مقایسه تجمع فلز سنگین کادمیم در بافت عضله و کبد سیاه ماهی *Capoeta capoeta* در رودخانه تجن استان مازندران

غلام رضا بناگر[1]*؛ حسین رحمانی[2]؛ سمانه گل محمدی[3]؛ داریوش مقدس[4]

Gholam_banagar@yahoo.com

١- مربی گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد

٢- استادیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

٣- دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران

٤- کارشناس ارشد محیط زیست، اداره کل محیط زیست استان مازندران

تاریخ دریافت: آبان ١٣٨٩ تاریخ پذیرش: دی ١٣٨٩

چکیده

تحقیق حاضر، به منظور اندازه گیری و مقایسه فلز سنگین کادمیم در بافت کبد و عضله گونه سیاه ماهی(*Capoeta capoeta*) در بهار ١٣٨٩ در رودخانه تجن استان مازندران انجام شد. نمونه های ماهی به کمک دستگاه الکتروشوکر از ۴ ایستگاه مختلف صید شد. جهت استخراج فلز از بافت کبد و عضله ماهیان از روش هضم شیمیایی با استفاده از دستگاه ماکروویو و دستگاه جذب اتمی استفاده شد بررسی واریانس ها بر اساس تست لون در مورد بافت عضله سیاه ماهی نشان داد که فلز کادمیم دارای واریانس های یکنواخت می باشد ($ANOVA ,p>0.05$) بررسی واریانس ها بر اساس تست لون در مورد بافت کبد سیاه ماهی نشان داد که فلز کادمیم دارای واریانس های غیر یکنواخت می باشد ($ANOVA ,p\leq0.05$). بررسی نتایج بدست آمده توسط جذب اتمی عناصر نشان داد که تجمع فلز سنگین در گونه مورد بررسی در بافت کبد بیشتر از بافت عضله است ($ANOVA ,p\leq0.05$). مقایسه نتایج بدست آمده با استاندارد جهانی نظیر سازمان بهداشت جهانی، نشان داد که غلظت عنصر کادمیم در بافت کبد و عنصر کادمیم در عضله گونه ماهی مورد بررسی بالاتر از حد استاندارد می باشد.

لغات کلیدی: رودخانه تجن، فلزات سنگین، بافت عضله، کبد، *Capoeta capoeta*

* **نویسنده مسئول**

www.SID.ir

۱. مقدمه

استفاده از منابع خوراکی آبزی به ویژه ماهیان به عنوان بخشی از منابع پروتئینی به علت افزایش جمعیت و نیاز روزافزون انسان به غذا افزایش یافته است(۲). به عنوان نمونه مطابق آمارهای موجود، مصرف سرانه آبزیان در جهان از ۱۴ کیلوگرم در سال ۱۹۹۴ میلادی به حدود ۱۶ کیلوگرم در سال ۱۹۹۷ و در ایران از کمتر از ۱ کیلو در سال ۱۳۵۷ شمسی به بیش از ۵ کیلوگرم در سال ۱۳۷۵ افزایش یافته است(۳). ماهی نه تنها یک ماده غذایی لذیذ، زود هضم و خون ساز می باشد، بلکه همچنین حاوی مواد پروتئینی، مواد معدنی، ویتامین ها و اسیدهای چرب امگا-۳ است که در سلامت جسمی و روانی تاثیر مثبت زیادی دارد(۷).

متاسفانه رشد سریع جمعیت و توسعه صنایع و افزایش بی رویه جمعیت شهرها و روستاها و درپی آن توسعه مناطق کشاورزی و استفاده از کودها و سموم دفع آفات موجب می گردد تا مقادیر زیادی فاضلاب های صنعتی و شهری و همچنین پساب های کشاورزی که دارای ترکیبات شیمیایی مختلف خصوصا عناصر سنگین هستند وارد اکوسیستم های آبی شوند(۱۹و۲۲). رودخانه تجن نیز از این قاعده مستثنی نمی باشند. این آلودگی ها از جمله عناصر سنگین پس از ورود به اکوسیستم های آبی، در بافت ها و اندام های آبزیان تجمع یافته و نهایتا وارد ذنجیره غذایی می شوند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان بویژه در ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، نوع عنصر و آبزی و فیزیولوژی بدن جاندار می باشد (۲۲،۱۹،۱۵،۱۳)

با وجود منابع آلاینده مختلف در مسیر رودخانه تجن و به طور کلی فعالیت های انسانی در طول مسیر رودخانه، احتمال بالا بودن میزان عناصر سنگین در این رودخانه و جذب و تجمع آنها در قسمت های مختلف بدن آبزیان از جمله ماهیان وجود دارد. برای روشن شدن این مسئله و برای آگاهی از وضعیت سلامتی ماهی سفید رودخانه ای و سیاه ماهی برای مصرف کنندگان تحقیق حاضر انجام گردید.

