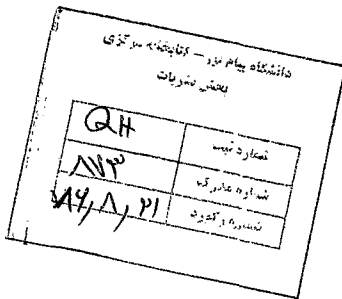


١٤٣١

# دانشگاه پیام نور



دانشکده علوم پایه

گروه زیست شناسی

عنوان پایان نامه

## پالایش گیاهی آرسنیک در منطقه آلوده کوهسرخ (شمال شرقی ایران) توسط گیاه *Phragmites australis*

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
در رشته زیست شناسی گرایش علوم گیاهی



مؤلف:

حدیث یوسف زاده

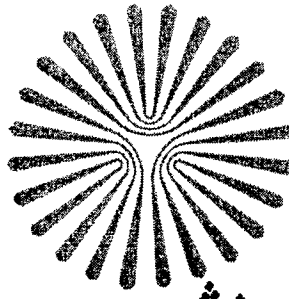
۱۳۸۷ ۱۲۲ ۱۴

اساتید راهنما:

دکتر مه لقا قربانلی، دکتر فرشته قاسم زاده

مهر ۱۳۸۶

۱۰۴۱۷۱



دانشگاه پیام نور

## تصویب نامه

### پایان نامه تحت عنوان:

پالایش گیاهی آرسنیک توسط گیاه *Phragmites australis* در منطقه آلوده کوهسرخ  
(شمال شرقی ایران)

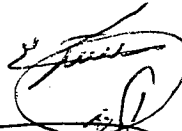
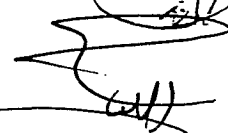
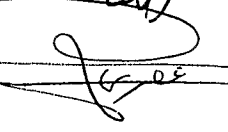
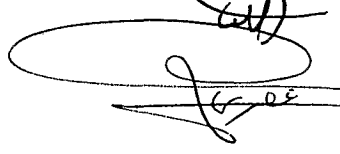
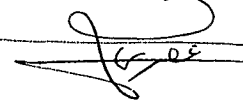
نمره: ۲۰ درجه: عالی

تاریخ دفاع: ۲۹/۷/۸۶

### اعضای هیات داوران:

امضاء هیات داوران مرتبه علمی

نام و نام خانوادگی

 استاد راهنمای اول  
 استاد راهنمای دوم  
 استاد داور داخلی  
 استاد داور خارجی  
 نماینده گروه

۱- خانم دکتر مه لقا قربانلی  
۲- خانم دکتر فرشته قاسم زاده  
۳- آقای دکتر بخشی خانیکی  
۴- آقای دکتر یونس عصری  
۵- آقای دکتر حاجی حسینی

تقدیم بہ آستان پر مہر آقا علی بن

موسی الرضا ﴿علیہ السلام﴾

باشکر و قدر دانی از پدر و مادر عزیزم برادر و خواہران مہربانم

## تشکر و قدردانی

در مسیر دشوار کسب دانش و معرفت، آنچه راهنمای جویندگان است پس از یاری خداوند متعال، روشننگری های عالمانی است که با راهنمایی های خود چراغ راه پویندگانند. از این رو از زحمات اساتید راهنمای محترم سرکار خانم دکتر مه لقا قربانلی و خانم دکتر فرشته قاسم زاده که با بردباری فراوان و حمایت و راهنمایی های همه جانبه امکان انجام این تحقیق را فراهم ساختند قدردانی می کنم.

همچنین از زحمات ارجمند جناب آقایان دکتر محمد رضا بخشی خانیکی و دکتر یونس عصری که زحمت مطالعه و داوری پایان نامه حاضر را تقبل نموده تشکر می نمایم.

از زحمات جناب دکتر محمد حسین ارباب زوار به سبب همکاری در آنالیز اسپکترومتری جذب اتمی، خانم بشرویه تکنسین محترم آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد به سبب راهنمایی های ارزشمند در کلیه مراحل آزمایش و آقای بصیری تکنسین محترم آزمایشگاه سیستماتیک گیاهی دانشکده علوم دانشگاه فردوسی به سبب همکاری در جمع آوری نمونه های گیاهی و گروه ریاضی و آمار دانشکده فردوسی مشهد در استفاده از نرم افزارهای آماری و آنالیز داده ها تشکر می نمایم.

