Journal of Research in Environmental Health

Volume 5, Issue 1, Spring 2019

Concentration Measurement of Heavy Metals Mercury، Lead and Cadmium in Fish Muscle Tuna، Tap and Tilapia in the City of Jiroft

Ahmad Rafeipoor
Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Jiroft University, Jiroft, Iran.

Reyhane Dehghan
* MSc in Environmental, Department of Environment, Faculty of Natural Resources,Yazd University, Yazd, Iran.(Corresponding author): Email:reyhane.dehghan.1989@gmail.com,

SeyedHossein Nejadsajdi
Instructor of Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Jiroft University, Jiroft,Iran.

Received: 2019/04/27
Accepted: 2019/06/01

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Aim: Heavy metals can be serious threat to food security because of the ability to accumulate in the body of fishes. Therefore, considering the important role of fish play in human nutrition, determination of the heavy metals concentrations is necessary especially in the edible parts of the fishs,. Therefore, the present study aimed to determine the accumulated proportions of lead, cadmium, and mercury in the tissues of three different types of fishes including Tuna (Scomberomoruscommerson), Tap(Thunnustonggol),and Tilapia due (Oreochromisniloticus) in Jiroft city.

Materials and Methods: In order to investigate the concentrations of heavy metals including mercury, lead and cadmium in muscle tissues of three fish species, Tuna (Scomberomoruscommerson), Tap(Thunnustonggol),and Tilapia due (Oreochromisniloticus), 20 pieces of these fish species were randomly collected from fish sellers in Jiroft city in winter 2017. Samples were prepared by acid digestion. Data analysis was performed using SPSS 19 software, ANOVA and t-test. The presence or absence of significant difference was determined at 5% level (P <0.05).

Results: The results showed that there was a significant difference between the accumulation of lead and cadmium in Tuna, Tap and tilapia muscle tissue (p <0/05) and the rate of lead accumulation in the tuna, tilapia,andtap was 0.19 ± 0.07, 0.81± 0.66 and 0.43 ± 0.47 respectively. Cadmium concentrations also were 0.49 ± 0.26, 1.35 ± 0.22, and 1.52 ± 0.23 µg/g in tuna,tap, and Tilapia . However, there was no significant difference between the amount of mercury accumulation in the muscle tissue of these three fish species (P≤ 0/ 05).

Conclusion: The concentration of mercury in the fish muscle tissue was lower than the global standard but the two metals of cadmium and lead in the tissues of Tilapia and tap were higher than the global standard.

Keywords: Jiroft, Cadmium, Heavy metals, food chain.

▶ **Citation:** Rafeipoor A, Dehghan R, Nejadsajdi H. Concentration measurement of heavy metals mercury, lead and cadmium in fish muscle Tuna, Tap and tilapia in the city of Jiroft. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Spring 2019;5 (1):21-30.

سنجش غلظت فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در عضله ماهی‌های هوور، شیر و تیلاپیا در شهرستان جیرفت

احمد رفیعی‌پور
استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.

ریحانه دهقان
* کارشناسی ارشد گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران. (نویسنده مسئول)
reyhane.dehghan.1989@gmail.com

سید حسین نژاد سجادی
مربی، گروه علوم دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۱
نوع مقاله: مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: فلزات سنگین به دلیل قابلیت تجمع زیستی در بدن ماهیان، می‌توانند خطر جدی برای امنیت غذایی محسوب شوند. از این رو با توجه به نقش مهمی که ماهی‌ها در تغذیه انسان دارند، بررسی غلظت فلزات سنگین در بخش خوراکی ماهی ضروری به نظر می‌رسد، لذا مطالعه حاضر با هدف تعیین غلظت تجمع‌یافته عناصر سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهیان هوور، شیر و تیلاپیا در شهرستان جیرفت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در بافت عضله ۳ ماهی شیر، هوور و تیلاپیا، تعداد ۲۰ عدد از هر ماهی به صورت تصادفی از ماهی فروشی‌های شهرستان جیرفت در زمستان ۱۳۹۶ تهیه شد. نمونه‌ها به روش هضم اسیدی آماده شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری اس پی اس اس، ورژن ۱۹ و آزمون‌های تجزیه واریانس و تی (تک گروهی) انجام شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: بین میزان تجمع فلزات سرب و کادمیوم در بافت عضله شیر، هوور و تیلاپیا اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<0/05$). میزان تجمع سرب در ماهیان شیر، تیلاپیا و هوور به‌ترتیب ۰/۰۷±۰/۱۹، ۰/۶۶±۰/۸۱ و ۰/۴۷±۰/۴۳ و غلظت کادمیوم نیز در ماهی شیر، هوور و تیلاپیا به‌ترتیب ۰/۲۶± ۰/۴۹، ۰/۲۲±۱/۳۵ و ۰/۲۳±۱/۵۲ میکروگرم بر گرم به‌دست آمد، اما بین میزان تجمع جیوه در بافت عضله این سه ماهی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p\geq0/05$).

نتیجه‌گیری: غلظت جیوه در بافت عضله ماهیان مورد بررسی پایین‌تر از استاندارد جهانی بود، اما غلظت دو فلز کادمیوم و سرب در بافت ماهیان تیلاپیا و هوور بالاتر از استاندارد جهانی بود.

کلید واژه‌ها: جیرفت، زنجیره غذایی، فلزات سنگین، کادمیوم

◀ **استناد:** رفیعی‌پور الف، دهقان ر، نژادسجادی ح. سنجش غلظت فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در عضله ماهی‌های هوور، شیر و تیلاپیا در شهرستان جیرفت. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. بهار ۱۳۹۸؛۵ (۱): ۲۱-۳۰.

