Archive of SID

مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر سال هفتم، شماره دوم، تابستان ۹۲ / صفحات: ٦-۱

مقایسه تجمع فلز سنگین روی در بافت عضله و کبد ماهی سفید رودخانه‌ای، *Squalius cephalus* در رودخانه تجن، استان مازندران

سمانه گل‌محمدی[۱]، فرامرز معطر[۲]، حسین رحمانی[۳]، حسین اورجی[۴] و داریوش مقدس[۵]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، [۲] استاد گروه محیط‌زیست و انرژی دانشگاه آزاداسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، [۳]استادیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، [٤]استادیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [٥]کارشناس‌ارشد محیط‌زیست، اداره کل محیط زیست استان مازندران

تاریخ دریافت: ۸۹/٦/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۳

چکیده

تحقیق حاضر، به‌منظور اندازه‌گیری و مقایسه فلز سنگین روی در بافت کبد و عضله گونه ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius cephalus*) در بهار ۱۳۸۸ در رودخانه تجن در استان مازندران انجام شد. نمونه‌های ماهی به‌کمک دستگاه الکتروشوکر از ٤ ایستگاه مختلف صید شد. جهت استخراج روی از بافت کبد و عضله ماهیان از روش هضم شیمیایی با استفاده از دستگاه ماکروویو و دستگاه جذب اتمی استفاده شد. نتایج نشان داد که تجمع روی در ماهی سفید رودخانه‌ای در بافت کبد بیشتر از بافت عضله است ($p<۰/۰۵$). کمترین تجمع در بافت عضله ماهی سفید رودخانه‌ای در ایستگاه چهارم می‌باشد. مقایسه نتایج بدست آمده با استانداردهای جهانی نشان داد که غلظت عنصر روی در بافت کبد ماهی سفید رودخانه‌ای از استاندارد سازمان بهداشت جهانی کمتر بوده و از استاندارد وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا بالاتر می‌باشد. در بافت عضله از مقدار ذکر شده در سازمان بهداشت جهانی، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا کمتر بوده ولی از وزارت کشاورزی، شیلات و غذا انگلستان بالاتر بوده است.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، بافت عضله و کبد، *Squalius cephalus*

مقدمه

تحولات ایجاد شده در بخش‌های صنعتی و کشاورزی و ارتقاء سطح زندگی بشر در دهه اخیر، کاربرد فلزات سنگین را در زمینه‌های مختلف اجتناب‌ناپذیر نموده است (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸٤). افزایش بی‌رویه در تولید و مصرف فلزات سنگین طی چند دهه گذشته باعث شده تا مقادیر قابل توجهی از آنها وارد محیط آبی شوند (Karadede و همکاران، ۲۰۰۳؛ Filazi و همکاران، ۲۰۰۳؛ Al-Yousof و همکاران، ۲۰۰۰)

فلزات سنگین به‌عنوان یکی از آلاینده‌های محیطی اثرات مختلفی مانند، کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و مرگ و میر در آبزیان را باعث می‌شوند. این اثرات سبب زوال زیستی آبزیان می‌گردد. نابودی یا کاهش گونه‌ای خاص سبب تغییر در اکوسیستم آبی گشته و توازن آن را بر هم می‌زند (Mance، ۱۹۹۰)، لذا با مصرف جانوران و آبزیانی که در معرض این فلزات زندگی می‌کنند، انسان مبتلا به انواع بیماری‌های شناخته شده و یا ناشناخته می‌گردد. فلزات سنگین با توجه به نقشی که در فرآیندهای زیستی دارند، به‌عنوان میکرونوترینت‌ها (آهن، روی،

*مسئول مکاتبه: Samane_golmohamadi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مس، منگنز، کبالت و...) یا یک عامل سمی (جیوه، نقره، کرم، کادمیم) مورد توجه می‌باشند. بعضی از فلزات همچون روی و مس بر اساس غلظت‌های موجود در طبیعت می‌توانند نقش محرک یا بازدارنده را ایفا نمایند (Anderson و Morel، ۱۹۷۸).

