دانشگاه بیرجند

دانشکده کشاورزی

گروه آموزشی محیط زیست

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست (آلودگی های محیط زیست)

بررسی تجمع زیستی و دفع فلز مس از بافتهای مختلف سیاه ماهی(*Capoeta fusca*)

نگارش

زهرا محسنی

استاد راهنما

دکتر علیرضا پور خباز

استاد مشاور

دکتر محمد علی ناصری

شهریور ۹۰

تقدیم به مهربان فرشتگانی که :

لحظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن،

جسارت خواستن، عظمت رسیدن

و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم،

مدیون حضور سبز آنهاست

پدر و مادر مهربان و برادران عزیزم

تقدیر و تشکر

شکر و سپاس خدا را که بزرگترین امید و یاور در لحظه لحظه زندگیست.

بر خود لازم می دانم از جناب آقای دکتر پورخباز استاد راهنمای ارجمندم که با راهنمایی های ارزنده و همکاری های بی دریغشان در به انجام رساندن این پایان نامه مرا یاری نموده اند صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

از جناب آقای دکتر ناصری در سمت مشاور پایان نامه تشکر می نمایم. از اساتید محترم جناب آقای دکتر رضایی و جناب آقای دکتر باشتنی که به عنوان اساتید داور زحمت بازخوانی این پایان نامه را بر عهده داشتند تشکر و قدردانی می کنم.

از خانواده عزیزم که همیشه خود را مدیون آنها می دانم قدردانی می نمایم.

همچنین در پایان از دوستان عزیزم و کلیه کسانی که به نحوی در به انجام رساندن این پایان نامه همکاری داشتند صمیمانه سپاسگزارم.

زهرا محسنی

۱۳۹۰

چکیده

آلودگی اکوسیستم های آبی با فلزات سنگین توجه جهانیان را بدلیل اثرات مضر آنها روی سلامتی انسان و سایر موجودات در محیط زیست بیشتر جلب کرده است. هدف از این مطالعه، تعیین میزان تجمع زیستی و دفع فلز مس ($Cucl_2$)، در بافتهای آبشش، عضله و پوست سیاه ماهی *(Capoeta fusca)* می باشد. نمونه برداری ماهی از قناتهای منطقه بیرجند در سال ۱۳۸۹ صورت گرفت. نمونه های ماهی با میانگین طول کل ۱۳/۵۴ سانتیمتر و وزن ۲۰/۴۵ گرم پس از جمع آوری و سازگاری در محیط آزمایشگاه به مدت ۱۰ روز، در داخل آکواریوم ها ی ۴۰ لیتری به صورت یکی شاهد و دو گروه تحت سم مس ۰/۲۵ و ۰/۷۵میلی گرم بر لیتر با سه تکرار قرار گرفتند. بعد از اینکه نمونه ها در معرض ماده سمی قرار گرفتند، از هر گروه آزمایشگاهی و شاهد ، دو ماهی در زمان های تجمعی ۷ ، ۱۴ و ۲۱ و دفع ۱۰ روز جهت آنالیز نمونه برداری شدند. نتایج نشان می دهد که بافت آبشش یک اندام هدف برای جذب مس می باشد. غلظت مس در بافت های آبشش ، عضله و پوست در دو غلظت زیر کشندگی پایین و بالا به ترتیب: ۲/۸۸، ۱/۲، ۲/۱ و ۴/۸، ۱/۹ ، ۱/۹ می باشد. میزان تجمع و دفع مس میان ۳ بافت بصورت زیر می باشد: آبشش> پوست> عضله. نتیجه نهایی نشان داد که میزان دفع فلز مس بستگی به غلظت عنصر در اندام هدف ، طول دوره دفع و اختلالات اندام پس از روند انباشت دارد.

کلید واژه: تجمع زیستی، دفع ، سیاه ماهی، مس

فهرست

۱-فصل اول:مقدمه و کلیات ۲

۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲-کلیات ۵
۱-۲-۱- قنات ۵
۱-۲-۲- ماهی ۶
۱-۲-۳- عناصر سنگین ۸
۱-۲-۳- ۱- مس ۹
۱-۲-۴- بیولوژی سیاه ماهی ۱۰

