

بررسی تجمع فلزات سنگین در عضله ماهی کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) آبهای بوشهر

سهیل علی نژاد^۱، بابک شعبی عمرانی^{۲*}، محمد شکرزاده^۳، سید سهیل قائم مقامی^۱، مهران یاسمی^۴، عاطفه امینی فرد^۵

- ۱- گروه دامپزشکی، موسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران
- ۲- گروه بهداشت، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران
- ۳- دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دانشکده داروسازی، بخش سم‌شناسی - داروشناسی، ساری، ایران
- ۴- گروه شیلات و آبزیان، موسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران
- ۵- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۱۸

چکیده

فلزات سنگین می‌توانند در اندام‌ها و بافت‌های مختلف مانند کبد، کلیه، آبشش‌ها و عضلات آبزیان تجمع یابند. نظر به اینکه بافت عضله ماهی نقش مهمی در تغذیه انسان دارد، اطمینان از سلامت آن حائز اهمیت است. خطرات ناشی از مسمومیت با فلزات سنگین در آب‌ها و گونه‌های مختلف آبزی متفاوت بوده و سمیت آنها در آب‌های شیرین و سبک نسبت به آب‌های شور و سنگین بیشتر است. در این تحقیق، تعداد ۴۴ نمونه ماهی کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) به طور تصادفی از شهرستان بوشهر جمع‌آوری شد. سپس ۱۰۰ گرم از عضله سینه‌ای نمونه‌ها جدا و برای سنجش با دستگاه جذب اتمی آماده شد. نتایج به دست آمده از مقادیر چهار فلز سنگین سرب، کادمیوم، روی و کروم در بافت عضله ماهی کفشک تیزدندان برحسب میکروگرم بر کیلوگرم (ppb) ثبت شد. در این بررسی در بافت عضله، بیشترین مقدار مربوط به فلز روی (حدود ۱۳۸/۵) و کمترین مقدار متعلق به فلز کروم (حدود ۳۰ میکروگرم بر کیلوگرم) بود. نتایج حاصله نشان می‌دهد که در ماهی کفشک تیزدندان مورد مطالعه، حداکثر مقادیر روی ۲۰۸/۰ (حداقل ۰/۰۳۴)، سرب ۱۲۴/۰ (حداقل ۰/۰۳۷)، کادمیوم ۰/۰۹۰ (حداقل ۰/۰۱۹)، کروم ۰/۰۵۴ (حداقل ۰/۰۱۳) میلی‌گرم بر کیلوگرم عضله ماهی بوده است که در تمامی نمونه‌ها، این مقادیر در محدوده مجاز سازمان بهداشت جهانی قرار دارند.

کلمات کلیدی: کفشک تیزدندان، فلزات سنگین، عضله ماهی، سلامت غذا

مقدمه

گزارش‌های مختلفی در مورد بروز تلفات ماهی‌ها و آبزیان دیگر در منابع آبی داخلی و دریایی به دلیل ورود فلزات سنگین وجود دارد. البته فلزات سنگین به طور معمول در آب‌های طبیعی به میزان ناچیزی وجود دارند و اکثر این عناصر به میزان بسیار کم برای انجام فعالیت‌های طبیعی بدن موجودات ضروری هستند، اما زمانی که غلظت فلزات سنگین در محیط از حد مجاز بالاتر رود، به طور مستقیم و یا غیرمستقیم وارد بدن آبزیان شده و در اندام‌های مختلف آن‌ها تجمع می‌یابد. در صورتی که میزان این تجمع از حد معینی افزایش یابد، علائم مسمومیت و به دنبال آن تلفات مشاهده می‌شود (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۵). ماهی‌ها نیز به عنوان موجودات زنده اکوسیستم آبی توانایی تجمع فلزات سنگین را از منابعی نظیر رسوبات، فاضلاب‌های شهری و صنعتی، نفت و گاز و نیز ذرات وارد شده به آب در بدن خود دارند (امیدی Begum et al. ۱۳۷۹؛ ولایت زاده و طبیب زاده ۱۳۹۰؛ Rauf et al. 2009; Roberts, 2012).

تجمع فلزات سنگین در اندام‌ها و بافت‌های مختلف از جمله بافت عضلانی ماهی که نقش مهمی در تغذیه انسان دارد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Rauf et al. 2009). خطرات ناشی از مسمومیت با فلزات سنگین در آب‌ها و گونه‌های مختلف آبی، متفاوت بوده و سمیت آنها در آب‌های شیرین و سبک نسبت به آب‌های شور و سنگین بیشتر است (جلالی جعفری، ۱۳۸۶).