ماهی سفید رودخانه‌ای، *Squalius cephalus* دارای ارزش صید ورزشی بوده و در اغلب رودخانه‌های حوضه خزر یافت شده و از نظر حفاظتی در طبقه کمترین نگرانی قرار داده شده است. این گونه در دوران لاروی از زئوپلانکتون‌ها و در زمان بلوغ از حشرات آبزی تغذیه می‌نماید و در برخی مواقع نمونه‌های بزرگتر از بچه ماهیان نیز تغذیه می‌نماید.

هدف از این مطالعه، بررسی تجمع فلز سنگین روی در بافت‌های عضله و کبد ماهیان سفید رودخانه‌ای می‌باشد. نتایج حاصل از انجام این گونه مطالعات علاوه بر این که غلظت‌های این فلزات را به‌عنوان آلاینده‌های شیمیایی محیط مشخص می‌کند، دقت بیشتر را در خصوص سلامت و بهداشت عمومی برای مصرف محصولات غذایی سبب می‌شود و اطلاعات حاصل می‌تواند در خصوص اقدامات بعدی جهت حفظ این ذخایر مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

رودخانه تجن به‌طول ۱۲۰ کیلومتر از مهم‌ترین رودخانه‌های استان مازندران بوده که از ارتفاعات شمالی البرز شرقی و مرکزی سرچشمه گرفته و با عبور از مناطق کوهستانی پوشیده از جنگل‌های در حال کاهش، وارد مناطق هموارتر شده و پس از عبور از شهرستان ساری و گذر از جلگه کاملاً هموار وارد دریای خزر می‌شود (شرکت سهامی آب منطقه‌ای مازندران، ۱۳۷۹). انواع فعالیت‌های صنعتی از جمله کارخانه چوب و کاغذ مازندران در حوزه رود تجن قرار داشته و صنایع وابسته به صنعت گردشگری از جمله هتل‌داری و سایر صنایع خدماتی نیز در سطح حوزه کم و بیش فعالند. مجموع عوامل فوق از یک‌طرف باعث ایجاد فشار و تخریب منابع زیستی حوزه به‌خصوص جنگل‌ها و فرسایش خاک گردیده و از طرفی باعث ورود انواع آلاینده‌ها اعم از آلاینده‌های آلی فسادپذیر و غیرقابل تجزیه، سموم، مواد مغذی و فلزات سنگین به‌درون رودخانه تجن و در نهایت ورود به دریای خزر می‌شود. بنابراین منابع آلاینده انسانی زیادی در حوزه رودخانه تجن وجود دارد که باعث افزایش احتمال ورود عناصر سنگین به این رودخانه می‌شود (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۵).

تعداد ٤ ایستگاه نمونه‌برداری با توجه به وجود منابع آلاینده، احتمال حضور گونه مورد مطالعه و دسترسی به رودخانه در طول مسیر رودخانه از زیر سد شهید رجایی تا ابتدای شهرستان ساری انتخاب شد که بر این اساس، ایستگاه اول بعد از سد شهید رجایی و کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلا، ایستگاه دوم بعد از دو راهی کیاسر، ایستگاه سوم بعد از کارخانه چوب و کاغذ مازندران و ایستگاه چهارم در یکی از انشعابات رودخانه تجن در منطقه پهنه‌کلا (به‌عنوان ایستگاه شاهد که دارای حداقل منبع آلاینده می‌باشد) در نظر گرفته شد. ماهی ها با دستگاه الکتروشوکر با ولتاژ ۲۰۰ ولت و شدت جریان ۱/۵ آمپر صید شدند و به‌صورت تازه به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شدند. بعد از انتقال آنها به آزمایشگاه ابتدا بر اساس کلیدهای شناسایی، گونه ماهی سفید رودخانه‌ای شناسایی شد. سپس بافت عضله و کبد نمونه‌ها به تفکیک ایستگاه جدا شده و جهت هضم اسیدی آماده شدند. برای آماده‌سازی ابتدا بافت عضله و بافت کبد نمونه‌ها پس از شستشو با آب مقطر، جدا شده و در آون با دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. سپس

