علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره شش، شهریورماه ۹۸

تجمع فلزات سنگین در بافت های سه گونه ماهی در آبهای خلیج فارس و ارتباط آن با برخی مشخصات زیست‌سنجی

مهرنوش نوروزی [۱*]

mnoroozi@toniau.ac.ir

محمد مهدی صادقی [۲]

مصطفی باقری توانی [۳]

هدیه زندآور [۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۲ **تاریخ پذیرش:۹۴/۹/۲۴**

چکیده

زمینه و هدف: هدف از انجام این مطالعه بررسی میزان تجمع فلزات سنگین و سمی سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک، در بافت های عضله، پوست و آبشش در سه گونه گیش‌گوژپشت (*Alectis indicus*)، هامورمنقوط‌قهوه‌ای (*Epinephelus chlorostima*) و سرخومخطط‌زرد (*Lutjanus imniscatus*) بود. همچنین تاثیر ۴ عامل وزن، طول کل و طول استاندارد بر میزان تجمع این فلزات در بافت عضله این ماهیان بررسی شد.

روش بررسی: نمونه گیری از ماهیان سه گونه، در ماه های (مهر و آبان) در سواحل بوشهر در آبهای خلیج فارس انجام شد. پس از زیست‌سنجی، جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین (Pb, Cd, Hg, As) بافت های عضله، پوست و آبشش هر یک از ماهیان تفکیک گردید. جهت استخراج فلزات از بافت های مورد نظر از روش هضم با استفاده از مخلوط اسید استفاده شد. تعیین غلظت بوسیله دستگاه جذب اتمی مجهز به سیستم کوره گرافیتی انجام شد.

یافته‌ها: نتایج، حاکی از وجود رابطه خطی منفی معنی‌دار بین میزان تجمع فلزات Pb, Cd, Hg با طول استاندارد بود. فلز آرسنیک با وزن و طول کل رابطه خطی مثبت معنی‌دار نشان داد. بیشترین میزان تجمع فلزات در بافت آبشش و کمترین آن در بافت عضله مشاهده شد و این اختلاف معنی‌دار بود. بیشترین تجمع فلزات سرب و کادمیوم بین سه گونه، در گیش‌گوژپشت و بیشترین تجمع فلزات جیوه و آرسنیک در سرخومخطط‌زرد و کمترین آن در هامورمنقوط‌قهوه‌ای بود و این اختلاف معنی‌دار بود.

۱- استادیار گروه بیولوژی دریا و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، ایران* (مسوول مکاتبات)

۲- کارشناسی ارشد بوم شناسی آبزیان شیلاتی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، ایران.

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تنکابن، ایران.

بحث و نتیجه گیری: طبق دادهای ثبت شده و مقایسه با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی، سازمان کشاورزی و غذایی سازمان ملل و اداره محیط زیست امریکا هر ۴ فلز سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک بالا تر از حد مجاز استاندارد بود و برای سلامتی انسان مضر است.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، بافت، تجمع زیستی، خلیج فارس.

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.6, August, 2019

Heavy Metal Accumulation in Tissues of Three Fish Species from the Persian Gulf

Mehrnoush Norouzi [1*]
mnoroozi@toniau.ac.ir
Mohammad Mehdi Sadeghi [2]
Mostafa Bagheri Tavani [3]
Hediyeh Zandavar [3]

Admission Date: December 15, 2015 Date Received:February 21, 2015

Abstract

Background and Objective: We investigated the accumulation of four toxic heavy metals (Pb, Cd, Hg, and as) in the muscle, skin, and gill tissues of three fish species (*Alectis indicus; Epinephelus chlorostima*, and *Lutjanus imniscatus*), and the relationships between weight and total standard lengths and the levels of the heavy metals as well as assessing the inter-metal relationships.

Method: The samples were collected from two important Bushehr fishery zones located in the Iranian part of the Persian Gulf during September–October 2013. The muscle, skin, and gill tissues were separated after the biometric measurements. The metals were extracted from tissues using the closed digestion method and an acidic mixture. The heavy metal concentrations were measured using a sequential atomic absorption spectrometer.

Findings: A negative linear relationship was detected between the accumulations of Pb, Cd, and Hg and standard length and a positive linear relationship was observed between the accumulation of the total length and weight. The gills had significantly higher heavy metal concentrations than those in the other tissues whereas muscle had significantly lower concentrations of the metals compared to those in the other tissues. The highest Pb and Cd concentrations were detected in *Alectis indicus*, the highest Hg and as concentrations were found in *Lutjanus imniscatus*, and the lowest concentrations were found in *Epinephelus chlorostima*.

Discussion and Conclusion: In all cases, the quantities of toxic heavy metals (Pb, Cd, Hg, and As) were higher than the concentrations recommended in the FDA, WHO, and NHMRC international guidelines for human consumption.