مقدمه

امروزه با توسعه صنایع و کارخانجات و افزایش بی‌رویه جمعیت در شهرها و همچنین توسعه مناطق کشاورزی، مقادیر زیاد پساب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی که حاوی ترکیبات شیمیایی و به ویژه عناصر سنگین هستند، وارد محیط آبی می‌گردند (۱، ۲). پس از ورود این عناصر به محیط‌های آبی، در اندام‌ها و بافت‌های جانداران آبزی انباشته می‌شوند و در نهایت وارد زنجیره غذایی می‌گردند. میزان انباشتگی و همچنین جذب فلزات سنگین در آبزیان تحت تأثیر شرایط فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیک و اکولوژیک محیط آبی قرار دارد (۳).

فلزات سنگین، از مهم‌ترین منابع آلاینده محیط زیست محسوب می‌شوند. این فلزات در بدن آبزیان از جمله ماهی‌ها تجمع می‌یابند و خطر بالقوه‌ای برای سلامت اکوسیستم‌های آبی موجودات زنده می‌باشند (۴). همچنین فلزات سنگین دارای اثرات جبران‌ناپذیری بر روی تعادل زیست بوم‌شناختی و تنوع زیستی زیست بوم‌های آبی هستند (۴).

ماهیان به‌طور مداوم در معرض فلزات سنگین موجود در آب‌های آلوده قرار دارند که تجمع فلزات سنگین در بدن این موجودات متفاوت است و به محل زندگی، رفتار تغذیه‌ای، سطح غذا، سن، اندازه، زمان ماندگاری فلزات و فعالیت‌های تنظیمی مایعات بدن بستگی دارد (۵، ۶). فلزات سنگین مس، روی، کادمیوم، جیوه، سرب و نیکل، بیشترین فلزات سنگین موجود در اکوسیستم‌های آبی هستند که در مقادیر بیش از حد اندازه سمی هستند. همچنین جیوه، کادمیوم، آرسنیک و سرب، چهار فلزی هستند که بیشترین عوارض را بر روی سلامت انسان دارند. جیوه عنصری خطرناک است که در دهه‌های اخیر نگرانی حاصل از آلودگی زیست محیطی آن در سراسر دنیا بحث‌های زیادی را موجب شده است (۷). بر اساس مطالعات انجام شده، مصرف ماهی، عامل اصلی جذب غذایی جیوه توسط انسان است (۸).

کادمیوم از معدود عناصری است که هیچ‌گونه نقش ساختمانی در بدن انسان ندارد و حتی در مقادیر بسیار کم نیز ایجاد مسمومیت می‌کند. کادمیوم پس از جذب توسط بدن در فعالیت‌های متابولیسمی و آنزیمی شرکت نموده و سبب اختلال در آنها می‌گردد. از این رو اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین در آبزیان به علت مدیریت زیست بوم‌های آبی و سلامت غذایی انسان اهمیت دارد (۹). سرب نیز یکی از چهار فلزی است که بیشترین عوارض را بر روی سلامتی انسان دارد. اختلال بیوسنتز هموگلوبین و کم‌خونی، افزایش فشارخون، آسیب به کلیه، سقط جنین و نارسی نوزاد، اختلال سیستم عصبی، آسیب به مغز، ناباروری مردان، کاهش قدرت یادگیری و اختلالات رفتاری در کودکان، از عوارض منفی افزایش غلظت سرب در بدن هستند (۱۰). تاکنون مطالعات متعددی توسط محققین بر روی تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهیان صورت گرفته است. به‌طور مثال در مطالعه ولایت‌زاده و همکاران که به‌منظور بررسی و مقایسه تجمع فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در عضله و کبد ماهی شلج[1] در رودخانه کارون انجام شد، بالاترین میزان تجمع فلزات جیوه، کادمیوم و سرب ۰/۸۵±۲۱/۵۰، ۲/۲۷±۱۲۷/۷۳ و ۷/۵۱±۲۳۸/۲۶ میکروگرم بر کیلوگرم بود. تجمع فلزات جیوه، سرب و کادمیوم در اندام‌های عضله و کبد ماهی شلج اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0/05$). در این تحقیق میزان جیوه، کادمیوم و سرب در مقایسه با استانداردهای سازمان جهانی بهداشت (WHO)[2] و سازمان غذا و داروی آمریکا پایین‌تر بود (۱۱). همچنین در مطالعه ییلماز و دوگان که بر روی برخی فلزات سنگین در کبد، عضله و آبشش سه گونه ماهی مارماهی حقیقی[3]، کفال خاکستری[4] و تیلاپیا[5] در دریاچه کویس قیز[6] انجام شد، کمترین غلظت فلزات سرب، روی و کادمیوم در بخش خوراکی (عضله) تمام گونه‌ها مشاهده شد. همچنین غلظت‌های سرب و روی

1. Aspius Vorax
2. World Health Organization
3. Anguilla Anguilla
4. Mugil Cephalus
5. Oreochromis Niloticu
6. Köyceğiz Lake

در تیلاپیا؛ سرب، روی و کادمیوم در ماهی حقیقی؛ و کادمیوم و روی در کفال خاکستری بیشتر از مقدار توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت برای مصرف انسان بود (۶).

از آنجایی که فلزات در بافت‌های ماهی‌ها به میزان متفاوت تجمع می‌یابند، شاخص زیستی مناسبی برای تعیین غلظت فلزات سنگین هستند. از طرف دیگر ماهی‌ها در انتهای زنجیره غذایی قرار دارند و نقش مهمی در رژیم غذایی انسان دارند. با توجه به اینکه عضله ماهیان بیشترین نقش را در تغذیه انسان دارد، لزوم اطمینان از سلامت آنها جهت تغذیه سالم برای انسان ضروری است.

با توجه به اثرات مخرب تجمع بیش از حد مجاز فلزات سنگین در بدن انسان و به منظور آگاهی از وضعیت سلامت گونه‌های آبزی برای مصرف کنندگان، مطالعه حاضر با هدف تعیین غلظت تجمع‌یافته عناصر سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهیان هوور، شیر و تیلاپیا در شهرستان جیرفت انجام گرفت.