۲-فصل دوم: بررسی منابع ۱۳

۲-۱- مطالعات انجام شده در ایران ۱۳
۲-۲- مطالعات انجام شده در جهان ۱۵

۳-فصل سوم: مواد و روش ها ۲۲

۳-۱- مواد ۲۲
۳-۱-۱- مواد مصرفی ۲۲
۳-۱-۲ مواد غیر مصرفی ۲۲
۳-۲- روش ها ۲۳
۳-۲- ۱- روش نمونه برداری ۲۳
۳-۲-۲- آماده سازی نمونه ها ۲۳
۳-۲-۲- ۱- تزریق سم به نمونه ها ۲۳
۳-۲-۲-۲- استخراج بافت ها ۲۳
۳-۲-۲- ۳- هضم شیمیایی نمونه ها ۲۳
۳-۲-۲-۴- آماده سازی دستگاه جذب اتمی ۲۳
۳-۳- آنالیز آماری ۲۶
۳-۴-اندازه گیری فاکتور تجمع زیستی ۲۷
۳-۵-اندازه گیری نرخ جذب(K_1)، نرخ دفع(K_2) و درصد دفع ۲۷
۳-۶- شرایط آکواریوم ۲۷

۴-فصل چهارم: نتایج و بحث ۲۹

۴-۱- نتایج مر بوط به میزان فلز مس در بافت های مختلف سیاه ماهی ۲۹
۴-۲- تجزیه و تحلیل آماری ۳۰
۴-۳- تجزیه و تحلیل نتایج ۳۹
۴-۴- نتیجه گیری کلی ۴۵
۴-۵-پیشنهادات ۴۶

منابع ۴۷

فهرست جداول

جدول ۳-۱- محل نمونه برداری سیاه ماهی *(C.FUSCA)* در قنات های بخش مرکزی بیرجند ۲۳
جدول ۳-۲- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب قنات های مورد مطالعه ۲۳
جدول ۳-۳- برآورد غلظت کشندگی(LC50) مس با حد اطمینان ۹۵٪ توسط روش EPA ۲۴
جدول ۳-۴- مشخصات زیست سنجی نمونه های سیاه ماهی ۲۴
جدول ۳-۵- میانگین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب آکواریوم های مورد مطالعه ۲۷
جدول۴-۱- غلظت مس در بافتهای سیاه ماهی در دو غلظت زیر کشندگی پایین(۰/۲۵ PPM) و بالای سم(۰/۷۵ PPM) در دوره جذب (۲۱ روز)و دفع (۱۰ روز) ۲۹
جدول ۴-۲- درصد دفع، شاخص انباشتگی زیستی(BAF)، نرخ جذب (K_1)و نرخ دفع(K_2) در بافت های انتخابی سیاه ماهی در غلظت های زیر کشندگی..... ۳۵

فهرست اشکال

شکل۴-۱- مقایسه انباشتگی و دفع در آبشش سیاه ماهی در دو غلظت سم مس و نمونه شاهد ۳۳
شکل۴-۲- مقایسه انباشتگی و دفع در عضله سیاه ماهی در دو غلظت سم مس و نمونه شاهد ۳۴
شکل۴-۳- مقایسه انباشتگی و دفع در پوست سیاه ماهی در دو غلظت سم مس و نمونه شاهد ۳۴
شکل۴-۴- رگرسیون بین زمان های مختلف(X) و غلظت مس (Y) در آبشش*C.FUSCA* در غلظت۰/۲۵PPM..... ۳۶
شکل۴-۵- رگرسیون بین زمان های مختلف(X) و غلظت مس (Y) در آبششC.FUSCA در غلظت ۰/۷۵PPM ۳۶
شکل۴-۶- رگرسیون بین زمان های مختلف(X) و غلظت مس (Y) در عضله C.FUSCA در غلظت ۰/۲۵PPM..... ۳۷
شکل۴-۷- رگرسیون بین زمان های مختلف(X) و غلظت مس (Y) در عضله C.FUSCA در غلظت ۰/۷۵PPM..... ۳۷
شکل۴-۸- رگرسیون بین زمان های مختلف(X) و غلظت مس (Y) درپوست C.FUSCA در غلظت ۰/۲۵PPM ۳۸
شکل۴-۹- رگرسیون بین زمان های مختلف(X) و غلظت مس (Y) درپوست C.FUSCA در غلظت ۰/۷۵PPM ۳۸

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

آلودگی آبها انواع مختلفی دارد که هر یک اهمیت خاص خود را داشته و هیچ یک را نمی توان نادیده گرفت. از انواع آلودگی آبها می توان به موارد: آلودگی رادیو اکتیو، آلودگی عناصر ناچیز و کم مقدار، آلودگیهای نفتی و فلزات سنگین که تأثیر زیادی روی تندرستی و زندگی گیاهان و جانوران آبزی دارند اشاره نمود که در نهایت موجب زوال محیط زیست می گردند (علیزاده، ۱۳۷۸).