۱	مقدمه
۴	فصل اول: کلیات
۵	۱-۱- کلیاتی در مورد آرسنیک
۵	۱-۱-۱- شیمی آرسنیک
۵	۱-۱-۲- منابع آرسنیک
۷	۱-۱-۳- اثرات آرسنیک در سلامت انسان ها
۷	۱-۲- آلودگی منطقه کوهسرخ به آرسنیک و عوارض بهداشتی مشاهده شده
۸	۱-۳- آثار سمی فلزات سنگین
۹	۱-۳-۱- اثر بر رشد
۱۰	۱-۳-۲- اثر بر تقسیم سلولی
۱۰	۱-۳-۳- اثر بر تشکیل کروموزوم
۱۰	۱-۳-۴- اثر بر فراساختار سلولها
۱۰	۱-۳-۵- اثر بر غشای سلولی
۱۱	۱-۳-۵-۱- اثر مستقیم بر گروههای سولفیدریل اجزای غشا
۱۱	۱-۳-۵-۲- اثر مستقیم و غیر مستقیم رادیکالهای آزاد که موجب پراکسیداسیون لیپیدها می شوند
۱۲	۱-۳-۶- اثر بر سیستم فتوسنتزی و محتوای کلروفیل
۱۳	۱-۳-۷- اثر بر فعالیت آنزیم ها
۱۴	۱-۳-۸- اثر بر محتوای پروتئین ها و اسید های آمینه
۱۴	۱-۳-۹- اثر بر تثبیت CO <sub>2</sub> فتوسنتزی
۱۵	۱-۳-۱۰- اثر بر جذب عناصر غذایی
۱۵	۱-۴- مکانیسمهای دفاعی گیاهان در برابر فلزات سنگین
۱۵	۱-۴-۱- مکانیسم هایی که از برهمکنش بین فلزات و جایگاههای عمل آنها ممانعت می شود.
۱۵	۱-۴-۱-۱- پیوند فلزات به کمپلکس دیواره سلولی
۱۶	۱-۴-۱-۲- کاهش جذب فعال در سلول
۱۷	۱-۴-۱-۳- جابجایی و انتقال به کده های سلولی

- ۱۷ - ۴-۱-۴-۱ - جداسازی در سیتوپلاسم
- ۱۸ - ۴-۱-۴-۱ - فیتوکلانین ها
- ۲۰ - ۴-۱-۴-۲ - متالوتیونین ها
- ۲۱ - ۴-۱-۵ - همزیست شدن با قارچهای میکوریز
- ۲۲ - ۴-۱-۶ - تغییر انتقال فلز در گیاه
- ۲۳ - ۴-۱-۷ - اسیدهای آلی و اسیدهای آمینه
- ۲۳ - ۴-۲ - مکانیسمهایی که فرآیند آسیب دیده بوسیله فلزات را خنثی می کند .
- ۲۶ - ۴-۲-۱ - پروتئین های شوک حرارتی
- ۲۷ - ۵-۱ - آرسنیک در سیستم های گیاهی
- ۲۷ - ۱-۵-۱ - فیزیولوژی جذب و انتقال آرسنیک در گیاهان
- ۲۸ - ۲-۵-۱ - بیش انباشت آرسنیک
- ۲۹ - ۳-۵-۱ - متابولیسم آرسنیک در گیاهان
- ۳۰ - ۴-۵-۱ - نقش اسیدهای آلی و مواد معدنی در جذب و انتقال آرسنیک در گیاهان
- ۳۱ - ۵-۵-۱ - سمیت گونه های آرسنیک در گیاهان
- ۳۳ - ۶-۵-۱ - بیوشیمی سم زدایی آرسنیک
- ۳۴ - ۷-۵-۱ - مقاومت به آرسنیک در گیاهان
- ۳۵ - ۸-۵-۱ - تکامل بردباری به آرسنیک
- ۳۶ - ۹-۵-۱ - قارچ های میکوریزی و مقاومت به آرسنیک
- ۳۷ - ۶-۱ - پالایش آرسنیک
- ۳۷ - ۱-۶-۱ - اکسیداسیون و احیا
- ۳۷ - ۲-۶-۱ - ترسیب
- ۳۷ - ۳-۶-۱ - جذب سطحی و تبادل یون
- ۳۸ - ۴-۶-۱ - جداسازی جامد / مایع
- ۳۸ - ۵-۶-۱ - جداسازی فیزیکی
- ۳۸ - ۶-۶-۱ - فرآیندهای حذف بیولوژیکی
- ۳۹ - ۱-۶-۶-۱ - تاریخچه
- ۳۹ - ۲-۶-۶-۱ - روش های مورد استفاده در گیاه پالایی
- ۴۰ - ۱-۲-۶-۶-۱ - استخراج توسط گیاهان