روش کار

به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین در بافت عضله ماهیان عرضه شده در بازار، ۲۰ عدد از هر یک از ماهی‌های هوور، شیر و تیلاپیا و در مجموع تعداد ۶۰ نمونه به‌طور کاملاً تصادفی از ماهی فروشی‌های شهرستان جیرفت تهیه گردید. قابل ذکر است که ماهیان صید شده شیر، هوور و تیلاپیا دارای محل زندگی یکسان بودند. نمونه‌ها پس از کدگذاری در ظروف پلی‌اتیلنی قرار گرفته و در یخدان به آزمایشگاه منتقل شدند. یک گرم از بافت عضله هر نمونه برداشت و پس از شست‌وشو با آب مقطر و بسته‌بندی در کیسه‌های پلی‌اتیلنی، تا زمان انجام فرآیند آنالیز شیمیایی در دمای منفی ۱۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. میانگین طول و وزن نمونه‌ها نیز اندازه‌گیری گردید.

برای هضم نمونه‌ها از روش هضم تر استفاده شد؛ بدین‌منظور ارگان ماهیان دوباره با آب مقطر کاملاً شسته شدند. ۴ گرم از هر نمونه در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. سپس یک گرم از هر نمونه خشک شده، داخل ارلن مایر ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته شده و روی هر کدام ۵ میلی‌لیتر هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه) و ۱۰ میلی‌لیتر نیتریک اسید غلیظ اضافه شد. هضم نمونه‌ها در دمای ۲۰۰-۲۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت و زیر هود تا شفاف شدن نمونه‌ها انجام شد تا نمونه‌ها کاملاً هضم شوند. پس از هضم، نمونه‌ها سرد شده و با استفاده از آب دیونیزه نمونه‌ها را به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و سپس محلول‌های به حجم رسانده شده توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲ (۰/۴۵ میکرومتر) فیلتر شدند. قرائت غلظت عناصر سرب و کادمیوم در نمونه‌ها بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک با دستگاه جذب اتمی پرکین المر ۴۰۰[1] انجام شد. همچنین غلظت تجمع یافته عنصر جیوه نمونه‌ها نیز توسط دستگاه آنالیز مستقیم جیوه[2] (DMA-۸۰) قرائت شد (۱۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری اس پی اس اس، ورژن ۱۹ انجام شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و برای مقایسه میانگین غلظت تجمع یافته عناصر در نمونه‌ها با استاندارد سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)[3]، سازمان جهانی بهداشت (WHO)، سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)[4] و مؤسسه استاندارد ملی ایران از آزمون تی تک گروهی[5] استفاده شد. همچنین با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه، معنی‌داری اختلاف موجود در بین تیمارهای آزمایشی مشخص و سپس با استفاده از آزمون توکی، معنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین انحراف معیار تیمارها به تفکیک در سطح ۹۵٪ ارزیابی گردید.

یافته‌ها

نتایج حاصل از بیومتری ماهیان شیر، هوور و تیلاپیا در جدول (۱) نشان داده شده است.

1. Perkin Elmer 400
2. Direct Mercury Analyzer
3. Food and Agriculture Organization
4. Food and Drug Administration
5. One Sample t-Test

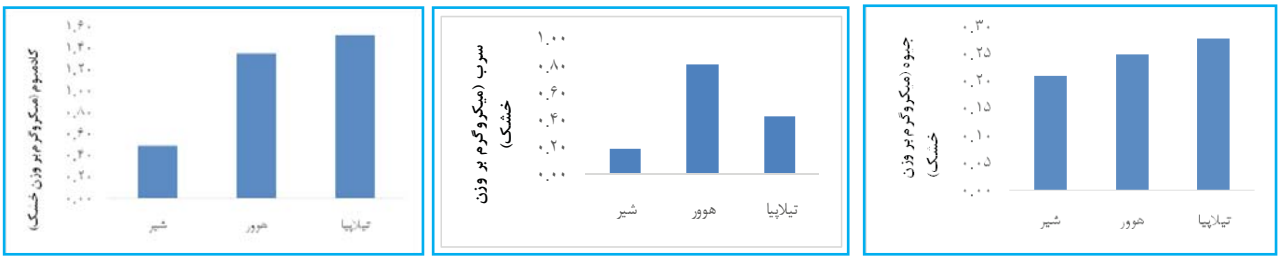
جدول ۱. نتایج حاصل از زیست‌سنجی ماهی‌های شیر، هوور و تیلاپیا

گونه ماهی	نام علمی	تعداد ماهی	میانگین طول کل	میانگین وزن کل
ماهی شیر	Scomberomruscommerson	۲۰	۵۸/۹±۴/۸	۱۳۰۱±۲۹۸/۵۹
ماهی هوور	Thunnustonggol	۲۰	۸۱/۶۹±۶/۹۴	۴۳۰±۱/۰۱
ماهی تیلاپیا	Oreochromisniloticus	۲۰	۱۶۰±۶۵/۴۸	۵۱۲±۱۴۴/۰۲

بررسی تجمع فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهیان شیر، هوور و تیلاپیا

بر اساس نتایج مطالعه، تفاوت معنی‌داری در تجمع غلظت جیوه در عضله ماهیان شیر، هوور و تیلاپیا وجود نداشت ($p\geq ۰/۰۵$) (شکل a)، اما در بین دو عنصر کادمیوم و سرب، این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که بیشترین غلظت سرب با مقدار ۰/۶۶±۰/۸۱ میکروگرم بر گرم در بافت عضله ماهی هوور، ۰/۴۷±۰/۴۳ میکروگرم بر گرم در ماهی تیلاپیا و ۰/۰۷±۰/۱۹ میکروگرم بر گرم در ماهی شیر مشاهده شد که با توجه به نتایج، مقدار عنصر سرب در ماهی شیر نسبت به ماهی هوور حدود ۲۳٪ و ماهی تیلاپیا ۴۴٪ کمتر بود ($p<۰/۰۵$) (شکل b). همچنین میانگین غلظت کادمیوم در نمونه‌های مورد مطالعه شیر، هوور و تیلاپیا به‌ترتیب ۰/۲۶±۰/۴۹، ۰/۲۲±۱/۳۵ و ۰/۲۳±۱/۵۲ میکروگرم بر گرم بود؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان کادمیوم در ماهی تیلاپیا و کمترین آن در ماهی شیر مشاهده شد (شکل c) ($p<۰/۰۵$)؛ بدین‌ترتیب با توجه به نتایج، بیشترین میزان سرب در بافت عضله ماهی هوور و بیشترین کادمیوم در ماهی تیلاپیا مشاهده شد، در حالی‌که تجمع غلظت هر سه عنصر جیوه، سرب و کادمیوم در عضله ماهی شیر کمتر از سایر ماهیان بود.