نوسانات عوامل زیستی و غیرزیستی در تعادل و پایداری هر اکوسیستم نقش عمده‌ای دارند. کلیه این عوامل در محدوده مناسب خود مفید هستند، ولی کاهش یا افزایش زیاد آنها سبب برهم زدن تعادل محیط می‌شود که بالطبع بر سلامتی (کاهش یا عدم رشد، کاهش تولیدمثل و غیره) و جمعیت موجودات زنده آن تأثیرگذار است (امیدی، ۱۳۷۹؛ امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴؛ صادقی راد و همکاران، ۱۳۸۴؛ شهاب مقدم و همکاران، ۱۳۸۹؛ پروانه و همکاران، ۱۳۹۰). عوامل متعددی نظیر فصل، خواص فیزیکوشیمیایی آب نیز در تجمع و سمیت فلزات سنگین در بافت‌های ماهی دخیل هستند (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴؛ Stoskopf, 1993; Rauf et al. 2009; Roberts, 2012). افزایش فلزات سنگین در آب سبب انعقاد موکوس سطح بدن و آبشش‌های ماهی می‌شود که

به جز اثرات منفی ذکر شده، می‌تواند به تلفات نیز منجر شود (مطلبی مغانجوقی، ۱۳۸۳).

فلزات سنگین آب با مقادیر بیش از حد مجاز، می‌تواند باعث اختلالاتی در عملکرد حس بویایی، آبشش (ادم)، قلب، شکل اسکلت، پارامترهای خونی، تولید اسپرم و همچنین افزایش حساسیت به عوامل عفونی، جلوگیری از سنتز DNA و مرگ شوند (عسکری ساری، ۱۳۸۸؛ بندانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Sorensen, 1991; Roberts, 2012). مثلاً ماهی‌ها در آب‌های حاوی سرب دچار نفس تنگی شدید شده، که بسته به ماهیت فلز در آب (معدنی یا آلی)، وجود یا عدم وجود فلزات دیگر، زمان ماندگاری فلزات، عوامل محیطی مختلف و شرایط خود موجود زنده مثل مرحله زندگی، سن، جنس، فعالیت و متابولیسم متغیر است (مطلبی مغانجوقی ۱۳۸۳؛ امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴؛ عسکری ساری، ۱۳۸۸؛ بندانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹ و Heath, 1987; Sorensen, 1991; ۱۳۹۰).

مقارن با توسعه صنایع و همچنین افزایش روند آلودگی زیست‌محیطی، معضل وجود مقادیر بالای فلزات سنگین در مواد خوراکی بخشی از مطالعات مرتبط با بهداشت عمومی را به خود اختصاص می‌دهد (امامی خوانساری ۱۳۸۱؛ عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹).

فلزات سنگین تقریباً در همه موارد در ظاهر، طعم و بوی محصول تغییر خاصی ایجاد نکرده و در مصرف کننده عموماً علائمی در زمان مصرف مشاهده می‌شود. معمولاً زمان بروز علائم با توجه به حساسیت فردی، میزان تجمع و نوع فلز نسبت به بیماری‌های مسری دیگر طولانی‌تر است (Rauf et al. 2009). ماهی کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*; Scheindler, 1801) از خانواده (*Psettodidae*) جزء ماهیان پهن و کفزی آب‌های ساحلی جنوب کشور است. رنگ بدن معمولاً قهوه‌ای خاکستری و گاهی دارای چهار نوار پهن عرضی تیره است. بیشینه درازای ماهی به ۶۰ سانتی‌متر می‌رسد و گوشت آن از کیفیت خوبی برخوردار است. لذا اطمینان از سلامت آن در بهداشت عمومی نقش مهمی دارد (صادقی، ۱۳۸۰). در این ماهی به دلیل نوع تغذیه (موجودات کفزی و سخت‌پوستان) و محل زندگی (بستر محیط آب)، غلظت فلزات سنگین در عضلات و اندام‌های آن نسبت به ماهیان سطحی‌زی بیشتر است

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و آماده کردن نمونه‌ها

تعداد ۴۴ نمونه ماهی کفشک تیزدندان به طور تصادفی از شهرستان بوشهر جمع آوری شد. بعد از تهیه نمونه‌ها از هر ایستگاه، نمونه‌ها را خوب شسته و فلس آن را جدا و سپس ۱۰۰ گرم از عضله پشتی را وزن کرده و از آن ۲۵ گرم در داخل فور در حرارت بین ۸۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته تا کاملاً خشک شوند (ASTM, 1999; FAO, 2004).

روش انجام آزمایش

در ابتدا لازم است که در روش جذب اتمی برای رسیدن به حداقل خطای ممکن، کلیه وسایل مورد استفاده در آزمایش به مدت حدود ۲۴ ساعت در مخزن مخصوص در مجاورت اسید نیتریک ۵٪ قرار گرفته و سپس دو بار با آب مقطر شسته و مورد استفاده قرار گیرد. روش به کار گرفته شده برای آماده‌سازی نمونه‌ها، به روش خاکستر خشک بوده است که معمولاً برای اندازه‌گیری بسیاری از عناصر جزئی در مواد غذایی به کار گرفته می‌شود (WHO, 2003; FAO, 2004).

