نشریه دامپزشکی
در
پژوهش و سازندگی شماره ۱۰۵ زمستان ۱۳۹۳

سنجش میزان فلزات سنگین (سرب، قلع و روی) در بافت‌های خوراکی (عضله) و غیر خوراکی (کبد) ماهی فیتوفاگ(*Hypophthalmichthys molitrix*) تالاب انزلی

• **نگین سلامات**
استادیار گروه زیست دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
•**خدیجه خلیفی (نویسنده مسئول)**
دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
• **ایلیا اعتمادی**
دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
•**یعقوب محمدی**
دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
• **عبدالعلی موحدی نیا**
استادیار گروه زیست دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۹۳

Email: khadijehkhalifi۶۶@gmail.com

چکیده

این تحقیق جهت بررسی غلظت فلزات سنگین سرب، قلع و روی در بافت‌های کبد و عضله ۶۰ عدد ماهی فیتوفاگ(silver carp) در ایستگاه های مختلف تالاب انزلی واقع در جنوب غربی دریای خزر شامل: پیربازار، انزلی، خزرویلا، بشمن، سنگاچین و آبکنار درفروردین ۱۳۹۰ انجام شد. مواد و روش ها: نمونه ها طبق روش استاندارد (MOOPAM ،۱۹۹۹) آماده‌سازی و با کمک دستگاه جذب اتمی میزان فلزات در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج: براساس نتایج میزان تجمع سرب و قلع به طور معنی داری در بافت عضله بیش از بافت کبد بود. درحالی که میزان تجمع روی با اختلاف معنی‌دار در کبد بیشتر از عضله بود. به‌طور کلی میزان غلظت سه فلز برای هر دو بافت تابع الگوی Zn>Sn>Pb و نیز برای ایستگاه‌های نمونه‌برداری تابع الگوی آبکنار ≥ خزرویلا > سنگاچین ≥ بشمن ≥ پیربازار ≥ انزلی بود. نتایج حاصل از مطالعه حاضر با معیارهای استاندارد مقایسه شد. نتیجه به‌دست آمده نشان می‌دهد که میزان سرب در کبد در همه ایستگاه ها از میزان استاندارد WHO پایین‌تر بود، ولی در عضله در همه ایستگاه‌ها به جز آبکنار بالاتر از این میزان بود. میزان قلع و روی در هردو بافت در همه ایستگاه‌ها کمتر از استانداردهای جهانی بود.

کلمات کلیدی: تالاب انزلی، فلزات سنگین، کپور نقره‌ای، کبد، عضله

Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 105 pp: 77-84

Measurement of heavy metals (Pb, Sn and Zn) in edible (muscle) and inedible (liver) tissues of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) from Anzali wetland

By: Salamat, N., Assistant professore, Department of Marin Biology, Faculty of Marin science, Korramshahr University of Marin sciense and Technology

Khalifi Kh., (Corresponding Author), M.Sc. student, Department of Marin Biology, Faculty of Marin science, Korramshahr University of Marin sciense and Technology

Etemadi, E., SGraduted student, Department of Marin Biology, Faculty of Marin science, Korramshahr University of Marin sciense and Technology

Mohammadi, Y., Graduted student, Department of Marin Biology, Faculty of Marin science, Korramshahr University of Marin sciense and Technology

Movahedinia, A., Assistant professore, Department of Marin Biology, Faculty of Marin science, Korramshahr University of Marin sciense and Technology

Received: January 2013 Accepted: July 2014

Email: khadijehkhalifi66@gmail.com

Aim: This study was conducted to investigate the accumulation of three heavy metals including lead, tin and zinc in the liver and muscle tissues of 60 silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) collected from different stations of the Anzali wetland (located at the west south of Caspian sea): Pirbazar, Anzali, Khazarvila, Beshman, Sangachin and Abkenar, in April 2011. Materials and methods: Samples were prepared according to standard method (MOOPAM, 1999) and amounts of three heavy metals were measured using atomic absorption spectrophotometer. Results: Based on the results the concentrations of lead and tin in muscle were significantly higher than liver. In contrast, zink accumulation was significantly higher in the liver than muscle. The accumulation and distribution pattern of metals in the fish from different stations were as follow: Zn> Sn> Pb, and Abkenar ≤ Khazarvila < Sangachin ≤ Beshman ≤ Pirbazar ≤ Anzali. Conclusion: the Pb concentration in the liver of fish from all stations was lower than permissible limit of WHO. However, the Pb accumulation in the muscles of fish collected from all stations (except Abkenar) were higher than permissible limit of WHO. The levels of tin and zinc in both tissues of all fish were lower than permissible limit of WHO

Key word: : Anzali wetland, Heavy metals, Silver carp, Liver, Muscle

مقدمه

ورود آلاینده‌ها به اکوسیستم‌های طبیعی به‌عنوان فاکتور تهدیدکننده سلامتی این محیط‌ها تلقی می شود. در این بین تالاب‌ها محیط‌های منحصربه فردی هستند که به دلیل تنوع زیستی بالا و نیز فواید و مزایایی که برای جوامع شهری و اکوسیستم‌های وابسته دارند حائز اهمیت می‌باشند (Sharma و Rawat ، ۲۰۰۹). به دلیل افزایش جمعیت جهانی و توسعه صنایع، آلودگی تالاب‌ها به انواع آلاینده ها در دهه‌های اخیر در حال افزایش است (Cacador ، Franca, Vinagre و Carbel ، ۲۰۰۵).

