بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

تجمع زیستی فلزات سنگین در زنجیره‌ی غذایی تعدادی از پرندگان ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی - محیط زیست

فرشید ارجمند

اساتید راهنما

دکتر حسین مرادی

دکتر نصرالله محبوبی صوفیانی

استاد مشاور

دکتر سیما فاخران اصفهانی

۱۳۹۳

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از این تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی – محیط زیست

آقای فرشید ارجمند

تحت عنوان

تجمع زیستی فلزات سنگین در زنجیره‌ی غذایی تعدادی از پرندگان ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر حسین مرادی
۲- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر نصرالله محبوبی صوفیانی
۳- استاد مشاور پایان نامه	دکتر سیما فاخران اصفهانی
۵- استاد داور	دکتر نورالله میرغفاری
٦- استاد داور	دکتر مصطفی ترکش
۷- سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمدرضا وهابی

تقدیم به

پدر و مادرم

که عشق را آنگونه که باید

برایم ترجمه نمودند.

تشکر و قدردانی

سپاس خدای را عزوجل که نور هدایتش، راهنمایم بود

اکنون که این پایان نامه به انجام رسیده است، بر خود لازم می دانم از همه عزیزانی که در تهیه و تدوین این پژوهش بنده را یاری نموده اند، قدردانی نمایم. در ابتدا از پدر و مادر بزرگوارم که همیشه یار و یاور بنده بوده اند سپاسگزاری می کنم.

از زحمات اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر حسین مرادی، جناب آقای پرفسور محبوبی صوفیانی، سرکار خانم دکتر سیما فاخران که راهنمایی و مشاوره این پایان نامه رو بر عهده داشته اند و در مراحل مختلف، بنده را همراهی نموده اند، سپاسگزارم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب..... هشت
فهرست جداول..... یازده
فهرست اشکال..... دوازده
چکیده.....۱
فصل اول: مقدمه
مقدمه.....۲
۱-۲ ضرورت پژوهش.....۵
۱-۳ فرضیات تحقیق.....۶
۱-۳-۱ فرضیات.....۶
۱-۴ اهداف تحقیق.....۶
۱-۴- ۱اهداف اصلی.....۶
۱-۴-۲ اهداف فرعی.....۶
فصل دوم: تعاریف و بررسی منابع
۲-۱ ذخیره گاه زیست کره.....۷
۲-۲ زنجیره غذایی.....۷
۲-۳ تجمع و بزرگنمایی زیستی و تغلیظ زیستی فلزات سنگین.....۸
۲-۴ تعریف آلودگی محیط زیست.....۸
۲-۵ فلزات سنگین.....۹
۳-۶ فلزات سنگین مورد مطالعه.....۹
۲-۶-۱ کادمیوم.....۹
۲-۶-۲ روی.....۹
۲-۶-۳ سرب.....۱۰
۲-۵-۱ تأثیر آلودگی فلزات سنگین بر محیط زیست.....۱۰
۲-۵-۲ فلزات سنگین در رسوبات.....۱۱
۲-۵-۳ تأثیر فلزات سنگین بر انسان.....۱۲
۲-۵-۴ تأثیر آلودگی فلزات سنگین بر پرندگان.....۱۳
۲-۶ پایش فلزات سنگین با استفاده از رسوب.....۱۴
۲-۷ پایش فلزات سنگین با استفاده از موجودات زنده (پایشگرهای زیستی) ۱۴
۲-۷-۱ پایش فلزات سنگین با استفاده از ماهی..... ۱۴
۲-۷-۲ پایش فلزات سنگین با استفاده از جلبک ها.....۱۵
۲-۷-۳ پایش فلزات سنگین با استفاده از پرندگان ۱۵

۲-۸ معیارهای انتخاب گونه‌ی پرنده مناسب.....۱۶
۲-۹ پیشینه‌ی تحقیق.....۱۷
۲-۹-۱ مطالعات انجام شده در داخل کشور ۱۷
۲-۹-۲ مطالعات انجام شده در خارج از کشور.....۱۸

فصل سوم : مواد وروش‌ها

۳-۱ منطقه حفاظت شده و ذخیره‌گاه زیست کره‌ی دنا.....۲۰
۳-۶ تنوع پرندگان در ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا.....۲۱
۳-۳ رودخانه بشار.....۲۲
۳-۴ تنوع ماهیان رودخانه بشار.....۲۲
۳-۶ گونه های مورد مطالعه.....۲۳
۳-۶-۱ کلاغ ابلق.....۲۳
۳-۶-۲ عقاب ماهی‌گیر.....۲۴
۳-۶-۳ کبک.....۲۴
۳-۶-۴ ماهی خورک ابلق.....۲۴
۳-۶-۵ پاشلک معمولی.....۲۴
۳-۶-۶ حواصیل ارغوانی ۲۵
۳-۶-۷ سیاه ماهی.....۲۵
۳-۶-۷ اسپیروژیرا.....۲۵
۳-۷ جمع‌آوری نمونه‌ها.....۲۶
۳-۸ ایستگاه‌های نمونه برداری از رسوبات و جلبک سبز.....۲۶
۳-۹ توزین، ریخت سنجی،کالبد شکافی و آماده‌سازی نمونه‌ها.....۲۷
۳-۱۰ نحوه‌ی بررسی زنجیره‌ی غذایی ماهی خورک ابلق، حواصیل ارغوانی و عقاب ماهی‌گیر.....۲۸
۳-۱۱ محاسبه فاکتور تجمع زیستی.....۲۹
۳-۱۲ آنالیز آماری.....۳۰

