۷- میزان تجمع فلز روی در قسمت انتهایی ریشه و تیور.....



نمودار ۴ - ۱۸ - میزان تجمع فلز سرب در قسمت تار موئی ریشه وتیور..... ۶۹

نمودار ۴ - ۱۹ - میزان تجمع فلز سرب در قسمت ابتدای ریشه وتیور..... ۷۰

نمودار ۴ - ۲۰ - میزان تجمع فلز سرب در قسمت انتهای ریشه وتیور..... ۷۰

# فصل اول

## مقدمه

### ۱ - ۱ - مشکلات زیست محیطی جامعه مدرن

بشر علی رغم دستیابی به سیارات و کرات دیگر و با وجود پیشرفت سریع فناوری، متأسفانه هنوز نتوانسته است محیطی را که خود در آن زندگی می‌کند، مدیریت کند و این مسئله منجر به بحران‌های محیط زیستی شده است [Hossein nezhad, 2006]. افزایش آلاینده‌های محیطی به ویژه فلزات سنگین<sup>۱</sup>، به دلیل صنعتی شدن جوامع بشری است [Smialowicz *et al.*, 1984; Smialowicz *et al.*, 1988]. مسمومیت با فلزات سنگین و خطر تجمع آن‌ها در زنجیره غذایی، یکی از مشکلات عمده محیط زیست و سلامت جانداران در جامعه مدرن امروز می‌باشد. منابع اولیه آلودگی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی، استخراج معادن و ذوب سنگ معدن‌ها، زباله‌های شهری، کودها، آفت‌کش‌ها و لجن فاضلاب‌ها تولید می‌شود [Xiong, Peng *et al.*, 2006]. [1998];

به علت افزایش آلودگی و صنعتی شدن شهرها، گیاهان تحت تأثیر بازه وسیعی از موادی هستند که باعث آلودگی آب، خاک و هوا می‌شوند. جوامع صنعتی، ذرات معلق در هوا و آلاینده‌هایی متشکل از فلزات سنگین را تولید می‌کنند. رسوب فلزات سنگین در خاک و اثر آن بر روی پوشش‌های گیاهی می‌تواند بسیاری از پارامترهای مربوط به رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد و مانع فعالیت بسیاری از واکنش‌های آنزیمی و متابولیکی در گیاهان شود [Baycu *et al.*, 2006]. در بسیاری از خاک‌های اسیدی سراسر دنیا و حدود نیمی از زمین‌های زراعی که

---

<sup>1</sup> Heavy Metals

پتانسیل تولید غذا و مواد غذایی را دارند فلزات سنگین به عنوان عامل اصلی محدودیت رشد گیاهان می‌باشد [Bsra and Bsra, 2000].

در نهایت انسانی که به دلیل منافع زودگذر خود باعث به وجود آمدن چنین اختلالات و نابسامانی‌هایی در سازوکار این جهان منظم شده، خود در بیشتر موارد به طور جبران‌ناپذیری، متضرر می‌شود [Hossein nezhad, 2006]. کشورهای در حال توسعه بر سر یک دو راهی انتخاب قرار دارند، رشد سریع اقتصادی، صنعتی بدون توجه به عواقب محیط زیستی آن، یا اتخاذ راهبرد توسعه صنعتی پایدار مبتنی بر تلفیق ملاحظات اکولوژیکی و اقتصادی [Yhdego, 1995].

## ۱ - ۲ - شیرابه<sup>۱</sup> پسماند شهری

تولید شیرابه یکی از پیامدهای عملیات دفن پسماند در دفنگاه<sup>۲</sup> می‌باشد به طوری که یکی از مهم‌ترین مسائل در طراحی و بهره‌برداری از اماکن دفن پسماند، مدیریت شیرابه می‌باشد [Wang *et al.*, 2008].

در مورد دفنگاه‌ها، آلودگی اصلی به دلیل تولید گازهای قابل اشتعال و شیرابه مایع است. هدایت کردن جریان شیرابه‌ها به سوی گیاهان می‌تواند باعث مدیریت مناسب شیرابه و سم زدایی آن گردد [Jones *et al.*, 2006].

شیرابه حاوی انواع گوناگونی از ترکیبات آلی و غیرآلی می‌باشد که می‌توانند محلول یا معلق باشند [Zulquer and Jawed, 2010]. این ترکیبات خطرات جدی را متوجه منابع آب سطحی و زیرزمینی منطقه می‌سازند [Bila *et al.*, 2005].

پارامترهای متعددی بر تولید و ترکیب شیرابه تأثیر می‌گذارند. یکی از مهم‌ترین پارامترها وضعیت آب و هوای محل دفن می‌باشد [Zvinowanda *et al.*, 2009]. به عنوان مثال اگر میزان

---

<sup>1</sup> Leachate

<sup>2</sup> Landfill