بررسی سطوح برخی از فلزات سنگین در تالاب بین‌المللی زریوار توسط پایش ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)

- **عیسی سلگی*:** گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه ملایر
- **صیاد خاتونی:** گروه محیط زیست، دانشگاه پیام نور تهران

تاریخ دریافت: مرداد 1393 تاریخ پذیرش: آبان 1393

چکیده

تالاب بین‌المللی زریوار دارای ارزش بوم‌شناختی بالایی بوده و گنجینه ذخایر ژنتیکی است. بنابراین، ارزیابی آلودگی این بوم‌سازگان ضروری است که می‌تواند توسط موجودات آبزی نمایه‌زیستی مانند ماهی انجام شود. این پژوهش برای بررسي آلودگی فلزات سنگین (سرب، کادمیوم و روی) در تالاب بین‌المللی زریوار توسط سنجش مقادیر آن‌ها در بافت عضله ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)، انجام شد. برای این هدف نمونه‌برداری در زمستان 1391 صورت پذیرفت. پس از زیست‌سنجی 20نمونه ماهی صید شده، بافت‌های عضله جداسازی شده و آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها صورت گرفت. غلظت فلزات سنگین انتخاب شده در بافت عضله توسط روش هضم اسیدی (HNO3:HClO4) با کمک دستگاه جذب اتمی مدل HR-CS AAS اندازه‌گیری شد. برای فراکافت آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. میانگین غلظت عناصر کادمیوم، سرب و روی در عضله کپورمعمولی به‌ترتیب 0/4، 0/33 و 127/5 میکروگرم بر گرم است. یافته‌ها نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین غلظت فلزات در دو جنس نر و ماده وجود ندارد. غلظت فلزات در عضله این گونه زیر حدود پیشنهاد شده توسط سازمان‌های جهانی بود، به‌غیر از کادمیوم که بیش‌تر از حد مجاز NHMRC بود. به‌نظر می‌رسد که رواناب‌های کشاورزی و تخلیه فاضلاب منبع اصلی انسانی ورود این فلزات سنگین سمی در تالاب بین‌المللی زریوار است.

کلمات کلیدی: تالاب بین‌المللی زریوار، کادمیوم، سرب، روی، کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)، پایش

مقدمه

تالاب‌ها هم‌چون زمین‌های بینابینی بین سامانه‌های خشکی و آبی هستند که در آن‌ها سفره آب بیش‌تر روي سطح زمین و یا نزدیك به آن بوده و یا زمین‌های پوشیده از آب کم‌عمقي هستند که عمق آب از 6متر تازش نمی‌کند. تالاب از برجسته‌ترین بوم‌سازگان‌های حیاتی است. این بوم‌سازگان‌ها بخش مهمی از تمدن بشری هستند، بسیاری از نیازهای حیاتی برای زندگی بر روی زمین مانند آب آشامیدنی، تصفیه آب، آب انبار، شارژ آب‌های زیرزمینی، کنترل فرسایش و تثبیت خط ساحلی (Agarwal، 2008) تنها تعدادای از ویژگی‌های این میراث‌های طبیعی است (Prasad و همکاران، 2002). پاسداشت و نگه‌داری این بدنه‌های آبی با توجه به رشد تند جمعیت و افزایش فعالیت‌های صنعتی، کاری بسیار دشوار است. کیفیت منابع آب روز به روز با توجه به افزایش مداوم مواد شیمیایی نامطلوب رو به وخامت است. با افزایش نگرانی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: e.solgi@yahoo.com

عمومی در مورد آلودگی محیط زیست پایش، مدیریت و بازسازی آسیب‌های محیط زیستی در این بوم‌سازگان‌ها ناگزیر است. در میان آلاینده‌های گوناگون آلی و معدنی آب، یون‌های فلزی به‌علت ماهیت غیرقابل تجزیه و سمیت، خطرناک و زیان‌آور هستند (Karpagavalli و همکاران، 2012). در درازنای چند دهه گذشته، آلودگی آب‌های شیرین با دامنه گسترده‌ای از آلاینده‌ها به یک زمینه نگران کننده بزرگ تبدیل شده است است. آلودگی اکوسیستم‌های آبی به فلزات سنگین (هم‌چون تالاب‌ها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و غیره) نگرش جهانی ویژه‌ای به‌خود جلب کرده است چرا که نشانه‌های سوء بر موجودات و سلامتي انسان دارند (Palaniappan و Karthikeyan، 2009). فلزات سنگین را، به‌سبب انباشت در بافت‌های موجودات آبزی، مهم‌ترین شکل آلودگی در محیط‌های آبی می‌دانند (Ashraf و همکاران، 2006). گرچه فلزات سنگین از اجزای کمیاب طبیعی محیط‌های آبی هستند، اما مقادیر آن‌ها در اثر فعالیت‌های صنعتی، معدن‌کاوی و کشاورزی افزایش یافته است (Al-Weher، 2008). ورود فلزات سنگین به تالاب و یا هر محیط آبی می‌تواند ویژگی‌هاي بوم‌سازگانی، نوع گونه‌های آبزی، میزان تولیدمثل موجودات، پراکنش آن‌ها، بقا و روی هم رفته حیات را به‌سبب سمیت و رفتار انباشت‌پذیری فلزات تغییر دهد (Olaifa و همکاران، 2004b) و حتی دامنه اثرات آن‌ها در زندگی انسان نیز به چشم می‌خورد. موجودات آبزی مانند ماهی غلظت فلزات را چند برابر بیشتر از مقادیر موجود در آب و یا رسوب در بدن خود انباشت می‌کنند (Olaifa و همکاران، 2004a) هم‌چنین انباشت فلزات در بافت ماهی وابسته به غلظت، مدت زمان تماس و هم‌چنین عوامل دیگر مانند شوری، دما، سختی و سوخت و ساز بدن موجود است. هنگامی‌که فلزات سنگین در بدن موجود آبزی انباشته می‌شوند توانایی جابجایی به سطوح بالای زنجیره غذایی را دارند. گوشت خواران بالای زنجیره غذایی، ازجمله انسان، از طریق مواد غذایی آلوده به فلزات سنگین به‌ویژه ماهی مقادیر چند برابر بیشتر را دریافت می‌کنند که به‌درستی بزرگنمایی زیستی روی می‌دهد (Nwani و همکاران، 2010). بنابراین، فلزات سنگین به زنجیره غذایی راه یافته و برای سلامتی مصرف‌کنندگان ایجاد تهدید می‌کنند. برخی فلزات سنگین مانند مس، کبالت، روی، آهن و منگنز در مقادیر کم برای فعالیت آنزیمی و بسیاری از فرآیندهای زیستی ضروری هستند ولی فلزات دیگر مانند سرب و کادمیوم نقش زیستی شناخته شده‌ای برای بدن موجودات زنده نداشته و تا جایی‌که در غلظت‌های کم هم سمی هستند اگرچه فلزات ضروری نیز در غلظت بالا سمی هستند (Sani، 2011). پژوهش‌هایی در داخل و خارج کشور در مورد این گونه انجام شده است که تنها به چند مورد آن‌ها اشاره می‌شود. رحیمي و رئیسي (1387) به تعیین میزان سرب و کادمیم در گوشت ماهیان از جمله کپور معمولی صید شده تالاب چغاخور استان چهار محال و بختیاري پرداختند. هم‌چنین بندانی و همکاران (1389) سطح فلزات سنگینی مانند سرب، کادمیوم، کروم و روی را در بافت عضله و کبد ماهی کپورمعمولی سواحل استان گلستان بررسی کردند. Panahandeh و همکاران (2014) مقادیر فلزات سنگین را در آب، رسوب و بافت کپورمعمولی تالاب انزلی بررسی کردند. Chi و همکاران (2007) پژوهشی در زمینه انباشت فلزات سنگین در گونه‌های مختلف ماهی و کپورمعمولی دریاچه تیهو (چین) انجام دادند. بنابراین، پایش فلزات سنگین در محیط‌های آبی توسط آب، رسوب و زیاگان مهم است. ماهی به‌طور گسترده برای پایش زیستی تغییر در سطوح آلاینده‌های محیطی ناشی از منابع انسانی استفاده شده است چرا که ماهی نقش نخستین سامانه هشدار دهنده را دارد (Wang و همکاران، 2013). بنابراین، گونه‌های ماهی به‌عنوان

