

سنجش میزان تجمع زیستی عناصر سنگین در بافت عضله‌ی ماهی اسبله (*Silurus glanis*) رودخانه سیاه درویشان (استان گیلان، ایران)

محمد اتفاق دوست^{۱*} و حمید علاف‌نویریان^۲

^۱ دانشجوی دکتری شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

^۲ دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۸/۴/۱

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۱۴

چکیده

عناصر سنگین به لحاظ زیستی دارای ماهیت تخریب ناپذیری می‌باشند که تجمع میزان زیادی از غلظت آن‌ها در بافت موجودات آبی، تهدیدی برای آبزیان و همچنین انسان‌ها محسوب می‌گردند. بنابراین پژوهش حاضر با هدف اندازه‌گیری میزان و ترتیب غلظت عنصرهای تجمع یافته در بافت عضله‌ی ماهی اسبله رودخانه‌ی سیاه درویشان به عنوان یکی از گونه ماهیان دارای اهمیت بالای اقتصادی و همچنین تعیین میزان سلامت بهداشتی آن جهت تغذیه‌ی انسانی، به انجام رسیده است. در تحقیق کنونی، مقدار غلظت یازده عنصر (آرسنیک، کادمیوم، کروم، مس، آهن، جیوه، منگنز، نیکل، سرب، سلنیوم و روی) در بافت عضله‌ی ۲۰ عدد ماهی اسبله (*Silurus glanis*) صید گردیده به وسیله‌ی تور پرتابی سالیک از رودخانه‌ی سیاه درویشان استان گیلان در تابستان سال ۹۵ پس از به کارگیری روش هضم بسته در دستگاه هضم کننده‌ی میکروویو CEM، توسط دستگاه طیف سنجی جذب اتمی Varian اندازه‌گیری و بررسی شدند. مقدار کم‌ترین و بیش‌ترین عنصرهای تجمع یافته به ترتیب: روی ۲۸/۷۴-۳۰/۹۵، آهن ۲۳/۷۵-۲۶/۴۱، مس ۶/۳۳-۷/۶۱، منگنز ۲/۵۸-۳/۱۱، سرب ۰/۵۵-۰/۶۳، کادمیوم ۰/۴۴-۰/۵۲، سلنیوم ۰/۳۷-۰/۴۲، آرسنیک ۰/۳۶-۰/۴۳، کروم ۰/۱۶-۰/۱۸، نیکل ۰/۱۶-۰/۱۸ و جیوه ۰/۷۹-۰/۹۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک، حاصل شد. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، میانگین غلظت تمام عنصرهای مطالعه شده در بافت عضله‌ی ماهی اسبله به غیر از چهار عنصر سنگین کادمیوم (۰/۴۰±۰/۴۷)، آرسنیک (۰/۳۵±۰/۳۸)، سرب (۰/۳۷±۰/۵۸) و منگنز (۰/۲۷±۰/۸۲)، کم‌تر از حد مجاز تعیین شده توسط استاندارد بین المللی FAO/WHO بودند.

کلمات کلیدی: جذب اتمی، بهداشت تغذیه، فلزات سنگین، بافت عضله، ماهی اسبله

مقدمه

رود دانوب، دریاچه‌های آرال، یونان و بخش‌های غربی آنتولی گزارش گردیده است (Milošковиć et al, 2016; Cucherousset et al, 2018). هر چند سازمان بین‌المللی حفاظت از منابع طبیعی (IUCN) ماهی اسبله را در بخش گونه‌های "با کم‌ترین سطح نگرانی" فهرست نموده است

ماهی اسبله (*Silurus glanis*) گونه‌ای ساکن آب شیرین می‌باشد که به خانواده‌ی اسبله ماهیان (Siluridae) از راسته‌ی گربه ماهی شکلان (Siluriformes) با حدود ۳۰۰۰ گونه تعلق دارد (Kuzishchin et al, 2018). این ماهی دارای پراکندگی جهانی بوده و فراوانی جمعیت‌های آن در

* نویسنده مسئول: محمد اتفاق دوست، دانشجوی دکتری شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

E-mail: ettefaghdoost@phd.guilan.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

تحقیقاتی که بر روی ماهی اسبله در نواحی مختلف جهان در ارتباط با این موضوع به انجام رسیده است می‌توان به مطالعات Mazej و همکاران در سال ۲۰۱۰، Jovičić و همکاران در سال ۲۰۱۵ و Milanov و همکاران در سال ۲۰۱۶ اشاره نمود.