هر نمونه انتخابی در بوته چینی (کروزه) قرار داده شد (ابتدا بوته‌های چینی در حدود ۱-۲ ساعت در دمای ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون گذاشته شد تا خشک شود و رطوبت خود را از دست دهد). بعد از قرار دادن نمونه‌ها در داخل بوته چینی آن را روی اجاق سوزانده تا دوده‌ای حاصله خارج شوند (در هنگام سوزاندن از شعله ور شدن نمونه‌ها در داخل بوته چینی جلوگیری شود). سپس ظروف حاوی نمونه به کوره سرد منتقل و دما به آرامی تا ۴۵۰ الی ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد بالا برده شد. نمونه‌های خاکستر شده را از کوره خارج کرده و پس از سرد شدن به منظور عاری نمودن از کربن، به آنها ۲ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه شد و بر روی صفحه داغ با دمای ملایم اسید تبخیر شد تا غلیان نکند. مجدداً نمونه‌ها را به کوره سرد منتقل کرده و دمای کوره به آرامی تا ۴۵۰ الی ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به همان روش فوق‌الذکر افزایش یافت. دمای کوره به مدت یک ساعت ثابت نگه داشته شد. سپس ظروف حاوی نمونه را از کوره بیرون آورده و پس از سرد شدن به آنها ۲ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه شد و پس از تبخیر بر روی صفحه داغ، مجدداً در

(صادقی، ۱۳۸۰؛ شهاب مقدم و همکاران، ۱۳۸۹). به همین جهت می‌توان از این ماهی به عنوان یک شاخص در تعیین آلودگی منطقه استفاده کرد.

فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند که همین موضوع می‌تواند علت تجمع اغلب این فلزات در بافت‌هایی نظیر کبد، کلیه و آبشش‌ها نسبت به بافت ماهیچه‌ای (با فعالیت متابولیک پایین) باشد. اثرات منفی فلزات سنگین در انسان نیز با مصرف بافت‌های آلوده و جذب فلزات سنگین به صورت حاد و مزمن بروز می‌کند. میزان تأثیر فلزات سنگین بر انسان و آبزیان بستگی به غلظت و نوع فلز دارد (عسکری ساری، ۱۳۸۸).

از آنجا که محدوده تحمل فلزاتی نظیر سرب، آرسنیک، جیوه و کادمیوم بسیار ناچیز است، این دسته از فلزات برای انسان بسیار سمی محسوب می‌شوند (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۰؛ ولایت زاده و طبیب زاده، ۱۳۹۰). برای مثال، کادمیوم قادر است که به طرز جبران‌ناپذیری صدمات کلیوی به بزرگسالان وارد کند. غلظت کشنده حاد خوراکی کادمیوم برای انسان ثبت نشده، ولی مقدار آن حدود چند صد میلی‌گرم است (عسکری ساری، ۱۳۸۸؛ Roberts, 2012). مسمومیت با سرب باعث بروز علائم عصبی، افزایش ناهنجاری عصبی در کودکان و افزایش فشار خون در بزرگسالان می‌شود. همچنین عوارضی در زمان رشد و توسعه دستگاه عصبی جنین ایجاد می‌کند (عسکری ساری، ۱۳۸۸).

به خوبی مشخص شده که ماهی‌ها به دلیل قرار داشتن در سطوح غذایی مختلف نشانگرهای خوبی برای پایش طولانی مدت تجمع فلزات سنگین در محیط‌های دریایی هستند (شهاب مقدم و همکاران، ۱۳۸۹). از آنجا که آبهای جنوب کشور ماهی به دلیل رفت و آمد نفتکش‌ها و ورود فاضلاب‌ها در معرض آلودگی هستند، ماهیان خوراکی صید شده در این آب‌ها باید از لحاظ فلزات سنگین خطرآفرین مورد بررسی قرار گیرند. لذا این تحقیق با هدف بررسی برخی فلزات سنگین در عضله کفشک تیزدندان و مقایسه آن با استانداردهای جهانی انجام شد.

برای محاسبه آماری از نرم افزار SPSS 16.0 استفاده شد و برای مقادیر هر عنصر با استانداردهای بین‌المللی از t-test استفاده گردید.

نتایج

نتایج به دست آمده از مقادیر چهار فلز سنگین سرب، کادمیوم، روی و کروم در بافت عضله ناحیه بین جانبی و باله پشتی ۴۴ نمونه ماهی کفشک تیزدندان برحسب میکروگرم بر کیلوگرم (ppb) در جدول ۱ و ۲ به تفکیک هر نمونه ذکر شده است.

در این بررسی به طور میانگین در بافت عضله ناحیه بین خط جانبی و باله پشتی، بیشترین مقدار مربوط به فلز روی (حدود ۱۳۸/۵) و کمترین مقدار متعلق به فلز کروم (حدود ۳۰ میکروگرم بر کیلوگرم) بود.

کوره ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت گذاشته شدند. این کار آنقدر تکرار شد تا کلیه نمونه‌ها عاری از کربن شده و کاملاً سفید شوند. به نمونه‌های سفید شده ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۱ نرمال اضافه شد و روی صفحه داغ با دمای پایین به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده شد تا خاکستر در اسید حل شود. محلول به بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری انتقال و پس از سرد کردن با اسید کلریدریک ۱ نرمال به حجم رسانده شد (Mormede and Davies, 2001; Shokrzadeh and Saeedi Saravi, 2010).