۴۰	۱-۶-۲-۲- گیاه تخریبی
۴۱	۱-۶-۲-۳- تثبیت گیاهی
۴۲	۱-۶-۳- مزایا و معایب گیاه پالایی
۴۳	۱-۷- گیاه نی
۴۳	۱-۷-۱- اختصاصات عمومی و موقعیت تاکسونومی
۴۳	۱-۷-۲- کاربرد نی در پالایش زیستی
۴۵	فصل دوم: مواد و روش ها
۴۶	۲-۱- شناسایی آرسنیک در خاک و گیاهان منطقه کوهسرخ
۴۶	۲-۱-۱- جغرافیای کوهسرخ
۴۶	۲-۱-۲- ساختار زمین شناسی منطقه مورد مطالعه
۴۸	۲-۲- معرفی منطقه بزنگان
۴۸	۲-۲-۱- پوشش گیاهی سواحل دریاچه
۴۹	۲-۳- مطالعات میدانی
۴۹	۲-۳-۱- نمونه برداری
۴۹	۲-۴- مطالعات آزمایشگاهی
۵۰	۲-۵- سنجش میزان عناصر
۵۰	۲-۵-۱- استخراج
۵۰	۲-۵-۲- اندازه گیری فسفر
۵۱	۲-۵-۳- اندازه گیری سدیم و پتاسیم
۵۲	۲-۵-۴- اندازه گیری آرسنیک، آهن، کلسیم، منگنز، منیزیم و روی
۵۳	۲-۵-۵- سنجش میزان کلروفیل و کارتنوئیدها
۵۳	۲-۵-۶- تهیه برش و رنگ آمیزی
۵۴	۲-۵-۷- اندازه گیری فعالیت آنزیم ها
۵۴	۲-۵-۷-۱- استخراج
۵۴	۲-۵-۷-۱-۱- سنجش کاتالاز (EC 1.11.1.6)
۵۴	۲-۵-۷-۱-۲- سنجش آسکوربات پراکسیداز (EC 1.11.1.11)
۵۵	۲-۵-۷-۱-۳- سنجش گوآیکول پراکسیداز (EC 1.11.1.7)
۵۵	۲-۵-۷-۱-۴- سنجش پراکسید هیدروژن



۵۶	۲-۶- بررسی خاک منطقه چلبو
۵۷	۲-۶-۱- اندازه گیری آرسنیک خاک
۵۷	۲-۶-۲- اندازه گیری PH خاک
۵۷	۲-۶-۳- ظرفیت تبادل کاتیونی
۵۸	۲-۶-۴- تعیین درصد رطوبت
۵۸	۲-۶-۵- محتوای مواد آلی خاک
۵۸	۲-۶-۶- تعیین بافت خاک
۵۹	۲-۷- تجزیه و تحلیل آماری داده ها
۶۰	فصل سوم: نتایج
۶۱	۳-۱- نتایج حاصل از اندازه گیری عناصر
۶۱	۳-۱-۱- بررسی بیش انباشت آرسنیک در بخش هوایی
۶۳	۳-۱-۲- بررسی بیش انباشت آرسنیک در ریشه
۶۵	۳-۱-۳- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان فسفر بخش هوایی
۶۷	۳-۱-۳- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان فسفر ریشه ای
۶۹	۳-۱-۴- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان سدیم بخش هوایی
۷۱	۳-۱-۵- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان سدیم ریشه
۷۳	۳-۱-۶- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان پتاسیم بخش هوایی
۷۵	۳-۱-۷- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان پتاسیم ریشه ای
۷۷	۳-۱-۸- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان آهن اندام هوایی
۷۹	۳-۱-۹- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان آهن ریشه
۸۱	۳-۱-۱۰- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان کلسیم اندام هوایی
۸۳	۳-۱-۱۱- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان کلسیم ریشه
۸۵	۳-۱-۱۲- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان منگنز اندام هوایی
۸۷	۳-۱-۱۳- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان منگنز ریشه
۸۹	۳-۱-۱۴- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان منیزیم اندام هوایی
۹۱	۳-۱-۱۵- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان منیزیم ریشه
۹۳	۳-۱-۱۶- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان روی اندام هوایی
۹۵	۳-۱-۱۷- تاثیر غلظت های مختلف آرسنیک بر میزان روی ریشه

۹۷	۲-۳- نتایج حاصل از اندازه گیری کلروفیل و کارتنوئیدها
۹۷	۱-۲-۳- اندازه گیری کلروفیل A
۹۹	۲-۲-۳- اندازه گیری کلروفیل B
۱۰۰	۳-۲-۳- تعیین نسبت بین کلروفیل A به B
۱۰۲	۴-۲-۳- سنجش کارتنوئیدها
۱۰۳	۳-۳- نتایج حاصل از اندازه گیری فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان
۱۰۳	۱-۳-۳- سنجش آسکوربات کاتالاز بخش هوایی
۱۰۶	۲-۳-۳- سنجش کاتالاز ریشه
۱۰۸	۳-۳-۳- سنجش آسکوربات پراکسیداز بخش هوایی
۱۱۰	۴-۳-۳- سنجش آسکوربات پراکسیداز ریشه
۱۱۲	۵-۳-۳- سنجش گوآیکول پراکسیداز بخش هوایی
۱۱۴	۶-۳-۳- سنجش گلوآیکول پراکسیداز ریشه
۱۱۶	۷-۳-۳- سنجش پراکسید هیدروژن بخش هوایی
۱۱۸	۸-۳-۳- سنجش پراکسید هیدروژن ریشه
۱۲۰	۴-۳- نتایج حاصل از بررسی خاک منطقه چلیو
۱۲۱	۵-۳- نتایج حاصل از بررسی ریخت شناسی مقاطع گیاهی
۱۲۲	فصل چهارم: بحث و بررسی
۱۳۱	پیشنهادات
۱۳۲	مراجع

