میزان جیوه در عضله میش‌ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) در گروه‌های سنی مختلف در صید آب‌های شمال غربی خلیج فارس

نیما فرکیان[1*]
غلامحسین محمدی[2]
ابوالفضل عسکری ساری[3]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، دانشجوی کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان (شیلات)، اهواز، ایران
۲. موسسه تحقیقات آبزی پروری جنوب کشور، استادیار بخش ارزیابی ذخایر، اهواز، ایران
۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، استادیار گروه شیلات، اهواز، ایران

***مسئول مکاتبات:**
Nima_1950@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۳۰
این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد می باشد.

چکیده

این تحقیق به منظور سنجش و مقایسه میزان فلز سنگین جیوه در بافت عضله میش‌ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) و ارتباط آن با سن ماهی، طول کل و وزن کل، در آب‌های شمال غربی خلیج فارس در سال ۱۳۹۱ انجام شد. نمونه‌برداری طی ماه های فروردین تا آبان از دو ایستگاه صیادی واقع در آبادان و هندیجان صورت پذیرفت. ۸۰ نمونه ماهی در ۵ گروه سنی تهیه شد. پس از جداسازی بافت عضله، نمونه های مرکب طبق روش استاندارد Moopam به دست آمد. هضم شیمیایی نمونه های مرکب به روش مرطوب و سنجش غلظت فلز جیوه به روش جذب اتمی با دستگاه مدل Perkin Elmer 4100 انجام گردید. اختلاف بین میانگین‌ها با کمک آزمون آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) با نرم افزار SPSS 20 و ارتباط بین عنصر جیوه با عوامل بیومتریک توسط آزمون آماری آنالیز همبستگی و رگرسیون چندگانه (Multiple Regression) با نرم افزار Excel 2007 و وجود یا عدم وجود اختلاف و ارتباط معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد تعیین شد. میانگین غلظت فلز جیوه، در بافت عضله میش‌ماهی ۱۹/۹۲±۸۴/۸۶ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک بود. بالاترین میزان تجمع فلز جیوه در بین گروه‌های سنی مختلف ۱۱/۶۱±۱۱۸/۵میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک در گروه سنی ۱۰-۸ سال بود. بین غلظت فلز جیوه با عوامل طول کل و وزن کل رابطه مثبت بود، اما در سطح معنی‌داری دیده نشد ($P\geq0.05$). در حالی که ارتباط بین غلظت فلز جیوه و عامل سن مثبت و معنی دار دیده شد (P-value=0.0032). میانگین تجمع این فلز در بافت خوراکی از حد مجاز سازمان‌های WHO و FDA پایین تر بود.

واژگان کلیدی: فلز سنگین، میش‌ماهی، *Argyrosomus hololepidotus*، خلیج فارس، بافت عضله

مقدمه

پیشرفت‌های صنعتی و تکنولوژی باعث افزایش آلودگی منابع مختلف طبیعی در محیط زیست مانند آب و خاک شده است. کاربرد مواد شیمیایی مختلف از قبیل پاک‌کننده‌ها، حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، کودهای مختلف شیمیایی و غیره و نیز تخلیه فاضلاب کارخانه‌ها مسئله آلودگی آب را پیچیده تر ساخته است. این آلاینده‌ها با تاثیر بر حیات آبزیان زیان‌های قابل توجهی را متوجه آن‌ها و مصرف‌کنندگان بعدی خواهند ساخت (گلابکش و همکاران، ۱۳۸۹).

عناصر سمی مانند فلزات سنگین از مهم‌ترین منابع آلاینده محیط زیست به حساب می‌آیند (Turkmen and Ciminli, 2007; Vinodhini and Narayanan, 2008). جیوه از نظر آثار سمی تاخیری و تنوع اختلالات حائز اهمیت است و به دلیل برخورداری از خاصیت تجمع‌پذیری و بزرگنمایی زیستی به تدریج در بافت‌های بدن مصرف‌کنندگان ذخیره شده و از این راه موجب بروز بیماری‌های حاد و مزمن و حتی ایجاد تغییرات ژنتیکی می‌گردد (Gammons and Slotton, 2006). شدت تاثیرات سیستماتیک و مزمن بر سیستم‌های

مختلف بدن مانند سیستم اعصاب مرکزی، گوارش و بافت‌های پوستی و دهانی در تحقیقات مختلف گزارش شده است (Edlund and Bjorkman, 1996 ; Pizzichini *et al*., 2000 ; Pizzichini *et al*., 2002). مصرف ماهی فاکتور اصلی جذب جیوه توسط انسان از غذا است (Agusa *et al*., 2005). این فلز دارای سمیت شدید و قدرت کشندگی زیاد در ماهیان است و سبب تخریب کلیه می‌شود و به عنوان یک سیستم بازدارنده آنزیمی مطرح است. کم خونی و تاثیرات منفی بر روی تولیدمثل، کاهش متابولیسم فعال، نقص تعادل اسمزی و آسیب شدید بافت‌های عصبی از دیگر علائم مسمومیت ماهیان با این فلز محسوب می‌شوند (Heath, 1987).