در محیطهای آبی فلزات سنگین به اشکال مختلفی وجود دارد که عبارتند از: شکل یونی، ترکیب با مواد آلی، کی لیت شده با کلوئیدها و یا بصورت جذب سطحی به مواد آلی یا معدنی یافت می شود (گویلیزون[1]، ۱۹۹۱). فلزات سنگین آلاینده های پایدار ی هستند که برخلاف ترکیبات آلی از طریق فرایندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی شوند. از نتایج مهم پایداری فلزات سنگین وسعت زیستی زیاد در زنجیره غذایی می باشد، به طوری که در نتیجه این فرایند، مقدار آنها در زنجیره غذایی می تواند تا چندین برابر مقدار آنها که در آب یا هوا یافت می شوند، افزایش یابد (خدابنده، ۱۳۷۹).

فلزات سنگین بطور طبیعی در سطوح مختلف زمین و آبهای سطحی وجود دارند، اگر میزان این فلزات کمی بیشتر از میزان طبیعی شود با توجه به ثبات شیمیایی، تجزیه پذیری ضعیف و داشتن قدرت تجمع زیستی در بدن موجودات زنده به سرعت تبدیل به آلاینده های سمی می شوند. بطوریکه امروزه فلزات سنگین جزو مهمترین آلاینده های منابع آبی کره زمین بشمار می آیند و حضورآلاینده های فلزات سنگین در موجودات زنده آبزی گزارش شده است (آدام[2] و همکاران، ۲۰۰۲ ؛ اولیوجو[3] و همکاران، ۲۰۰۵).

بعضی از فلزات همچون مس بر اساس غلظت های موجود در طبیعت می توانند نقش محرک یا بازدارنده را در روندهای بیولوژیکی ایفا نمایند (آندرسون و مورل[4]، ۱۹۷۸). این فلزات به زنجیره غذایی

[1] Guilizzon
[2] Adham
[3] Olojo
[4] Anderson and Morel

منتقل شده و تجمع زیستی رخ می دهد و باعث مرگ و میر آبزیان می شود (فارکاس[1] و همکاران، ۲۰۰۲). جهت ارزیابی سلامت و کیفیت اکوسیستم آبی، ماهی مدل مناسبی است و تغییرات فیزیولوژیک بدن ماهی به عنوان بیومارکر آلاینده های محیطی محسوب می شوند (کوک[2] و همکاران، ۱۹۹۶). آبشش ها بعنوان ارگانی که در معرض مداوم محیط خارجی قرار دارند، اولین هدف آلاینده ها می باشند ، بنابراین آبشش بافت مناسبی جهت بررسی اثر کوتاه مدت آلاینده ها می باشد. از طرفی این عناصر سمی در اندام های دیگر مانند کلیه، کبد و ماهیچه ذخیره می شوند و تجمع زیستی رخ می دهد (پلگروم[3] و همکاران، ۱۹۹۵)، که می تواند منجربه واکنش های احیاء شود و با ایجاد رادیکال های آزاد سبب تغییرات بیوشیمیایی و مورفولوژیکی می گردند (وارنکا[4] و همکاران، ۲۰۰۱).

برای بررسی تأثیر این ترکیب ها بر موجودات زنده شاخصهای گوناگونی وجود دارد همچنان که ذکر شد یکی از مهمترین آنها تجمع زیستی است که در این تحقیق از آن استفاده شده است. بر طبق تعریف، تجمع زیستی عبارت از تجمع یک ماده به وسیله ارگانیزم، در نتیجه جذب از تمام منابع آن است (هال[5]، ۲۰۰۲). جذب این ترکیب ها در بدن موجودات زنده دریایی از سه طریق آب، رسوب ها و یا غذا امکان پذیر است. تجمع در هر روش جذب غالباً بستگی به غلظت ترکیب در محیط و میزان تماس موجودات زنده با ماده آلوده دارد. مقدار تجمع زیستی تحت تاثیر مکانیزمهای تجزیه زیستی یا دفع از ارگانیزمها قرار دارد. به عنوان نمونه نتایج نشان می دهد که تغلیظ زیستی در خرچنگ از طریق غذا بیشتر است که در نتیجه از این طریق تغلیظ زیستی در زنجیره غذایی صورت می گیرد (رودل[6]، ۲۰۰۳).