Keywords: Heavy metals; tissue; bio-aggregation; Persian Gulf

1- Assistant Proffesor, Department of Marine Biology and Fisheries Sciences, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran. **(Corresponding Author)*
2- Department of Marine Biology and Fisheries Sciences, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran.
3- Young Researchers and Elite Club, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran

مقدمه

خلیج فارس بزرگ ترین پناهگاه موجودات دریایی به ویژه انواع ماهیان ارزشمند شیلاتی می‌باشد. در این میان گیش‌گوژپشت (*Alectis indicus*)، هامورمنقوط‌قهوه‌ای (*Epinephelus chlorostima*) و سرخومخطط‌زرد (*Lutjanus imniscatus*) از گروه‌های ماهیان سطح‌زی به عنوان ترکیب اصلی آب‌های جنوب کشور محسوب می‌شوند و دارای ارزش اقتصادی شیلاتی می‌باشند. این ماهیان در سرتاسر آب های خلیج فارس و دریای عمان پراکنده هستند. هامورمنقوط‌قهوه‌ای از ماهیان کوچک، خرچنگ ها و اسکوئیدها؛ گیش‌گوژپشت ماهی، اسکوئیدهای کوچک و سخت پوستان؛ سرخومخطط‌زرد از ماهیان و بی مهرگان کفزی تغذیه می‌کند (۱). خلیج فارس از طریق تنگه هرمز به آبهای بین المللی متصل می‌شود (۲، ۳). زمان تعویض آب در این حوضه بین ۵ – ۳ سال است که نشان می‌دهد آلاینده‌ها برای زمان قابل ملاحظه‌ای در خلیج فارس باقی می‌مانند (۴). بخش‌های شمالی خلیج فارس به علت عمق کم، چرخش محدود، شوری و دما بیشتر تحت تاثیر آلاینده‌ها می‌باشند (۵). زباله‌های صنعتی، ساختار زمین و معدن کاوی فلزات از منابع بالقوه آلودگی فلزات سنگین در محیط آبی به شمار می‌روند. این فلزات سنگین به دو طبقه فلزات واسطه و شبه فلزات تقسیم‌بندی می‌شوند. فلزات واسطه (روی، مس، کبالت، آهن و منگنز) شامل عناصر ضروری برای عامل متابولیک (زیستی) اعضاء در غلظت‌های پائین بوده و درغلظت-های بالا سمی هستند. برعکس شبه فلزات (آرسنیک، کادمیم، سرب و جیوه) معمولاً برای فعالیتهای زیستی مورد نیاز نیستند و در غلظت‌های پایین نیز سمی می‌باشند (۶).

امروزه بسیاری از رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آبهای سطحی در معرض آلودگی به سرب حاصل از صنایع، امور کشاورزی، استخراج معادن و دود حاصل از وسایل نقلیه موتوری هستند (۷). سرب باعث ایجاد کم خونی و کمبود کلسیم بدن می‌شود. کادمیوم در اکوسیستم‌های آبی، در دو کفه‌ای‌ها، میگوها، خرچنگ‌ها و ماهی‌ها تجمع می‌یابد. غلظت بیش از چند میکروگرم درلیتر کادمیوم احتمالاً ناشی از تخلیه فاضلاب آلوده به کادمیوم است (۸). جیوه در آب‌های سطحی توسط، میکروارگانیسم‌ها به متیل مرکوری تبدیل می‌شود. ماهی، می-تواند روزانه مقادیر زیادی از میتل مرکوری را از آبهای سطحی جذب و در بدن انباشته کند. اثرات جیوه عبارتند از صدمه به کلیه، تأثیر بر سیستم گوارشی، صدمه به مری، اختلال در تولید مثل و دگرگونی در DNA است. ورود آرسنیک بوسیله فاضلاب‌های صنعتی به رودخانه‌ها حاصل می‌شود. غلظت آرسنیک‌های معدنی خطرناکی که در حال حاضر در آب‌های سطحی وجود دارند، موجب تغییرات ژنتیکی و دگرگونی ماهی-ها می‌شود.

پس از ورود آلاینده‌های ذکر شده به محیط‌های دریایی این احتمال به وجود می‌آید که ماهی مقادیری از برخی فلزات سنگین، از طریق زنجیره غذایی یا از طریق آب از محیط جذب نماید (۹). فلزات سنگین پس از ورود به بوم سامانه‌های آبی در بافت ها و اندام‌های آبزیان و از جمله ماهیان تجمع می‌یابند و سرانجام وارد زنجیره غذایی می‌شوند. از آنجایی که ماهی‌ها بخشی از رژیم غذایی انسان را تشکیل می‌دهند، این فلزات سنگین می‌توانند بوسیله تغذیه از ماهیان آلوده وارد بدن انسان گردند (۱۰). لذا اندازه‌گیری غلظت این فلزات در جهت تعیین استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط زیست دریایی حائز اهمیت است. هدف از این مطالعه بررسی میزان تجمع فلزات سنگین آرسنیک، سرب، کادمیوم و جیوه در بافت های عضله، پوست و آبشش سه گونه ماهی گیش‌گوژپشت، هامور-منقوط‌قهوه‌ای و سرخومخطط زرد و همچنین تاثیر ۴ عامل وزن، طول کل و طول استاندارد بر میزان تجمع این فلزات در بافت های مورد نظر این ماهیان بود. مقایسه مقادیر حاصله از تجمع فلزات سنگین آرسنیک، سرب، کادمیوم و جیوه در بافت های عضله، پوست و آبشش و مقایسه با استانداردهای FDA[1]،WHO[2]، NHMRC[3] نیز مورد بررسی قرار گرفت.