(حروف مشابه در هر نمودار بر اساس آزمون توکی در سطح ۵٪ بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد).



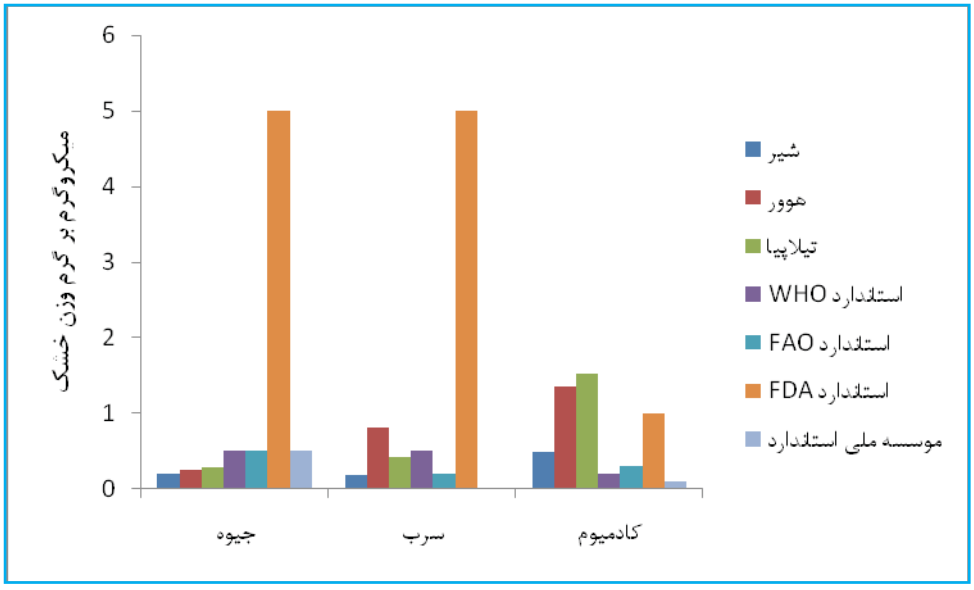
(a) (b) (c)

شکل ۱. مقایسه میانگین غلظت جیوه، سرب و کادمیم در a) ماهی شیر، هوور و تیلاپیا، b) غلظت سرب، c) غلظت کادمیوم

مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت عضله ماهی شیر، هوور و تیلاپیا با استانداردهای بین‌المللی و مؤسسه استاندارد ایران

همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، میانگین غلظت جیوه در ماهی‌های شیر، تیلاپیا و هوور به‌ترتیب ۰/۰۲۱±۰/۰۲۴، ۰/۰۲۷±۰/۲۵ و ۰/۰۲۵±۰/۲۸ میکروگرم بر گرم به‌دست آمد که از استانداردهای FDA، FAO، WHO و استاندارد ملی ایران کمتر بود. همچنین مقدار سرب به‌دست آمده در بافت عضله ماهیان شیر، هوور و تیلاپیا به‌ترتیب ۰/۰۷±۰/۱۹، ۰/۶۶±۰/۸۱ و ۰/۴۷±۰/۴۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک بود که در ماهی شیر از استانداردهای FDA، FAO، WHO و استاندارد

ملی ایران کمتر بود، اما مقدار سرب در ماهی هوور از استاندارد WHO و FAO بیشتر و از استاندارد FDA کمتر بود. در ماهی تیلاپیا نیز مقدار سرب از استانداردهای WHO و FDA کمتر و از استاندارد FAO بیشتر بود. همچنین میانگین فلز سنگین کادمیم در بافت عضله ماهیان شیر، هوور و تیلاپیا به‌ترتیب ۰/۲۶±۰/۴۹، ۰/۲۲±۱/۳۵ و ۰/۲۳±۱/۵۲ میکروگرم بر گرم به‌دست آمد که از استانداردهای FDA، FAO، WHO و استاندارد ملی ایران بیشتر بود (شکل ۲). فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند. این نکته علت تجمع بیشتر فلزات در بافت‌هایی نظیر کبد و آبشش‌ها را در مقایسه با بافت ماهیچه (با فعالیت متابولیک پایین) تفسیر می‌نمایند (۱۳). در مطالعه حاضر بافت عضله ماهی، به سبب نقش مهم آن در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن، مورد بررسی قرار گرفت. بافت ماهیچه ماهی، مهم‌ترین بخش خوراکی است که می‌تواند به‌طور مستقیم بر روی سلامتی انسان اثرگذار باشد، بنابراین بیشترین حد مجاز غلظت فلزات سنگین برای این بافت تعیین گردیده است (۹).



