

ارزیابی میزان فلزات سنگین (مس، روی و سرب) در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان (*Perca fluviatilis*) در تالاب امیر کلايه و بررسی ارتباط آن با عوامل بیومتریك

ژاله خوشخو^۱، حسین خارا^۲، هادی بابائی^۳ و مریم پدram ژرف^{۴*}

۱ و ۴- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

۲- گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان

۳- گروه اکولوژی، پژوهشکده آبی پروری آب های داخلی ایران، بندر انزلی، گیلان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۶/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۱۶

چکیده

در این مطالعه غلظت فلزهای سنگین مس، روی و سرب در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان در تالاب امیر کلايه در زمستان ۱۳۸۹ و بهار ۱۳۹۰ اندازه گیری و با حد مجاز استانداردهای جهانی مقایسه شد. پس از آماده سازی و هضم نمونه ها، غلظت فلزهای مس، روی و سرب توسط دستگاه جذب اتمی، مدل SHIMADZU AA/680 اندازه گیری شد. میانگین غلظت مس، روی و سرب در بافت عضله ماهی به ترتیب برابر 0.475 ± 0.03 ، 1.88 ± 0.22 و 0.28 ± 0.04 میکروگرم بر گرم وزن خشک بود. نتایج حاصل از تحلیل آماری نشان داد همبستگی مثبت بین وزن و طول کل ماهی با مقدار (مس و روی) در بافت عضله وجود دارد ($P < 0.05$)، اما بین میزان تجمع فلز سرب و سه عامل (وزن، طول کل و سن) همبستگی وجود نداشت ($P > 0.05$). همچنین بین دو فصل در میزان عنصر سرب اختلاف معنی دار مشاهده شد ($P < 0.05$). نتیجه این تحقیق نشان داد که میزان غلظت فلزهای سنگین (مس، روی و سرب) در بافت عضله این ماهی کمتر از استانداردهای جهانی بوده و برای مصرف خوراکی مناسب است. برای آنالیز داده ها از نرم افزار SPSS 13 استفاده شد. جهت بررسی آماری فلزات موجود در بافت ماهیان از آزمون **Independents-Sample T test** در سطح ۵ درصد استفاده گردید.

واژگان کلیدی: مس، روی، سرب، سوف حاجی طرخان، تالاب امیر کلايه

مقدمه

فلزهای سنگین عموماً به گروه انتخاب شده‌ای از عناصر شیمیایی با وزن زیاد به استثنا آهن مانند سرب، کادمیوم و... اطلاق می‌گردد. همه فلزهای سنگین دارای پایداری زیاد و پتانسیل مسموم‌کنندگی ارگانسیم‌های زنده هستند (Vinodhini & Narayanan, 2008). فلزات سنگین از طریق ته‌نشست‌های اتمسفری، هواپدگی، منابع انسانی و همچنین انتشار صنعتی و معدن‌کاوی وارد اکوسیستم‌های آبی می‌شوند. حضور فلزهای سنگین در اکوسیستم‌های آبی می‌تواند به دلیل انباشت در اندام‌های آبزیان باعث ایجاد استرس در آنها شود (2008, Ebrahimpour & Mushrifah). فلزهای سنگین به علت اثرهای سمی و توان انباشتگی زیستی در گونه‌های مختلف آبزیان و حتی وارد شدن به زنجیره‌های غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند (صباغ کاشانی، ۱۳۸۰). آلاینده‌های مختلف آلی و معدنی که بسیار متنوع و متعدد هستند عموماً تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی، به طور مستقیم و غیرمستقیم به رودخانه‌ها و در نهایت به دریا راه می‌یابند (1992, Clark).