یکی از برجسته‌ترین نمایه‌ها، در بوم‌سازگان‌های آب شیرین، برای برآورد میزان آلودگی فلزات درنظر گرفته شده‌اند (Hosseini Alhashemi و همکاران، 2012). تالاب زریوار یکي از بزرگترین دریاچه‌هاي آب شیرین جهان به‌شمار مي‌آید. پیدایش دریاچه به دوران سوم زمین‌شناسي برمي‌گردد. وسعت دریاچه زریوار به‌دلیل تغییرات حجم آبي در فصول گوناگون متغیر مي‌باشد. دریاچه تالابي زریوار جزو اندک دریاچه‌هاي آب شیرین ایران، با زیباترین جاذبه‌هاي گردشگري غرب کشور، به‌شمار مي‌آید (ابراهیم‌پور و محمدزاده، 1392). تالاب زریوار از دسته تالاب‌هاي ارزشمند ثبت شده در کنوانسیون بین‌المللی رامسر است که در غرب ایران و در استان کردستان جاگرفته است. این تالاب به‌سبب شرایط ویژه بوم‌شناسی از ارزش ویژه‌اي برخوردار بوده و جایگاه زیست و تولیدمثل بسیاری از گیاهان، ماهی‌ها (جدول 1) و پرندگان می‌باشد. داده‌های کمی در مورد سطوح آلایندها در گونه‌های ماهی آب شیرین به‌ویژه برای دریاچه زریوار وجود دارد. یافته‌های این پژوهش داده‌هایی در زمینه سطوح پایه فلزات در گونه کپورمعمولی این تالاب فراهم می‌آورد که به پایش کیفیت محیط زیست و سلامت موجودات زنده ساکن اکوسیستم تالاب کمک می‌کند.

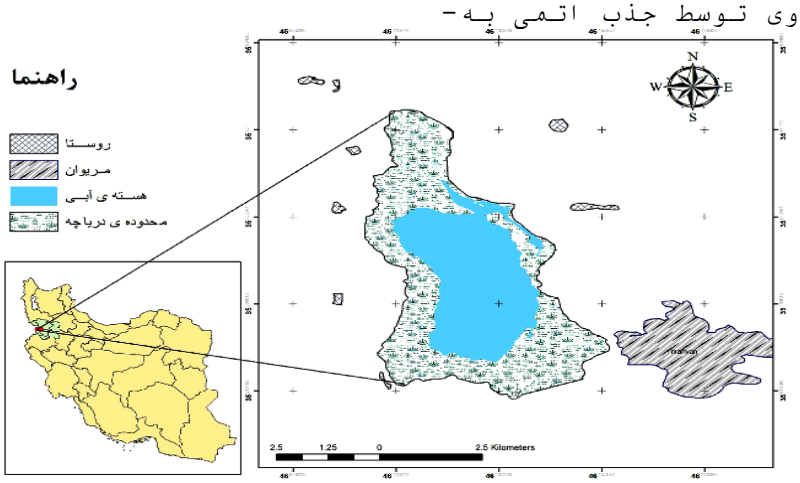
مواد و روش‌ها

این دریاچه با ارتفاع 1390 متر از سطح دریا، در 3 کیلومتري شمال‌غربي شهرستان مریوان استان کردستان در بین طول شرقی 46 درجه و3 دقیقه تا 46 درجه و 10 دقیقه وعرض شمالی 35 درجه و 30 دقیقه و 35 درجه و 37 دقیقه جاگرفته است (ابراهیم‌پور و محمدزاده، 1392). زمین‌شناسي منطقه بیشتر سنگ‌هاي آهکي دگرگوني شده بوده و دریاچه به‌همراه رشته کوه‌هاي پوشیده از درختان بلوط پیرامون آن در زون سنندج-سیرجان، بین رشته کوه‌هاي زاگرس شمال‌غرب ایران، قرارمي‌گیرد. دریاچه زریوار بر روي رسوبات کواترنري قرار گرفته و بیشترین عمق آن 7 متر و میانگین عمق آن 3 متر مي‌باشد. در نهایت تالاب زریوار با بخشی از جنگل‌های زاگرس شمالی است که نه تنها از دیدگاه حفاظت آب و خاک، جلوگیری از فرسایش و ایجاد آب و هوای مناسب دارای ارزش بالایی است بلکه به‌علت وجود جاذبه آبی دریاچه زریوار و نزدیکی با مرز باشماق، زریوار از نظر اکوتوریسم نیز بسیار چشمگیر است (رشیدي و همکاران، 1389) (شکل 1).