فصل چهار: نتایج وبحث

۴-۱ میزان غلظت فلزات سنگین در رسوبات و جلبک اسپیروژیرا در رودخانه‌ی بشار.....۳۱
۴-۱-۲ مقایسه غلظت فلزات سنگین روی، سرب و کادمیوم در رسوبات رودخانه بشار با استانداردهای موجود.....۳۲
۴-۲ ریخت سنجی ماهی ۳۷
۴-۳ بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین روی، سرب و کادمیوم در سیاه ماهی رودخانه‌ی بشار.....۴۰
۴-۳-۲ بررسی همبستگی فلزات سنگین در سیاه ماهی رودخانه‌ی بشار.....۴۱
۴-۳-۳ محاسبه معادله بین طول و وزن و غلظت فلزات سنگین در سیاه ماهی با استفاده از رگرسیون.....۴۴
۴-۴ ریخت سنجی گونه‌های پرنده ۴۶
۴-۵ غلظت فلزات سنگین در پرندگان مورد مطالعه.....۴۶
۴-۵-۱ مقایسه تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف پرندگان.....۵۰

۴-۵-۲ مقایسه تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف پرندگان آبزی و خشکی نسبت به هم.....۵۴
۴-۵-۳ مقایسه میانگین تجمع زیستی فلزات روی، سرب و کادمیوم در بافت‌های مختلف پرندگان ۵۹
۴-۵-۴ مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف پرندگان با استانداردهای موجود.....۶۰
۴-۶ بررسی روند بزرگنمایی زیستی فلزات سنگین روی، سرب و کادمیوم در طول زنجیره‌ی غذایی ۶۲

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱ نتیجه گیری.....۶۴
۵-۲ پیشنهادات.....۶۶
پیوست – ۱ – ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا.....۶۷
پیوست– ۲ – رودخانه بشار و استفاده مردم بومی منطقه از ماهی و برداشت گیاهان خوراکی از رودخانه..... ۶۷
پیوست – ۳ – ورودی فضلاب شهر یاسوج به رودخانه بشار بعد از تصفیه‌خانه فاضلاب..... ۶۷
پیوست – ۴ – نمونه برداری از رسوبات بستر رودخانه و ثبت نقاط نمونه برداری با GPS ۶۸
پیوست – ۵ – جلبک های بستر رودخانه بشار و نمونه برداری از این جلبک‌ها..... ۶۸
پیوست – ۶ – سیاه ماهی رودخانه بشار و نمونه برداری از این ماهی‌ها با تورماهی‌گیری..... ۶۸
پیوست – ۷ – گونه حواصیل ارغوانی و در کنار رودخانه بشار و نمونه‌های پر در اطراف رودخانه بشار..... ۶۹
پیوست – ۸ – گونه عقاب ماهی‌گیر در کنار رودخانه بشار و نمونه‌های پر در اطراف رودخانه بشار ۶۹
پیوست – ۹ – بررسی محتویات روده سیاه ماهی..... ۶۹
پیوست – ۱۰ – تعیین سن سیاه ماهی با استفاده از فلس این گونه در زیر میکروسکوپ ۷۰
پیوست – ۱۱ – مراحل مختلف تشریح پرندگان و جداسازی چهار بافت کبد، کلیه، عضله سینه و پر..... ۷۰
پیوست – ۱۲ – مراحل مختلف پودر کردن و خشک کردن رسوبات با استفاده از آون چینی و هاون..... ۷۰
پیوست – ۱۳ – نمونه بافت پرنده و ماهی بعد از خشک کردن در آون..... ۷۱
پیوست – ۱۴ – شروع هضم بافت‌های پودر شده با استفاده از تیزاب (کف ناشی از هضم بافت با تیزاب) ۷۱
پیوست – ۱۵ – مراحل دمادهی به بافت‌ها و هضم با تیزاب..... ۷۱
پیوست – ۱۶ – نمونه یک بافت هضم شده پرنده که شبیه یک آدامس جویده شده و چسبناک می‌باشد..... ۷۲
پیوست – ۱۷ – شناسایی گونه جلبک در زیر میکروسکوپ..... ۷۲
پیوست – ۱۸ – جلبک های هضم شده و جداسازی با استفاده از سانترفیوژ..... ۷۲
پیوست – ۱۹ – مراحل ساخت محلول استاندارد برای دستگاه جذب اتمی ۷۳
پیوست – ۲۰ – ستگاه جذب اتمی مدل Perkimelmer A Analisist 700..... ۷۳
پیوست – ۲۱ – مراحل مختلف خاکستر کردن پرنده ماهی خورک با کوره و هضم خاکستر..... ۷۳
پیوست – ۲۲ – مقادیر معنی دار بودن ضریب همبستگی در سطوح اعتماد ۱ و ۵ درصد..... ۷۴
مراجع.....۷۵
چکیده انگلیسی.....۸۴