1- Food and Drug Administration
2- World Health Organization
3- National Health and Medical Research Council

روش بررسی

نمونه‌گیری از ماهیان بالغ شامل سه گونه، هامورمنقوط‌قهوه‌ای، گیش گوژپشت و سرخومخططزرد به صورت تصادفی در ماههای مهر و آبان (۱۳۹۲) در سواحل بوشهر حد فاصل دو منطقه بندر دیلم و گناوه از آبهای خلیج فارس انجام شد (شکل ۱). نمونه‌ها درون فلاکس یخ به آزمایشگاه تحقیقات شیلات منتقل شدند. پس از ثبت شاخص‌های زیست‌سنجی، شامل وزن (گرم) بوسیله ترازو با دقت ۱۰± گرم، طول کل و طول استاندارد (سانتی متر) بوسیله تخته مدرج و کولیس با دقت ۱± میلیمتر اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های ماهی به منظور زدوده شدن آلودگی‌های سطحی و پوستی با آب شستشو شدند. سپس توسط ابزار تشریح (اسکالپل، قیچی و پنس)، مقدار ۱۰ گرم از بافت های (عضله، پوست و آبشش) ماهیان جهت انجام عمل هضم شیمیایی جدا شد و توسط ترازوی دیجیتال توزین گردید هر یک از بافت های (عضله، پوست و آبشش) در بالن قرار داده شد و سپس ۵۰ سی‌سی آب مقطر H_2O_2 و ۵۰ سی‌سی اسید نیتریک به آن اضافه شد. نمونه‌ها با کاغذ فیلتر واتمن شماره یک فیلتر شدند و سپس محلول صاف شده با آب دیونیزه به حجم حدود ۵ سی‌سی رسانده شد و داخل تیوپ‌های هضم، جداگانه ریخته‌شد (۱۱). سپس جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین (Pb, Cd, Hg, As) از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای مدل Germany AAS4 Zeiss مجهز به سیستم کوره گرافیتی استفاده شد (۱۲).

داده‌ها برای تجزیه وتحلیل پس از نرمال سازی، با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف از آزمون واریانس یک طرفه ANOVA تحلیل گردیدند. مقایسه بین میانگین‌ها با آزمون دانکن به کمک نرم افزار SPSS 18 و برای رسم نمودار نیز از نرم افزار EXCEL 2007 در سطح اطمینان ۹۵ ٪ استفاده شد. همچنین از ضریب همبستگی پیرسون به منظور بررسی رابطه بین میزان جذب عناصر سنگین با شاخص‌های زیست-سنجی استفاده شد.

شکل ۱- نقشه ایستگاه‌های مطالعاتی در بندر گناوه و دیلم در خلیج فارس

Figure 1. Map of study stations in Port Ganaveh and Deylam in the Persian Gulf

یافته‌ها

جدول ۱ میانگین تجمع فلزات سنگین سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک (میکروگرم‌برگرم) را بین سه گونه نشان می‌دهد. نتایج حاصل از بررسی میانگین تجمع فلز سنگین سرب در بین سه گونه نشان داد که میانگین میزان سرب به ترتیب در بافت های عضله، پوست و آبشش در ماهی گیش‌گوژپشت ۱/۷۸±۰/۱۹، ۲/۰±۱۹/۱ و ۲/۲۶±۰/۰۷ میکروگرم‌برگرم، در ماهی هامور-منقوط قهوه‌ای برابر ۱/۳۴±۰/۱۴، ۱/۷۶±۰/۱۵ و ۲±۰/۱ میکروگرم برگرم و در سرخوم خط زرد برابر ۱/۶۳±۰/۱۱، ۱/۰±۹۵/۱۵ و ۲/۲۲±۰/۱۲ میکروگرم برگرم بود. بر اساس نتایج آزمون ANOVA میزان تجمع سرب بین بافت‌ها معنی-دار بود ($P<0/05$).

نتایج حاصل از بررسی تجمع فلز سنگین کادمیوم در بین سه گونه نشان داد که میانگین تجمع جذب فلز سنگین کادمیوم به ترتیب در بافت های عضله، پوست و آبشش در ماهی گیش-گوژپشت ۰/۰۲±۰/۴۷، ۰/۰۶±۱/۰۶ و ۰/۰۷±۱/۱۲ میکروگرم-برگرم، در ماهی هامورمنقوط قهوه‌ای برابر ۰/۰۵±۰/۲۳، ۰/۰±۶۵/۰۵ و ۰/۰۴±۰/۸۵ میکروگرم‌برگرم و در سرخومخطط زرد به ترتیب برابر ۰/۰۵±۰/۳۵، ۰/۰۷±۰/۸۶ و ۰/۰۵±۱/۰۵ میکروگرم‌برگرم بود. بر اساس نتایج آزمون ANOVA میزان تجمع کادمیوم بین بافت ها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).

نتایج حاصل از بررسی تجمع فلز سنگین جیوه در بین سه گونه نشان داد که میانگین تجمع جذب فلز سنگین جیوه به ترتیب در بافت های عضله، پوست و آبشش در ماهی گیش‌گوژپشت برابر ۰/۰۳±۰/۱۵، ۰/۰۳±۰/۱۹ و ۰/۰۳±۰/۲۱ میکروگرم‌بر-گرم، در ماهی هامورمنقوط قهوه‌ای برابر ۰/۰۲±۰/۰۷، ۰/۰±۰۹/۰۱ و ۰/۰۲±۰/۱۹ میکروگرم‌برگرم و در سرخو-مخططزرد برابر ۰/۰۲±۰/۱۷، ۰/۰۲±۰/۲۲ و ۰/۰۲±۰/۲۷ میکروگرم‌برگرم بود. بر اساس نتایج آزمون ANOVA میزان تجمع جیوه بین بافت ها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).