شکل ۲. مقایسه غلظت فلزات جیوه، سرب و کادمیم در عضله ماهیان شیر، هوور و تیلاپیا با استانداردهای جهانی WHO (۱۴)، FAO(۱۵)، FDA (۱۶) و مؤسسه ملی استاندارد بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک

بحث

تجمع فلزات سنگین در عضله ماهی شیر به این‌صورت بود که سرب بیشتر از کادمیوم و کادمیوم بیشتر از جیوه بود. همچنین میزان فلزات سنگین در عضله ماهی هوور و تیلاپیا نیز به‌ترتیب کادمیم بیشتر از سرب و سرب بیشتر از جیوه بود. پایین بودن تجمع فلزات سنگین در عضله، ممکن است به دلیل پایین بودن میزان پروتئین‌های باند شونده با فلزات سنگین باشد (۱۷). به نظر می‌رسد، عضله به عنوان محل اصلی تجمع فلزات سنگین محسوب نمی‌شود (۱۸). مسیر جذب و مکانیسم انتقال آن‌ها به بدن ماهی به عوامل مختلف وابسته است که شکل شیمیایی فلز (یونی یا نمک آنها) در تعیین این مسیر بسیار مهم است (۹). تجمع غلظت جیوه در این پژوهش در دامنه ۰/۰۲۸-۰/۰۲۱ میکروگرم در وزن مرطوب عضله ماهی هوور به‌دست آمد. معمولاً میزان جیوه در عضله پایین می‌باشد (۹). نتایج پژوهش آلوبلا و همکاران روی غلظت جیوه در ماهی‌های کفشک زبان گاوی و گل خورک با نتایج این پژوهش هم‌خوانی نداشت (۱۹)، اما نتایج مطالعه حاضر با نتایج عسکری ساری و همکاران بر کفال خاکستری (۰/۰۱ میکروگرم بر گرم) مطابقت داشت (۹).

نتایج رومئو و همکاران نیز نشان داد که غلظت جیوه در بافت‌های خوراکی ماهیان پلاژیک (۰/۰۹-۰/۰۳ میکروگرم بر گرم) کمتر از ماهیان کفزی (۰/۴۲-۰/۱۲ میکروگرم بر گرم) می‌باشد (۱۸). متیل جیوه ترجیحاً در بافت ماهیچه، جایی‌که سیستئین پروتئینی وجود دارد، پخش می‌شود. تجمع متیل جیوه در ماهیچه تجمع جیوه کل را به‌دنبال دارد و معمولاً نسبت متیل جیوه به جیوه کل در ماهیچه بیشتر از ۸۰٪ است (۲۰)، بنابراین جیوه در ماهیچه اکثراً به شکل آلی وجود دارد، برخلاف کبد که تجمع جیوه در آن بیشتر به شکل معدنی است. این امر، بالا بودن جیوه را در این دو اندام محسوس‌تر می‌نماید. همچنین تفاوت در عادات غذایی آبزیان می‌تواند منجر به تولید سطوح متفاوت فلزات سنگین در بافت‌هایشان شود (۹). ذوالفقاری و همکاران، بالاترین و پایین‌ترین میزان جیوه را در ماهی شاه کولی[1] تالاب انزلی به‌ترتیب در کلیه و عضله تعیین کردند (۲۱). همچنین تفاوت در تجمع عناصر گونه‌های مختلف به رفتارهای غذایی (۲۲)، سن، اندازه و طول ماه (۲۳، ۲۴)، محل زندگی، شرایط زیست محیطی (۲۵) و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی محیط از قبیل سختی آب، pH، درجه حرارت، موادمغذی و زمان رشد ماهی بستگی دارد (۲۶).

میزان کادمیم در این پژوهش در دامنه ۱/۸۵-۰/۲۱ میکروگرم در کیلوگرم وزن مرطوب در عضله ماهیان شیر، هوور و تیلاپیا به‌دست آمد. در پژوهش دهقانی و فرزین که به بررسی غلظت کادمیوم در ماهی هوور[2] صید شده از خلیج فارس پرداختند، میانگین غلظت کادمیوم به‌دست آمده در ماهی هوور ۰/۲۹±۰/۶۳ میکروگرم بر گرم به‌دست آمد که این میزان در مقایسه با غلظت کادمیم به‌دست آمده در مطالعه حاضر کمتر بود (۲۷). میزان کادمیم در سایر مطالعات مانند عضله کفال خاکستری دریای مدیترانه ۰/۶۶±۴/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۲۵)، ۱۵ گونه ماهی دریاچه چینی در کشور مالزی ۰/۰۲۰±۰/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۲۸) و چهار گونه ماهیان خلیج فارس ۰/۰۴۹۶±۰/۰۰۰۴ میکروگرم بر گرم گزارش شده است (۲۹). همچنین در مطالعه توزن، بالاترین میزان کادمیم در ماهیان دریای سیاه ۰/۰۷±۰/۸۷ میکروگرم بر گرم بود (۳۰). مقدار کادمیم قابل ذخیره بستگی به فاکتورهایی از قبیل شیمی آب، پیچیدگی زنجیره غذایی، نوع گونه، سن، اندازه و جایگاه موجود در زنجیره غذایی دارد (۹).

در مطالعه توزن، بالاترین میزان جیوه، کادمیوم و سرب در ماهیان دریای سیاه به ترتیب ۵±۸۴ میکروگرم بر کیلوگرم، ۰/۰۷±۰/۸۷ و ۰/۰۳±۰/۳۵ میکروگرم بر گرم به‌دست آمد (۳۰). همچنین در مطالعه ناصری و همکاران، میزان جیوه، کادمیوم و سرب در بافت‌های غیرخوراکی بالاتر از بافت خوراکی عضله بود که در آبشش و امعاء و احشای ماهیان بالغ کفال پشت سبز[3] بالاتر از عضله بود (۳۱). در سال ۲۰۰۷ در بررسی فلزات سنگین در ماهی کفال خاکستری در رودخانه آبا در نیجریه، میزان سرب و جیوه ۰/۰۴±۰/۰۱ میکروگرم به‌دست آمد (۱۹).

تفاوت در الگوی تجمع فلزات سنگین در این تحقیق می‌تواند ناشی از تفاوت در غلظت خود عناصر در محیط‌های آبی باشد. اختلاف در مرحله رشد، عادات غذایی و نوع رفتار ماهی، می‌تواند از عوامل دیگر تأثیرگذار در الگوی تجمع فلزات در ماهیان باشد (۳۲).