در نهایت، نمونه‌ها برای سنجش با دستگاه جذب اتمی آماده شدند. البته قبل از شروع قرائت نمونه‌ها، ابتدا استانداردهای هر فلز با غلظت‌های مشخص از قبل تهیه شده و به دستگاه تزریق شد و منحنی استاندارد هر فلز با ضریب رگرسیون آن به دست آمد (Garcia-Berthos, 1999; Shokrzadeh and Saeedi Saravi, 2010).

جدول ۱- مقادیر اندازه‌گیری شده فلزات سنگین (میکروگرم بر کیلوگرم) در ماهی کفشک تیزدندان.

شماره نمونه عضله	سرب Pb	کادمیوم Cd	روی Zn	کروم Cr	شماره نمونه عضله	سرب Pb	کادمیوم Cd	روی Zn	کروم Cr
۱	۱۱۹	۶۴	۱۵۱	۳۲	۲	۶۱	۷۲	۱۱۹	۴۰
۳	۷۶	۵۰	۳۴	۳۵	۴	۷۲	۳۳	۱۲۳	۲۶
۵	۵۸	۴۵	۱۸۷	۲۹	۶	۵۸	۴۵	۱۴۱	۳۰
۷	۸۴	۹۰	۹۹	۱۳	۸	۸۲	۴۳	۱۶۲	۳۵
۹	۱۰۶	۷۲	۱۰۹	۳۲	۱۰	۳۹	۳۷	۱۷۵	۲۸
۱۱	۱۲۰	۸۱	۱۶۲	۵۰	۱۲	۵۲	۵۲	۱۳۴	۲۲
۱۳	۱۰۲	۳۹	۱۵۷	۴۸	۱۴	۸۶	۶۰	۱۴۵	۱۹
۱۵	۸۱	۲۴	۱۳۲	۲۴	۱۶	۱۱۱	۳۳	۱۳۱	۱۸
۱۷	۷۴	۵۷	۸۹	۱۶	۱۸	۷۱	۴۳	۱۲۷	۲۷
۱۹	۴۷	۳۷	۱۸۷	۲۲	۲۰	۵۲	۷۲	۱۱۹	۵۴
۲۱	۵۹	۶۱	۱۷۵	۳۷	۲۲	۱۲۲	۲۳	۱۱۰	۳۲
۲۳	۹۱	۴۹	۱۲۲	۳۰	۲۴	۸۶	۱۹	۱۸۶	۴۱
۲۵	۶۹	۵۴	۱۳۰	۱۹	۲۶	۷۷	۶۱	۱۹۵	۳۵
۲۷	۱۰۱	۵۲	۱۴۵	۲۱	۲۸	۳۷	۲۹	۱۶۸	۱۷
۲۹	۷۲	۶۵	۱۲۲	۳۷	۳۰	۸۶	۵۱	۲۰۴	۲۷
۳۱	۸۷	۳۶	۱۳۱	۲۴	۳۲	۸۹	۳۸	۱۳۱	۳۲
۳۳	۸۵	۲۸	۸۹	۳۱	۳۴	۷۰	۶۰	۱۲۷	۲۴
۳۵	۴۹	۲۴	۱۰۷	۳۷	۳۶	۶۲	۴۹	۱۲۴	۱۹
۳۷	۱۲۴	۵۱	۱۱۷	۴۹	۳۸	۷۹	۲۸	۱۴۲	۲۴
۳۹	۵۵	۷۷	۱۲۴	۲۸	۴۰	۸۰	۶۱	۱۳۵	۲۴
۴۱	۵۷	۲۱	۱۳۲	۳۰	۴۲	۷۵	۳۲	۹۲	۵۲
۴۳	۹۶	۳۰	۱۸۹	۳۲	۴۴	۹۶	۶۲	۲۰۸	۱۷

جدول ۲- حداقل و حداکثر غلظت فلزات بررسی شده به همراه میانگین و انحراف معیار آنها در عضله ماهی کفشک تیزدندان.

نام فلز	حداقل غلظت فلز (میکروگرم بر کیلوگرم)	حداکثر غلظت فلز (میکروگرم بر کیلوگرم)	میانگین $\pm$ انحراف معیار
سرب	۳۷	۱۲۴	$78/52 \pm 22/161$
کادمیوم	۱۹	۹۰	$47/95 \pm 17/59$
روی	۳۴	۲۰۸	$183/36 \pm 34/886$
کروم	۱۳	۵۴	$29/98 \pm 10/820$

جدول ۳- حد مجاز (میلی گرم بر کیلوگرم) فلزات سنگین روی، سرب، کادمیوم و کروم بر طبق استانداردهای معتبر جهانی (صادقی، ۱۳۸۰؛ امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴؛ جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۵؛ بندانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ ASTM, 1999; Abu Hilal and Ismail, 2008; Chen et al. 2001; Chen, 2001; Collings et al. 1996; Shokrzadeh and Saeedi Saravi, 2010).