سن، طول، وزن، جنسیت، عادات تغذیه ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و خواص فیزیکی و فیزیکوشیمیایی آب (شوری، pH ، سختی و دما) از عوامل موثر در تجمع فلزات سنگین در اندامهای مختلف ماهی می باشند (کانلی و آتلی[7]،۲۰۰۳). حتی به نظر می رسد میزان چربی بافتها نیز می تواند عامل مهمی در تجمع

[1] Farkas
[2] Kock
[3] Pelgrom
[4] Varanka
[5] Hall
[6] Rudel
[7] Canli and Atli

آلاینده ها در اندامهای مختلف مانند استخوان ، مغز، عضله، آبشش، گناد و کبد باشد (فارکاس[1] و همکاران، ۲۰۰۳).

سختی آب در سمیت فلزات سنگین برای موجودات زنده به ویژه ماهیان مهم می باشد. با کاهش سختی، حلالیت فلزات سنگین در آب افزایش می یابد. به طور کلی می توان گفت، سختی زیاد آب برای ارگانیسم های آبزی بسیار مفید می باشد، زیرا با افزایش سختی میزان سمیت فلزات سنگین کاهش می یابد (وینر[2]، ۲۰۰۷).

فلزات سنگین به دلیل تاثیرات منفی مختلف بر آبزیان نظیر کاهش رشد ، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ و میر (صادقی راد و امینی رنجبر، ۱۳۸۱) و همچنین به سبب سمیت و تمایل به تجمع در زنجیره غذایی موجب ایجاد نگرانی در مصرف ماهی گردیده اند. لذا، اندازه گیری غلظت این فلزات در جهت تعیین استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط زیست دریایی حائز اهمیت می باشند.

در این تحقیق میزان تجمع زیستی ودفع فلز مس از بافتهای آبشش،عضله و پوست سیاه ماهی در قنات های اطراف بیرجند در محیط آزمایشگاه مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت.

با توجه به مطالب فوق و اهمیت انجام این تحقیق و نظر بر فرضیات ذیل:

- میزان تجمع زیستی فلز مس در بافتهای مختلف ماهی از حد استاندارد فراتر است.
- دفع فلز مس از بافتهای مختلف ماهی بیشتر از جذب می باشد.

مهمترین اهدافی که در این تحقیق دنبال شده اند عبارتند از:

- تعیین توان جذب زیستی و دفع فلز مس از آبشش، عضله و پوست سیاه ماهی
- مقایسه توان تجمع زیستی مس و دفع آن در گونه سیاه ماهی

با انجام این تحقیق مشخص می‌شود که بیشترین میزان تجمع زیستی و دفع فلز مس در کدام قسمت (آبشش، عضله و پوست) از سیاه ماهی وجود دارد.

[1] Farkas
[2] Weiner

۱-۲-کلیات

۱-۲-۱- قنات

آب ضرورت اساسی زندگی می باشد. آب همواره با هوا و خاک سه عامل اصلی ادامه حیات انسان و همه موجودات زنده دیگر در زمین است. با وجود فراوانی آب در سیاره ما آب در سطح خشکی های زمین به طور موزون پراکنده نشده است. در جایی آب چنان فراوان است که فراوانی آن مشکل می آفریند و در نقطه ای دیگر چنان کمیاب که هر قطره آن مورد نیاز می باشد. در کشور ما نیز منابع آب محدود است و به همین دلیل مردم ایران از دیر باز به ویژه در مناطق خشک مرکزی همواره با مشکل کمبود آب دست و پنجه نرم کرده اند و در این راه تلاش فراوانی به خرج داده اند. قنات های متعددی که با زحمات بسیار از هزاران سال پیش در ایران احداث شده اند سدها و بندهای بسیار قدیمی با شبکه ها و کانا ل های آبرسانی بر این تلاش عظیم گواهی می دهند. سرزمین ایران به جز نوار باریک سواحل دریای خزر دارای خصوصیات مناطق خشک و نیمه خشک است. در بسیاری از مناطق مانند بوم سازگان کویری، رودهای دائمی وجود ندارد و منابع آبی اغلب به صورت فصلی مشاهده می شوند. منابع آبی عمده در این مناطق اغلب به صورت قنات وجود داشته، که این قنات ها از هزاران سال پیش در مناطق کویری و کم آب توسط انسان احداث گردیده اند (مشکانی و ابراهیم پورکاسمانی، ۱۳۸۲). اصطلاح qanat یا qhanat ناشی از کلمه سامی به معنی کاوش یا حفاری کردن یا کانال مجرای آب و عموما در ایران مورد استفاده است. قنات یکی از روش های قدیمی و در عین حال مناسب استحصال آب در مناطق بیابانی و خشک می باشد (ابراهیمی، ۱۳۸۴). از قنوات سالیان سال است که در جهت تامین آب کشاورزی استفاده می شود و در مناطق خشک و کم آب همچنان نقش ارزنده خود را حفظ نموده است. بدیهی است بدون قنات شهرهای بزرگ همچون ری، نیشابور، مشهد، یزد، کاشان و... بوجود نمی آمدند. قنات به منزله وسیله ای برای در اختیار گرفتن آبهای زیر زمینی یا آبهای سطحی است. به عبارت دیگر قنات را می توان نوعی زهکش زیر زمینی دانست.