نتایج حاصل از بررسی تجمع فلز سنگین آرسنیک در بین سه گونه نشان داد که میانگین تجمع جذب فلز سنگین آرسنیک به ترتیب در بافت های عضله، پوست و آبشش در ماهی گیش-گوژپشت برابر ۰/۰۲±۰/۰۹، ۰/۰۳±۰/۱۶ و ۰/۰۳±۰/۱۷ میکروگرم‌برگرم، در ماهی هامورمنقوط قهوه‌ای برابر ۰/۰±۱۱/۰۱، ۰/۰±۱۳/۰۴ و ۰/۰۵±۰/۱۵ میکروگرم‌برگرم و در سرخومخططزرد برابر ۰/۰۱±۰/۱۳، ۰/۰۳±۰/۲۷ و ۰/۰±۳۸/۰۳میکروگرم‌برگرم بود. بر اساس نتایج آزمون ANOVA میزان تجمع آرسنیک بین بافت ها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). جدول ۲ میانگین زیست‌سنجی شاخص‌های وزن کل (گرم)، طول کل و طول استاندارد (سانتی متر) در سه گونه نشان داده شده است.

جدول ۱- میانگین تجمع فلزات سنگین سرب،کادمیوم، جیوه و آرسنیک (میکروگرم برگرم) در بافت های عضله، پوست و آبشش در سه گونه

Table 1. Mean (± SD) heavy metals concentration lead, cadmium, mercury and arsenic (µg/g) in muscle, skin and gills in three species

بافت	ماهی	سرب	کادمیوم	جیوه	آرسنیک
عضله	گیش‌گوژپشت	۱/۷۸ ^{a}*± ۰/۱۹	^{a} ۴۷/۰± ۰/۰۲	^{a} ۱۵/۰ ± ۰/۰۳	۰/۰۹ ^{b} ± ۰/۰۲
	هامورمنقوط‌قهوه‌ای	^{b} ۳۴/۱± ۰/۱۴	۰/۲۳ ^{c} ± ۰/۰۵	^{b} ۰۷/۰ ± ۰/۰۲	۰/۱۱ ^{ab} ± ۰/۰۱
	سرخومخططزرد	۱/۶۳ ^{ab}± ۰/۱۱	^{b} ۳۵/۰ ± ۰/۰۵	۰/۱۷ ^{a} ± ۰/۰۲	۰/۱۳ ^{a} ± ۰/۰۱
پوست	گیش‌گوژپشت	^{a} ۱۹/۲± ۰/۱	^{a} ۰۶/۱± ۰/۰۶	^{a} ۱۹/۰ ± ۰/۰۳	۰/۱۶ ^{b} ± ۰/۰۳
	هامورمنقوط‌قهوه‌ای	^{b} ۷۶/۱± ۰/۱۵	^{c} ۶۵/۰± ۰/۰۵	^{b} ۰۹/۰ ± ۰/۰۱	^{b} ۱۳/۰ ± ۰/۰۴
	سرخومخططزرد	۱/۹۵ ^{ab}± ۰/۱۵	^{b} ۸۶/۰ ± ۰/۰۷	۰/۲۲ ^{a} ± ۰/۰۲	۰/۲۷ ^{a} ± ۰/۰۳
آبشش	گیش‌گوژپشت	^{a} ۲۶/۲± ۰/۰۷	^{a} ۱۲/۱± ۰/۰۷	^{b} ۲۱/۰ ± ۰/۰۳	۰/۱۷ ^{b} ± ۰/۰۳
	هامورمنقوط‌قهوه‌ای	^{b} ۲± ۰/۱	^{b} ۸۵/۰ ± ۰/۰۴	^{b} ۱۹/۰ ± ۰/۰۲	۰/۱۵ ^{b} ± ۰/۰۵
	سرخومخططزرد	۲/۲۲ ^{a}± ۰/۱۲	۱/۰۵ ^{a} ± ۰/۰۵	۰/۲۷ ^{a} ± ۰/۰۲	۰/۳۸ ^{a} ± ۰/۰۳

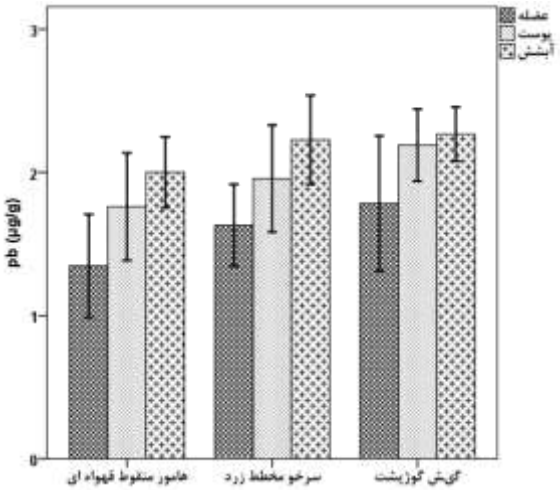
*متفاوت بودن حروف نشان از معنی‌دار بودن بین میانگین‌ها می‌باشد.