Nakao و همکاران در سال ۲۰۰۷ غلظت فلز جیوه را در ماهی تون باله آبی (*Thunnus orientalis*) مطالعه نمودند. نتایج این بررسی پایین تر از حد استاندار جهانی بود. این تحقیق نشان داد ماهیان سطح‌زی، کمتر در معرض فلز جیوه قرار دارند. ابراهیمی (۱۳۸۲) میزان فلزات سنگین کادمیوم، مس و جیوه را در اسپرم گربه ماهی آفریقایی (*Claria gariepinus*) با استفاده از میکروسکوپ الکترونی بررسی نمود. نتایج نشان داد جیوه سمی‌ترین فلز سنگین مورد مطالعه بوده و باعث ایجاد صدمه به دم اسپرم‌ها و کوچک شدن سر اسپرم می‌شود. میزان فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در تحقیقی که بر روی یازده گونه ماهی و میگو بازار ایالت نیوجرسی آمریکا انجام شد، نشان داد غلظت عناصر در تمام گونه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشته است (P<۰/۰۵) (Burger and Gochfeld, 2004). از آنجایی که اکوسیستم‌های آبی نقش به سزایی در تامین غذای انسان دارند، لذا بررسی وضعیت بهداشتی آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد که بدین منظور ماهیان شاخص‌های زیستی مناسبی جهت سنجش میزان آلودگی‌ها، خصوصاً آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین در منابع آبی می‌باشد (Rashed, 2001). هدف این تحقیق اندازه‌گیری فلز جیوه در بافت عضله میش ماهی به دلیل تغذیه از این گونه با ارزش و اهمیت فلزات سمی در ورود به اکوسیستم خلیج فارس و در نهایت بدن انسان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور سنجش غلظت فلز سنگین جیوه در بافت عضله میش ماهی، ابتدا ۸۰ نمونه ماهی از مراکز صید استان خوزستان (اسکله صیادی بحرکان و اسکله صیادی ثامن الائمه) واقع در هندیجان و آبادان طی ماه‌های فروردین تا آبان سال ۱۳۹۱ تهیه شد. زیست‌سنجی ماهیان شامل طول کل و وزن کل انجام و ثبت گردید. توزین نمونه‌ها به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و خصوصیات طولی ماهیان به وسیله خط کش ساده انجام شد. لازم به ذکر است که نمونه‌های تهیه شده در ۵ گروه سنی (۱۰-۸ و ۸-۶ ، ۶-۴، ۴-۲، ۲>) سال بود (درستان و همکاران، ۱۳۸۹). هر گروه سنی شامل ۱۶ عدد ماهی بود که به ۴ گروه ۴ عددی تقسیم شده بافت عضله از قسمت‌های مختلف بدن جداسازی و با یکدیگر مخلوط گردید و در نهایت ۲۰ نمونه مرکب به دست آمد (Moopam, 1993). سپس نمونه‌های مرکب در داخل گرم‌خانه (دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۴۴ ساعت نگه‌داری شدند و پس از آن به دسیکاتور، به منظور جذب رطوبت و رسیدن به وزن ثابت انتقال داده شدند. نمونه‌ها در هاون چینی به طور کامل پودر شدند (APHA, AWWA, WEF, 1992). سپس ۲ گرم از نمونه کاملاً پودر شده عضله ماهی، به یک بشر وارد و عمل هضم توسط ۲ سی‌سی اسید نیتریک غلیظ و ۲ سی سی اسید هیدرو کلریک غلیظ به نسبت ۲/۵ به ۷/۵ انجام شد (Kalay and Bevis, 2003 ; Eboh *et al*., 2006). پس از آن محلول بدست آمده بر روی اجاق شنی در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد تا عناصر مورد مطالعه به صورت محلول کاملاً شفاف در آیند. سوسپانسیون‌های حاصل با استفاده از کاغذ صافی، صاف و محلول صاف شده به یک بالن مدرج انتقال داده و به حجم ۵۰ لیتر رسانده شد (ASTM, 1994; Karadede-Akin and Unlu, 2000). جهت اندازه‌گیری میزان فلز جیوه از دستگاه جذب اتمی مدل Perkin Elmer 4100 و سیستم FIMS استفاده گردید. نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش بیستم و آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA)، همچنین آنالیز همبستگی و رگرسیون چندگانه (Multiple Regression) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ضریب اطمینان مطالعه ۹۵ درصد (P=۰/۰۵) تعیین شد. همچنین جهت رسم جداول و نمودارها از نرم افزار Excel 2007 استفاده گردید.

نتایج

در بررسی نتایج حاصل از زیست‌سنجی، طول کل: ۲۱/۰۵±۱۰۹/۹۱ سانتی‌متر، وزن کل: ۳۵۰۷/۳۴±۱۲۹۶۹/۳۷ گرم و سن: ۳/۰۱±۴/۸۸ سال به دست آمد. جدول ۱ نشان دهنده خلاصه نتایج آماری حاصل از زیست‌سنجی میش ماهیان می‌باشد.