با توجه به ارزش فراوان، منحصر به فرد بودن و قرارگیری تالاب انزلی در لیست تالاب‌های بین المللی، این تالاب توجه فراوانی را می طلبد. این تالاب که در حدود ۱۹۳ کیلومتر مربع وسعت داشته و در حاشیه جنوب غربی دریای خزر در استان گیلان ایران در طول ´۴۵ °۴۹ تا ´۴۲ °۴۹ شرقی و عرض ´۵۵ °۳۶ تا ´۳۲ °۳۷ شمالی قرار دارد (Zare khosh eg-Sharifi ، Ghazban ، bal و Khosrotehrani ، ۲۰۱۱)، محل بزرگ شدن و گذراندن دوران لاروی بسیاری از ماهیان، زمستان‌گذرانی بسیاری از پرندگان مهاجر و بومی، بوده (Scott ، ۱۹۹۸) و دارای اهمیت قابل توجهی در افزایش تولیدات گیاهی و پروتئین سفید (فراورده‌های گوشتی پرندگان و ماهی‌ها)، آبزی پروری، جذب توریست، کنترل سیلاب منطقه و تردد کشتی های تجاری می باشد (Ardabili ، Rafei ، Khodaparast و sharifi ، Mohseni ۲۰۰۵). تحت تاثیر توسعه شهرنشینی، گسترش صنعت و فعالیت‌های کشاورزی و به دنبال آن ورود انواع کودها و سموم دفع آفات و نیز فاضلاب‌های صنعتی، کشتیرانی، کشاورزی و شهری انواع مختلفی از ترکیبات شیمیایی به‌ویژه عناصر سنگین به این تالاب وارد شده است. به دلیل عدم وجود سیستم تصفیه فاضلاب و پساب کارآمد این آلاینده‌ها به‌صورت مستقیم وارد تالاب شده، در آن تجمع می‌یابند و سبب آلودگی و تهدید این تالاب می‌گردند. (Yaghmaeian ، Malakootian ، Mahvi ، Meserghani و Danesh Pajouh ، ۲۰۱۱).

آلودگی به فلزات سنگین به دلیل سمیت، پایداری و تجمع زیستی آنها

یکی از مشکلات بسیار جدی برای اکوسیستم های آبی از جمله تالاب ها است (Morillo ، Usero و Gracia ، ۲۰۰۵). فلز سرب درمجموعه مواد زنوبیوتیک قرار گرفته و حتی در مقادیر بسیار اندک نیز برای ارگانیسم مضر است. این فلز می تواند اثرات مخربی به ویژه برسیستم عصبی مرکزی و محیطی داشته باشد (Esmaili ، ۲۰۰۲). فلز روی در غلظت‌های پایین برای متابولیسم موجودات زنده ضروری است (Canli و Atli ، ۲۰۰۳)، اما مقادیر زیاد آن اثرات سمی به دنبال دارد (Javed ، ۲۰۰۵). غلظت‌های بالای فلز قلع نیز باعث تداخل در متابولیسم آهن و روی شده و در طولانی مدت باعث عوارضی از قبیل کم خونی و نارسایی‌های کبدی می شود (Jelinek ، ۱۹۸۲). به هر حال فلزات سنگین از طریق آب و تغذیه توسط آبزیان جذب شده و در بافت‌های آن‌ها تجمع می‌یابند (Licata, Trombetta و Naccari ، ۲۰۰۵). در این بین ماهیان به دلیل قرار گرفتن در سطوح بالای زنجیره غذایی مقادیر قابل توجهی از فلزات سنگین در بافت‌های مختلف آن‌ها تجمع می یابد، از این رو و به دلیل داشتن مصارف خوراکی برای انسان، ماهیان از اهمیت ویژه‌ای برای پایش آلودگی به حساب می‌آیند (Khosravi ، Baharmifar و Ghasempori ، ۲۰۱۱).

از جمله مطالعاتی که در این راستا انجام شده است می توان به مطالعه صباغ کاشانی (۲۰۰۱) در زمینه انباشتگی برخی از فلزات سنگین در عضله، کبد، کلیه، آبشش و تخمدان ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) جنوب دریای خزر اشاره کرد. شریف فاضلی و همکاران (۲۰۰۵) نیز میزان تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافت های ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) در سواحل جنوبی دریای خزر را بررسی نمودند بندانی و همکاران (۲۰۱۰) انباشتگی فلزات سرب، کادمیم، کروم و روی در بافت عضله و کبد ماهی کپور سواحل استان گلستان را بررسی کردند. نتایج کار این تحقیق نشان داد مقادیر فلزات مورد نظر در بافت های ماهی کپور پایین تر از استانداردهای جهانی بود. با توجه به اهمیت ماهی فیتوفاگ (*silver carp*) به عنوان یک ماهی تجاری، بومی و بازارپسند تالاب انزلی تحقیق حاضر با هدف اندازه‌گیری سه فلز سنگین سرب، قلع و روی در بافت‌های کبد و عضله این ماهی در بخش‌های مختلف تالاب و نیز جهت مقایسه میزان آلودگی ایستگاه‌ها با یکدیگر و همچنین با استاندارد جهانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