این مواد معمولاً به سه طریق جذب اندام‌های ماهیان می‌شوند: ۱- جذب سطحی. ۲- جذب از طریق آبشش‌ها، ۳- جذب از طریق دستگاه گوارش. بدون شک در ماهیان آب شیرین، دریافت مستقیم فلزها از آب بیشتر می‌باشد (Dallinger et al., 1987). از جمله این فلزها می‌توان به سرب، روی و مس اشاره کرد. فلز سرب به عنوان آلوده‌کننده زیست‌محیطی در همه جا حضور دارد و به طور معمول در بافت‌های ماهیان، وجود داشته و تمرکز زیستی می‌

یابد (Mirzykowski et al., 1997). سرب به میزان قابل توجهی توسط ماهیان جذب یا انباشتگی می‌یابد (Kalay & Canli, 2000). فلز روی به عنوان یک عنصر ضروری مطرح می‌باشد (2010, Juned Arjun). ماهیان به عنصر روی به عنوان یک عنصر کم‌مقدار نیاز دارند که آن را از طریق آب و غذا به دست می‌آورند (ناجی و همکاران، ۱۳۸۶). فلز مس به عنوان یک عنصر ضروری برای طیف گسترده‌ای از آنزیم‌ها و مواد سازنده سلول، نقش حیاتی در تمام موجودات زنده ایفا می‌کند (Gale et al., 2004). ماهیان آب شیرین می‌توانند طیف وسیعی از فلز مس را جذب کنند (Mirzykowski et al., 1997).

Turkmen و همکاران (2009) مطالعه‌ای را بر روی میزان تجمع فلزهای سنگین (سرب، روی و مس) بر روی چند گونه ماهی تالابی در ترکیه انجام دادند. Yilmaz (2009) میزان فلزات سنگین (مس، روی و سرب) را در بافت‌های سه گونه ماهی در تالابی در ترکیه بررسی کرد. عبدالله بیگی (۱۳۸۸) میزان تجمع فلزات سنگین (روی، مس و سرب) را در ماهی سوف حاجی طرخان تالاب انزلی مورد بررسی قرار داد. در هر سه پژوهش ذکر شده الگوی تجمع فلزات سنگین به ترتیب روی < مس < سرب بدست آمد.

بررسی مقدار فلزهای سنگین در آبزیان با توجه به افزایش میزان آلاینده‌ها در منابع آبی و همچنین استفاده انسان از آبزیان برای تغذیه، تعیین میزان سلامت آب و آبزیان اهمیت زیادی دارد. هدف از این تحقیق ارزیابی کمی فلزات سنگین (مس، روی و سرب) در بافت عضلانی ماهی سوف حاجی طرخان تالاب امیرکلاهی و بررسی ارتباط میزان تجمع این فلزات با

عوامل بیومتریکی و همچنین مقایسه مقادیر به دست آمده با استاندارد جهانی می باشد.

مواد و روش‌ها

تالاب امیر کلایه در جنوب دریای خزر، شمال شرق گیلان، بین شهرهای لاهیجان (۳۶ کیلومتری) لنگرود (۱۹ کیلومتری) و کیاشهر (۲۴ کیلومتری) و با مختصات جغرافیایی ۱۲ و ۵ شرقی و ۱۷ و ۳۷ شمالی قرار دارد. مساحت تقریبی این تالاب ۱۲۳۰ هکتار می باشد که به صورت شمالی- جنوبی کشیده شده است. میانگین عمق تالاب امیرکلایه حدود ۲ متر است. این تالاب زیستگاه ۱۵ گونه از انواع ماهیان نظیر سوف حاجی طرخان، اسبله، اردک ماهی، کپور و گونه های دیگر است که در تنوع بخشی به این اکوسیستم آبی نقش مؤثری دارند (عباسی، ۱۳۷۸).

نمونه های ماهی سوف حاجی طرخان (در هر فصل ۳۰ نمونه) طی دو فصل (اواخر زمستان ۱۳۸۹ و اواخر بهار ۱۳۹۰) با تور گوشگیر (Gill-net) از تالاب صید و به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه طول کل، طول چنگالی و طول استاندارد به وسیله کولیس (با دقت ۰/۱ میلی متر) در کلیه نمونه ها، مورد سنجش قرار گرفت و وزن کل و وزن بافت تر به وسیله ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ گرم) اندازه گیری شد. همچنین سن نمونه ها، مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین سن ماهیان مورد آزمایش، تعداد ۳ عدد فلس از ناحیه سینه برداشته شد و با استفاده از حلقه های رشد روی فلس و به کمک لوپ دو چشمی مورد بررسی قرار گرفتند.

