مجله بهداشت و توسعه
سال پنجم/شماره ۱/ بهار ۱۳۹۵

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۸ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۴/۳/۳۰

سنجش و مقایسه آلودگی جیوه در بافت عضله گروه‌های طولی مختلف ماهی کپور معمولی موجود در تالاب شادگان

مهدی خوشناموند[۱]، فاطمه موجودی[۲]، رسول خسروی[۳]

چکیده

مقدمه: با توجه به اهمیت بوم‌شناختی تالاب شادگان به عنوان یک تالاب بین‌المللی و با ارزش و وجود گزارش‌هایی مبنی بر وجود جیوه بیش از حد مجاز در آب و بافت‌های پرندگان این تالاب و در راستای تکمیل مطالعات قبلی، این پژوهش به سنجش و مقایسه جیوه موجود در بافت عضله گروه‌های طولی مختلف ماهی کپور معمولی و همچنین مطالعه میزان همبستگی جیوه با پارامترهای ریخت‌شناسی این ماهی شامل طول استاندارد، طول کل و وزن کل می‌پردازد.

روش‌ها: در این مطالعه مقطعی ۴۱ نمونه ماهی کپور معمولی به صورت کاملاً تصادفی در فصل تابستان سال ۱۳۹۰ از تالاب شادگان صید شدند و سپس در سه گروه طولی طبقه‌بندی شدند. از بافت عضله هر کدام از ماهیان صید شده، نمونه‌هایی تهیه شد و غلظت جیوه کل در آن‌ها با استفاده از دستگاه آنالیز جیوه اندازه‌گیری شد. تعیین رابطه غلظت جیوه در نمونه‌ها با پارامترهای ریخت شناسی با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون صورت گرفت.

نتایج: میانگین (± انحراف معیار) غلظت جیوه کل در گروه‌های طولی A، B و C به ترتیب ۰/۱۵±۰/۳۳۷، ۰/۲۱±۰/۵۵۶ و ۰/۱۹±۰/۷۹۸ برحسب میکروگرم برگرم وزن خشک به دست آمد. مقایسه غلظت جیوه در بافت عضله ماهیان مربوط به این ۳ گروه طولی، اختلاف آماری معنی‌داری را از خود نشان داد (P=۰/۰۰۱)، به طوری که با افزایش وزن و طول ماهیان صید شده، غلظت جیوه نیز افزایش یافت.

بحث و نتیجه‌گیری: غلظت جیوه در ماهیان با وزن بالاتر از ۵۰۰ گرم بیشتر از حد مجازWHO و EPA بود، لذا ضروری است که در مورد مصرف گوشت این ماهی احتیاط شود.

واژگان کلیدی: تالاب شادگان، جیوه، بافت عضله، ماهی کپور معمولی، پارامترهای ریخت‌شناسی

مقدمه

امروزه وجود فلزات سنگین (Heavy metals) در محیط‌های آبی و خشکی یکی از مشکلات اساسی محیط زیست محسوب می‌شود. ورود این فلزات به بافت‌های موجودات زنده و سپس زنجیره‌های غذایی یک تهدید جدی برای سلامت آبزیان و انسان‌ها به شمار می‌آید. فلزات سنگین قابلیت تجمع زیستی در بافت‌ها و اندام‌های موجودات زنده را دارند و نسبتاً پایدارند، همچنین سمی و سرطان‌زا نیز هستند و بنابراین به پایش پیوسته نیاز دارند (۱). یکی از مهم ترین فلزات سنگین، جیوه با عدد اتمی ۸۰ و جرم حجمی ۱۳/٦ گرم بر سانتی‌متر مکعب است (۲). جیوه و ترکیبات آن برای سلامت انسان‌ها خطرناک هستند و حد مجاز اعلام شده آن در آب آشامیدنی

۱- مربی، گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند، سرایان، ایران
۲- دانشجوی دکتری، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
نویسنده‌ی مسئول: مهدی خوشناموند **Email**: mkhoshnamvand@birjand.ac.ir
آدرس: خراسان جنوبی، شهرستان سرایان، میدان آزادی، دانشکده کشاورزی سرایان، گروه محیط زیست **تلفن:** ۰۵۶۳۲۸۸۱۹۵۱ **فاکس:** ۰۵۶۳۲۸۸۱۹۵۰

بسیار پایین‌تر از دیگر فلزات می‌باشد. حداکثر مقدار مجاز آن ۱ میکروگرم در لیتر است (۳). ویژگی مشخصه این ترکیب سمیّت فوق‌العاده، مقاومت و ماندگاری در محیط، تجمع در بافت‌های موجودات زنده، بزرگ‌نمایی در زنجیرهای غذایی و توانایی جابه‌جا شدن در مسافت‌های طولانی می‌باشد (۲،٤). وجود جیوه و ترکیباتش در سلول‌های موجودات زنده نشان دهنده آلودگی است. چون هیچ گونه کاربردی در سلول و بافت‌های موجودات زنده ندارند. این آلودگی در نتیجه منابع طبیعی و مصنوعی یعنی ساخته دست انسان می‌باشد، تمام این آلودگی‌ها را باید نامطلوب و بالقوه خطرناک به شمار آورد (۵).

