مقاله کامل علمی- پژوهشی

بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد نهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۹
۱۳-۲۰
http://japu.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/japu.2020.16492.1504

بررسی غلظت فلزات سنگین مس و کبالت در بافت خوراکی عضله اردک‌ماهی (*Esox lucius*) تالاب بین‌المللی بندرانزلی

*مینا احمدی[۱] و علی‌اصغر خانی‌پور[۲]

[۱]کارشناس‌ارشد پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران،

[۲]دانشیار پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۰۷

چکیده

اردک‌ماهی (*Esox lucius*) یکی از گونه‌های بومی تالاب انزلی است و به‌علت گوشت مطبوعی که دارد از دیرباز مورد توجه مردم قرار گرفته است. پژوهش حاضر به‌منظور تعیین غلظت مواد آلاینده فلزات سنگین مس و کبالت دربافت خوراکی عضله اردک‌ماهی در سه ایستگاه (غرب، مرکزی و شرق) از تالاب انزلی در سال ۱۳۹٤ انجام شد. در این پژوهش به‌صورت تصادفی از هر ایستگاه ۱۰ نمونه ماهی در اوزان استاندارد به روش صید با تور گوشگیر صید شد. اندازه‌گیری غلظت عناصر سنگین با کمک دستگاه جذب اتمی شعله انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد میانگین غلظت فلز مس در اردک‌ماهی تالاب غرب، مرکزی، شرق به‌ترتیب ٤/٤٥، ٥/٠٩، ١/٢ میکروگرم بر گرم وزن خشک، غلظت فلز کبالت در اردک‌ماهی تالاب غرب در حد تشخیص دستگاه نبوده و میانگین غلظت آن در تالاب مرکزی و تالاب شرق به‌ترتیب ۰/۰۲، ۰/۰٤ میکروگرم بر گرم وزن خشک مشاهده شد. در این مطالعه غلظت مس و کبالت در بافت عضله اردک‌ماهی بین ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). در حال حاضر هیچ منبعی برای مقایسه غلظت فلز کبالت در بافت خوراکی ماهیان با استانداردها یافت نشده است. میانگین غلظت مس با استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) مقایسه شد و مشخص گردید که غلظت فلز مس در بافت عضله اردک‌ماهی تالاب انزلی پایین‌تر از حد مجاز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اردک‌ماهی، بافت خوراکی، تالاب انزلی، فلزات سنگین

* مسئول مکاتبه: ahmadimina64@yahoo.com

مقدمه

مصرف آبزیان در دهه‌های اخیر به‌دلیل افزایش جمعیت و رویکرد عمومی به مصرف آبزیان، در پی آشکار شدن اهمیت آن‌ها در پیشگیری از برخی بیماری‌ها در حال افزایش است. غذاهای دریایی منبع مناسبی از مواد مغذی شامل پروتئین با کیفیت بالا، ویتامین‌های محلول در چربی، ریزعنصرها و اسیدهای چرب چند غیراشباعی هستند (خراسانی و همکاران، ۱۳۹۲). امروزه وجود عناصر سنگین و سمی در آب‌ها، مهم‌ترین عامل زیانبار برای آبزیان محسوب می‌شود. فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری بوده که برخلاف ترکیبات آلی از طریق فرآیندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند (عسگری، ۱۳۸۵) و پس از ورود به بوم سامانه‌های آبی در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان و از جمله ماهیان تجمع یافته و سرانجام وارد زنجیره غذایی می‌شوند، این فلزات سنگین می‌توانند از طریق تغذیه از ماهیان آلوده وارد بدن انسان گردند (مندی و همکاران، ۲۰۰۵). میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان و به‌خصوص ماهیان تابعی از شرایط بوم‌شناختی، فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی آب، نوع عنصر، آبزی و فیزیولوژی بدن جاندار است (جعفر و همکاران، ۱۹۹۸).

