بررسی میزان تجمع کروم، روی و مس در بافت خوراکی ماهی کپور صید شده از تالاب بین المللی انزلی

علی اصغر خانی‌پور[a*]، مینا سیف‌زاده[b]، مینا احمدی[b]، قربان زارع گشتی[b]

[a] *دانشیار مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی پروری آب های داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران*

[b] *کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی پروری آب های داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۴/۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۶/۱۶

چکیده

مقدمه: فلزات سنگین از آلاینده‌های زیست محیطی هستند که مواجه شدن انسان با بعضی از آن ها از طریق آب و مواد غذایی می تواند مسمومیت های مزمن و خطرناکی را ایجاد نماید. از این فلزات می توان به کروم، روی و مس اشاره کرد. این تحقیق با هدف بررسی تجمع فلزات سنگین کروم، روی و مس در بافت خوراکی ماهی کپور تالاب انزلی و مقایسه آن با استانداردهای جهانی انجام شد.

مواد و روش‌ها: تیمارها شامل ماهی کپور پائیزه مناطق غرب، مرکزی و شرق تالاب انزلی در سال ۱۳۹۱ بودند. فلزات کروم، روی و مس با روش اسپکتوفتومتری اتمی شعله‌ای اندازه‌گیری شدند.

یافته ها: مس و کروم در تالاب های غرب، شرق و مرکزی و روی در تالاب های غرب و مرکزی تفاوت معنی‌دار نداشتند (P>۰/۰۵). فلز روی در کپور نواحی غرب، شرق و مرکزی تالاب در مقایسه با استاندارد FDA و در تیمار تالاب شرق در مقایسه با استاندارد FAO افزایش معنی‌دار نشان داد (P>۰/۰۵). علیرغم تیمارهای تالاب غرب و مرکزی، کروم ماهی کپور تالاب شرق در مقایسه با استاندارد FDA افزایش معنی‌دار نشان داد (P>۰/۰۵). علیرغم استاندارد FAO، بر اساس استاندارد FDA در مقدار فلز مس افزایش معنی‌دار در تیمارهای تالاب غرب، شرق و مرکزی مشاهده شد (P>۰/۰۵). روی از بیشترین تجمع و کروم از کمترین تجمع در تالاب‌های غرب، شرق و مرکزی برخوردار بودند.

نتیجه‌گیری: ماهی کپور تالاب‌های شرق، غرب و مرکزی بر اساس FAO از نظر باقی مانده روی و بهداشت مواد غذایی برای مصارف انسانی مناسب نیست. علیرغم استاندارد FDA و بر اساس FAO این ماهی از نظر باقی مانده مس برای مصارف انسانی مناسب است. ماهی کپور از نظر باقی مانده کروم برای مصارف انسانی مناسب است.

واژه‌های کلیدی: *تالاب انزلی، روی، کروم، مس، ماهی کپور*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: aakhanipour@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

ماهی به عنوان یک منبع پروتئینی ارزشمند در سبد غذایی بسیاری از مردم وجود دارد و تخمین زده می‌شود که بین ۱۵ تا ۲۰ درصد از پروتئین‌های حیوانی از منابع آبی تأمین می شوند. پساب واحدهای صنعتی، کشاورزی، حمل و نقل مواد حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی، فرسایش زمین، فضولات انسانی و دامی و پساب ناشی از پرورش دام، منابع تشکیل دهنده فلزات سنگین در پیکره آبی هستند (رکنی، ۱۳۷۸). آلودگی تالاب بین‌المللی انزلی به آلاینده‌های مختلف و انتقال آن از طریق چرخه مواد غذایی به انسان طی سالیان اخیر به یکی از دغدغه‌های اصلی مردم و مسئولان تبدیل شده است. این تالاب بستر زیست و تولید مثل بسیاری از آبزیان و پرندگان می‌باشد که ورود فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها از یکسو و ورود مواد مغذی و پدیده یوتریفیکاسیون از سویی دیگر باعث تهدید این محیط آبی کم نظیر و ساکنین آن شده است. فلزات سنگین به عنوان یکی از گروه های اصلی آلاینده‌های محیط‌های آبی در اثر فرآیندهای طبیعی و فعالیت‌های انسانی به محیط‌های آبی راه می‌یابند (Engel & Fowler, 1979).