مواد و روش کار

برای انجام نمودن تحقیق کنونی، تعداد ۲۰ عدد ماهی اسبله (*Silurus glanis*) دارای اندازه‌های مختلف با استفاده از تور پرتابی (سالیک، اندازه‌ی چشمه ۱۰ میلی‌متر، قطر دهانه‌ی ۳ متر) در تابستان سال ۹۵ از رودخانه‌ی سیاه درویشان (طول و عرض جغرافیایی ۳۰° ۴۹° شرقی؛ ۲۵° ۳۷° شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۵- متر، صومعه‌سرا، استان گیلان، ایران) به شکل تصادفی صید و پس از قرار دادن آن‌ها در پودر یخ درون یخدان یونولیتی به مکان آزمایشگاه تحقیقات شیلات دانشگاه گیلان (دانشکده‌ی منابع طبیعی، صومعه‌سرا، ایران) انتقال گردیدند. پیش از انجام زیست سنجی، در ابتدا به جهت اطمینان یافتن از بر طرف شدن لایه‌ی خارجی لزج، ذرات سطحی جذب کننده عناصرها و سایر عوامل آلاینده، نمونه‌ی ماهی‌ها به وسیله‌ی آب دو بار تقطیر شستشو شدند. توزین نمونه‌ها با بهره‌گیری از ترازوی دیجیتال سارتریوس (سری CPA، گوتینگن، آلمان) دارای سطح دقت ۰/۰۱ گرم و سنجش طول آن‌ها توسط کولیس میتوتویو (سری ۵۰۱-۵۰۳، تاکاتسو-کو، ژاپن) با دقت ۰/۱ میلی‌متر انجام گرفت و در جدول نتایج حاصل از آن‌ها ثبت گردید. سپس با به کارگیری تیغه‌ی کاملاً ضد عفونی شده، بافت عضله از سایر بخش‌های اضافی نمونه ماهی‌ها به طور کامل جدا گردید و در ادامه بعد از بسته‌بندی و شماره‌گذاری نمونه‌های بافت عضله با انتقال یافتن آن‌ها به دستگاه خشک کن-انجمادی زیرباص (VaCo5، بدگروند، آلمان) و تنظیم دمای ۵۰- درجه‌ی سانتی‌گراد در طی مدت زمان ۹-۱۰ ساعت، کاملاً خشک شدند. در پایان پس از پودر شدن نمونه‌های عضله با بهره‌گیری از هاون

ولی در طول سالیان اخیر میزان فراوانی جمعیت‌های این گونه با کاهش قابل ملاحظه‌ای روبرو گردیده است که از جمله دلایل آن علاوه بر صید بیش از حد، می‌توان به آلودگی گسترده زیستگاه‌های آبی و نوسانات شیمیایی قابل توجه منابع آبی زیست این ماهی به خصوص توسط عناصر سنگین همانند جیوه، کادمیوم، سرب و غیره اشاره کرد (Esmaeili et al, 2015a; Esmaeli et al, 2015b; Khanipour et al, 2018; The IUCN 2018). با وجود این که تعدادی از این عنصرها مانند فلزهای روی، مس و آهن با غلظت‌های اندک در ارتباط با کارکرد مطلوب فیزیولوژیکی آبزیان از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشند ولی چنان چه میزان آن‌ها در محیط زندگی جانداران آبی از سطح مجاز بالاتر برود یا به شکل مداومی افزایش یابد، جذب پیوسته‌ی این عناصر توسط آبزیان به ویژه ماهیان در بافت‌های حیاتی عضله، کبد، آبشش و غیره صورت می‌گیرد که ماهی‌ها پس از جذب و تجمع بیولوژیک این عنصرها به مسمومیت‌های مزمن دچار شده که از جمله نشانه‌های آن می‌توان به کاهش میزان رشد، اختلال در فرآیندهای تولید مثل، تنظیم اسمزی، شکارگری، تغذیه، شنا و سایر فعالیت‌های فیزیولوژیک اشاره نمود (Järup, 2003; Castro-González & Méndez-Armenta, 2008; Mazej et al, 2010; Squadrone et al, 2013). در نتیجه با توجه به نقشی که افزایش غلظت فلزات سنگین در بروز علائم مسمومیت بیان شده و همچنین آسیب‌های شدید به بافت‌های مهم دارد، اندازه‌گیری مداوم آن‌ها با به کارگیری بافت‌های گونه‌های مختلف ماهیان به عنوان نشان‌گر زیستی دارای اهمیت بسیاری می‌باشد. همچنین با توجه به این که بافت عضله نقش قابل ملاحظه‌ای در انتقال عناصر سنگین در طول زنجیره‌ی غذایی به وسیله‌ی مصرف آن توسط گونه‌های مختلف (بزرگنمایی بیولوژیک) و در نتیجه منتقل شدن آن به بالاترین سطوح این زنجیره (تغذیه‌ی انسانی) دارد، به همین دلیل لزوم پایش این عنصرها در بافت عضله‌ی ماهی اسبله مورد توجه و بررسی قرار گرفت (Bosch et al, 2016; Pouil et al, 2018). از جمله

