

مقایسه همبستگی سن، طول و وزن با تراکم جیوه در عضله دو گونه ماهی؛ شیربت و حمری از ماهیان رودخانه مارون بهبهان

مهناز ممتازان^۱، مهرناز آصفی^۲، رسول زمانی احمد محمودی^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده مسئول) ۰۹۱۶۶۷۲۸۱۹۷ mah_momtazan@yahoo.com

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز
۳- عضو هیئت علمی گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

(دریافت ۹۲/۷/۱۸ پذیرش ۹۲/۳/۲۴)

چکیده

میزان آلاینده‌ها در ماهی، به دلیل اثرات قابل توجهی که بر خود ماهی و سایر ارگانسیم‌هایی دارد، توجه زیادی را به خود معطوف داشته است. مطالعه حاضر، با هدف تعیین غلظت جیوه در بافت عضله دو گونه شیربت و حمری از ماهیان رودخانه مارون بهبهان واقع در جنوب شرقی استان خوزستان صورت گرفت. به منظور اجرای این تحقیق در فواصل ماه‌های تیر تا آذر سال ۱۳۸۸ به صورت تصادفی از هر گونه ۲۰ عدد ماهی از رودخانه صید و جمع‌آوری شد و پس از اجرای مراحل بیومتری نمونه‌ها و تشخیص جنسیت و سن آن‌ها، غلظت جیوه در بافت عضله به وسیله دستگاه آنالیز جیوه AMA254، اندازه‌گیری شد. بررسی نرمالیتی داده‌های مربوط به سن و وزن با غلظت جیوه در بافت عضله هر دو گونه نشان داد که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار نبوده و تفاوت معنی‌دار آماری وجود دارد. مقایسه میانگین غلظت جیوه در بافت هر دو گونه ماهی (ماهی شیربت ۰/۸۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن ماهی و ماهی حمری ۰/۳۸۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) با حد مجاز استانداردهای جهانی نشان داد که میانگین غلظت جیوه در بافت عضله هر دو گونه زیر حد بیشینه استاندارد تعیین شده توسط سازمان حفاظت از محیط‌زیست آمریکا است، اما در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی، میانگین غلظت جیوه در عضله گونه شیربت بالاتر از حد مجاز بود.

واژه‌های کلیدی: جیوه، ماهی، عضله، شیربت، حمری، رودخانه مارون بهبهان

۱- مقدمه

اندازه‌گیری غلظت این فلزات، در جهت تعیین استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط زیست دریایی، حائز اهمیت است. آلودگی‌های صنعتی، پساب‌های کشاورزی، آلاینده‌های مربوط به فاضلاب‌های صنعتی و شهری و آلودگی‌های نفتی نه تنها کیفیت آب‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند بلکه بر میزان موجودات کفزی و پلانکتونی که از منابع مهم غذایی ماهیان هستند، نیز تأثیر می‌گذارند [۶]. سن، طول، وزن، جنسیت، عادات تغذیه‌ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و خواص فیزیکی و فیزیوشیمیایی آب (شوری، pH، سختی و دما) از عوامل مؤثر در تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهی می‌باشند [۷]. جیوه از جمله آلاینده‌های اکوسیستم‌های آبی است. طی فرایند انتقال زیستی، متیلاسیون صورت می‌گیرد و جیوه در جانوران تجمع پیدا می‌کند [۸]. جیوه یکی از سمی‌ترین فلزات است که آلودگی آن در