پس از بیومتری، بافت گوشت ماهی جدا شده و در داخل آون الکتریکی به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۸۰

درجه سانتی گراد گذاشته شد تا کاملاً خشک شوند. سپس به وسیله آون عقیق هموژنیزه و یکنواخت گردید. مقدار ۰/۵ گرم از بافت پودر شده به وسیله ترازو (با دقت ۰/۰۱ گرم) وزن گردید. سپس نمونه های توزین شده به داخل لوله آزمایش مخصوص هضم شیمیایی ریخته شده و به آن ۴ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه گردید. در ادامه نمونه ها به وسیله هیتر به مدت یک ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد هضم شیمیایی گردید. هضم اسیدی جهت آزاد کردن کلیه اتصالات فلز با بافت ها صورت گرفت. پس از پایان هضم شیمیایی، جهت حذف ذرات معلق، آنها را با کاغذ صافی واتمن ۴۲، صاف نموده و به وسیله آب مقطر دو بار تقطیر در ظرف پلی اتیلنی به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده شد و جهت سنجش، به دستگاه جذب اتمی تزریق گردید (Cheggour & Chafik, 2001). تجزیه و تحلیل آماری کلیه داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS 13 انجام شد. داده ها ابتدا جهت اطمینان از نرمال بودن با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی شدند. در مواردی که توزیع داده ها نرمال بود، جهت بررسی فلزات مورد نظر در بافت ماهیان در دو فصل و همچنین بین نمونه های مذکور، از آزمون Independents – Sample T Test در سطح ۵ درصد استفاده گردید و در مواردی که توزیع داده ها نرمال نبود، از آزمون Mann - Whitney استفاده گردید. با استفاده از برنامه Excel عملیات رگرسیون (Pearson) خطی بین متغیرهای مربوطه انجام گرفت.

نتایج

میلی متر) بیشتر از میانگین طول کل نمونه‌ها در فصل بهار ($19/9 \pm 187/7$ میلی متر) بود. میانگین سنی نمونه‌های صید شده در فصل بهار با رقم $2/9 \pm 0/4$ سال، نسبت به نمونه‌های فصل زمستان با میانگین سن $3/2 \pm 0/7$ سال، کمتر بود.

میانگین وزن نمونه‌های مورد بررسی در فصل زمستان با $44/2 \pm 135$ گرم، بیشتر از میانگین وزن نمونه‌های مورد بررسی در فصل بهار ($36/4 \pm 99/1$ گرم) بود (جدول های ۱ و ۲). همچنین میانگین طول کل در نمونه‌های فصل زمستان ($24/8 \pm 198/9$

جدول ۱- میانگین وزن، طول و سن نمونه‌های ماهی سوف حاجی طرخان در تالاب امیرکلايه در فصل زمستان (n=۳۰)۱۳۸۹

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حد اقل	حد اکثر
وزن (گرم)	۱۳۵	۴۴/۲	۶۱	۲۰۳
طول کل (میلی متر)	۱۹۸/۹	۲۴/۸	۱۵۶	۲۳۴
طول چنگالی (میلی متر)	۱۷۸/۸	۲۶/۵	۱۲۹	۲۱۹
طول استاندارد (میلی متر)	۱۵۷/۴	۲۶/۴	۱۱۳	۲۰۱
سن (سال)	۳/۲	۰/۷	۲	۵

جدول ۲- میانگین وزن، طول و سن نمونه‌های ماهی سوف حاجی طرخان در تالاب امیرکلايه در فصل بهار (n=۳۰)۱۳۹۰

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حد اقل	حد اکثر
وزن (گرم)	۹۹/۱	۳۶/۴	۵۷	۱۸۳
طول کل (میلی متر)	۱۸۷/۷	۱۹/۹	۱۵۷	۲۲۸
طول چنگالی (میلی متر)	۱۶۹/۲	۲۲/۶	۱۳۴	۲۱۷
طول استاندارد (میلی متر)	۱۴۷/۷	۲۱/۸	۱۱۱	۱۹۳
سن (سال)	۲/۹	۰/۴	۲	۴