- جدول ۲-۱: دستگاههای مورد استفاده برای اندازه گیری پارامترهای آزمایش ۵۰
- جدول ۳-۱: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی آرسنیک در بخش هوایی ایستگاههای مختلف ۶۱
- جدول ۳-۲: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به آرسنیک بخش هوایی ۶۱
- جدول ۳-۳: بررسی ضریب جذب زیستی در ایستگاههای مختلف ۶۲
- جدول ۳-۴: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به ضریب جذب زیستی ۶۲
- جدول ۳-۵: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی آرسنیک در بخش ریشه ای ایستگاههای مختلف ۶۳
- جدول ۳-۶: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به آرسنیک بخش ریشه ای ۶۳
- جدول ۳-۷: بررسی ایندکس جذب ریشه ای در ایستگاههای مختلف ۶۴
- جدول ۳-۸: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به ایندکس جذب ریشه ای ۶۴
- جدول ۳-۹: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی فسفر بخش هوایی ایستگاههای مختلف ... ۶۵
- جدول ۳-۱۰: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به فسفر بخش هوایی گیاهان آلوده ۶۵
- جدول ۳-۱۱: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی فسفر ریشه ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۶۷
- جدول ۳-۱۲: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به فسفر ریشه گیاهان آلوده ۶۷
- جدول ۳-۱۳: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی سدیم بخش هوایی ایستگاههای مختلف ... ۶۹
- جدول ۳-۱۴: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به سدیم بخش هوایی گیاهان آلوده ۶۹
- جدول ۳-۱۵: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی سدیم ریشه ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۷۱
- جدول ۳-۱۶: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به سدیم بخش ریشه ای گیاهان آلوده ۷۱
- جدول ۳-۱۷: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی پتاسیم بخش هوایی ایستگاههای مختلف ... ۷۳
- جدول ۳-۱۸: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به پتاسیم بخش هوایی گیاهان آلوده ۷۳
- جدول ۳-۱۹: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی پتاسیم ریشه ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۷۵
- جدول ۳-۲۰: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به پتاسیم ریشه گیاهان آلوده ۷۵
- جدول ۳-۲۱: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی آهن بخش هوایی ایستگاههای مختلف ... ۷۷
- جدول ۳-۲۲: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به آهن بخش هوایی گیاهان آلوده ۷۷
- جدول ۳-۲۳: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی آهن ریشه ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۷۹
- جدول ۳-۲۴: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به آهن ریشه گیاهان آلوده ۷۹
- جدول ۳-۲۵: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی کلسیم بخش هوایی ایستگاههای مختلف ... ۸۱

- جدول ۳-۲۶: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به کلسیم بخش هوایی گیاهان آلوده ۸۱
- جدول ۳-۲۷: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی کلسیم ریشه ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۸۳
- جدول ۳-۲۸: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به کلسیم ریشه گیاهان آلوده ۸۳
- جدول ۳-۲۹: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی منگنز بخش هوایی ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۸۵
- جدول ۳-۳۰: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به منگنز بخش هوایی گیاهان آلوده ۸۵
- جدول ۳-۳۱: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی منگنز ریشه ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۸۷
- جدول ۳-۳۲: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به منگنز ریشه گیاهان آلوده ۸۷
- جدول ۳-۳۳: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی منیزیم بخش هوایی ایستگاههای مختلف ... ۸۹
- جدول ۳-۳۴: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به منیزیم بخش هوایی گیاهان آلوده ۸۹۷۷
- جدول ۳-۳۵: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی منیزیم ریشه ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۹۱
- جدول ۳-۳۶: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به منیزیم ریشه گیاهان آلوده ۹۱
- جدول ۳-۳۷: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی روی بخش هوایی ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۹۳
- جدول ۳-۳۸: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به روی بخش هوایی گیاهان آلوده ۹۳
- جدول ۳-۳۹: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی روی ریشه ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۹۵
- جدول ۳-۴۰: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به روی ریشه گیاهان آلوده ۹۵
- جدول ۳-۴۱: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی کلروفیل A در ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۹۷
- جدول ۳-۴۲: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به کلروفیل A گیاهان آلوده ۹۷
- جدول ۳-۴۳: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی کلروفیل B در ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۹۹
- جدول ۳-۴۴: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به کلروفیل B گیاهان آلوده ۹۹
- جدول ۳-۴۵: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی نسبت بین کلروفیل A به B در ایستگاههای ... ۱۰۱
- جدول ۳-۴۶: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی کارتنوئیدها در ایستگاههای مختلف ... ۱۰۲
- جدول ۳-۴۷: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به کارتنوئیدها در گیاهان آلوده ۱۰۲
- جدول ۳-۴۸: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی کاتالاز بخش هوایی ایستگاههای ... ۱۰۴
- جدول ۳-۴۹: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به کاتالاز بخش هوایی گیاهان آلوده ۱۰۴
- جدول ۳-۵۰: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی کاتالاز ریشه ایستگاههای مختلف و گیاهان شاهد ۱۰۶
- جدول ۳-۵۱: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به کاتالاز ریشه گیاهان آلوده ۱۰۶
- جدول ۳-۵۲: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی آسکوربات پراکسیداز بخش هوایی ایستگاههای ... ۱۰۸
- جدول ۳-۵۳: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به آسکوربات پراکسیداز بخش هوایی گیاهان آلوده ۱۰۸