جدول ۱: نتایج مربوط به زیست‌سنجی میش‌ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) در آب‌های شمال غربی خلیج فارس در سال ۱۳۹۱.

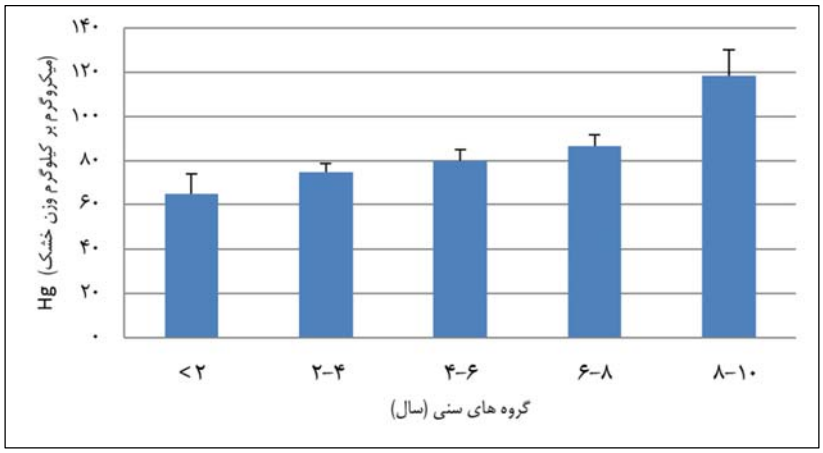
منطقه مورد مطالعه	تعداد نمونه ها	پارامتر	سن (سال)	طول کل (سانتی‌متر)	وزن (گرم)
آب‌های شمال غربی خلیج فارس	۸۰	بیشینه	۱۰	۱۱۹	۱۹۳۰۰
		کمینه	۱	۸۰	۶۹۰۰
		میانگین	۴/۸۸±۳/۰۱	۱۰۹/۹۱±۲۱/۰۵	۱۲۹۶۹/۳۷±۳۵۰۷/۳۴

میانگین غلظت جیوه در عضله میش‌ماهی ۱۹/۹۲±۸۴/۸۶ بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک بود. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان جیوه در عضله نمونه‌ها به ترتیب ۱۳۲ و ۵۵/۸ بر حسب میکروگرم وزن خشک بود. جدول ۲ نشان دهنده نتایج اندازه‌گیری میزان جیوه در بافت عضله میش ماهی می‌باشد.

جدول ۲: میزان جیوه در بافت عضله میش‌ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) در آب‌های شمال غربی خلیج فارس در سال ۱۳۹۱.

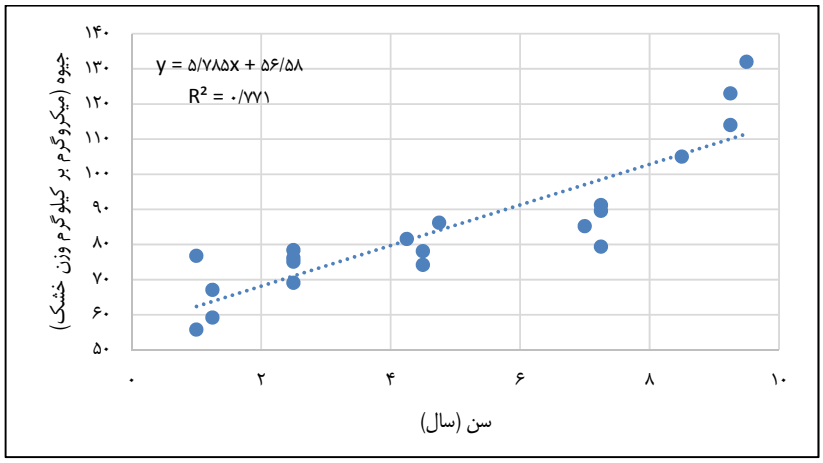
غلظت جیوه / بافت	میانگین	حداکثر	حداقل	تعداد نمونه‌ها
عضله	۱۹/۹۲±۸۴/۸۶	۱۳۲	۵۵/۸	۸۰

در شکل ۱ نتایج بدست آمده در این تحقیق در رابطه با میانگین غلظت جیوه بین گروه‌های سنی مختلف در بافت عضله میش ماهی بر اساس آزمون ANOVA نشان داده شده است، بالاترین میزان جیوه در عضله میش‌ماهی خلیج فارس مربوط به گروه سنی ۱۰-۸ سال و کم‌ترین میزان تجمع جیوه در گروه سنی کمتر از ۲ سال بود. میزان جیوه در عضله میش‌ماهی، در گروه‌های سنی ۱۰-۸، ۸-۶، ۶-۴، ۴-۲ و ۲> به ترتیب ۱۱/۶۱±۱۱۸/۵، ۵/۲۸±۸۶/۳۵، ۵/۱±۸۰/۰۲، ۳/۹۷±۷۴/۷۰ و ۹/۳۳±۶۴/۷۲ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک بود. میزان جیوه در بافت عضلانی میش‌ماهی خلیج فارس در گروه سنی ۱۰-۸ سال بالاتر از گروه سنی ۶-۴، ۴-۲ و کمتر از ۲ سال بود که این اختلاف در سطح معنی داری دیده شد ($P<0/05$).