تالاب انزلی یکی از باارزش‌ترین اکوسیستم‌های طبیعی بوده که به لحاظ تنوع زیستی، اکوتوریسم، آبزیان دارای ارزش اقتصادی است، متأسفانه افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی، صنایع و کشاورزی طی سال‌های اخیر به دلایل مختلف مانند تخلیه فزآینده و نامحدود پساب‌های صنعتی و شهری و رواناب‌های تولیدی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، ترکیبات مختلف فلزات را به همراه دارد که مستقیماً و یا از طریق رودخانه‌های منتهی به تالاب می‌ریزند، ورود این آلاینده‌ها سبب بهم خوردن سیستم طبیعی تالاب شده و در درازمدت باعث تجمع زیستی (Bioaccumulation) عناصر آلاینده و فوق سمی در بافت آبزیان به‌خصوص ماهیان شده و به‌دلیل وارد شدن در زنجیره غذایی می‌تواند سلامت و بهداشت مصرف‌کنندگان را به مخاطره انداخته و سبب بروز انواع بیماری‌های خونی، عصبی و حتی ژنتیکی گردد (فتح‌الهی دهکردی، ۱۳۸۲). یکی از گونه‌های بومی تالاب انزلی اردک‌ماهی است که به‌علت گوشت مطبوعی که دارد از دیرباز مورد توجه مردم محلی و صیادان قرار گرفته است.

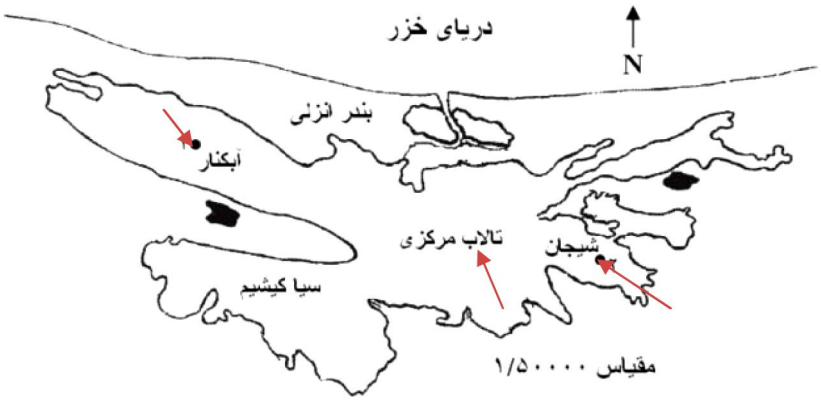
اردک‌ماهی شکارچی بسیار قوی است و از طیف بسیار وسیعی از طعمه‌ها استفاده می‌کند بنابراین این گونه پتانسیل بیش‌تری در تجمع آلاینده‌ها از جمله فلزات سنگین دارد (ایمانپور نمین، ۲۰۱۱). در خصوص بررسی میزان حضور فلزات سنگین در ماهی‌های تالاب انزلی، تاکنون مطالعات چندی صورت گرفته و نتایج چشم‌گیری نیز به‌دست آمده است.

پناهنده و همکاران (۱۳۹۲) تخمین مواجهه و خطر بالقوه ناشی از مصرف اردک‌ماهی، شاه‌کولی و کپور محلی حاوی سه فلز سرب، کادمیوم و کروم در بومیان حاشیه تالاب انزلی را مطالعه نمودند. طبق نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین غلظت فلزات در بافت عضله اردک‌ماهی و کم‌ترین در شاه‌کولی مشاهده گردید. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۱) میزان فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس وروی در بافت عضله اردک‌ماهی تالاب بین‌المللی انزلی را اندازه‌گیری نمودند و آنالیز داده‌ها نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین غلظت Zn، Cu و Pb با طول و وزن نمونه‌ها دیده نشد اما یک همبستگی منفی معنی‌دار بین غلظت Cd با طول و وزن نمونه‌ها مشاهده گردید. در مطالعه‌ای که توسط بابائی و همکاران (۱۳۹۰) بر روی میزان تجمع فلزات سنگین در رسوبات سطحی و اندام‌های مختلف ماهی کپور تالاب بین‌المللی انزلی

