

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه ملایر

دانشکده محیط زیست و منابع طبیعی - گروه محیط زیست

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی (گرایش محیط زیست)

بررسی تجمع فلزات سنگین در رسوبات و پالایش آن توسط

گیاه نی (*Phragmites australis*) رودخانه‌ی دز

شهرستان دزفول

به وسیله ی :

پریسا نوروزی فرد

استاد راهنمای اول:

دکتر علیرضا ایلدرمی

استاد راهنمای دوم:

دکتر ثمر مرتضوی

مهر ۱۳۹۲

تقدیم بہ:

ہمہمی کسانی کہ محظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربہ ہای یکتا و زیبای زندگی مدیون حضور سبز آن ہست.

تقدیم بہ روح پاک پدرم کہ عالمانہ بہ من آموخت تا چگونہ در عرصہی زندگی، ایستادگی را تجربہ نمایم.

تقدیم بہ مادرم کہ سجدہی ایثارش کل محبت را در وجودم پروراند و دامن کبربارش لحظہ ہای مہربانی را بہ من آموخت. اکنون حاصل دستان خستہ ات رمز موفقیتم شد

و

تقدیم بہ برادرم ہمراہ ہمیشگی و پشتوانہی زندگی ام...

تقدیر و تشکر

سپاس بیکران پروردگار بیکتار که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش را بنمونان شد و به هم نشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را در میان ساخت. آفرید کاری که خویشتن را به ما شناساند و در های علم را بر ما گشود و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ی ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید. امید آنکه بز خدمت به خلق او نکوشم.

بسی شایسته است از اساتید راهنمای فریخته ام:

جناب آقای دکتر ایلدزمی، استاد علم و اخلاق که بار اهنایی های دلسوزانه، پدران، عالمانه و بی دریغشان مرا یاری نمودند، شکر و سپاسگزاری نمایم.

از خانم دکتر مرتضوی، که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را بار اهنایی های کارساز و سازنده بارور ساختند، قدر دانی نمایم.

با سپاس بی دریغ خدمت دوست گران مایه ام خانم فهیمه خزالی که مرا صمیمانه یاری نمود.

امیدوارم قادر به درک زیبایی های وجودشان باشم و این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

نام خانوادگی دانشجو: نوروزی فرد	نام: پریسا
عنوان پایان نامه: بررسی تجمع فلزات سنگین در رسوبات و پالایش آن توسط گیاه نی (<i>Phragmites australis</i>) رودخانه‌ی دز شهرستان دزفول	
استاد راهنمای اول: دکتر علیرضا ایلدرمی استاد راهنمای دوم: دکتر ثمر مرتضوی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی منابع طبیعی گرایش: محیط زیست دانشگاه ملایر-گروه: محیط زیست تاریخ فارغ التحصیلی: مهر ۱۳۹۲ تعداد صفحات: ۱۱۰	
کلید واژه: فلزات سنگین، رسوب، گیاه نی، رودخانه‌ی دز	

چکیده:

از جمله مهم‌ترین روش‌های بررسی فلزات سنگین به عنوان آلاینده، استفاده از پایشگرهای زیستی است که می‌توانند به عنوان شاخصی مناسب جهت بیان کیفیت محیط زیست مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به نقش گونه‌های ماکروفیت در پالایش برخی آلاینده‌های محیطی که تأثیر به‌سزایی در سلامت محیط زیست منطقه دارند؛ در پژوهش حاضر به منظور بررسی وضعیت آلودگی رودخانه دز شهرستان دزفول و تأثیر گونه‌های گیاهی غالب موجود در منطقه، غلظت فلزات سنگین Cu, Pb, Zn و Cd در اندام‌های زیرزمینی، ساقه و برگ‌های گونه ماکروفیت آبی *Phragmites australis* و همچنین نمونه‌های رسوب رودخانه، مورد مطالعه قرار گرفت. آماده‌سازی نمونه‌ها با ترکیب ۱:۴ اسید نیتریک به اسید پر کلریک به کمک دستگاه هضم کننده انجام گرفت و در نهایت میزان غلظت عناصر مورد مطالعه با دستگاه جذب اتمی (کوره و شعله) اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل نشان می‌دهند، غلظت فلزات مس،