فلز (mg/kg) ←	روی	سرب	کادمیوم	کروم
↓ سازمان بین المللی				
WHO	۱۰۰	۰/۵	۰/۲	۱۰
FDA	-	۵	۱	-
NHMRC	۱۵۰	۱/۵	۰/۰۵	-
UK	۵۰	۲	۰/۲	۲۰
FAO	۵۰	۲	۰/۳	-

بحث

حضور آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین در محیط‌های دریایی منجر به تجمع بالقوه آن‌ها در موجودات دریایی شده که از طریق زنجیره غذایی به انسان منتقل می‌شوند (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹). نظر به اینکه بافت ماهیچه‌ای ماهی نقش اصلی در تغذیه انسان دارد، اطمینان از سلامت گوشت ماهی به لحاظ فلزات سنگین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین خاطر در این تحقیق عضله سینه ماهی کفشک تیزدندان مورد بررسی قرار گرفت. عوامل مختلفی در میزان غلظت فلزات سنگین در بدن ماهی تأثیرگذار هستند. Spence و Langston (۱۹۹۵) بیان کردند که تراکم فلزات سنگین در بدن آبزیان مورد مطالعه با نسبتی از سطح پوست بدن به حجم بدن، رفتارهای تغذیه‌ای و نیز خصوصیات شیمی منطقه مرتبط است (بندانی و همکاران، ۱۳۸۹).

غلظت هر یک از فلزات سنگین در بافت‌های مختلف بدن ماهی متفاوت است، به طوری که در خصوص فلزی نظیر روی، Wichland در سال ۱۹۹۰ اعلام کرد که تجمع

این فلز به طور عمده در استخوان‌ها، پوست و ماهیچه‌ها بالاتر از بافت‌های دیگر نظیر کبد، کلیه و بیضه‌ها است (بندانی و همکاران، ۱۳۸۹). روی از جمله موادی است که به عنوان میکرونوترینت در غذای موجودات و آبزیان نقش دارد که بر اساس مقادیر خود در فرآیندهای زیستی ایفای نقش می‌کند (محرک یا بازدارنده). طبیعتاً غلظت این عنصر در بافت‌های مشابه از گونه‌های مختلف تغییرات زیادی را نشان می‌دهد (صادقی، ۱۳۸۰). البته غذاهای دریایی منبع اصلی روی و مس برای انسان هستند (صادقی راد و همکاران، ۱۳۸۴؛ WHO, 1995). در خصوص فلز سرب نیز گزارش شده که در کلیه و عضله ماهی‌ها تجمع یافته و اتصال آن با موکوس، نقشی مهم در تجمع و دفع آن دارد (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۵؛ بندانی و همکاران، ۱۳۸۹). سرب بدون شک بیشترین مقادیر را در میان فلزات سنگین محیط زیست به خود اختصاص داده است، چرا که گستردگی منابع سرب و تنوع صنایع مختلف در استفاده از این عنصر در رنگ‌سازی، پتروشیمی، مهمات سازی، رادیولوژی و

Aguso و همکاران نیز غلظت فلزات سنگین را با مقادیر بالاتر در ماهیان گوشتخوار تایید کردند (شهاب مقدم و همکاران ۱۳۸۹). از آنجا که ماهی کفشک تیزدندان کفزی بوده و به نظر می‌رسد گوشتخوار باشد، خطر افزایش تجمع فلزات سنگین در این ماهی افزایش می‌یابد (صادقی، ۱۳۸۰).

در یک مطالعه، میزان فلزات سنگین (میکروگرم) ذیل در هر گرم عضله تاسماهی ایرانی عبارت بود از روی ۲۶/۹، سرب ۰/۶۱ و کادمیوم ۰/۰۶۱. این در حالی است که در ازون برون نیز میزان فلزات مشابه به ترتیب عبارت بود از ۲۷/۴، ۰/۴۸۱ و ۰/۰۵۹ (مطلبی مغانجوقی، ۱۳۸۳).

نتایج حاصله و مقایسه آنها با جدول ۳ نشان می‌دهد که در ماهیان کفشک تیزدندان مورد مطالعه، حداکثر مقادیر فلز روی ۰/۲۰۸ (حداقل ۰/۰۳۴)، سرب ۰/۱۲۴ (حداقل ۰/۰۳۷)، کادمیوم ۰/۰۹۰ (حداقل ۰/۰۱۹)، کروم ۰/۰۵۴ (حداقل ۰/۰۱۳) میلی‌گرم بر کیلوگرم عضله ماهی بوده و در ۱۰۰٪ نمونه‌ها این مقادیر در محدوده مجاز سازمان بهداشت جهانی قرار داشته است. البته مقادیر مجاز سرب (۰/۴) و کادمیوم (۰/۱) اعلام شده از سازمان دامپزشکی ایران در مورد ماهی مذبور در محدوده قابل قبول است (<http://www.ivo.ir/Portal/Home>).

در تحقیق پروانه و همکاران (۲۰۱۱) غلظت سرب بافت عضله ماهی کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) پایین‌تر از استانداردهای جهانی بود که این نتایج مشابه تحقیقات قبلی دیگر در سایر آبزیان است. در تحقیقی که بر روی ماهی‌های شیربت (*Barbus grypus*) و بیاح (*Liza abu*) انجام شد، بالاترین غلظت مربوط به فلز سرب بود که بر اساس نظر دادالهی و همکاران در سال ۱۳۸۷ احتمالاً علت این امر تمایل این فلز به بافت‌های پرتحرک نظیر عضله ماهی است. در تحقیق دادالهی و همکاران در سال ۱۳۸۷ سرب و کادمیوم عضله ماهی شیربت در اروندرود مقادیری بالاتر از محدوده مجاز سازمان بهداشت جهانی را نشان داد.