انجام گرفت. نتایج حاصل نشان داد که مقادیر فلزات سرب و کادمیم در نمونه‌های تالاب غرب به‌طور معنی‌دار با مناطق دیگر متفاوت بوده است (P>۰/۰۵). انباشتگی فلزات سنگین در کبد نسبت به عضله افزایش داشته و هم‌چنین افزایش میزان تجمع فلزات در منطقه تالاب شیجان برای بیش‌تر فلزات در نمونه‌های مورد بررسی قابل‌توجه بود.

اشجع اردلان (۱۳۸۸) میزان جیوه، سرب، روی و مس در بافت عضله و کبد ما سوف حاجی‌طرخان در تالاب انزلی در ناحیه آبکنار اندازه‌گیری نموده و نتایج حاصله نشان داد که در بافت عضله و کبد نمونه‌ها میزان مس به‌ترتیب برابر ۱/۷٤، ۱۰/٤۳ میکروگرم بر گرم وزن تر، سرب به‌ترتیب برابر ۰/٦۸، ۱/۲۸ میکروگرم بر گرم وزن تر و میزان روی برابر ۵/۲۳، ۲۱/۳٦ میکروگرم بر گرم وزن تر و میزان جیوه ۰/۰۱۳ و ۰/۰۲٤ میکروگرم بر گرم وزن تر گزارش نمود. در مطالعه خلیفی (۱۳۹۲) میزان آلودگی بافت کبد ماهی فیتوفاگ به فلز سرب را در ٦ ایستگاه تالاب انزلی مطالعه نمود. میزان فلز سرب در همه ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار نشان نداد. طاهری و همکاران (۱۳۹۲)، تجمع فلزات سنگین (روی، قلع و سرب) در بافت عضله اردک‌ماهی تالاب انزلی مطالعه نمودند.

در این پژوهش ترتیب فراوانی عناصر موجود در عضله اردک‌ماهی‌های صیدشده از آلوده‌ترین ایستگاه‌ها به‌صورت روی > قلع > سرب بود. تقریباً فاضلاب تمام خانه‌های مسکونی و اغلب کارخانه‌ها و کارگاه‌های صنعتی واقع در اطراف تالاب به درون آن و یا به داخل رودخانه‌هایی که به تالاب می‌ریزند سرازیر می‌شوند بنابراین تالاب انزلی در مقابل آلودگی بسیار آسیب‌پذیر است و لزوم مطالعات مستمر و دامنه‌دار آن ضروری است.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی تالاب انزلی (اشجع اردلان، ۱۳۸۸).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش تالاب بین‌المللی انزلی می‌باشد. این تالاب در ساحل جنوبی دریای خزر ´۲۸ °۳۷ با عرض شمالی و ´۲۵ °٤۹ طول شرقی در استان گیلان واقع شده است. این تالاب از غرب به کپورچال و آبکنار و از جنوب به صومعه‌سرا و بخش‌های شهرستان رشت، محدود شده است و طول متوسط آن در امتداد شرقی- غربی، ۳۰ کیلومتر و عرض متوسط آن در امتداد شمالی- جنوبی تقریباً ۳ کیلومتر است (صادقی‌راد، ۱۹۹۷) در این پژوهش