سرب، روی و کادمیوم در رسوبات به ترتیب ۱۲/۰۲، ۱۲/۹۸، ۱۰۸/۴۸ و ۰/۱۹ می‌باشد؛ همچنین غلظت این فلزات در ساقه، برگ و اندام‌های زیرزمینی گیاه نی برای فلز مس به ترتیب ۱/۹۰، ۳/۷۸ و ۷/۲۲، برای فلز سرب به ترتیب ۰/۲۷، ۰/۵۹ و ۲/۶۷ برای فلز روی به ترتیب ۳۰/۷۹، ۴۴/۹۸ و ۵۲/۲۲ و برای فلز کادمیوم ۰/۰۵، ۰/۱۲ و ۰/۲۸ می‌باشد. بیشترین تجمع فلزات در اندام‌های زیرزمینی گیاه بوده و غلظت فلزات در اندام‌ها به ترتیب ساقه > برگ > اندام زیرزمینی کاهش می‌یابند؛ که می‌توانند تحرک کم این عناصر از اندام‌های زیرزمینی به اندام‌های هوایی را پیشنهاد کنند. فلزات مس، سرب و کادمیوم در اندام‌های گیاهی دارای غلظت‌های کمتر از حدود سمیت تعریف شده، بودند؛ درحالی که غلظت فلز روی از محدوده‌ی بحرانی تعریف شده بیشتر می‌باشد. از سوی دیگر بالا بودن مقدار شاخص انتقال برای فلز روی (۱/۴۵) می‌تواند بیانگر توانایی بالای انتقال این فلز در گیاه باشد. همچنین نتایج نشان داد بین غلظت فلز سرب در رسوبات و اندام‌های زیرزمینی همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد؛ بنابراین احتمال می‌رود اندام زیرزمینی گیاه نی، پایشگری مناسب برای آلودگی ناشی از عنصر سرب در رسوبات منطقه باشد. در همین راستا اهمیت بکارگیری گیاه نی به عنوان یک گیاه پالایشگر و جاذب برای فلزات مورد مطالعه مطرح می‌گردد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، رسوب، گیاه نی، رودخانه‌ی دز

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- کلیات	۴
۱-۲-۱- آلودگی آب رودخانه‌ها	۴
۲-۲-۱- آلودگی ناشی از فلزات سنگین	۴
۳-۲-۱- عناصر مورد مطالعه	۷
۱-۳-۲-۱- مس	۸
۲-۳-۲-۱- سرب	۹
۳-۳-۲-۱- روی	۱۰
۴-۳-۲-۱- کادمیوم	۱۱
۴-۲-۱- رسوبات	۱۳
۵-۲-۱- خودپالایی	۱۴
۶-۲-۱- پایش زیستی	۱۴
۷-۲-۱- پایش فلزات سنگین با استفاده از موجودات زنده	۱۵
۸-۲-۱- شاخص زیستی	۱۶
۹-۲-۱- گیاه پالایی	۱۷
۱-۹-۲-۱- نحوه‌ی جذب و انتقال فلزات توسط گیاهان	۱۹
۱۰-۲-۱- فرآیندهای گیاه پالایی	۲۰
۱۱-۲-۱- گونه‌ی مورد بررسی	۲۱
۱۲-۲-۱- ضرورت پژوهش	۲۴
۱۳-۲-۱- اهداف پژوهش	۲۵

- ۱-۲-۱۴- سوالات پژوهش.....۲۶
- ۱-۲-۱۵- فرضیه‌ها/ پیش فرض‌ها.....۲۶

فصل دوم: پیشینه‌ی پژوهش

- ۱-۲-۱- پیشینه‌ی پژوهش در ایران.....۲۹
- ۲-۲- پیشینه‌ی پژوهش در جهان.....۳۰
- ۳-۲- جمع بندی.....۳۳

فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۱-۳-۱- رودخانه‌ی دز.....۳۵
- ۱-۳-۱-۱- معرفی منطقه و موقعیت جغرافیایی.....۳۵
- ۲-۳-۲- روش پژوهش.....۳۷
- ۳-۳-۴- جمع‌آوری نمونه‌ها و جامعه آماری.....۳۹
- ۳-۳-۵- آماده سازی نمونه‌های رسوب و گیاه نی.....۳۹
- ۳-۳-۶- بررسی میزان عناصر مورد نظر در اندام‌های مختلف گیاهی و رسوبات.....۳۹
- ۳-۳-۶-۱- روش‌های مختلف هضم نمونه‌های گیاهی.....۳۹
- ۳-۳-۷- تعیین غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی.....۴۲
- ۳-۳-۸- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها.....۴۳
- ۳-۳-۹- شاخص‌های مربوط به رسوب و گیاهان.....۴۴
- ۳-۳-۹-۱- شاخص تجمع زیستی.....۴۴
- ۳-۳-۹-۲- شاخص انتقال.....۴۵