آلودگی محیط‌زیست ناشی از فلزات سنگین در اثر توسعه شهر نشینی و صنایع که منجر به افزایش کمیت و کیفیت فاضلاب و پساب تولیدی شده است، به طور فزاینده‌ای در حال رشد است. هم اکنون پیدایش مسمومیت‌های شدید در جوامع انسانی و حیوانی مصرف کننده آب و محصولات کشاورزی، به صورت یکی از مباحث مهم دنیا در آمده است. فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های زیست محیطی هستند که مواجه شدن انسان با بعضی از آن‌ها از طریق آب و مواد غذایی می تواند مسمومیت‌های مزمن و بعضا حاد خطرناکی را ایجاد نمایند که از جمله آن‌ها می‌توان به فلزاتی نظیر کروم، روی و مس اشاره کرد. فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع، از منابع طبیعی و انسان ساخت وارد محیط زیست می شوند. میزان ورود این فلزات سنگین به داخل محیط زیست، بسیار فراتر از میزانی است که به‌وسیله فرآیندهای طبیعی برداشت می‌شوند. سیستم‌های آبی به طور طبیعی دریافت کننده نهایی این فلزات هستند. ورود فلزات سنگین در پساب‌های صنعتی و متعاقب آن به محیط‌های آبی، به طور پیوسته سبب قرار گرفتن آبزیان در معرض این آلاینده‌ها می‌شود (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱; ابراهیمی و ساکی زاده، ۱۳۹۱). ورود این آلاینده‌ها سبب بهم خوردن سیستم طبیعی تالاب شده و در دراز مدت باعث تجمع زیستی عناصر آلاینده و فوق سمی در بافت آبزیان به خصوص ماهیان شده و به دلیل وارد شدن در زنجیره غذایی می تواند سلامت و بهداشت مصرف کنندگان را به مخاطره انداخته و سبب بروز انواع بیماری‌های خونی، عصبی و حتی ژنتیکی گردد (فتح الهی دهکردی، ۱۳۸۲; برامکی یزدی و همکاران، ۱۳۸۹).

فلزات مس و روی از بیشترین فلزات سنگین موجود در محیط‌های آبی می‌باشند. روی از عناصر ضروری برای بدن انسان است، با این حال مصرف مقادیر بیش از حد مجاز آن علائمی مانند سر درد، حالت تهوع، از دست دادن آب بدن، درد در ناحیه شکم، استفراغ و سرگیجه را بدنبال خواهد داشت. غذاهای دریایی حاوی مقادیر اندکی از کروم هستند. ولی در اثر مصرف زیاد این غذاها کروم بیش از حد مجاز توسط رژیم غذایی دریافت خواهد شد و افزایش این فلز می‌تواند سبب ایجاد دیابت در انسان شود (Baldwin & Marshall, 1999; Turkmen *et al*., 2010; Fergussen, 1990).

ماهی کپور از جمله ماهیان اقتصادی تالاب انزلی محسوب شده و اصولا به شکل تازه‌خوری به مصرف عموم می‌رسد. بنابراین، این ماهی می‌تواند به عنوان یکی از مهمترین راه‌های در معرض قرارگرفتن انسان با کروم، روی و مس مطرح باشد. با توجه به نقش این فلزات بر سلامت و طول عمر انسان و خطرات ناشی از مصرف و تجمع فلزات سنگین در بدن انسان ارزیابی و کنترل میزان آلودگی و بررسی وجود فلزات سنگین روی، مس و کروم در این ماهی ضروری به نظر می‌رسد (روحانی، ۱۳۷۴)

تاکنون در مورد اندازه‌گیری فلزات سنگین در ماهی کپور توسط الصاق در سال ۱۳۸۹، پناهنده و همکاران در سال ۱۳۹۲، بابائی و خداپرست در سال ۱۳۹۱ و بندانی و همکاران در سال ۱۳۸۹ مطالعاتی انجام شده است.