۳۰ عدد اردک‌ماهی با قایق و تور گوشگیر از سه ایستگاه تالاب انزلی (آبکنار، هندخاله، شیجان) (شکل ۱) صید شدند. سپس نمونه‌ها تخلیه شکمی، پوست‌کنی و فیله گردیدند. آن‌گاه فیله‌های بافت عضله ماهی هر ایستگاه توسط دستگاه استخوان‌گیر به‌صورت هموژن درآمد. برای سنجش عناصر مس و کبالت حدود ۳۰-۲۰ گرم از نمونه هموژن شده ماهی در دمای ۵۵- درجه سیلیسیوس به‌مدت ۱۰ ساعت در دستگاه فریزدرایر مدل CHRIST-LCG آلمان کاملاً خشک گردید. نمونه‌ها با استفاده از آسیاب برقی کاملاً نرم و یکدست شدند. هضم شیمیایی نمونه‌ها با روش هضم تر و مخلوط اسید ($HNO_3/HCLO_4$) صورت گرفته است. سپس نمونه‌های هضم‌شده را بعد از سرد شدن توسط کاغذ صافی (واتمن شماره ٤٢) صاف نموده و با استفاده از آب مقطر دو بار تقطیرشده در بالن‌های حجمی به حجم ۲۵ سی‌سی رسید. نمونه‌ها داخل بطری‌های پلی‌اتیلنی که دارای برچسب کد نمونه است ریخته شد. محلول به‌دست آمده به دستگاه تزریق و مقدار جذب و غلظت هر یک از فلزات سنگین مس و کبالت توسط دستگاه جذب اتمی شعله کمپانی ژاپن SHIMADZU مدل AA/680 خوانده شد (روگر، ۱۹۹٤؛ موپم، ۱۹۹۹) جهت کشیدن خط کالیبراسیون، از محلول‌های استاندارد با غلظت‌های مختلف که از محلول استاندارد مادر (stock standard) با غلظت 1000 ppm تهیه شده بودند استفاده شد. همه مواد آزمایشگاهی مورد نیاز نیز با درجه خلوص بالا از شرکت Merck آلمان تهیه گردید. به‌منظور تأیید صحت روش کار و اطمینان از روش آماده‌سازی از نمونه‌های ماهی، از روش افزودن استاندارد (Standard addition) و درصد بازیابی (recovery percentage) استفاده شد. در این پژوهش ۱۰ میلی‌لیتر محلول استاندارد فلزات مورد سنجش با دو غلظت متفاوت (بر حسب پی‌پی‌ام) تهیه و به نمونه آزمایش اضافه شد. شایان ذکر است که دو نمونه به‌صورت مشابه و در شرایط یکسان تهیه شدند و فقط به یکی از آن‌ها محلول استاندارد اضافه شد، آن‌گاه غلظت هر کدام جداگانه تعیین و درصد بازیابی فلزات مورد مطالعه محاسبه گردید. نتایج افزایش استاندارد به نمونه‌های ماهی و درصد بازیابی فلزات سنگین (۹۲/۸-۹۸/۳) نشان داد که روش مورد استفاده برای تعیین فلزات سنگین مورد مطالعه از اطمینان کافی برخوردار بوده است. توضیح این‌که استاندارد مورد استفاده در این روش برای محاسبه درصد بازیابی و منحنی کالیبراسیون از استاندارد مرجع Standard Reference matrials (SRM) بوده است. برای این کار ابتدا غلظت‌های مختلف استاندارد هر فلز به تعداد ٦ استاندارد ساخته و پس از تزریق به دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون هر کدام از فلزات مورد اندازه‌گیری رسم گردید. سپس نمونه‌های آماده شده و پس از هم زدن و یکنواخت شدن محلول به دستگاه تزریق و مقادیر جذب و غلظت قرائت گردید. پس از آن‌که نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov - Smirnov مشخص گردید تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصله با نرم‌افزار SPPS-17 انجام پذیرفت. جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مورد آزمایش از آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای مشخص کردن اختلاف بین میانگین‌ها در صورت معنی‌دار بودن گروه‌های مورد آزمایش آزمون Tukey در سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) استفاده گردید. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

در این مطالعه ترتیب میزان تجمع فلزات در بافت خوراکی عضله اردک‌ماهی در سه ایستگاه (غرب، مرکزی و شرق) به‌صورت مس > کبالت

به‌دست آمد که این روند افزایشی با توجه به آزمون on sample T-test در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

