فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی و تکوین جانوری
شماره پیاپی ۳۲، جلد ۹، شماره ۱، زمستان۹۴، صفحه ۹ تا ۱۶

بررسی رابطه بین وزن بدن و میزان سرب و جیوه در ماهی قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*) پرورشی در رودخانه دوهزار تنکابن

محمدرضا قمی

۱– دانشیار گروه شیلات، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن- ایران. **mghomi@tonekabon.iau.ac.ir**

تاریخ دریافت:۹٤/۷/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹٤/۱۲/۵

چکیده

زمینه و هدف: فلزات سنگین به دلیل برخورداری از خاصیت تجمع پذیری در بافت های مختلف و عدم تجزیه پذیری، به تدریج در بافت های چربی بدن انسان ذخیره شده و از این راه موجب بروز بیماری های حاد و مزمن می شوند. در این مطالعه، رابطه بین وزن بدن ماهی و فلزات سنگین سرب و جیوه در عضله ماهی قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*) پرورشی در یکی از کارگاه های رودخانه دوهزار تنکابن سنجیده و مقایسه فلزات سنگین سرب و جیوه با استانداردهای بین المللی WHO هدف دیگر تحقیق بوده است.

روش کار: تعداد ۲۰ قطعه قزل آلای رنگین کمان پرورشی رودخانه دوهزار تنکابن(محدوده وزنی ۳۰ تا ٤۱۰ گرم) از یکی از کارگاه های پرورشی به صورت تصادفی نمونه گیری شد. نمونه های سرب و جیوه در یک مطالعه همبستگی پیرسون توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد.

یافته ها: میانگین میزان سرب و جیوه در ماهی قزل آلای رنگین کمان پرورشی به ترتیب برابر ۰/۱۰۷ و ۰/۰۲۲ میکروگرم بر گرم عضله بوده است. میزان همبستگی بین وزن ماهی و میزان سرب و جیوه عضله به ترتیب برابر ۰/۲٤۳ =r و ۰/۲۰٤ -=r و میزان سطح معنی دار آزمون تحلیل واریانس رگرسیون آنان نیز به ترتیب برابر ۰/۳۰۱ =P و ۰/۳۸۸ =P شده است.

نتیجه گیری: وزن بدن ماهی تاثیری در میزان فلزات سنگین سرب و جیوه در عضله آن ندارد(۰/۰۵ < P). هم چنین میزان سرب و جیوه اندازه گیری شده در عضله ماهی قزل آلای رنگین کمان در تحقیق حاضر از حد قابل قبول استاندارد WHO کمتر می باشد و دلالت بر سالم بودن این ماهی در این رودخانه برای مصارف انسانی دارد.

واژه های کلیدی: ماهی قزل آلای رنگین کمان، سرب، جیوه، رودخانه دوهزار تنکابن.

مقدمه

درحال حاضر پرورش ماهی در اکثر کشورهای جهان متداول و در حال توسعه است و در آب های داخلی ایران نیز امکانات وسیعی در زمینه تکثیر و پرورش آبزیان وجود دارد. آبزیان منبع مهمی برای غذای انسان به شمار می آیند، به طوری که حدود ۱۶ درصد پروتئین مصرفی انسان را تشکیل می دهند(۱۱). ماهی ها و فرآورده های آن به عنوان منابع غذایی حاوی پروتئین هایی با کیفیت بالا، چربی های اشباع نشده، ویتامین ها و مواد معدنی دارای اهمیت هستند(۲۲). ماهیان سردابی در بین ماهیان پرورشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، که به دلیل داشتن کیفیت مطلوب، به عنوان یک غذای لذیذ و بازار-پسند مورد توجه می باشند. بنابر آمار شیلات ایران، میزان پرورش ماهیان سردابی در سال ۱۳۷۹ از ۹۰۰۰ تن در سال به حدود ۶۲۰۰۰ تن در سال ۱۳۸۷ افزایش یافته است(۱۲). از مهم ترین عوامل موثر در آسیب پذیری اکوسیستم های آب شیرین، می توان به آلودگی آن‌ها به انواع مختلف فلزات سنگین، مواد نفتی و رادیواکتیوی اشاره کرد. فلزات سنگین به دلیل برخورداری از خاصیت تجمع پذیری در بافت های مختلف و عدم تجزیه پذیری، به تدریج در بافت های چربی بدن انسان ذخیره شده و از این راه موجب بروز بیماری های حاد و مزمن می شوند. فلزات سنگین اثرات مختلفی از قبیل کاهش رشد، تغییر