این تحقیق با هدف بررسی مقدار تجمع فلزات سنگین کروم، روی و مس در بافت خوراکی ماهی کپور نواحی مرکزی، شرقی و غربی تالاب انزلی و مقایسه آن با استانداردهای جهانی FAO و FDA انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از ماهی کپور در تالاب بین‌المللی انزلی در سه ناحیه شرقی، غربی و مرکزی در پائیز سال ۱۳۹۱ انجام شد. برای اجرای این تحقیق سه تیمار در نظر گرفته شد. تیمارها شامل ماهی کپور صید شده از ناحیه غرب، ماهی کپور صید شده از ناحیه شرق و ماهی کپور صید شده از ناحیه مرکزی تالاب هستند. نمونه برداری در اوزان ۴۷۲ تا ۵۷۹ گرم انجام شد. در هر نمونه برداری تعداد ۱۵عدد ماهی کپور از هر منطقه صید شد. صید با استفاده از قایق و تور گوشگیر با نخ‌های نایلونی و چشمه‌های اندازه a= ۳۰،۴۰،۵۰ میلی‌متری انجام شد. آماده سازی نمونه‌ها طبق روش Moopam (۱۹۹۹) انجام شد. جهت آماده سازی نمونه‌ها، ابتدا ماهی‌ها شستشو داده شد، سپس فیله شده و توسط دستگاه استخوان‌گیر گوشت‌گیری شدند. مقدار ۲۰ الی ۳۰ گرم از بافت گوشت هموژن شد. گوشت همگن شده با ورقه آلومینیومی پوشش داده شد و در پلاستیک‌های استریل پلی اتیلنی بسته‌بندی گردید. هنگام اندازه‌گیری فلزات سنگین، گوشت به مدت ۱۰ساعت در دستگاه فریز درایر مدل CHRIST-LCG (در دمای ۵۵- درجه سلسیوس) قرار گرفت تا کاملاً خشک شود. سپس نمونه‌ها به دسیکاتور تا حصول وزن ثابت منتقل شدند. در مرحله بعد نمونه‌ها با استفاده از آسیاب برقی پودر شدند. هضم شیمیایی نمونه‌ها با روش هضم تر و مخلوط اسیدهای $HCLO_4/HNO_3$ به نسبت مساوی از هر کدام صورت گرفت. بعد از سرد شدن نمونه‌های هضم شده را توسط کاغذ صافی (واتمن شماره ۴۲) صاف نموده، با استفاده از آب دو بار تقطیر در بالن‌های حجمی به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس نمونه‌ها در بطری‌هایی از جنس پلی‌اتیلن نگهداری شدند. محلول بدست آمده به دستگاه جذب اتمی شعله کمپانی ژاپن SHIMADZU مدل AA/680 تزریق و مقدار جذب و غلظت هر یک از فلزات سنگین مس، روی و کروم توسط دستگاه خوانده شد. حد تشخیص برای دستگاه جذب اتمی شعله در حد ppb-ppm می‌باشد. بنابراین در حد ppm براحتی با این دستگاه قابل اندازه‌گیری بوده و نتایج مورد اطمینان هستند. جهت کالیبراسیون، از محلول‌های استاندارد با غلظت های مختلف که از محلول استاندارد مادر با غلظت ۱۰۰۰ ppm تهیه شده بودند، استفاده شد. کلیه مواد شیمیایی از شرکت Merck آلمان تهیه گردید.

ماهیان صید شده برای بیومتری بررسی شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصله با نرم‌افزارSPPS-17 انجام شد. توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov - Smirnov بررسی شد. جهت مقایسه تجمع فلزات سنگین در بافت خوراکی ماهی کپور از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده گردید.