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱ گونه‌های پرنده، ماهی وجلبک مورد مطالعه در این تحقیق..... ۲۳
جدول۳-۲ مختصات ایستگاه‌های نمونه برداری در طول رودخانه بشار..... ۲۶
جدول ۳-۳ حد تشخیص غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی..... ۲۸
جدول ۴-۱ میزان تجمع فلزات سنگین روی، سرب و کادمیوم (میکروگرم برگرم وزن خشک) در رسوب و جلبک اسپیروژیرا در ایستگاه‌های مختلف (خطای معیار± میانگین) ۳۱
جدول ۴-۲ فاکتور تجمعی (BAF) جلبک و رسوب در ایستگاه‌های مختلف رودخانه بشار..... ۳۴
جدول۴-۳ مقایسه غلظت فلزات سنگین در رسوبات رودخانه‌ی بشاربا استانداردها و مطالعات سایر نقاط جهان و ایران ۳۵
جدول ۴-۴ نتایج ریخت‌سنجی سیاه‌ماهی (خطای معیار± میانگین)..... ۳۷
جدول۴-۵ میزان تجمع زیستی فلزات سنگین (میکروگرم برگرم وزن خشک) در سیاه‌ماهی رودخانه‌ی بشار..... ۳۷
جدول ۴-۶ حد غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در استانداردهای جهانی و در سیاه ماهی رودخانه بشار..... ۴۰
جدول ۴- ۷ ماتریس همبستگی غلظت فلزات سنگین در سیاه ماهی..... ۴۲
جدول ۴- ۸ نتایج رگرسیون خطی بین غلظت فلز کادمیوم و طول و وزن در سیاه ماهی رودخانه بشار..... ۴۴
جدول ۴- ۹ نتایج رگرسیون خطی بین غلظت فلز سرب و طول و وزن در سیاه ماهی رودخانه بشار..... ۴۵
جدول ۴- ۱۰ نتایج رگرسیون خطی بین غلظت روی و طول و وزن در سیاه ماهی رودخانه بشار..... ۴۵
جدول ۴-۱۱ نتایج ریخت‌سنجی ماهی خورک ابلق، پاشلک معمولی، کلاغ ابلق و کبک (خطای معیار± میانگین)..... ۴۶
جدول ۴-۱۲ میزان تجمع فلزات سنگین (میکروگرم برگرم وزن خشک) در بافت‌های مختلف پرندگان..... ۴۷
جدول ۴-۱۳ مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف پرندگان با استانداردهای ارائه شده..... ۶۱
جدول ۴-۱۴ میانگین تجمع زیستی فلزات سنگین در سطوح مختلف زنجیره‌های غذایی و رسوبات..... ۶۳

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱ نقشه‌ی منطقه حفاظت شده و ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا..... ۲۱
شکل ۳-۲ خروجی عکس ماهواره‌ای برنامه‌ی Google Earth، رودخانه‌ی بشار و ایستگاه‌های نمونه برداری..... ۲۲
شکل ۳-۳ به ترتیب از بالا (راست به چپ)، کلاغ ابلق،کبک، ماهی خورک ابلق، عقاب ماهی‌گیر، حواصیل و پاشلک..... ۲۵
شکل ۳-۴ گونه‌ی سیاه ماهی..... ۲۶
شکل ۳-۵ جلبک اسپیروژیرا..... ۲۶
شکل۴-۱ مقایسه غلظت سرب در رسوبات بین ایستگاه‌ها (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۳۲
شکل۴-۲ مقایسه غلظت کادمیوم در رسوبات بین ایستگاه ها (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۳۲
شکل۴-۳ مقایسه غلظت روی در رسوبات بین ایستگاه (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۳۲
شکل۴-۴ مقایسه غلظت روی در جلبک اسپیروژیرا بین ایستگاه ها (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۳۲
شکل۴-۵ مقایسه غلظت سرب در جلبک اسپیروژیرا بین ایستگاه‌ها (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۳۲
شکل۴-۶ مقایسه غلظت کادمیوم در جلبک اسپیروژیرا بین ایستگاه‌ها (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۳۲
شکل۴-۷ مقایسه غلظت روی در سنین مختلف سیاه‌ماهی (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۳۸
شکل۴-۸ مقایسه غلظت سرب در سنین مختلف سیاه‌ماهی (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۳۸
شکل۴-۹ مقایسه غلظت کادمیوم در سنین مختلف سیاه‌ماهی (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۳۸
شکل ۴-۱۰ نتایج همبستگی بین طول کل و وزن در سیاه ماهی (P<۰/۰۱، R=۰/۹۹۷)..... ۴۲
شکل ۴-۱۱ نتایج همبستگی بین طول کل و غلظت کادمیوم در سیاه ماهی (P<۰/۰۱، R = -/۷۴۹)..... ۴۲
شکل ۴-۱۲ نتایج همبستگی بین طول کل و غلظت روی در سیاه ماهی (P<۰/۰۱، R =-/۶۱۷)..... ۴۲
شکل ۴-۱۳ نتایج همبستگی بین طول کل و غلظت سرب در سیاه ماهی (P<۰/۰۱، R = -/۸۶۳)..... ۴۲
شکل ۴-۱۴ نتایج همبستگی بین وزن و غلظت روی در سیاه ماهی (P<۰/۰۱، R =-/۶۱۱)..... ۴۳
شکل ۴-۱۵ نتایج همبستگی بین وزن و غلظت کادمیوم در سیاه ماهی (P<۰/۰۱، R = -/۷۳۹)..... ۴۳
شکل ۴-۱۶ نتایج همبستگی بین وزن و غلظت سرب در سیاه ماهی (P<۰/۰۱، R = -/۷۳۹)..... ۴۳
شکل ۴-۱۷ نتایج همبستگی بین غلظت کادمیوم و سرب در سیاه ماهی (P<۰/۰۱، R =۰/۶۱)..... ۴۳
شکل ۴-۱۸ نتایج همبستگی بین غلظت روی و سرب در سیاه ماهی (P<۰/۰۵، R =۰/۴۹۷)..... ۴۳
شکل ۴-۱۹ نتایج همبستگی بین غلظت کادمیوم و روی در سیاه ماهی (P<۰/۰۱، R =۰/۹۲۷)..... ۴۳
شکل۴-۲۰ مقایسه غلظت سرب در بافت‌های ماهی خورک ابلق (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۵۰
شکل۴-۲۱ مقایسه غلظت روی در بافت‌های ماهی خورک ابلق (آزمون مقایسه میانگین‌ها من‌ویتنی، α =۰/۰۵) ۵۰
شکل۴-۲۲ مقایسه غلظت کادمیوم در بافت‌های ماهی خورک (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۵۰
شکل۴-۲۳ مقایسه غلظت کادمیوم در بافت‌های پاشلک معمولی (آزمون مقایسه میانگین‌ها من‌ویتنی، α =۰/۰۵)..... ۵۱
شکل۴-۲۴ مقایسه غلظت سرب در بافت‌های پاشلک معمولی (آزمون مقایسه میانگین‌ها من‌ویتنی، α =۰/۰۵)..... ۵۱
شکل۴-۲۵ مقایسه غلظت روی در بافت‌های پاشلک معمولی (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۵۱
شکل۴-۲۶ مقایسه غلظت سرب در بافت‌های کبک(آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۵۲
مودار۴-۲۷ مقایسه غلظت کادمیوم در بافت‌های کبک (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵)..... ۵۲