جدول ۲- میانگین (±انحراف معیار) زیست‌سنجی شاخص‌های وزن کل (گرم)، طول کل و طول استاندارد (سانتی متر) در سه گونه

Table 2. Mean bioassay results (± standard deviation) in three species

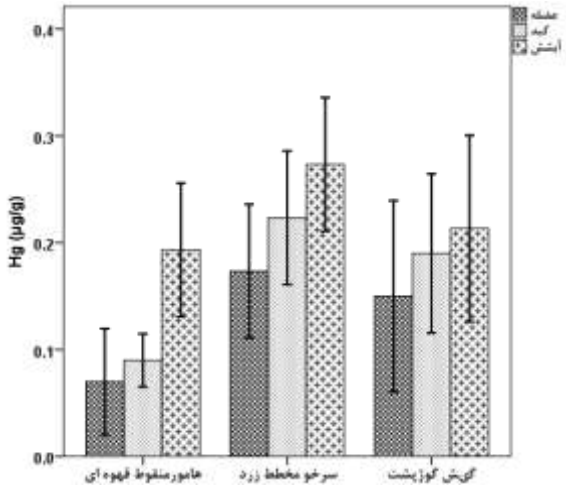
گونه ماهی	وزن کل	طول کل	طول استاندارد
هامورمنقوط‌قهوه‌ای	۵۲±۱۰۲۹/۷۲	۴۴/۱±۳/۰۳	۳۶/۱±۳/۰۳
گیش گوژ پشت	۲۵±۱۲۱۱/۰۹	۴۷/۰±۵/۵	۳۴/۰±۸/۲۷
سرخومخطط‌زرد	۱۹±۹۷۶/۸۱	۰±۴۰/۶۱	۳۲/۰±۹/۶۵

نمودارهای ۱ تا ۴ میزان جذب کلی ۴ فلز سنگین سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک برحسب میکروگرم‌برگرم بین سه بافت نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود میزان جذب ۴ فلز سنگین در بین سه بافت مورد بررسی به صورت آبشش> پوست > عضله بود. بیشترین میزان تجمع در بافت آبشش و کمترین آن در بافت عضله مشاهده شد. بر اساس نتایج آزمون ANOVA این اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). در مقایسه میزات تجمع فلزات بین سه گونه بیشترین تجمع فلزات سرب و کادمیوم، در گیش‌گوژپشت و کمترین آن در هامور-منقوط‌قهوه‌ای بود و نیز بیشترین تجمع فلزات جیوه و آرسنیک، در سرخومخطط‌زرد و کمترین آن در هامورمنقوط‌قهوه‌ای بود. بر اساس نتایج آزمون ANOVA این اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). نتایج حاصل از انجام آنالیز همبستگی پیرسون نشان داد، تجمع فلز سرب و کادمیوم با وزن و طول کل رابطه منفی (P>۰/۰۵)، با طول استاندارد رابطه منفی و معنی‌دار دارد (P<۰/۰۵). تجمع فلز با وزن، طول کل رابطه منفی (P>۰/۰۵)، اما با طول استاندارد رابطه منفی و معنی‌دار دارد (P<۰/۰۵). تجمع فلز جیوه نیز مانند تجمع فلز سرب و کادمیوم با طول استاندارد رابطه منفی و معنی‌دار (P<۰/۰۵) و با وزن و طول کل رابطه مثبت (P>۰/۰۵) دارد. اما تجمع فلز آرسنیک با وزن و طول کل رابطه مثبت (P<۰/۰۵)، با طول استاندارد رابطه مثبت، اما معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵)، (نمودارهای ۵ تا ۷).



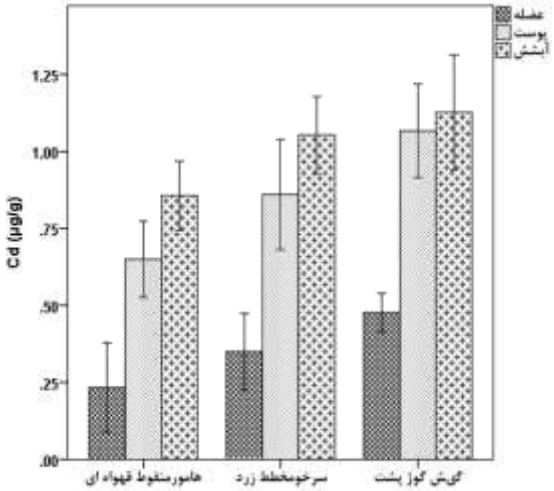
نمودار ۱- میانگین غلظت فلز سنگین سرب

Diagram 1. The concentration of Pb



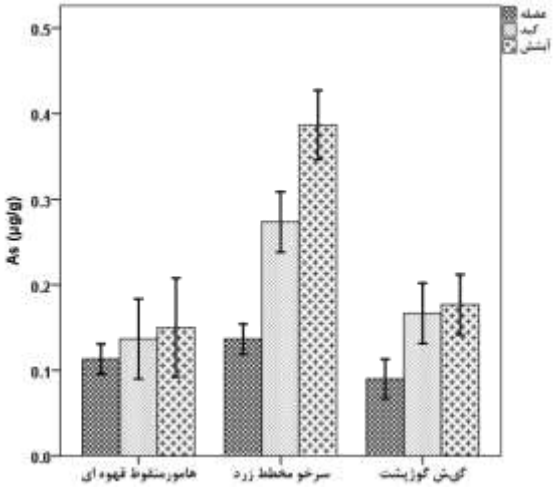
نمودار ۲- میانگین غلظت فلز سنگین کادمیوم