امروزه محصولات دریایی سهم قابل توجهی در تأمین غذای مردم جهان دارند و با شناسایی مطلوبیت و برتری غذایی این فراورده‌ها بر دیگر مواد پروتئینی، روز به روز بر مصرف آن‌ها افزوده می‌شود. همگام با رشد تقاضا، افزایش روند آلودگی محیط‌های دریایی به شکلی جدی، احتمال بروز مشکلات کیفی در این منبع ارزشمند غذایی را تشدید کرده است. توسعه صنایع و افزایش بی‌رویه جمعیت شهرها و روستاها و در پی آن توسعه مناطق کشاورزی و استفاده از کودها و سموم دفع آفات موجب شده است تا مقادیر زیادی فاضلاب‌های صنعتی و شهری و همچنین پساب‌های کشاورزی که دارای ترکیبات شیمیایی مختلف خصوصاً عناصر سنگین هستند، وارد اکوسیستم‌های آبی شوند [۳، ۴، ۵]. فلزات سنگین ضمن شرکت در فرایندهای مختلف تولیدی و صنعتی، به محیط زیست وارد می‌شوند و اثرات محیط‌زیستی نامطلوبی را بر سلامتی انسان، دام، گیاه، خاک، آب و هوا می‌گذارند [۵]. لذا

این تحقیق میزان تجمع عنصر جیوه در بافت عضله دو گونه شیربت^۱ و حمری^۲ از ماهیان رودخانه مارون، برای مقایسه همبستگی سن، طول و وزن با تراکم جیوه در بافت عضله این دو گونه ماهی مورد ارزیابی قرار گرفت. در این زمینه در ایران مطالعات چندانی صورت نگرفته است. بورگر و همکاران در سال ۲۰۰۶ در مطالعه‌ای مقدار جیوه در بافت ۱۱ گونه ماهی از رودخانه ساوانا و مقدار سلنیم را به خاطر اثر حفاظتی آن در مقابل سمیت جیوه با هم مقایسه کردند [۱۸]. کریج و همکاران در سال ۱۹۹۸ به سنجش غلظت جیوه در ماهیچه سفید ماهی^۳ که از مصب‌های برزیل گرفته شده بود، پرداختند [۱۹]. سربو و همکاران در سال ۲۰۰۶ تأثیر جیوه را بر گونه‌های ماهی از طریق پایش آلودگی جیوه در آب، رسوبات و اندام‌های ماهیان مورد بررسی قرار دادند [۲۰]. نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر با نتایج مطالعات انجام شده در این زمینه در سایر نقاط جهان مقایسه شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبریز رودخانه مارون، از شاخه‌های رودخانه جراحی که در شمال، شمال شرق و شمال غرب مرکز شهرستان دهدشت، میان مرکز شهرستان بهبهان و شمال و شمال شرق مرکز شهرستان امیدیه جریان دارد، از ارتفاعات کوه دمه با ارتفاع ۲۹۲۱ متر در حدود ۴۲ کیلومتری شمال شرق دهدشت، مرکز شهرستان دهدشت سرچشمه می‌گیرد (شکل ۱). منبع تغذیه رودخانه، نزولات جوی و در جهت شرق به غرب جریان دارد. طول رودخانه ۲۴۱ کیلومتر، شیب متوسط بستر آن در مناطق کوهستانی، ۲ درصد و در مناطق دشتی، کمتر از یک درصد و در مناطق بی‌کربناته سولفاته، به صورت پراکنده و ناپیوسته، منطقه سولفاته کلروره به صورت پراکنده و ناپیوسته و منطقه کلروره-تبخیری و شور جریان دارد [۲۱]. متوسط آبدی شاخه مارون، ۶۳ مترمکعب در ثانیه است. این رودخانه با گذر از بسترگاهی باریک و گاهی وسیع مخصوصاً در دشت‌ها (جایزان) موجب رونق کشاورزی و اقتصادی و باروری اکوسیستم کوهستانی منطقه می‌شود. این رودخانه پس از عبور از دشت باریک جایزان در محلی بنام چم‌هاشم (دیمه) به رودخانه الله واقع در جنوب شهرستان رامهرمز، متصل می‌شود. مهم‌ترین منبع آلوده‌کننده این اکوسیستم، فاضلاب روستاهای حاشیه و ذهاب کشاورزی است، زیرا اقتصاد این روستاها بر پایه فعالیت‌های

اکوسیستم‌های آبی گسترش یافته و پیش‌بینی می‌شود که این افزایش باز هم ادامه داشته باشد [۹].