۳-۹-۳- شاخص غنی شدگی..... ۴۵

فصل چهارم: نتایج

- ۴-۱-۱- نتایج اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های رسوب..... ۴۸
- ۴-۱-۱-۱- غلظت عنصر مس در نمونه‌های رسوب..... ۴۸
- ۴-۱-۱-۲- غلظت عنصر سرب در نمونه‌های رسوب..... ۵۰
- ۴-۱-۱-۳- غلظت عنصر روی در نمونه‌های رسوب..... ۵۳
- ۴-۱-۱-۴- غلظت عنصر کادمیوم در نمونه‌های رسوب..... ۵۴
- ۴-۲-۱- نتایج اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های گیاهی..... ۵۷
- ۴-۲-۱-۱- غلظت عنصر مس در ساقه‌ی گیاه نی..... ۵۷
- ۴-۲-۱-۲- غلظت عنصر مس در برگ گیاه نی..... ۵۷
- ۴-۲-۱-۳- غلظت عنصر مس در اندام زیرزمینی گیاه نی..... ۵۸
- ۴-۲-۱-۴- غلظت عنصر سرب در ساقه‌ی گیاه نی..... ۵۹
- ۴-۲-۱-۵- غلظت عنصر سرب در برگ گیاه نی..... ۵۹
- ۴-۲-۱-۶- غلظت عنصر سرب در اندام زیرزمینی گیاه نی..... ۶۰
- ۴-۲-۱-۷- غلظت عنصر روی در ساقه‌ی گیاه نی..... ۶۱
- ۴-۲-۱-۸- غلظت عنصر روی در برگ گیاه نی..... ۶۱
- ۴-۲-۱-۹- غلظت عنصر روی در اندام زیرزمینی گیاه نی..... ۶۲
- ۴-۲-۱-۱۰- غلظت عنصر کادمیوم در ساقه‌ی گیاه نی..... ۶۳
- ۴-۲-۱-۱۱- غلظت عنصر کادمیوم در برگ گیاه نی..... ۶۳
- ۴-۲-۱-۱۲- غلظت عنصر کادمیوم در اندام زیرزمینی گیاه نی..... ۶۴
- ۴-۳-۱- مقایسه‌ی غلظت فلزات سنگین در رسوبات و اندام‌های گیاه نی..... ۶۵

- ۴-۴-۱- نتایج همبستگی بین غلظت فلزات سنگین در اندام‌های گیاهی و رسوبات..... ۶۷
- ۴-۴-۱-۱- همبستگی عنصر مس بین اندام‌های گیاهی و رسوبات..... ۶۷
- ۴-۴-۲- همبستگی عنصر سرب بین اندام‌های گیاهی و رسوبات..... ۶۸
- ۴-۴-۳- همبستگی عنصر روی بین اندام‌های گیاهی و رسوبات..... ۶۹
- ۴-۴-۴- همبستگی عنصر کادمیوم بین اندام‌های گیاهی و رسوبات..... ۷۰
- ۵-۵-۱- شاخص‌های محاسبه شده..... ۷۱
- ۴-۵-۱- شاخص تجمع زیستی..... ۷۱
- ۴-۵-۲- شاخص انتقال..... ۷۱
- ۴-۵-۳- شاخص غنی شدگی..... ۷۲
- ۴-۶-۱- نتایج مقایسه با استانداردهای جهانی برای رسوبات..... ۷۲

فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری

- ۵-۱-۱- بحث..... ۷۵
- ۵-۱-۱-۱- فلزات سنگین در رسوبات..... ۷۵
- ۵-۱-۱-۱-۱- فلز مس در رسوبات..... ۷۵
- ۵-۱-۱-۲- فلز سرب در رسوبات..... ۷۶
- ۵-۱-۱-۳- فلز روی در رسوبات..... ۷۷
- ۵-۱-۱-۴- فلز کادمیوم در رسوبات..... ۷۷
- ۵-۱-۲- فلزات مس، سرب، روی و کادمیوم در گیاه..... ۷۸
- ۵-۱-۲-۱- فلز مس در گیاه..... ۷۸
- ۵-۱-۲-۲- فلز سرب در گیاه..... ۷۹
- ۵-۱-۲-۳- فلز روی در گیاه..... ۷۹