در این پژوهش 20 نمونه ماهی (11 نر و 9 ماده) کپور معمولی (*cyprinus carpio*) در فصل زمستان 1391 از تالاب زریوار به شیوه تصادفي و در اندازه‌هاي تصادفي توسط صیادان محلي به‌وسیله تورهاي سنتي صید شد. نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی حاوی یخ به آزمایشگاه محیط زیست دانشگاه ملایر منتقل شدند. سپس در آزمایشگاه نمونه‌های ماهی چند بار با آب دیونیزه برای زدودن آلودگی‌های خارجی شسته شدند. پس از گذشت زمان و خروج آب اضافی نمونه‌ها، زیست‌سنجی آن‌ها صورت گرفت (Eboh و همکاران، 2006). تعیین جنسیت از روي گنادها انجام شد. پس از این گام جداسازي بافت‌هاي عضله توسط تیغه‌اي از جنس استیل ضدزنگ صورت گرفت. کالبدشکافي نمونه‌ها از قسمت بالاي بدن ماهی صورت گرفت و برداشت بافت عضله از قسمتي از عضله در بخش بالایي بدن استفاده گردید. نمونه‌های عضله تا انجام آزمایش‌های بعدی در سردخانه در دمای °20- نگه‌داری شدند. سپس مقدار 20 الی 30 گرم از عضله آن‌ها را جدا کرده و در آون با دمای 80 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 48 ساعت قرار داده شد. در این مرحله نمونه‌ها پس از رسیدن به وزن ثابت در هاون چینی تا پودرشدن کامل سائیده و خرد شدند و به‌میزان 1 گرم از هر نمونه توسط ترازو وزن شد و به آن‌ها به نسبت 4:1 اسیدنیتریک (69 درصد) و اسیدپرکلریک (60 درصد) مرک آلمان اضافه شد. سپس در دستگاه هضم

کننده ابتدا در دمای 40 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 1 ساعت و سپس در دمای 140 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 3 ساعت عمل هضم صورت گرفت. در مرحله بعد با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره 42 فیلتر شده و حجم محلول صاف شده توسط آب مقطر به 25 میلی‌لیتر رسانیده شد نمونه در این شرایط آماده تزریق به دستگاه جذب اتمی می‌باشد (Yap و همکاران، 2002). هم‌چنین هم‌زمان با نمونه‌های اصلی، برای کنترل خطا نمونه‌های شاهد نیز با هر سری از نمونه‌ها آماده‌سازی شده و نیز همه وسایل و ظروف قبل از انجام آزمایش‌ها با اسیدنیتریک اسیدشویی شدند و پیش از شروع کار به‌خوبی با آب مقطر شستشو داده شدند. سنجش نمونه‌های سرب و کادمیم توسط جذب اتمی به‌روش کوره گرافیتی و برای عنصر روی توسط جذب اتمی به‌روش شعله توسط دستگاه HR-CS AAS انجام شد (Harkabusová و همکاران، 2012).

در این تحقیق داده‌ها به‌کمک آمار توصیفی و استنباطی تحلیل شدند. فراکافت آماری یافته‌ها با نرم‌افزار SPSS ویرایش 20 انجام شد. ابتدا به بررسی نرمال بودن داده‌ها پرداخته شد که برای این هدف از آزمون شاپیرویلک استفاده شد (Maceda-Veiga و همکاران، 2012). سپس آزمون‌های من ویتنی-یو و آزمون تی مستقل و همبستگی پیرسون به‌ترتیب برای مقایسه فلزات در دو جنس و همبستگی فلزات با وزن ماهی صورت گرفت (Maceda-Veiga و همکاران، 2012). هم‌چنین برای رسم نمودارها نرم‌افزار اکسل 2007 استفاده شد.



شکل 1: نقشه منطقه مورد مطالعه

نتایج

جدول 2 مقادیر آماره‌های توصیفی فلزات سنگین در بافت عضله کپورمعمولی در تالاب زریوار را گزارش می‌دهد. براساس یافته‌های این جدول کم‌ترین مقدار عناصر سرب، کادمیوم و روی به‌ترتیب 0/14، 0/34 و 66/95 میکروگرم برگرم، بیشترین مقدار این عناصر به‌ترتیب 0/58، 0/49، 499/75 میکروگرم برگرم و نیز میانگین عناصر به‌ترتیب 0/0088±0/33، 0/029±0/41 و 20/43±127/5188 میکروگرم برگرم است. در ادامه یافته‌های آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها - درجدول 3 نشان داده شده است با توجه به یافته‌های این جدول سرب و کادمیوم از توزیع نرمال برخوردار بوده حال آن‌که داده‌های عنصر روی از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند ($p>0/01$). هم‌چنین مقایسه هر سه فلزات سنگین در دو جنس نر و ماده با استفاده از آزمون من ویتنی-یو برای عنصر روی و آزمون تی مستقل برای عناصر سرب و کادمیوم صورت گرفت. هدف از این آزمون مقایسه میانگین عنصر روی، سرب و

کادمیوم بین دو جنس نر و ماده کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) تالاب زریوار بود که یافته‌های آن در اشکال 2 و 3 آمده است. باتوجه به این شکل‌ها هیچگونه تفاوت آماری در دو جنس نر و ماده کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) درتالاب زریوار از نظر مقادیر فلزات سنگین وجود ندارد.

آزمون همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین (سرب، روی و کادمیوم) و وزن کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) درجدول 4 نشان داده شده است. با توجه به یافته‌های این آزمون هیچگونه همبستگی معنی‌دار بین فلزات مختلف مشاهده نشده همچنین بین فلزات سنگین و وزن ماهی نیز هیچگونه همبستگی وجود ندارد.

جدول1: فهرست ماهیان بررسي شده (بومي و معرفي شده) تالاب زریوار (جلالی و همکاران، 1381)

خانوادة کپور ماهیان	Family : Cyprinidae
کپور معمولي	*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1785)
کپور علفخوار	*Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes in Cuvier Valenciennes, 1844)
کپورنقره اي	*Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1844)
سیا ماهي	*Capoeta damascina* (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1842)
آمور نما	*Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel, 1842)
شاه کولي	*Chalcalburnus sp.*
کاراس	*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)
خانواده کپور ماهیان دنداندار	Family: Poecilidae
گامبوزیا آفینیس	*Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853)
خانواده ماستاسمبلیده	Family : Mastacembelidae
مارماهي خاردار	*Mastacembelus mastacembelus* (Banks and Solander in Russel)

جدول 1: آماره‌های توصیفی فلزات سنگین (میکروگرم بر گرم وزن خشک در عضله) و وزن کپورمعمولی تالاب زریوار