یافته‌ها

نتایج به دست آمده از اندازه گیری فلزات سنگین در ماهی کپور در سه ناحیه مرکزی، غرب و شرق تالاب در محدوده نرمال بودند (جدول ۱).

میانگین فلزات مس و کروم در تالاب‌های غرب، شرق و مرکزی تفاوت معنی‌دار نداشت (P> ۰/۰۵). میانگین فلز روی در تالاب‌های غرب و مرکزی با هم تفاوت معنی‌دار نداشت (P> ۰/۰۵). در خصوص فلز روی در ماهی کپور تالاب‌های غرب، شرق و مرکزی در مقایسه با استانداردهای FDA افزایش معنی‌دار مشاهده شد (P< ۰/۰۵). این فلز در ماهی کپور تالاب شرق در مقایسه با استاندارد FAO افزایش معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵).

جدول۱- مقایسه فلزات سنگین کروم، روی و مس در بافت خوراکی ماهی کپور تالاب انزلی (میکروگرم/ گرم وزن خشک) با استانداردهای جهانی

آزمایش / تیمار	کروم شش ظرفیتی	روی	مس
تالاب غرب	۰/۰۵ ± ۰/۱۳[a]	۴۶/۳۰ ± ۰/۲۷[a]	۲/۲۹ ± ۰/۱۱ [a]
تالاب شرق	۰/۱۳ ± ۰/۱۱[a]	۶۰/۷۰ ± ۰/۲۹[b]	۲/۳۵ ± ۰/۱۴ [a]
تالاب مرکزی	۰/۱۰ ± ۰/۱۰[a]	۴۵/۰۵ ± ۰/۲۱[a]	۱/۹۳ ± ۰/۱۲ [a]
FDA	۰/۹ -۰/۱	۴۰	-
FAO	-	۵۰	۲۰

حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم وجود تفاوت معنی‌دار می‌باشد (P> ۰/۰۵).

Archive of SID
www.SID.ir

کروم شش ظرفیتی در ماهی کپور تالاب های غرب و مرکزی در محدوده مجاز FDA قرار داشت. این فلز در تالاب شرق در مقایسه با استاندارد FDA افزایش معنی‌دار نشان نداد (P>۰/۰۵). فلز کروم شش ظرفیتی در تالاب‌های غرب، شرق و مرکزی در مقایسه با استاندارد FAO افزایش معنی‌دار نداشت (P>۰/۰۵). فلز مس بر اساس استاندارد FAO در محدوده مجاز ولی در مقایسه با استاندارد FDA افزایش معنی‌دار در ماهی کپور تالاب‌های غرب، شرق و مرکزی مشاهده شد (P<۰/۰۵). در تالاب‌های غرب، شرق و مرکزی تجمع فلز روی در مقایسه با فلزات مس و کروم شش ظرفیتی بیشتر بود. در این تالاب‌ها تجمع فلز مس از کروم شش ظرفیتی بیشتر بود. بنابراین ماهی کپور تالاب‌های شرق، غرب و مرکزی بر اساس استاندارد FAO از نظر باقی مانده فلز روی و بهداشت مواد غذایی برای مصارف انسانی مناسب نیست. علیرغم استاندارد FDA بر اساس استاندارد FAO این ماهی از نظر باقی مانده فلز مس برای مصارف انسانی مناسب است.

از نظر بیومتری همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد وزن ماهی کپور در نواحی مختلف تالاب تفاوت معنی‌دار نشان داد. طول این ماهی در نواحی مرکزی و شرق تفاوت معنی‌دار نشان نداد. اما در این نواحی در مقایسه با تالاب غرب تفاوت معنی دار نشان داد. بر اساس نتایج به دست آمده فلزات مس و روی با وزن و طول ماهی کپور ارتباط ندارند. فلز کروم با وزن ماهی کپور ارتباط داشته اما با طول این ماهی ارتباط ندارد.