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌های خشک شده به آزمایشگاه اداره کل محیط زیست استان مازندران منتقل شدند. هر یک از نمونه‌ها در هاون چینی ساییده شدند تا کاملاً نرم و یکنواخت شدند و بصورت پودر درآمده و سپس از الک با چشمه ۰/۲ میلی‌متر عبور داده شدند. برای تعیین غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی لازم است که بافت‌ها به شکل محلول درآمده و جهت هضم شیمیایی از اسید نیتریک استفاده گردید (Forstner و همکاران، ۱۹۷٤). در این تحقیق، جهت سنجش عناصر سنگین در کلیه نمونه‌ها از دستگاه جذب اتمی Perkin Elmer مدل AAnalyst 700 استفاده گردید. با توجه به اینکه برای کالیبره کردن دستگاه حداقل سه غلظت مختلف از محلول‌های استاندارد فلز مورد نیاز است. با استفاده از محلول استاندارد، دستگاه کالیبره شد. بعد از کالیبره شدن دستگاه با محلول استاندارد، نمونه بلانک (نمونه شاهد) با اسید بکار رفته در آماده‌سازی نمونه‌ها تهیه شد؛ بدین ترتیب که در ظرفی پلی‌اتیلنی همان مقدار اسیدی که برای آنالیز شیمیایی نمونه‌ها استفاده شد (۵ سی‌سی اسید نیتریک ٦۵٪) ریخته و حجم آن با آب مقطر به ۵۰ سی‌سی رسانده شد. سپس غلظت مس، روی، آهن و کادمیم نمونه بلانک همراه با دیگر نمونه‌ها آنالیز گردید که نتیجه سنجش آنها صفر بود. برای رفع آلودگی احتمالی کلیه ظروف قبل از استفاده بوسیله اسید نیتریک رقیق، آب معمولی و آب مقطر شستشو و خشک شدند. کلیه مواد شیمیایی از نوع A.R (Analytical Reagent) بوده و برای کنترل کیفیت کار آزمایشگاهی و تایید صحت کار دستگاه جذب اتمی از استانداردهای MESS-1 و BCSS کانادا (N.R.C.C.S.، ۱۹۸۱) استفاده شد.

برای هضم شیمیایی، از روش هضم نمونه‌های بیولوژی با دستگاه ماکروویو استفاده شد، ابتدا از هر یک از بافت‌های کبد و عضله در هر ایستگاه به میزان ۰/۲ گرم با ترازوی دیجیتالی به دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شد و در لوله‌های مخصوص دستگاه ماکروویو ریخته شد و به آن مقدار ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک اضافه شد. برای یکنواختی محلول فوق بطری‌ها به‌مدت ۲ دقیقه تکان داده شده، سپس به‌مدت ۱ ساعت در دمای اتاق زیر دستگاه هود قرار داده و با استفاده از ماکروویو طبق برنامه دمایی و زمانی مشخص و استاندارد عملیات هضم به‌مدت ۵۸ دقیقه صورت گرفت (طباطبایی و دست گشاده، ۱۳۸۸). سپس نمونه‌ها را با کاغذ صافی واتمن ٤۲ فیلتر کرده و بعد از آن با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شدند و در ظروف مخصوص جهت اندازه‌گیری با دستگاه جذب اتمی نگهداری شدند. در اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین به روش طیف‌سنجی جذب اتمی، نمونه مورد آزمایش توسط دستگاه، مکش شده و در شعله دستگاه متمایز می‌شود. پرتو نور لامپ‌های کاتدی دستگاه با عبور از میان شعله مذکور برخی از طول موج‌های خود را از دست می‌دهد که دلیل آن، جذب این طول موج‌ها توسط یون‌های برانگیخته فلزات سنگین موجود در شعله است. در سوی دیگر، پرتو عبوری از میان شعله توسط دتکتور دستگاه دریافت و از روی میزان نور جذب شده از پرتو، غلظت فلز مورد نظر تعیین می‌گردد.