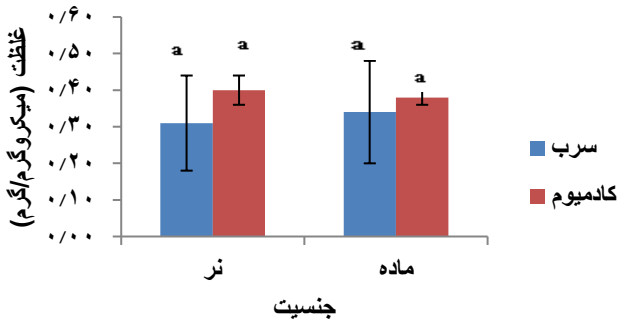
	کم-ترین	بیش-ترین	میانگین	انحراف استاندارد	اشتباه معیار	کشیدگی	چولگی
روی	499/75	499/75	127/52	91/4	20/44	16/370	3/899
سرب	0/14	0/58	0/33	0/13	0/03	-0/556	0/315
کادمیوم	0/34	0/49	0/4	0/04	0/008	1/007	0/804
وزن	272	482	388/45	47/85	10/70	1/18	-0/30

جدول3: نتایج آزمون نرمالیتی برای داه‌های فلزات سنگین

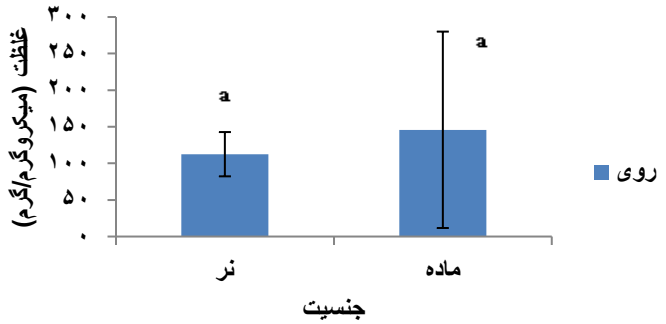
	سطح معنی-داری	درجه آزادی	آماره
روی	0/000	20	0/49
سرب	0/29	20	0/94
کادمیوم	0/47	20	0/96

جدول 4: نتایج آزمون همبستگی (پیرسون) بین فلزات سنگین و وزن

	وزن	کادمیوم	سرب	روی
روی	-0/24	-0/12	0/24	1
سرب	-0/24	0/15	1	
کادمیوم	-0/2	1		
وزن	1			



شکل2: مقایسه غلظت فلزات سنگین (سرب و کادمیوم) در دو جنس نر و ماده کپورمعمولی



شکل3: مقایسه غلظت روی در دو جنس نر و ماده کپورمعمولی

بحث

ماهی به‌طورکلی یکی از منابع اصلی پروتئین برای انسان و نمایه زیستی سودمندی برای تعیین آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی است. ماهی برای این که شاخص خوبی باشد، افزون بر این‌که دیرزی و بومی باشد، بایستی پایش پیوسته آن حضور آلاینده‌ها را نشان داده و نیز نمونه‌گیری آن آسان باشد. ماهی فلزات را از طریق زنجیره غذایی و آب در بدن خود انباشته می‌کند. فلزات از سه راه وارد بدن ماهی می‌شوند (از راه دستگاه گوارش، آبشش و سطح بدن) غلظت فلزات سنگین در ماهی به عوامل گوناگون همچون نیازهای اکولوژیکی، اندازه و سن افراد، چرخه زندگی و تاریخ زندگی، عادات غذایی، فصل صید و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب بستگی دارد (Basyigit و Tekin-Ozan، 2013). در زمینه انباشت فلزات سنگین در بافت‌های گوناگون ماهی پژوهش‌های بسیاری انجام شده که نشان می‌دهد یک فلز ممکن است انباشت بیشتری در یک اندام ویژه داشته باشد. به‌عنوان نمونه Chi و همکاران (2007) در مطالعه روی چند گونه ماهی دریافتند که مس و کادمیوم در کبد، سرب در تمام اندام‌های ماهی، کروم به‌طور عمده در پوست و غدد تناسلی و روی در گنادها بیشترین انباشت را دارند. بیشتر تحقیق‌ها نشان داده‌اند که میزان فلزات سنگین در کبد کپورمعمولی بیشتر از عضله است (Jafari و Sobhan Ardakani، 2014؛ Yancheva و همکاران، 2014؛ بندانی و همکاران، 1389؛ Chi و همکاران، 2007؛ Erdoğrul و Erbilir، 2007) با این‌حال نظر به این که بافت عضله ماهی نقش مهمی در تغذیه انسان دارد و نیز در پایش معمول آلودگی فلزی از بافت عضله استفاده می‌شود، برای اطمینان از سالم بودن آن در این پژوهش مورد بررسی قرارگرفت. میزان اندازه‌گیری شده غلظت فلزات سنگین براساس

جدول 5 نشان می‌دهد که از استانداردهای جهانی نظیر WHO، NHMRC (مقادیر کادمیوم از این استاندارد بیشتر است)، MAFF، FDA و چند کشور مانند استرالیا، نیوزیلند، آلمان و سوئیس کم‌تر است (Tabari و همکاران، 2010؛ Pourang و همکاران، 2004؛ Maher، 1986). در جدول 6 مقایسه با سایر پژوهش‌ها که در گونه کپورمعمولی صورت گرفته انجام شده است. روی‌هم رفته این سه فلز به نسبت از مقادیر بالایی برخوردار هستند.

در این پژوهش مقادیر زیادی از روی مشاهده شد ولی با این وجود از هیچ‌یک از استانداردهای جهانی مانند WHO، FAO، FDA، NFA، UK (MAFF) و غیره بیشتر نبود. عنصر روی در مقایسه با اکثر پژوهش بیشتر است به‌جز در مورد مطالعه نصراله‌زاده ساروي (1392) که مقادیر روی را در عضله کپورمعمولی 185 میکروگرم بر گرم به‌دست آورد. روی در بدن مهره‌داران تحت شرایط طبیعی به‌میزان فراوان یافت می‌شود (Thompson و همکاران، 2012). افزایش غلظت روي در اكوسيستم هاي آبي مي‌تواند بر اثر تخليه پساب‌هاي صنعتي و رسوب روي از طريق اتمسفر، شستشوي فاضلاب‌هاي محلي و مواد زائد فعاليت‌هاي معدني، آفتكش‌ها و فرآيندهاي گالوانيزاسيون باشد. بنابراين در آب‌هاي با سختي كم، سميت فلزات سنگين افزايش پيدا مي‌كند (Yim و Kim، 2006). تيپ آب درياچه بي‌كربنات كلسيك و از نظر سختي جزء آب‌هاي سخت است (ابراهيم‌پور و محمدزاده، 1390).