شکل۴-۲۸ مقایسه غلظت روی در بافت‌های کبک (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵) ۵۲
شکل۴-۲۹ مقایسه غلظت سرب در بافت‌های کلاغ ابلق (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵) ۵۳
شکل۴-۳۰ مقایسه غلظت کادمیوم در بافت‌های کلاغ ابلق (آزمون کروسکال والیس ، p <۰/۰۵) ۵۳
شکل۴-۳۱ مقایسه غلظت روی در بافت‌های کلاغ ابلق (آزمون مقایسه میانگین‌ها توکی، α =۰/۰۵) ۵۳
شکل۴-۳۲ مقایسه غلظت سرب در بافت‌های ماهی‌خورک، پاشلک، کبک و کلاغ (من‌ویتنی، α =۰/۰۵).....۵۴
شکل۴-۳۳ مقایسه غلظت کادمیوم در چهار بافت ماهی‌خورک، پاشلک ، کبک و کلاغ (من‌ویتنی، α =۰/۰۵).....۵۵
شکل۴-۳۴ مقایسه غلظت روی در چهار بافت ماهی‌خورک، پاشلک ، کبک و کلاغ ابلق (من‌ویتنی، α =۰/۰۵).....۵۶
شکل۴-۳۵ مقایسه غلظت سرب در پر پرندگان آبزی (آزمون کروسکال والیس، p <۰/۰۵).....۵۸
شکل۴-۳۶ مقایسه غلظت کادمیوم در پر پرندگان آبزی (آزمون مقایسه میانگین‌ها من‌ویتنی، α =۰/۰۵).....۵۸
شکل۴-۳۷ مقایسه غلظت روی در پر پرندگان آبزی (آزمون مقایسه میانگین‌ها من‌ویتنی، α =۰/۰۵).....۵۸
شکل۴-۳۸ مقایسه غلظت فلزات سنگین روی، سرب و کادمیوم در بافت‌های پرندگان(من‌ویتنی، α =۰/۰۵).....۵۹

چکیده

نگرانی در مورد فلزات سنگین به عنوان آلاینده‌های زیست محیطی و همچنین به خاطر پایداریشان در اکوسیستم، وجود دارد. پایش زیستی می‌تواند روشی مناسب برای سنجش غلظت این فلزات و در دسترس بودن زیستی آنها باشد. پرندگان به دلیل قرار داشتن در سطوح بالای زنجیره‌های غذایی در یک اکوسیستم و همچنین حساسیت آنها به مواد سمی، شاخص‌های مفیدی برای سنجش آلودگی فلزات سنگین می‌باشند. در تحقیق حاضر غلظت فلزات سنگین روی، سرب و کادمیوم در سطح وسیعی از ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا اندازه‌گیری شد و غلظت این فلزات در رسوبات، جلبک اسپیروژیرا، سیاه ماهی و پرندگان خشکی و آبزی اندازه گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. همچنین روند بزرگنمایی زیستی فلزات سنگین در سه زنجیره‌ی غذایی گونه‌های ماهی خورک ابلق، حواصیل ارغوانی و عقاب دریایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در رسوبات رودخانه‌ی بشار نشان داد که غلظت سرب پاینتر از سطح استاندارد رسوبات آب شیرین است و با توجه به این استاندارد آلودگی به سرب در رسوبات وجود ندارد اما سطح روی و کادمیوم بالاتر از این استاندارد است و آلودگی به این دو فلز وجود دارد. نتایج حاصل از بررسی غلظت فلزات سنگین در جلبک اسپیروژیرا، سطح بالای از تجمع فلزات سنگین در این گونه را نشان داد. بر اساس نتایج بدست آمده از بررسی غلظت فلزات سنگین در رسوبات و جلبک اسپیروژیرا در ایستگاه‌های مختلف در رودخانه بشار، بیشترین سطح غلظت فلزات در ایستگاه۲ (بعد از ورود فاضلاب شهر یاسوج به رودخانه بشار) است که ناشی از تاثیر فاضلاب وردی بر ورود فلزات سنگین به رودخانه بشار است و کمترین غلظت فلزات سنگین در ایستگاه۵ (مرز خروجی استان) بدست آمد. بررسی غلظت فلزات سنگین در سیاه ماهی نشان داد که بین طول و وزن این گونه و تجمع زیستی فلزات سنگین همبستگی منفی وجود دارد. میزان تجمع زیستی فلزات سنگین در بدن سیاه ماهی، در سنین پایین بیشتر از سنین بالا است. بر اساس مقایسه سطح غلظت فلزات سنگین در سیاه ماهی با استانداردهای مختلف، غلظت سرب، کادمیوم و روی نسبت به اکثر استانداردهای جهانی بالاتر است و این می‌تواند نشان دهنده‌ی آلودگی سیاه ماهی به فلزات سنگین باشد. سنجش تجمع زیستی فلزات سنگین در پرندگان در چهار بافت (کبد، کلیه، عضله‌ی سینه و پر) در شش گونه از پرندگان (کبک، کلاغ ابلق، پاشلک معمولی، ماهی‌خورک ابلق، عقاب ماهی‌گیر و حواصیل ارغوانی) صورت گرفت، بر اساس نتایج اختلاف معنی‌داری در تجمع زیستی فلزات مورد بررسی در بافت‌ها وجود دارد و بیشترین تجمع زیستی در پر و کمترین در عضله‌ی سینه مشاهده شد. بین چهار بافت مورد بررسی بهترین بافت برای پایش سرب و روی، پر و برای کادمیوم، کلیه می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج، میزان تجمع زیستی کادمیوم و سرب در پرندگان آبزی بیشتر از پرندگان خشکی‌زی است اما سطح غلظت روی در پرندگان خشکی و آبزی تفاوت چندانی نسبت به هم ندارد. بر اساس مقایسه میانگین غلظت روی، سرب و کادمیوم در پرندگان با استانداردهای ارائه شده توسط محققین، غلظت کادمیوم در اکثر بافت‌ها پاینتر از حد استانداردهای ارائه شده است اگرچه در برخی بافت‌ها مانند کلیه پاشلک آلودگی به کادمیوم وجود دارد اما به طور کلی در بقیه‌ی گونه‌ها آلودگی به کادمیوم وجود ندارد. اما از طرفی غلظت سرب در تمام بافت‌های مورد بررسی پرندگان و همچنین غلظت روی در تمام بافت‌ها به جزء عضله سینه‌ی کبک، پاشلک معمولی و ماهی‌خورک ابلق بالاتر از حد استاندارد است و می‌تواند نشان دهنده‌ی آلودگی به سرب و روی در این گونه‌ها باشد. در بررسی روند بزرگنمایی زیستی فلزات سنگین در زنجیره‌های غذایی پرندگان، اگرچه در بین بعضی از سطوح غذایی فلزات سرب، روی و کادمیوم در طول زنجیره غذایی بزرگنمایی زیستی را نشان می‌دهند اما در طول کل زنجیره غذایی این ویژگی را از خود نشان نمی‌دهند.