سیاه ماهی با نام علمی *Capoeta capoeta* از خانواده کپور ماهیان می باشد. این ماهی در تمامی رودخانه های حوضه جنوب دریای خزر وجود دارد. رژیم غذایی این ماهی از دیاتومه ها و سایر جلبک های چسبیده به بستر رودخانه به همراه برخی حشرات آبزی مانند شیرونومید تغذیه می کند.

از خصوصیات کلیدی این نوع ماهی می توان به این اشاره کرد که یک جفت سیبک دارد، آخرین شعاع غیر منشعب باله پشتی ضخیم شده و تا حدی دندانه دار است، دندان حلقی سه ردیفی با فرمول ۴۰۳۰۲-۲۰۳۰۴، ارتفاع بدن ۲۱/۲ تا ۲۴، طول ساقه دمی ۱۵/۹ تا ۱۹، طول سر ۲۳/۸ تا ۲۶/۵، قطر چشم ۴/۷ تا ۶/۶ درصد نسبت به طول استاندارد است. دندان بزرگ و عرضی است(اغلب مستقیم بوده و حالت حلالی ندارد).

حداکثر اندازه طول استاندارد این ماهی ۳۵۰ میلیمتر (طول و وزن متوسط در سرداب رود ۱۲۳/۲ میلیمتر و گرم) می باشد. در دریاچه ها طول کل آن تا ۵۵۰ میلی متر هم می رسد.

زیستگاه این گونه در قسمت های پایینی و میانی رودخانه ها (آب شیرین) و دریاچه های منطقه (تالاب آلما گل) با آب شفاف تا گل آلود، بستر قلوه سنگی همراه با ماسه و گل و لای، دمای آب از ۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد، پی اچ از ۷ تا ۹، سرعت جریان آب از یک متر در ثانیه تا آب های راکد زیست می کند.

رشد این گونه ماهی در رودخانه شرقی حوزه خزر(اترک) و غربی دریای خزر(ارس) از رشد بهتری برخوردار است. حداکثر سن این گونه ۱۰ سال می باشد.

تولید مثل سیاه ماهی در فصل بهار از اسفند ماه تا تیر ماه، اوج تخم ریزی ماده ها در اردیبهشت و نرها در فروردین تخم ریزی می کنند. نرها در سن ۱ تا ۲ سالگی و ماده ها در سن ۲ تا ۳ سالگی بالغ می شوند. دمای آب در زمان تولید مثل ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد. هم آوری این ماهی بین ۴۶۶۹ تا ۹۳۸۶۱ برای ماهیان ۱۵ تا ۴۰ سانتیمتری می باشد.

از نظر اقتصادی یکی از فراوان ترین ماهیان رودخانه های حوضه جنوب دریای خزر به لحاظ تعداد و وزن می باشند. دارای ارزش صید ورزشی بوده و ضمن آنکه در برخی از

Archive of SID
www.SID.ir

کشورهای آسیایی اقدام به پرورش آن در استخرهای خاکی نموده اند. در برخی رودخانه های حوضه جنوب دریای خزر مانند سردابرود و چالوس در طی یکسال بررسی بیش از ۳۳ درصد از وزن ماهیان صید شده از این گونه بوده است. این گونه ماهی در تمامی رودخانه های حوضه جنوب دریای خزر از ارس تا اترک وجود دارد.

کادمیم عنصری فلزی و نرم به رنگ سفید مایل به آبی است. این عنصر به عنوان محصول فرعی از تصفیه روی بدست می آید و بیشتر خصوصیات آن شبیه به روی است. کادمیم و ترکیبات آنبسیار سمی است . به طور طبیعی سالیانه حدود ۲۵۰۰۰ تن کادمیم از طریق هوازدگی وارد محیط زیست می شود، حدود نیمی از این کادمیم از طریق هوازدگی سنگ ها وارد رودخانه ها می شود. آتش سوزی جنگل ها و آتش فشان ها، فعالیت های بشری مانند شیرابه زباله های صنعتی، تولید کودهای فسفاته مصنوعی از منابع مهم منتشر کننده کادمیم هستند(۱۰و۱۷).