۱-۲-۴-۵- فلز کادمیوم در گیاه.....	۸۰
۱-۳-۵- همبستگی فلزات بین اندام‌های گیاهی و رسوبات.....	۸۱
۱-۳-۱-۵- همبستگی فلز مس بین اندام‌های گیاهی و رسوبات.....	۸۱
۱-۳-۲-۵- همبستگی فلز سرب بین اندام‌های گیاهی و رسوبات.....	۸۲
۱-۳-۳-۵- همبستگی فلز روی بین اندام‌های گیاهی و رسوبات.....	۸۲
۱-۳-۴-۵- همبستگی فلز کادمیوم بین اندام‌های گیاهی و رسوبات.....	۸۲
۱-۴-۱-۵- تحلیل شاخص‌های مربوط به رسوب و گیاه.....	۸۳
۱-۴-۱-۵- شاخص تجمع زیستی.....	۸۳
۱-۴-۲-۵- شاخص انتقال.....	۸۴
۱-۴-۳-۵- شاخص غنی شدگی.....	۸۴
۱-۵-۵- مقایسه داده‌های رسوب و گیاه با داده‌های به دست آمده در مطالعات دیگر.....	۸۵
۱-۵-۱-۵- مقایسه داده‌های رسوب با داده‌های به دست آمده در مطالعات دیگر.....	۸۵
۱-۵-۲-۵- مقایسه داده‌های فلزات مورد مطالعه در گیاه نی با مطالعات دیگر.....	۸۶
۱-۵-۲-۱-۵- مقایسه داده‌های فلز مس در گیاه نی با مطالعات دیگر.....	۸۶
۱-۵-۲-۲-۵- مقایسه داده‌های فلز سرب در گیاه نی با مطالعات دیگر.....	۸۷
۱-۵-۲-۳-۵- مقایسه داده‌های فلز روی در گیاه نی با مطالعات دیگر.....	۸۸
۱-۵-۲-۴-۵- مقایسه داده‌های فلز کادمیوم در گیاه نی با مطالعات دیگر.....	۸۹
۱-۶-۱-۵- مقایسه داده‌های رسوب با استانداردهای جهانی.....	۹۰
۲-۵- نتیجه گیری.....	۹۲
۳-۵- پیشنهادات.....	۹۶
۱-۳-۵- پیشنهادات برگرفته از این پژوهش.....	۹۶
۲-۳-۵- پیشنهادات پژوهشی.....	۹۶

فصل اول

- جدول ۱-۱- مقایسه غلظت (بر حسب میلی گرم بر کیلو گرم) برخی عناصر پوسته زمین با رسوبات جهانی..... ۱۲
- جدول ۱-۲- طبقه‌بندی علمی گیاه مورد بررسی..... ۲۳

فصل سوم

- جدول ۱-۳- مختصات جغرافیایی و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۳۸

فصل چهارم

- جدول ۱-۴- غلظت مس در رسوبات ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم در وزن خشک)..... ۴۸
- جدول ۲-۴- نتایج آزمون هموژنیتی..... ۴۹
- جدول ۳-۴- نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه..... ۵۰
- جدول ۴-۴- نتایج مربوط به آزمون Dunnett T3 با سطح معنی‌داری ۰/۰۵..... ۵۰
- جدول ۵-۴- غلظت سرب در رسوبات ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم در وزن خشک)..... ۵۱
- جدول ۶-۴- نتایج آزمون هموژنیتی..... ۵۲
- جدول ۷-۴- نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه..... ۵۲
- جدول ۸-۴- نتایج مربوط به آزمون دانکن با سطح معنی‌داری ۰/۰۵..... ۵۲
- جدول ۹-۴- غلظت روی در رسوبات ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم در وزن خشک)..... ۵۳