کلمات کلیدی:

آلودگی، فلزات سنگین، ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا، رودخانه بشار، پرندگان، سیاه ماهی، رسوب، جلبک، زنجیره غذایی.

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

محیط زیست یکی از ارکان بسیار مهم حیات و توسعه محسوب می‌شود، زیرا نقش‌های متعددی را برای ایجاد تعادل در مولفه‌های مختلف حیات بازی می‌کند. اما هم اکنون این مولفه به دلیل فقدان قوانین و مقررات ویژه و عدم تعریف مالکیت خاص برای آن، به طورآزاد و نامحدود مورد بهره برداری قرار می‌گیرد،که نتیجه آن تخریب محیط زیست و ایجاد آلودگی‌های مختلف در این حوزه است [۲۵].

امروزه آلودگی محیط زیست و خطرات ناشی از افزایش بار آلودگی که بر اثر پیشرفت فن‌آوری و صنعت به وجود آمده، جوامع انسانی را تحت تاثیر خود قرار داده و بر نگرانی انسان‌ها افزوده است [۳۲]. گرچه طبیعت در مقابل آلاینده‌های مختلف از قابلیت و توان خودپالایی معینی برخوردار است، اما کثرت و فزونی مواد آلوده کننده در اغلب حالات این خاصیت بهینه سازی را از آن سلب می‌کند و سبب تغییرات اساسی در اکوسیستم و نابودی بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری و غیر قابل استفاده شدن آب، خاک و هوا می‌شود [۳۳]. برخی از مواد تحت تجزیه‌ی باکتریایی قرار نگرفته و نسبت به دیگر ترکیبات پایدارتر هستند، اما به صور مختلف و غالباً با تأثیرات مرگبار و مضر، با گیاهان و جانوران وارد واکنش می‌شوند و به دلیل اثرات مضر و پایداریشان، تهدیدی جدی به شمار می‌روند. از آلاینده‌های اساسی می توان به فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب، روی و غیره)، هیدروکربن‌های هالوژن‌دار (د.د.ت، سایر سموم هیدروکربنه کلردار، بی‌فنیل‌های پلی‌کلره و غیره) و مواد رادیواکتیواشاره نمود [۱۳۲].

فلزات سنگین به طور طبیعی در پوسته زمین وجود دارند و عموماً توسط هوازدگی و فرسایش وارد اکوسیستم‌های مختلف می‌گردند، به عنوان آلودگی‌های طبیعی یا زمین ساخت شناخته شده و میزان و اثرات سوء آنها نسبت به آلودگی‌های غیرطبیعی یا انسان ساخت کمتر می باشد [۱۲۰]. با دخالت‌های انسان، میزان آنها در محیط زیست افزایش می‌یابد. دخالت‌های انسان، درافزایش این فلزات در محیط، به صورت‌های مختلف از جمله فاضلاب‌های شهری، صنعتی، کشاورزی، اکتشافات و استخراج معادن، مصرف سوخت‌های فسیلی و غیره می‌باشد [۲]. چون فلزات سنگین توسط موجودات زنده و یا فرایندهای فیزیکی و شیمیایی تجزیه نمی‌گردند، در نتیجه بالا رفتن میزان این مواد سبب سمیت در محیط می‌شوند [۱۳۲]. پایداری فلزات سنگین سبب گستردگی زیادشان در زنجیره غذایی موجودات زنده شده است [۱۷]. امروزه فلزات سنگین به دلیل سمی بودن، زمان ماندگاری بالا و تجمع آنها در بافت جانداران، از اهمیت اکولوژیک وبیولوژیکی زیادی برخوردارند [۵۷]. با این وجود در صورتی که در یک محیط به هر دلیل، میزان فلزات سنگین از حد معینی بالاتر برود ایجاد آلودگی نموده و سبب آسیب رسانی به موجودات زنده از جمله آبزیان می‌گردد [۱۵]. پایداری فلزات در محیط مشکلات زیادی را ایجاد می‌کند. یکی از نتایج مهم پایداری آنها، تجمع زیستی فلزات در زنجیره غذایی است در نتیجه این فرایند سطوح فلزات در اعضای بالاتر در زنجیره می‌تواند به مقادیر تا چندین برابر آنهای که در آب یا هوا یافت می‌شوند برسند، در نتیجه موجب به مخاطره افتادن سلامت گیاهان و جانورانی می‌شوند که از این مواد غذایی استفاده می‌کنند [۱۸].