اهمیت فلزات سنگین با توجه به بافت‌های هدف و غلظت سمی آنها در بدن متفاوت است. به عنوان مثال محدوده تحمل فلزاتی نظیر سرب و کادمیوم بسیار ناچیز است (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۰؛ ولایت زاده و طبیب زاده، ۱۳۹۰). این فلزات برای انسان بسیار سمی محسوب می‌شوند. از طرفی کادمیوم قادر است به طرز

پزشکی و بیش از همه در بنزین و مصرف بالای آن در جهان سبب پراکنش بالای این عنصر در تمامی اکوسیستم‌ها شده است (عسکری ساری، ۱۳۸۸). در خصوص فلز کروم و کادمیوم در تحقیقی که توسط رئوف و همکاران در سال ۲۰۰۹ بر روی ۳ گونه کپور انجام شد، دو عضوی که حداقل غلظت این دو فلز را نشان دادند، بافت ماهیچه و آبشش بوده‌اند (حدود ۱/۵) و کبد بالاترین غلظت (حدود ۶ میکروگرم در هر گرم بافت) را داشته است (Rauf et al. 2009).

شرایط آب منطقه نیز در میزان آلودگی تأثیرگذار است. در مناطقی مانند خلیج فارس که شوری آب بالا بوده و املاح زیادی در آن محلول هستند، به دنبال ترکیب شدن این املاح با فلزات سنگین از میزان سمیت آنها کم می‌شود. در تحقیقی میانگین کادمیوم در عضلات در گونه‌های مختلف تاسماهیان کمترین میزان را در مقایسه با کبد، آبشش و طحال نشان داد (صادقی راد و همکاران، ۱۳۸۴). رسوبات نیز در میزان تجمع فلزات سنگین در بدن این ماهی دارای اهمیت هستند. ساختار شیمیایی رسوبات بستگی به میزان عناصر موجود در آب، نرخ رسوب‌گذاری عناصر، شرایط فیزیکی و شیمیایی عناصر و همچنین ویژگی آب از نظر pH، قلیائیت و غلظت اکسیژن دارد (اشجع و همکاران، ۱۳۸۵).

معمولاً تجمع کادمیوم در عضله پایین‌ترین مقادیر را نشان می‌دهد (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۰؛ ولایت زاده و طبیب زاده، ۱۳۹۰؛ Abu Hilal and Ismail, 2008). کروم از حلالیت پایین‌تری در آب نسبت به عناصر دیگر برخوردار است (عریان و همکاران، ۱۳۸۹).

یکی دیگر از عواملی که در میزان غلظت این دسته از فلزات در بدن ماهی تأثیرگذار است، اثر این فلزات بر یکدیگر است. مثلاً فلز روی می‌تواند از تجمع فلز مس در بافت‌ها جلوگیری کند و بنابراین، مانع از اثرات سمی آن شود (شهاب مقدم و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین سمیت فلز روی نیز در مقادیر بالا و در حضور آرسنیک، سرب، کادمیوم و آنتیموان افزایش می‌یابد (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۵).

محل زیست ماهی نیز از دیگر عوامل تأثیرگذار است. Romeo و همکاران (۱۹۹۹) و Cogun و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که غلظت فلزات سنگین در عضلات ماهیان سطحی زی از کفزی‌ها کمتر است. البته

امیدی، س. ۱۳۷۹. بررسی میزان فلزات سنگین در آبهای ساحلی استان بوشهر. مجله علمی شیلات ایران، سال ۹، شماره ۳: ۴۸-۳۵.

امینی رنجبر، غ.، ستوده نیا، ف. ۱۳۸۴. تجمع فلزات سنگین دریافت عضله ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتری (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۴، شماره ۳: ۱۸-۱. بندانی، غ.، خوشباور رستمی، ح.، یلقی، س.، شکرزاده، م.، نظری، ح. ۱۳۸۹. سطح فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، کروم و روی) در بافت عضله و کبد ماهی کپور (*Cyprinus carpio L., 1758*) سواحل استان گلستان. مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۹، شماره ۴: ۱۰-۱.

پروانه، م.، خیرور، ن.، نیک پور، ی.، نبوی، م. ۱۳۹۰. غلظت فلزات سنگین در ماهی کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) و رسوبات خور موسی در استان خوزستان. مجله علمی شیلات ایران، سال ۲۰، شماره ۲: ۲۶-۱۷.

جلالی جعفری، ب. ۱۳۸۶. بیماریهای محیطی و تغذیه‌ای ماهیان با تأکید بر بیماریهای شایع ماهیان پرورشی ایران. انتشارات پرتو واقعه و دانش نگار. ۴۷۴ ص.

جلالی جعفری، ب.، آقازاده مشگی، م. ۱۳۸۵. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب. ۱۴۰ ص.