با توجه به نتایج به‌دست آمده غلظت مس در بافت عضله اردک‌ماهی بین ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). میانگین (± انحراف معیار) غلظت فلز مس در اردک‌ماهی تالاب غرب، مرکزی و شرق به‌ترتیب ٤/٤٤± ٤/٤٥، ٦/٥١±٥/٠٩، ١/٦٩±١/٣ میکروگرم بر گرم وزن خشک بود. میزان سمیت مس در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO=۱۰) پایین‌تر از حد مجاز در هر سه ایستگاه می‌باشد. نتایج نشان داد غلظت کبالت در بافت عضله اردک‌ماهی بین ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت. (P>۰/۰۵) غلظت فلز کبالت در اردک‌ماهی تالاب غرب در حد تشخیص دستگاه نبوده، میانگین (± انحراف معیار) غلظت فلز کبالت در اردک‌ماهی مرکزی و شرق به‌ترتیب ۰/۰۳ ± ۰/۰۲، ۰/۰٦ ±۰/۰٤ میکروگرم بر گرم وزن خشک بود.

جدول ۱- مقایسه غلظت مس و کبالت در بافت خوراکی اردک‌ماهی صیدشده از ۳ ایستگاه تالاب انزلی با استاندارد جهانی WHO.

ناحیه نمونه‌برداری	غلظت (میکروگرم در گرم وزن خشک)	
	مس	کبالت
تالاب غرب	٤/٤٥ ±٤/٤٤	nd
تالاب شرق	١/٣±١/٦٩	۰/۰۲ ± ۰/۰۳
تالاب مرکزی	٥/٠٩±٦/٥١	۰/۰٤ ±۰/۰٦
استاندارد جهانی WHO, 1996	۱۰	-

Nd: Not detected

بحث

در پژوهش انجام‌شده مشخص شد که میزان تجمع فلز مس در بافت خوراکی عضله اردک‌ماهی نسبت به فلز کبالت بیش‌تر است. که این نتیجه با برخی مطالعات انجام‌شده مشابهت دارد. یوسال و همکاران (۲۰۰۸) غلظت فلزات مس و کبالت را در بافت خوراکی عضله شش گونه از ماهی‌های مهاجر تالاب Beymelek مطالعه نمودند. در این بررسی نتایج میانگین غلظت فلزات مورد مطالعه در بافت خوراکی گونه‌ها به‌صورت مس > کبالت به‌دست آمد که با مطالعه کنونی مشابهت دارد. هم‌چنین این نتایج با مطالعه فلاح و همکاران (۲۰۱۱) بر روی بافت خوراکی عضله قزل‌آلای وحشی و پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) که روند تجمع فلزات به‌صورت مس > کبالت گزارش شده است مشابهت دارد. نتایج مشابهی در مطالعه الصاق و همکاران (۱۳۹۰) که غلظت فلزات سنگین (Cu، Co) را در بافت خوراکی ماهی سفید و ماهی کپور دریای خزر اندازه‌گیری نموده‌اند به‌دست آمد. در این مطالعه، فراوانی فلزات بر مبنای غلظت آن‌ها به‌صورت مس > کبالت تعیین شده است. هم‌چنین در مطالعه صدوق نیری و همکاران (۱۳۸۹) بر روی میزان تجمع فلزات (مس و کبالت) در بافت عضله ماهی صبور *Tenualosa ilisha*، در شمال‌غرب خلیج‌فارس، روند تجمع فلزات به‌صورت مس > کبالت گزارش شد. فلزات واسطه (مس و کبالت) برای فعالیت‌های

متابولیک (زیستی) اعضاء در غلظت‌های پائین ضروری بوده اما در غلظت‌های بالا سمی هستند (الصاق، ۱۳۹۰).