روند تقریبی سمیت فلزات سنگین بدین گونه است که جیوه دارای بیشترین سمیت و پس از آن کادمیوم، مس، روی، سرب، کروم و آلومینیوم قرار دارند، اما با این وجود سمیت یک فلز، بر اساس نوع موجود و منطقه زندگی آنها متفاوت می‌باشد. قابلیت موجودات مختلف برای جذب، ذخیره، دفع و سمیت‌زدایی این فلزات نیز متفاوت است به دلیل پایداری طولانی مدت در محیط زیست، سمیت بالا و تمایل به تجمع زیستی، فلزات سنگین مورد توجه مطالعات بوم سم‌شناسی قرار گرفته‌اند [۹۱]. بررسی تجمع فلزات سنگین در آب، رسوب و گیاهان تالاب‌ها جهت حفاظت از این بوم سازگان‌ها، حیاتی وکمک به بهبودوضعیت آنهادرسال‌های اخیرتوجه بسیاری ازمحافل علمی رابه خود جلب کرده است [۲۳].

بر اساس نظر هولدگیت مطالعات سم شناسی و اکولوژیکی از سه طریق امکان پذیر است:

۱- بررسی: مجموعه ای از مشاهدات، یا اندازه گیری‌ها که موقعیت را در زمانی خاص ارزیابی می‌کند.

۲- تحت نظر قرار دادن: تکرار بررسی که تغییرات را متناسب با زمان نشان می‌دهد.

۳- پایش مستمر: بر مشاهدات، یا اندازه گیری‌های مکرر دلالت می‌کند و آن را کنترل می‌کند که آیا مطالعه انجام شده با سطح استاندارد ارائه شده مطابقت دارد یا خیر؟ [۸۹].

پایش زیستی می‌تواند روش مطلوبی برای اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین و در دسترس بودن زیستی آنها باشد[۷۲]. ایونز و همکاران (۱۹۹۹) بیان کرند که شناسایی اهمیت و آثار فلزات سنگین در زنجیره غذایی و اکوسیستم‌ها، موجبات گسترش طرح‌های پایش زیستی با هدف اندازه‌گیری سطوح آلاینده‌ها در ارگانیسم‌های مختلف را فراهم

کرده است که در آنها گونه‌های شاخص به منظور برآورد سطوح این آلاینده‌ها در قسمت‌های مختلف اکوسیستم استفاده می‌شوند [۶۹].

در ارزیابی تغییرات یک اکوسیستم، بررسی همه اجزا و روابط موجود در آن ناممکن است در نتیجه انتخاب اجزای اکولوژیکی نظیر پرندگان می‌توانند به عنوان یک شاخص زیستی بکار روند. پرندگان ممکن است از طریق تماس مستقیم یا استفاده از آب و غذای آلوده، در معرض مواد شیمیایی گوناگون نظیر فلزات سنگین قرار گیرند [۱۲۶]. این واقعیت که پرندگان حساسیت زیادی به آلودگی‌ها و سایر تغییرات زیان‌آور محیط زیست دارند به خوبی تشخیص داده شده است، وضعیت و موقعیت پرندگان گوشتخوار در بالای زنجیره غذایی و طول عمر زیاد آنها به این مفهوم است که این پرندگان بیشتر تحت تاثیر آلودگی‌ها و تغییرات در قسمت‌های مختلف اکوسیستم در طول دوره‌های زمانی مختلف قرار می‌گیرند [۸۰]. اکولوژی بسیاری از پرندگان کاملاً شناخته شده است. آنها از سطوح تروفی بالاتر در اکوسیستم‌ها تغذیه می‌کنند و در نتیجه می‌توانند اطلاعاتی در مورد وسعت آلودگی در تمام شبکه غذایی فراهم کنند. سنجش فلزات سنگین موجود در پرندگان ممکن است تصویر بهتری از خطرهای متوجه انسان را نسبت به اندازه گیری آنها در محیط زیست فیزیکی، گیاهان، یا بی مهرگان نشان دهد. سال‌های متمادی، پرندگان به عنوان اخطار دهندگان اولیه برای بسیاری از آلاینده های زیست محیطی نظیر د.د.ت، آفت کش‌ها و فلزات سنگین استفاده شده‌اند. پرندگان نشان داده‌اند که شاخص زیستی بسیار مفیدی هستند، زیرا قابل رؤیت بوده، حساسیت پذیری آنها به مواد سمی زیاد است و در بالای زنجیره غذایی قرار دارند و بنابراین جز ء اخطارهای اولیه‌اند [۷۲].

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که فلزات سنگین می‌توانند بر روی تولید مثل و سلامت کلی پرندگان اثر بگذارند [۶۲]. آلاینده‌هایی مانند سرب و کادمیوم در غلظت‌های محیطی می‌توانند اثرات معکوسی را در سیستم‌های فیزیولوژیکی شامل سیستم‌های غدد درون ریز ایجاد کنند [۸۳]. فلز روی جزو عناصر ضروری به حساب می‌آید که دربسیاری از فعالیت‌های متابولیکی شرکت دارد، اما اگر مقدار این فلز از حد معینی در بدن بیشتر شود می‌تواند برای موجودات زنده سمیت ایجاد کند [۳۹].