میکروگرم بر گرم) در بافت عضله نمونه‌های مورد مطالعه غلظت‌های بدست آمده سایر فلزات در فصل بهار (میانگین غلظت روی $2/1 \pm 0/88$ میکروگرم بر گرم، میانگین غلظت سرب $0/32 \pm 0/08$ میکروگرم بر گرم) نسبت به فصل زمستان (میانگین غلظت روی $1/66 \pm 0/87$ میکروگرم بر گرم، میانگین غلظت سرب $0/24 \pm 0/08$ میکروگرم بر گرم) افزایش داشته است.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزهای سنگین در بافت عضلانی ۳۰ عدد ماهی بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در جدول‌های (۳ و ۴) درج شده است. روند نزولی میزان تجمع فلزات سنگین در ماهیان مورد مطالعه به ترتیب بصورت روی < مس < سرب می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که بجز غلظت مس (میانگین غلظت در زمستان $0/51 \pm 0/12$ میکروگرم بر گرم، در بهار $0/44 \pm 0/12$

جدول ۳- مقدار فلزات سنگین (میکروگرم بر گرم وزن خشک) در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان در تالاب امیرکلابه در فصل زمستان ۱۳۸۹ (n=۳۰)

فلز			متغیر
سرب	روی	مس	
۰/۲۴	۱/۶۶	۰/۵۱	میانگین
۰/۰۸	۰/۸۷	۰/۷	انحراف معیار
۰/۴۱	۳/۷۹	۰/۸۷	حد اکثر
۰/۱۱	۰/۵	۰/۲۳	حد اقل

جدول ۴- مقدار فلزات سنگین (میکروگرم بر گرم وزن خشک) در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان در تالاب امیرکلابه در فصل بهار ۱۳۹۰ (n=۳۰)

فلز			متغیر
سرب	روی	مس	
۰/۳۲	۲/۱	۰/۴۴	میانگین
۰/۰۸	۰/۸۸	۰/۱۲	انحراف معیار
۰/۴۸	۳/۴۶	۰/۷۸	حد اکثر
۰/۲۱	۰/۳۹	۰/۲۴	حد اقل

طول کل وجود دارد ($P < 0.05$). اما بین میزان این دو فلز با عامل سن همبستگی وجود ندارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که بین میزان غلظت فلز سرب با هیچ یک از عوامل بیومتریک همبستگی وجود ندارد ($P > 0.05$) (جدول ۵).

نتایج نشان داد که بین میزان تجمع فلز سرب در بافت عضلانی ماهی سوف حاجی طرخان در دو فصل زمستان و بهار اختلاف معنی دار وجود دارد ($P < 0.05$). اما بین میزان تجمع فلزات مس و روی در دو فصل زمستان و بهار اختلاف معنی داری وجود ندارد ($P > 0.05$).

نتایج حاصل از تحلیل آماری نشان داد همبستگی مثبت بین میزان تجمع فلزات (مس و روی) در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان با دو عامل وزن و

جدول ۵- همبستگی میزان فلزات سنگین با عوامل بیومتریکی (وزن، طول کل و سن) در بافت عضله ماهی

سوف حاجی طرخان در تالاب امیرکلایه، زمستان ۸۹ و بهار ۹۰

ویژگی های بیومتریکی			فلز
طول کل	وزن	سن	
۰/۲۵۱	۰/۸۴۸	۰/۸۴۰	مس
۰/۳۸۴	۰/۵۷۹	۰/۷۶۸	روی
۰/۱۵۷	۰/۳۲۹	۰/۲۳۵	سرب

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه روند نزولی میزان تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان به ترتیب به صورت روی < مس < سرب می باشد. نتایج حاکی از آن است که بجز غلظت مس (میانگین غلظت در زمستان $0/51 \pm 0/7$ میکروگرم بر گرم، میانگین غلظت در بهار $0/44 \pm 0/12$ میکروگرم بر گرم) در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان، سایر غلظت های بدست آمده در فصل بهار (میانگین غلظت روی $2/1 \pm 0/88$ میکروگرم بر گرم و میانگین غلظت سرب $0/32 \pm 0/08$ میکروگرم بر گرم) نسبت به فصل زمستان (میانگین غلظت روی $1/66 \pm 0/87$ میکروگرم بر گرم و میانگین غلظت سرب $0/24 \pm 0/08$ میکروگرم بر گرم) افزایش دارد که احتمالاً به دلیل افزایش فعالیت های کشاورزی و ورود زه آب های کشاورزی به تالاب می باشد. همچنین میزان روی (میانگین غلظت در زمستان $1/66 \pm 0/87$ میکروگرم بر گرم، میانگین غلظت در بهار $2/1 \pm 0/88$ میکروگرم بر گرم) و مس (میانگین غلظت در زمستان $0/51 \pm 0/7$ میکروگرم بر گرم، میانگین