تجمع بالای فلز مس را می‌توان به نقش مهم آن در فرآیندهای متابولیسمی آبزیان و هم‌چنین منشأ زمین‌شناسی و حضور طبیعی این عنصر ارتباط داد و از طرفی غذاهای دریایی منبع اصلی مس هستند (تکین- اوزان، ۲۰۰۵؛ حسن‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). هم‌چنین این عنصر در ساختمان بعضی پروتئین‌ها مانند کوئیروپلاسمین و آنزیم‌ها مانند سیتوکروم اکسید ازکاتالاز، نقش حیاتی را دارا می‌باشد و در سنتز هموگلوبین و جذب آهن نیز مؤثر است. افزایش میزان مس ایجاد اختلال در جذب آهن و روی، کم‌خونی و تأثیر بر سلامتی غدد جنسی و باروری انسان را دربردارد. به‌طوری‌که مس سرم خون به‌عنوان شاخص بیماری سرطان معرفی می‌شود (برلین، ۱۹۸۵).

فلز کبالت مهم‌ترین عمل بیولوژیکی آن را می‌توان دخالت در ساخت کوآنزیم‌های وابسته به ویتامین B_{12} یا سیانوکبالامین دانست که Co^{+3} نقش مؤثری را در کبالامین ایفا می‌کند. از طرفی افزایش میزان کبالت بر رشد جنین آثار مضری دارد و در اعمال فیزیولوژیک فلزات دوظرفیتی مانند کلسیم، منیزیم، منگنز و اعمال بیولوژیکی ساخت کوآنزیم‌های وابسته به ویتامین‌ها ایجاد تداخل می‌کند (سولئا، ۲۰۰٤).

اوانس و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعاتشان نشان دادند که ماهیان با رژیم غذایی مختلف، تفاوت آشکاری را در میزان تجمع آلاینده‌ها نشان می‌دهند که دلیل آن را می‌توان در متغیرهای بیولوژیکی، پارامترهای محیطی، فیزیولوژی و زیستگاه ماهی جستجو نمود. اثر رژیم غذایی بر روی میزان آلودگی در ماهیان شکارگر توسط وویت و کیدول مطالعه و گزارش شد که ماهیان شکارگر در مقایسه با ماهیان غیرشکارگر تمایل بیش‌تری به تجمع فلزات دارند. اردک‌ماهی نیز شکارچی بسیار قوی است و از طیف بسیار وسیعی از طعمه‌ها استفاده می‌کند (ابراهیمی سیریزی و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین این گونه پتانسیل بیش‌تری در تجمع آلاینده‌ها از جمله فلزات سنگین دارد. بنابراین بررسی میزان حضور فلزات در ماهی‌های ارزشمندی چون اردک‌ماهی ضرورت دارد تا ضمن اطمینان از کیفیت بهداشتی آن‌ها از بروز خطرهای انسانی نیز پیش‌گیری شود.

براساس نتایج به‌دست آمده، بین میزان تجمع فلزات در بافت خوراکی عضله اردک‌ماهی در ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج پژوهش کنونی با استاندارد مجاز تعیین شده فلزات سنگین سازمان بهداشت جهانی (WHO) مقایسه شد (سازمان بهداشت جهانی، ۱۹۹٦؛ سازمان بهداشت جهانی، ۱۹۸۵). غلظت فلز مس در بافت خوراکی عضله گونه مورد مطالعه هر سه ایستگاه کم‌تر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی مشاهده شد. لازم به ذکر است که در حال حاضر هیچ منبعی برای مقایسه غلظت فلز کبالت در بافت خوراکی ماهیان با استانداردها یافت نشده است و پیشنهاد می‌گردد بخش مرکزی تالاب که آسیب‌پذیرترین نقطه تالاب محسوب می‌شود باید بررسی و اقدامات پیشگیرانه برای ورود رسوبات جدید به تالاب در مدخل ورودی رودخانه‌های منطقه ایجاد گردد. چون رسوبات نقش مؤثری در آلودگی ایفا می‌کنند و مانند آرشیوی تاریخی، در ثبت فلزات سنگین عمل می‌کنند و فلزات به‌شدت تمایل به تجمع در رسوبات دارند (غضبان و همکاران، ۱۳۹۰) و هم‌چنین به‌علت عدم آگاهی ساکنین در حوزه آبخیز و از بین بردن جنگل و پوشش‌های گیاهی عمل فرسایش خاک در حوزه تشدید می‌گردد که لازم است ضمن آموزش‌های لازم عملیات آبخیزداری در حوزه انجام تا در آینده از فرسایش جلوگیری شود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده و عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین مقادیر فلزات مس و کبالت و مقایسه با استاندارد جهانی WHO، اردک‌ماهی صیدشده از سه ایستگاه (غرب، مرکزی و شرق) تالاب انزلی از نظر بهداشتی برای مصارف انسانی مناسب بوده و مصرف آن فاقد عوارض جانبی برای انسان است.