جیوه می‌تواند از طریق تجمع زیستی (Bioaccumulation) و بزرگ‌نمایی زیستی (Biomagnification) در طول زنجیره‌های غذایی انباشته شود. میزان تجمع زیستی جیوه در بافت‌های زنده تابع فیزیولوژی بدن، شرایط محیطی، سن و عادات غذایی موجود زنده است (۲). بزرگ‌نمایی زیستی حالتی است که غلظت یک ماده آلوده‌کننده به صورت تصاعدی در خلال انتقال ماده از یک سطح غذایی به سطح غذایی بالاتر در بافت‌های زنده تجمع می‌یابد. بزرگ‌نمایی زیستی بیشتر در محیط‌های آبی اتفاق می‌افتد (۱،۲،۵). جیوه معدنی که توسط باکتری ها و دیگر میکروارگانیسم‌های موجود در آب و رسوبات، به متیل جیوه تبدیل می‌شود، خطرناک‌ترین شکل جیوه است. بالاترین غلظت متیل جیوه در ماهیان شکارگر بزرگ مثل کوسه و ماهی تُن اندازه گیری شده است (۲). متیل جیوه به دلیل پایداری زیاد، قابلیت حل شدن در چربی و دارا بودن خصوصیات یونی ویژه، خطرناک‌ترین ترکیب جیوه به شمار می‌رود که قابلیت زیادی برای نفوذ در غشای سلولی موجودات زنده دارد (۶، ۷). متیلاسیون جیوه در اکوسیستم‌های آبی به مقدار جیوه، فعالیت‌های میکروبی، pH، شرایط اکسایش-کاهش، میزان رسوب گذاری و سایر متغیرها وابسته است (۸). اکثر مقادیر جیوه‌ای که در ماهی یا سایر غذاهای دریایی وجود دارند، به شدت قابل جذب هستند (۹، ۱۰). حرارت دادن و پختن تأثیر زیادی در کاهش میزان جیوه تجمع یافته در بافت‌های مختلف ماهی ندارد (۱۱). در مناطقی که ماهی و دیگر محصولات دریایی غذای اصلی مردم آنجا را تشکیل می‌دهد، جیوه یکی از منابع مهم دریافت و تجمع زیستی جیوه است، بنابراین مصرف محصولات شیلاتی که جیوه در بافت آن‌ها تجمع یافته باشد، یک خطر پنهان برای سلامت انسان تلقی می‌شود. بافت عضله ماهی، ظرفیت تجمع زیستی بالایی برای تجمع جیوه را دارد و از این لحاظ می‌تواند شاخص زیستی مناسبی برای بررسی میزان آلودگی جیوه در اکوسیستم‌های آبی باشد (۱۲).

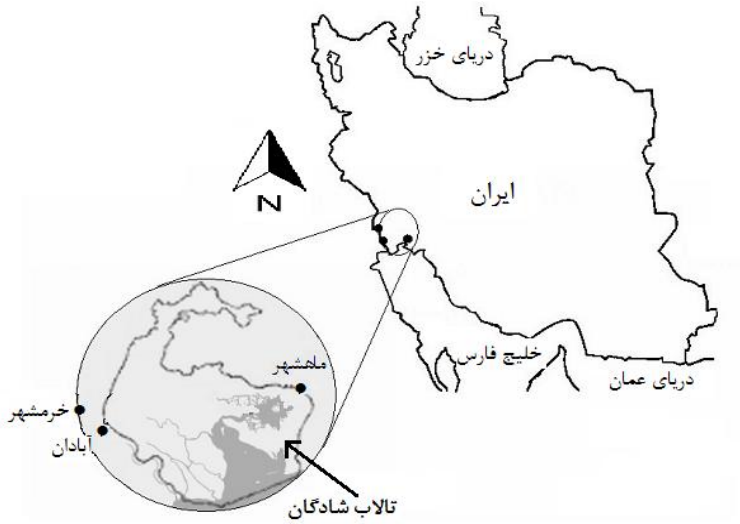
تالاب بین‌المللی شادگان یکی از اکوسیستم‌های آبی ارزشمند موجود در ایران است که دارای تنوع نسبتاً خوبی از پرندگان، ماهیان، گیاهان و ... است. طرح های صنعتی در مجاورت این تالاب مواد آلوده کننده ای ایجاد می‌کنند که گاهی اوقات مقادیری از آن‌ها به درون تالاب تخلیه می‌شوند. چندین واحد پتروشیمی در آبادان و ماهشهر فعالیت دارند که این واحدها برای فرآوری و تولید محصولات خود از مواد شیمیایی خام، از فلزات سنگینی همچون سرب و جیوه به عنوان کاتالیزور استفاده می‌کنند، که گاهاً محصولات فرعی ناشی از پساب کارخانه‌های مذکور باعث آلوده شدن این محیط آبی و موجودات زنده آن به فلزات سنگین از جمله جیوه شده است (۱۳).

با توجه به این که در مطالعات قبلی وجود مقادیر

بیش از حد مجاز جیوه در آب (غلظت بین ۱ تا ۵ میکروگرم در لیتر)، (۱٤) و بافت پرندگان (۱۳) در این تالاب گزارش گردیده است، لذا در راستای تکمیل مطالعات مذکور، در مطالعه حاضر از ماهی کپور معمولی (Cyprinus carpio) به عنوان یک بیواندیکاتور زنده و در ارتباط با آب تالاب برای اثبات وجود جیوه و بررسی همبستگی غلظت جیوه در بافت عضله این ماهی با پارامترهای ریخت‌شناسی آن مثل طول استاندارد، طول کل و وزن کل انجام گرفت. همچنین سعی شد تا نتیجه به دست آمده از میزان غلظت جیوه برای بررسی سلامت گوشت این ماهی با استانداردهای جهانی مقایسه گشته و در صورت مقدار بالا، رعایت ملاحظات بهداشتی در مورد مصرف آن انجام گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه مقطعی در تالاب بین‌المللی شادگان (شکل ۱) با مساحت ٤۰۰ هزار هکتار (بزرگترین تالاب ایران) که در منتهی‌الیه مسیر رودخانه جراحی در ابتدای خلیج فارس و در جنوب غربی ایران (استان خوزستان) واقع شده است (۱۳)، صورت گرفت.



شکل ۱: نقشهٔ موقعیت منطقه مورد مطالعه (تالاب شادگان در استان خوزستان)

در این تحقیق جمعاً ٤۱ نمونه ماهی کپور معمولی به صورت کاملاً تصادفی در تابستان سال ۱۳۹۰ از تالاب شادگان توسط تور گوشگیر ماهی صید شد. در منابع آماری جهت نمونه‌برداری تصادفی آمده است که چنان‌چه تعداد نمونه‌های یک کار آماری بیشتر از ۳۰ عدد باشند، نتایج مطالعه به توزیع نرمال (توزیع زنگوله‌ای) نزدیک‌تر می‌شود و نتایج مقایسه نمونه‌ها به جامعه آماری هم نزدیک‌تر می‌شود (۱۵). این ماهیان را داخل یونولیت‌های پر از یخ قرار داده و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه عملیات زیست سنجی (Biometry) روی آن‌ها انجام گرفت. زیست سنجی شامل اندازه‌گیری طول کل (فاصله بین نوک پوزه تا انتهای باله دمی ماهی)، طول استاندارد (فاصله بین نوک پوزه تا انتهای ساقی دمی ماهی)، وزن کل و سن بود. پس از عملیات زیست‌سنجی، پوست ماهی از ناحیهٔ خلفی آبشش‌ها تا انتهای ساقه دمی برش داده شد و مقدار ۱۰ گرم بافت عضله از