تالاب انزلی به دو بخش مجزای آلوده و نسبتا غیرآلوده تقسیم می‌شود، بخش شرقی و آلوده این تالاب در مجاورت ناحیه صنعتی بندر انزلی (طول ۳۷°/۲۵ شمالی، عرض۴۹°/۲۸ شرقی) واقع بوده و محل ورود رودخانه های بزرگ خمارود، پیربازار و زرجوب است که از جمله آلوده ترین رودخانه‌های شمال کشور می‌باشند، بخش غربی تالاب محل ورود رودخانه کوچکی به نام چافرود است و به دلیل فاصله داشتن از منابع آلاینده تقریباً آلودگی کمتری دارد (Zhare khosh eghbal و همکاران ، ۲۰۱۱). ایستگاه های تعیین شده برای نمونه‌برداری عبارتند از: ۱- ایستگاه پیربازار واقع در انتهایی‌ترین نقطه رودخانه پیربازار در جنوب شرقی تالاب، ۲- ایستگاه انزلی واقع در شهر انزلی و شمال شرقی تالاب، ۳- ایستگاه خزرویلا واقع در بالادست و شمال شرقی تالاب، ۴- ایستگاه بشمن پایین تر از خزرویلا و بالادست تالاب، ۵- ایستگاه سنگاچین واقع در شمال غربی تالاب و ۶- ایستگاه آبکنار، واقع در ناحیه غربی تالاب. در تحقیق حاضر سعی بر این بوده که ایستگاه هایی از بخش‌های مختلف تالاب در نظر گرفته شود به طوری که کل منطقه تالاب به طور نسبی مورد مطالعه قرار گیرد. منابع آلاینده هریک از ایستگاه ها به تفکیک در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: منابع آلوده کننده عمده هر یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری در تالاب انزلی

ایستگاه	منبع آلاینده
پیربازار	ورود فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی
انزلی	ورود فاضلاب‌های شهری، فاضلاب کارخانجات کشتیرانی و سرسره نفتی
خزرویلا	ورود مقادیر اندک فاضلاب کشاورزی از مزارع کشاورزی حاشیه ایستگاه
بشمن	محل دپوی زباله
سنگاچین	ورود فاضلاب های کشاورزی از مزارع کشاورزی حاشیه ایستگاه
آبکنار	ورود مقادیر اندک فاضلاب کشاورزی از مزارع کشاورزی حاشیه ایستگاه

جمع آوری نمونه‌ها

۶۰ نمونه ماهی فیتوفاگ (*silver carp*) نر و ماده بالغ (با میانگین طولی ۰/۲± ۳۵/۵ سانتی‌متر و میانگین وزنی ۸/۱ ± ۲۸۳ گرم) از شش ایستگاه تعیین شده به صورت تصادفی و به کمک تورهای پرتابی (Cast net) در فروردین سال ۱۳۹۰ صید و جمع آوری شدند، پس از بیومتری، ماهیان تشریح شده و نمونه هایی از بافت‌های کبد و عضله آن‌ها جهت آنالیز و سنجش فلزات سنگین اخذ و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگه‌داری شد.

آنالیز شیمیایی

سنجش فلزات سنگین درهر دو بافت کبد و عضله بر اساس روش استاندارد (ROPME ، ۱۹۹۹) MOOPAM انجام گرفت. ابتدا برای به دست آوردن وزن خالص بافت‌های مدنظر، بافت‌های کبد و عضله در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد آون قرار داده شد. بعد از خشک شدن، نمونه‌ها در هاون چینی آسیاب شدند. سپس تا زمان هضم شیمیایی درون ظروف پلاستیکی خشک و دردسیکاتور نگه‌داری شدند.

جهت هضم شیمیایی ۱ گرم از هر نمونه با ۱۰ میلی لیتر اسیدنیتریک ۶۵ درصد (HNO_3) مخلوط وجهت هضم مقدماتی به مدت چند ساعت در آزمایشگاه نگه داری شد. سپس برای هضم کامل، ظروف حاوی نمونه ها به روی صفحه حرارتی با دمای ۱۴۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۵ ساعت انتقال داده شدند. بعد از گذشت این فاصله زمانی نمونه‌های به دست آمده از کاغذ صافی ۴۲ میکرون عبور داده و با آب دوبار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شدند. نمونه‌های هضم شده تا زمان آنالیز به کمک دستگاه جذب اتمی (AAS) مدل Unicam ، ۹۱۹ در ظروف پلی اتیلنی نگه داری شدند.

سنجش میزان فلز روی به کمک دستگاه جذب اتمی اسپکتروفوتومتر هوا / استیلن (Shimadzu, AA-۶۷۰ Kyoto ، JAPAN) به انجام رسید. میزان انباشتگی قلع و سرب نیز به کمک دستگاه جذب اتمی اسپکتروفوتومتر کوره گرافیتی (Shimadzu, AA-۶۷۰ Kyoto ، Japan) سنجش شد.

جهت بررسی ضریب اطمینان، نتایج با منبع استاندارد مقایسه شدند. این مقیاس برای کبد:SRMI۵۷۷b (کبدگاو، موسسه ملی استاندارد و تکنولوژی گیاترس- برگ، ام دی ایالات متحده آمریکا) و برای عضله: DORM۲ (عضله سگ ماهی، مرکز تحقیقات ملی کانسیل کانادا) بود که دارای رنج اطمینان ۸۸/۳ درصد تا ۱۰۸درصد است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۶ انجام گرفت. در ابتدا برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از تست شاپیرو ویلک[1] استفاده شد. با توجه به نتیجه ی حاصل از این تست و نرمال بودن داده ها برای مقایسه میزان تجمع هریک از فلزات در دو بافت کبد و عضله و مقایسه این دو بافت باهم در هر یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری از آزمون پارامتریک تی تست[2] استفاده شد. در نهایت آزمون پارامتریک آنالیز واریانس یک طرفه[3] و پس آزمون توکی[4] برای مقایسه اختلاف موجود بین ایستگاه‌های مختلف با یکدیگر از نظر انباشتگی فلزات در هر یک از بافت‌ها استفاده شد. رسم نمودارها نیز با کمک نرم افزار Excel ۲۰۱۰ انجام شد.