همچنین همانگونه که در بخش نتایج ذکر گردید، میزان غلظت جیوه در هر سه نوع ماهی از استانداردهای FAO، FDA، WHO و استانداردار ملی ایران کمتر بود. در پژوهش شهاب‌مقدم و همکاران نیز که میانگین غلظت جیوه در بافت عضله گربه ماهی بزرگ[4] را ۰/۴۱ میکروگرم بر گرم سنجش نمودند، پایین‌تر از استانداردهای بین‌المللی بود (۳۳). صادقی‌راد و همکاران نیز میزان جیوه را در عضله و خاویار دو گونه تاس ماهی ایرانی و ازون برون پایین‌تر از حد استانداردهای جهانی جهت مصرف انسانی مشخص کردند (۳۴). با توجه به اینکه در مطالعه حاضر میزان جیوه در عضله ماهی‌های شیر، تیلاپیا و هوور کمتر از آستانه استانداردهای جهانی بود و به دلیل اینکه نمونه‌برداری در فصل زمستان صورت گرفت، می‌توان چنین توجیه نمود که غلظت جیوه در فصول بارانی به دلیل ترقیق آلودگی کم‌تر است.

1. Chalcalburnu Schalcalburnus
2. Thunnus Tonggol
3. Liza Dussumieri
4. Arius Thalassinus

سمیت سرب برای ماهی و سایر موجودات آبزی تحت تأثیر کیفیت آب بوده و به قابلیت انحلال ترکیبات سرب و نیز غلظت‌های کلسیم و منیزیم در آب بستگی دارد. سمیت سرب با افزایش غلظت کلسیم و منیزیم در آب کاهش می‌یابد. گلبول‌های قرمز خون، سرب وارد شده به بدن را در تمام اندام‌ها پخش می‌کنند و در کلیه و پوست تجمع می‌یابد و سپس به استخوان‌ها، دندان‌ها و مغز انتشار پیدا می‌کند. مسمومیت حاد سرب ابتدا باعث آسیب به اپی‌تیلیوم آبشش شده و ماهی مبتلا، به علت خفگی تلف می‌شود (۳). مقدار سرب در این تحقیق در بافت عضله ماهیان شیر، هوور و تیلاپیا به ترتیب ۰/۱۹، ۰/۸۱ و ۰/۴۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک به‌دست آمد که در ماهی شیر از استانداردهای WHO، FAO، FDA و استاندارد ملی ایران کمتر بود، اما مقدار سرب در ماهی هوور از استاندارد WHO و FAO بیشتر و از استاندارد FDA کمتر بود در ماهی تیلاپیا نیز مقدار سرب از استانداردهای WHO و FDA کمتر و از استاندارد FAO بیشتر بود. در مطالعه رومیانی و شریف‌پور، غلظت سرب در بافت ماهیان مورد مطالعه کمتر از حد استاندارد جهانی گزارش گردید که با نتایج مطالعه حاضر درباره ماهی شیر همخوانی داشت، اما نسبت به ماهی هوور و تیلاپیا همخوانی نداشت (۳۵). همچنین در مطالعه ییلماز و دوگان که بر روی برخی فلزات سنگین در کبد، عضله و آبشش ماهی تیلاپیا[1] در دریاچه کویس قیز انجام شد، کمترین غلظت فلزات سرب، روی و کادمیوم، در بخش خوراکی (عضله) ماهی تیلاپیا مشاهده شد. همچنین، غلظت‌های سرب و روی در تیلاپیا بیشتر از مقدار توصیه شده توسط WHO برای مصرف انسان بود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت (۶).

در مطالعه محمدی و همکاران که بر روی میزان غلظت سرب در عضله و کبد ماهی شیربت[2] در رودخانه دز انجام گرفت، میزان سرب در عضله ماهی مورد مطالعه بالاتر از حد مجاز مجموعه قوانین کمیته آلیمانتروس[3] (۲۰۰۲) (۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) بود که با نتایج مطالعه حاضر از نظر بالا بودن غلظت این عنصر در عضله همخوانی داشت (۲۰).

در مطالعه حاضر میانگین فلز سنگین کادمیم در بافت عضله ماهیان هوور و تیلاپیا به‌ترتیب ۰/۲۲±۱/۳۵ و ۰/۲۳±۱/۵۲ میکروگرم بر گرم به‌دست آمد که از استانداردهای WHO، FAO، FDA و استاندارد ملی ایران بیشتر بود. همچنین میانگین غلظت کادمیوم در بافت عضله ماهی شیر ۰/۲۶±۰/۴۹ به‌دست آمد که بالاتر از استاندارد WHO و FAO بود که با نتایج مطالعه پذیرا و همکاران که به بررسی غلظت سرب در بافت ماهی شیر[4] پرداختند، مطابقت داشت. در پژوهش پذیرا و همکاران، میانگین غلظت سرب در بافت ماهی شیر ۰/۱۷۳±۰/۳۴۹ به‌دست آمد که به مقدار به‌دست آمده در مطالعه حاضر نزدیک بود. همچنین در مطالعه مذکور، غلظت سرب در بافت عضله ماهی شیر، بالاتر از حد مجاز استاندارد WHO و FAO بود که با پژوهش حاضر همخوانی داشت (۳۶). در پژوهش دادالهی و همکاران نیز میانگین فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهی شیربت در رودخانه اروندرود در مقایسه با استانداردهای جهانی بالاتر بود (۳۷) و از این نظر با نتایج حاصل از مطالعه حاضر همخوانی داشت، اما در پژوهش دورال و همکاران تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف از جمله ماهیچه ماهیان صید شده از تالاب کامیلاک[5] (Mugilcephalus، Dicentrarchuslabrax، Sparusaurata) در ترکیه، فلزات سرب، نیکل، منگنز و کادمیوم در بافت ماهیچه، کم‌ترین میزان تجمع را داشتند (۳۲) که با توجه به استاندارد FAO، غلظت تمامی فلزات در بافت ماهیچه پایین‌تر از حد مجاز اعلام شده بود که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی نداشت.