(نسخه ۲۰۱۳، ردموند، ایالات متحده آمریکا) انجام و نتایج بر اساس میکروگرم بر گرم وزن خشک (میانگین \pm انحراف معیار) بیان شده است.

نتایج

در ابتدای تحقیق حاضر تعداد کل ۲۰ نمونه ماهی اسبله (*S. glanis*) صید شده از رودخانه سیاه درویشان واقع در حومه شهرستان صومعه‌سرا (استان گیلان، ایران)، به دقت مورد بیومتری قرار گرفتند بر طبق آن، نمونه‌های ماهی اندازه‌گیری شده دارای میانگین طول کل $73/15 \pm 8/62$ سانتی‌متر و میانگین وزن کل $3807/41 \pm 838/14$ گرم بودند. بر اساس نتایج، مقدار بازیابی عنصرهای مورد تحقیق دارای محدوده‌ی ۸۶ الی ۱۰۱ درصد در بافت صدف اویستر و ۸۵ الی ۱۰۳ درصد در بافت صدف ماسل مشاهده شد. بالاترین درصد بازیابی در فلزهای آهن و روی و پایین‌ترین درصد در منگنز و جیوه حاصل گردید که مشخص نمود روش‌های استفاده گردیده برای تشخیص غلظت عنصرها، برخوردار از صحت کافی است. در جدول ۱، نتیجه‌های به دست آمده از سنجش میزان غلظت عناصر مورد مطالعه در بافت عضله‌ی ماهی اسبله درج شده است که با توجه به آن عنصرهای فلزی روی با $30/95$ میکروگرم بر گرم، بالاترین و جیوه با $0/079$ میکروگرم بر گرم، پایین‌ترین مقدار تجمع بیولوژیک عناصر مورد تحقیق را در بافت عضله‌ی ماهی اسبله از خود نشان دادند. همچنین با سنجش و مقایسه مقدار غلظت عناصر فلزی و شبه فلزی سنگین مورد مطالعه با حد استاندارد مجاز تعیین گردیده به وسیله‌ی نهادهای بین‌المللی خواربار و کشاورزی ملل متحد/بهداشت جهانی (FAO/WHO)، میانگین مقدار غلظت عنصرهای کادمیوم، سرب، منگنز و آرسنیک، مشاهده شده در بافت عضله‌ی ماهی اسبله بالاتر از آستانه‌ی مجاز اعلام شده قرار داشت. حال آن که مقدار تجمع سایر عنصرها، پایین‌تر از حد مجاز این استاندارد جهانی بودند (FAO/WHO, 1993).