تأثیر جیوه بر سلامتی برخی از گروه‌های انسانی (از طریق تماس شغلی یا کاربرد درمانی آن) سال‌ها است که مسئله‌ای شناخته شده است، اما توجه به آن به عنوان یک آلاینده محیطی، موضوعی جدی به شمار می‌آید [۱۰]. جیوه، ماده‌ای فرار و سمی است و یک عنصر کاملاً غیرضروری برای بدن است که به سه شکل عمومی عنصری، نمک‌های معدنی و آلی وجود دارد [۱۱]. متیل جیوه، بیشترین ترکیب متداول جیوه آلی متشکل از مواد بیولوژیکی است. این ترکیب همچنین تمایل زیادی به تجمع زیستی در زنجیره‌های غذایی آبی دارد [۱۲]. به همین جهت آگاهی از میزان متیل جیوه در رژیم غذایی اهمیت دارد. در اکثر ماهیان بزرگ ۹ تا ۱۰۰ درصد جیوه به صورت متیل جیوه وجود دارد. متیل جیوه به طور عمده در ماهیچه‌های ماهی به صورت پیوندشده با پروتئین یافت می‌شود [۱۳].

جیوه پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی، در بافت‌ها و اندام‌های مختلف آبزیان تجمع یافته و نهایتاً وارد زنجیره غذایی می‌شود [۸]. ارگانسیم‌های دریایی و ماهی، آلاینده‌ها را از محیط در خود جمع کرده و بنابراین شدیداً در برنامه‌های پایش آلودگی دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۴]. ماهی بخش مهمی از رژیم غذایی انسان است و به همین دلیل بسیاری از مطالعات آلودگی فلزات در بافت‌های مختلف ماهی صورت گرفته است [۱۵ و ۱۶].

اکوسیستم‌های رودخانه‌ای به لحاظ ارتباط تنگاتنگی که با محیط اطراف و یا اکوسیستم‌های خشکی دارند، تحت تأثیر تغییرات این اکوسیستم‌ها قرار می‌گیرند. ایجاد آلودگی در محیط‌های خاکی و تخریب آن‌ها نهایتاً باعث ایجاد تغییر و دگرگونی در محیط‌های آبی خواهد شد [۱۷]. رودخانه مارون، رودخانه مهم و دارای شناسنامه‌ای است که در معرض خطر آلودگی از طریق آلاینده‌های مختلف محیط‌زیستی قرار دارد. به علت حجم عظیم زمین‌های کشاورزی زیر کشت در اطراف رودخانه مارون و برداشت آب توسط پمپ از رودخانه برای آبیاری، یکی از موارد آلوده‌کننده آب این رودخانه پساب‌های کشاورزی است که با ورود فلزات سنگینی چون کادمیم، سرب و جیوه به رودخانه بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی رودخانه اثر قابل توجهی بر جای می‌گذارد. فاضلاب‌های انسانی و نیز وجود کارگاه‌های شن و ماسه که موجب کاهش پایداری لایه زیرین بستر و داخل شدن ذرات ریز به داخل محیط آبی می‌شود، از دیگر موارد آلوده‌کننده آب رودخانه مارون است. در

¹ *Barbus grypus*

² *Barbus luteus*

³ *Micropogonias furnieri*

جدول ۱- خلاصه نتایج آماری حاصل از بیومتری ماهی شیربت

متغیر	میانگین \pm انحراف معیار	حداقل	حداکثر
طول کل (cm)	31/68 \pm 1/366	20/70	46/60
طول چنگالی (cm)	28/42 \pm 0/945	18/00	42/50
طول استاندارد (cm)	25/86 \pm 1/099	16/00	38/30
وزن (gf)	268/90 \pm 22/073	62/24	742/70
سن (سال)	4 \pm 0/270	2	6