شهاب مقدم، ف.، اسماعیلی ساری، ع.، ولی نسب، ت.، کریم آبادی، م. ۱۳۸۹. مقایسه تجمع فلزات سنگین در عضله سپرماهی چهارگوش (*Himantura gerrardi*) و گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۹، شماره ۲: ۹۴-۸۵.

شهریاری، ع.، گل فیروزی، ک.، نوشین، ش. ۱۳۸۹. میزان تجمع کادمیوم و سرب در بافت عضلانی سه گونه از ماهیان دریایی کپور، کفال و ماهی سفید سواحل دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۹، شماره ۲: ۱۰۰-۹۵.

صادقی راد، م.، امینی رنجبر، غ.، ارشد، ع.، جوشیده، ه. ۱۳۸۴. مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی، مس،

جبران‌ناپذیری صدمات کلیوی به بزرگسالان وارد آورد. همچنین غلظت غیر مجاز کادمیوم باعث بروز بیماری‌های گوارشی می‌شود (عابدینی و همکاران ۱۳۸۵). مقادیر غیر مجاز کروم نیز می‌تواند منجر به تخریب کلیه، کبد، دستگاه عصبی، تنفسی و پوست شود و ناهنجاری‌های کروموزومی نیز ایجاد کند.

کفشک ماهیان به لحاظ کفزی بودن و تماس با ترکیبات رسوبی می‌توانند به عنوان شاخصی حیاتی در بررسی اکوسیستم و برخی عناصر خطرآفرین موجود در آب مطرح باشند، ضمن اینکه این ماهی‌ها از ماهیان خوراکی و در رژیم غذایی مردم منطقه جنوب کشور هستند (پروانه و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به محل زندگی و نوع تغذیه کفشک تیزدندان انتظار بر این بود که میزان آلودگی به این چهار فلز سنگین نسبت به ماهیان سطحی‌زی بیشتر باشد که در تحقیقات حاضر میزان تجمع این آلاینده‌ها در عضله ماهی مذکور هنوز تا حد مجاز فاصله قابل توجهی دارد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت به‌رغم فعالیت‌های نفتی، صنعتی و غیره وضعیت سلامتی در ماهیان سطحی‌زی به لحاظ فلزات سنگین مذکور احتمالاً باید در شرایط قابل قبولی باشد.

منابع

ابراهیمی سیریزی، ز.، ساکی زاده، م.، اسماعیلی ساری، ع.، بهرامی فر، ن.، قاسمپوری، م.، عباسی، ک. ۱۳۹۱. بررسی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب بین‌المللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره ۲۲، شماره ۸۷: ۶۳-۵۷.

اشجع اردلان، آ.، خوش‌خو، ژ.، ربانی، م.، معینی، س. ۱۳۸۵. مقایسه میزان فلزات سنگین (*Hg, Zn, Cu, Pb, Cd*) در آب، رسوبات و بافت نرم دوکفه‌ای آنودونت (*Anodonta cygnea*) تالاب انزلی در دو فصل پاییز و بهار (۱۳۸۴-۱۳۸۳). مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۳: ۱۰۳-۱۱۳.

امامی خوانساری، ف.، قاضی خوانساری، م.، عبداللهی، م. ۱۳۸۱. بررسی میزان فلزات سنگین در کنسرو ماهی تن. مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، سال ۱، شماره ۳: ۸-۱.

و کبد ماهی لوتک (*Cyprinion macrostomus*) رودخانه کارون. مجله علمی پژوهشی علوم و فناوری غذایی، سال ۳، شماره ۱: ۳۳-۲۷.

Abu Hilal, A.H., Ismail, N.S. 2008. Heavy metals in eleven common species of fish from the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Jordan Journal of Biological Sciences* 1: 13-18.

ASTM. 1999. Standard Guide for Preparation of Biological Samples for Inorganic Chemical Analysis. Pennsylvania: American Society of Testing and Material.

Begum, A., Hari Krishna, S., Khan, I. 2009. Analysis of heavy metals in water, sediments and fish samples of Madivala Lakes of Bangalore, Karnataka 1: 245-249.

Chen, Y.C., Chen, M.H. 2001. Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. *Food and Drug Analysis* 9: 107-111.

Collings, S.E., Johnson, M.S., Leah, R.T. 1996. Metal contamination of angler caught fish from the Mersey estuary. *Environmental Resource* 41: 281-297.

FAO, 2004. Statistical databases. Food and Agriculture Organization; 2004 [cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://apps.fao.org/Garcia-Berthos>, E. 1999. Food of introduced mosquito fish: Ontogenic diet shift and prey selection. *Journal of Fish Biology* 55: 135-147.

Heath, A.G. 1987. Water Pollution and Fish Physiology. CRC Press, Inc, Florida, USA. 245p.

Mormede, S., Davies, I.M. 2001. Heavy metal concentrations in commercial deep-sea fish from Rockall trougl. *Continental Shelf Reaserch* 21: 899-916.

Rauf, A., Javed, M., Ubaidullah, M. 2009. Heavy metal levels in three major carps from the river Ravi, Pakistan. *Pakistan Vetenary Journal* 29: 24-26.