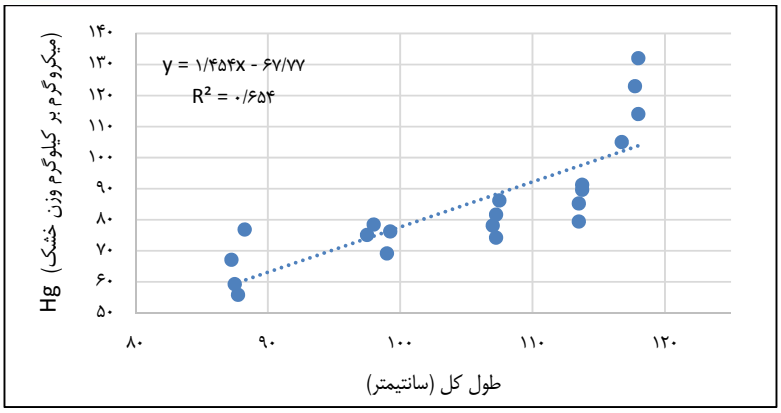
شکل ۱: میانگین غلظت فلز جیوه در بافت عضله میش‌ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) به تفکیک گروه های سنی در سال ۱۳۹۱.

در شکل ۲ از رابطه غلظت جیوه با سن میش ماهی معادله y=۵/۷۸۵x+۵۶/۵۸ بدست آمد که دارای همبستگی ۷۷ درصد بود (R^2=۰/۷۷) به این معنی که ۷۷ درصد متغیر وابسته (غلظت عنصر جیوه) توسط متغیر مستقل (سن ماهی) قابل تعریف می‌باشد. نتایج حاصل از انجام آآنالیز همبستگی، مبین وجود رابطه مثبت و معنی‌داری بین میزان تجمع فلز جیوه در بافت عضله میش‌ماهی با عامل سن بود (P<۰/۰۵).

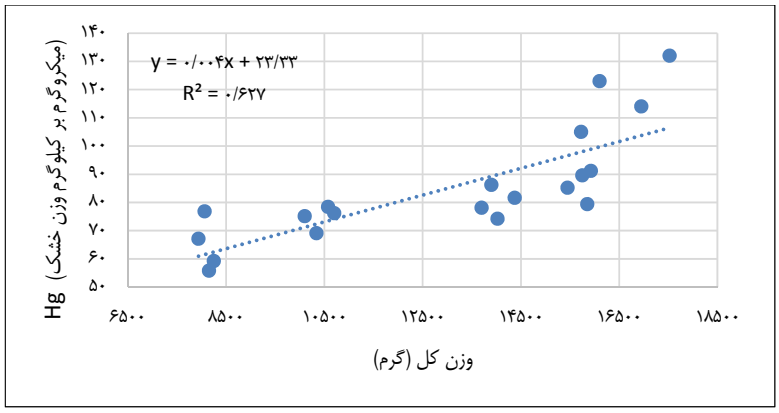


شکل ۲: رابطه غلظت جیوه در عضله ماهی با سن میش‌ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) در سال ۱۳۹۱.

در شکل‌های ۳ و ۴ به‌ترتیب ارتباط غلظت جیوه با طول کل و وزن کل میش‌ماهی نشان داده شده است که دارای همبستگی مثبت ۶۵ و ۶۳ درصد بوده است. اما نتایج آماری در ارتباط با میزان تجمع فلز جیوه در بافت عضله ماهی مورد مطالعه حاکی از عدم وجود رابطه معنی‌دار با عامل طول کل و وزن کل دارد (P≥۰/۰۵).



شکل ۳: رابطه غلظت جیوه در عضله ماهی با طول کل میش‌ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) در سال ۱۳۹۱.



شکل ٤: رابطه غلظت جیوه در عضله ماهی با وزن کل میش‌ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) در سال ۱۳۹۱.

بحث و نتیجه گیری

جذب جیوه از راه غذا عمده‌ترین راه ورود و تجمع این ماده در بدن ماهی است. در عین حال با بررسی رژیم غذایی گونه‌های ماهی آلوده به عناصر سنگین مورد مطالعه، مشاهده می‌شود که بین رژیم غذایی ماهیان و آلودگی آن ها به فلزات سنگین رابطه وجود دارد. از آن جایی که جیوه یکی از فلزات فوق العاده خطرناک می‌باشد، می‌تواند به شدت آسیب رساننده بافت‌های عصبی و تخریب کننده روند میتوز در سلول‌ها باشد (کریمی، ۱۳۷۷).