غلظت در بهار $0/44 \pm 0/12$ میکروگرم بر گرم) نسبت به فلز سرب (میانگین غلظت در زمستان $0/24 \pm 0/08$ میکروگرم بر گرم، میانگین غلظت در بهار $0/32 \pm 0/08$ میکروگرم بر گرم) دارای غلظت بیشتری بوده (جدول های ۳ و ۴) و در محل ریزش پساب کشاورزی به تالاب غلظت اکثر فلزات در مقایسه با ایستگاه های دیگر افزایش نشان داده است. Yilmaz (2009) در پژوهشی در ترکیه بر روی سه گونه ماهی تالابی نشان داد بیشترین میزان تجمع فلزات سنگین مربوط به روی ($4/7$ میکروگرم بر گرم) است. همچنین Turkmen (2009) در تحقیق خود بر روی چند گونه ماهی تالابی در ترکیه نشان داد که تجمع فلزات سنگین به ترتیب روی ($3/8$ میکروگرم بر گرم) < مس ($2/9$ میکروگرم بر گرم) بوده است. Karadede و همکاران (2004) نیز در مطالعه ای که بر روی چند گونه ماهی تالابی داشتند، نشان دادند که بیشترین میزان غلظت فلزات سنگین به ترتیب، روی با مقدار ($5/3$ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و سپس مس با مقدار ($4/5$ میکروگرم بر گرم وزن خشک) بود. این

که در حال حاضر برای مصرف کنندگان خطر داشته باشد. همچنین غلظت این فلزات در حدی نیست که آسیب جدی به سیستم های بیولوژیکی ماهیان وارد نماید. غلظت پایین مس (۰/۴۷۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک)، روی (۱/۸۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و سرب (۰/۲۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک) در مقایسه با استانداردهای جهانی، به عنوان مثال (FAO) : مس (۳۰ میکروگرم بر گرم وزن تر)، روی (۳۰ میکروگرم بر گرم وزن تر) و سرب (۰/۵ میکروگرم بر گرم وزن تر) (Pourang et al., 2005) (جدول ۶)، احتمالاً می تواند به دلیل وجود غلظت پایین عناصر سنگین مزبور باشد. این امر نشانگر عدم آلودگی شدید تالاب به فلزات سنگین مزبور است و می توان گفت تالاب امیرکلایه تقریباً اکوسیستمی بکر است و کمتر در معرض فعالیت های انسانی قرار گرفته است. مقایسه مقادیر غلظت فلزات مورد بررسی با استانداردهای جهانی در جدول (۶) آورده شده است.

مقادیر کمتر از حد مجاز مصرف (غلظت مجاز فلز روی (۱۰۰۰ میکروگرم بر گرم وزن تر) و غلظت مجاز فلز مس (۱۰ میکروگرم بر گرم وزن تر) بر اساس استاندارد WHO) می باشد (Pourang et al., 2005). نتایج این سه تحقیق، مشابه با تحقیق حاضر است. نتایج برخی دیگر از تحقیقات انجام شده در ایران نیز شباهت فراوان با یافته های این پژوهش دارد. عبدالله بیگی (۱۳۸۸)، در پژوهش بر روی ماهی سوف حاجی طرخان در تالاب انزلی ترتیب تجمع فلزات را به صورت روی < مس < سرب به دست آورد. در نتایج پژوهش برامکی یزدی (۱۳۸۹) ترتیب تجمع زیستی فلزات سنگین در اردک ماهی تالاب انزلی به صورت روی < مس < سرب به دست آمد، که با نتایج تحقیق حاضر همانندی دارند (جدول ۳ و ۴). میزان تجمع فلزات سنگین مورد بررسی در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان در تالاب امیرکلایه پایین تر از سطح مجاز بین المللی می باشد. لذا مقادیر این فلزات در حدی نیست