چینی آزمایشگاهی، عمل شستشوی آن‌ها با اسید نیتریک (خلوص ۱۰ درصد) و آب دیونیزه D_w (شرکت کیمیا تهران اسید، تهران، ایران) انجام گرفت (Moopam, 1999; Łuczyńska et al, 2018). روش هضم بسته (Closed vessel) برای انجام فرآیند هضم شیمیایی بافت‌های عضله استفاده گردید که با اندازه‌گیری یک گرم از نمونه‌ی بافت‌ها به وسیله‌ی ترازوی دیجیتال سارتریوس (سری ED، گوتینگن، آلمان) با دقت $0/001$ گرم، هضم شیمیایی با دستگاه هضم‌کننده‌ی میکروویو CEM (MARS5، متیوز، ایالات متحده آمریکا) به روش، Moopam (1999) انجام گرفت. پس از تزریق نمونه‌ها به دستگاه طیف سنجی جذب اتمی، از روش شعله به وسیله‌ی دستگاه واریان (سری FS ۲۸۰، پالو آلتو، ایالات متحده آمریکا) جهت پایش میزان غلظت عنصرهای آهن، روی، مس و منگنز و روش کوره گرافیتی توسط دستگاه واریان (سری Z/۲۸۰/GTA ۱۲۰، پالو آلتو، ایالات متحده آمریکا) برای سنجش عناصر آرسنیک، کادمیوم، کروم، سرب، سلنیوم و نیکل و روش بخار سرد با دستگاه واریان (سری VGA-۷۷، پالو آلتو، ایالات متحده آمریکا) برای اندازه‌گیری میزان جیوه مورد استفاده قرار گرفت. برای اطمینان پیدا کردن از دقت کار و همچنین استخراج عنصرها، شیوه‌ی افزایش استاندارد نمونه‌های استاندارد مرجع بافت صدف اویستر ۱۵۶۶b SRM[®] و بافت صدف ماسل ۲۹۷۶ SRM[®] (مؤسسه ملی فناوری و استانداردها، گیتزبرگ، ایالات متحده آمریکا) استفاده و درصد بازیابی عناصر مورد مطالعه با سه بار تکرار هر آزمایش (میانگین \pm انحراف معیار) ارزیابی گردید (Moopam, 1999; Chahid et al, 2014; Łuczyńska et al, 2018). آزمون آماری کولموگروف اسمیرنوف جهت تشخیص نرمال بودن پراکنش داده‌های حاصل، به کار گرفته شد و پس از آن برای مقایسه نمودن میانگین نتایج، تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون توکی دارای سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0/05$) توسط نرم‌افزار آبی بی ام SPSS (نسخه ۲۲، نیویورک، ایالات متحده آمریکا) مورد استفاده قرار گرفت. ترسیم جداول، با نرم افزار میکروسافت اکسل

Table 1: Comparison of studied elements concentrations (µg/g dry weight) in muscle tissue of Wels catfish with the determined international standard threshold limit value

Element	Concentration (µg/g d.w.)			Range (µg/g d.w.)		International standard
	Mean	Std. deviation	R.S.D.(%)	Minimum	Maximum	FAO/WHO
As	0.386	0.035	9.16	0.36	0.43	0.05
Fe	25.242	1.358	5.38	23.75	26.41	100
Hg	0.086	0.008	9.36	0.079	0.095	0.5
Zn	29.709	1.134	3.82	28.74	30.95	1000
Pb	0.587	0.037	6.35	0.55	0.63	0.5
Se	0.394	0.031	7.99	0.37	0.42	1
Cd	0.477	0.040	8.31	0.44	0.52	0.2
Cr	0.170	0.006	3.67	0.16	0.18	0.3
Cu	6.857	0.669	9.75	6.33	7.61	30
Mn	2.882	0.271	9.09	2.58	3.11	0.05
Ni	0.168	0.011	6.89	0.16	0.18	0.4

Table 2: Comparison between the order of elements accumulated in the muscle tissue of Wels catfish with other studies conducted in different parts of the world