این عنصر عمدتا از راه غذاهایی مانن جگر، قارچ، صدف رودخانه ای و غیره که کادمیم بالایی دارند وارد بدن انسان شده نهایتا در کلیه تجمع می یابد. از عوارض نامطلوب حضور آن در بدن می توان به اسهال، شکم درد و استفراق شدید، شکستگی استخوان، عقیم شدن، آسیب به سیستم عصبی مرکزی، آسیب به سیستم ایمنی، ناهنجاری های روانی و آسیب احتمالی به DNA و سرطان اشاره کرد(۹و۱۰).

در اکوسیستم های آبی، کادمیم در صدف های رودخانه ای، میگوها، خرچنگ ها وماهی ها تجمع می یابد. جاندارانی که این عنصر را می خورند یا می نوشند دچار فشار خون بالا، بیماری های کبدی و صدمات مغزی نخایی می شوند(۶).

حداکثر مجاز کادمیم در آب آشامیدنی، بر مبنای متوسط روزانه آب آشامیدنی معادل با ۲/۵ لیتر، برای انسانی به وزن ۷۰ کیلوگرم، ۰/۰۰۵ میلی گرم برلیتراست(۱۸).

به دلیل میزان تاثیر پذیری و اهمیتی که فلزات سنگین بر کیفیت اکوسیستم های آبی و نهایتا بر زنجیره های غذایی دارد، در دهه های اخیر تحقیقاتی در میزان فلزات سنگین این محیط ها بالاخص رودخانه ها معطوف گشته است. در مورد رودخانه تجن با توجه به نقش مهمی که در زندگی مردم منطقه و در حفظ تنوع زیستی ایفاء می کند بجز در مواردی اندک، تحقیقات زیادی در میزان فلزات سنگین فازهای مختلف این رودخانه انجام نشده است.

۲. مواد و روش ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

استان مازندران با وسعت ۲۳۷۵/۴ کیلومتر مربع حدود ۱/۴۶ درصد مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. از نظر خصوصیات اقلیمی دارای آب و هوای معتدل و مرطوب و معروف به آب و هوای معتدل خزری است و دارای ۱۲۰ رودخانه کوچک و بزرگ با وسعت حوضه آبریز ۲۵۶۵۴ کیلومتر مربع می باشد. شهرستان ساری با وسعتی برابر با۳۶۷۴ کیلومتر مربع در حدود ۱۵/۴۶ درصد از کل استان را به خور اختصاص داده است (۱)یا(۸). میزان بارندگی سالیانه آن ۶۹۳/۱۴ میلی متر، متوسط حداقل درجه حرارت هوا به ۶/۷ درجه سانتیگراد می رسد. در این شهرستان رودهای کوچک و بزرگ زیادی جریان داشته که مهمترین آن ها رودخانه تجن است.

رودخانه تجن یکی از رودخانه های بزرگ استان مازندران و یکی از مهمترین منابع زیستی کشور به شمار می آید. این رودخانه از ارتفاعات البرز و شمال استان سمنان سرچشمه گرفته و پس از طی مسافتی در حدود ۱۸۰ کیلومتر در منطقه ساحلی خزر آباد به دریای خزر متصل می شود. متوسط دبی سالانه این رودخانه ۹۳ مترمکعب در ثانیه است و وسعت حوضه آبخیز آن ۴۰۱۵ کیلومتر مربع است(۱)یا(۸). رشد روزافزون مراکز شهری، صنعتی و کشاورزی در حوضه آبریز ودخانه، مهمترین عامل تهدید کننده محیط زیست آن به شمار می آید(۸،۱).