جدول ۶- مقایسه حداکثر غلظت های مجاز فلزات سنگین (روی، مس و سرب) (میکروگرم بر گرم وزن تر) با منابع پژوهش حاضر در غذاهای دریایی جهت مصرف انسانی (Pourang et al., 2005)

استاندارد / گونه	روی	سرب	مس
۳۰	۰/۵	۳۰	FAO ¹
۱۰	-	۱۰۰۰	WHO ²
	-۲	-	Germany
۱۰ - ۷۰	-	۴۰ - ۱۰۰۰	Australia
۰/۴۷۵	۰/۲۸	۱/۸۸	سوف حاجی طرخان (تحقیق حاضر) (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

1. Food and Agriculture Organization.

2. World Health Organization.

بافت عضله افزایش یافته است. اما همبستگی معنی داری بین میزان فلزات مس و روی با سن برقرار نبود ($P > 0.05$). همچنین بین میزان فلز سرب با هیچ یک از عوامل (وزن، طول کل و سن) همبستگی معنی داری وجود نداشت. هیچ یک از این سه عامل تأثیری در افزایش یا کاهش میزان فلز سرب در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان نشان نداد. در کل می توان گفت که نتایج این پژوهش نشان دهنده عدم آلودگی شدید منطقه به عناصر مذکور و به تبع آن میزان کم انباشت این عناصر در بافت عضله نمونه های مورد مطالعه می باشد.

منابع

امینی رنجبر، غ. و ستوده نیا، ف. ۱۳۸۴. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلائی دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریکی (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، ۱۴: ۱۸-۱.

برامکی یزدی، ر. ۱۳۸۹. مقایسه تجمع زیستی کادمیوم، سرب و روی در دو گونه ماهی تالاب انزلی. پایان نامه کارشناسی ارشد آلودگی های محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند. ایران.

دورقی، ع.، کوچنین، پ.، نیک پور، ی.، یآوری، و.، ذوالقرنین، ح.، صفاهیه، ع. و سالاری علی آبادی، م. ۱۳۸۸. تجمع کادمیوم، مس و آهن در بافت های ماهی شبه شوریده در سواحل شمالی خلیج فارس (بندر دیلم). مجله علمی شیلات، ۳: ۹-۱.

صباغ کاشانی، آ. ۱۳۸۰. تعیین میزان برخی فلزات سنگین در عضله، کبد، کلیه، آبشش و تخمدان ماهی کفال در سواحل جنوبی دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد بیولوژی ماهیان دریا. دانشگاه تربیت مدرس. ایران.

نتایج آنالیز آماری بیانگر آن است که میزان تجمع فلز سرب در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان در دو فصل زمستان و بهار دارای اختلاف معنی داری است ($P < 0.05$) ولی میزان فلزات روی و مس در دو فصل مورد بررسی اختلاف معنی داری را نشان ندادند. میزان بیشتر غلظت روی، مس و سرب در بهار می تواند به دلیل تغییر در شرایط محیطی باشد. در فصل بهار با افزایش ورود آلاینده های کشاورزی به تالاب میزان غلظت فلزات مزبور افزایش می یابد، این امر می تواند یکی از دلایل افزایش میزان غلظت عناصر در نمونه های فصل بهار قلمداد گردد. در مطالعه ای که دورقی و همکاران (۱۳۸۸) در ماهی شبه شوریده خلیج فارس انجام دادند، تجمع فلزات کادمیوم، مس و آهن در فصل گرم بیشتر از فصل سرد بود که با تحقیق حاضر مشابهت نشان می دهد. در واقع تغییر در دمای محیط سبب تغییر در سوخت و ساز ماهی شده، به طوری که در دمای بالاتر میزان سوخت و ساز بیشتر می شود که این عامل سبب افزایش سرعت تغذیه و جذب مواد و نیز افزایش سرعت تنفس در ماهی شده و منجر به افزایش جذب فلزات سنگین می شود (Olsson, 1998).