طبق فرضیه های نری گوپلو در گستره فرهنگی ایران قنات به وسیله معدن کاران ابداع گردیده است. این معدن کاران به دنبال سنگ معدنی مس، کوههای زاگرس را کاوش می کردند که با برخورد به سفر ه های آب زیر زمینی دچار مشکل شده اند. آنها این مشکل را با ایجاد زهکش در کف معدن حل

می‌کردند. طبق این نظریه استفاده گسترده از آب قنات به منظور کشاورزی چند صد سال بعد رایج می گردد وبر اساس همین فرضیه گوپلو تعریف صحیح قنات را به صورت زیر بیان می‌دارد.

قنات یک تکنیک تهیه آب است که به منظور کشاورزی و ایجاد سکونت در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران ابداع شده است. این شیوه هنوز هم با وجود پیدایش تکنیک های جدید دراستفاده از آبهای زیر زمینی از امتیازات خاصی برخوردار است. کمبود آب در مناطق شرقی کشور و استفاده از قنات موجب حداکثر بهره برداری ار آب و نظام تولید زراعی سنتی جمعی شده است. همین عامل باعث گردیده که فرهنگ آبیاری در مناطق شرقی غنی تر از مناطق غرب بوده و بازده محصولات سنتی در مناطق شرقی به خاطر تکنیکی که ساکنین این نواحی در کشت جمعی بکار می برند به مراتب از مناطق غربی بیشتر شود (احمدی،۱۳۸۴).

هر چند قنات در پهنه وسیع جهان از ژاپن تا شیلی گسترده شده ولی مخترع آن ایران باستان بوده است. بزرگترین کانونی که قنات در آن اصلی ترین تعیین کننده آب شناخته می شود حاشیه کویرهای ایران است در این منطقه تکنولوژی قنات از هر لحاظ به تکامل رسیده است، گویی که قنات از این نقطه آغاز شده است در همین منطقه ضعف و عوامل تولید موجب ضعف و کوچکی ساختارهای فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی شده است. لذا هیچگاه در این منطقه مالکان و مرتع داران بزرگ به صورت خوانین امکان رشد و ظهور نیافتند.

۱-۲-۲- ماهی

جهت شناسایی برخی از ماهیان و درک عوامل زیستی حاکم بر محیط زیست آنها، اندازه‌گیری فاصله قسمت های مختلف بدن ماهیان و طول هر یک از آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بخصوص در بررسی های آماری و تجزیه و تحلیلی داده ها ، اندازه گیری دقیق این قسمت ها، کمک شایانی در رسیدن به اهداف مورد نظر می نماید. به عنوان مثال طول کل یک گونه ماهی در محیط های مختلفی که از نظر میزان مواد غذایی متفاوتند ، بسیار متغیر خواهد بود و می توان با اندازه گیری طول کل بدن ماهی حدس زد که محیط زندگی آن چگونه بوده است (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۱). از قسمت های مهمی که در ماهیان اندازه گیری می شود، طول کل (فاصله میان جلوترین برآمدگی ناحیه سر و انتهای بلند ترین شعاع باله دمی ، با لوب های به هم فشرده)، طول استاندارد(فاصله نوک پوزه تا انتهای صفحات هیپورال یا

ساختمان قاعده باله دمی) و طول چنگالی (فاصله بین نوک پوزه تا فرورفتگی میانی باله دمی) می باشد (عبدلی ، ۱۳۷۸).