Archive of SID

www.SID.ir

روش کار

جهت نمونه برداری از سیاه ماهی در رودخانه تجن ۴ ایستگاه در نظر گرفته شد که ملاک انتخاب ایستگاه ها براساس حضور آلودگی در محل و حضور گونه مورد نظر بوده است. از هر ایستگاه تعداد مورد نیاز ماهی صید گردید. جدا سازی بافت ها از نمونه های هر گروه انجام شد و هر یک از بافت ها شامل کبد و ماهیچه در آون با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. سپس نمونه های خشک شده ساییده شدند و بعد از عبور دادن از الک به صورت پودری کاملا یکنواخت درآمدند و نمونه ها به مرحله آماده سازی رسیدند. منظور از آماده سازی نمونه ، انجام یکسری عملیات شیمیایی بر روی نمونه و فراهم نمودن تسهیلاتی برای سنجش دقیقتر پارامترهای مورد نظر می باشد.

آنالیز شیمیایی نمونه ها

برای هضم شیمیایی، از روش هضم شیمیایی با استفاده از دستگاه ماکروویو استفاده شد، ابتدا از هر یک از بافت های کبد و عضله سیاه ماهی بطور مجزا در هر ایستگاه به میزان ۰/۲ گرم با ترازوی دیجیتالی وزن شد و در لوله های پلی اتیلنی ریخته شد، و به آن اسید نیتریک (مقدار ۵ میلی لیتر) اضافه شد، برای یکنواختی محلول فوق بطری ها به مدت ۲ دقیقه تکان داده شده سپس به مدت ۱ ساعت در زیر دستگاه هود قرار داده شدند، سپس با استفاده از ماکروویو عملیات هضم صورت گرفت(۵).

برای سنجش میزان فلزات سنگین بوسیله دستگاه جذب اتمی لازم است که بافتها به شکل محلول در آیند و این در شرایط اسیدی رخ می دهد.بنابراین برای آماده سازی و هضم شیمیایی نمونه ها از اسید نیتریک استفاده گردید(۱۲).

برای سنجش میزان فلزات سنگین بوسیله دستگاه جذب اتمی لازم است که بافت ها به شکل محلول در آیند و این در شرایط اسیدی رخ می دهد.بنابراین برای آماده سازی و هضم شیمیایی نمونه ها از اسید نیتریک استفاده گردید (۱۲).

روش کار دستگاهی

آنالیز جذب اتمی در دهه ۱۹۶۰ میلادی ابداع شد. اساس کار دستگاه جذب اتمی بر جذب نور کمرنگ توسط ابری از اتم های جنس همان فلز مورد آزمایش تولید می شود. بطور کلی جذب اتمی در مفهوم تجزیه ای بعنوان روشی برای تعیین میزان غلظت یک عنصر در نمونه با اندازه گیری مقدار جذب تشعشعات در بخار اتمی تولید شده از نمونه، در طول موجی که مشخص و خاص عنصر تحت اندازه گیری می باشد توصیف می شود که این روش اولین بار در اواسط دهه ۱۹۵۰ توسط والش معرفی شد(۲۰).

در این تحقیق جهت سنجش عنصر کادمیم در کلیه نمونه ها از دستگا ه جذب اتمی Perkin Elmer استفاده گردید.

با توجه به اینکه برای کالیبره کردن دستگاه حداقل سه غلظت مختلف از محلولهای استاندارد فلز مورد نیاز است(۲۰). ابتدا با استفاده از محلول استاندارد دستگاه کالیبره شد سپس سه نمونه بلانک با اسید بکار رفته در آماده سازی نمونه ها تهیه گردید. سپس غلظت مس ، روی، آهن و کادمیم بلانک ها توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد که در همه آنها غلظت صفر بود.

جهت آزمون آماری داده ها از نرم افزار SPSS استفاده گردید. برای نرمال بودن و همگن بودن واریانس داده ها به ترتیب از آزمون های Kolmogorov –Smirnov و تست Leven استفاده شد. همچنین برای مقایسه داده ها در بافت های مختلف سیاه ماهی و ایستگاه های مختلف از آنالیز واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن استفاده شد.