- ۱۱۰ جدول ۳-۵۴: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی آسکوربات پراکسیداز ریشه ایستگاههای مختلف ...
- ۱۱۰ جدول ۳-۵۵: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به آسکوربات پراکسیداز ریشه گیاهان آلوده
- ۱۱۲ جدول ۳-۵۶: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی گوآیکول پراکسیداز بخش هوایی ایستگاههای ...
- ۱۱۲ جدول ۳-۵۷: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به گوآیکول پراکسیداز بخش هوایی گیاهان آلوده
- ۱۱۴ جدول ۳-۵۸: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی گوآیکول پراکسیداز ریشه ایستگاههای ...
- ۱۱۴ جدول ۳-۵۹: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به گوآیکول پراکسیداز ریشه گیاهان آلوده
- ۱۱۶ جدول ۳-۶۰: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی پراکسید هیدروژن بخش هوایی ایستگاههای
- ۱۱۶ جدول ۳-۶۱: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به پراکسید هیدروژن بخش هوایی گیاهان آلوده
- ۱۱۸ جدول ۳-۶۲: خلاصه اطلاعات کیفی و آنالیزی پراکسید هیدروژن ریشه ایستگاههای ...
- ۱۱۸ جدول ۳-۶۳: نتایج حاصل از آنالیز آنوا مربوط به پراکسید هیدروژن ریشه گیاهان آلوده
- ۱۲۰ جدول ۳-۶۴: بررسی خاک منطقه چلپو در ایستگاههای مختلف
- ۱۲۰ جدول ۳-۶۵: بررسی فاکتور غنی سازی در ایستگاههای مختلف

## فهرست اشکال

شماره صفحه

- شکل ۲-۱: تصاویری از منطقه آلوده چلیو و گیاهان نی مورد مطالعه در ناحیه آلوده
- شکل ۲-۲: منحنی استاندارد فسفر
- شکل ۲-۳: منحنی استاندارد سدیم
- شکل ۲-۴: منحنی استاندارد پتاسیم
- شکل ۲-۵: منحنی استاندارد پراکسید هیدروژن
- شکل ۳-۱: انباشت آرسنیک در بخش هوایی گیاهان نی در ایستگاههای مختلف
- شکل ۳-۲: انباشت آرسنیک در بخش ریشه ای گیاهان نی در ایستگاههای مختلف
- شکل ۳-۳: غلظت فسفر در بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۴: غلظت فسفر ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۵: غلظت سدیم بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۶: غلظت سدیم ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۷: غلظت پتاسیم بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۸: غلظت پتاسیم ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۹: غلظت آهن بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۱۰: غلظت آهن ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۱۱: غلظت کلسیم بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۱۲: غلظت کلسیم ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۱۳: غلظت منگنز بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۱۴: غلظت منگنز ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۱۵: غلظت منیزیم بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۱۶: غلظت منیزیم ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۱۷: غلظت روی بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۱۸: غلظت روی ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۱۹: غلظت کلروفیل A گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۲۰: غلظت کلروفیل B گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد

- شکل ۳-۲۱: نسبت بین کلروفیل A به B در گیاهان آلوده نسبت به کنترل
- شکل ۳-۲۲: غلظت کاروتنوئیدها در گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۲۳: غلظت کاتالاز بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۲۴: غلظت کاتالاز ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۲۵: غلظت آسکوربات پراکسیداز بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۲۶: غلظت آسکوربات پراکسیداز ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۲۷: غلظت گلاپیکول پراکسیداز بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۲۸: غلظت گلاپیکول پراکسیداز ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۲۹: غلظت پراکسید هیدروژن بخش هوایی گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۳۰: غلظت پراکسید هیدروژن ریشه گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان شاهد
- شکل ۳-۳۱: گیاه نی مورد مطالعه در آزمایش
- شکل ۳-۳۲: مقاطع ریشه ای گیاه نی

نام خانوادگی دانشجو: یوسف زاده

نام: حدیث

عنوان پایان نامه: پالایش گیاهی در منطقه آلوده کوهسرخ (شمال شرقی ایران) توسط گیاه *Phragmites australis*

استاتید راهنما: دکتر مه لقا قربانلی، دکتر فرشته قاسم زاده

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: علوم گیاهی گرایش: فیزیولوژی گیاهی دانشگاه: پیام نور

دانشکده: علوم پایه تاریخ فارغ التحصیلی: آبان ۱۳۸۶ تعداد صفحه: ۱۳۹

کلید واژه ها: آرسنیک، پالایش گیاهی، پاسخ های فیزیولوژیکی، گیاه نی

چکیده: آرسنیک یکی از مهم ترین عناصر کمی و سرطان زا می باشد. آرسنیک در خاک و آبهای سطحی و زیرزمینی بسیاری از کشورها مشاهده شده است. در کشور ما نیز آلودگی منابع خاک به آرسنیک در مناطقی از استان های کردستان و آذربایجان گزارش شده است. آلودگی منطقه چلپو کاشمر (واقع در شمال استان خراسان) نیز در مطالعاتی که محققین در سال های گذشته انجام داده اند به اثبات رسیده است. هدف از انجام این تحقیق بررسی امکان گیاه پالایی آرسنیک توسط گیاه نی (*Phragmites australis*) بود. بدین منظور در قدم اول آرسنیک در خاک و قسمت های مختلف گیاه (ساقه، برگ، ریشه و ریزوم) در پنج ایستگاه واقع در منطقه آلوده چلپو اندازه گیری گردید. سپس به منظور بررسی پاسخهای فیزیولوژیکی گیاه نی در برابر بیش انباشت آرسنیک میزان عناصر فسفر، سدیم، پتاسیم، آهن، کلسیم، منگنز، منیزیم و روی و کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئیدها و آنزیم های آنتی اکسیدان کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و گلایکول پراکسیداز و محتوای پراکسید هیدروژن در ریشه و بخش هوایی گیاهان آلوده به آرسنیک و گیاهان شاهد اندازه گیری شد. نتایج حاصل از این تحقیق در فاز اول حاکی از غلظت بالای آرسنیک محلول در خاک و گیاهان نی می باشد. میزان پتاسیم، آهن، کلسیم و منگنز در بخش هوایی و آهن در بخش هوایی و ریشه گیاهان آلوده به آرسنیک نسبت به گیاهان شاهد به صورت معنی داری افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). افزایش ۶/۸۵ و ۳/۵ برابری آهن به ترتیب در بخش هوایی و ریشه های گیاه نی همگام با افزایش بیش انباشت آرسنیک در ایستگاههای مختلف مشاهده شد. میزان فسفر، سدیم، منیزیم و روی در بخش هوایی و ریشه و پتاسیم، کلسیم و منگنز در ریشه گیاهان آلوده به آرسنیک کاهش یافت. عدم وجود کلروز و نکروز بافتی در برگهای گیاهان آلوده به آرسنیک و افزایش ۲/۷۲ برابری کلروفیل b، نسبت بین کلروفیل a به b و افزایش ۳۳ برابری کارتنوئیدها در این گیاهان نسبت به گیاهان شاهد نشان داده شده است. همچنین میزان آنزیم های آنتی اکسیدان کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و گلایکول پراکسیداز و محتوای پراکسید هیدروژن در ریشه و بخش هوایی گیاهان آلوده به آرسنیک به صورت معنی داری افزایش یافت ( $P < 0.05$  و  $P < 0.01$ ). نتایج حاصل از آزمایشات مختلف حاکی از افزایش پاسخ های فیزیولوژیکی در ایجاد سازگاری به آرسنیک در ریشه و قسمت های هوایی گیاهان آلوده به آرسنیک و به دنبال آن بردباری این گیاه به آرسنیک می باشد. در نتیجه می توان این گیاه را گونه ای بردبار به آرسنیک معرفی کرد. کشت نی در مقیاس گسترده می تواند باعث جذب میزان بالایی از آرسنیک در نواحی آلوده و به دنبال آن پاکسازی محیط از آرسنیک شود.