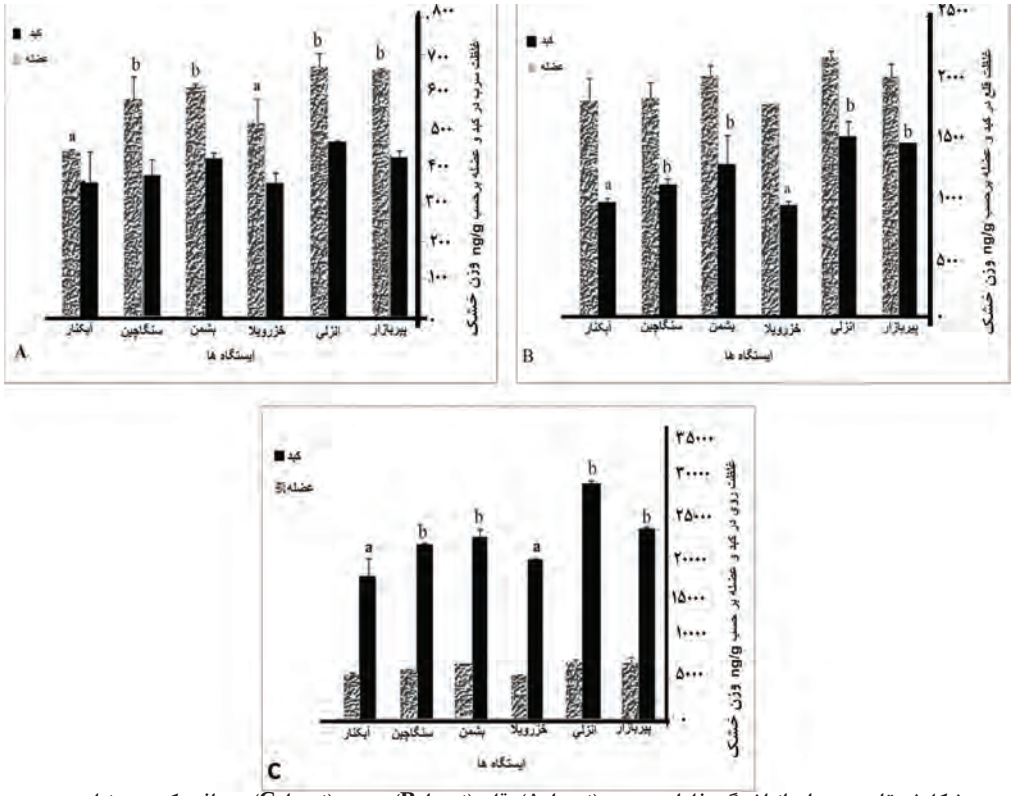
نتایج

میزان سرب در بافت عضله به‌طور معنی‌داری در تمام ایستگاه‌ها بیشتر از میزان این فلز در کبد بود. از طرفی میزان تجمع سرب در کبد تمام ماهیان جمع‌آوری شده از همه ایستگاه ها فاقد اختلاف معنی‌دار بود ($p>0/05$). بیشترین میزان تجمع فلز سرب در بافت عضله در ماهیان مربوط به ایستگاه‌های انزلی، پیربازار، بشمن و سنگاچین مشاهده شد، هر چند که اختلاف بین این ایستگاه‌ها معنی دار نبود ($p>0/05$). همچنین بین میانگین فلز سرب موجود در عضله ماهیان ایستگاه‌های خزرویلا و آبکنار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$). هرچند که کمترین میزان انباشتگی برای این فلز در این دو ایستگاه وجود داشت. و تفاوت معنی‌داری بین این ایستگاه‌ها با چهار ایستگاه ذکر شده در فوق دیده شد ($p<0/05$). بر اساس شکل ۱- نمودار A، بالاترین میانگین فلز سرب (۰/۶۵ ±۴ppm) در بافت عضله مربوط به ایستگاه پیربازار و کمترین میانگین آن در بافت کبد مربوط به ایستگاه خزرویلا (۰/۳۵ ± ۲۵ ppm) بود. در مقایسه با استانداردهای جهانی WHO[5] ،NHMRC[6] ،FAO[7] ،EPA[8] و FDA[9] میزان سرب در کبد درتمام ماهیان جمع‌آوری شده از همه ایستگاه‌ها کمتر از این استانداردها بود ولی میزان آن در عضله در کلیه ایستگاه‌ها به جز آبکنار از استانداردهای WHO و EPA بیشتر و از بقیه استانداردهای مذکور کمتر بود.