یکی از مهمترین دستگاه‌های تنفسی آبشش ها می‌باشند. آبشش‌ها از کمان‌های استخوانی یا غضروفی تشکیل یافته‌اند که زوج هایی از رشته های آبششی به آنها متصل است. ماهی های استخوانی معمولا دارای ۴ جفت کمان غضروفی آبشش در هر طرف بوده و تعداد بسیار زیادی تیغه ثانویه در دو طرف تیغه های اولیه قرار گرفته و به وسیله یک لایه سلول های اپی تلیال پوشیده شده اند. کمان های آبششی به برآمدگی هایی به نام خارهای آبششی مجهز هستند که به جمع آوری غذا کمک می کنند (یاسمی، ۱۳۸۶؛ ایوانس[1]،۱۹۸۷). ماهی بوسیله آبشش تنفس می کند. از آنجایی که آبشش در تماس مستقیم با محیط بیرون بوده ، اولین اندامی می باشد که در معرض سموم و فلزات موجود در آب قرار می گیرد. بافت آبشش های ماهی نقش تنفسی و غذایی در بدن داردو چون مستقیما با محیط اطراف ماهی در تماس است، می تواند مکان مناسبی جهت ذخیره عناصر آلوده همچون فلزات سمی باشد (کوکا[2] و همکاران، ۲۰۰۸؛ اولیویرافیلهو[3] و همکاران، ۲۰۱۰).

عضلات در ماهیان ، عمدتا شامل عضلات بزرگ تنه و دم است. عضلات تنه شامل یک ردیف قطعات عضلاتی به نام میومر[4] است که توسط صفحات بافت همبند از هم جدا می شود (ستاری،الف ۱۳۸۵). از طرفی بافت عضله ماهی معمولا از بافت هایی بوده که کمترین میزان تجمع فلزات را دارد و به سبب نقش مهم در تغذیه انسان و به عنوان یک منبع پروتئینی به دنبال افزایش جمعیت، به عنوان بافت مهم بررسی بیشتر بر روی این بافت لازم می باشد (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹). بیشترین میزان تجمع فلزات در عضله در قسمت نزدیک به آبشش ماهی صورت می گیرد.

پوست اولین سد در مقابل محیط است که باعث می شود اعمال فیزیولوژی طبیعی داخلی بدن انجام شود. علاوه بر نقش حفاظتی، برقراری ارتباط، دریافت پیام های حسی، حرکت، تنفس، تنظیم یونی، ترشح(دفع) و تنظیم حرارتی را نیز انجام می دهد. لایه های پوستی ماهیان شامل کوتیکول، اپیدرم، غشای پایه، درم و هیپودرم می باشد (پیغان و مهجور، ۱۳۸۶؛ یاسمی،۱۳۸۶). تحقیقات نشان داده است

[1] Evans
[2] Koca
[3] Oliveira-Filho
[4] Miomer

که بافت پوست در مقایسه با بافت های دیگر از جمله کبد ، آبشش و روده کمتر فلزات سنگین را در خود تجمع می دهد (ون و همکاران، ۲۰۰۱).

۱-۲-۳- عناصر سنگین

فلزات سنگین به آن دسته از عناصر اطلاق می شود که دارای وزن مولکولی بالابوده و جذب آنها بصورت کاتیونی توسط جانداران در غلظتهای بیشتر از مقدار مورد نیاز بدن ، به ایجاد ضایعاتی منجر می گردد. این فلزات عموما دارای دانسیته بزرگتر از ۶ گرم بر سانتی متر مکعب هستند (افراز ، ۱۳۷۷). هنگامی که غلظت فلزات در آب کم اما میزان این عناصر در رسوبات بیشتر باشد انتقال فلزات از طریق زنجیره غذایی را می توان بعنوان مسیر اصلی جذب در بدن موجودات آبزی قلمداد نمود.

در محیطهای آبی فلزات سنگین به اشکال مختلفی وجود دارد که عبارتند از : شکل یونی، ترکیب با مواد آلی، کی لیت شده با کلوئیدها و یا بصورت جذب سطحی به مواد آلی یا معدنی یافت می شود (گویلیزون[1]، ۱۹۹۱). عناصر فلزی را با توجه به اثرات زیستی آنها در سه گروه قرار می دهند:

فلزات سبک مانند پتاسیم، کلسیم، سدیم و ...