جدول 5: مقایسه غلظت فلزات در بافت خوراکی (میکرو گرم بر گرم وزن تر)بر اساس استانداردهای گوناگون

استانداردها	کادمیوم	سرب	روی	مرجع
WHO	0/2	0/3	1000	Tabari و همکاران، 2010
FAO	0/3	2	50	FAO، 1983
NHMRC	0/05	1/5	150	Maher، 1986
FDA	2	5	35	Pourang و همکاران، 2004
NFA	0/2	-	-	Darmono، 1990
U.K (MAFF)	0/2	2	50	Maher، 1986
New Zealand	1	2	40	Maher، 1983
Australia	5/5-0/2	-	1000-40	Radojevi و Bashkin، 2006
Germany	0/5	0/5	-	Merian، 1991
Swiss	1	0/1	-	Nauen، 1983
تالاب زریوار	0/08	0/06	25/45	پژوهش‌حاضر

جدول6: مقایسه فلزات سنگین (میکروگرم / گرم وزن خشک) در عضله کپورمعمولی با پژوهش‌های دیگر

گونه	روی	کادمیوم	سرب	مرجع
Cyprinus carpio	32/1	0/3	1/3	Mendil و همکاران، 2004
Cyprinus carpio	25	0/02	0/17	Chi و همکاران، 2007
Carasius auratus	130	0/01	0/29	Chi و همکاران، 2007
Cyprinus carpio	18/3	0/16	1/56	Panahandeh و همکاران، 2014
Hipophthalmichthys molitrix	72/2	-	0/29	پاکزادتوچایی، 1392

Cyprinus carpio	تالاب زریوار	127/52	0/4	0/33	پژوهش حاضر
Cyprinus carpio	سواحل گلستان	2/27	0/03	0/07	بندانی و همکاران، 1385
Cyprinus carpio	منطقه جنوبی دریای خزر	185	*	*	نصراله‌زاده ساروی، 1392
Cyprinus carpio		-	0/08	0/12	رحیمی و رئیسی، 1387
Cyprinus carpio		23/45	0/23	0/97	بابائی و خداپرست، 1391

• غیرقابل تشخیص

فاکتورهای شیمیایی آب شامل غلظت اکسیژن، pH، سختی و دمای آب سمیت روی را تغییر می‌دهد. دمای بالا نیز سمیت فلز روی را افزایش می‌دهد. درحالی‌که افزایش قلیاییت، سختی و ترکیبات آلی آب می‌توانند سبب کاهش کشندگی حاد ناشی از مسمومیت روی شود (Gul و همکاران، 2009). در میان فلزات سنگین از نظر کمی، بیش از همه سرب در محیط‌های آبی پراکنده است. سرب از عناصری است که ضریب جذب بالایی از طریق تنفس برخوردار است (عسکری ساری، 1389).

میانگین غلظت سرب در این مطالعه (0/33 میکروگرم بر گرم) بود که کم‌تر از نتایج Mendil و همکاران (2004)، Panahandeh و همکاران (2014)، بابائی و خداپرست (1391) است و از سایر پژوهش‌ها مانند بندانی و همکاران (1385) رحیمی و رئیسی (1387) و سایر پژوهش‌ها بالاتر است و از استانداردهایی چون NHMRC برابر با 1/5 و UK (MAFF) برابر با 2 میکروگرم بر گرم کم‌تر است. میزان قابل تحمل سرب برای آبزیان 31 میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد که بیانگر عدم آلودگی شدید این ماهی به عنصر سرب است، که کم‌ترین میزان جذب و انباشت این عنصر در عضله ماهی کپورمعمولی تالاب زریوار 0/14 می‌باشد که این امر می‌تواند گویای اطمینان از سلامت نسبی این ماهی باشد. میانگین غلظت کادمیوم در این مطالعه 0/396 میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمده که کادمیوم در ماهی کپورمعمولی در تالاب زریوار هم مقادیر به نسبت بالایی دارد و از همه پژوهش‌های ذکر شده در جدول 6 بیشتر است. در مقایسه با استانداردهای WHO، FAO، FDA، NFA، UK (MAFF) و از همه کشورهای ذکر شده در جدول پایین‌تراست اما از استاندارد NHMRC بیشتر می‌باشد.

مقادیر بالای این فلزات بی‌شک مرتبط با کاربری‌های اطراف تالاب است. پژوهش‌های صورت گرفته نشان می‌دهند که در اثر فعالیت‌های مرتبط با کشاورزی در اطراف دریاچه به‌ویژه در بخش‌های شمالی، شرقی و غربی تالاب (رواناب سطحی) و استفاده از کودهای گوناگون، فضولات دامی و سموم آفت‌کش، مقدار زیادی آلاینده وارد دریاچه می‌شود. افزون بر این دیگر عوامل آلاینده هم‌چون فاضلاب شهری و روستایی تصفیه نشده و زباله‌های جامد برجسته‌ترین عامل آلودگی تالاب به‌شمار می‌آیند (ابراهیم‌پور و محمدزاده، 1392؛ Ghaderi و Ghafouri، 2006). کودهای فسفره شامل مقادیر چشمگیری کادمیوم و در رتبه بعدی سایر فلزات مانند سرب هستند که وارد خاک شده و به سادگی توسط شویش و رواناب‌های کشاورزی می‌توانند وارد تالاب شود که به‌دلیل سمیت بالا و حلالیت زیاد در آب، یک آلاینده خطرناک است (Tug و Duman، 2010). هم‌چنین وجود فلزات سنگین در کودهای نیتروژنی ازجمله اوره، نیترات آمونیوم و نیترات کلسیم گزارش شده است که محدوده بین 0 تا 3000 میکروگرم بر گرم دارند (Sherene، 2010). Sharifinia و همکاران (2014) در ارزیابی کیفیت آب دریاچه زریوار، در میان پارامترهای مختلف (نیترات، نیتریت، ارتوفسفات، آهن و

شوری) بیشترین مقدار را برای نیترات به‌دست آوردند که استفاده از کودهای ازته در زمین‌های کشاورزی و خروجی فاضلاب‌های خانگی را سبب افزایش محتوای نیترات تالاب دانسته‌اند. ورود پساب حاوی کود و مواد زائد دامی در فصل بارندگی از طرف روستاهای ضلع غربی نیز ممکن است سبب آلودگی تالاب به فلزات شود. کودهای حیوانی نیز کودهای آلی هستند که سبب آلودگی خاک به فلزات سنگین می‌شوند (Lupascun و همکاران، 2007). در این‌جا مقادیر بالای روی ممکن است
به‌دلیل کاربرد کودهای شیمایی و حیوانی در زمین‌های کشاورزی و نتیجه شویش آن به تالاب باشد که به شکل آشکار مقادیر زیاد روی در بافت عضله ماهی کپورمعمولی تالاب مشاهده
می‌شود. از طرفی یافته‌های حاصل از بررسي‌هاي انجام شده توسط رفیعی و همکاران (1392) در این منطقه نشان می‌دهد که رسوبات دریاچه زریوار از نظر دانه‌سنجي، بیشتر در زمره رسوبات ریزدانه بوده و بافت آن اغلب در محدوده گل ماسه‌اي قرار مي‌گیرد و هم‌چنین رسوبات منطقه مورد مطالعه داراي درصد بالايي از ماده آلي است و افزایش مقدار ماده آلي مي‌تواند بر مقدار تمرکز عناصر سنگین بیفزاید.