۳.نتایج

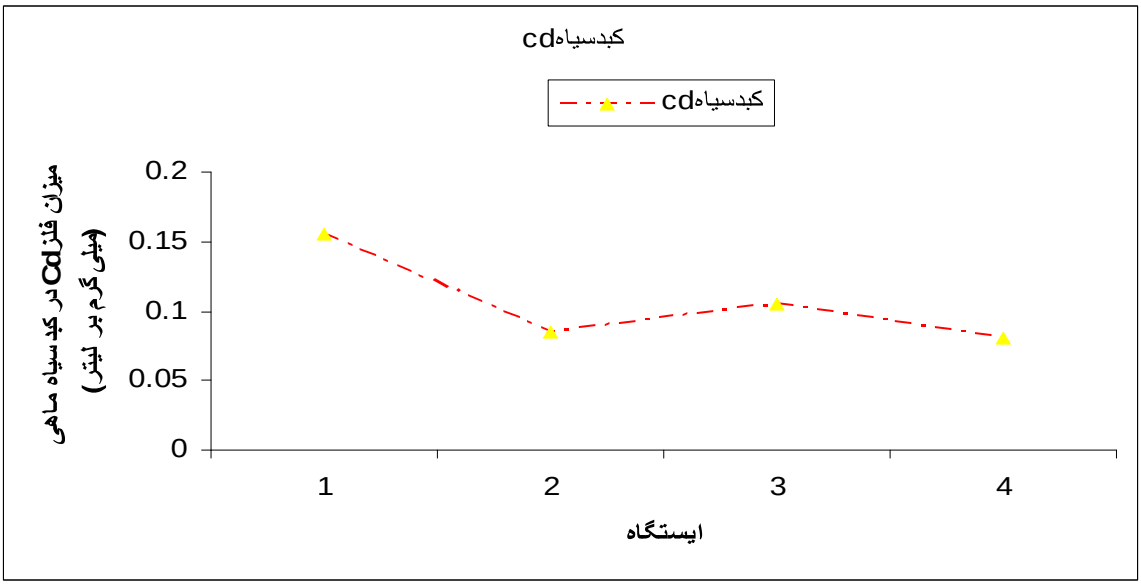
میزان حضور فلز کادمیم اندازه گیری شده در ۴ ایستگاه در جداول زیر نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می شود در تمام ایستگاه ها تجمع فلز کادمیم در کبد سیاه ماهی بیش از تجمع فلزات در عضله می باشد(جدول ۱).

www.SID.ir
Archive of SID

جدول ۱: غلظت فلز کادمیم در ایستگاه های مختلف در بافت کبد و عضله گونه سیاه ماهی در رودخانه تجن (بر حسب میلی گرم بر لیتر)

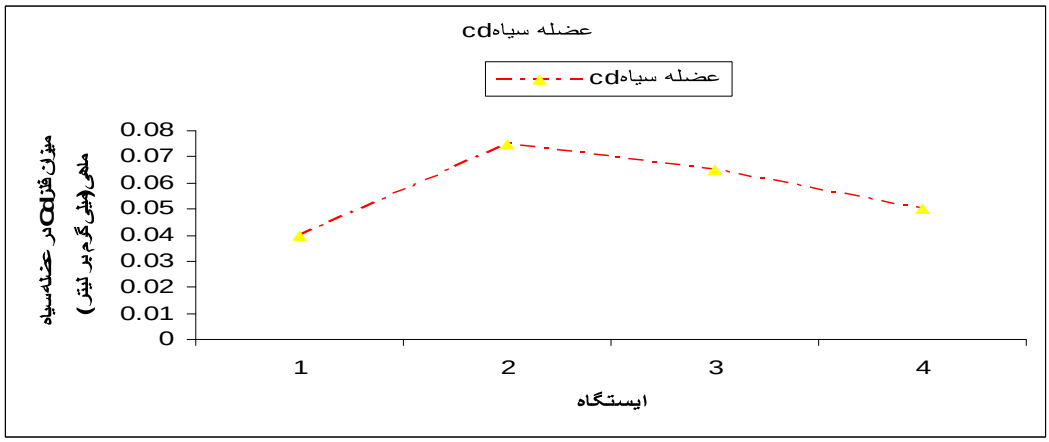
بافت و گونه	فلز سنگین	ایستگاه	تعداد	حداقل	میانگین	حداکثر	انحراف معیار
عضله سیاه	Cd	۱	۳	۰/۰۲۰	۰/۰۴	۰/۰۵۵	۱/۸۰۲۸E-0
		۲	۳	۰/۰۶۰	۰/۰۷۵	۰/۰۹۵	۱/۸۰۲۸E-0
		۳	۳	۰/۰۵۰	۰/۰۶۵	۰/۰۸۰	۱/۵۰۰۰E-0
کبد سیاه		۴	۳	۰/۰۴۰	۰/۰۵	۰/۰۶۰	۱.۰۴۰۸E-0
	Cd	۱	۳	۰/۱۱۵	۰/۱۵۶۶۷	۰/۱۸۵	۳/۶۸۵۶E-0
		۲	۳	۰/۰۶۰	۰/۰۸۵	۰/۱۰۵	۲/۳۶۲۹E-0
		۳	۳	۰/۰۹۰	۰/۱۰۵۰۰	۰/۱۱۵	۱/۳۲۲۹E-0
		۴	۳	۰/۰۷۵	۰/۰۸۰	۰/۰۸۵	۵/۷۷۳۵E-0