جدول ۲- خلاصه نتایج آماری حاصل از بیومتری ماهی حمری

متغیر	میانگین \pm انحراف معیار	حداقل	حداکثر
طول کل (cm)	20/48 \pm 0/432	16/40	27/40
طول چنگالی (cm)	18/56 \pm 0/422	14/70	24/50
طول استاندارد (cm)	16/63 \pm 0/387	12/70	22/30
وزن (gf)	130/74 \pm 5/523	70/27	285/59
سن (سال)	5 \pm 0/273	3	7

۲-۳- تجزیه و تحلیل نمونه‌ها

پس از جداسازی بافت عضله ماهیان و گذراندن دوره انجماد (۲۰- درجه سلسیوس)، نمونه‌های بافت توسط دستگاه فریزر درایر خشک شدند [۱۲]. به منظور خشک شدن، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آن با دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. سپس نمونه‌های خشک شده در بوتله چینی به پودر تبدیل و داخل ظرف پلی اتیلنی ریخته شدند. از هر نمونه به میزان ۰/۰۳ تا ۰/۰۵ گرم با ترازوی الکترونیکی توزین شد و برای آنالیز در دستگاه Advanced Mercury analyzer 254, LECO با روش استاندارد شماره D-6722 آماده شد [۲۲]. دستگاه AMA 254، مقادیر جیوه را در مواد مختلف شامل زغال سنگ، خاک، بافت‌های مختلف جانوری و گیاهی و دیگر نمونه‌های جامد یا مایع تعیین می‌کند. این دستگاه احتیاجی به مواد شیمیایی خطرناک ندارد و کار تعیین میزان جیوه را در حدود ۵ دقیقه انجام می‌دهد. کالیبراسیون دستگاه با استانداردهای Auto select انجام می‌گیرد [۲۰]. در نهایت میزان جیوه کل بر اساس ppb (وزن خشک) در هر نمونه به دست می‌آید. تجزیه و تحلیل نتایج، توسط نرم افزار SPSS انجام شد. ابتدا به وسیله آزمون‌های شاپیروویلک^۱، تابعیت داده‌ها از توزیع نرمال بررسی شد و در صورت نرمال بودن داده‌ها از آزمون t-test برای مقایسه غلظت جیوه در دو گونه مورد بررسی، استفاده شد. همچنین

¹ Shapiro-Wilk

کشاورزی، دامداری و پرورش نخل شکل می‌گیرد [۱۷]. علاوه بر پساب‌های کشاورزی، فاضلاب‌های انسانی ناشی از کارخانه سیمان که در نزدیکی رودخانه واقع است و نیز برداشت رسوبات آبرفتی از بستر رودخانه که ناشی از کارگاه‌های شن و ماسه بوده و موجب تغییرات مورفودینامیکی می‌شود، از دیگر منابع آلاینده رودخانه مارون محسوب می‌شوند. به طور کلی منابع آلاینده ورودی به رودخانه مارون که شامل فاضلاب‌های روستایی، کشاورزی و آلاینده‌های مربوط به فاضلاب‌های صنعتی و شهری است، تأثیرات مخرب زیست‌محیطی را بر روی منابع آبی رودخانه برجای می‌گذارد.

۲-۲- جمع‌آوری نمونه‌ها

برای انجام این تحقیق، پس از بررسی‌های مقدماتی و شناسایی اولیه منطقه در فواصل ماه‌های تیر تا آذر سال ۱۳۸۸، در مجموع تعداد ۴۰ ماهی به صورت تصادفی از رودخانه مارون صید و جمع‌آوری شد. این تعداد شامل ۲۰ ماهی شیربت و ۲۰ ماهی حمری بود. نمونه‌های تهیه شده پس از صید به آزمایشگاه منتقل شده و پس از انجام عملیات بیومتری، شامل اندازه‌گیری طول و وزن ماهی و تعیین جنسیت و سن، از بافت عضله هریک از ماهیان نمونه تهیه شد. جداول ۱ و ۲ به ترتیب نشان‌دهنده خلاصه نتایج آماری حاصل از بیومتری ماهی شیربت و ماهی حمری است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه، رودخانه مارون، استان خوزستان

شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا^۲ (۱ppm)، اما در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی^۳ (۰/۵ppm)، میانگین غلظت جیوه در عضله گونه شیربت، بالاتر از حد مجاز تعیین شده بود، بنابراین باید مصرف این دو گونه ماهی و به ویژه گونه شیربت، با پاره‌ای از ملاحظات صورت گیرد.