جدول ۲ - میانگین نتایج بیومتری ماهی کپور تالاب انزلی در ایستگاه‌های مرکزی، غرب و شرق

ایستگاه‌های صید	طول کل (cm)	وزن (گرم)
تالاب غرب	۳۹/۱۷±۵/۱۸ a	۴۷۲±۲۷/۱۲[a]
تالاب مرکزی	۴۲/۰۵ ±۶/۸۲ b	۵۲۵ ±۳۴/۲۳[b]
تالاب شرق	۴۱/۷۴ ± ۳/۱۷ b	۵۷۹±۱۷/۸۰[c]

بحث

میانگین غلظت فلز کروم در ماهی کپور تالاب مرکزی ۰/۱۰، در تالاب غرب ۰/۰۵ و در تالاب شرق ۰/۱۳ µg/g وزن خشک بود. میانگین غلظت فلز مس در ماهی کپور تالاب غرب ۲/۲۹، مرکزی ۱/۹۳ و شرق ۲/۳۹ µg/g وزن خشک بود. میانگین فلز روی در تالاب غرب ۴۶/۳۰، تالاب شرق ۶۰/۷۰ و در تالاب مرکزی ۴۵/۰۵ µg/g بود. نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج به دست آمده توسط الصاق در سال ۱۳۸۹، پناهنده و همکاران در سال۱۳۹۲، بابائی و خداپرست در سال ۱۳۹۱ و بندانی و همکاران در سال ۱۳۸۹مطابقت دارد.

کروم در محیطهای آبی به اشکال مختلف سه و شش ظرفیتی (حدود یک درصد) مشاهده می‌شود. شکل سه ظرفیتی کروم شکل پایدار آن بوده اما در pH طبیعی آب تالاب به هیدروکسید نامحلول تبدیل شده و رسوب کرده و از دسترس آبزیان خارج می‌شود. با توجه به این که ماهی کپور از آبزیان کف‌زی خوار بوده و از مواد غذایی کف تالاب و نرم‌تنان مخفی شده در داخل رسوبات تالاب تغذیه می‌کند اما این شکل کروم قابلیت نفوذ به بدن آبزیان را نداشته و نمی‌تواند در بافت خوراکی ماهی کپور ذخیره شود. کروم سه ظرفیتی موجود در آب تالاب مانند خطری خفته در آب است که از سمیت کمی برخوردار بوده و ممکن است تحت تاثیر عوامل طبیعی و به خصوص عوامل انسانی مانند سموم کشاورزی و صنایع که به نحوی با مواد اسیدی و اکسید کننده سرو کار داشته باشند به کروم شش ظرفیتی تبدیل شده و سریعا سبب افزایش آلودگی آب تالاب شده و امکان قابلیت نفوذ به بافت آبزیان را پیدا کند. شکل شش ظرفیتی یا زیان آور کروم به آسانی توسط عوامل مختلف احیاء شده و به ترکیبات دیگر تبدیل می‌شود (Safiur Rahman *et al*., 2012; Nwani & Nwachi, 2010; Öztürk, 2009). بنابراین علیرغم قدرت جذب بالای آن به بافت آبزیان مقدار این شکل کروم در محیطهای آبی جهت جذب توسط ماهی چندان بالا نمی‌باشد فاکتورهای هوازدگی، اکسیداسیون و فعالیت‌های باکتریایی می‌توانند سبب انحلال کروم سه و شش ظرفیتی به صورت نمک‌های محلول همراه با ذرات معلق در آب تالاب و ورود کروم به بافت آبزیان شوند. با در نظر گرفتن امکان تجمع کروم در بافت‌های کبد، کلیه و آبشش آبزیان، این عامل می‌تواند سبب کاهش تجمع این فلز در بافت خوراکی ماهی شوند. با توجه به عوامل فوق کروم تجمع یافته در بافت این ماهی از نوع کروم شش ظرفیتی و زیان آور بوده و مقدار آن در بافت خوراکی ماهی با استاندارد FAO مغایرت داشته و نشان دهنده آلودگی آب دریای خزر به این فلز می‌باشد و چنانچه ورود و افزایش این فلز در آب دریای خزر

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه یابد با توجه به کفزی بودن ماهی کپور و امکان انحلال کروم در آب این عنصر می‌تواند در بافت ماهی ذخیره شده و از طریق زنجیره غذایی و استفاده مداوم از این ماهی در برنامه غذایی هفتگی می‌تواند سبب بروز بیماری و اختلال در سلامتی انسان شود (Javed, 2010).