۱-۲ ضرورت پژوهش

فلزات سنگین همیشه در ترکیب طبیعی محیط زیست وجود داشته‌اند و در شرایط طبیعی در غلظت‌های پایین یافت می‌شوند. تاکنون مقادیر قابل توجهی از فلزات سنگین در اثر فعالیت‌های انسانی وارد محیط زیست شده است. فلزات سنگین در محیط زیست می‌توانند تاثیرات جدی در پایداری بوم‌سازگان‌ها به وجود آورند. در ارزشیابی تغییرات یک بوم‌سازگان بررسی همه‌ی اجزا و روابط موجود در آن ناممکن است. استفاده از گونه‌های پایش‌گر مانند پرندگان می‌تواند داده‌های قابل اعتمادی را برای ارزشیابی کیفیت محیط زیست فراهم کند. پرندگان ممکن است از طریق تماس مستقیم یا استفاده از آب و غذای آلوده در معرض مواد شیمیایی گوناگون نظیر فلزات سنگین قرار گیرند [۱۲۶]. از طرفی پرندگان به دلیل ارتباط غیرمستقیم با منابع آلوده کننده، می‌توانند تعیین کننده‌ی سطح غلظت عناصر سمی در زنجیره‌ی غذایی بوم‌سازگان‌ها باشند و بنابراین آلودگی پرندگان به فلزات سنگین می‌تواند پیش‌بینی کننده‌ی آلودگی در طول زنجیره‌ی غذایی باشد [۵]. یکی دیگر از دلایل مطالعه‌ی فلزات سنگین به عنوان آلاینده‌های محیط زیستی در نظر گرفتن جنبه سلامت و بهداشت عمومی انسان‌ها است. از آن جا که انسان‌ها از پرندگان آبزی قابل شکار تغذیه می‌کنند، لذا آلوده بودن این پرندگان به عناصر سنگین می‌تواند باعث ورود این فلزات به بدن انسان گردد. از سوی دیگر تناوب زنجیره‌ی غذایی در عالم موجودات زنده و ثبات و پایداری فلزات سنگین در بدن آنها، بررسی تأثیر فلزات سنگین در حیات موجودات آبزی را مهم و ضروری می‌نماید [۵]. از جمله منابع آلوده کننده در استان کهگیلویه و بویراحمد فعالیت های مختلف صنعتی است. به عنوان مثال منطقه شهرک صنعتی بلکو که در این شهرک صنایع مختلفی در رابطه با فلزات مشغول به کار می باشند از جمله ریخته گری آلومینیوم، تولید انواع سیم‌ها، تولید انواع لوله‌های فلزی، تولید انواع قالب‌های فلزی، تولید انواع جواهرات از فلزات، تولید انواع کانال‌های حلبی و گالوانیزه، تولید سولفات آلومینیوم و... در حال انجام است. رودخانه بشار که بخشی از ذخیره گاه زیست کره دنا است از کنار این شهرک عبور می‌کند. همچنین فاضلاب شهر یاسوج بعد از تصفیه خانه مستقیم وارد این رودخانه می‌شود. از جمله منابع آلاینده دیگر فعالیت‌های کشاورزی در منطقه و استفاده از سموم کشاورزی است. شرکت‌های تقویت فشار گاز نیز در این ذخیره‌گاه واقع شده‌اند که می‌توانند باعث ایجاد آلودگی شوند. همچنین عبور جاده اصفهان یاسوج از ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا یکی دیگر از عوامل آلاینده است.

با توجه به اینکه در این منطقه تا کنون پایش زیستی فلزات سنگین به وسیله عوامل زیستی صورت نگرفته و از وضعیت آلودگی این منطقه اطلاع دقیقی (مانند سایر مناطق که به طور مستمر توسط محققین پایش می‌شوند نظیر تالاب شادگان، ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا و...) در دست نیست لذا پایش آلودگی فلزات سنگین در این ذخیره‌گاه امری ضروری و لازم است. در این تحقیق به بررسی آلودگی فلزات سنگین در این ذخیره‌گاه پرداخته شده است. در واقع این تحقیق یک پایش زیست محیطی است که نهایتاً به آگاهی از این واقعیت منجر خواهد شد که آیا بخش‌های مختلف ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا و رودخانه بشار که از این ذخیره‌گاه عبور می‌کند، دارای آلودگی به فلزات سنگین است یا خیر؟

۱-۳ فرضیات تحقیق

۱-۳-۱ فرضیات اولیه

۱- غلظت فلزات سنگین در رسوبات، جلبک اسپیروژیرا، سیاه ماهی و پرندگان ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا در حد مجاز است.

۲- غلظت فلزات سنگین در طول زنجیره غذایی افزایش می یابد.

۳- میزان تجمع زیستی فلزات سنگین در پرندگان آبزی بیشتر از پرندگان خشکی زی است.

۴- با افزایش طول و وزن سیاه ماهی غلظت فلزات سنگین در این گونه افزایش پیدا می‌کند.

۱-٤ اهداف تحقیق

۱-٤-۱ اهداف اصلی

۱- اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب و روی در رسوبات، جلبک اسپیروژیرا، سیاه‌ماهی، بافت-های مختلف تعدادی از پرندگان خشکی‌زی و آبزی ، درورودخانه بشار و ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا

۲- بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین در بخشی از زنجیره غذایی ماهی خورک ابلق، حواصیل ارغوانی و عقاب ماهی‌گیر در رودخانه‌ی بشار

۳- تعیین میزان تجمع زیستی فلزات سرب، کادمیوم و روی در بافت های کبد، کلیه، پر و عضله سینه پرندگان

۴- تعیین میزان بزرگنمایی عناصر یاد شده در بخش زنده و غیر زنده

۱-٤-۲ اهداف فرعی

۱- مقایسه غلظت فلزات سنگین بین پرندگان خشکی‌زی و آبزی در ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا

۲- مقایسه میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف پرندگان، رسوبات، جلبک اسپیروژیرا، سیاه ماهی نسبت به استاندارد ارائه شده و مطالعات مشابه