Total samples (S.glanis)	Measurements (cm - gr)	Rank order	Sampling area	Reference
11	53.9 - 1615	Zn>Fe>Cu>Mn	Nitra river, Nitra, Slovakia	Andreji et al. 2006
2	86.5 - 2040.5	Cu>Cd	Çamlığöze dam, Sivas Province, Turkey	Dirican 2017
13	64.2 - 1773	Zn>Fe>Hg>Cu>Se>Mn>Cr>As>Ni>Pb>Cd	Danube river, Belgrade, Serbia	Jovičić et al. 2015
2	50.5 - ×	Zn>Hg>Pb>Cd	Velenje lake, Velenje, Slovenia	Mazej et al. 2010
7	×	Fe>Zn>Mn>Ni>Cu>Cr>Pb	Akın lake, Tokat, Turkey	Mendil and Uluözlü 2006
15	90 - 3070	Hg>Pb>Cd>As	Danube river, Belgrade, Serbia	Milanov et al. 2016
10	66 - 1483.3	Zn>Fe>Pb>Hg>Cr>Cu>As>Mn>Ni>Cd	Tisza river, Belgrade, Serbia	Milošević et al. 2016
10	65.2 - 1796.5	Zn>Fe>Cu>Mn>Pb>Hg>Cr>As>Ni>Cd	Sava river, Belgrade, Serbia	Milošević et al. 2016
19	60 - 1500	Hg>As>Pb>Cr>Cd	(Po, Tanaro, Bermida, Parma, Taro rivers), Alessandria-Parma, Italy	Squadrone et al. 2013
11	66.8 - 2325.5	Fe>Zn>Hg>Cu>Mn>As>Se>Cr>Cd	Danube river, Belgrade, Serbia	Subotić et al. 2013
20	73.1 - 3807.4	Zn>Fe>Cu>Mn>Pb>Cd>Se>As>Cr>Ni>Hg	Siah Darvishan River, Sowmeh Sara, Guilan province, Iran	Present study

بحث

پذیرفته بر روی این گونه در نواحی مختلف جهان در جدول ۲ مورد مقایسه و بررسی قرار گرفته است. بر طبق

ترتیب میزان غلظت عنصرهای سنگین بافت عضله‌ی ماهی اسبله در مطالعه‌ی حاضر با سایر تحقیقات انجام

۲۰۰۷ هم‌خوانی نداشت زیرا در پژوهش ایشان فلز منگنز با غلظت ۲۲/۱ میکروگرم بر گرم، مقدار تجمع بیش‌تری را در بافت عضله‌ی ماهی اسبله نسبت به عنصر مس با غلظت ۱/۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک از خود نشان داد. در پژوهش کنونی بعد از توالی تجمع فلزهای ضروری روی، آهن، مس و عنصر منگنز، تجمع زیستی عنصرهای سمی و غیر ضروری (با غلظت‌های سرب ۰/۵۹، کادمیوم ۰/۴۸، آرسنیک ۰/۳۹، کروم ۰/۱۷، نیکل ۰/۱۷ و جیوه ۰/۰۹ میکروگرم بر گرم وزن خشک) مشاهده شد که نتایج حاصل از این تحقیق با مطالعه‌ی Milošković و همکاران در سال ۲۰۱۶ مطابقت داشت زیرا در پژوهش ایشان ترتیب توالی عناصر سمی (با غلظت‌های سرب ۰/۲۹، جیوه ۰/۲۸، کروم ۰/۲۲، آرسنیک ۰/۱۱، نیکل ۰/۰۵ و کادمیوم ۰/۰۰۶ میکروگرم بر گرم وزن تر) پس از فلزات ضروری ذکر شده، مشاهده گردید. در حالی که توالی میزان غلظت این عنصرهای غیر ضروری در مطالعات Subotić و همکاران در سال ۲۰۱۳ با میزان تجمع جیوه ۱/۶۳، آرسنیک ۰/۲۲، کروم ۰/۰۸ و کادمیوم ۰/۰۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک و Jovičić و همکاران در سال ۲۰۱۵ با غلظت‌های جیوه ۱/۶، کروم ۰/۱۴، آرسنیک ۰/۱۳، نیکل ۰/۱۲، سرب ۰/۰۰۶ و کادمیوم ۰/۰۰۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک) پیش از ترتیب توالی تجمع زیستی برخی از عناصر ضروری مذکور، گزارش شد که با یافته‌های به دست آمده از مطالعه‌ی حاضر هم‌خوانی نداشت. عدم نیازمندی‌های فیزیولوژیک و زیستی ماهیان به این عناصر مضر را می‌توان از جمله علت-های اصلی پایین‌تر بودن میزان آن‌ها در بافت عضله‌ی ماهی اسبله در پژوهش کنونی برشمرد که در واقع مقدار تجمع زیستی عنصرهای بیان شده را عوامل بیرونی همانند میزان غلظت آن‌ها در زیستگاه و سایر آلودگی‌های زیست محیطی تعیین می‌نماید (Castro-González & Méndez- Armenta, 2008; Langston, 2017). بر طبق نتیجه‌های به دست آمده از پژوهش اخیر، میزان تجمع بیولوژیک تمامی عنصرهای مطالعه گردیده در بافت عضله‌ی ماهی اسبله صید شده از رودخانه‌ی سیاه درویشان به جز عناصر فلزی