برای مقایسه داده‌ها در بافت‌های مختلف و ایستگاه‌های مختلف به‌تفکیک از آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده خواهد شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌های داده‌ها با کمک نرم‌افزار SPSS انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تجمع فلز سنگین روی در بافت کبد به‌طور معنی‌دار بیشتر از بافت عضله است (p<۰/۰۵). مقایسه تجمع فلزات سنگین اختلاف معنی‌داری در بین ایستگاه‌های مختلف نشان داد (p<۰/۰۵). کمترین مقدار فلز روی در عضله ماهی سفید مربوط به ایستگاه چهارم و بیشترین مقدار مربوط به ایستگاه سوم بوده است. بیشترین مقدار تجمع فلز روی در بافت کبد در ایستگاه‌های چهارم و دوم بود. میزان تجمع فلز روی در دو بافت عضله و کبد اختلاف معنی‌دار داشت (p<۰/۰۵). بررسی تجمع فلزات سنگین در بافت‌های ماهی سفید رودخانه‌ای نشان داد که میانگین روی در بافت کبد (٤١٨/٠٨ میلی‌گرم در کیلوگرم) بطور معنی‌داری بیشتر از بافت عضله (٨٦/٨٩ میلی‌گرم در کیلوگرم) بوده است (جدول ۱).

جدول ۱- غلظت فلز روی در بافت‌های مختلف در عضله و کبد ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه تجن (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم)

ایستگاه	تعداد	انحراف معیار ± میانگین	حداکثر- حداقل	انحراف معیار ± میانگین	حداکثر- حداقل
		عضله ماهی سفید رودخانه‌ای		کبد ماهی سفیدرودخانه‌ای	
۱	۳	۹۵/۰۸±۸/۸۹[b]	۸۷/۲۵ -۱۰٤/۷۵	۳۷۸/٦۷±۲/۰۲[c]	۳۷٦/۵ -۳۸۰/۵
۲	۳	۸۳/۵±۱/۷۵[b]	۸۲/۲۵ -۸۵/۵	٤٤۲/۳۳±۱/۲٦[b]	٤٤۱ -٤٤۳/۵
۳	۳	۱۰۳/۵±۰/۵[a]	۱۰۳ -۱۰٤	۳۳۰/٦۷±۲/۵۷[d]	۳۲۸/۵ -۳۳۳/۵
٤	۳	٦۵/۵±۰/۹[c]	٦٤/۵ -٦٦/۲۵	۵۲۰/٦۷±٤/٦۵[a]	۵۱۷/۵ -۵۲٦

در مطالعه حاضر، بافت عضله ماهی، به سبب نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن و بافت کبد به‌دلیل اندام ذخیره‌کننده فلزات سنگین مورد بررسی قرار گرفته است. میانگین میزان عنصر روی اندازه‌گیری شده در بافت عضله ماهی سفید رودخانه‌ای نسبت به استانداردهای جهانی WHO و NHMRC کمتر می‌باشد. میانگین غلظت عنصر روی در کبد ماهی سفید رودخانه‌ای از استاندارد جهانی WHO کمتر ولی از استاندارد NHMRC بیشتر است. قابل ذکر است که میزان عنصر روی در این مطالعه در مقایسه با نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده توسط Vinikour و همکاران (۱۹۸۸) کمتر بوده و از نتایج حاصل از مطالعات Usero و همکاران (۲۰۰۳) و Karaded و همکاران (۲۰۰۳) بیشتر می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین غلظت فلزات اندازه‌گیری شده با استاندارد جهانی (برحسب قسمت در میلیون وزن خشک)

استانداردها و ماهیان	فلز روی	منبع
WHO	۱۰۰۰	Pourang *et al*., 2004
NHMRC	۱۵۰	Pourang *et al*., 2004
UK (MAFF)	۵۰	Pourang *et al*., 2004
عضله سفید رودخانه‌ای	٨٦/٨٩	تحقیق حاضر
کبد سفیدرودخانه‌ای	٤١٨/٠٨	تحقیق حاضر

www.SID.ir

Archive of SID

از آنجایی که عنصر روی نسبت به عناصر مس و کادمیم در پوسته زمین بیشتر است و از حلالیت بالایی برخوردار است (مر و رادمنش، ۱۳۸۷) و عموماً به‌صورت طبیعی از طریق فرسایش، گرد و غبار، سوختن جنگل‌ها و گیاهان و به صورت غیرطبیعی یا انسان‌ساخت، در صورت وجود منابع آلاینده‌ای چون معادن مربوطه و فعالیت‌های کشاورزی و استفاده از سموم شیمیایی، به‌میزان زیادی وارد اکوسیستم آبی می‌گردد، می‌تواند در روند صعودی جذب و تجمع زیستی و افزایش آن در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان نیز موثر باشد (Moore و Ramamoorthy، ۱۹۸٤).