جدول ۴-۱۰- نتایج آزمون هموزئیتی.....	۵۴
جدول ۴-۱۱- نتایج آنالیز واریانس یک طرفه.....	۵۴
جدول ۴-۱۲- غلظت کادمیوم در رسوبات ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم در وزن خشک).....	۵۵
جدول ۴-۱۳- نتایج آزمون هموزئیتی.....	۵۶
جدول ۴-۱۴- نتایج آنالیز واریانس یک طرفه.....	۵۶
جدول ۴-۱۵- نتایج مربوط به آزمون دانکن با سطح معنی‌داری ۰/۰۵.....	۵۶
جدول ۴-۱۶- غلظت مس در ساقه گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم در وزن خشک).....	۵۷
جدول ۴-۱۷- غلظت مس در برگ گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم در وزن خشک).....	۵۸
جدول ۴-۱۸- غلظت مس در اندام زیرزمینی گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....	۵۸
جدول ۴-۱۹- غلظت سرب در ساقه گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم در وزن خشک).....	۵۹
جدول ۴-۲۰- غلظت سرب در برگ گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم در وزن خشک).....	۶۰
جدول ۴-۲۱- غلظت سرب در اندام زیرزمینی گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....	۶۰
جدول ۴-۲۲- غلظت روی در ساقه گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم در وزن خشک).....	۶۱
جدول ۴-۲۳- غلظت روی در برگ گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم در وزن خشک).....	۶۲
جدول ۴-۲۴- غلظت روی در اندام زیرزمینی گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....	۶۲

جدول ۴-۲۵- غلظت کادمیوم در ساقه گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....	۶۳
جدول ۴-۲۶- غلظت کادمیوم در برگ گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....	۶۴
جدول ۴-۲۷- غلظت کادمیوم در اندام زیرزمینی گیاه در ایستگاه‌های مختلف (میکروگرم بر گرم وزن خشک).....	۶۴
جدول ۴-۲۸- مقادیر همبستگی عنصر مس بین اندام‌های گیاهی و رسوبات.....	۶۷
جدول ۴-۲۹- مقادیر همبستگی عنصر سرب بین اندام‌های گیاهی و رسوبات.....	۶۸
جدول ۴-۳۰- مقادیر همبستگی عنصر روی بین اندام‌های گیاهی و رسوبات.....	۶۹
جدول ۴-۳۱- مقادیر همبستگی عنصر کادمیوم بین اندام‌های گیاهی و رسوبات.....	۷۰
جدول ۴-۳۲- مقادیر محاسبه شده‌ی شاخص تجمع زیستی.....	۷۱
جدول ۴-۳۳- مقادیر محاسبه شده‌ی شاخص انتقال.....	۷۱
جدول ۴-۳۴- شاخص غنی شدگی فلزات مختلف در رسوبات (برحسب درصد).....	۷۲
جدول ۴-۳۵- مقادیر سطح معنی‌داری به دست آمده از مقایسه غلظت رسوبات با استانداردهای جهانی.....	۷۳

فصل پنجم

جدول ۵-۱- مقایسه محدوده‌های تعریف شده توسط کاباتا-پندیاس و پندیاس برای گیاهان و وضعیت گیاهان در مطالعه حاضر (بر حسب میلی گرم بر کیلو گرم).....	۸۱
جدول ۵-۲- طبقه بندی پیشنهادی Ma و همکاران برای گیاهان.....	۸۳
جدول ۵-۳- مقایسه‌ی غلظت‌های گزارش شده فلزات (میکروگرم بر گرم) در رسوبات مناطق مختلف جهان با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر.....	۸۵
جدول ۵-۴- مقایسه غلظت فلز مس (میکروگرم بر گرم) در گیاهان مناطق مختلف با نتایج	

تحقیق حاضر.....	۸۷
جدول ۵-۵- مقایسه غلظت گزارش شده (میکروگرم بر گرم) فلز سرب در گیاهان مناطق مختلف ایران و جهان با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر.....	۸۸
جدول ۶-۵- مقایسه غلظت گزارش شده (میکروگرم بر گرم) فلز روی در گیاهان مناطق مختلف ایران و جهان با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر.....	۸۹
جدول ۷-۵- مقایسه غلظت گزارش شده (میکروگرم بر گرم) فلز کادمیوم در گیاهان مناطق مختلف ایران و جهان با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر.....	۹۰
جدول ۸-۵- مقایسه‌ی غلظت فلزات مس، سرب، روی و کادمیوم در رسوبات رودخانه دز با استانداردهای جهانی.....	۹۲