نتایج بدست آمده ازتجمع میزان فلز سنگین کادمیم در عضله سیاه ماهی نشان داده است که تجمع کادمیم در عضله سیاه ماهی کمتر از تجمع آن در کبد می باشد.

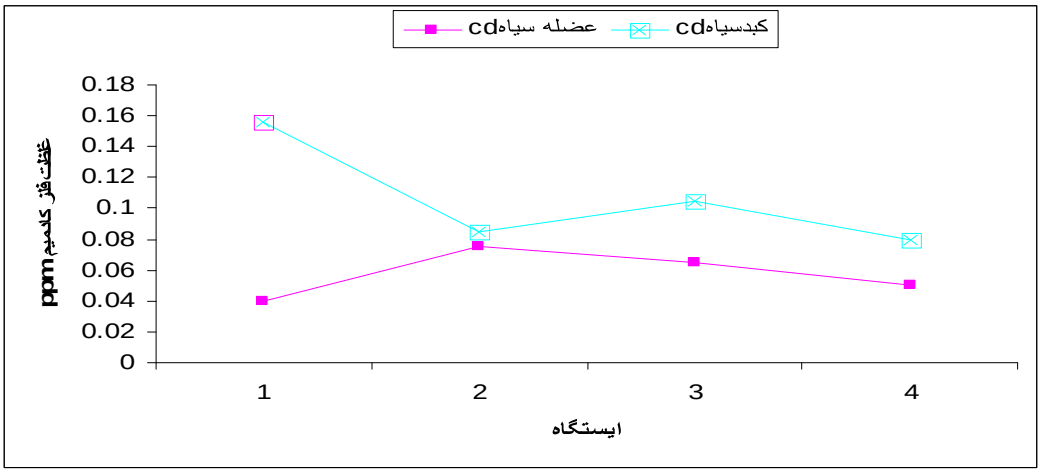


شکل ۱: میزان تجمع فلزات سنگین در بافت کبد سیاه ماهی در ٤ ایستگاه

www.SID.ir



شکل ۲: میزان تجمع کادمیوم در بافت عضله سیاه ماهی در ٤ ایستگاه



شکل ۳: مقایسه میزان تجمع کادمیوم در بافت کبد و عضله سیاه ماهی در ٤ ایستگاه

جدول آنالیز واریانس در مورد تجمع فلز کادمیم در عضله سیاه ماهی در چهار ایستگاه اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه تجمع فلز سنگین کادمیم در بافت عضله سیاه ماهی در ایستگاه های مختلف (میلی گرم بر لیتر)

نوع فلز	نوع بافت	ایستگاه	میانگین	مقدار F	مقدار P
Cd	عضله سیاه	۱	۰/۰۴^{a}	۳/۰۵۹	۰/۰۹۲
		۲	۰/۰۷۵^{b}		
		۳	۰/۰۶۵^{ab}		
		۴	۰/۰۵^{ab}		

www.SID.ir

جدول ۳: مقایسه تجمع کادمیوم در بافت کبد سیاه ماهی در ایستگاه های مختلف (میلی گرم بر لیتر)

نوع فلز	نوع بافت	ایستگاه	میانگین	مقدار F	مقدار P
Cd	کبد سیاه	۱	۰/ ۱۵۶۶۷[b]		۰/۰۱۳
		۲	۰/۰۸۵[a]	۶/۹۷۵	
		۳	۰/۱۰۵۰۰[a]		
		۴	۰/۰۸۰[a]		

بررسی واریانس ها بر اساس تست لون در مورد بافت کبد سیاه ماهی نشان داد که فلزکادمیم دارای واریانس های غیر یکنواخت می باشد($p<0.05$).