انتهای ساقه دمی تهیه شد. سپس نمونه‌ها در کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌دار کوچک قرار داده شد و تا زمان اندازه‌گیری جیوهٔ کل در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد منجمد شدند (۱۶). در ادامه این فرآیند به منظور تعیین غلظت جیوه در نمونه‌ها، از آنجایی که متیل جیوه ترکیبی فرار است برای جلوگیری از تبخیر متیل جیوه موجود در نمونه‌ها، بافت‌های عضله توسط دستگاه فریز درایر (Freeze Dryer; Model, OPERON, FDCF – 12012) در دمای ٥٤ـ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ٢٤ ساعت خشک شدند. نمونه‌های خشک شده با هاون چینی و مخلوط کن کاملاً به شکل پودر در آمده و در ادامه مقدار ۵۰ میلی‌گرم نمونه بافت عضله خشک شده، از نمونه‌های آماده شده جدا گردید (۱۷) و غلظت جیوه کل (شامل ترکیبات آلی و معدنی جیوه) تجمع یافته در آن‌ها به وسیلهٔ دستگاه پیشرفته اندازه‌گیری جیوه (Analyzer Model; Leco Advanced Mercury AMA 254) ساخت کشور آمریکا، اندازه‌گیری شد. در این مطالعه به ترتیب از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ١٦ و Excel نسخه ۲۰۰۷ برای تجزیه و تحلیل نتایج و رسم نمودارها استفاده شد. آزمون‌های کولموگروف- سمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و لون (Leven) به ترتیب برای مشخص شدن تابعیت داده‌ها از توزیع نرمال و همگنی واریانس داده‌های به دست آمده، انجام شد. پس از اطمینان یافتن از نرمال بودن داده‌ها، برای مقایسه غلظت‌های جیوه در بافت عضله ماهیان مربوط به گروه‌های طولی مختلف ماهی کپور معمولی، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار، میانگین‌های جیوه در بین گروه‌های طولی با استفاده از آزمون دانکن (Duncan) در خلال این تحقیق با یکدیگر مقایسه شدند. تعیین رابطه غلظت جیوه موجود در نمونه‌ها با پارامترهای ریخت‌شناسی (طول استاندارد، طول کل و وزن کل) نیز با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون (Pearson correlation) صورت گرفت.

نتایج

نتایج بیومتری ماهیان این مطالعه در جدول ۱ به طور خلاصه نشان داده شده است. قابل ذکر است که این ماهیان در سه گروه طولی A، B و C (گروه طولی A با طول استاندارد بین ٦ تا ١٦ سانتیمتر و تعداد ۱۳ عدد، گروه طولی B با طول استاندارد بین ١٦ تا ٢٦ سانتیمتر و تعداد ۱۲ عدد و همچنین گروه طولی C با طول استاندارد بین ٢٦ تا ٣٦ سانتیمتر و به تعداد ١٦ عدد) طبقه‌بندی شدند. همان طور که در این جدول مشاهده می‌شود میانگین (± انحراف معیار) طول استاندارد ماهیان گروه‌های طولی A، B و C به ترتیب ۳/۰۱± ۱۱/۰۸، ۳/۳۸± ۲۲/۱۷ و ۱/۹۹± ۳۲/۰۷ به دست آمدند.

در جدول ۲ نیز می‌توان میزان حداقل، حداکثر و میانگین (± انحراف معیار) غلظت جیوه کل تجمع یافته در بافت عضله ماهی کپور معمولی که در ۳ گروه طولی نام برده تعیین شده بودند را به خوبی مشاهده کرد. ارقام میانگین (± انحراف معیار) غلظت جیوه در سه گروه طولی A، B و C به ترتیب ۰/۱۵±۰/۳۳۷، ۰/۲۱±۰/۵۵٦ و ۰/۱۹±۰/۷۹۸ بر حسب حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آمد که بیشترین میانگین مربوط به گروه طولی C و کمترین مربوط به گروه طولی A بود. همچنین جدول ۳ نشان دهنده حداکثر مجاز غلظت جیوه تجمع یافته

در بافت‌های مختلف ماهی توسط سازمان‌های مختلف جهانی است.

جدول ۱: خلاصه نتایج بیومتری ماهیان کپور معمولی صید شده از تالاب شادگان

پارامتر	طول استاندارد (cm)	طول کل (cm)	وزن کل (g)
	ماهیان متعلق به گروه طولی A با طول استاندارد بین ۶ تا ۱۶ سانتیمتر(n= ۱۳)		
حداقل	۶	۱۰	۹۶
حداکثر	۱۵/۵	۱۹/۵	۲۵۶
میانگین ± انحراف معیار	۱۱/۰۸ ± ۳/۰۱	۱۵/۳۱ ± ۲/۸۹	۱۷۴/۶۱ ± ۵۵/۵۷
	ماهیان متعلق به گروه طولی B با طول استاندارد بین ۱۶ تا ۲۶ سانتیمتر(n= ۱۲)		
حداقل	۱۶/۵۰	۲۰	۲۶۸
حداکثر	۲۵/۹	۳۲	۶۳۵
میانگین ± انحراف معیار	۲۲/۱۷ ± ۳/۳۸	۲۶/۷۷ ± ۴/۰۷	۴۴۸/۷۵ ± ۵۵/۶۴
	ماهیان متعلق به گروه طولی C با طول استاندارد بین ۲۶ تا ۳۶ سانتیمتر(n=۱۶)		
حداقل	۲۹	۳۳/۷۰	۶۲۵
حداکثر	۳۶	۴۲	۹۵۲
میانگین ± انحراف معیار	۳۲/۰۷ ± ۱/۹۹	۳۷/۱۲ ± ۲/۳۲	۷۷۷/۳۷ ± ۸۸/۸۵

جدول ۲: مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین غلظت جیوه کل تجمع یافته در بافت عضله ماهی کپور معمولی تالاب شادگان در گروه‌های طولی تعیین شده

گروه‌های طولی	پارامتر	غلظت جیوه
گروه طولی A	حداقل	۰/۱۱
	حداکثر	۰/۶۴
	میانگین ± انحراف معیار	۰/۳۳۷ ± ۰/۱۵
گروه طولی B	حداقل	۰/۱۷
	حداکثر	۰/۸۷
	میانگین ± انحراف معیار	۰/۵۵۶ ±۰/۲۱
گروه طولی C	حداقل	۰/۵۶
	حداکثر	۱/۲۱
	میانگین ± انحراف معیار	۰/۷۹۸ ± ۰/۱۹
کل ماهیان صید شده بدون در نظر گرفتن گروه‌های طولی	میانگین کل ± انحراف معیار	۰/۵۸۱ ± ۰/۲۷