فصل اول

- شکل ۱-۱- شرایط موجودات زنده در برابر سمیت فلزات..... ۶
- شکل ۲-۱- خصوصیات فلز..... ۶
- شکل ۳-۱- تأثیرات متقابل فلزات..... ۷
- شکل ۴-۱- وضعیت فیزیکی و شیمیایی فلزات..... ۷
- شکل ۵-۱- جدول تناوبی عناصر..... ۱۲
- شکل ۶-۱- a, b و c گیاه نی (*Phragmites australis*)..... ۲۳

فصل سوم

- شکل ۱-۳- نقشه کشور ایران و استان خوزستان..... ۳۵
- شکل ۲-۳- مسیر عبور رودخانه‌ی دز از شهرستان دزفول..... ۳۶
- شکل ۳-۳- ساحل شرقی رودخانه‌ی دز..... ۳۷
- شکل ۴-۳- نمونه‌های گیاهی..... ۳۹
- شکل ۵-۳- نمونه‌ها در قوطی پلی اتیلنی..... ۳۹
- شکل ۶-۳- وزن یک گرم از نمونه..... ۴۰
- شکل ۷-۳- نمونه‌ها در دستگاه هضم کننده..... ۴۱
- شکل ۸-۳- صاف کردن نمونه‌های هضم شده..... ۴۱
- شکل ۹-۳- قوطی‌های پلی اتیلنی محتوی نمونه‌های هضم شده..... ۴۲
- شکل ۱۰-۳- دستگاه جذب اتمی..... ۴۳

فصل چهارم

- شکل ۴-۱- نمودار نرمالیده فلز مس..... ۵۰
- شکل ۴-۲- نمودار نرمالیده فلز سرب..... ۵۱
- شکل ۴-۳- نمودار نرمالیده فلز روی..... ۵۴
- شکل ۴-۴- نمودار نرمالیده فلز کادمیوم..... ۵۵
- شکل ۴-۵- نمودار مقایسه میزان غلظت مس در رسوب، ساقه، برگ و اندام زیرزمینی گیاه نی در ایستگاه‌های مختلف..... ۶۵
- شکل ۴-۶- نمودار مقایسه میزان غلظت سرب در رسوب، ساقه، برگ و اندام زیرزمینی گیاه نی در ایستگاه‌های مختلف..... ۶۵
- شکل ۴-۷- نمودار مقایسه میزان غلظت روی در رسوب، ساقه، برگ و اندام زیرزمینی گیاه نی در ایستگاه‌های مختلف..... ۶۶
- شکل ۴-۸- نمودار مقایسه میزان غلظت کادمیوم در رسوب، ساقه، برگ و اندام زیرزمینی گیاه نی در ایستگاه‌های مختلف..... ۶۶
- شکل ۴-۹- همبستگی غلظت عنصر مس بین ساقه و برگ..... ۶۷
- شکل ۴-۱۰- همبستگی غلظت عنصر مس بین برگ و اندام زیرزمینی..... ۶۷
- شکل ۴-۱۱- همبستگی غلظت عنصر سرب بین اندام زیرزمینی و ساقه..... ۶۸
- شکل ۴-۱۲- همبستگی غلظت عنصر سرب بین رسوب و ساقه..... ۶۸
- شکل ۴-۱۳- همبستگی غلظت عنصر سرب بین رسوب و اندام زیرزمینی..... ۶۹
- شکل ۴-۱۴- همبستگی غلظت عنصر روی بین ساقه و اندام زیرزمینی..... ۷۰
- شکل ۴-۱۵- همبستگی غلظت عنصر کادمیوم بین برگ و اندام زیرزمینی..... ۷۱