نتیجه‌گیری

میانگین فلز جیوه در این پژوهش در ماهی‌های شیر، تیلاپیا و هوور از استانداردهای WHO، FAO، FDA و استاندارد ملی ایران

1. Oreochromis Niloticu
2. Barbusgrypus
3. Codex Alimentarius Commission
4. Scomberomruscommerson
5. Camlik

کمتر بود و از نظر تغذیه عنصر جیوه در این سه ماهی، خطری برای سلامتی مصرف‌کنندگان نخواهد داشت، اما مقدار سرب در ماهی هوور ۰/۳۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک، بیشتر از استاندارد WHO و FAO بود که با توجه این مقادیر، باید در مصرف ماهی هوور از نظر عنصر سرب جوانب احتیاط کاملاً رعایت شود و مصرف این ماهی در بزرگسالان نباید بیش از ۱۶۸ گرم در هفته باشد. همچنین در کودکان زیر ۶ سال این مقدار را باید به ۲۸-۵۶ گرم در هفته و در کودکان ۶-۱۲ سال به ۵۶-۸۴ گرم در هفته محدود کرد. همچنین میزان کادمیوم نیز در دو ماهی هوور و تیلاپیا از استانداردهای جهانی و مؤسسه ملی استاندارد ایران به مقدار قابل توجهی بیشتر بود که با توجه به سمیت عنصر کادمیوم، این میزان برای مصرف‌کنندگان می‌تواند خطرناک باشد. در نهایت، با توجه به اینکه غلظت بالای فلزات سنگین باعث بروز مشکلات عدیده‌ای همچون نقص ایمنی، مشکلات گوارشی، ناراحتی قلبی و افزایش فشارخون و ... می‌شود و با توجه به سمی بودن کادمیوم، سرب و جیوه در بافت عضله، اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین در آبزیان به خصوص ماهیان به‌منظور اطمینان از سلامت غذایی انسان ضروری به‌نظر می‌رسد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح پژوهشی تحت عنوان «بررسی غلظت فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهیان شیر، هوور و تیلاپیا در سطح شهرستان جیرفت» به شماره ۷-۹۶-۴۸۱۳ است که با حمایت دانشگاه جیرفت اجرا شد. بدین‌وسیله از تمام کسانی که ما را در انجام این مطالعه یاری نمودند، به خصوص دکتر سعید شفیعی، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Ebrahimi Sirizi Z, Sakizadeh M, Esmaili Sari A, Bahramifar N, Ghasempouri SM, Abbasi K. Survey of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu and Zn) Contamination in Muscle tissue of Esox luciusn from Anzali International Wetland: Accumulation and Risk Assessment. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2012; 22(87): 57-63. (Persian)
2. Samsampour S, Rahmani A, Kamrani E, Sajjadi M, Golmoradizadeh A. Cd and Pb Concentration in Muscle and Liver Tissues of Flathead (Platycephalus indicus) in the Northeastern Persian Gulf. Journal of the Persian Gulf. 2013; 4(12): 31-6. (Persian)
3. Jafarzadeh Haghighi T F. Contamination of the Sea (translation). Edition F, editor: Voice of the Pen; 2006.
4. Vinodhini R, Narayanan M. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish Cyprinus carpio (Common carp). International Journal of Environmental Science & Technology. 2008; 5(2): 179-82. (Persian)
5. Fidan AF, Ciğerci İH, Konuk M, Küçükkurt İ, Aslan R, Dündar Y. Determination of some heavy metal levels and oxidative status in Carassius carassius L., 1758 from Eber Lake. Journal of Environmental monitoring and assessment. 2008; 147(1-3): 35-41.
6. Yılmaz AB, Doğan M. Heavy metals in water and in tissues of himri (Carasobarbus luteus) from Orontes (Asi) River, Turkey. Journal of Environmental monitoring and assessment. 2008; 144(1-3): 437-44.
7. Xiaojie L, CHENG J, Yuling S, Honda Si, Li W, Zheng L, et al. Mercury concentration in hair samples from Chinese people in coastal cities. Journal of Environmental Sciences. 2008; 20(10): 1258-62.
8. Agusa T, Kunito T, Iwata H, Monirith I, Tana TS, Subramanian A, et al. Mercury contamination in human hair and fish from Cambodia: levels, specific accumulation and risk assessment. Journal of Environmental Pollution. 2005; 134(1): 79-86.
9. Askari Sari Abolfazl, Velayat Zadeh Mohammad , Maryam M. The amount of mercury element in two fish species of Cynoglossus arel and Periophthalmus waltoni in two fishing areas of Bandar-e-Omom-Khomeini and Bandar Abbas. Journal of Fisheries. 2010; 4: 51-6. (Persian)
10. Jordao C, Pereira M, Bellato C, Pereira J, Matos A. Assessment of water systems for contaminants from domestic and industrial sewages. Journal of Environmental Monitoring and Assessment. 2002; 79(1): 75-100.
11. Velayatzadeh M, Askary A, Khodadadi M, Kazemian M, Beheshti M. The Survey and Comparison of Heavy Metals Hg, Cd and Pb in the Tissues of Liza Abu in the Karoon and Dez Rivers in Khoozestan Province. Journal of environmental science and tehcnology. 2014; 16(3): 51-61. (Persian)
12. Oguzie F, Izevbigie E. Heavy metals concentration in the organs of the Silver Catfish, Chrysichthys nigrodigitatus (Lacèpéde) caught upstream of the Ikpoba River and the Reservoir in Benin City. Journal of Bioscience Research