## مقدمه

آرسنیک یکی از سمی ترین و خطرناک ترین مواد آلوده کننده خاک و آب های سطحی و زیر زمینی است. وجود این عنصر در آب آشامیدنی و خاک، اثرات و عوارض نامطلوب حاصل از آن بر سلامت انسان ها و روشهای حذف آن از موضوعاتی است که ذهن بسیاری از دانشمندان و محققان را در کشورهای مختلف دنیا طی قرن گذشته و حاضر به خود جلب نموده است. آلودگی آرسنیک در بسیاری از کشورهای دنیا از جمله هند، بنگلادش، چین، مکزیک و حتی در کشور خودمان در مناطقی از کردستان و آذربایجان گزارش شده است.

آلودگی خاک و آب منطقه چلپو کاشمر به آرسنیک نیز در مطالعاتی که محققین در سالهای گذشته انجام داده اند، به اثبات رسیده است. منشا این آلودگی هوازدگی و تغییرات حاصل در کانی های حاوی آرسنیک (رالگار و اریمنت) می باشد. در این منطقه پیشه اغلب مردم کشاورزی است و بنابراین زندگی آنها کاملاً متأثر از خاک و آب می باشد. علاوه بر استفاده از آب آلوده برای کشاورزی، متأسفانه در پاره ای از موارد آب به منظور شرب نیز مورد استفاده قرار می گیرد. آمار بالای مرگ و میر بر اثر سرطان و سایر عوارض بهداشتی مشاهده شده در مردم این منطقه موید این مطلب بوده و بنابراین به کارگیری روشی برای حذف آرسنیک از خاک امری واضح و مبرهن می باشد. روش هایی که به طور متداول برای حذف آرسنیک به کار می روند شامل تعویض یونی، اسمز معکوس، روش های استفاده از غشاهای ترسیب شیمیایی و ... می باشد. ولی این روشها غالباً بسیار پرهزینه بوده، تولید پسماند زیان آور می کنند و غالبیت استفاده برای تصفیه مقادیر زیادی از آب و خاک به خصوص در مناطق روستایی را ندارند. علاوه بر این که برای استفاده از این تکنولوژی ها معمولاً احتیاج به نیروی آموزش دیده وجود دارد.

یکی از روشهای نسبتاً جدید برای رفع آلودگی از ماتریکس های گوناگون (آب، خاک، رسوب) گیاه پالایی است. در این روش از گیاهان سبز به منظور پاکسازی آلاینده های محیط زیست استفاده می شود. به این ترتیب که با کاشتن گیاه در محیط آلوده، توسط یکی از پنج مکانیسم استخراج توسط گیاهان، تجمع توسط گیاهان، ریشه پالایی، تثبیت توسط گیاهان و تبخیر توسط گیاهان از محیط رفع آلودگی می شود. این تکنیک علاوه بر بازدهی بالا، ارزان قیمت نیز بوده و قابلیت استفاده در مناطق روستایی را دارد.

در این تحقیق به دلیل برخورداری از پوشش نی (*Phragmites australis*) در برخی از نواحی آلوده منطقه کوهسرخ و همچنین ویژگیهای خاص مرفولوژیکی و پیشینه استفاده از این گیاه در پالایش زیستی عناصر و آلاینده های مختلف، این گیاه در پالایش گیاهی آرسنیک در منطقه کوهسرخ روستای چلیو واقع در شمال شرقی ایران مورد مطالعه قرار گرفت.

موضوع تجمع عناصر سنگین و حتی در بعضی موارد تغلیظ آن توسط گیاهان یکی از موضوعات سوال برانگیز محسوب می شود. گیاهان مکانیسم های متعددی را برای بردباری به فلزات سنگین و بیش انباشت آنها در بافت های خود به کار می گیرند. در سال های اخیر تحقیقات بسیاری از فیزیولوژیست های گیاهی روی بررسی پاسخهای حاصل از تنش عناصر سنگین متمرکز شده است. اهداف ما در تحقیق حاضر علاوه بر بررسی بیش انباشت آرسنیک و پالایش گیاهی آرسنیک توسط گیاه نی، بررسی پاسخ های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی این گیاه در برابر آرسنیک نیز می باشد.