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

با توجه به شدت وابستگی انسان به محیط، هر گونه تغییر در محیط طبیعی می‌تواند بر زندگی انسان نیز تأثیرگذار باشد. در این بین آلاینده‌ها موادی هستند که چنانچه در هریک از منابع اصلی محیط زیست شامل: آب، هوا، خاک و حتی گیاهان وارد شوند آن را از حالت طبیعی و مفید خارج می‌سازند. این مواد به طور عمده در اثر فعالیت‌های انسانی ایجاد شده و به سه گروه عمده‌ی آلوده‌کننده‌ی صنعتی، شهری و کشاورزی تقسیم می‌گردند [۳۳]. گرچه طبیعت در مقابل آلاینده‌های مختلف از قابلیت و توان خودپالایی معینی برخوردار است اما کثرت و فزونی مواد آلاینده در اغلب حالات این خاصیت بهینه‌سازی را از آن سلب می‌کند و سبب تغییرات اساسی در اکوسیستم و نابودی بسیاری از گونه‌های گیاهی، جانوری و غیر قابل استفاده شدن منابع محیط زیستی می‌شود [۸۳]. فلزات سنگین از جمله مهم‌ترین آلاینده‌های رودخانه‌ها هستند که هم از طریق منابع معینی چون پساب‌های صنعتی و شهری و هم منابع نامعینی نظیر نزولات جوی یا رواناب‌های سطحی وارد رودخانه می‌شوند. آلاینده‌های فلزی به دلیل پایداری بالا می‌توانند تا فاصله‌های قابل توجه توسط آب یا هوا منتقل شوند [۲۹]. میزان ورود این فلزات سنگین به محیط زیست، بیشتر از مقداری است که به وسیله‌ی فرآیندهای طبیعی برداشت می‌شوند، بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط زیست مورد توجه است. در این میان سیستم‌های آبی به طور طبیعی دریافت‌کننده‌ی نهایی این فلزات هستند [۷]. محلول‌های حاصل از ترکیبات فلزی به آب‌های سطحی و غیر سطحی می‌پیوندند که هرگونه

آلودگی رواناب‌های سطحی در بالادست، آثار نامطلوب زیادی در پایین دست برجای می‌گذارد [۱۶]. بقایای کشاورزی و ضایعات حفاری معادن و فاضلاب‌های خانگی نیز در مقادیر فلزاتی که در آب‌های سطحی یافت می‌شوند، سهیم‌اند و آلودگی به فلزات سنگین را موجب می‌شوند [۱۸]. فلزات سنگین تمایل به تجمع در رسوبات سطحی دارند، لذا غلظت‌های بالای این عناصر سلامت جوامع زیست‌مندان موجود در رسوبات را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۳]. از طرفی رسوبات شاخص حساسی برای پایش آلودگی‌های محیط‌های آبی هستند که به عنوان مخزن ذخیره‌ای برای فلزات سنگین بوده و به همین دلیل در تحقیقات و مطالعاتی که به هدف ارزیابی وضعیت سلامت محیط و شناسایی منابع آلاینده بکار می‌روند، بسیار مورد توجه قرار می‌گیرند [۲۴]. در همین راستا، گیاه پالایی فن‌آوری است که طی آن، آلودگی‌ها از طریق تجزیه‌ی مستقیم، پالایش غیر مستقیم (با حمایت جمعیت‌های میکروبی) و جذب از خاک یا آب و تغلیظ در ناحیه‌ی ریشه یا بافت گیاه تصفیه می‌شوند [۲۱]. در این روش از گیاهان بومی و مقاوم جهت پالایش محیط‌های آلوده به ترکیبات آلی و معدنی استفاده می‌گردد [۱۹]. گیاهان آبی‌بخش طبیعی هر اکوسیستم آبی را به خود اختصاص می‌دهند، انواع جانوران از آن‌ها به عنوان غذا یا مکانی برای مخفی شدن استفاده می‌کنند. آن‌ها در تصفیه‌ی اکوسیستم و تعادل اکولوژیکی آن نقش مهمی بازی می‌کنند [۱۱۷]. از میان منابع آبی جریان‌های سطحی یا رودخانه‌ها به دلیل ارتباط نزدیک با رشد و توسعه‌ی جوامع بشری، بیش از سایر منابع آبی در بهبود وضعیت و سطح زندگی انسان‌ها مؤثر بوده‌اند و در عین حال در معرض آلودگی بیشتر نیز قرار داشته‌اند [۳۶]. رودخانه‌ی دز بوده یکی از رودخانه‌های پر آب کشور و یکی از شاخه‌های اصلی تشکیل دهنده‌ی کارون بزرگ می‌باشد. این رودخانه هر ساله پذیرای شمار زیادی از پرندگان آبی مهاجر و زیستگاهی برای پرندگان بومی و با ارزش منطقه به حساب می‌آید. همچنین دارای فون بسیار قوی شامل گونه‌های مختلفی از ماهیان و سایر موجودات