کادمیوم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خاویار دوگونه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و اوزون برون (*Acipenser stellatus*) حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۴، شماره ۳: ۷۹-۱۰۰.

صادقی، ن. ۱۳۸۰. ویژگیهای زیستی و ریخت شناسی ماهیان جنوب ایران (خلیج فارس و دریای عمان). انتشارات نقش مهر. ۴۴۰ ص.

عابدینی، ع.، ربانی، م.، خداپرست شریفی، ح. ۱۳۸۵. بررسی فرایند لخته سازی فلزات سنگین در رودخانه پیربازار. مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۵، شماره ۴: ۷۹-۸۶.

عریان، ش.، تاتینا، م.، قریب خانی، م. ۱۳۸۹. بررسی اثرات آلودگی نفتی در حوزه شمالی خلیج فارس بر میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و انادیوم) در بافت عضله ی ماهی حلوا سفید (*Pampus argenteus*). مجله اقیانوس شناسی، سال ۱، شماره ۴: ۶۸-۶۱.

عسکری ساری، ا. ۱۳۸۸. بررسی عناصر سنگین (سرب، جیوه و کادمیوم) در ماهیان بومی آب شیرین صید رودخانه های (*Liza abu*) و بیاح (*Barbus grypus*) شیربت کارون و کرخه در فصل زمستان. مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال ۱، شماره ۴: ۱۰۷-۹۵.

عسکری ساری، ا.، خدادادی، م.، محمدی، م. ۱۳۸۹. میزان غلظت فلزات سنگین در عضله، آبشش و کبد ماهی گطان رودخانه کارون. مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۹، شماره ۴: ۱۰۶-۹۷.

عسکری ساری، ا.، ولایت زاده، م.، بهشتی، م.، خدادادی، م. ۱۳۸۹. میزان تجمع فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در بافت های ماهی بیاح (*Liza abu*) رودخانه های کارون و بهمنشیر استان خوزستان. مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی: ۶۹-۶۱.

مطلبی مغانجوقی، م. ۱۳۸۳. بررسی فلزات سنگین جیوه و سرب در میگوی پرورشی سفید هندی (*Penaeus indicus*) در ایران. مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۳، شماره ۳: ۱۶۵-۱۵۹.

ولایت زاده، م.، طبیب زاده، م. ۱۳۹۰. بررسی و مقایسه تجمع فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در عضله

- Roberts, R.J., 2012. Fish pathology, 4th ed., W.B. Saunders, UK, 581p.
- Shokrzadeh, M., Saeedi Saravi, S.S. 2010. The study of heavy metals (lead, cadmium and chromium) in three species of most consumed fishes sampled from Gorgan coast (Iran). Toxicological and Environmental Chemistry 92: 71-73.
- Sorensen, E.M.B. 1991. Metal Poisoning in Fish. CRC Press, Florida.
- Stoskopf, M.K. 1993. Fish medicine. W.B. Saunders, Pennsylvania, 882 p.
- World Health Organization (WHO) 1995. Health risks from marine pollution in Mediterranean. Part I implications for policy makers, 255p.

Heavy metals accumulation in muscles of *Psettodes erumei* in Boushehr waters

Soheil Alinejad¹, Babak Shoaibi Omrani^{2*}, Mohamad Shokrzadeh³, Soheil Ghaem Maghami¹, Mehran Yasemi⁴, Atefeh Amini Fard⁵

- 1- Department of Veterinary Medicine, Higher Education Institute of Applied Science Technology of Jihad-Agriculture, Tehran, Iran
- 2- Department of Food Health and Nutrition, Faculty of Veterinary Medicine, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
- 3- Department of Toxicology-Pharmacology, Faculty of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
- 4- Department of Fisheries and Aquatics, Higher Education Institute of Applied Science & Technology of Jihad-Agriculture, Tehran, Iran
- 5- Graduated of Master degree in Food sciences and Industries, Khouzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Received: 7 April 2015; accepted: 8 September 2015

Abstract

Heavy metals may accumulate in aquatic animals' organs and tissues such as liver, kidney, gills and muscles. As fish muscle plays a role in human nutrition, its health is important. The risk of heavy metal toxicities differs in each water resource and animal species. Toxicity of these metals is higher in soft waters compared to hard waters. In the present study, 44 specimens of *Psettodes erumei* were randomly collected from Boushehr's waters. Then 100 grams of pectoral muscle of each fish were dissected and prepared for atomic absorption measurement. The amounts of four heavy metals including Lead, Cadmium, Zinc and Chromium were measured as microgram per kilogram (ppb). In the present study, the maximum amount of measured heavy metals was belonged to Zinc (138.5 ppb) and the minimum to Chromium (30 ppb). The highest / lowest levels of each metals in fish muscles were as follow: Lead 0.124 / 0.037, Cadmium 0.090 / 0.019, Zinc 0.208 / 0.034 and Chromium 0.054 / 0.013 ppm and all were in safe range of World Health Organization limits.

Keywords: *Psettodes erumei*, Heavy metals, Fish muscle, Food hygiene

*Corresponding author: babak.shoaibi@kiauo.ac.ir