بر اساس شکل ۱- نمودار B، وضعیت انباشتگی فلز قلع در دو بافت کبد و عضله نیز مشابه فلز سرب بود، به این معنی که میزان تجمع این فلز در عضله ماهیان به طور معنی داری ($p<0/05$) بیشتر از کبد بود، تجمع زیستی فلز قلع در بافت کبد ماهیان مربوط به ایستگاه های انزلی، پیربازار، بشمن و سنگاچین با اختلاف معنی دار بیش از خزرویلا و آبکنار بود ($p<0/05$). در حالی که بین میانگین تجمع قلع در بافت عضله در ایستگاه های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>0/05$). بالاترین میانگین این فلز برای بافت عضله و مربوط به ماهیان جمع آوری شده از ایستگاه انزلی (۶۶ ppm ±۲/۱) و کمترین میانگین آن برای بافت کبد مربوط به ماهیان جمع‌آوری شده از ایستگاه خزرویلا (۰/۹۲ ± ۳۱ ppm) ثبت شد. ودر مقایسه با استاندارد جهانی WHO میزان قلع در هر دو بافت و در کلیه ایستگاه‌ها کمتر از این میزان استاندارد بود.

نتایج انباشتگی فلز روی در دو بافت کبد و عضله کاملا برخلاف نتایج انباشتگی سرب و قلع بوده، و میزان تجمع روی در بافت کبد با اختلاف معنی‌داری ($p<0/05$) بیش از بافت عضله بود. تجمع روی در بافت کبد در ایستگاه های پیربازار، انزلی، بشمن و سنگاچین به‌طور معنی‌داری از ایستگاه‌های خزرویلا و آبکنار بیشتربود ($p<0/05$)، در حالی که در ارتباط با بافت عضله، میان ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$). بر اساس شکل ۱- نمودار C، بیشترین میانگین روی در بافت کبد و مربوط به ایستگاه انزلی (۲۸/۹ ± ۵۰ ppm) و کمترین میانگین آن در بافت عضله مربوط به ایستگاه خزرویلا (۵/۳ ±۱۰ ppm) به دست آمد. میزان تجمع روی در هر دو بافت کبد و عضله هر شش ایستگاه از استانداردهای جهانی FAO، NHMR، WHO و FDA کمتر و ازمیزان استاندارد EPA بیشتر بود. شکل ۱میزان انباشتگی هریک از فلزات را در دو بافت کبد و عضله در شش ایستگاه نشان می‌دهد.

وضعیت هر سه فلز در بافت کبد و عضله ماهیان جمع‌آوری شده از



شکل۱: مقایسه میزان انباشتگی فلزات سرب (نمودارA)، قلع (نمودارB) و روی (نمودارC) در بافت کبد و عضله در شش ایستگاه بر حسب نانوگرم بر گرم وزن خشک بافت

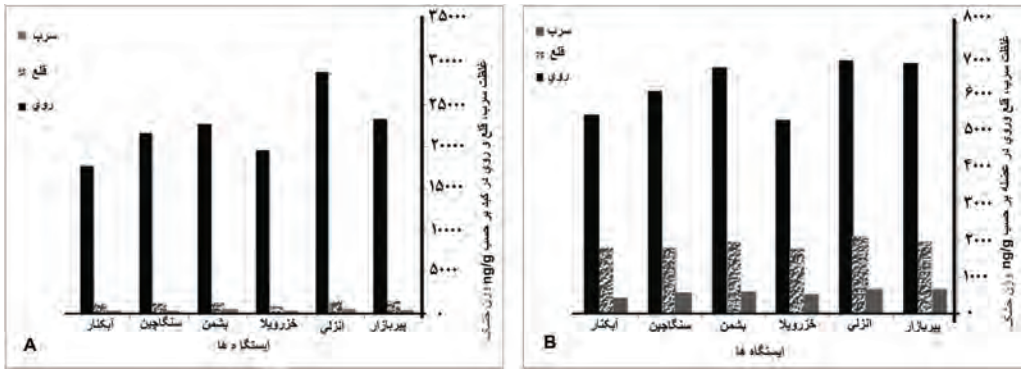
کلیه ایستگاه‌ها نشان داد تجمع فلز روی به‌طور معنی‌داری بیش از فلز قلع و تجمع زیستی قلع نیز با اختلاف معنی دار بیشتر از سرب و مطابق الگوی Zn>Sn>Pb بود. شکل ۲ وضعیت انباشتگی سه فلز را در ایستگاه‌های مختلف برای دو بافت کبد (نمودارA) و عضله (نمودار B) نشان می‌دهد. در جدول ۲ نیز میانگین غلظت سه فلز مذکور در ماهیان مربوط به ایستگاه‌های بخش‌های شرقی و غربی تالاب مقایسه شده است.

بحث

بیشتر اندام‌های ماهی در برابر مسمومیت با فلزات سنگین حساس هستند. فلزات سنگین پس از ورود به جریان خون در نهایت به اندام های بدن می‌رسند. تفاوت فعالیت‌های متابولیکی، نوسانات آلودگی و نیازهای اکولوژیکی ماهی از عوامل مهم موثر بر توزیع فلزات در بافت‌های بدن تلقی می شوند (Amini ranjbar و Sotudenia ، ۲۰۰۵). علت تجمع فلزات سنگین در بافت کبد این است که این اندام نقش مهمی را در جذب، متابولیسم، توزیع مجدد و دفع و خنثی کردن فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها دارد، بنابراین اندام بسیار مهمی برای تجمع فلزات سنگین محسوب می‌شود (Giulio و Hinton ، ۲۰۰۸). لذا می‌تواند شاخص خوبی برای در معرض قرار گرفتن طولانی مدت با فلزات سنگین باشد، بافت عضله ماهی نیز به دلیل دارا بودن نقشی مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن جهت مصرف حائز اهمیت است.