فلزات واسطه که برای اکثر موجودات در غلظت های کم نقش های حیاتی عمده ای را ایفا می کنند اما وجود غلظت های بالا در موجودات باعث بروز مسمومیت هایی می گردد مانند مس، آهن، روی، کبالت و ...

شبه فلزات که هیچگونه نقشی در فعالیت های بدن موجودات ندارند و در غلظت های بسیار کم نیز برای بدن موجودات سمی می باشند مانند سرب، قلع، نیکل، جیوه و.... اصطلاح فلزات سنگین فقط به گروه دوم و سوم اطلاق می شود (کلارک[2]، ۱۹۹۲).

در راستای مدیریت اکوسیستم های آبزی مهم است که وضعیت زیستی اکوسیستم را بشناسیم، مخصوصا زمانی که اثرات یک تنش شیمیایی بر روی بیوتا ارزیابی می شود (ابراهیم پور و موشریفا[3]، آ ۲۰۰۸، ۲۰۰۹). فلزات سنگین شامل فلزات ضروری و غیر ضروری می باشد که به ویژه در بوم-سم شناسی مهم می باشد همه فلزات سنگین دارای پایداری زیاد و پتانسیل مسموم کردن ارگانیسم های زنده را دارا می باشند (ابراهیم پور و موشریفا، ب۲۰۰۸). یک ماده سمی می تواند اثرات کشندگی یا زیر

[1] Guilizzon
[2] Clark
[3] Ebrahimpour and Mushrifah

کشندگی بر ارگانیسم داشته باشد. اثرات کشندگی، غلظت یک ماده سمی است که سبب مرگ ۵۰٪ از جمعیت مورد آزمون در طی یک دوره مشخص می شود که LC_{50}[1] نامیده می شود و همچنین اثرات زیر کشندگی بدین معناست که غلظت آن ماده برای ارگانیسم مضر و زیان بخش می باشد، و لیکن موجب مرگ و میر مستقیم ارگانیسم نمی شود (مک زولاک[2]،۲۰۱۰). بطور کلی سمیت یک آلاینده از طریق آزمون زیست سنجی ارزیابی می گردد. این آزمایش شاخه ای از علم سم شناسی بوده و وظیفه آن قضاوت درباره توان بالقوه مواد آلاینده و بررسی تاثیرات زیان بخش این مواد بر اکوسیستم و موجودات زنده می باشد (شریف پور و همکاران،۱۳۸۲).

۱-۲-۳-۱- مس

مس ماده‌ای عمومی است که به‌طور طبیعی در محیط زیست موجود بوده و در میان محیط و پدیده‌های طبیعی گسترش یافته است. انسان‌ها به طور گسترده از مس استفاده می‌کنند. به عنوان مثال از آن در صنایع و کشاورزی استفاده می‌شود. به دلیل افزایش تولید مس در طول دهه‌ی قبل مقدار مس در محیط‌زیست نیز افزایش یافته است. مس برای سلامتی گیاه، حیوان و انسان ضروری است ولی افراط در مصرف آن نیز می‌تواند برای سلامتی زیانبار باشد.

مس عنصر بسیار رایجی است که به طور طبیعی در محیط زیست وجود دارد و از طریق پدیده‌های طبیعی در محیط پخش می‌شود. انسان به طور وسیعی از مس استفاده می‌کند. برای مثال در صنعت و کشاورزی تولید مس در دهه‌های اخیز افزایش داشته و به همین جهت مقدار مس در محیط افزایش یافته است. تولید جهانی مس هنوز افزایش می‌یابد. این به این معنی است که مس بیشتری در محیط زیست ما انباشته می‌شود. رودخانه‌ها در سواحل خود لجن‌هایی را رسوب می‌دهند که آلوده به مس است و این به خاطر تجمع فاضلاب‌های آلوده به مس است. مس بیشتر از طریق «مصرف سوخت‌های فسیلی» در هوا نیز انتشار می‌یابد. مس در هوا به مدت زیادی می‌ماند تا اینکه باران ببارد و سپس در خاک تجمع می‌یابد. با این حال ممکن است که خاک خود نیز دارای مقادیری مس باشد.

مس هم از طریق منابع طبیعی و هم از طریق فعالیت‌های انسانی در محیط زیست منتشر می‌یابد. وزش غبار، فساد مواد گیاهی، آتش سوزی جنگل‌ها و پاشش یا امواج دریا مثال‌هایی از انتشار از طریق منابع طبیعی است و معدن‌کاری، تولید فلزات، تولید چوب، تولید کود شیمیایی فسفاته مثال‌هایی

[1] Lethal Concentration
[2] Maczulak

فعالیت‌های انسان است که باعث انتشار بیش‌تر مس در طبیعت می‌گردد. چون مس هم از طریق طبیعی و هم از طریق فعالیت انسان انتشار می‌یابد، بنابر این در محیط زیست گسترش فراوانی دارد.