جدول ۳: مقادیر حداکثر غلظت جیوه مجاز در بافت‌های مختلف ماهی بر اساس استانداردهای ارائه شده توسط سازمان‌های معتبر جهانی

استانداردهای جهانی	شماره منبع	حداکثر غلظت مجاز جیوه اعلام شده
WHO (World Health Organization) سازمان بهداشت جهانی	۵	۰/۵
FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) سازمان خوار و بار و کشاورزی ملل متحد	۵	۰/۵
EPA (Environmental Protection Agency) آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا	۵	۰/۳

برای مقایسه غلظت‌های جیوه کل، در بافت عضله ماهیان مربوط به گروه‌های طولی A، B و C ماهی کپور معمولی، از آزمون تجزیه واریانس (ANOVA) استفاده شد، که نشان داد اختلاف آماری معنی‌داری بین جیوه موجود در عضله ماهیان مربوط به این گروه‌های طولی وجود دارد (P=۰/۰۰۱). همچنین برای مقایسه میانگین غلظت جیوه موجود در ۳ گروه طولی مختلف از آزمون دانکن استفاده شد، که مقایسه این میانگین‌ها در سطح ۰/۰۱ درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱).

به منظور تعیین رابطه همبستگی غلظت جیوه موجود در نمونه‌ها با پارامترهای ریخت‌شناسی (طول استاندارد، طول کل و وزن کل) از آزمون همبستگی پیرسون (Pearson correlation) استفاده شد، که نتایج این آزمون در گروه‌های طولی مذکور، همچنین به صورت کلی و بدون در نظر گرفتن گروه‌ها در جدول ٤ نشان داده شده است. همان طور که در این جدول مشاهده می‌شود در گروه طولی A همبستگی مثبت و معنی‌داری بین غلظت جیوه موجود در بافت عضله ماهیان با طول استاندارد، طول کل و وزن کل وجود دارد. هر چند در گروه طولی B بین غلظت جیوه موجود در بافت عضله ماهیان با طول استاندارد و طول کل همبستگی وجود نداشت، ولی بین غلظت جیوه در بافت عضله ماهیان با وزن کل همبستگی وجود داشت. بقیه نتایج مربوط به همبستگی در جدول ٤ آورده شده است. نکته قابل توجه در این جدول این است که چنانچه همبستگی غلظت جیوه موجود در بافت عضله ٤١ ماهی صید شده را بدون در نظر گرفتن گروه‌های طولی و با پارامترهای طول استاندارد، طول کل و وزن کل در نظر بگیریم، متوجه می‌شویم که همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح آماری ۰/۰۱ وجود دارد.

جدول٤: نشان دهنده مقادیر همبستگی پیرسون بین جیوه موجود در بافت عضله با طول استاندارد، طول‌کل و وزن‌کل در ماهی کپور معمولی

گروه‌های طولی	پارامتر	میزان همبستگی پیرسون	P- value
گروه طولی A	طول استاندارد (cm)	۰/۵۹۱	۰/۰۳۳
	طول کل (cm)	۰/۶۰۳	۰/۰۲۹
	وزن کل (g)	۰/۷۰۵	۰/۰۰۷
گروه طولی B	طول استاندارد (cm)	۰/۵۷۱	۰/۰۵۳
	طول کل (cm)	۰/۵۴۴	۰/۰۶۸
	وزن کل (g)	۰/۶۳۲	۰/۰۲۷
گروه طولی C	طول استاندارد (cm)	۰/۴۰۸	۰/۱۱۷
	طول کل (cm)	۰/۳۶۲	۰/۱۶۸
	وزن کل (g)	۰/۳۹۳	۰/۱۳۲
کل ماهیان صید شده بدون در نظر گرفتن گروه‌های طولی	طول استاندارد (cm)	۰/۸۰۴	۰/۰۰۱
	طول کل (cm)	۰/۸۰۲	۰/۰۰۱
	وزن کل (g)	۰/۸۱۷	۰/۰۰۱

بحث

اگرچه طبیعت در مقابل آلاینده‌های مختلف از قابلیت و توان خودپالایی برخوردار است، اما کثرت مواد آلوده کننده در اغلب حالات این خاصیت بهینه سازی را از آن سلب می‌کند و سبب تغییرات اساسی در اکوسیستم‌ها و نابودی بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری و غیر قابل استفاده شدن آب، خاک و هوا می‌شود (۱۳). جیوه فلزی است که

در بدن انسان‌ها پیوندهای قوی‌ای با گروه‌های سولفیدریل (Sulfhydryl) موجود در پروتئین بر قرار می‌کند و مناطق هدف زیادی طی مراحل رشد و تکامل جنین دارد. ترکیبات فنیل جیوه و متیل‌جیوه جزء قوی‌ترین باز دارنده‌های شناخته شده تقسیم سلولی هستند (۲). ترکیبات جیوه آلی، به خصوص متیل جیوه می‌توانند از طریق دستگاه تنفس، دستگاه گوارش، پوست یا غشاهای مخاطی وارد بدن پستانداران شوند (۲،۱۸). اکثر کارشناسان در مورد خطرهای جیوه روی موجودات زنده در موارد زیر اتفاق نظر دارند. ۱- جیوه و ترکیباتش هیچ نوع فعالیت زیستی شناخته شده‌ای ندارند و حضور جیوه در موجودات زنده نامطلوب و بالقوه خطرناک است، ۲- اشکال مختلف جیوه با سمیّت پایین می‌توانند در طی فرآیندهای زیستی و دیگر فرآیندها به اشکالی آلی و با سمیّت بالا تبدیل شوند، ۳- متیل جیوه می تواند در بافت‌های موجودات زنده انباشته شده و همچنین در طول زنجیره‌های غذایی افزایش یابد و در نتیجه جیوه مستقیماً به انسان‌ها و دیگر مصرف-کنندگان سطوح بالاتر غذایی به شکل تغلیظ شده باز می‌گردد، ٤- جیوه جهش‌زا و سرطان‌زا است (۲).