نتایج به دست آمده، فلزات روی و آهن بیش‌ترین مقدار تجمع را در بافت عضله‌ی ماهی اسبله از خود نشان دادند که با پژوهش‌های Andreji و همکاران در سال ۲۰۰۶ بر روی همین گونه با غلظت‌های روی و آهن به ترتیب ۱۰/۹۵ و ۱۰/۱۷ میکروگرم بر گرم وزن تر و Jovičić و همکاران در سال ۲۰۱۵ با میزان غلظت‌های روی ۱۹/۶۲ و آهن ۱۹/۴۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک هم‌خوانی داشت. در حالی که نتایج به دست آمده از مطالعه‌ی کنونی با تحقیقات Mendil و Uluozlu در سال ۲۰۰۷، و همکاران در سال ۲۰۱۳ مشابهت نداشت زیرا در مطالعات ایشان تجمع عنصر آهن (به ترتیب با غلظت‌های ۱۱۷ و ۲۷/۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک) بیش‌تر از فلز روی (به ترتیب با غلظت‌های ۳۵/۲ و ۲۰/۸۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک) مشاهده گردید. بیش‌تر بودن میزان تجمع فلز روی نسبت به سایر عناصر، بیان‌گر نقش قابل ملاحظه‌ی آن (با میزان غلظت‌های اندک) به عنوان ترکیب‌های فعال‌کننده برای اکثر سیستم‌های آنزیمی، فرآیند سوخت و ساز (کربوهیدرات، پروتئین و چربی)، سنتز اسید نوکلئیک، کارکرد مناسب بدن (غدد تناسلی، چشم‌ها و پوست) و تجمع کلسیم در استخوان‌ها است. این فلز دارای نقشی گسترده در سوخت و ساز سلولی می‌باشد که مقدار دفع از بافت‌های بدن نسبت به میزان تجمع بیولوژیک آن بسیار آهسته بوده که موجب انباشتگی بیش‌تر این عنصر فلزی در بافت‌های مختلف جانداران آبری می‌گردد (Moore & Ramamoorthy, 2012). مقدار تجمع بیولوژیک فلز ضروری مس و عنصر منگنز در تحقیق حاضر (به ترتیب با غلظت‌های ۶/۸۵۷ و ۲/۸۸۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک) بعد از توالی تجمع عناصر فلزی ضروری روی و آهن به دست آمد که با تحقیقات Andreji و همکاران در سال ۲۰۰۶ بر روی اندازه‌گیری غلظت عنصرهای ذکر شده (مس ۰/۷۵ و منگنز ۰/۶۹ میکروگرم بر گرم وزن تر) و همچنین Milošković و همکاران در سال ۲۰۱۶ با مقدار غلظت عناصر مس ۰/۱۲ و ۰/۱ میکروگرم بر گرم وزن تر، دارای مشابهت بود ولی با مطالعه‌ی Mendil و Uluozlu در سال

محیطی که قبل تر مورد اشاره قرار گرفت به درون زیستگاه این گونه ماهی دارای ارزش اقتصادی را برجسته می کند. در نتیجه این موضوع نیازمند تشخیص صحیح مسیرهای ورودی و عوامل زمینه ساز عنصرهای بیان شده در جهت جلوگیری به موقع از وارد شدن این آلاینده های مخرب به محیط زیست گونه مورد مطالعه است.

کادمیوم، سرب، منگنز و عنصر شبه فلزی آرسنیک، در حد پایین تر از استاندارد مجاز مورد تأیید توسط سازمان های جهانی (FAO/WHO) حاصل گردید. در شرایطی که بالاتر از آستانه ای استاندارد بودن سه عنصر فلزی و یک عنصر شبه فلزی بیان شده، لزوم اهمیت توجه داشتن به احتمال ورود عامل های تولید کننده ی چنین آلاینده های زیست

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بدین وسیله از تمامی عزیزانی که در مراحل انجام این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تضاد منافی ندارند.

منابع مالی

این پژوهش بر اساس هزینه های شخصی انجام پذیرفته است و هیچ گونه کمک مالی از سایر منابع تأمین کننده، دریافت ننموده است.