بنابراین با نگرش به این‌که کپورمعمولی یک ماهی همه‌چیزخوار بوده و از بی‌مهرگان کفزي، مواد خرده ریز بستر و مواد گیاهی تغذیه می‌کند و روی‌هم رفته غذاهاي کف را بیشتر می‌پسندد به آسانی در معرض این آلاینده‌ها قرا گرفته است و مقادیرکم و بیش بالا در آن خود گویای این مسئله است (Ayas و همکاران، 2007). یافته‌های Yousafzai و همکاران (2010) نشان می‌دهد که در زیستگاه‌های طبیعی ماهی‌های همه‌چیزخوار فلزات سنگین را بیشتر از ماهی‌های گوشتخوار انباشت می‌کنند. در پژوهش رفیعی و همکاران (1392) در رسوبات بستر دریاچه زریوار آلودگي فلزي مشاهده نگردیده است اما در این پژوهش مقادیر بیشتری در عضله ماهی مشاهده شد که نشان می‌دهد ماهی می‌تواند مقادیر چند برابر از یک آلاینده را در بدن خود ذخیره کند و می‌تواند نمایه زیستی خوبی برای ارزیابی سلامت تالاب و گونه‌های آن باشد. دستاوردهای این تحقیق نشان داد که فلزات موجود در تالاب توسط ماهی از طریق غذا، آب و رسوب جذب شده‌اند و به نسبت مقادیر بالایی از فلزات در بدن ماهی انباشت پیدا کرده‌اند. به‌طورکلی جذب فلزات سنگین از آب، غذا و رسوب (برای موجودات کفزی) رخ می‌دهد با این حال، جذب فلز از آب بسیار بیشتر از جذب از رسوب است. البته باید تاکید کرد، که جذب فلز از آب آلوده و مواد غذایی ممکن است در رابطه با نیازهای بوم‌شناسی، سوخت و ساز بدن و درجه آلودگی آب، مواد غذایی و رسوب و هم‌چنین عوامل دیگر مانند شوری، درجه حرارت و همکنش عوامل متفاوت است (Yousuf و همکاران، 2013).

روی‌هم رفته یافته‌ها نشان داد که غلظت کادمیوم در عضله این گونه از استاندارد NHMRC بیشتر است. درحالی‌که غلظت سرب و روی در بافت عضله این گونه از هیچ‌کدام یک از استانداردها بالاتر نبود. بنابراین در حال حاظر از نظر مصرف این گونه خطری انسان را تهدید نمی‌کند لیکن با افزایش روز افزون استفاده از کودهای شیمیایی که مقادیر بالای کادمیوم در عضله این گونه شاید مرتبط با استفاده از این نهاده باشد، ممکن است این مقادیر در آینده نزدیک از استانداردها تخطی کند. هم‌چنین وجود منابع آلاینده در این منطقه، ورود فاضلاب‌های شهری، کشاورزی، تردد بیشتر قایق‌های تفریحی می‌تواند موجب افزایش سرب گردد، از طرفی وضعیت زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیک و وجود فعالیت‌های کشاورزی در پی آن فرسایش و انحلال بیشتر عنصر روی را سبب می‌شود.

در ادامه پیشنهاد می‌گردد سایر فلزات سنگین و سمی در گونه (*cyprinus carpio*) بررسی گردد. هم‌چنین

میزان فلزات سنگین و دیگر آلاینده‌های آلی در گونه‌های دیگر ماهی موجود در تالاب زریوار و نیز در بخش‌های گوناگون دیگر مانند آب و گیاه بررسی شوند. هم‌چنین سنجش میزان فلزات سنگین در رسوبات کف تالاب انجام شود و اندام‌های دیگر ماهی (کبد، کلیه، آبشش و غیره) مورد آزمایش واقع گردند.

تشکر و قدرداني

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه ملایر انجام شده است. نویسندگان این مقاله، مراتب سپاس خود را از دانشگاه ملایر که امکانات اجرایي این تحقیق را فراهم آورد ابراز می‌دارند.