رفتار، تغییرات ژنتیکی و مرگ و میر این آبزیان را باعث می شوند، که این اثرات در نهایت موجب نابودی و کاهش گونه ها و سبب تغییر در اکوسیستم آبی گشته و توازن آن ها را بر هم می‌زند(۵). در حالت طبیعی، سرب در سنگ های با غلظت های متفاوت وجود دارد و در حین هوازدگی و فرسایش شیمیایی کانی ها به درون خاک، آب و هوا وارد می شود و در نهایت با ورود به گیاهان به زنجیره غذایی راه می یابد. معمولاً عوارض حاد در ابتدا و عوارض مزمن بعدها ظاهر می‌شود. از عوارض حاد می‌توان تغییرات لثه‌ها، قولنج سربی، راشیتیسم سربی، عوارض عصبی سربی، فلج عصبی و بالاخره کم خونی را نام برد. عوارض مزمن مسمومیت‌های سربی نیز شامل نفریت سربی و عوارض دستگاه تناسلی می‌باشند. کم خونی عموماً با عوارض دیگر حاصل از مسمومیت سرب همراه بوده و شاید تنها عارضه بالینی باشد که در مسمومیت مزمن با مقادیر کم سرب مشاهده می‌شود. کم خونی حاصل از سرب گلبول‌های قرمز را کوچک تر از اندازه طبیعی کرده و سطح آن ها را چروکیده می‌کند و کم شدن ضریب رنگی در خون در اثر کمبود آهن مشاهده می‌شود(۸). منابع زیادی از ورود جیوه به محیط زیست هم از راه طبیعی و هم وابسته به فعالیت های انسان وجود دارد. منابع طبیعی شامل آتشفشان ها، ذخایر طبیعی جیوه و تبخیر از اقیانوس می باشد. منابع وابسته به انسان شامل احتراق زغال سنگ، صنایع کلرآلکالی و خمیرچوب و رنگ، سوزاندن زایدات و فرآیندهای فلزی، و قارچ کش ها می باشد. ماهیان تجمع دهنده های مهمی بوده و به عنوان شاخص آلودگی جیوه در محیط‌های آبی دریایی و محیط های آب شیرین به کار می‌روند(۳). انسان عموماً جیوه را به شکل متیل جیوه از طریق روده جذب می کند. عمده ترین عوارض ناشی از مسمویت با جیوه بروز اختلالات عصبی و کلیوی می‌باشد که در اثر ترکیبات آلی و معدنی جیوه ظاهر می‌شود. رودخانه دوهزار یکی از رودخانه های پر آب حوضه جنوبی دریای خزر بوده با حجم متوسط جریان این رودخانه ۱۲۶ میلیون متر مکعب در سال و وزن متوسط رسوب ۲۷ هزار تن و دبی جامد ویژه(موادمعلق) ۴/۱۶۳ تن درکیلومتر مربع در سال است(۱۹). در حال حاضر در مسیر این رودخانه حدود ۱۵مزرعه فعالیت دارند که در سال ۱۳۸۳ بالغ بر ۱۶۲۵ تن گوشت ماهی تولید نموده‌اند(۱۳). از آن جایی که به ازای تولید هر تن ماهی حدود نیم تن ماده جامد قابل رسوب تولید خواهد شد(۹). در مطالعه حاضر بررسی فلز سنگین سرب و جیوه در ماهی قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*) پرورشی در رودخانه دوهزار تنکابن با هدف به دست آوردن مقادیر این فلز در بافت عضله این ماهی تجارتی و رابطه آن دو فلز با وزن بدن انجام می شود. بنابراین، نتایج حاصل از این تحقیق علاوه بر این که غلظت های این فلزات را به عنوان آلاینده های شیمیایی این محیط آبی(رودخانه دوهزار تنکابن) به دست می‌دهد، هم چنین نگرانی های موجود را در خصوص سلامت و بهداشت عمومی برای مصرف محصولات غذایی حاصل از این ماهی را برطرف می نماید.