٤. بحث

تفاوت میزان فلزات در ایستگاه های مختلف بیانگر تفاوت در حضور میزان آلودگی در نقاط مختلف رودخانه تجن می باشد نتایج حاصل از آنالیز نمونه های عضله سیاه ماهی در ایستگاه های مختلف در رودخانه تجن بیانگر آن است که بیشترین تجمع فلزات در ایستگاه دوم و کمترین تجمع فلزات در ایستگاه ۱ می باشد(شکل ۲). در کبد سیاه ماهی بیشترین تجمع فلزات در ایستگاه ۲ و کمترین در ایستگاه ۱ می باشد(شکل ۱).

نتایج حاصله مبین آن است که در اغلب موارد بیشترین میزان تجمع فلزات در ایستگاه شماره ۲ می باشد که این امر می تواند به دلیل ورود مستقیم و غیر مستقیم پساب کارخانه های اطراف در منطقه مورد مطالعه باشد. همانطور که از نتایج مشخص است با دور شدن از مناطق مسکونی و نیز خارج شدن از منطقه و محدوده فعالیت انسان و فعالیت های صنعتی همچنان میزان آلاینده ها و تجمع آنها در موجودات منطقه کاسته می شود. همچنین نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر آن است که میزان تجمع فلزات مورد بررسی در کبد بیش از عضله می باشد. کبد ذخیره گاه عناصر بوده و بیشترین میزان در کبد و کمترین میزان در عضله ماهیان یافت می شود که چنین روندی در تحقیق فعلی نیز مشاهده می گردد. اغلب تحقیقات انجام شده در این راستا در دیگر نقاط جهان نیز روند جذب و تجمع را تایید می کنند و بیشترین میزان تجمع را در کبد می دانند(۱۶،۱۱).

با توجه به نتایج حاصله میانگین غلظت فلزکادمیم هم در بافت عضله و هم در بافت کبد بیش از حد استاندارد تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی بوده است(۲۱). غلظت کادمیم در بافت ماهی های ساکن رودخانه تجن بیانگر غلظت بالای این فلز در آب رودخانه تجن می باشد. از آنجا که آب این رودخانه منبع آبی مهمی برای کشاورزی حوضه آبریزش محسوب می شود نیاز به توجه بیشتری دارد. از آنجایی که استفاده از آب آلوده به فلزات سنگین در آبیاری مزارع موجب تجمع آنها در بافت های گیاهی شده (۴) و در نهایت به انسان منتقل می شود بررسی آب این رودخانه از این حیث ضروری می باشد.

در جمع بندی نهایی نتایج میزان عناصر کادمیم در بافت کبد و گونه ماهی مورد مطالعه در رودخانه تجن بیشتر از میزان استاندارد تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی می باشد که بیانگر آلودگی به این فلز برای سیاه ماهی در رودخانه تجن می باشد فلز کادمیم که حتی در عضله این گونه ماهی آلودگی را نشان داده است با توجه به نقش تغذیه ای و با اهمیت عضله ماهی باید توجه خاصی به این مسئله شود.

هر گونه تغییر در روند جذب و تجمع عناصر سنگین در ماهی می تواند به دلیل تاثیر گذاری عوامل مختلف از قبیل نوع عنصر، نوع آبزی، بافت، جنسیت، وزن و سن آبزی(ماهیان جوان قدرت جذب باتلایی دارند)، عادات غذایی، خصوصیات

Archive of SID

www.SID.ir

فیزیولوژیکی ماهی، ویژیگی های اکولوژیک و شرایط محیطی و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی محیط از قبیل سختی آب، pH، درجه حرارت، مواد مغذی و زمان رشد ماهی باشد(۱۱،۱۴).

منابع

۱- آمارنامه سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان. ۱۳۷۹. سازمان مدیریت استان مازندران.

۲- امینی رنجبر غ، علیزاده م. ۱۳۷۸. اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین (Zn,Cu,Cr,Pb,Cd) در سه گونه از کپور ماهیان پرورشی. پژوهش و سازندگی. شماره ۴۰ و ۴۱و ۴۲. صفحات ۱۴۶ تا ۱۴۹.

۳- جعفری م. آذر ۱۳۸۰ نقش ماهی و روغن ماهی در تغذیه انسان. ماهنامه استاندارد. شماره ۱۲۳. سال دوازدهم. صفحات ۲۵ تا ۲۷.