نتایج این مطالعه بالاترین میزان تجمع فلزات سرب، قلع و روی را در بافت‌های کبد و عضله ماهیان فیتوفاگ جمع آوری شده از ایستگاه‌های انزلی، پیربازار، بشمن و سنگاچین نشان داد. ایستگاه انزلی محل تجمع انواع آلاینده‌های ناشی از ورود فاضلاب های کارخانجات کشتیرانی، شهری، صنعتی و سرسره نفتی موجود در محدوده‌ی این ایستگاه است، از طرفی رودخانه پیربازار نیز از جمله مهمترین رودخانه‌های شمال کشور بوده که به دلیل عبور از شهرهای مختلف مقادیر قابل توجهی از فاضلاب‌های شهری و صنعتی به این رودخانه وارد می شود. این رودخانه پس از طی مسیر در انتهایی‌ترین نقطه خود به ایستگاه پیربازار وارد می‌شود و حجم زیادی از انواع آلاینده‌ها را به ایستگاه مذکور تخلیه می‌کند، به همین دلیل این ایستگاه بنا به گزارشات دارای آلودگی قابل توجهی از انواع آلاینده‌های آلی و غیرآلی می باشد. عابدینی و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که رودخانه پیربازار مقادیر زیادی از فلزات سنگین که از حد مجاز استانداردهای جهانی بالاتر است را داراست. بنابراین احتمالاً بالا بودن غلظت فلزات در بافت‌های کبد و عضله ماهیان جمع‌آوری شده از ایستگاه های انزلی و پیربازار ناشی از انباشتگی میزان زیادی از آلاینده‌ها در این مناطق باشد. نتایج مطالعات سرتاج و همکاران (۲۰۰۵) در ارتباط با آلودگی رسوبات تالاب انزلی به فلزات سنگین نشان داد آلودگی رسوبات بخش شرقی تالاب به طورمعنی داری بیش از سایر بخش‌ها است، در مطالعه حاضر نیز دو ایستگاه انزلی و پیربازار از بخش شرقی تالاب انزلی انتخاب شده بودند.

تجمع فلزات سنگین در بافت های ماهیان ایستگاه‌های بشمن و



شکل ۲: مقایسه میزان سه فلز سرب، قلع و روی در بافت های کبد (نمودار A) و عضله (نمودار B) در شش ایستگاه برحسب نانوگرم بر گرم وزن خشک بافت

جدول ۲: مقایسه میانگین فلزات سرب، قلع و روی در ایستگاه های بخش های شرقی و غربی تالاب انزلی با استانداردهای جهانی بر حسب میکروگرم / گرم وزن خشک

نوع فلز/میزان فلز		Pb	Sn	Zn
WHO (و همکاران، ۲۰۱۱ Bonyadian)		۰/۵	۲۰۰	۱۰۰
NHMRC (Khodadadi, ۲۰۱۱ و Abolhasani)		۱/۵	-	۵۰
FAO (Khodadadi, ۲۰۱۱ و Abolhasani)		۲	-	۵۰
EPA (Khodadadi, ۲۰۱۱ و Abolhasani)		۰/۵	-	۲
FDA (Abolhasani and Khodadadi, ۲۰۱۱)		۵	-	۴۰
بخش شرقی تالاب	کبد	۰/۶	۱/۹	۲۳/۵
	عضله	۰/۵	۱/۲	۶/۵
بخش غربی تالاب	کبد	۰/۴۱	۱/۳	۱۹/۴
	عضله	۰/۳۶	۱/۰۲	۵/۱

سنگاچین گرچه کمتر از میزان تجمع این فلزات دربافت‌های ماهیان دو ایستگاه انزلی و پیربازار بود، اما این اختلاف، تفاوت معنی‌داری نداشت. دلیل بالا بودن تجمع فلزات در این دو ایستگاه نیز وابسته به منابع آلاینده‌ی آنها می باشد، ایستگاه بشمن محل دپوی انواع زباله ها بوده و ایستگاه سنگاچین نیز مقادیر زیادی فاضلاب‌های کشاورزی را از زمین‌های زراعی اطراف دریافت می کند.

بافت‌های کبد و عضله ماهیان جمع‌آوری شده از ایستگاه های خزرویلا و آبکنار بدون داشتن اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارای پایین‌ترین سطح تجمع از هر سه فلز بودند. باید توجه داشت که ایستگاه خزرویلا تنها مقادیر اندکی از فاضلاب‌های کشاورزی را از زمین‌های زراعی مجاور دریافت می کند، ایستگاه آبکنار در بخش غربی و نسبتاً غیرآلوده تالاب واقع شده و میزان فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی در آن کمتر از سایر نقاط است. بنابراین نتایج به دست آمده از تجمع فلزات سنگین در بافت‌های ماهیان این ایستگاه‌ها در مقایسه با سایر ایستگاه ها منطقی به‌نظر می‌رسد. خسروی و همکاران (۲۰۱۱) نیز طی مطالعه‌ای که در ارتباط با بررسی میزان آلودگی رسوبات بخش‌های مختلف تالاب انزلی انجام داده بودند به این نتیجه رسیدند که بخش غربی تالاب انزلی دارای کمترین میزان تراکم فلزات سنگین است.