۳- بررسی رابطه بین طول و وزن سیاه ماهی با میزان تجمع زیستی فلزات سنگین در این گونه در رودخانه بشار

فصل دوم

تعاریف و بررسی منابع

۲-۱ ذخیره گاه زیست کره

ذخیره‌گاه زیست‌کره، مناطق حفاظت‌شده طبیعی زیستی بین‌المللی هستند که علاوه بر حفاظت، دستاوردهایی نظیر ارائه سایت‌های مطالعاتی کم نظیر به دانشمندان و تجربه مهارت انسان در پشتیبانی از توسعه پایدار را نمایان می‌سازند. اعلام ذخیره‌گاه‌های زیست‌کره برای جلوگیری از تغییرات برگشت‌ناپذیر و بهره‌برداری ناپایدار از منابع طبیعی، در عین نیاز به بهره‌برداری از طبیعت (باتوجه به رشد روز افزون جمعیت) شکل گرفته است و به یکی از تقسیم بندی‌های مهم حفاظتی جهان بدل شده‌است. کشور ایران در سال ۱۹۷۶ با اختصاص ۹ ذخیره‌گاه زیست‌کره و پس از ۳۴ سال با موافقت اختصاص ۲ منطقه دیگر (دنا و تنگ صیاد) توسط یونسکو، اکنون دارای ۱۱ ذخیره‌گاه زیست‌کره است. ذخیره‌گاه زیست کره دنا دهمین ذخیره‌گاه زیست‌کره کشور و پانصدمین ذخیره‌گاه زیست‌کره در شبکه جهانی ذخیره-گاه‌ها ثبت گردیده است و هم اکنون نیز سطح محدوده امن آن پارک ملی می باشد.

۲-۲ زنجیره غذایی

زنجیره های غذایی به مجموعه‌ی پی‌درپی از موجودات زنده اطلاق می‌گردد که هر موجود زنده، توسط موجود زنده بعدی مصرف شود، و هر موجود از موجودات زنده‌ی قبل از خود تغذیه می‌کند. هنگامی که در یک زنجیره‌ی غذایی چند موجود زنده‌ی مختلف با تعداد مراحل تغذیه‌ای یکسان از سطح گیاهان جدا شده باشند، این موجودات به

یک سطح تغذیه‌ای تعلق دارند. زنجیره‌های غذایی معمولاً از تعداد مختلفی حلقه تشکیل شده‌اند. زنجیره‌های غذایی مستقل از یگدیگر نبوده و در یک جامعه طبیعی گونه‌های زیادی از موجودات را می توان یافت که از انواع مختلف منابع غذایی استفاده می کنند. زنجیره‌ها با هم تداخل می‌یابند و یک شبکه غذای را تشکیل می‌دهند [۳].

۲-۳ تجمع زیستی و بزرگنمایی زیستی فلزات سنگین

تجمع زیستی[۱] به فرآیندی اطلاق می‌شود که در آن آلاینده‌های شیمیایی در حدی بیش از تعادل شیمیایی حاصل از جذب تغذیه‌ای در بدن موجودات زنده، تغلیظ می گردند و بزرگنمایی زیستی[۲] فرآیندی است که در آن آلاینده شیمیایی در بدن موجودات، با عبور از هر مرحله در زنجیره غذایی و صعود به رأس هرم غذایی، افزایش یافته و در غلظتی بیشتر ظاهر می گردد. [۸۸،۸۶]. بزرگنمایی زیستی هم در محیط‌های خشکی و هم در محیط‌های آبی اتفاق می افتد. اما بطور کلی بزرگنمایی زیستی بیشتر در محیط‌های آبی اتفاق می افتد. در واقع بزرگنمایی زیستی یک حالتخاصی از تجمع زیستی است. تجمع زیستی حالتی است که آلودگی‌ها در بافت‌های موجودات زنده تجمع پیدا می کند [۵۰].

۲-٤ تعریف آلودگی محیط زیست

آلودگی محیط زیست، از دریچه علمی وتخصصی ونیز حقوقی مورد بحث قرار گرفته و هریک به ارائه تعریفی از آن پرداخته‌اند. از نظر علمی برمبنای یکی از تعاریفی که در این باره ارائه شده است، آلودگی محیط زیست عبارت است از هرگونه تغییر در ویژگی‌های اجزای متشکل محیط به طوری که استفاده پشین از آنها ناممکن گردد وبه طور مستقیم ویا غیر مستقیم منافع وحیات موجودات زنده را به مخاطره اندازد. از نظر حقوقی نخستین تعریفی که از آلودگی محیط زیست در قوانین ایران مطرح شده است، تعریفی است که در قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست مصوب ۱۳۵۳ (اصلاحی ۱۳۷۱) آمده است. آلودگی محیط زیست از نظر این قانون عبارت است از پخش یا آمیختن مواد خارجی به آب، هوا، خاک یا زمین به میزانی که کیفیت فیزیکی یا شیمیایی یا بیولوژیک آن را به طوری که زیان‌آور به حال انسان، گیاهان، سایر موجودات و یا آثار ابنیه باشد، تغییر دهد. در عرصه حقوق بین الملل نیز برای آلودگی محیط زیست تعاریفی بیان شده است که در اینجا به یکی از آنها اشاره می‌شود. در کنوانسیون بین المللی تجارت دریایی ۱۹۸۹ لندن، تخریب و آلودگی محیط زیست این گونه تعریف شده است که صدمه به محیط زیست عبارت است از هر صدمه مادی اساسی به سلامتی انسان یا حیوان ومنابع دریایی وآب‌های ساحلی یا آب‌های زیرزمینی یا مناطق مجاور آنها که در نتیجه آلودگی، آتش سوزی، انفجار یا حوادث مهم مشابه ایجاد می‌شود [۴].

---

۱ Bioaccumulation

۲ Biomagnification