مواد و روش ها

تعداد ۲۰ قطعه قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرورشی رودخانه دوهزار تنکابن از یکی از کارگاه های پرورشی آن جا به صورت تصادفی نمونه گیری و به دلیل همبستگی بودن نوع مطالعه، محدوده وزنی کاملاً متنوع ۳۰ تا ۴۱۰ گرم از نمونه ها گرفته شد. نمونه های تهیه شده پس از قرار داده شدن در فلاسک محتوی یخ بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و پس از شستشوی نمونه ها با آب مقطر نسبت به جدا کردن بافت عضله نمونه های مورد مطالعه به منظور انجام عمل هضم شیمیایی اقدام گردید. تا زمان شروع

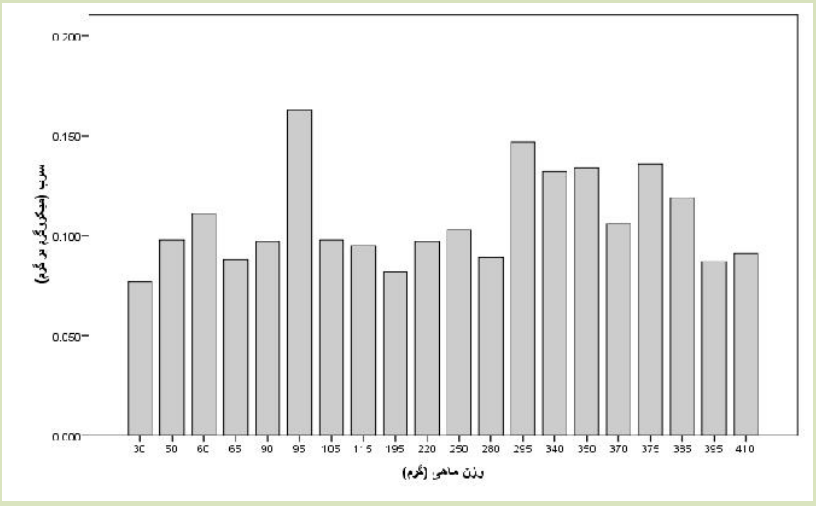
آنالیزها نمونه ها در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی-گراد نگهداری شد. برای تعیین مقادیر فلزات سنگین ابتدا باید نمونه ها آماده سازی شوند که برای آماده سازی نمونه های عضله، ابتدا عضله را از فریزر خارج نموده و بعد از دفریز شدن، نمونه از عضلات تهیه گردید. ۱۰ گرم از عضله ماهی نمونه‌ها پس از توزین در بالن قرار داده و ۵۰ سی سی آب اکسیژنه ۳۰٪ و ۵۰ سی سی اسید نیتریک خالص به آن اضافه گردید(۲۳). سپس بالن های متصل شده به گیره بر روی شعله به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه تحت گرمای ملایم قرار گرفت تاکل حجم نمونه هضم شده به ۵ سی سی رسید. نمونه را از روی شعله برداشته و با اضافه کردن ۵ سی سی آب مقطر آن را به حجم ۱۰ سی‌سی رسانده و سپس آن را در ظرفی که از قبل برای نگه‌داری آن ها آماده شده بود ریخته و برای اندازه‌گیری فلزات جیوه و سرب با دستگاه جذب اتمی(Atomic absorption) به آزمایشگاه انتقال داده شد(۲۳). تجزیه و تحلیل نتایج توسط نرم افزار SPSS16 با آزمون کولموگرف-اسمیرنوف تابعیت داده ها از توزیع نرمال بررسی شده و با وجود نرمال بودن داده ها از آزمون همبستگی پیرسون(Pearson's correlation) به منظور بررسی ارتباط میان میزان فلزات سنگین با وزن ماهیان استفاده و تفاوت ها در سطح آماری ۹۵٪ بررسی شد.