با این که در محیط‌های اطراف آبزیان، فلزات سنگین به شکل محلول توسط ارگانیسم های آبزی جذب شده و از طریق باندهای سولفیدریل پروتئینی در بافت‌های آنها تجمع می‌یابد ولی از آنجائیکه ماهی کپور از گروه ماهیان شکارچی نبوده و عدم تمایل ماهیان غیر شکارچی به تجمع فلزات این مسئله می تواند از عوامل کاهش دهنده فلزات سنگین در بافت‌های آبزیان و زنجیره غذایی گردد (Kumar & Mukherjee, 2011; Zhang & He, 2007) اما همانطوری که نتایج نشان می دهد فلز روی در ماهی کپور تالاب‌های غرب، شرق و مرکزی در مقایسه با استاندارد FDA و در ماهی کپور تالاب شرق در مقایسه با استاندارد FAO افزایش معنی‌دار نشان داد ($P<0/05$). این موضوع نشان دهنده آلودگی آب دریای خزر به فلز روی از طریق ورود فاضلاب‌ها می‌باشد این فلز هر چند جزء ریز مغذی‌ها محسوب شده و برای متابولیسم بدن نیاز می باشد ولی افزایش آن در بدن انسان می‌تواند برای سلامتی انسان تهدید جدی به حساب آید. بنابراین با توجه به ورود مداوم فاضلاب به دریا و همچنین نتایج به دست آمده برای این عنصر استفاده از ماهی کپور در برنامه غذایی هفتگی بایستی محدود شود. فلز مس بر اساس استاندارد FDA افزایش معنی‌دار در ماهی کپور تالاب‌های غرب، شرق و مرکزی نشان داد ($P>0/05$). با توجه به اندام هدف و تجمع این فلزات در ماهی تجمع این فلزات در بافت خوراکی ماهی نشانگر تجمع بیش از حد و زیاد این فلزات در تالاب و آلودگی تالاب با فاضلاب‌های صنعتی حاوی فلزات فوق می باشد. آلودگی محیط زیست این آبزی سبب افزایش تجمع این فلز در بافت ماهی شده که از حیث بهداشت مواد غذایی برای انسان مناسب نیست (اولا، ۱۳۶۹).

همانطور که نتایج نشان داد میزان جذب فلزات روی، کروم و مس در ماهی کپور نواحی مختلف تالاب تغییراتی را نشان می‌دهد که تحت تاثیر وجود همزمان چند فلز در کنار هم، وزن و عوامل دیگری می‌باشد (اشجع اردلان و همکاران، ۱۳۸۵؛ بهشتی و همکاران، ۱۳۸۹؛ عسکری، ۱۳۸۸).