مس اغلب در نزدیکی معادن، تأسیسات صنعتی و مکان‌های دفن زباله یافت می‌شود. بسیاری از ترکیبات مس با دیگر اجزاء خاک و رسوبات آب پیوند تشکیل می‌دهند و همانطور که قبلاً ذکر شد؛ ترکیبات محلول مس بزرگترین تهدید برای سلامتی انسان است. معمولاً محلول در آب مس بعد از استفاده در کشاورزی در محیط آزاد می‌شوند.

وقتی که مس در خاک انباشته می‌شود، شدیداً با مواد آلی و معدنی پیوند برقرار می‌کنند، بنابر این بعد از انتشار نمی‌تواند خیلی پراکنده شود و حتی به سختی می‌تواند وارد آب‌های زیرزمینی شود. در آب‌های سطحی مس تا مسافت‌های زیادی می‌تواند جا به جا شود. همچنین در اجزاء لجن معلق وجود دارد و یا به حالت یون آزاد می‌باشد. مس نمی‌تواند در محیط زیست تجزیه شود و به همین خاطر هنگامی که در خاک موجود است، در گیاهان و حیوانات تجمع می‌یابد.

۱-۲-۴- بیولوژی سیاه ماهی

در آبهای داخلی ایران در حدود ۱۸۵ گونه ماهی وجود دارد که به طور عمده متعلق به ۳ خانواده کپور ماهیان *Cyprinidae* و سگ ماهیان جویباری *Balitoridae* و *Cobitidae* می باشند. در این میان قناتهای ایران دارای ۲۵ گونه ماهی اند که ۴۰٪ کل فون ماهیان فلات ایران را شامل می شوند (عبدلی، ۱۳۷۸). در حال حاضر به علت ایجاد چاههای عمیق و بهره برداریهای زیر زمینی، قنوات به عنوان یک سیستم انسان ساخت که از هزاران سال قبل در مناطق کویری و کم آب، زیستگاه مناسبی برای ماهیان و سایر آبزیان بوده اند در معرض خطر نابودی قرار گرفته اند.

از ماهیان مهم قناتهای منطقه شرق ایران، سیاه ماهی *Capoeta fusca* (نیکولسکی[1]، ۱۸۹۷) است که به رده شعاع بالگان *(Actinopterygii)*، زیر رده ماهیان استخوانی عالی *(Teleostei)*، راسته کپور ماهی شکلان *(Cypriniformes)*، خانواده کپور ماهیان *(Cyprinidae)* و جنس *(Capoeta)* متعلق می باشد. این جنس مجموعا شامل ۲۰ گونه است و در جنوب چین، شمال هندوستان، ترکمنستان، دریاچه

[1] Nikolski

آرال، خاورمیانه و آناتولی پراکندگی دارد (آلپ[1] و همکاران، ۲۰۰۵)یک نام مترادف برای این سیاه ماهی*Capoeta nudiventris* (نیکولسکی[2]، ۱۸۹۷) است.

طبق مطالعات کوآد[3] (۱۹۹۸)، پراکنش این سیاه ماهی تنها در منطقه شرق ایران می باشد. به گفته وی اگرچه این گونه در افغانستان نیز مشاهده شده است، ولی وجود این گونه در آن منطقه به دلیل زهکش حوضه های آبریز شرق ایران می باشد (کوآد، ۱۹۸۱). به این ترتیب این گونه نیمه اندمیک از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی ماهیان ایران از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

تا کنون بررسی های جامع درباره زیست شناسی سیاه ماهی صورت نگرفته است. تنها مشخص شده است که مواد غذایی آنها شامل موجودات کفزی، لارو حشرات و گیاهان آبزی می باشد وپراکنش آنها درفلات ایران و کشورهای همجوار است (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۹). در بخش مرکزی شهرستان بیرجند از ۴۴ قنات مطالعه شده در ۱۴ قنات سیاه ماهی وجود دارد (مشکانی و ابراهیم پور کاسمانی، ۱۳۸۲).

[1] Alp
[2] Nikolski
[3] Coad

فصل دوم

بررسی منابع