نتایج

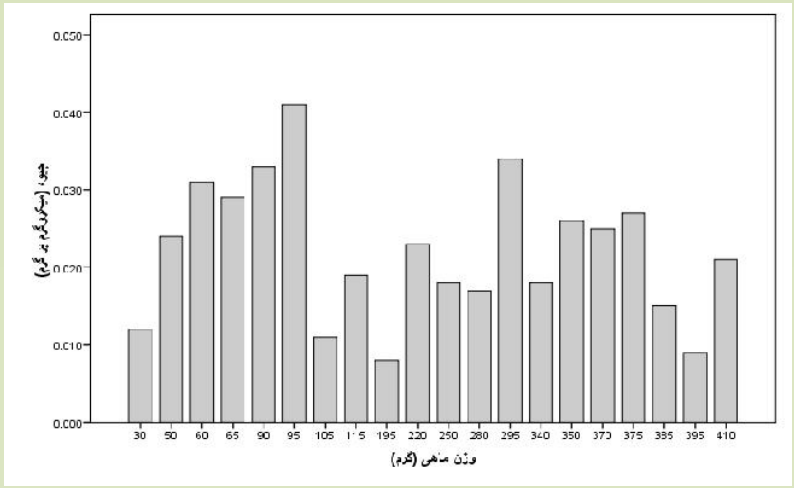
براساس نتایج به دست آمده از جدول ۱ مشخص گردید بین وزن بدن ماهی قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*) پرورشی از کارگاه-های رودخانه دوهزار تنکابن و میزان فلزات سنگین سرب و جیوه موجود در عضله براساس نتایج حاصله، کم‌ترین و بیشترین میزان سرب در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی از کارگاه‌های رودخانه دوهزار تنکابن به ترتیب ۰/۰۷۷ و ۰/۱۶۳ میکروگرم بر گرم وزن تر با میانگین ۰/۱۰۷ میکروگرم بر گرم عضله و کم‌ترین و بیشترین میزان جیوه در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی از کارگاه‌های رودخانه دوهزار تنکابن به ترتیب ۰/۰۰۸ و ۰/۰۴۱ میکروگرم بر گرم وزن تر با میانگین ۰/۰۲۲ میکروگرم بر گرم عضله بوده است. میزان همبستگی بین وزن ماهی و میزان سرب و جیوه عضله به‌ترتیب برابر r= ۰/۲۴۳ و r=- ۰/۲۰۴ و میزان سطح معنی داری آزمون تحلیل واریانس رگرسیون آنان نیز به‌ترتیب برابر ۰/۳۰۱ =P و ۰/۳۸۸ =P شده است. لذا آزمون برای هردو فلز معنی دار نشده و نشان می دهد که با تغییر وزن بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی از کارگاه‌های رودخانه دوهزار تنکابن مورد مطالعه در این تحقیق، میزان فلزات سنگین سرب و جیوه تغییر معنی داری نمی‌یابد(۰/۰۵< P) و به‌عبارت دیگر، افزایش وزن بدن موجب افزایش تجمع فلزات سنگین سرب و جیوه در این ماهی و در شرایط پرورشی کارگاه مجاور این رودخانه نمی شود. نمودارهای ستونی متغیرهای وزن ماهی و مقادیر سنجش شده سرب و جیوه به‌ترتیب در نمودار ۱ و ۲ و پراکنش رگرسیون متغیرهای وزن ماهی و مقادیر سنجش شده سرب و جیوه به‌ترتیب در نمودار ۳ و ۴ نشان داده که در این ماهی ارتباط معنی داری بین وزن و تجمع فلزات سنگین سنجش شده وجود ندارد(۰/۰۵< P). براساس نمودار ۳ و ۴، الگوی خط رگرسیون در رابطه بین وزن بدن ماهی قزل آلای رنگین کمان پرورشی از کارگاه-های رودخانه دوهزار تنکابن با فلز سنگین سرب مثبت (r= ۰/۲۴۳) و برای جیوه منفی (r=- ۰/۲۰۴) می باشد هرچند رابطه هردو غیر معنی دار شده است.

جدول۱- داده های توصیفی وزن ماهی و میزان سرب وجیوه سنجش شده در عضله، و میزان همبستگی (r) و سطح معنی داری (*P*-value) رابطه وزن ماهی با سرب و جیوه