سپاسگزاری

از همکاری‌های صمیمانه کارشناسان بخش تحقیقات فرآوری آبزیان و پژوهشکده آبزی‌پروری جهت کمک‌های بی‌دریغشان در خلال انجام این پژوهش سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1. Ashja Ardalan, A., and Sohrabi, M. 2010. Determination of Hg, Pb, Zn, Cu in muscle and liver of tissue of European perch (*Perca fluviatilis*) in areas of Abkenar and Sheyjan of Anzali Lagoon in spring. Marine Sciences and Technology researches. 4: 2. 47-60. (In Persian)
2. Asgari, Gh., and Kamarehei, B. 2006. Study of heavy metals concentration Cd, Cr, Pb and Ni, in cultured ponds fishes of Khorramabad city in 2006. Lorestan University of Medical Sciences. 11: 1. 71-78. (In Persian)
3. Babaei, H., and Khodaprast, Sh. 2011. Evaluating the contamination of heavy metals in sediment of fish (*Cyprinus carpio*) from Anzali international wetland, Giulan. Third Congress of trace elements. Kashan University of Medical Sciences and Health Services. (In Persian)
4. Berlin, M. 1985. Handbook of the Toxicology of Metals. Vol 2. 2nd. London: Elsevier. Pp: 376-405.
5. Elsagh, A. Sea Caspian south from fillet carpio Cyprinus and kutum frisii Rutilus in metals heavy some of Determination. Vet. J. (Pajouhesh & Sazandegi). 89: 44-33. (In Persian)
6. Ebrahimi, Z., Sakyzadeh, M., Esmaili Sari, A., Bahramifar, N., and Ghasempouri, S.M. 2012. Survey of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu and Zn) Contamination in Muscle tissue of Esox luciusn from Anzali International Wetland: Accumulation and Risk Assessment. J. Mazand Univ. Med. Sci. 22: 87. 57-63. (In Persian)
7. Evans, M.S., Lockhart, W.L., Doetzel, L., Low, G., Muir, D., Kidd, K., et al. 2005. Elevated mercury concentration in fish in lakes in the Mackenzie River basin: The role of physical, chemical and biological factors. Sci. Total Environ. 351-352: 479-500.
8. Fallah, A., Saei-Dehkordi, S., Nematollahi, A., and Jafari, T. 2011. Comparative study of heavy metal and trace element accumulation in edible tissues of farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using ICP-OES technique. Microchem. J. 98: 275-279. (In Persian)
9. Fatollahi, F. 2003. Reviews the Anzali wetland system functioning in decreasing and eliminating pollutants urban, industrial, agricultural Isfahan University. Master Thesis. Environmental Engineering. (In Persian)
10. Ghazban, F., and Zare Khosh Eghbal, M. 2011. Investigation of the origin of heavy metal pollution in Anzali wetland sediments. J. Environ. Stud. 37: 57. 56-45. (In Persian)
11. Hassanpour, M., Rajaei, Gh., Sinka, H., Karim, M., Ferdosian, F., and Maghsoudloorad, R. 2014. Determination of Heavy Metals (Pb, Cd, Zn and Cu) in Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) from Miankaleh International. J. Mazandaran Univ. Med. Sci. Wet. Human Health Risk. 24: 113. 163-170. (In Persian)