منابع

1. **ابراهیم‌پور، س. و محمدزاده، ح.، 1392.** ارزیابي و پهنه بندي کیفیت آب دریاچه زریوار با استفاده شاخص‌هاي از کیفي CWQI, OWQI NSFWQI. پژوهش‌هاي محیط‌زیست. سال 4، شماره 7، صفحات 137 تا 146.
2. **ابراهیم‌پور، س. و محمدزاده، ح.، 1390.** بررسي هیدرو ژئوشیمي و عوامل کنترل‌کننده شیمي آب دریاچه زریوار (زریبار). هفتمین کنفرانس زمین‌شناسي مهندسي و محیط زیست ایران. دانشگاه صنعتي شاهرود.
3. **بابائي، ه. و خداپرست، س.ح.، 1391.** بررسي میزان تجمع فلزات سنگین در رسوبات سطحي و اندام‌هاي مختلف ماهي کپور تالاب بین‌المللي انزلي. کنگره عناصر کمیاب ایران. دانشگاه علوم پزشکی کاشان.
4. **بندانی، غ.؛ خوشباور رستمی، ح.؛ یلقی ،س.؛ شکرزاده، م. و نظری، ح.، 1389.** سطح فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، کروم و روی) در بافت عضله و کبد ماهی کپور سواحل استان گلستان. مجله علمی شیلات ایران. سال 19، شماره 4، صفحات 1 تا 10.
5. **جلالي، ب.؛ برزگر، م. و سهرابي-حقدوست، ا.، 1381.** بررسي مقدماتي انگل‌هاي برخي ماهیان دریاچة زریوار. علوم دریایي ایران. شمارة 2، صفحات 27 تا40.
6. **رحیمي، ا. و رئیسي، م.، 1387.** تعیین میزان سرب و کادمیم در گوشت ماهیان صید شده از تالاب چغاخور استان چهار محال و بختیاري. مجله دامپزشکي ایران. دوره 4، شماره 4، صفحات 79 تا 83.
7. **رشیدي، آ.؛ مخدوم، م.؛ فقهي، ج. و شریفي، م.، 1389.** ارزیابي اکوتوریسم در جنگل‌هاي اطراف تالاب زریبار با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایي (GIS). پژوهش‌های محیطزیست. سال 1، شماره 2، صفحات 19 تا 30.
8. **رفیعی، ب.؛ حسین‌پناهی، ف. و شکیبا آزاد، ع.، 1392.** بررسی آلودگی فلزات سنگین (Cu، Cr، Pb، Zn و Ni) در رسوبات بستر دریاچه زریوار. سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین. سازمان زمین شناسي و اکتشافات معدني کشور. تهران.
9. **عسکري‌ساري، ا.، 1389.** بررسي عناصر سنگین (سرب، جیوه و کادمیوم) در ماهیان بومي آب شیرین شیربت (*Barbus grypus*) و بیاح (*Liza abu*) صید رودخانه‌هاي کارون و کرخه در فصل زمستان. مجله علمي پژوهشي بیولوژي دریا. سال 1، شماره 4، صفحات 95 تا 107.
10. **نصرالله‌زاده ساروی، ح.؛ پورغلام، ر.؛ پورنگ، ن.؛ رضایی، م.؛ مخلوق، آ. و یونسی‌پور، ح.، 1392.** مطالعه تجمع برخی از فلزات سنگین در بافت خوراکی ماهی کپور (*Cyprinus Carpio*) و برآورد میزان سیبل خطر در حوزه ایرانی دریای خزر (سال 1389). مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. دوره 23، شماره 103، صفحات 33-44.
11. **Agarwal, N., 2008.** Wetlands: Future on stake, Proceedings of Taal: The 12th World Lake Conference. pp: 1312-1314.
12. **Al-Weher, S.M., 2008.** Levels of Heavy Metal Cd, Cu and Zn in three Fish Species Collected from the Northern Jordan Valley, Jordan. Jordan Journal of Biological Sciences. Vol. 1, No. 1, pp: 41-46.
13. **Ashraf, W.; Seddigi, Z.; Abulkiabash, A. and Khalid, M., 2006.** Levels of selected metals in canned fish consumed in Kingdom of Saudia Arabia. Environ Monit Assess. Vol. 117, pp: 271-279.
14. **Ayandiran, T.A.; Fawole, O.O.; Adewoye, S.O. and Ogundiran, M.A., 2009.** Bioconcentration of metals in the body muscle and gut of *Clarias gariepinus* exposed to sublethal concentrations of soap and detergent effluent. Journal of Cell and Animal Biology. Vol. 3, No. 8, pp: 113-118.

Environmental Safety. Vol. 76, No. 1, pp: 93-101.

29. **Maher, W.A., 1986.** Trace metal concentrations in marine organisms from St. Vincent Gulf, South Australia. Water Air Soil Pollut. Vol. 29, No. 1, pp: 77-84.
30. **Mendil, D.; Uluozlu, O.D.; Hasdemir, E.; Tuzen, M.; Sari, H. and Suicmez, M., 2004.** Determination of trace metal levels in seven fish species in lakes in Tokat, Turkey. Food Chem. Vol. 90, No. 1-2, pp: 175-179.
31. **Merian, E., 1991.** Metals and their Compounds in the Environment Occurrence, Analysis and Biological Relevance, Weinheim. 704 p **.**
32. **Nauen, C.E., 1983.** Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fishery Products. FAO Fisheries Circular No. 764, Rome, Italy. 102 p.
33. **Nwani, C.D.; Nwachi, D.A.; Okogwu, O.I.; Ude, E.F. and Odoh, G.E., 2010.** Heavy metals in fish species from lotic freshwater ecosystem at Afikpo, Nigeria. Ournal of Environmental Biology. Vol. 31, No. 5, pp: 595-601.
34. **Olaifa, F.G.; Olaifa, A.K. and Onwude, T.E., 2004a.** Lethal and sublethal effects of copper to the African Cat fish (*Clarias gariepnus*). Afr. J. Biomed. Res. Vol. 7, pp: 65-70.
35. **Olaifa, F.E.; Olaifa, A.K.; Adelaja, A.A. and Owolabi, A.G., 2004b.** Heavy metal contamination of Clarias garpinus from a lake and Fish farm in Ibadan, Nigeria. Afric. J. of Biomed. Res. Vol. 7, pp: 145-148.
36. **Palaniappan, R.M. and Karthikeyan, S., 2009.** Bioaccumulation and depuration of chromium in the selected organs and whole body tissues of freshwater fish *Cirrhinus mrigala* individually and in binary solutions with nickel. J Environ Sci. Vol. 21, pp: 229-236.
37. **Panahandeh, M.; Mansouri, N.; Khorasani, N.; Karbassi, A. and Riazi, B., 2014.** A study of heavy metals concentration in water, sediments and *Cyprinus carpio*, *Abramis brama*, *Carassius carassius* species from Anzali Wetland.International Journal of Biosciences. Vol. 4, No. 11, pp: 51-59 **.**
38. **Pourang, N.; Dennis, J.H. and Ghoorchian, H., 2004.** Tissue distributions on the roles of metallothionin, Ecotoxicology. Vol. 13, pp: 519-533.
39. **Prasad, S.N.; Ramachandra, T.V.; Ahaly, N.; Sengupta, T.T.; Vijayan, A.K. and Lalitha Vijayan, V.S., 2002.** Conservation of wetlands of India (A Review). Tropical. Ecol. Vol. 43, pp: 173-186.
40. **Radojevi, M. and Bashkin, V.N., 2006.** Practical Environmental Analysis, 2th ed. Campridge: the Royal Society of Chemistry.
41. **Sani, U., 2011.** Determination of some heavy metals concentration in the tissues of Tilapia and Catfishes. Biokemistri. Vol. 23, No. 2, pp: 73-80.
42. **Sharifinia, M.; Ramezanpour, Z.; Imanpour, J.; Mahmoudifard, A. and Rahmani, T., 2013.** Water quality assessment of the Zarivar Lake using physico-chemical parameters and NSF- WQI indicator, Kurdistan Province-Iran. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research. Vol. 1, No. 3, pp: 302-312.
43. **Sherene, T., 2010.** Mobility and transport of heavy metals in polluted soil environment. Biological Forum. An International Journal. Vol. 2, No. 2, pp: 112-121.
44. **Sobhan Ardakani, S. and Jafari, S., 2014.** Assessment of Heavy Metals (Cu, Pb and Zn) in Different Tissues of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Caught from Shirinsu