مطالعات فلزات سنگین از نقطه نظر سلامتی بهداشت و تعیین محدوده مجاز غلظتی این عناصر برای انسان حائز اهمیت است. در قانون اصلی منتشر شده برای حفاظت غذاهای دریایی در اتحادیه اروپا بر اساس قرارداد EC روی و مس در دسته دوم قرار داده شده‌اند. این دسته اگرچه دارای اثرات مضر برای سلامتی انسان هستند اما اثرات آن‌ها خفیف‌تر است. فلزات مس و روی علیرغم استفاده به عنوان ریز مغذی‌ها در بدن انسان می‌توانند سبب ایجاد اختلال در سلامتی انسان شوند. این فلزات بر اساس غلظت های موجود در طبیعت می توانند نقش محرک یا بازدارنده را در روندهای بیولوژیکی ایفا نمایند. فلزات روی و مس از جمله عناصر ضروری واکنش‌های بیولوژیک می باشند و به صورت هموستاتیک تنظیم می شوند (Gerhardi, 1990; Dallinger, 1987).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده و وجود تفاوت معنی‌دار در مقدار فلز روی در ماهی کپور تالاب‌های غرب، شرق و مرکزی در مقایسه با استاندارد FDA و در ماهی کپور تالاب شرق در مقایسه با استاندارد FAO و فلز مس در مقایسه با استاندارد FDA در ماهی کپور تالاب‌های غرب، شرق و مرکزی ماهی کپور تالاب‌های شرق، غرب و مرکزی بر اساس استاندارد FAO از نظر باقی مانده فلز روی و بهداشت مواد غذایی برای مصارف انسانی مناسب نیست. علیرغم استاندارد FDA بر اساس استاندارد FAO این ماهی از نظر باقی مانده فلز مس برای مصارف انسانی مناسب است. ماهی کپور از نظر باقی مانده کروم برای مصارف انسانی مناسب است.

منابع

اسماعیلی ساری، ع. (۱۳۸۱). آلایندها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. ۷۶۷ صفحه.

ابراهیمی، ز. و ساکی زاده، م. (۱۳۹۱). بررسی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی دربافت عضله اردک ماهی تالاب بین المللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات.

Archive of SID

www.SID.ir

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. شماره ۸۷، صفحات ۶۳ -۶۷ .

اشجع اردلان، آ.، خوشخو، ژ.، ربانی، م. و معینی، س. (۱۳۸۵). مقایسه میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، روی، مس و جیوه) در آب، رسوبات و بافت نرم صدف دوکفه‌ای آنودونت تالاب انزلی در دو فصل پائیز و بهار. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۳، صفحات ۱۰۳ -۱۱۳ .

الصاق، ا. (۱۳۸۹). تعیین برخی فلزات سنگین در عضلات ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) جنوب مرکزی دریای خزر. نشریه دامپزشکی (پژوهش و سازندگی). شماره ۲۳ (۴)، صفحات ۳۳ – ۴۴ .

اولا، ی. (۱۳۶۹). آلودگی ناشی از فضولات شهری، کشاورزی، صنعتی و طبیعی و ساختار و نقش تالاب انزلی در مقابل آنها. مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان. صفحه ۳۸ .

بابائی، ه. و خداپرست، ح. (۱۳۹۱). بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در رسوبات سطحی و اندام‌های مختلف ماهی کپور تالاب بین‌المللی انزلی. سومین کنگره عناصر کمیاب ایران، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، ۹ و۱۰ اسفند ۱۳۹۱.

برامکی یزدی، ر.، ابراهیم پور، م.، پورخباز، ع. و بابایی، ه. (۱۳۸۹). تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت عضله ماهی سوف و اردک ماهی تالاب انزلی. چهارمین همایش تخصصی محیط زیست. تهران: دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران. صفحه ۷.

بندانی، غ.، رستمی، ح. و یلقی، س. (۱۳۸۹). سطح فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، کروم و روی) در بافت عضله و کبد ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) سواحل استان گلستان. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۱۹(۴)، صفحات ۳۵ –۴۸.

بهشتی، م.، عسکری ساری، ا.، خدادادی، م. و ولایت‌زاده، م. (۱۳۸۹). اندازه گیری و مقایسه غلظت فلزات سنگین (Cu,Fe,Zn,Mn) را در اندام‌های مختلف ماهی بیاح (*Liza abu*) در رودخانه دز استان خوزستان. مجله تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. شماره ۲ (۶)، صفحات ۷۹-۷۱.

پناهنده، م.، منصوری، ن.، خراسانی، ن.، کرباسی، ع. و ریاضی، ب. (۱۳۹۲). تخمین مواجهه و خطر بالقوه ناشی از مصرف اردک ماهی (Esox lucius)، شاه کولی (*Chaleaiburnus chaleoide*) و کپور محلی (*Cyprinus carpio*) حاوی سه فلز سرب، کادمیوم و کروم در بومیان حاشیه تالاب انزلی. فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال پنجم، شماره ۱۶ ، صفحات ۹۰-۸۳.