وضعیت انباشتگی سه فلز در هر دو بافت کبد و عضله همه ایستگاه ها در این تحقیق تابع الگوی Zn>Sn>Pb بود. که نشان داد میزان روی در کل منطقه به طور معنی‌داری از سایر فلزات سنگین بیشتر است. احتمالاً دلیل بالا بودن روی در این منطقه وجود این فلز در ترکیب رنگ‌های ضد خزه بدنه کشتی‌ها و شناورها، وجود صفحات روی (zink plate) در کشتی‌ها و ورود پساب‌های شهری باشد (Elsagh ، ۲۰۱۱). نتایج خسروی و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که فلز روی دررسوبات تمام بخش‌های تالاب دارای بیشترین تجمع و فلز سرب دارای کمترین تجمع است. البته سنجش فلزات سنگین در تالاب انزلی فقط محدود به رسوب نبوده و به عنوان مثال اشجع اردلان و همکاران (۲۰۰۶) ضمن مطالعه و بررسی تجمع فلزات سنگین روی، مس و سرب درآب، رسوب و بافت‌های نرم نوعی صدف (*Anadonta cygnea*) در تالاب انزلی به نتایج کاملا مشابه به خسروی و همکاران دست یافتند. انباشتگی و تجمع فلزات سنگین در سایر ماهیان مربوط به این منطقه نیز گزارش شده است که از این بین می توان به مطالعه ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۲) بر انباشتگی فلزات سنگین سرب، کادمیم، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب انزلی و نیز مطالعه الصاق (۲۰۱۱) در بررسی انباشتگی فلزات سنگین روی، مس، کبالت و منگنز در بافت خوراکی ماهیان سفید و کپور دریای خزر اشاره کرد. نتایج دو مطالعه مذکوربیشترین انباشتگی در بافت‌های ماهیان را به فلز روی نسبت داد.

تاکنون مطالعات اندکی درارتباط با تجمع فلز قلع دربافت‌های ماهیان تالاب انزلی انجام شده است. این فلز از طریق اسکله های نفتی، کارخانه‌های رنگ‌سازی و صنایع کشتی‌سازی به تالاب راه می یابد. مزارع شالی‌کاری موجود در بالادست رودخانه‌ها نیز مقادیر زیادی از فلز قلع را وارد آب های این منطقه می‌نماید (Mashinchian Moradi و Pirouziannezhad, ۲۰۱۳). نتایج مطالعات ماشینچیان مرادی و پیروزیان نژاد (۲۰۱۳) بر تجمع فلزات قلع و کروم دربافت‌های عضله و کبد ماهی کفال خاکستری طلایی آب مصب رودخانه‌های گرگانرود، تجن و بابلرود نشان داد که تجمع قلع در بافت‌های این ماهی بیش از کروم بوده است.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که بین میزان آلودگی موجود در بخش‌های مختلف تالاب انزلی و تجمع این فلزات در بافت‌هایی مانند کبد و عضله ماهی فیتوفاگ رابطه مستقیمی وجود دارد. و در بافت‌های ماهیان مربوط به بخش‌های آلوده تر تالاب غلظت بالایی از فلزات سنگین تجمع یافته بود. آلودگی‌های تالاب انزلی عمدتاً ناشی از وجود سرسره نفتی، کارخانجات کشتی سازی و انواع فاضلاب های شهری، صنعتی و کشاورزی اطراف تالاب است. بنابراین بافت های ماهیان می تواند نشانگر خوبی برای نشان دادن انباشتگی فلزات سنگین در این تالاب باشد و از آنجا که ماهی مورد مطالعه یکی از منابع غذایی مهم می‌باشد می تواند با انتقال این فلزات به بدن انسان مشکلات آتی را ایجاد نماید. بنابراین باید نسبت به آلودگی تالاب هشدارها جدی گرفته شود.

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر مستخرج از طرحی با شماره ۹۰۰۰۱۹۱۲ تحت حمایت و پشتیبانی مادی و معنوی صندوق حمایت از پژوهشگران ریاست جمهوری می‌باشد، نویسندگان همچنین مراتب تشکر خود را از دانشگاه علوم وفنون دریایی خرمشهر اعلام می‌دارند.

پاورقی

1.Shapiro-wilk
2-T-test
3- One way-ANOVA
4-Tukey
5- World Health Organization
6- National Health & Medical Research Council
7- Food and Agriculture Organization
8- Enviromental Protection Agency
9- Food and Drug Administration

منابع مورد استفاده

1- Abedini, A., Babaei, H. and Ghorbani, S. (2005). Flocculation processes of Heavy Metals in Pirbazar river, 6th Iranian Congress of marin science and technology

2- Abolhasani dolabi, E. and Khodadadi, V. (2011). Analysis of heavy metals in (*Rutilus rutilus caspicus*) and sediments of Babolrood river, 31st Earth science confronce, November 2011 in Iran.

3- Amini Rangbar Gh. (1998). Heavy metal concentration in surficial sediments from Anzali wetland, *Iran, water, air, soilpolution Journal.Vol, 104.* pp: 305-315.

4- Ashja-Ardalan, A., Rabbani, A. and Moini, S. (2006). Compara-

tive study for heavy metal concentration (Zn, Cu, Pb and Hg) in water, sediment and soft tissue of Anzali lagoon anadont (*Anadonta cygnea*) sampled two seasons, Autumn and Spring (2004-2005). *Pajouhesh Sazandegi. Vol, 7*3. pp: 103-113.

5- Ardabili, L., Rafie, B., Khodaparast Sharifi, H. and Mohseni, H. (2005). Assessment of Cd and Pb in the surficial sediments of Anzali wetland, 4th Earth science confronce, January 2006 in Iran.