جدول ۳- همبستگی مقادیر جیوه در عضله گونه شیربت با

سن، طول و وزن

همبستگی	Sig	ضریب تعیین (R)
غلظت جیوه در عضله سن	P>۰/۰۵	۰/۰۹۷
غلظت جیوه در عضله طول	P>۰/۰۵	۰/۰۲۲
غلظت جیوه در عضله وزن	P>۰/۰۵	۰/۰۴۵
سن طول	P<۰/۰۵	۰/۷۲۷
سن وزن	P<۰/۰۵	۰/۷۲۲
طول وزن	P<۰/۰۵	۰/۹۹۵

جدول ۴- همبستگی مقادیر جیوه در عضله گونه حمیری با

سن، طول و وزن

همبستگی	Sig	ضریب تعیین (R)
غلظت جیوه در عضله سن	۰/۰۵P>	-۰/۲۵۶
غلظت جیوه در عضله طول	۰/۰۵P>	-۰/۰۹۵
غلظت جیوه در عضله وزن	۰/۰۵P>	-۰/۰۱۵۳
سن طول	۰/۰۵P<	۰/۶۷۳
سن وزن	۰/۰۵P<	۰/۷۴۲
طول وزن	۰/۰۵P<	۰/۹۴۹

جدول ۵- نتیجه آزمون One-Sample T-Test: مقایسه غلظت جیوه در

عضله با حد استاندارد در گونه شیربت بر حسب ppm

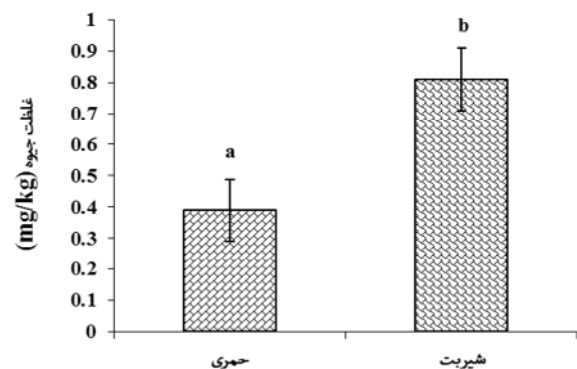
مقایسه با حد استاندارد	میزان استاندارد جهانی	غلظت جیوه در بافت عضله
بیشتر از حد استاندارد	WHO و FDA ^۵ و FAO ^۴ = ۰/۵	۰/۸۰۹۴±۰/۱۱۹۸۲
کمتر از حد استاندارد	EPA = ۱	

به منظور بررسی ارتباط بین سن، وزن و طول ماهیان مورد بررسی با تجمع جیوه در عضله ماهیان از آزمون اسپیرمن، به دلیل نرمال نبودن داده‌ها استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

برای اینکه بتوان از آزمون‌های آماری پارامتریک t-test استفاده کرد باید داده‌های مربوط به هر دو گونه نرمال باشند، اما در این بررسی به دلیل نرمال نبودن داده‌های مربوط به گونه حمیری از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده شد. بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون ناپارامتریک، از آزمون من ویتنی یو^۱ برای مقایسه میزان جیوه در بافت عضله دو گونه ماهی استفاده شد. آزمون من ویتنی یو، تفاوت معنی دار آماری را بین بافت‌ها نشان داد (P<۰/۰۵). با توجه به شکل ۲ بیشترین مقادیر جیوه در بافت عضله گونه شیربت مشاهده شد.

نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن مربوط به گونه شیربت و حمیری، به ترتیب در جداول ۳ و ۴ درج شده است. همچنین مقایسه میانگین غلظت جیوه در بافت عضله دو گونه ماهی با حد مجاز استانداردهای EPA، WHO، FDA و FAO در جداول ۵ و ۶ آورده شده است.



شکل ۲- مقایسه غلظت جیوه در بافت عضله دو گونه شیربت و حمیری (میانگین ± اشتباه معیار)، (حروف متفاوت بالای نمودار نشان دهنده تفاوت معنی دار (من ویتنی یو، P<۰/۰۵) می‌باشند).

بررسی نتایج به دست آمده از آنالیز نمونه‌های مربوط به بافت عضله این دو گونه ماهی نشان داد که میانگین غلظت جیوه در این بافت، در گونه شیربت ppm ۰/۸۰۹۴ و در گونه حمیری ppm ۰/۳۸۸۶ بود که در هر دو مورد زیر حد بیشینه استاندارد تعیین

^۱ Mann-Whitney

^۲ US. Environmental Protection Agency (USEPA)

^۳ World Health Organization (WHO)

^۴ Food and Agriculture Organization (FAO)

^۵ Food and Drug Administration (FDA)

جدول ۶- نتیجه آزمون One-Sample T-Test: مقایسه غلظت جیوه در عضله با حد استاندارد در گونه حمری بر حسب ppm

مقایسه با حد استاندارد	میزان استاندارد جهانی	غلظت جیوه در بافت عضله
کمتر از حد استاندارد	FDA و WHO و FAO = ۰/۵	۰/۳۸۸۶±۰/۰۸۵۰۸
کمتر از حد استاندارد	EPA=۱	

جدول ۷- حد مجاز مصرف ماهانه ماهی بر مبنای متیل جیوه (برای فردی با وزن ۷۲ kg) [۲۵]

محدودیت مصرف براساس احتمال خطر	حد نهایی برای سلامتی (عدم سرطان)	محدودیت مصرف براساس احتمال خطر	حد نهایی برای سلامتی (عدم سرطان)
تعداد مجاز مصرف ماهی در ماه	غلظت جیوه در بافت ماهی (ppm)	تعداد مجاز مصرف ماهی در ماه	غلظت جیوه در بافت ماهی (ppm)
۲	>۰/۳۲-۰/۴۸	۱۶	>۰/۰۳-۰/۰۶
۱	>۰/۴۸-۰/۹۷	۱۲	>۰/۰۶-۰/۰۸
۰/۵	>۰/۹۷-۱/۹	۸	>۰/۰۸-۰/۱۲
عدم مصرف	>۱/۹	۴	>۰/۱۲-۰/۲۴
		۳	>۰/۲۴-۰/۳۲

سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۹۹۷، حد مجاز مصرف ماهی به طور ماهانه بر مبنای متیل جیوه را مطابق جدول ۷ بیان کرده است که با توجه به در دست داشتن غلظت جیوه در بافت عضله هر دو گونه ماهی مورد مطالعه، می توان تعداد وعده های مجاز مصرف ماهی را برآورد نمود (جدول ۸).

جدول ۸- برآورد تعداد وعده های مجاز مصرف هر یک از ماهیان بررسی شده

غلظت جیوه در بافت ماهی (mg/kg)	تعداد مجاز وعده های غذایی ماهی در ماه
شیربت	حدود ۲
حمری	۲

۴- نتیجه گیری

با توجه به غلظت جیوه به دست آمده در بافت عضله هر دو گونه شیربت و حمری، هر دو از نظر EPA قابل مصرف می باشند، البته باید نسبت به مصرف این دو گونه به ویژه در گروه های حساس به جیوه شامل زنان باردار، زنان در سنین بارداری یعنی زنان ۴۴-۱۵ سال و کودکان ۱۴ سال به پایین به دلیل آسیب پذیری، پاره ای ملاحظات صورت گیرد.