Communications. 2009; 21: 189-97.
13. Filazi A, Baskaya R, Kum C, Hismiogullari SE. Metal concentrations in tissues of the Black Sea fish Mugil auratus from Sinop-Icliman, Turkey. Journal of Human & experimental toxicology. 2003; 22(2): 85-7.
14. Chen Y-C, Chen M-H. Heavy Metal Concentrations in Nine Species of Fishes Caught in Coastal Waters off Ann-Ping, SWTaiwan. Journal of Food and Drug Analysis. 2001; 9(2).
15. Joint F. WHO Food Standards Programme, Thirty-third Session. Codex Committee on Food Additives and Contaminants (CCFAC). Comments Submitted on Draft Maximum Levels for Lead and Cadmium. Agenda 16c/16d The Hague, The Netherlands. 2001: 12-6.
16. Pourang N, Dennis J, Ghourchian H. Tissue distribution and redistribution of trace elements in shrimp species with the emphasis on the roles of metallothionein. Journal of Ecotoxicology. 2004; 13(6): 519-33.
17. Janatmakan S, Askary Sa, Javaheri Bm, Velayatzadeh M. Association Of Mercury, Cadmium And Arsenic Bioaccumulation With The Chemical Compositions Of Liza Auratus Muscle In Anzali Wetland. Journal of Food Hygiene. 2015; 4(16): 19-30. (Persian)
18. Roméo M, Siau Y, Sidoumou Zn, Gnassia-Barelli M. Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. Science of the Total Environment. 1999; 232(3): 169-75.
19. Ubalua A, Chijioke U, Ezeronye O. Determination and assessment of heavy metal content in fish and shellfish in Aba River, Abia State, Nigeria. Journal of KMITL Sci Tech. 2007; 7(1): 16-23.
20. Mohammadi M, Askarysary A, Khodadadi M. Cadmium and lead levels in muscle and liver of (barbus grypus) in dez river. Journal of Wetland Ecobiology.2010; 1(2): 91-96. (Persian)
21. Zolfaghari G, Abbas , Ismaili Sari , Seyyed Mahmoud Ghasem Pouri , al e. Relationship between age, sex and weight with concentration of mercury in different organs of Chalcalburnus chalcalburnus in Anzali wetland. Journal of Marine Science and Technology of Iran. 2006; 5: 23-31. (Persian)
22. Watanabe KH, Desimone FW, Thiyagarajah A, Hartley WR, Hindrichs AE. Fish tissue quality in the lower Mississippi River and health risks from fish consumption. Science of the Total Environment. 2003; 302(1-3): 109-26.
23. Al-Yousuf M, El-Shahawi M, Al-Ghais S. Trace metals in liver, skin and muscle of Lethrinus lentjan fish species in relation to body length and sex. Science of the total environment. 2000; 256(2-3): 87-94.
24. Solgi E, Yaghobifar S. Bioaccumulation of heavy metals (Cd and Pb) in muscle tissue of Leaping Grey Mullet (Liza saliens) from the Gomishan International Wetland. Journal of Aquatic Ecology. 2016; 6(1): 72-81. (Persian)
25. Canli M, Atli G. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental pollution. 2003; 121(1): 129-36.
26. Pakzad Ts. Survey Of Heavy Metals (Ni, Pb, Cu And Zn) Accumulation In Muscle, Liver, Kidney, Gill And Scales Of Hipophthalmichthys Molitrix Of Sistan, S Chahnimeh. Journal of Oceanography. 2013; 4(13): 21-8. (Persian)
27. Dehghani M, Farzin M. Investigating and determining the concentration of heavy metals (lead, copper, nickel and cadmium) in Hoover (Thunnus tonggol) fish caught in coastal waters of Qeshm Island. Journal of Fisheries. 2015; 6(23): 25-35. (Persian)
28. Ahmad A, Shuhaimi-Othman M. Heavy Metal Concentrations in Sediments and Fishes from Lake Chini, Palian g, Malaysia. Journal of Biological Sciences. 2010; 10(2): 93-100.
29. Agah H, Leermakers M, Elskens M, Fatemi SMR, Baeyens W. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five fish species from the Persian Gulf. Journal of Environmental monitoring and assessment. 2009; 157(1-4): 499.
30. Tuzen M. Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. Journal of Food and Chemical Toxicology. 2009; 47(8): 1785-1790.
31. Naseri Mahmood RM, Abedi A, Afshar Nazari A. Determination of the amount of some heavy elements (iron, copper, zinc, magnesium, manganese, mercury, lead and cadmium) in the edible and non-edible tissues of Liza dussumieri on the coasts of Bushehr. Journal of Marine Science and Technology of Iran 2005; 4(3-4): 59-67. (Persian)
32. Dural M, Göksu MZL, Özak AA. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon. Journal of Food chemistry. 2007; 102(1): 415-21.
33. Shahab Moghadam F, Ismail Sari A, Valinasab T. The relationship between mercury accumulation in the muscle tissue of Arius thalassinus in relation to weight,. The First Student Conference on Fisheries; Sari, Iran.2009 (Persian).
34. Sadeghi rad M, Amini ranjbar G, Arshad A, Joshideh H. Assessing heavy metal content of muscle tissue and caviar of Acipenser persicus and Acipenser stellatus in southern Caspian Sea. Iranian Journal of Scientific Fisheries. 2005; 14(3): 79-100. (Persian)
35. Roomiani L, Sharifpour I. Study on heavy metals concentration of Ag, Pb, As and Cd in gill and muscle tissues in Blue-barred parrotfish (Scarus ghobban) in North of Persian Gulf. Journal of Ornamental Aquatic. 2014; 1(3): 1-8.
36. Pazira AR, Khosravifard O, Ghanbari F. A comparison of bioaccumulation Lead and Zinc in muscle tissues of Scomberomorus commerson and Scomberomorus guttatus in Bushehr seaport. Journal of Wetland Ecobiology. 2016; 8(3): 5-14. (Persian)
37. Dadelahi A, nabavi M, Kheivar N. The Relationships Between Biometric Characteristics Of Barbus Grypus With Heavy Metals Levels In Tissues (Muscle And Gill) From Arvand River, Iran. Iranian Journal Scientific Fisheries. 2009; 17(4): 27-34. (Persian)