در زمینه اندازه‌گیری فلزات سنگین در بافت‌های مختف ماهیان مطالعات قابل توجهی صورت گرفته است، بیشتر این مطالعات در سواحل جنوبی یا شمال کشور بوده که مهم‌ترین دلیل آن تغذیه بیشتر مردم این نواحی از ماهیان است. به عنوان مثال نوذری و همکاران (۱۹) به سنجش میزان جیوه در اندام‌های مختلف اردک ماهی تالاب انزلی پرداختند. در این تحقیق هیچ گونه همبستگی‌ای بین طول، وزن و سن اردک ماهی و میزان غلظت جیوه تجمعی یافت نشد، همچنین ترتیب غلظت جیوه در اندام‌های مختلف این ماهی به این صورت کبد < کلیه < عضله < طحال بوده است. در مطالعه دیگری ذوالفقاری و همکاران (۲۰) غلظت جیوه در بافت خوراکی ماهی شاه کولی تالاب انزلی را با هدف مقایسه مقادیر موجود با حد مجاز استانداردهای جهانی تعیین کردند. مقایسه بین میانگین جیوه عضله (۰/۰۷۱ میکروگرم بر گرم) با حد آستانه استانداردهای جهانی (FDA، FAO، EPA) تعیین شده، نشان داد که این میزان از سطوح استانداردها کمتر بود. علاوه بر موارد ذکر شده، در مطالعه انجام گرفته دیگری توسط رحیمی و همکاران (۲۱)، ماهی کپور معمولی صید شده از زاینده‌رود اصفهان را به منظور تعیین غلظت جیوه مورد سنجش قرار دادند و مشاهده نمودند که میانگین جیوه در عضله ماهیان مورد آزمایش (۰/۰٦۳ میکروگرم بر گرم)، کمتر از حداکثر مجاز تدوین شده توسط سازمان بهداشت جهانی بود. ولی با افزایش سن ماهیان و دور شدن از سرچشمه زاینده‌رود افزایش قابل ملاحظه‌ای در میزان تجمع این فلز در گوشت این ماهی مشاهده شد، نتایج مطالعه نشان داد که ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی به زاینده‌رود اصفهان مهم‌ترین عوامل آلودگی آب زاینده‌رود به فلز سنگین جیوه بود.

همچنین به مطالعات مشابه انجام گرفته در خارج از کشور می‌توان به این مطالعات اشاره کرد. dos Santos و همکاران (۲۲) برای ارزیابی غلظت جیوه در گونه‌های مختلف ماهی (در حوزه رودخانه Tapajos در برزیل، یعنی جایی که علاقه زیادی برای معدن‌کاری طلا وجود دارد)، ملاحظه کردند که بیشترین غلظت جیوه در عضله گونه‌های ماهی گوشت‌خوار دیده شد (با غلظت جیوه در حدود ۲۲۵۰- ۱۱۲ میکرو گرم بر گرم)، که بسیار بیشتر از

حد مجاز WHO بود. در این مطالعه، یک رابطه آماری بین غلظت جیوه و وزن گونه‌های ماهی گوشت‌خوار مشاهد شد. Scerbo و همکاران (۱۲) نیز در مطالعه خود در ایتالیا به پایش آلودگی جیوه در آب، رسوبات و گونه‌های مختلف ماهی پرداختند، نتایج نشان دهنده سطوح بالای جیوه در بیشتر نمونه‌ها بود، مخصوصاً در رسوبات کانال S. Marta یعنی جایی که مواد زائد یک کارخانه کلروآلکالی تخلیه می‌شد، غلظت بالایی از جیوه مشاهده گردید. میانگین غلظت جیوه در عضله و کبد گربه ماهی (Barbus graellsii) در رودخانه Cinca در شمال شرقی اسپانیا، محلی که ضایعات کارخانه کلروآلکالی که حاوی جیوه بود به درون آن ریخته می‌شد توسط Raldúa و همکاران (۲۳)، به ترتیب ۱/٤۸ و ۱/۷۸ میکروگرم بر گرم گزارش شد، که بالاتر از استانداردهای FDA، FAO، EPA بودند.

در مطالعه انجام گرفته تحقیق حاضر، بالاترین میانگین (±انحراف معیار) در رابطه با پارامترهای اندازه‌گیری شده طول استاندارد، طول کل و وزن کل مربوط به گروه طولی C بود و همچنین کمترین این مقادیر مربوط به گروه طولی A بود (جدول ۱). همچنین نتایج مربوط به سنجش جیوه کل نشان داد که بالاترین میانگین (± انحراف معیار) غلظت جیوه کل مربوط به گروه طولی C با بیشترین میانگین‌های طول استاندارد، طول کل و وزن کل و کمترین میانگین (± انحراف معیار) غلظت جیوه کل مربوط به گروه طولی A، با کمترین میانگین‌های طول استاندارد، طول کل و وزن کل بود (جداول ۱ و ۲). در واقع می‌توان از این مقایسه‌ها این نکته را متذکر شد که بالاتر بودن غلظت جیوه در گروه طولی C نسبت به B و B نسبت به A، به علت بیشتر بودن وزن (به دلیل تغذیه بیشتر در طی زمان) و به تبع آن افزایش طول بدن و در نهایت افزایش یافتن مقدار جیوه تجمعی است. دارا بودن خاصیت تجمع زیستی، بالا بودن نیمهٔ عمر و ماندگاری جیوه در بدن ماهی از دلایل عمده افزایش مقادیر آن همگام با افزایش وزن و طول بدن است (۲، ۵،۱۱).

نتیجه آزمون تجزیه واریانس برای مقایسه بین داده های مربوط به غلظت جیوه در ۳ گروه طولی A، B و C ماهی کپور معمولی، اختلاف آماری معنی‌داری را نشان داد، که دلیل آن را می‌توان به تفاوت در گروه های طولی متفاوت، وزن‌های متفاوت و در نتیجه نتایج مختلف در جیوه تجمعی ربط داد، به طوری که با افزایش طول و وزن ماهیان صید شده، غلظت جیوه نیز زیاد می‌شود (جدول ۲). مطالعات مختلفی که بر روی گونه‌های متفاوت ماهی و در نقاط گوناگون دنیا انجام گرفته است، نشان داده‌اند افزایش وزن و طول ماهی رابطه معنی‌داری با افزایش غلظت جیوه تجمعی دارد که با نتایج حاصل از این پژوهش همخوانی دارد (۵-۲۷،۲٤).