رکنی، ن. (۱۳۷۸). اصول بهداشت مواد غذایی، چاپ سوم، انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، صفحات ۱۵۴-۱.

روحانی، م. (۱۳۷۴). تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری ها و مسمومیت های ماهی. تهران: انتشارات اداره کل آموزش و ترویج معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران. صفحه ۱۵۶.

سنجر، ف. (۱۳۸۸). بررسی و مقایسه غلظت سرب و کادمیوم در عضله و پوست ماهی شانک زرد باله و زمین‌کن دم نواری در ناحیه ص یادی ماهشهر. پایان نامه دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز.

فتح الهی دهکردی، ف. (۱۳۸۲). بررسی عمکرد سیستم تالاب انزلی در کاهش و حذف آلاینده‌های شهری، صنعتی، کشاورزی، پایان نامه کارشناسی ارشد، مهندسی محیط زیست دانشگاه اصفهان

عسگری، ق. و کمره ئی، ب. (۱۳۸۸). بررسی مقدار فلزات سنگین کادمیوم، سرب، کروم و نیکل در ماهیان پرورشی شهرستان خرم آباد در بهار و تابستان سال ۱۳۸۵. فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان. شماره ۱۱(۱)، صفحات ۹۴ – ۱۰۵.

Baldwin, D. R. & Marshall, W. J. (1999). Heavy metal poisoning and its laboratory investigation, Annals of Clinical Biochemistry, 36, 267-300.

Dallinger, R. (1987). Contaminated food and uptake of heavy metal by fish. Oecologia (Berlin). 67, 82-89.

Engel, D. W. & Fowler, B. A. (1979). Factors in flouncing cadmium accumulation and its toxicity to marin organisms. Health persp., 28, 81-88.

Archive of SID

www.SID.ir

Fergussen, J. E. (1990). The heavy elements, chemistry environ metal impact and health effects. Oxford. New Yourk prgament press. pp. 323.

Gerhardi, A. (1990). Effects of heavy metals especially cd an freshwater invertebrates with special emphasis on acid conditions. Dept. Of Ecotox. Lund univ. pp33.

Javed, M. (2010). Accumulation of heavy metals in fishes: A human health concern. .International Journal of Environmental Science, 2(2), 121 – 134.

Kumar, B. & Mukherjee, P. (2011). Bioaccumulation of heavy metals in muscle tissue of fishes from selected aquaculture ponds in east Kolkata wetlands. Annals of Biological Research, 2, 125-134.

Moopam, A. (1999). Manual of oceanographic observation and poullution analysis methods.ropme-kuwait.

Nwani, C. & Nwachi, A. (2010). Heavy metals in fish species from lotic freshwater ecosystem at Afikpo, Nigeria. Journal of Environmental Biology, 31, 595-601.

Öztürk, M. (2009). Determination of heavy metals in fish, water and sediments of avsar damlake in Turkey. Iranian Journal Environmental Health, 6(2), 73-80.

Safiur Rahman, M., Hossain, M., Narottam, S. & Atiqur, R. (2012). Study on heavy metals levels and its risk assessment in some edible fishes from Bangshi River, Savar, Dhaka, Bangladesh. Food Chemistry, 134, 1847–1854.

Turkmen, A., Tepe, Y., Turkmen, M. & Cekic, M. (2010). Metals in tissues of fish from YelkomaLagoon, Northeastern Mediterranean. Environ Moint Assess, 168, 223- 230.

Zhang, Z. & He, L. (2007). Analysis of heavy metals of muscle and intestine tissue in Fish – in Banan Section of Chongqing from Three Gorges Reservoir, China. Polish J. of Environ. Stud, 16 (6), 325 - 323.

Archive of SID

www.SID.ir