بدین منظور در مرحله اول مطالعات، ابتدا ساختار زمین شناسی منطقه مورد مطالعه بررسی شد. سپس منطقه از لحاظ جغرافیایی مورد شناسایی قرار گرفته و ایستگاههای نمونه برداری تعیین شدند. در مرحله دوم مطالعات به منظور تعیین مقدار آرسنیک موجود در بافت گیاهی نی و بررسی پاسخهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه نی در برابر آرسنیک انجام گرفت. در این مرحله نمونه های گیاهی به همراه خاک موجود در هر ایستگاه جمع آوری شدند و سپس جهت انجام آزمایشات مربوطه به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه علاوه بر تعیین غلظت آرسنیک در خاک و گیاه، نمونه های خاک موجود در هر ایستگاه از نظر پارامترهای خاصی چون pH، میزان مواد آلی، بافت خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی مورد بررسی قرار گرفت. سپس به منظور مقایسه و تعیین پاسخهای فیزیولوژیکی گیاه در برابر آرسنیک میزان عناصر فسفر، سدیم، پتاسیم، آهن، کلسیم، منگنز، منیزیم و روی در بخش هوایی و ریشه در گیاهان آلوده به آرسنیک و گیاهان شاهد در شش تکرار توسط روش های کالریمتری، نور سنج شعله ای و دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی تعیین شدند. رنگدانه های گیاهی (کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئیدها) و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، گوآیکول پراکسیداز و محتوای پراکسید هیدروژن در بخش هوایی و ریشه گیاهان آلوده و شاهد در شش تکرار به ترتیب توسط روشهای بیوشیمیایی تشخیصی اندازه گیری شدند. سپس با استفاده از نرم افزارهای آماری موجود نتایج به دست آمده از آزمایش تفسیر شد و مورد بحث و بررسی قرار گرفت. به این ترتیب تحقیق حاضر شامل چهار فصل به شرح زیر می باشد.

- فصل اول شامل کلیاتی راجع به آرسنیک، اثرات آرسنیک در سلامت انسان ها و عوارض بهداشتی ناشی از این عنصر در منطقه کوهسرخ کاشمر، توضیح آثار سمی فلزات سنگین و مکانیسم های دفاعی گیاهان در برابر فلزات سنگین، فیزیولوژی جذب و انتقال آرسنیک و روشهای حذف آرسنیک از مناطق آلوده می باشد.
- فصل دوم مربوطه به مواد و روش های مورد استفاده در تحقیق می باشد. در این فصل روش تعیین غلظت آرسنیک در خاک و اندام های مختلف گیاهان نی، بررسی منطقه آلوده از لحاظ جغرافیایی و ساختار زمین شناسی، جمع آوری گیاهان از منطقه آلوده و شاهد و روشهای به کار

برده شده برای تعیین فاکتورهای متابولیسمی و بیوشیمیایی در اندام های مختلف گیاهان شاهد و آلوده بیان می شود.

- فصل سوم شامل ارائه نتایج حاصل از تحقیق می باشد. در این فصل نتایج حاصل از بیش انباشت آرسنیک در بخش هوایی و ریشه و امکان پالایش زیستی گیاه نی ، نتایج حاصل از اندازه گیری عناصر مختلف در بخش هوایی و ریشه، نتایج حاصل از اندازه گیری رنگدانه ها ، اندازه گیری فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان در بخش هوایی و ریشه و نتایج حاصل از بررسی خاک منطقه چلیو به همراه تحلیل های آماری ارائه می شود.
- فصل چهارم بحث و بررسی نتایج به دست آمده در فصل قبل می باشد. در این فصل در ابتدا نتایج حاصل از بیش انباشت آرسنیک در بخش هوایی و ریشه با توجه به موقعیت منطقه و ویژگی های خاک مورد بحث قرار می گیرد و سپس به بررسی امکان پالایش زیستی گیاه نی پرداخته می شود. در ادامه با توجه به نتایج حاصل از پاسخهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه نی در برابر آرسنیک، میزان بردباری این گیاه به آرسنیک مورد بحث و بررسی قرار می گیرد. در انتها بر اساس تحقیقات انجام شده، پیشنهاداتی به منظور مطالعات بعدی ارائه می گردد.

# فصل اول

## کلیات

در این فصل ابتدا به ذکر کلیاتی راجع به آرسنیک پرداخته می شود. شیمی آرسنیک و منابع آن در طبیعت، اثرات آرسنیک در سلامت انسان ها و عوارض بهداشتی ناشی از این عنصر در منطقه کوهسرخ کاشمر مورد بررسی قرار می گیرد. در ادامه پس از توضیح آثار سمی فلزات سنگین و مکانیسم های دفاعی گیاهان در برابر فلزات سنگین، به بررسی آرسنیک در سیستم های گیاهی توجه می شود. در این مرحله پس از شرح فیزیولوژی جذب و انتقال آرسنیک، متابولیسم آرسنیک، نقش اسیدهای آلی در جذب و انتقال آرسنیک، سمیت گونه های آرسنیک در گیاهان، بیوشیمی سم زدایی آرسنیک، مقاومت آرسنیک در گیاهان، تکامل بردباری به آرسنیک و نقش قارچ های میکوریزی در مقاومت به آرسنیک شرح داده می شود. در انتها پس از بیان روش های متداول برای حذف آرسنیک از مناطق آلوده، به شرح کامل انواع روش های پالایش گیاهی پرداخته می شود.