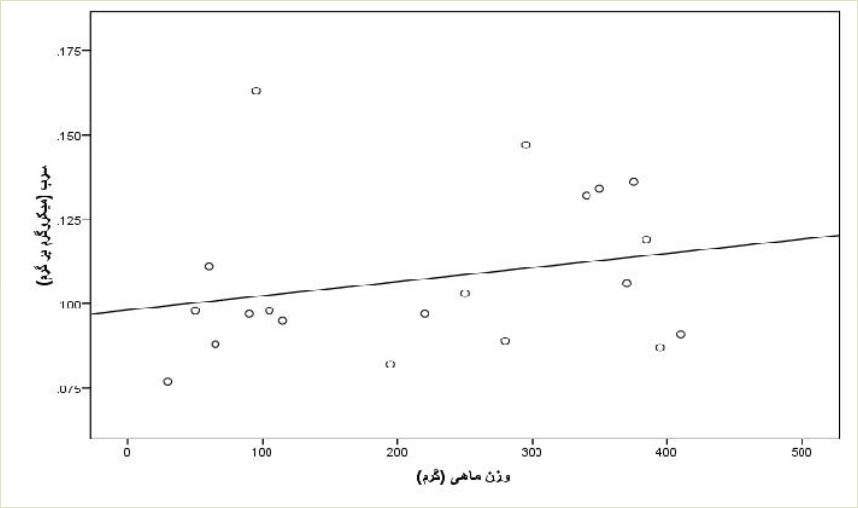
	تعداد	مینیمم	ماکزیمم	میانگین	انحراف معیار	r	*P*-value
وزن (گرم)	۲۰	۳۰	۴۱۰	۲۲۳/۷۵	۱۳۶/۴۲		
سرب (میکروگرم بر گرم)	۲۰	۰/۰۷۷	۰/۱۶۳	۰/۱۰۷	۰/۰۲۳	۰/۲۴۳	۰/۳۰۱
جیوه (میکروگرم بر گرم)	۲۰	۰/۰۰۸	۰/۰۴۱	۰/۰۲۲	۰/۰۰۸	-۰/۲۰۴	۰/۳۸۸



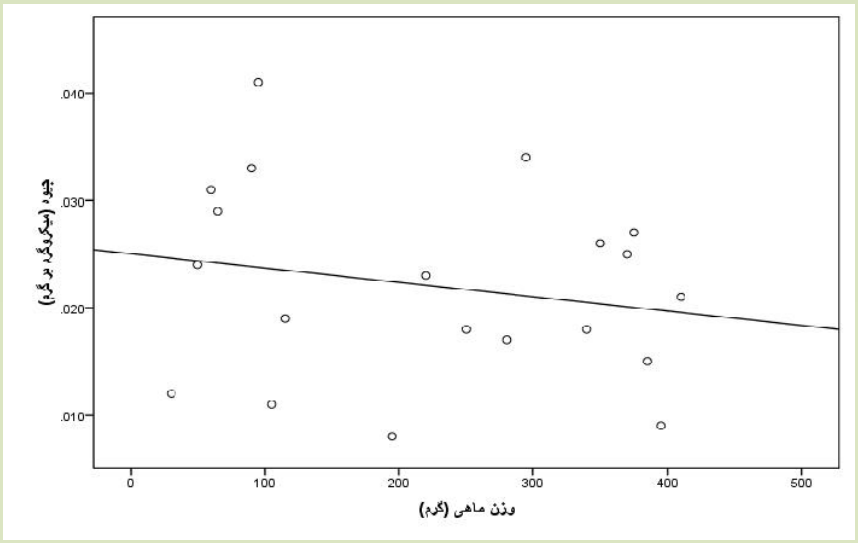
نمودار۱- نمودار ستونی متغیرهای وزن بدن ماهی قزل آلای رنگین کمان پرورشی از کارگاه های رودخانه دوهزار تنکابن با میزان فلز سنگین سرب عضله



نمودار۲- نمودار ستونی متغیرهای وزن بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی از کارگاه های رودخانه دوهزار تنکابن و میزان فلز سنگین جیوه عضله



نمودار۳- نمودار رگرسیون خطی متغیرهای وزن بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی از کارگاه های رودخانه دوهزار تنکابن و میزان فلز سنگین سرب عضله



نمودار٤- نمودار رگرسیون خطی متغیرهای وزن بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی از کارگاه های رودخانه دوهزار تنکابن و میزان فلز سنگین جیوه عضله