Diagram 2. The concentration of Pb



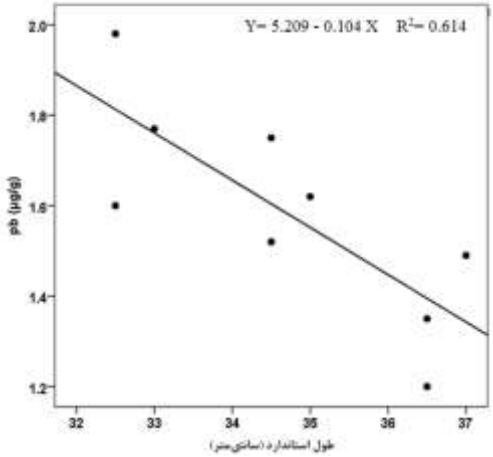
نمودار ۳- میانگین غلظت فلز سنگین جیوه

Diagram 3. The concentration of Hg



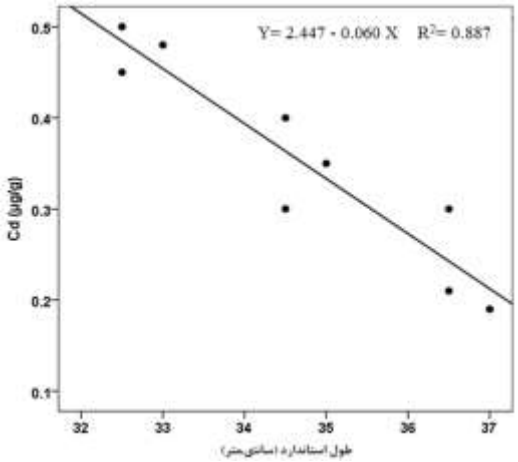
نمودار ۴- میانگین غلظت فلز سنگین آرسنیک

Diagram 4. The concentration of As



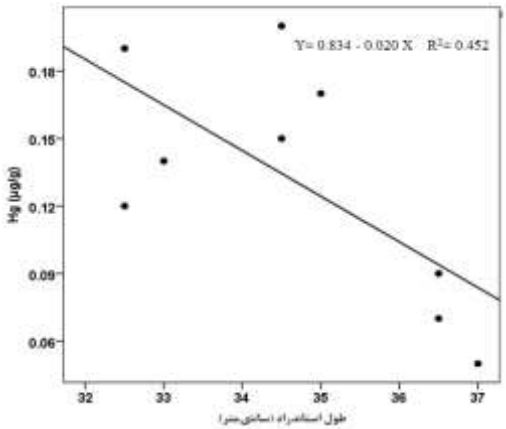
نمودار ۵- رابطه غلظت فلز سرب با طول استاندارد در سه گونه

Diagram 5. The relationship between the concentration of Pb and standard length in three species



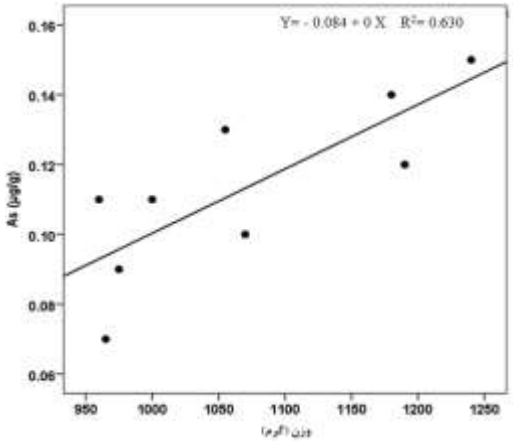
نمودار ۶- رابطه فلزکادمیوم با طول استاندارد در سه گونه

Diagram 6. The relationship between the concentration of Cd and standard length in three species



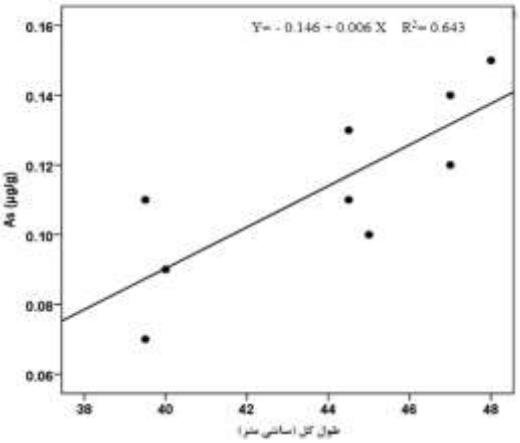
نمودار ۷- رابطه فلز جیوه با طول استاندارد در سه گونه

Diagram 7.The relationship between the concentration of Hg and standard length in three species



نمودار ۸- رابطه فلز آرسنیک با وزن در سه گونه

Diagram 8.The relationship between the concentration of As and standard length in three species



نمودار ۹- رابطه فلز آرسنیک با طول کل در سه گونه

Diagram 9.The relationship between the concentration of Hg and standard length in three species