در این تحقیق اندازه‌گیری میزان جیوه در بافت عضله میش‌ماهی در گروه‌های سنی مختلف در آب‌های شمال غربی خلیج فارس صورت گرفت. با توجه به این‌که میش‌ماهی بزرگ‌ترین ماهی خوراکی خلیج فارس می‌باشد (پارسامنش و همکاران، ۱۳۷۳)، در این مطالعه اندام عضله به عنوان اندام هدف انتخاب شد، چرا که عضله به‌دلیل نقش مهمی که در تغذیه انسان دارد و لزوم اطمینان از سلامت آن جهت مصرف از اهمیت خاصی برخوردار است (Stoskopf, 1993). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، میزان جیوه در بافت عضله میش‌ماهی خلیج فارس

در گروه سنی ۱۰-۸ سال بالاتر از گروه سنی کمتر از ۲ سال، ۴-۲ و ۶-۴ سال بود و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها دیده شد (P<۰/۰۵). در میان سایر گروه‌های سنی اختلاف معنی‌داری دیده نشد (P≥۰/۰۵).

از طرفی با افزایش سن، غلظت فلز جیوه نیز افزایش یافت و رابطه مثبتی بین افزایش سن و افزایش جیوه در تمام گروه‌های سنی دیده شد. این رابطه تحت نفوذ نرخ تدریجی حذف جیوه در برابر تجمع فلز جیوه در عضله ماهی است (Mckim *et al*., 1976) که با نتایج تحقیق Adams و Onorato (۲۰۰۵) بر روی گونه دروم قرمز (*Sciaenops ocellatus*) و Farkas و همکاران (۲۰۰۱) بر روی ماهی سیم (*Abramis brama*) همخوانی دارد.

برای ماهیان آب شیرین و دریایی، رفتار و رژیم غذایی مهم‌ترین منبع جذب جیوه است (Wang, 2002). مقدار جیوه در رژیم برخی گونه‌های ماهیان، خصوصاً آن‌هایی که قسمتی از غذای خود را از سایر ماهیان تامین می‌کنند و این روند با افزایش سن افزایش پیدا می‌کند، مقدار جیوه تجمع یافته در بافت‌های آن‌ها نیز به مرور افزایش می‌یابد (Mathers and Johansen, 1985).

میزان جیوه در گروه سنی کمتر از ۲ سال در تحقیق حاضر ۹/۳۳±۶۴/۷۲ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک بود که از نتایج بدست آمده برای گونه‌های کپور معمولی، کپور نقره‌ای، کپور علف خوار و ماهیان *Varicorhinus simus*، *Coreius heterodon*، *Rhinogobio cylimdricus* و *Leiocassis crassilabris* در گروه سنی کمتر از ۲ سال، بالاتر بوده است. از طرفی میزان تجمع فلز جیوه در بافت عضله میش‌ماهی در همین گروه سنی از گونه‌های *Leptobotia elongate* و *Crassius auratus* در منطقه Gorges کشور چین کمتر بوده است (Zhang *et al*., 2006).

میزان غلظت جیوه در گروه سنی کمتر از ۲ سال در عضله میش‌ماهی بیش از دو برابر غلظت اندازه‌گیری شده در مطالعه Farkas و همکاران (۲۰۰۱)، بر روی گونه *Abramis brama* در دریاچه Balaton مجارستان بود. برای گروه سنی ۴-۲ سال نیز، میزان فلز جیوه در ماهی سیم کمتر از میش‌ماهی بود. اما در گروه سنی ۶-۴ سال میزان فلز جیوه در ماهی سیم در حدود دو برابر غلظت آن در میش‌ماهی بدست آمد. همچنین در گروه سنی ۸-۶ سال برای *Abramis brama* ۲۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک غلظت جیوه تجمع یافته در بافت عضله بدست آمد که در این گروه سنی برای میش‌ماهی ۸۶/۳۵ میکروگرم بر کیلو گرم وزن خشک، غلظت فلز جیوه بود و این نشان دهنده بالا بودن میزان جیوه در بافت عضله ماهی سیم نسبت به تحقیق حاضر است.

ماهی *Abramis brama* سیم یک ماهی نیمه مهاجر است (عباسی و همکاران، ۱۳۷۸). معمولاً در خلیج‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها زندگی می‌کند (حسینی و اوسیرگ، ۱۳۶۹). مهاجرت و جابجایی در محیط‌های مختلف می‌تواند باعث قرار گرفتن ماهی در مکان‌هایی با سطوح آلودگی متفاوتی شود، همچنین این ماهی در چاهک‌های رودخانه‌ها به خواب زمستانی فرو می‌رود (ستاری، ۱۳۸۶) که باعث می‌شود در این فصل بیشتر در معرض آلودگی‌های احتمالی قرار گیرد. این امر می تواند دلیلی بر نوسانات میزان عناصر سنگین تجمع یافته در بافت عضله ماهی سیم، و پدید آمدن اختلاف در سطح غلظت عناصر سنگین با میش‌ماهی شود.