بحث و نتیجه‌گیری

گوشت(عضله ماهی) نقش مهمی در تغذیه انسان دارد، اطمینان از سلامت آن جهت مصرف انسانی، از اهمیت زیادی برخوردار می باشد(۴). میانگین میزان سرب و جیوه در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی در این تحقیق(رودخانه دوهزار تنکابن) به ترتیب برابر ۰/۱۰۷ و ۰/۰۲۲ میکروگرم در گرم عضله تر بدن بوده است. این میزان کمتر از حد استاندارد قابل قبول سازمان بهداشت جهانی(WHO)(۱۰ میکروگرم در گرم برای سرب(۲۴)، و ۱ میکروگرم در گرم برای جیوه(۲۵) می-باشد. لذا غلظت این دو فلز در عضله این ماهی در تحقیق حاضر کمتر از حد قابل قبول آن بر مبنای استاندارد WHO بوده و دلالت بر سالم بودن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی از کارگاه های رودخانه دوهزار تنکابن برای مصارف انسانی می باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان دهنده رابطه ضعیف و غیرمعنی دار بین میزان وزن

بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی و میزان سرب(r= ۰/۲۴۳) و میزان جیوه(r=- ۰/۲۰۴) است(جدول ۱، نمودار ۳ و ۴). بنابراین اندازه وزن بدن در این ماهی ارتباطی با میزان تجمع فلزات سنگین جیوه و سرب در عضلات آن ها نداشته است. گزارش مشابهی، میزان سرب در ماهی *Noemacheilus barbatulus* رابطه معنی داری را با اندازه ماهی نداشته است(۶). هم چنین Vanderstaphen و همکارانش(۲۱)، در زمینه فلزات سنگین جیوه و سرب و برخی از فلزات سنگین دیگر در شگ ماهی در منطقه ای از دریای شمال تحقیقاتی انجام دادند. در این تحقیق مقادیر متوسط از جیوه(۰/۰۴) و سرب(۰/۰۳۱) میکروگرم بر گرم بود که هیچ رگرسیون خطی معناداری بین وزن ماهی و مقدار فلزات سنگین وجود نداشت. ابراهیمی و همکاران(۷)، ارتباط معنی‌داری را بین غلظت فلزات سنگین سرب، مس و روی با طول و وزن نمونه‌ها در بافت عضله اردک ماهی تالاب انزلی پیدا نکردند. ماهیان جوان و کوچک‌تر دارای فعالیت متابولیسمی بیشتری نسبت به ماهیان بزرگ‌تر می‌باشند، لذا تجمع فلزات سنگین در آن ها نسبت به ماهیان بزرگ تر بیشتر است(۲۶، ۱۶، ۶). در مطالعه‌ای بر روی *Labeo umbratus* در دریاچه Witbank آفریقای جنوبی نشان داده شده است که میزان فلز سرب با افزایش طول در بافت پوست ماهی کاهش می‌یابد(۱۶). Widianarko و همکاران(۲۶) رابطه معکوس و معنی داری را بین سرب و اندازه ماهی *Poecilia reticulate* مشاهده نمودند. با افزایش سن ماهیان میزان تجمع هر دو فلز سرب و کادمیم در عضله ماهیان صید شده از رودخانه بهشت‌آباد افزایش می‌یابد به طوری که میانگین میزان سرب در ماهیان یک ساله ۱۴۹/۹۶ میکروگرم در کیلوگرم بوده که در ماهیان سه ساله به ۱۶۷/۹۵ میکروگرم در کیلوگرم افزایش یافته است(۲۰). Yousaf و همکاران(۲۷)، رابطه مثبت و معنی‌دار و قوی را بین میزان وزن بدن ماهی *Wallago attu* در پنجاب پاکستان با مجموعه ای از فلزات سنگین از جمله فلز سرب(r= ۰/۹۲۸) گزارش نمودند. Oguzie (۱۷)، ارتباط معنی‌دار و مثبتی را بین وزن بدن ماهیان *Clarias gariepinus* و *Chromidotilapia guentheri* با میزان سرب و سایر فلزات سنگین در یکی از رودخانه-های نیجریه گزارش نمود. در مورد مطالعات رابطه سنجی در سایر فلزات سنگین، AL-Yousuf و همکاران(۱) بین میزان تجمع فلز کادمیوم و وزن بدن در بافت عضله ماهی *Lethrinus lentjan* در خلیج فارس رابطه مثبت و معنی دار($P < ۰/۰۵$) گزارش نموده اند. پازوکی و همکاران(۱۸) نیز به رابطه مثبت و معنی دار بین طول ماهی کفال طلائی دریای‌خزر(*Liza aurata*) و میزان کادمیوم و رابطه منفی و معنی دار بین طول ماهی کفال طلائی دریای‌خزر(*Liza aurata*) با فلز کروم اشاره کردند. Falandysz(۱۰)، وابستگی طول بدن ماهی هرینگ نسبت به میزان کادمیوم، مس، منگنز، روی و آهن را بررسی کرد و مشخص شد غلظت اکثریت آن ها در ماهیچه های هرینگ با افزایش طول بدن ماهی کاهش یافته است. بنابراین بر اساس اندازه گیری های انجام شده فلزات سنگین در بعضی مطالعات ذکر شده، ماهیان بزرگ تر وگاه ماهیان کوچک تر می توانند حاوی مقادیر بیشتری از فلزات سنگین باشند و این موضوع از نقطه نظر اثرات مخرب فلزات سنگین بر سلامت انسانی می باید مورد توجه واقع گردد، هرچند اندازه ماهی تاثیری در میزان فلزات سنگین سرب و جیوه در ماهیان قزل‌آلای این تحقیق نداشته است. غلظت فلزات سنگین در آبزیان معمولاً با اندازه گیری غلظت آن ها در آب، رسوبات و گیاهان و جانوران یک اکوسیستم قابل بررسی می باشد(۲)، به طوری که در حالت کلی مقادیر آن ها در میزان پایین تر در آب و در سطوح بالاتر در رسوبات و همین طور گیاهان و جانوران قرار دارد(۱۵). از آن