در تجزیه و تحلیل داده‌ها به روابط بین میزان تجمع فلز سنگین جیوه با پارامترهای ریخت شناسی؛ طول استاندارد، طول کل و وزن کل ماهی کپور معمولی جهت درک و فهم رفتار متابولیکی فلز جیوه و فرآیندهای مؤثر بر افزایش و تجمع آن در بافت عضله که تحت تأثیر عوامل زیستی و غیر زیستی می باشند، پرداخته شد. رفتار تجمعی فلز جیوه در بافت عضله با توجه به طول استاندارد، طول کل و وزن کل به صورت ضرایب همبستگی مورد آزمون قرار گرفت. همان طور که در جدول ٤ مشاهده می‌شود در گروه طولی A همبستگی مثبت و معنی‌داری بین غلظت جیوه تجمع یافته در بافت عضله با طول

استاندارد، طول کل و وزن کل وجود داشت. در گروه طولی B همبستگی‌ای بین غلظت جیوه در بافت عضله با طول استاندارد و طول کل وجود نداشت، ولی این همبستگی با وزن کل به طور معنی‌داری مثبت بود. از آنجایی که تعداد نمونه‌ها در این گروه ۱۲ عدد بودند، این احتمال وجود داشت که با افزایش تعداد نمونه‌ها، همبستگی بین غلظت جیوه در بافت عضله با طول استاندارد و طول کل بیشتر و معنی‌دار شود. در گروه طولی C مشاهده شد که علی‌رغم این که تعداد نمونه‌های این گروه بیشتر از دو گروه قبلی بود ولی همبستگی‌ها ضعیف‌تر بود. شاید دلیل کم بودن این همبستگی‌ها این است که اختلاف سنی ماهیان این گروه نسبت به دو گروه A و B بیشتر است، یعنی هر چه ماهی‌ها از لحاظ جثه بزرگتر باشند، محدوده (Range) اختلاف سنی آن‌ها با همگروه‌های طولی آن‌ها نیز بیشتر می‌شود. از آنجایی که سن ماهی یک عامل مؤثر در غلظت جیوه است، یعنی هر چه سن بیشتر شود غلظت جیوه نیز به تبع آن افزایش می‌یابد (۲، ۵،۲۵)، لذا در وزن‌ها و طول-های مشابه بالاتر، غلظت‌های متفاوتی از جیوه وجود دارد (۲) و همین عامل، همبستگی را تضعیف می‌کند. علی‌رغم موارد ذکر شده، در تمام ماهیان صید شده بدون در نظر گرفتن گروه‌های طولی، همبستگی پیرسون نشان داد که رابطه‌ای معنادار و مثبت بین غلظت فلز جیوه در بافت عضله ماهی کپور معمولی با پارامترهای وزن کل، طول کل و طول استاندارد در سطح ۰/۰۱ وجود داشت.

همان‌طور که پیش از این نیز ذکر گردید، تجمع زیستی، بالا بودن نیمهٔ عمر و ماندگاری جیوه در بدن از دلایل عمده افزایش مقادیر آن همگام با افزایش وزن و طول بدن است (۲، ۵، ۲۶، ۲۷). در تحقیقی که توسط Burger و Gochfeld (۲٤) صورت گرفت، غلظت جیوه را در بافت‌های کبد و عضله ماهی (Gadus macrocephalus) در رابطه با فاکتورهای طول و وزن در آلاسکا اندازه‌گیری کردند. نتایج سطوح جیوه، همبستگی معنی‌دار مثبتی را با طول و وزن نشان داد. خوشناموند و همکاران (۵) نیز در مطالعه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌داری بین غلظت جیوه در بافت عضله ماهی کپور معمولی سد قشلاق سنندج با متغیرهای طول کل، طول استاندارد و وزن کل یافتند. نتایج مشابهی نیز توسط Kehrig و همکاران (۲۵)، Weis (۲٦)، Farias و همکاران (۲۷)، بر روی گونه‌های متفاوت ماهی نیز به دست آمده که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. این رابطه مثبت بین طول و وزن ماهی با غلظت جیوه، مخصوص تمام دریاچه‌ها و ذخایر آبی دنیا است و نشانه تجمع زیستی است (۲٦، ۵ ،۲). لذا می‌توان از ماهی کپور معمولی تالاب شادگان به عنوان یک شاخص زیستی آلودگی جیوه برای آب تالاب استفاده کرد. هر چند پژوهشگرانی نظیر طاهری‌آزاد و همکاران (۲۸) و نوذری و همکاران (۱۹) هیچ گونه همبستگی‌ای بین غلظت جیوه تجمع یافته در بافت کبد و عضله ماهی سوف دریای خزر و اردک ماهی تالاب انزلی با متغیرهای ریختی ماهی مشاهده نکردند. شاید دلیل این امر شکارگر بودن ماهی سوف و اردک ماهی و قرار گرفتن آن‌ها در رأس هرم غذایی باشد، که تحت تأثیر پدیده بزرگ نمایی زیستی بدون این که افزایش وزن یا سن زیادی پیدا کند، مقادیر زیادی جیوه را از طریق شکار سایر گونه‌های ماهی آلوده به فلز سنگین جیوه دریافت می‌کند (۲). از آنجایی که حد مجاز جیوه تجمع یافته در بافت عضله ماهی بر طبق استاندارد ارائه شده توسط EPA، ۰/۳ و

FAO و WHO، ۰/۵ میکروگرم بر گرم تعیین شده است (۵)، لذا مقایسه نتایج کسب شده در این مطالعه با استانداردهای مذکور نشان می‌دهد که میانگین جیوه در بافت عضله ۳ گروه طولی در این مطالعه، بیشتر از استاندارد EPA و این میانگین‌ها در بافت عضله دو گروه B و C بیشتر از دو استاندارد FAO و WHO بودند.

ذکر این نکته ضروری است که مقادیر مشخص شده از سوی سازمان‌های گفته شده، مقادیری هستند که در غلظت‌های جیوه تجمع یافته بیشتر از این حدود تأثیرات خود را نشان می‌دهند، در حالی که ممکن است مقادیر کمتر از این استانداردها آثار مضر نامشخصی بر سلامت موجودات زنده و انسان داشته باشند. چرا که طبق گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی هر سطح و هر مقداری از جیوه می‌تواند مضر باشد و هیچ سطح اثر ویژه‌ای را برای جیوه نمی‌توان تعیین کرد.