15. **Ayas, Z.; Ekmekci, G.; Vahdet Yerli, S.T. and Ozmen, M., 2007.** Heavy metal accumulation in water, sediments and fishes of Nallihan Bird Paradise, Turkey. Journal of Environmental Biology. Vol. 28, No. 3, pp: 545-549.
16. **Basyigit, B. and Tekin-Ozan, S., 2013.** Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment, and Tissues of Pikeperch. (*Sander lucioperca*) from Karataş Lake Related to Physico-Chemical parameters, fish size, and seasons. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 22, No. 3, pp: 633-644.
17. **Chi, Q.; Zhu, G. and Alan, L., 2007.** Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu Lake, China. Environ Sci. Vol. 19, No. 12, pp: 1500-1504.
18. **Darmono, D. and Denton, G.R.W., 1990.** Heavy metal concentration in the banana prawn (*Penaeus merguiensis*) and leader prawn (*P. monodon*) in the Townsvile region of Australia. Bull. Environ. Contam. Toxical. Vol. 44, pp: 479-486.
19. **Eboh, L.; Mepba, H.D. and Ekpo, M.B., 2006.** Heavy metal contaminants and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. Journal of Food Chemistry. Vol. 97, No. 3, pp: 490-497.
20. **Erdoğrul, Ö. and Erbilir, F., 2007.** Heavy Metal and Trace Elements in Various Fish Samples from Sır Dam Lake, Kahramanmaraş, Turkey. Environ Monit Assess. Vol. 130, pp: 373-379.
21. **FAO, 1983.** Compilation of legal limits for hazardous substance in fish and fishery products (Food and Agricultural Organization). FAO fishery circular. Vol. 464, pp: 5-100.
22. **Ghaderi, N. and Ghafouri, A.M., 2006.** Comparative assessment of natural (forest and range) versus manmade (agriculture and urbane) environment in lake Zarivar, Irania. J For Range Protect Res. Vol. 4, pp: 19-27 **.**
23. **Gul, A.; Yilmaz, M. and Işilak, Z., 2009.** Acute Toxicity of Zinc Sulphate (ZnSO4.H2O) to Guppies (*Poecilia reticulata* P., 1859). G.U. Journal of Science. Vol. 22, No. 2, pp: 59-65.
24. **Harkabusová, V.; Čelechovská, O.; Lavičková, A. and Svobodová, Z., 2012.** Monitoring of risk metals in chub (*Leuciscus cephalus* L.) from the Svitava and Svratka rivers in the urban area of Brno, Czech Republic. Acta Vet. Brno. Vol. 81, pp: 069-073.
25. **Hosseini Alhashemi, A.; Karbassi, A.; Hassanzadeh Kiabi, B.; Monavari, S.M. and Sekhavatjou, M.S., 2012.** Bioaccumulation of trace elements in different tissues of three commonly available fish species regarding their gender, gonadosomatic index, and condition factor in a wetland ecosystem. Environ Monit Assess. Vol. 184, pp: 1865-1878.
26. **Karpagavalli, M.S.; Malini, P. and Ramachandran, A., 2012.** Analysis of heavy metals in dying wetland Pallikaranai, Tamil Nadu, India.J. Environ. Biol. Vol. 33, pp: 757-761.
27. **Lupascun, A.; Chirila, E. and Munteanu, M., 2009.** Heavy metal contaminants in organic fertilizers. Ovidius University Annals of Chemistry. Vol. 20, No. 2, pp: 232-234.
28. **Maceda-Veiga, A.; Monroy, M. and De Sostoa, A., 2012.** Metal bioaccumulation in the Mediterranean barbel (*Barbus meridionalis*) in a Mediterranean River receiving effluents from urban and industrial wastewater treatment plants. Ecotoxicology and

Wetland, Western Iran Journal of Chemical Health Risks. Vol. 4, No. 2, pp: 47-54.

45. **Tabari, S.; Saeedi Saravi, S.S.; Bandani, G.H.; Dehghan, A. and Shokrzade, M., 2010.** Heavy metals (Zn, Pb, Cd and Cr) in fish, Water and sediment sampled from Southern Caspian Sea, Iran. Toxicol Ind Health. Vol. 26, No. 10, pp: 649-656.
46. **Thompson, E.D.; Gregory, D.M.; Glover, C.N.; Capo, T.; Walsh, P.J. and Hogstrand, C., 2012.** Zinc Hyperaccumulation in Squirrelfish (*Holocentrus adscenscionis*) and Its Role in Embryo Viability. Plosone. Vol. 7, No. 10, pp: 46127.
47. **Tug, G.N. and Duman, F., 2010.** Heavy metal accumulation in soils around a salt lake in turkey. Pak. J. Bot. Vol. 42, No. 4, pp: 2327-2333.
48. **Wang, X.F.; Chen, H.G.; Zhang, Z.; Cai, W.G. and Jia, X.P., 2013.** Effects of Acute Waterborne Cadmium Exposure on Activities of Antioxidant Enzyme and Acetycholinesterase in the Fish Crimson Red Snapper (*Lutjanus Erythropterus*). Nature Environment and Pollution Technology An International Quarterly Scientific Journal. Vol. 12, No. 2, pp: 349-353 **.**
49. **Yancheva, V.; Stoyanova, S.; Velcheva, I.; Petrova, S. and Georgieva, E., 2014.** Metal bioaccumulation in common carp and rudd from the Topolnitsa reservoir, Bulgaria. Arh Hig Rada Toksikol. Vol. 65, pp: 57-66
50. **Yap, C.K.; Ismail, A.; Tan, S.G. and Omar, H., 2002.** Concentrations of Cu and Pb in the offshore and intertidal sediments of the west coast of Peninsular Malaysia. Environ. Int. Vol. 28, pp: 467-479.
51. **Yim, J.H. and Kim, S.D., 2006.** Effects of hardness on acute toxicity of metal mixtures using Daphnia magna. Hazar.Materi. Vol. 138, pp: 16-21.
52. **Yousafzai, A.M.; Chivers, D.P.; Khan, A.R.; Ahmad, I. and Siraj, M., 2010.** Comparison of Heavy Metals Burden in Two Freshwater Fishes Wallago attu and Labeo dyocheilus With Regard to Their Feeding Habits in Natural Ecosystem. Pakistan J. Zool. Vol. 42, No. 5, pp: 537-544.
53. **Yousuf, R.; Hussain Mir, S.M.; Darzi, M. and Saleem Mir, M., 2013.** Metals and Histopathological Alterations in the Kidneys of *Schizothorax niger*, Heckel from the Dal Lake of Kashmir Valley. J Interdiscipl Histopathol. Vol. 1, No. 2, pp: 74-80.