۵- قدردانی

از همکاری مسئولان آزمایشگاه محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس، به خاطر در اختیار گذاشتن دستگاه اندازه گیری جیوه تشکر و سپاس به عمل می آید.

همچنین نتایج این تحقیق نشان داد ماهی شیربت که دارای رژیم غذایی همه چیزخواری بوده و قابلیت سازگاری در شرایط مختلف سکوتی را دارا است، در برگرنده بیشترین مقادیر جیوه و گونه حمری که از بی مهرگان آبی تغذیه کرده و در قسمت های پایینی رودخانه ها و دریاچه ها زندگی می کند، دارای کمترین مقادیر جیوه در بافت عضله خود است.

نتایج بررسی بورگر و همکاران در سال ۲۰۰۶ با نتایج مطالعه حاضر مبنی بر تأثیر شرایط مختلف سکوتی بر کاهش یا افزایش تراکم فلزات سنگین در بافت های مختلف گونه های ماهی مطابقت دارد. این محققان نشان دادند که مقدار جیوه در تیمارهای حاوی فلز جیوه موجود در سطوح بالایی رودخانه، بیشتر از میزان جیوه در سطوح پایینی و در امتداد رودخانه است [۱۸].

بین سن، طول و وزن ماهیان مورد بررسی یک همبستگی مثبت مشاهده شد که این روند در تحقیق دیگری که در کشور برزیل توسط کریج و همکاران در سال ۱۹۹۸ صورت گرفت نیز گزارش شده است [۱۹]. ضمناً هیچ گونه همبستگی بین طول، وزن و سن ماهیان شیربت و حمری و میزان جذب و تجمع فلز سنگین جیوه در بافت عضله آن ها وجود ندارد. این نتیجه در نتایج حاصل از بررسی های صورت گرفته توسط دیگر محققان نیز به اثبات رسیده است [۲۳ و ۲۴]. سربو و همکاران در سال ۲۰۰۶ در مطالعه ای به پایش آلودگی جیوه در آب، رسوبات و گونه های ماهی پرداختند. نتایج نشان دهنده سطوح بالای جیوه در بیشتر نمونه های مورد آنالیز بود. در این مطالعه بین غلظت جیوه و طول ماهی رابطه معنی داری یافت شد [۲۰]. مقایسه نتایج این مطالعه با پژوهش حاضر بیانگر عدم آلودگی شدید ماهی حمری و تا حدودی ماهی شیربت در رودخانه مارون به فلز جیوه بود.