جایی که در این تحقیق تنها میزان سرب و جیوه در عضلات بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی در رودخانه دوهزار تنکابن بررسی شده است، جهت دستیابی به منشا آلودگی انتقال یافته به بدن ماهی، اندازه-گیری میزان سرب و جیوه و سایر فلزات سنگین در آب، رسوبات رودخانه و همین طور غذای مصرفی ماهیان حائز اهمیت می باشد. از آن جائی که میزان جیوه، سرب و کادمیوم در سطوح مختلف(آب، رسوبات بستر و ماهی) رودخانه‌های کارون و دز نشان داده شده که دارای تفاوت معنی‌داری بین میزان این فلزات در بالا و پایین دست آب رودخانه های مذکور و همین طور در فصول مختلف وجود داشته است(۱۴)، لذا تاثیر غلظت فلزات سنگین و اثرات آن در رشد و باروری ماهی نیز باید به طور مرتب و در زمان های مختلف بررسی شود تا به درک بهتر اثرات فلزات سنگین در ماهی کمک کند.

تشکر و قدردانی

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی مصوب دانشگاه آزاد اسلامی تنکابن انجام شده است.

منابع

1.Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, M.S., AlGhais, S.M. (2000). Trace metals in liver, skin and muscle of Lethrinus lentjan fish species in relation to body length and sex. Sci. Total Environ, 256; 87-94.

2.Camusso, M., Vigano, L., Baitstrini, R. (1995). Bioaccumulation of trace metals in rainbow trout. Ecotox Environ Safe, 31; 133–141.

3.Clarkson, TW. (1987). Human tonicology of mercury. J Trace Elem Exp Med, 11; 303-317.

4.Dadolahy, S., Nabavi, S., Seyed, B., Khyrur, N. (2008). Correlation of some biological factors with the accumulation of heavy metals in muscle and gill of (*Barbus grypus*) in the Arvand river. Journal of Iranian Fisheries, 4; 27 – 34 (in Persian).

5.Dallinger, R., Rainbow, P.S. (1988). Ecotoxicology of metals in invertebrates. lewis publishers. Boca Raton, 461.

6.Doubenm PE. (1989). Lead and cadmium in stone loach (*Noemacheilus barbatulus* L.) from three rivers in Derbyshire. Ecotoxicology and Environmental Safety, 18; 35–58.

7.Ebrahimi Sirizi, Z., Sakizadeh, M., Esmaili Sari, A., Bahramifar, N., Ghasempouri, M., Abbasi, K. (2012). Survey of heavy metals (Cd, Pb, Cu and Zn) contamination in muscle tissue of esox luciusn from anzali international wetland: accumulation and risk assessment. J Mazand Univ Med Sci, 22(87); 57-63 (in Persian).