بحث و نتیجه گیری

فعالیت‌های اقتصادی در سال‌های اخیر مانند پالایش نفت خام، تولیدات آلومینیوم و روی، تعمیر و ساخت کشتی، تخلیه و بارگیری انواع مواد معدنی و شیمیایی و غیره در سواحل جنوب کشور ایران شکل گرفته‌است که این موضوع موجب تشدید بار آلودگی و تخریب اکوسیستم حساس آب‌های ساحلی منطقه شده است. لذا شناسایی، اندازه‌گیری و ردیابی عناصر فلزات سنگین با توجه به اثرات زیانباری که بر اکوسیستم‌های دریایی و از جمله آبزیان و به تبع آن بر انسان اثر می‌گذارد از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به همین جهت سنجش میزان جذب ۴ فلز سنگین (سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک) از عناصر اجباری سازمان بهداشت جهانی و سازمان کشاورزی و غذایی سازمان ملل، در ماهیان خوراکی هامورمنقوط‌قهوه‌ای، گیش‌گوژپشت و در سرخومخططزرد انجام شد. بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی حد مجاز مصرف فلزات سنگین سرب و کادمیوم برای مصرف انسان به ترتیب ۰/۴۰ و ۰/۲ میکروگرم برگرم (۱۳، ۱۴)؛ انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا حد مجاز مصرف را ۱/۵ و ۰/۰۵ میکرو گرم بر گرم، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان حد مجاز مصرف را ۰/۲ میکروگرم‌برگرم اعلام کرده است (۱۵، ۱۶). طبق استاندارد سازمان بهداشت جهانی حد مجاز مصرف فلزات سنگین جیوه و آرسنیک برای مصرف انسان ۰/۱ میکروگرم‌برکیلوگرم اعلام شده است (۱۷). طبق دادهای ثبت شده و مقایسه با حد مجاز استانداردهای ذکر شده، هر ۴ فلز سنگین سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک در هر سه گونه بالا تر از حد مجاز بود و برای سلامتی انسان ضرر دارد.

مشابه مطالعه حاضر، در بررسی فلزات سنگین ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در اروندرود میزان غلظت فلز کادمیوم در عضله و آبشش این ماهی به ترتیب ۲/۸۳ و ۲/۷۹ میکروگرم‌بر-گرم بدست آمد که میزان فلز کادمیوم در بافت عضله ماهی در مقایسه با استانداردهای FDA,WHO, NHMRC بالاتر بود (۱۸). مطالعه‌ی تجمع فلزات سنگین میگو موزی (*Fenneropenaeus merguiensis*) در خلیج فارس، میزان جذب فلز آرسنیک در عضله ۰/۱۱۷ میکرو گرم برگرم اعلام شد (۱۹). میزان جذب فلز سنگین آرسنیک در عضله ماهی‌سنگر (*Otolithes ruber*) ۰/۰۱۱ میکروگرم‌برگرم، ماهی حلواسفید (*Pampus argenteus*) ۰/۰۰۷ میکروگرم-برگرم، ماهی‌حلواسیاه (*Parastromateus niger*) ۰/۰۱۵ میکروگرم‌برگرم و شیرماهی (*Scomberomorus commerson*) ۰/۰۴۰ میکروگرم‌برگرم و ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorynchus mykiss*) ۰/۰۰۸ میکروگرم-برگرم بدست آمد (۲۰) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. نتایج بررسی شاخص‌های زیست‌سنجی با میزان تجمع فلزات در بافت عضله نشان داد، تجمع فلزات سرب، کادمیوم و جیوه با طول استاندارد ارتباط منفی ($P<۰/۰۵$) و تجمع فلز آرسنیک با وزن و طول کل رابطه مثبت بود ($P<۰/۰۵$). به طور کلی،

ماهیان با سن کمتر و اندازه کوچکتر، متابولیسم بالاتری در ازاء هر گرم از وزن بدن درمقایسه با ماهیان بزرگتر دارند، بنابراین نسبت به ماهیان مسن‌تر فلزات را از راه آب و غذا سریعتر جذب می‌کنند. علاوه بر این در ماهیان بزرگتر نسبت سطح به حجم بدن کاهش می‌یابد و بنابراین جذب سطحی و همچنین دفع فلزات در ماهیان کوچکتر بیشتر است. از این رو، میزان تجمع فلزات در بافت عضله ماهی با افزایش طول کاهش می‌یابد (۲۱، ۲۲، ۲۳). لذا کاهش تجمع فلزات سرب، کادمیوم و جیوه در بافت عضله ماهی مسن در رابطه با افزایش طول قابل تفسیر است. مطالعات دیگر در تجمع فلز سرب و کادمیوم نتایجی مشابه با بررسی حاضر اعلام نمودند (۲۴، ۲۵، ۲۶). همچنین نسبت منفی بین غلظت سرب در ماهیچه دو گونه ماهی آب شیرین (*Clarias gariepinus* و *Labeo umbratus*) از رودخانه Olifants (افریقای جنوبی) و طول بدن گزارش شده است (۲۷).