۶- مراجع

1. Laimanso, R., Cheung, Y., and Chan, K. M. (1999). "Metal concentrations in the tissues of Rabbitfish (*Siganus oramin*) collected from Tolo Harbour and Victoria Harbour in Hong kong." *Marine Pollution Bulletin*, 39, 234.
2. Wicker, A. M., and Gantt, L. K. (1999). *Contaminant assessment of fish Rangia clams and sediments in the lower Pamlico River*, North Carolina U.S. Fish and Wildlife Service.
3. Fowler, S. W. (1990). "Critical review of selected heavy metal and chlorinated hydrocarbon concentration in the marine environment." *Marine Environmental Research*, 29, 1-64.
4. Plaskett, D., and Potter, I. (1979). "Heavy metal concentration in the muscle tissue of 12 species of teleosts from Cockburn sound, Western Australia." *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 30(5), 607-616.
5. Mlardi, M. R., and Asghari, S. (2004). *Environmental chemistry, environmental chemistry familiarity*, Mobtakeran, Pub., Tehran. (In Persian)
6. Sadeghi Rad, M., Amini Ranjbar, Gh., Arshad, A., and Joshiedeh, H. (2004). "Assessing heavy metal content of muscle tissue and caviar of *Acipenser persicus* and *Acipenser stellatus* in southern Caspian Sea." *Iranian Scientific Fisheries*, 79, 3-100.
7. Canli, M., and Atli, G. (2003). "The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and the size of six Mediterranean fish species." *Environ. Pollution*, 121, 129-136.
- 8- Zolfaghari, Gh., Esmaili-Sari, A., Ghasempouri, M., and Kiabi, B. (2005). "Examination of mercury concentration in the feathers of 37 species of birds in Iran: Effect of trophic level, feeding strategy and Taxonomic Affiliation." *Iranian Journal of Marine Science*, 1, 4-11.
9. Nriagu, J. O., and Pacyna, J. M. (1988). "A quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals." *Nature.*, 333, 134-139.
10. Sabzevari, F. (2001). "Effects of mercury on health of human and environment." *Seminar of MSc in Environment*, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Noor, Tarbiat Modares University, Tehran. (In Persian)
11. UNEP. (2002). *Report of the global mercury assessment working group on the work of its first meeting*, Geneva, Switzerland.
12. Houserova, P. (2007). "Total mercury and mercury species in bird and fish in an aquatic ecosystem in the Czech republic." *Environmental Pollution*, 145, 185-194.
13. Esmaili-Sari, A. (2003). *Pollutants, health and environmental standards*, Naghshe Mehr Pub, Tehran.
14. Foroughi, R., Esmaili-sari, A., and Ghasempouri, S. M. (2006). "Investigation of mercury levels as environmental toxic element in muscle of Caspian White Fish (*Rutilus frisii kutum*) in central seashores of southern of Caspian sea." *Iranian Scientific Fisheries*, 4, 97-102. (In Persian)
15. Usero, J., Izquierdo, C., Morillo, J., and Gracia, I. (2003). "Heavy metals in fish (*Solea Vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain." *Environ. International*, 29, 949- 956.
16. Lewis, S. A., and Furness, R. W. (1991). "Mercury accumulation and excretion in laboratory reared black-headed Gulf *Larus ridibundus* Chicks." *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 21, 316-320.
17. Alboderij, H. (1988). "Watershed ecosystems of Maroon, Jarahi, Zohre, and Allah, south and east of Khuzestan." *Journal of Knowledge and Development*, 7-61. (In Persian)
18. Burger, J., and Gochfeld, M. (2006). "Heavy metals in commercial fish in New Jersey." *Environmental Research*, 99 (3), 403-412.

19. Kehrig, H. A., Malm, O., and Moreira, I. (1998). "Mercury in a widely consumed fish *Micropogonias furnieri* (Demarest, 1823) from four main Brazilian estuaries." *The Science of the Total Environment*, 213, 263-271.
20. Scerbo, R., Ristori, T., Stefanini, B., Ranieri, S. D., and Barghigioni, C. (2006). "Mercury assessment and evaluation of its impact on fish in the Cecina river basin (Tuscany, Italy)." *Environmental Pollution*, 155(1), 179-186.
21. Armed Forces Geographical Organization. (2004). *Geographical dictionary of Iran's Rivers, Persian Gulf and Oman Sea*, Tehran. (In Persian)
22. Zolfaghari, G., Esmaili-Sari, A., Ghasempouri, S.M., and Faghihzadeh, S. (2007). "Evaluation of environmental and occupational exposure to mercury among Iranian dentists." *Science of The Total Environment*, 381, 59- 67.
23. Paydar, M., Fazeli, M.Sh., and Riahi-Bakhtiari, A. (2002). "Determination of heavy metal content in *astacus leptodactylus caspicus* of Anzali Wetland, Iran." *Iranian Journal of Marine Science*, 1, 2-14.
24. Martin, G., Monica, A. J., and Isidor, J. (1999). "Heavy metals in the Rock Oyster (*Crassostrea iridescens*) from Mazatlan, Sinaloa." *Rev. Biol. Trop.*, 47 (4), 843-849.
25. US Environmental Protection Agency (USEPA). (1997). "Health effects of mercury and mercury compounds." In: *Environmental Protection Agency (US) Mercury Study Report to Congress*, Washington. DC. EPA: Pub., No.: EPA-452/R-97-007.