۴- پورنگ، نیما.۱۳۷۲. بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین در بافتهای مختلف بدن دو گونه ماهی از ماهیان غالب تالاب انزلی با توجه به جایگاه تقریبی آنها در زنجیره غذایی و شرایط زیست محیطی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران. دانشکده محیط زیست.

۵- طباطبایی، ا.، دست گشاده، ف. ۱۳۸۸. اندازه گیری فلز سنگین در نمونه های بیولوژی مانند ماهی و گیاه، سازمان حفاظت محیط زیست. صفحه ۲-۱.

۶- شریعت فیض آبادی، فاطمه. استانداردهای کیفی آب، ۱۳۷۷

۷- میر سنجری م. .۱۳۸۰ بررسی اثرات آلودگی فلزات سنگین (جیوه و سرب) بر روی آبزیان دریای مازندران. چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط. دانشگاه علوم پزشکی یزد. صفحات ۷۳۶ تا ۷۴۵.

۸- مهردادی، ناصر. صباغی ، عقیل. رکنی ، محمدعلی. ۱۳۸۲. بررسی کیفی آب رودخانه تجن و تعیین اثرات توسعه صنعتی، کشاورزی و شهری بر آن. آب و فاضلاب شماره ۴۸ . سال ۱۳۸۲ . صفحه ۱۲-۱۶.

9- Agency for Toxic Substannces and Disease Registry (ATSDR) 1999. Toxicological profile for mercury. Atlanta, GA: U.S.Department of health and human services, public health service,1999.

10- Berlin M.Editors. handbook of toxicology of metals, V.2, 2nd. London, Elsevior Science publishers B.V., 1985, 376-405.

11- Dixon,H,;Gil, A.;Gubala,c.; Lasorsa, B.;Creelius, E. and Curtis, L.R., 1996. Heavt metal accumulation in sediment and freshwater fish in U.S. Arctic lakes. Environmental Toxicology and chemistry. Vol.16,No.4,733P.

12- Forstner, U. and Muller, G. 1974. Heavy metal in river and sea, Speringer-Verlag. pp.11-45.

13- Forester, U. and Wittman, G.T.W., 1979. metal pollution in the aquatic Environmental, Spring verlage, N.Y.,486P.

14- Fuhrer, G.J; Stuart, D.J; Mekenzie, W.; Rinella, J.F.;Crawnford, J.K.; Skach,K.A. and Hornlorger, M.L.,1996. Spatial and temporal distribution of trace elements in water, sediment and aquatic biota.U.S.Geological survey, Portland, 190 P.

15- Jaffar, M.; Ashraf, M. and Rasoal, A., 1998. Heavy metal contents in some selected local freshwaters fish and relevant waters. Pakistan Journal of scientific and industrial research, Vol.31, No.3,pp.189-193.

16- Laimanso, R.Y. cheung, and Chan, K.M.,1999. Metal concenterations in the tissues of Rabbitfish (*Siganus oramin*)collected from Tolo harbor and Victoria harbor in Hong Kong. Marine Pollution Bullentin, Vol.39, 234P.

17- Massaro, Edvard J,1997.Handbook of toxicology, National health and environment effects research laboratory. CRC press, Boca raton, New York, 38-54.

18- P.M.R. Correia, E. Oliveirra,2000, Simultaneouse ditermination of Cd and Pb in food stuff by electrotermal atomic absorbtion spectrometry, aAnalitical chimica acta, 405,205-211.

Archive of SID
www.SID.ir

19- Plasket, D. and Potter, I. 1979. Heavy metal concenterations in the muscle tissue of 12 species of teleosts from cockborn sound, Western Australia . Australia jornal of Marin and freshwater research, Vol.30,No.5, 607P.
20- Tel well,W. 1967. Atomic absorbtion specphtometry. Second edition. Pergamen press.
21- Pourang, N., Dennis, J.H. and
.
Ghoorchian, H. 2004, Tissue distribution and redistribution of elements in shrimp species with the emphasis on the roles of Metallothionein, Ecotoxicology.13: 519-533.
22- Wicher, A.M. and Gantt, L.K., 1994. Contaminant assessment of fish rangia clams and sediments in the lower Pamlico river,North Carolina, U.S fish and wildfish service Ecological services

Archive of SID

www.SID.ir