با توجه به این که بررسی مقدار تجمع عناصر سمّی در بافت‌های زنده بدن آبزیان می‌تواند به عنوان یک شاخص زیستی برای پایش آلودگی محیط آبی به این عناصر مورد استفاده قرار بگیرند و نظر بر این که نتایج این مطالعه بیانگر وجود آلودگی نسبی جیوه در بافت خوراکی ماهی کپور معمولی تالاب شادگان است، پیشنهاد می‌شود که آموزش‌های بهداشتی و زیست محیطی لازم به کلیه افراد ساکن در منطقه به خصوص ساکنین محلی جهت افزایش آگاهی آن‌ها در مورد مصرف ماهیان آلوده به جیوه داده شود که حتی‌الامکان از ماهیان این تالاب برای تغذیه استفاده نشود یا اگر قرار است که استفاده شود به صورت محدود و به ازای یک سرانه سالیانه یا ماهیانه مشخصی باشد، که مصرف بیشتر از آن ممکن است موجب ایجاد عوارض ناگواری گردد. همچنین غلظت فلز جیوه تجمع یافته در بافت‌های دیگر ماهیان موجود در تالاب مورد بررسی قرار گیرد. به نظر می‌رسد اندازه‌گیری فلز جیوه در بدن موجودات کف‌زی (سخت پوستان و نرم‌تنان)، پلانکتون‌ها، گیاهان آبزی، پرندگان ماهی‌خوار و مردمان منطقه، جهت ردیابی دقیق فلز جیوه در زنجیره غذایی موجود در منطقه با توجه به ویژگی بزرگ‌نمایی فلز جیوه ضروری باشد. در مطالعات بعدی اندازه‌گیری دیگر فلزات سنگین در بافت‌های خوراکی و غیر خوراکی ماهی کپور معمولی و دیگر ماهیان در تالاب شادگان می‌تواند زمینه تحقیقات مناسبی در افزایش دانش ما از وضعیت کیفیت زیستی و بهداشتی محصولات شیلاتی این تالاب و جلوگیری از بروز مشکلات زیست‌محیطی احتمالی در آینده باشد. بایستی مضرات خطرناک و غیر قابل جبران جیوه (بر روی انسان‌ها و محیط زیست) برای عوامل اجرایی طرح‌های صنعتی مجاورت تالاب که صنعت آن‌ها باعث آلودگی جیوه می‌شود، بیان گردد، تا در فرآیندهای تولید از فلز جیوه به عنوان کاتالیزور یا ماده‌ای که در مرحله‌ای برای تولید یک محصول نیاز است، استفاده نشود و از مواد کم خطرتر و سازگار با محیط زیست استفاده گردد یا روش‌های مناسب و به روز دیگر، جایگزین روش استفاده از جیوه شود. اگر چنانچه این مورد عملی نباشد، عملیات تصفیه پساب یا فاضلاب طرح‌های صنعتی تولید کننده آلودگی جیوه، به منظور حذف کامل این فلز قبل از ریختن این پساب به محیط تالاب یا هر محیط دیگری ضروری است.

نتیجه‌گیری

با توجه به این که مطالعات قبلی وجود جیوه را در آب و بافت پرندگان تالاب شادگان نشان داده بودند، این تحقیق نیز در راستای تکمیل مطالعات قبلی، وجود این فلز سمّی و خطرناک را در بافت ماهی کپور معمولی این تالاب نشان داد و این که میانگین غلظت جیوه تجمع یافته در این ماهی بالاتر از حد مجاز ارائه شده توسط استاندارد توصیه شده EPA و در ماهیان بالاتر از وزن ۵۰۰ گرم فراتر از حد مجاز FAO و WHO بود. لذا ضروری است که احتیاط بیشتری در مورد مصرف گوشت این ماهی انجام شود. همچنین مطالعات تکمیلی در آینده به منظور بررسی تأثیرات مصرف این ماهیان بر سلامت مردمان بومی منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و سپاسگزاری خود را از گروه محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس، مسئول آزمایشگاه محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس و کلیه عزیزانی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند، ابراز می‌دارند.

References

1. Kumar A. Heavy Metal Pollution Research: Recent Advances. New Delhi: Daya Publishing House; 2006.
2. Eisler R. Mercury Hazards to Living Organisms. Florida, USA: CRC Press; 2006.
3. Wang X, Qu R, Wei Z, Yang X, Wang Z. Effect of water quality on mercury toxicity to Photobacterium phosphoreum: Model development and its application in natural waters. Ecotoxicol Environ Saf. 2014 Jun;104:231-8.
4. Agusa T, Kunito T, Tanabe S, Pourkazemi M, Aubrey DG. Concentrations of trace elements in muscle of sturgeons in the Caspian Sea. Mar Pollut Bull. 2004 Nov;49(9-10):789-800.
5. Khoshnamvand M, Kaboodvandpour S, Ghiasi F. A comparative study of accumulated total mercury among white muscle, red muscle and liver tissues of common carp and silver carp from the Sanandaj Gheshlagh Reservoir in Iran. Chemosphere. 2013 Jan;90(3):1236-41.
6. Eagles-Smith CA, Ackerman JT. Mercury bioaccumulation in estuarine wetland fishes: Evaluating habitats and risk to coastal wildlife. Environmental Pollution. 2014;193:147-55.
7. Miniero R, Beccaloni E, Carere M, Ubaldi A, Mancini L, Marchegiani S, et al. Mercury (Hg) and methyl mercury (MeHg) concentrations in fish from the coastal lagoon of Orbetello, central Italy. Mar Pollut Bull. 2013 Nov 15;76(1-2):365-9.
8. Jackson TA. Methyl mercury levels in a polluted prairie river–lake system: seasonal and site-specific variations, and the dominant influence of trophic conditions. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1986; 43(10): 1873-87.
9. Storelli MM, Giacominelli-Stuffler R, Storelli A, Marcotrigiano GO. Accumulation of mercury, cadmium, lead and arsenic in swordfish and bluefin tuna from the Mediterranean Sea: a comparative study. Mar Pollut Bull. 2005 Sep;50(9):1004-7.
10. Jewett SC, Duffy LK. Mercury in fishes of Alaska, with emphasis on subsistence species. Sci Total Environ. 2007 Nov 15;387(1-3):3-27.
11. Kannan K, Smith RG Jr, Lee RF, Windom HL, Heitmuller PT, Macauley JM, et al. Distribution of total mercury and methyl mercury in water, sediment, and fish from south Florida estuaries. Arch Environ Contam Toxicol. 1998 Feb;34(2):109-18.
12. Scerbo R, Ristori T, Stefanini B, De Ranieri S, Barghigiani C. Mercury assessment and evaluation of its impact on fish in the Cecina river basin (Tuscany, Italy). Environ Pollut. 2005 May;135(1):179-86.
13. Zamani-Ahmadmahmoodi R, Esmaili-Sari A, Ghasempouri SM, Savabieasfahani M. Mercury levels in selected tissues of three kingfisher species; Ceryle rudis, Alcedo atthis, and Halcyon smyrnensi, from Shadegan Marshes of Iran. Ecotoxicology. 2009 Apr;18(3):319-24.
14. Nasirian H, Mahvi AH, Hosseini M, Vazirianzadeh B, Sadeghi SMT, Nazmara S. Study on the heavy metal bioconcentrations of the Shadegan international wetland mosquitofish, Gambusia affinis, by inductively coupled plasma technique. J Environ Health Sci Eng. 2013; 11: 22.
15. Momeni M, Ghayomi AF. Statistical analysis using SPSS. Tehran: Ketabe Nov; 2009. Persian.
16. Voegborlo RB, Akagi H. Determination of mercury in fish by cold vapour atomic absorption spectrometry using an automatic mercury analyzer. Food Chemistry. 2007;100(2):853-8.