نظر به اینکه هدف دیگر تحقیق حاضر بررسی روابط بین غلظت فلز جیوه در بافت عضله میش‌ماهی با عوامل طول کل، وزن کل و سن می‌باشد، لذا با استفاده از آنالیز همبستگی و رگرسیون چندگانه این نتایج حاصل شد که بین غلظت فلز جیوه با عوامل طول کل و وزن کل رابطه مثبت بود اما در سطح معنی‌داری دیده نشد (P≥۰/۰۵). نتایج حاضر با نتایج ارائه شده توسط Garcia-Montelongo و همکاران (۱۹۹۴)، Verdouw (۲۰۰۸) و Adams و Onorato (۲۰۰۵)، منطبق می‌باشد.

همبستگی غلظت فلزات سنگین و اندازه ماهی به چند عامل بستگی دارد. سوخت و ساز ویژه نوع فلز در بدن ماهی و نوع بافت ماهی یکی از دلایل است و اثر دیگر، اثر مقاومت رشد بافت و افزایش سن است. البته در بررسی غلظت فلزات در ماهی دلایل مربوط به جنبه تغذیه‌ای و آلودگی محیط زیست بیش از اندازه ماهی اهمیت دارد و مورد مطالعه قرار می گیرد (Gulten and Atayeter, 1998).

در تحقیق حاضر در ارتباط با میزان غلظت فلز جیوه در بافت عضله میش‌ماهی با عامل سن رابطه مثبت و معنی‌داری دیده شد (P<۰/۰۵)، که با نتایج بدست آمده توسط Adams و Onorato در سال ۲۰۰۵ و Groetsch (۱۹۹۹)، مطابقت داشت.

وجود رگرسیون مثبت غلظت جیوه در ارتباط با ارگانیسم‌های دریایی، یک روند نرمال دیده می شود (Hornug *et al*., 1980). این در حالی است که نتایج به دست آمده از تحقیق Garcia-Montelongo و همکاران در سال ۱۹۹۴ بر روی طول کل گونه (*Box vulgaris*) در رابطه با فلزات جیوه، با نتایج در تحقیق حاضر همخوانی نداشت. در واقع نتایج به دست آمده از تحقیق یاد شده همبستگی بین عوامل را منفی گزارش کرده است.

همبستگی منفی بین فاکتورهای نظیر طول کل و وزن ماهی با میزان تجمع یک فلز، به اثر رقیق‌سازی نسبی میزان چربی بافت‌ها مربوط می‌شود. این فرضیه همچنین با درصد پایین چربی بافت ماهی‌های جوان مورد تأیید قرار گرفت (Shulman, 1974). به طورکلی در گونه‌های با سایز کوچک و متوسط، افزایش اندازه بدن اغلب تاثیر چندانی بر روی افزایش تجمع فلزات سنگین در بافت‌های ماهی ندارد (Hugett *et al*., 2001).

استانداردهای جهانی موجود در سطح بین المللی، برای حد مجاز غلظت فلزات سنگین با توجه به میزان مصرف فرآورده های دریایی بیان می‌گردد (خوشنود، ۱۳۸۵). مقایسه میزان جیوه در عضله میش‌ماهی در آب‌های شمال غربی خلیج فارس با استانداردهای جهانی حاکی از پایین بودن غلظت میانگین فلز جیوه در مقایسه با آستانه مجاز استانداردهای جهانی سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) بود. همچنین غلظت جیوه در تمام گروه‌های سنی به جز گروه ۱۰-۸ سال، کمتر از استانداردهای بین المللی بود (جدول ۳). پایین بودن تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت عضله در نتیجه تطابق فیزیولوژیک ماهی با محیط اطراف همزمان با رشد ماهی است، که این امر می‌تواند در حذف یا خنثی‌سازی عناصر سنگین در بافت عضله مؤثر باشد (Freedman, 1989). همچنین اندک بودن تجمع فلزات سنگین در بافت عضله، ممکن است به دلیل پایین بودن میزان پروتئین‌های باند شونده با فلزات سنگین باشد (Allen-Gill and Martynow, 1995).

جدول ۳: مقایسه غلظت فلز جیوه در عضله میش‌ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) با استانداردهای جهانی (بر حسب قسمت در میلیون).

گروه‌های سنی	تعداد نمونه‌ها	غلظت جیوه در عضله میش ماهی	غلظت جیوه در استانداردهای جهانی	
			WHO (WHO, 1985)	FDA (Chen and Chen, 2001)
<۲	۱۶	۰/۰۶±۰/۰۹	۰/۱	۰/۱-۰/۵
۲-٤	۱۶	۰/۰۷±۰/۰۳		
٤-٦	۱۶	۰/۰۸±۰/۰۵		
٦-۸	۱۶	۰/۰۹±۰/۰۵		
۸-۱۰	۱۶	۰/۱۲±۰/۰۱		
میانگین گروه‌های سنی	۸۰	۰/۰۸±۰/۰۲		

باید توجه داشت که با تصفیه فاضلاب‌های شهری و روستایی و پساب‌های صنعتی و کشاورزی قبل از ورود به خلیج‌فارس، می‌توان به شکل قابل ملاحضه‌ای از آلوده شدن محیط زیست این منطقه به فلزات سنگین پیشگیری کرد. همچنین مشارکت در برنامه‌های بین‌المللی و استفاده از تجارب کشورهای موفق از جمله اجرای برنامه جیوه UNEP، اجرای دقیق کنوانسیون‌ها از جمله سایکم و بازل، آموزش‌های فنی - تخصصی و همکاری و هماهنگی بین سازمان‌های ذیربط نیز می‌تواند به طور موثری کشور را در جهت نیل به اهداف زیست محیطی مرتبط با حفظ محیط زیست و سلامت انسان در مقابل آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین کمک نماید.