12. Imanpour Namin, J., Mohammadi, M., Heydari, S., and Monsef Rad, F. 2011. Heavy metals Cu, Zn, Cd and Pb in tissue, liver of Esox lucius and sediment from the Anzali international lagoon-Iran. Caspian J. Env. Sci. 9: 1. 1-8. (In Persian)
13. Jaffar, M., Ashraf, M., and Rasoal, A. 1998. Heavy metal contents in some selected local freshwater fish and relevant waters. Pak. J. Sci. Indus. Res. 31: 3. 189-193.
14. Khorasani, N., Hosseini, M., Poorbagher, H., Hosseini, V., and Aflaki, F. 2013. Determination of Heavy Metal Content in the Tiger-Toothed Croaker (*Otolithes ruber*): A Case Study in Bandar-e Mahshahr. J. Natur. Environ. 66: 2. 181-190. (In Persian)
15. Khalifi, Kh., Salamat, N., Etemadi, A., Mohammadi, Y., and Movahediniya, A. 2013. Edible fish tissue contamination assessment silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) as Pb and Sn. National congress on agriculture, aquatic animals & food. Iran-Boushehr 19 & 20 December. (In Persian)
16. Kidwell, J.M., Phillips, L.J., and Birchard, G.F. 1995. Comparative analyses of contaminant levels in bottom feeding and predatory fish using the national contaminant biomonitoring program data. Bull. Environ. Con. Tox. 54: 6. 919-923.
17. Mendil, D., Uluozlu, O.D., Hasdemir, E., Tuzen, M., Sari, H., and Suicmez, M. 2005. Determination of trace metal levels in seven fish species in lakes in Tokat. Turkey. Food Chemistry. 90: 175-179.
18. MOOPAM. 1999. Manual of oceanographic observation and poullution analysis methods. ROPME-Kuwait.
19. Panahandeh, M., Mansouri, N., Khorasani, N., Karbasi, A., and Riyazi, B. 2013. Estimates of exposure and potential risk resulting from the use of pikes (*Esox lucius*), Chalcalburnus (*Chaleaiburnus chaleoide*) and local carp (*Cyprinus carpio*), containing the three metals lead, cadmium and chromium, in native wetland margins. J. Wet. Ecobiol. Islamic Azad University. Ahvaz Branch. 16: 83-90. (In Persian)
20. Roger, N.R. 1994. Environmental analysis, John Wiley and sons, New York, USA, 263.
21. Sadough Niri, A., Nikpour, Y., Rajabzadeh, E., Mahboobi Soofiani, N., and Ahmadi, R. 2010. J. Aqua. Sci. 1: 1.
22. Sadeghirad, M. 1997. Heavy metal determination infish species of Anzali lagoon. Iran J. Fish Sci. 5: 4. 1-16. (In Persian)
23. Saulea, M., Stoica, A.I., Baiulescu, G.E., Marinescu, D., and Ionică, M. 2004. Determination of cobalt in food samples. Revista de Chimie. 55: 5. 301-3.
24. Tekin-Ozan, S., and Kiv, I. 2005. Comparative study on the accumulation of heavy metals in different organs of tench (*Tinca tinca* L. 1758) and plerocercoids of its endoparasite Ligula intestinalis. Parasitol Res. 97: 156-159.
25. Uysal, K., Emre, Y., and Köse, E. 2008. The determination of heavy metal accumulation ratios in muscle, skin and gills of some migratory fish species by inductively coupled plasma-optical emissionSpectrometry (ICP-OES) in Beymelek Lagoon (Antalya/Turkey). Microchem. J. 90: 67-70.
26. Voigt, H.R. 2004. Concentrations of mercury (Hg) and cadmium (Cd) and the condition of some coastal Baltic fishes. Environmentalica Fennica. 21: 1-26.
27. WHO (World Health Organization), 1996. Health criteria and other supporting information. In: Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd ed, Geneva. 2: 31-388.