17. Houserova P, Kuban V, Kracmar S, Sitko J. Total mercury and mercury species in birds and fish in an aquatic ecosystem in the Czech Republic. Environ Pollut. 2007 Jan;145(1):185-94.
18. Sedlackova L, Kruzikova K, Svobodova Z. Mercury speciation in fish muscles from major Czech rivers and assessment of health risks. Food Chem. 2014 May 1;150:360-5.
19. Nozari M, Esmaili-Sari A, Riyahi A. Measurement and comparison of mercury concentrations in different tissues of Esox lucius from Anzali wetland [dissertation]. Tehran: Tarbiat Modares University; 2005. Persian.
20. Zolfaghari G, Esmaili Sari A, Ghasempouri SM, Ghorbani F, Ahmadifard N, Shokri Z. Relationship beetween age, gender and weight with mercury concentration in different organs of Chalcalburnus chalcalburnus from Anzali wetland. Iranian Journal of Marine Science and Technology. 2006; 5(3-4): 23-31. Persian.
21. Rahimi E, Reisi M, Fadaeifard F, Hashemi M. Measuring mercury in the meat of Carp fish, caught from Zayandehrood. The 15th veterinary congress of Iran; 2008 Apr 26-28; Tehran: Iran Veterinary Assocation; 2008.
22. dos Santos LS, Muller RC, de Sarkis JE, Alves CN, Brabo ES, Santos EO, et al. Evaluation of total mercury concentrations in fish consumed in the municipality of Itaituba, Tapajos River Basin, Para, Brazil. Sci Total Environ. 2000 Oct 16;261(1-3):1-8.
23. Raldua D, Diez S, Bayona JM, Barcelo D. Mercury levels and liver pathology in feral fish living in the vicinity of a mercury cell chlor-alkali factory. Chemosphere. 2007 Jan;66(7):1217-25.
24. Burger J, Gochfeld M. Risk to consumers from mercury in Pacific cod (Gadus macrocephalus) from the Aleutians: fish age and size effects. Environ Res. 2007 Oct;105(2):276-84.
25. Kehrig HA, Malm O, Moreira I. Mercury in a widely consumed fish Micropogonias furnieri (Demarest, 1823) from four main Brazilian estuaries. Sci Total Environ. 1998 Jun 10;213(1-3):263-71.
26. Weis IM. Mercury concentrations in fish from Canadian Great Lakes areas of concern: an analysis of data from the Canadian Department of Environment database. Environ Res. 2004 Jul;95(3):341-50.
27. Farias RA, Hacon S, Campos RC, Argento R. Mercury contamination in farmed fish setup on former garimpo mining areas in the Northern Mato Grosso State, Amazonian region, Brazil. Sci Total Environ. 2005 Sep 15;348(1-3):128-34.
28. Taheriazad L, Esmaili Sari A, Razaie Tavabe, K. Mercury content in the liver of Zander fish (Sander lucioperca) in relation to length, weight, age and sex. Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi). 2009; 84**:** 10-17. Persian.

Journal of Health & Development Original Article

Vol. 5, No. 1, Spring 2016 Received: 29.06.2014 Accepted: 20.06.2015

Measurement and Comparison of Mercury Concentration in Different Length Groups of Common Carp Muscle Tissue from the Shadegan Wetland

Mehdi Khoshnamvand[1], Fatemeh Mojodi[2], Rasoul Khosravi[3]

Abstract

Background: Due to the ecological importance of the Shadegan wetland as a valuable international wetland and some studies reporting high mercury concentration in its water and birds' tissues, this study was done to measure and compare the concentration of accumulated mercury in different length groups of common carp muscle tissue and to determine the correlation of mercury concentration with morphological parameters such as standard length, total length and total weight.

Methods: In this cross-sectional study, 41 common carp fish were randomly captured in summer 2011 from the Shadegan wetland, and they were classified into three groups based on their lengths. Samples were prepared from their muscle tissues and mercury concentration was determined by Advanced Mercury Analyzer. The relation between mercury concentration in the samples and demographic characteristics was determined by Pearson's Correlation Coefficient.

Results: Mean (±Standard deviation) mercury concentration in groups of A, B and C were respectively 0.337±0.15, 0.556±0.21 and 0.798±0.19 µg gr^{-1} of dry weight basis. Comparison of mercury concentrations of muscle tissues among the three groups showed statistically significant difference (P=0.001); so that, mercury concentration was increased with increase of weight and length.

Conclusion: Mercury concentration in fish weighing more than 500 grams were higher than the limit allowed by WHO and EPA, it is necessary to be more careful about consuming this fish.

Key words: Shadegan wetland, Mercury, Muscle tissue, Common carp fish, Morphological parameters

1- MSc, Department of Environmental Sciences, School of Sarayan Agriculture, University of Birjand, Sarayan, Iran
2- PhD Student, Department of Environmental Sciences, School of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3- PhD Student, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences and Health Services, Yazd, Iran
Corresponding Author: Mehdi Khoshnamvand **Email:** mkhoshnamvand@birjand.ac.ir
Address: Department of Environmental Sciences, Sarayan School of Agriculture, University of Birjand, Sarayan, Iran
Tel: 056-32881951 **Fax:** 056-32881950