منابع

- Andreji, J.; Stranai, I.; Massanyi, P. & Valent, M. (2006). Accumulation of some metals in muscles of five fish species from lower Nitra River. *Journal of Environmental Science and Health, Part A 41*(11): 2607-2622.
- Bosch, A.C.; O'Neill, B.; Sigge, G.O.; Kerwath, S.E. & Hoffman; L.C. (2016). Heavy metals in marine fish meat and consumer health: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture 96*(1): 32-48.
- Castro-González, M. & Méndez-Armenta, M. (2008). Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environmental Toxicology and Pharmacology 26*(3): 263-271.
- Chahid, A.; Hilali, M.; Benhachimi, A. & Bouzid, T. (2014). Contents of cadmium, mercury and lead in fish from the Atlantic sea (Morocco) determined by atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry 147*: 357-360.
- Cucherousset, J.; Horkey, P.; Slavík, O.; Ovidio, M.; Arlinghaus, R.; Boulétreau, S. et al. (2018). Ecology, behaviour and management of the European catfish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries 28*(1): 177-190.
- Dirican, S. (2017). A Short-Term Study on Heavy Metal Concentrations in Gill, Kidney, Liver, Muscle and Skin Tissues of *Silurus glanis* L., 1758 from Çamlığöze Dam Lake, Sivas, Turkey. *Journal of Health and Environmental Research 3*(2): 37-41.
- Esmaili, H.R.; Coad, B.W.; Mehraban, H.R.; Masoudi, M.; Khaefi, R.; Abbasi, K. et al. (2015)a. An updated checklist of fishes of the Caspian Sea basin of Iran with a note on their zoogeography. *Iranian Journal of Ichthyology 1*(3): 152-184.
- Esmaili, H.R.; Teimori, A.; Feridon, O.; Abbasi, K. & Brian, W.C. (2015)b. Alien and invasive freshwater fish species in Iran: Diversity, environmental impacts and management. *Iranian Journal of Ichthyology 1*(2): 62-71.
- FAO/WHO. (1993). Food and Agriculture Organization, World Health Organization. Evaluation of certain food additives and contaminants (report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives). WHO Tech. Reports Series No. 837. 41th ed. Geneva, Switzerland, Pp: 148-185.

- Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British medical bulletin* 68(1): 167-182.
- Jovičić, K.; Nikolić, D.M.; Višnjić-Jeftić, Ž.; Đikanović, V.; Skorić, S.; Stefanović, S.M. et al. (2015). Mapping differential elemental accumulation in fish tissues: assessment of metal and trace element concentrations in wels catfish (*Silurus glanis*) from the Danube River by ICP-MS. *Environmental Science and Pollution Research* 22(5): 3820-3827.
- Khanipour, A.; Ahmadi, M. & Seifzadeh, M. (2018). Study on bioaccumulation of heavy metals (cadmium, nickel, zinc and lead) in the muscle of wels catfish (*Silurus glanis*) in the Anzali Wetland. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 17(1): 244-250.
- Kuzishchin, K.; Gruzdeva, M. & Pavlov, D. (2018). Traits of Biology of European Wels Catfish *Silurus glanis* from the Volga–Ahtuba Water System, the Lower Volga. *Journal of Ichthyology* 58(6): 833-844.
- Langston, W. (2017). Heavy metals in the marine environment. Toxic effects of metals and the incidence of metal pollution in marine ecosystems. 1st ed. Taylor & Francis Group, CRC Press. Florida, United States, Pp:101-120.
- Łuczyńska, J.; Paszczyk, B. & Łuczyński, M.J. (2018). Fish as a bioindicator of heavy metals pollution in aquatic ecosystem of Pluszne Lake, Poland, and risk assessment for consumer's health. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 153(1): 60-67.
- Mazej, Z.; Al Sayegh-Petkovšek, S. & Pokorny, B. (2010). Heavy metal concentrations in food chain of Lake Velenjsko jezero, Slovenia: an artificial lake from mining. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 58(4): 998-1007.
- Mendil, D. & Uluözlü, Ö.D. (2007). Determination of trace metal levels in sediment and five fish species from lakes in Tokat, Turkey. *Food Chemistry* 101(2): 739-745.
- Milanov, Đ.R.; Krstić, P.M.; Marković, V.R.; Jovanović, A.D.; Baltić, M.B.; Ivanović, S.J. et al. (2016). Analysis of heavy metals concentration in tissues of three different fish species included in human diet from Danube River. *Acta Veterinaria* 66(1): 89-102.
- Milošković, A.; Dojčinović, B.; Kovačević, S.; Radojković, N.; Radenković, M.; Milošević, D. et al. (2016). Spatial monitoring of heavy metals in the inland waters of Serbia: a multispecies approach based on commercial fish. *Environmental Science and Pollution Research* 23(10): 9918-9933.
- Moopam, R. (1999). Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. ROPME: Regional Organization for the Protection of the Marine Environment. Ed. by Nahida AI-Majed, Hassan Mohammadi and Abdunabi AI-Ghadban. 3rd ed. Kuwait city, Kuwait, Pp: 97-164.
- Moore, J.W., Ramamoorthy, S. (2012). Heavy metals in natural waters: applied monitoring and impact assessment. 28th ed. Springer-Verlag Inc. New york, USA, Pp: 3-234.
- Pouil, S.; Bustamante, P.; Warnau, M. & Metian, M. (2018). Overview of trace element trophic transfer in fish through the concept of assimilation efficiency. *Marine Ecology Progress Series* 588: 243-254.
- Squadrone, S.; Prearo, M.; Brizio, P.; Gavinelli, S.; Pellegrino, M.; Scanzio, T. et al. (2013). Heavy metals distribution in muscle, liver, kidney and gill of European catfish (*Silurus glanis*) from Italian Rivers. *Chemosphere* 90(2): 358-365.
- Subotić, S.; Spasić, S.; Višnjić-Jeftić, Ž.; Hegediš, A.; Krpo-Četković, J.; Mićković, B. et al. (2013). Heavy metal and trace element bioaccumulation in target tissues of four edible fish species from the Danube River (Serbia). *Ecotoxicology and environmental safety* 98: 196-202.
- The IUCN. (2018). Red List of Threatened Species 2018: *Silurus glanis* (errata version published in 2018). Ed. by Jörg Freyhof and Emma Brooks. 51th ed. IUCN Publications Services. Gland, Switzerland, Pp: 9-54.

Evaluation of heavy elements bioaccumulation in the muscle tissue of Wels catfish (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758) from the Siah Darvishan River (Guilan province, Iran)

Mohammad Etefaghdoost^{1*} and Hamid Alaf Noveirian²

¹ PhD Student of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran

² Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran

Received: 23.02.2019

Accepted: 22.06.2019

Abstract

Heavy elements are resistant to biological degradation, which accumulation of high levels of their concentration in the aquatic tissues, threaten aquatic health as well as humans. So, the present study aims to measure the concentration and order of accumulated elements in muscle tissue of Wels catfish from Siah Darvishan River as one of the most economical fish species and determining its health safety for human nutrition. In this research, accumulation of eleven heavy elements (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se and Zn) in the muscle tissue of 20 Wels catfish (*Silurus glanis*) caught by using the cast net in summer 2016 from Siah Darvishan River (Guilan province, Iran) were digested with CEM closed vessel microwave digestion system then measured and evaluated by Varian[®] atomic absorption spectroscopy. The minimum and maximum of accumulated elements have been observed, as follows: Zinc 28.74 - 30.95, Iron 23.75 - 26.41, Copper 6.33 - 7.61, Manganese 2.58 - 3.11, Lead 0.55 - 0.63, Cadmium 0.44 - 0.52, Selenium 0.37 - 0.42, Arsenic 0.36 - 0.43, Chromium 0.16 - 0.18, Nickel 0.16 - 0.18 and Mercury 0.079 - 0.095 microgram per gram dry weight, respectively. According to the obtained results of this research, the mean concentrations of all studied elements in the muscle tissue of Wels catfish, except the four heavy elements; Cadmium (0.477 ± 0.040), Arsenic (0.386 ± 0.035), Lead (0.587 ± 0.037) and Manganese (2.882 ± 0.271), has been observed below than the threshold limit value (TLV) specified by (FAO/WHO) international standard.

Key words: Atomic absorption, Health nutrition, Heavy Metals, Muscle tissue, Wels catfish

* **Corresponding Author:** Mohammad Etefaghdoost, PhD Student of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran, E-mail: etefaghdoost@phd.guilan.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).