فاضلی و همکاران (۱۳۸٤) در بررسی فلز روی در کفال ماهیان سواحل جنوبی دریای خزر میزان آن را در بافت‌های عضله و کبد به‌ترتیب ۱٤/۲ و ۱۵۹/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده که نسبت به گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق در هر دو بافت کمتر بوده است. مقایسه تجمع فلز سنگین روی در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که تقریباً در تمامی موارد مقادیر آنها در ایستگاه سوم که بعد از کارخانه چوب و کاغذ مازندران بوده، بیشترین مقدار بوده است.

منابع

۱- امینی‌رنجبر، غ.ر. و ستوده‌نیا، ف. ۱۳۸٤. تجمع فلزات سنگین در بافت کبد و عضله ماهی کفال طلایی (*Liza auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت)، مجله علمی شیلات ایران. ۳: ۱-۱۸

۲- سعیدی، م.، کرباسی، ع.ر.، بیدهندی، غ.ر. و مهردادی، ن. ۱۳۸۵. اثر فعالیت‌های انسان بر تجمع فلزات سنگین در آب رودخانه تجن در استان مازندران، مجله محیط شناسی. ٤۰: ۵۰-٤۱.

۳- شرکت سهامی آب منطقه‌ای مازندران، ۱۳۷۹. مطالعات طرح مدیریت زیست محیطی اکوسیستم‌های آبی در حوزه آبریز رودخانه تجن، بخش اول. جلد اول و دوم.

٤- طباطبایی، ا. و دست‌گشاده، ف. ۱۳۸۸. اندازه‌گیری فلز سنگین در نمونه‌های بیولوژی مانند ماهی و گیاه، سازمان حفاظت محیط زیست. صفحه ۲-۱.

۵- فاضلی، م.ش.، ابطحی، ب. و صباغ کاشانی، آ. ۱۳۸٤. سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافت‌های ماهی کفال (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر . مجله علمی شیلات. شماره ۱، سال چهارم، ص.۱۰۰-۹۵.

٦- مر، ف. و رادمنش، ف. ۱۳۸۷. زمین‌شیمی زیست‌محیطی فلزات بالقوه سمی (ترجمه)، نویسنده: زیگل فردریک، نشر: کوشامهر شیراز.

7.Al-Yousuf, M.H., Shahawi, M.S., and Al-Ghais, S.M. 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex, The Science of the Total Environment, 256: 87-94.

8.Anderson, D.M., and Moreal, F.M. 1978. Copper sensitivity of *Gonyaulax tamarensis*. Limnol. Oceanogr. 23: 283-295.

9.Filazi, A., Baskaya, R., and Kum, C. 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Liza auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. Human & Experimental Toxicology. 22: 85-87.

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

11.Karadede, H., Oymak, S.A., and Unlu, E. 2003. Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey, Environm. International. 30: 183-188.

12.Mance, G.1990. Polluted threat of heavy metals in aquatic environments, Elsevier Applied Science. London. UK. 372 p.

www.SID.ir

Archive of SID

13.Moore, J.W., and Ramamoorthy, S. 1984. Heavy metal in natural waters, Springer Verlag, NewYork. 268 p.
14.National Research Council Canada Standard, 1981. Marine sediment reference material, Mess-1 & BCSS-1, Mar. Chem. Stand. Prog., Division of chemistry, N.R.C., Ottawa, Canada.
15.Pourang, N., Dennis, J.H., and Ghourchian, H. 2004. Tissue distribution and redistribution of trace elements in shrimp species with the emphasis on the Roles of metallithionin. Ecotoxicology, 13: 519-533.
16.Usero, G., Izquierdo, C., Morillo, G., and Gracia, I. 2003. Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain, Environ International. 29: 949-956.
17.Vinikour, W.S., Goldstein, R.M., and Anderson, R.V. 1988, Bio-concentration patterns of Zinc, Copper, Cadmium and Lead in selected fish species from the fox River Hlinois, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 24:727-734.

www.SID.ir