منابع

ابراهیمی، م.، ۱۳۸۲. بررسی تغییرات اولترامورفولوژیک فلزات سنگین کادمیم، مس و جیوه بر اسپرم با استفاده از میکروسکوپ الکترونی. مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، سال یازدهم، شماره ۴، صفحات ۷۸-۷۰.

پارسامنش، ا.، شالباف، م. و کاشی، م.ت.، ۱۳۷۳. ارزیابی ذخایر آبزیان استان خوزستان. مرکز تحقیقات شیلاتی استان خوزستان، ۱۱۶ ص.

حسینی، س. و اوسیرنگ، ه.، ۱۳٦۹. ماهی سیم. سازمان تحقیقات شیلات ایران، (معاونت تحقیقات و آموزش شیلات)، ۱۲۲ ص.

خوشنود، ر.، ۱۳۸۵. بررسی تجمع فلزات سنگین (Ni,V,Hg,Pb,Cd) در دو گونه از کفشک ماهیان بندرعباس و بندر لنگه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ۱۲۷ ص.

درستان، س. ا.، خدادادی، م. و اسکندری، غ.، ۱۳۸۹. امکان بررسی تعیین سن میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) با استفاده از اتولیت. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات خوزستان، ۴۰ ص.

ستاری، م.، شاهسونی، د. و شفیعی، ش.، ۱۳۸٦. ماهی شناسی ۲ (سیستماتیک). انتشارات حق شناس، ۳۶۹ ص.

عباسی، ک.، ولی پور، ع.، حقیقی، د.، سرپناه، ع. و نظامی، ش.، ۱۳۷۸. اطلس ماهیان ایران آبهای داخلی گیلان. مرکز تحقیقات شیلاتی گیلان، ۱۱۳ ص.

عسکری ساری، ا.، ۱۳۸۸. بررسی عناصر سنگین (سرب، جیوه و کادمیوم) در ماهیان بومی آب شیرین صید رودخانه‌های Liza abu و بیاح (Barbus grypus) شیربت کارون و کرخه در فصل زمستان. مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا، سال اول، شماره چهارم.

کریمی، م.، ۱۳۷۷. بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین (مس، کادمیوم، سرب، روی و کبالت) در چند گونه از ماهیان خوراکی رودخانه زاینده رود. پایان نامه کارشناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

گلابکش، ش.، نبوی، س.م.ب.، رجب زاده قطرمی، ا.، نیک پور، ی. و راسخ، ع.، ۱۳۸۹. بررسی تجمع زیستی جیوه و متیل جیوه در خرچنگ *Sesarma boulengeri* رودخانه اروند رود .چهارمین همایش تخصصی محیط زیست، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، ۹ ص.

Adams, H. and Onorato, V., 2005. Mercury concentrations in red drum, *Sciaenops oselatus*, from estuarine and offshore waters of Florida. Marine Pollution Bulletin, 50: 291-300.

Agusa, T., Kunitob, T., Iwata, H., Monirith, I., Tana, T. S., Subramanian, A. and Tanabe, S., 2005. Mercury Contamination in Human Hair and Fish from Cambodia: Levels, Specific Accumulation and Risk Assessment. Environmental Pollution, 134: 79-86.

Allen-Gill, S. M. and Martynov, V. G., 1995. Heavy metals burdens in nine species of freshwater and anadromous fish from the Pechora River, Northern Russia. Journal of the Science of the total Environment, 160-161: PP. 653-659.

APHA, AWWA, WEF., 1992. Standard methods for the examinatio of water and wastewater. 18th Edn. American public health association, Washington D.C. , USA.

ASTM (American Society for Testing and Materials), 1994. Annual Book ofASTM Standards. Philadelphia, USA. Vol. 124, No. 2, pp. 195-202.

Burger, J. and Gochfeld, M., 2004. Mercury in canned tuna white versus light and temporal variation. Journal of Environmental Research, 96: 239-249.

Chen, Y. C. and Chen, M. H., 2001. Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. Journal of Food and Drug Analysis, 9: 107-114.

Eboh, L., Mepba, H. D. and Ekpo, M. B., 2006. Heavy metal conteminents and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. Food Chemistry, Vol. 97, No. 3, pp.490-497.

Edlund, C. and Bjorkman, L., 1996. Resistance of normal human microflora to Mercury and anti microbials after exposure to Mercury from dental amalgam fillings. Clinical Infections Disease, 22 (6): 944-50.

Farkas, A., Salanki, J., Spekzira, A., Varanka, I., 2001. Metal pollution as health indicator of lake ecosystems. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, Vol. 14, No. 2, 163.