8.Encyclopedia of Occupational Safety and Health, the International Labor Organization. Translated by deputy of labor relations control. Publications of the Ministry of Islamic Culture. 2001; Volume III, 2932 – 2939 (in Persian).

9.Esmaili Sari, A. (2002). Principle of water quality in aquaculture. Iranian Fisheries Research, 262 p (in Persian).

10. Falandysz, J. (1992). Metal content of muscles of hering taken from the Gulf of Gdansk. Stud Mater Oceanol, 62; 19-26.

11.FAO. FAO Yearbook of fishery statistics 2004 (Vol. 1/2). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

12. Iranian fisheries organization. statistical yearbook of iranian fisheries organization, the office of planning and budget - department of statistics and developmental fisheries studies. Tehran, Iran (in Persian). 2009.

13. Iranian fisheries organization. (2004). Report of production of the Iranian Fisheries Organization. http://www.fisheries.ir/portal (in Persian.

14. Lahijanzadeh, D. (1997). Measurment and determination of the heavy metals mercury, cadmium and lead in water, sediment and fish of the rivers of Karun and Dez. MS Thesis Chemistry. Islamic Azad University (in Persian).

15. Namminga, H.N., Wilhm, J. (1976). Effects of high discharge and an oil refinery cleanup operation bon heavy metals in water and sediments in skeleton creek. Proceedings of the Oklahoma Academy of Science, 56; 133–138.

16. Nussey, G., Van Varen, J.H.J., Du Preez, H.H. (2000). Bioaccumulation of chromium, manganese, nikel and lead in the tissues of the *Labeo umbratus* from Witbank dam, Mpumalanga. Watersa, 26; 269-284.

17. Oguzie, FA. (2003). Relationships between heavy metals content and body weight of

selected freshwater fish species of the lowerIkpoba River in Benin city, Nigeria. Pak. J. Sci. Ind. Res, 46(4); 246-250.

18. Pazooki, J., Abtahi, B., Rezaei, F. (2009). Determination of heavy metals (Cd, Cr) in the muscle and skin of *Liza aurata* from the Caspian Sea (Bandar Anzali). Environ Sci, 7(1); 21-32 (in Persian).

19. Pajohab. (1987). First phase of studies for diversion dam and canal Chesmekile. Mazandaran Regional Water Company. Pages: 52-146 (in Persian).

20. Raissy, M., Ansari, M., Rahimi, E. (2009). Determination of lead and cadmium concentration in meat of four species of Cyprinid fish from Beheshtabad River, Chaharmahal & Bakhtyari Province and the relation with age and fish speaies. Marine Science and Technology, 37-42 (in Persian).

21. Vanderstaphen, R., R. Clerck, R. V., Moermans, W. R. (1987). Content of Mercury, Zinc, Copper, Cadmium and Lead in selected fish species from the fox river. Agriculture, 32(2); 331.

22. Venugopal, V., Shahidi, F. (1996). Structure and composition of fish muscle. Food Rev Int, 12; 175p.

23. Voegborlo, R.B., Adimado, A.A., Ephraim, J.H. (2007). Total mercury distribution in different tissues of frigate tuna (*Auxis thazard thazard*) from the Atlantic Coastal waters of ghana, gulf of guinea. Environmental Monitoring and Assessment, 132; 503–508.

24.WHO. (2008). Guidelines for drinking-water quality, 3rd edition incorporating 1st and 2nd addenda. Recommendations. Geneva, World Health Organization, 1; 392–394.

25.WHO. (2004). Guidelines for Drinking-water quality 3rd edition. Geneva, World Health Organization, 14.

26. Widianarko, B., Van Gestel, CAM., Verweij, RA., Van Straalen, NM. (2000). Associations between trace metals in sediment, water, and guppy, *Poecilia reticulata* (Peters), from urban streams of Semarang, Indonesia. Ecotoxicology and Environmental Safety, 46; 101–107.

27. Yousaf, M., Salam A., Naeem, M., Khokhar, M.U. (2012). Effect of body size on elemental concentration in wild *Wallago attu* (Bloch and Schneider) from southern Punjab, Pakistan. African Journal of Biotechnology, 11(7); 1764-1767.