نظر بر اینکه هدف دیگر تحقیق حاضر بررسی همبستگی بین میزان غلظت فلزات سنگین مزبور در بافت عضله ماهی سوف حاجی طرخان با عوامل وزن، طول کل و سن می باشد، با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، این نتیجه حاصل شد که همبستگی معنی داری ($P < 0.05$) بین میزان فلزات مس و روی با وزن و طول کل ماهی برقرار بوده و این همبستگی مثبت می باشد. این نتیجه بیانگر آن است که با افزایش وزن و طول کل، میزان فلزات سنگین در

- the Big River and Flat Creek of Missouri's Old Lead Belt. *Environmental Geochemistry and Health*, 26: 37-49.
- Juned, S.A. & Arjun, B. 2010. The study of zinc metal concentration by spectrophotometric method from Godavari River at Nanded, Maharashtra. *Journal Der Chemical Sinica*, 1(2): 104-109.
- Kalay, M. & Canli, M. 2000. Elimination of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) from tissues of a freshwater fish *Tilapia zilli*. *Turkish Journal of Zoology*, 24: 429-436.
- Karadede, H., Oymak, S., A. & Unlu, E. 2004. Heavy metals in Mullet, *Liza abu*, and Catfish, *Silurus triostegus*, from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Environmental International*, 30:183-188.
- Mirzykowski, S. W., Prior, F. T., Munney, K. L. & Carr, K. C. 1997. Environmental monitoring in fish from Nashua River. New England Field Office Special Project Report. FY 97-MEFO-5-EC.
- Olsson, P. E. 1998. Disorders associated with heavy metal pollution, Fish diseases and disorders (Non-infectious disorders), Edr. Leatherland, J.E. and Woo, P.T.K., CABI International UK, 2: 105-131.
- Pourang, N., Dennis, J.H. & Ghourchian, H. 2005. Distribution of heavy metals in *Penaeus semisulcatus* from Persian Gulf and possible role of metallothionein in their redistribution during storage. *Environmental Monitoring and Assessment*, 100: 71-88.
- Turkmen, A., Tepe, Y. & Turkmen, M. 2009. Heavy metal contaminations in عباسی، ک.، ولی پور، ع.، طالبی حقیقی، د.، سرپناه، ع. و نظامی، ش. ۱۳۷۸. اطلس ماهیان رودخانه سفیدرود و تالاب انزلی، مرکز تحقیقات شیلاتی گیلان. ایران.
- عبدالله بیگی، ه. ۱۳۸۸. بررسی میزان فلزات سنگین جیوه، سرب، روی و مس در بافت عضله و کبد ماهی سوف حاجی طرخان در دو ناحیه آبکنار و شیخان از تالاب انزلی در فصل بهار. مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی، ۴: ۶۰-۴۷.
- ناجی، ط.، صفائیان، ش.، رستمی، م. و صبرجو، م. ۱۳۸۶. بررسی اثرات سولفات روی بر بافت آبشش بچه کپور معمولی. مجله علوم و محیط زیست، ۲۹: ۳۶-۲.
- Cheggour, M. & Chafik, A. 2001. Metals in sediments and the edible cockle, *Cerastoderma edule* from two Moroccan Atlantic lagoons: Moulay Bou Selham and Sidi Moussa. *Environmental Pollution*, 115: 149 – 160.
- Clark, R.B. 1992. The effects of metal contamination in aquatic systems are of particular concern due to their persistence and toxicity. Clarendon Press. Oxford, U.K.
- Dallinger, R., Prosi, H. & Sengerand, H. 1987. Contaminated food and uptake of heavy metals by fish: A review and a proposal for further research. *Oecologia*, 73: 91-98.
- Ebrahimpour, M. & Mushrifah, I. 2008. Heavy metal concentration (Cd, Cu, Pb) in five aquatic plant species in TaskiChini, Malasiya. *Environmental Geology*, 141: 689-698.
- Gale, N., Adams, C., Wixson, A., Loftin, k. & Huang, Y. 2004. Lead, Zinc, Copper and Cadmium in fish and sediments from

tissues of the Garfish *Belone elone* and the Bluefish , *Pomatomus saltatrix* from Turkey Waters . Bulletin of Environmental Contamination Toxicology, 89: 70-74.

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

Yilmaz, F. 2009. The comparison of heavy metal concentration (Cd, Cu, Mn, Pb & Zn) in tissues of three economically important fish (*Anguilla anguilla*, *Mugil cephalus* and *Oreochromis niloticus*) Inhabiting Koyce-giz Lake-Mugla (Turkey). Turkish Journal of Science & Technology, 4: 7-15.