Freedman, B., 1989. The impact of pollution and other stresses on ecosystem structure and function. London: Academic press.

Gammons, C. and Slotton, D., 2006. Mercury concentration of fish river water and sediment in the Rio Ramis Lake Titicaca water shed, Peru. Journal of science of the total environment, 368: 637-648.

Garcia-Montelongo, F., Diaz, C., Galindo, L., Larrechi, M. S., Rius, X., 1994. Heavy Metals in three fish species from the coastal waters of Santa Cruz de Tenerife (Canary Islands). Scientia Marina, 58(3): 179-183.

Groetsch, K., 1999. Total Mercury and Copper Concentrations in Lake Trout and Whitefish Fillets From Lake Superior. Environmental Section Biological Services Division, 12p.

Gülten, K. and Atayeter, S., 1998. Fisheco. The First International Symposium on Fisheries and Ecology, 2-4 September 1998, Trabzon, Turkey.

Heath, A. G., 1987. Water pollution and fish physiology. (2nd ed.), CRC, Press, Boston, USA. 245P.

Hornug, H., Zismann, L. and Oren, O. H., 1980. Mercury in twelve Mediterranian trawl fishes of Israel. Environment International, 3: 243-248.

Huggett, D. B., Steevens, J. A., Allgood, J. C., Lutken, C. B., Grace, C. A. and Benson, W. H., 2001. Mercury in sediment and fish from North Mississippi Lakes. Chemosphere, 42: 923-929.

Indrajith, H. A. P., Pathiratne, K. A. S. and Pathiratne, A., 2008. Heavy metal levels in two food fish species from Negombo estuary, Sri Lanka, Relationships with the body size, Sri Lanka, Journal of Aquatic science, 13:63-81.

Kalay, G. and Bevis, M. J., 2003. Structure and physical property relationships in processed polybutene. Journal of Applied Polymer Science, Vol.88, pp. 814-824.

Karadede-Akin, H. and Unlu, E., 2000. Heavy metal concentrations in water, sediments, fish and some benthic organisms from Tigris River, Turkey Environmental Monitoring and Assessment, 131: 323-337.

Mathers, R. A., Johansen. P. H., 1985. The effects of feeding ecology on mercury accumulation in walleye, Stizostedion vitreum, and pike, *Exso lucius*, in Lake Simceo. Canadian Journal of Zoology, 63, 2006-2012.

Mckim, W. M., Olson, O. F., Holcombe, G. W., Hunt, E. P., 1976. Long-term effects of methylmercuric chloride on three generations of brook trout *Salvelinus fontinalis:* toxicity, accumulation, distribution and elimination. Jornal of the Fisheries Research Board of Canada, 33: 2726-2739.

Moopam, 1993. Manual of oceanographic and pollutant Analysis methods. Kuwait.

Nakao, M., Seoka, M., Tsukamasa, Y., Kawasaki, K. I. and Ando, M., 2007. Possibility for decreasing of mercury content in bluefin tuna, *Thunnus orientalis* by fish culture. Journal of fisheries science, 73: 724-731.

Pizzichini, M., Fonzi, M., Gasparoni, A. and Fonzi, L., 2000. Salivary Mercury levels in healthy donors with and without amalgam Fillings. Bulletin du Groupment International Rech Science, Group Int. Rech. Sci. Stomatol Odontol, 42(2-3): 88-93.

Pizzichini, M., Fonzi, M., Fonzi, L. and Sugherini, L., 2002. Release of Mercury from dental amalgam and its influence on salivary antioxidant activity. Sciences Total Envionment, 4(1-3): 19-25.

Rashed, M. N., 2001. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake. Environmental international, Vol. 27, pp. 27-33.

Shulman, G. E., 1974. G.E., Life cycles of fish. 1st ed. New York: Wiley.

Stoskopf, M.K., 1993. Fish medicine. WB. Saunders Co. London, England. 882P.

Turkmen, M. and Ciminli, C., 2007. Determination of metals in fish and mussel species Byinductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. Journal of Food Chemistry, 103: 670–675.

Verdouw, J., 2008. Heavy metal contamination in muscle tissue of four key recreational fish species from the Derwent Estuary. National Centre for Marine Conservation and Resource Sustainability University of Tasmania, 38p.

Vinodhini, R. and Narayanan, M., 2008. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio* (Common carp). Journal of Environment Science Technology, 5: 179-182.

Wang, W., 2002. Interactions of trace metals and different marine food chains. Marine Ecology Progress Series, 243: 295-309.

WHO, 1985. Review of potentially harmful substances – cadmium, lead and tin. WHO, Geneva. (Reports and Studies No. 22. MO /FAO /UNESCO /WMO /WHO /IAEA /UN /UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution).

Zhang, Z., He, L., Li, J. and Wu, Z., 2006. Analysis of Heavy Metals of Muscle and Intestine Tissue in Fish – in Banan Section of Chongqing from Three Gorges Reservoir, China Polish. Journal of Environmental Studies and Sciences, 16: 949-95.