6-Bandani, GH., Khoshbavar rostami, J., Yalghi, S., Shokrzadeh, M. and Nazari, H. (2010). Levels of heavy metals lead, cadmium, chromium and zinc in liver and muscle tissues of carp coastal areas from Golestan province, *Journal of Fisheries of Iran, Vol,* 19, No, 4. pp: 1-10.

7- Bonyadian, M., Moshtaghi, H., Nematollahi, A. and Naghavi, Z. (2011). Evaluation of the metals lead, tin and cadmium in canned fish produced in Iran. *Science and food industry Journal, Vol,* 8, No, 29. pp: 27-32.

8- Canli, M. and Atli, G. (2003). The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb and Zn) levels and the size of six Mediterianean fish species. *Environmental pollution, Vol,*121, No, 1. pp:107-114.

9- Ebrahimi sirizi, Z., Sakizadeh, M., Esmaili sari, N., Bahramifar,N., Ghasempori, M., and Abasi, K. (2012). Evaluation of heavy metals cadmium, lead, copper and zinc in muscle tissue of pike from International Anzali Wetland, accumulation and risk assessment, *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, Vol*, 22, No, 87. pp: 57-63.

10- Elsagh, A. (2011). Determination of Zn, Cu, Co, and managese intensity in *Rutilusfrissi kutum* and *Cyprinus carpio* fishes of Caspian sea, *Journal of Gorgan university of medical science, Vol,* 13, No,4. pp: 107-113.

11- Esmaili Sari, A. (2002). *Pollution Health and Environmental Standards,* ferst ed. Tehran: Naghsh Mehr Publications (Persion).

12- Franca, S., Vinagre, C., Cacador, I. and Carbel, HN. (2005). Heavy metal concentrations in sediment, benthic invertebrates and fish in three salt marsh areas subjected to different pollution loads in the Tagus Estuary (Portugal). *Mar Pollut Bull, Vol,* 50. pp: 993-1018.

13- Giulio, R.T. and Hinton, D.E. (2008). *The toxicology of fishes.* Taylor & Francis publication. CRC press. pp: 544-561.

14- Javed, M. (2005). Heavy metal contamination of freshwater fish and bed sediment in the Ravi river stretch and related tributaries. *Pakistan Journal of biological Sciences, Vol,* 8, No, 10. pp: 1337-134.

15- Jelinek, C.F. (1982). Levels of tin in the United States food supply. *Association of anales chemists Vol,*65, No, 4. pp:942-964.

16 - Khosravi, M., Bahramifar, N. and Ghasempouri, M. (2011). Survey of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Zn and Cu) contamination in sediment of three sites Anzali wetland, *Iran Journal health and Environ,Vol,* 4, No, 2, pp: 222-232.

17- Licata, P., Trombetta, D. and Naccari, C. (2005). Heavy metal in liver and muscle of blue fin tuna (*Tunnus thynnus*) catch in the Staits of Messina (Sicily, Italy). *Environ Monit,Vol,*10,No,1-3 pp: 48-239.

18- Malakootian, M., Yaghmaeian, K., Meserghani, M., Mahvi, AH. and Danesh Pajouh, M. (2011). Determination of Pb, Cd, Cr and Ni concentration in imported Indian rice to Iran. *Iranian Journal of health and environment.Vol,* 4, No, 1. pp: 77-84.

19- Mashinchian Moradi, A. and Pirouziannezhad, M. (2013). Concentration of heavy metals in liver and muscle tissue of Liza aura estuaries of the rivers Babolroud, Tajan and Gorganroud. *Int. Journal of MAR.Sci. Eng,Vol,* 3, No, 1. pp: 7-12.

20- Sabagh kashani, A. (2001). Determine the level of some heavy metals in muscle, liver, kidney, gill and ovary of mullet (*Liza aurata*) in the southern coast of the Caspian Sea. *MS Thesi of Tarbiat Modarres University*.

21- Sartaj, M., Dehkordi, F. and Filizadeh, E. (2005). Aninvestigation of the evolution of distribution and accumulation of heavy metal (Cr, Ni, Cu, Cd, Zn, Pb) in Anzali wetland sediments. *Journal of Iranian natural source,Vol,* 3. pp: 23-33.

22- Sharif fazeli, M., Abtahi, B. and Kashani, A. (2005). Measuring the accumulation of heavy metals, lead, nickel and zinc in the tissues of golden mullet (*Liza aurata*) in the southern coast of the Caspian Sea. *Journal of Fisheries of Iran, Vol,* 14, No, 1. pp: 65-78.

23- Sharma, RC., Rawat, JS. (2009). Monitoring of aquatic macroinvertebrates as bioindicator for assessing the health of wetlands: A case study in the Central Himalayas, India. *Ecol indic,* Vol, 9. pp: 118-128.

24- Scott, DA. (1995) *A directory of Wetlands in the Middle East*. IUCN, Gland. Switzerland and IWRB, Slimbridge, U.K.

25- ROPME. (1999). Manual of oceanographic observation and pollutant analysis methods (MOOPAM). Regional rganization for the rotection of the arine nvironment, Kuwait. p. 220

26- Usero, J., Morillo, J. and Gracia, I. (2005). Heavy metal concentrations from the Atlantic coast of Southern Spain. *Chemosphere, No,*59. pp: 1175-1181.

27- Zare Khosheghbal, M., Ghazban, F., Sharifi, F. and Khosrotehrani, kh. (2011). Using geostatics and GIS to heavy metal pollution zonation in Anzali wetland sediment, *Iran Journal of earth, Vol,* 4, No, 19. pp: 130-147.