مطالعه دیگری نشان داد که غلظت سرب با افزایش طول ماهی *L. umbratus* (از کپور ماهیان) کاهش می‌یابد (۲۸). در ماهی کوچکتر با میران متابولیسم بالاتر (گرم بر بافت بدن) با سرعت بیشتر از ماهی بزرگتر قادرند که فلزات را از راه غذا و آب جذب کنند. نبود هیچ گونه نسبتی بین غلظت‌های سایر فلزات و طول ممکن است اینطور توضیح داده شود که ظرفیت بدن در تنظیم غلظت فلزات و وابستگی ناچیز به اندازه بدن و فاکتورهای بیوشیمیایی وابسته دارند. به نظر می‌رسد ارتباط مستقیم وزن و طول کل با جدب آرسنیک به علت تمایل آرسنیک به برقراری پیوند با پروتیئن‌های حاوی گروه SH (نوعی اسید آمینه) باشد. در بررسی تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی دریای خزر اعلام شد که میزان تجمع فلز سرب با طول استاندارد و وزن ماهی رابطه خطی منفی معنی‌دار وجود دارد که نتایج آن مشابه بررسی حاضر بود اما میزان تجمع فلز کادمیوم با عوامل فوق رابطه خطی مثبت معنی‌دار وجود دارد که نتایج آن مشابه بررسی حاضر نبود. تفسیر آنها چنین بود که بین روند کاهشی جذب سرب با افزایش وزن، طول کل و استاندارد ممکن است به سبب سنگین‌بودن این عنصر و تمایل به ته نشین در سطح یا داخل رسوبات و یا تبدیل‌شدن به شکل غیر فعال باشد (۲۹). وجود رابطه مثبت معنی‌دار تجمع کادمیوم با طول کل در ماهی کفال طلائی (۳۰) ماهی سفید (۳۱) و ماهی سیم (*Abramis brama*) گزارش شده است (۲۴). مطالعه بر روی استخوانهای ماهیان دریای خزر گزارش شد که افزایش در اندازه استخوان، غلظت فلز را در ماهیچه کاهش می‌دهد و میزان سوخت و ساز و رقت فلز در طول دوره رشد عهده دار این نسبت است. هنگامیکه نرخ رشد سریع است، حتی با افزایش در سن و وزن، غلظت فلز در بافت ها حتی در محیط‌های آلوده کاهش می‌یابد (۳۲). به طور عمومی در گونه‌های ماهیان با اندازه کوچک یا متوسط، غالبا افزایش در اندازه بر تجمع و ذخیره کردن فلز در بافت موثر نیست (۳۳ و ۳۴). روند کاهشی جذب سرب در ماهی با عوامل طول و وزن می‌تواند به سبب سنگین بودن این عنصر و تمایل به ته‌نشین‌شدن در سطح یا داخل رسوبات (به سبب خاصیت آمفوتری، این عنصر با افزایش pH محیط رسوب می‌کند) و یا تبدیل شدن به فرم غیر فعال باشد.

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، میزان تجمع فلزات سنگین سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک در گونه های مورد بررسی متفاوت، اما در هر سه گونه بالاتر از حد استاندارد بود، از آنجاییکه توانایی موجودات برای جذب، تجمع، برداشت یا سم‌زدایی فلزات سنگین بطور اساسی با هم فرق می‌کند (۳۵). لذا با توجه به گوشتخوار بودن این ماهیان احتمال انتقال این فلزات از زنجیره غذایی و از طریق تغذیه نیز وجود دارد. بین سه گونه مورد بررسی، بیشترین تجمع فلزات جیوه و آرسنیک در سرخو-مخططزرد دیده شد. احتمالا دلیل تغذیه این ماهی از بی‌مهرگان کفزی است. بعضی از موجودات مانند سخت پوستان و نرمتنان، فلزات و دیگر آلودگی‌ها را در خود زخیره می‌کنند، و هنگامیکه ماهی از آنها تغذیه می‌کند آلودگی‌ها را به ماهی منتقل می‌شود (۳۶). همچنین گیش‌گوژپشت بالاترین آلودگی به سرب و کادمیوم را نشان داد. از آنجاییکه گیش‌گوژپشت وارد مناطق مصبی می‌شود، منشا آلودگی‌های فلزات سرب و کادمیوم در مناطق مصبی، ورود پسابهای آلوده به این دو فلز

حاصل از فعالیت‌های کشاورزی، صنایع و تخلیه فاضلاب آلوده به این فلزات می‌باشد. به طور کلی، رودخانه دالکی و شاپور در استان بوشهر که به خلیج فارس می‌ریزند، توانایی انتقال آلودگی به آب دریا را دارند. استان بوشهر با داشتن ۶۲۵ کیلومتر مرز آبی و ورود آلودگی های تاسیسات عظیم نفتی این منطقه، نقش زیادی در آلودگی خلیج فارس دارد. از دیگر منابع آلوده‌کننده رودخانه‌های استان بوشهر می‌توان به زمینهای کشاورزی اطراف رودخانه‌ها، پساب صنعتی کارخانجات، پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌های موجود در استان اشاره کرد که باعث تجمع حجم عظیمی از فلزات سمی در خلیج فارس می‌شوند (۳۷).

هر گونه تغییر در روند جذب و تجمع عناصر سنگین در ماهی می‌تواند به دلیل تاثیر گذاری عوامل مختلفی از قبیل نوع عنصر، نوع آبزی، بافت، جنسیت، وزن و سن آبزی (ماهیان جوان قدرت جذب بالایی دارند)، عادات غذایی، خصوصیات فیزیولوژیک ماهی، ویژگیهای اکولوژیک و شرایط محیطی و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی محیط از قبیل سختی آب، pH، درجه حرارت، مواد مغذی و زمان رشد ماهی باشد (۳۸ و ۳۹). بر اساس نتایج این بررسی، غلظت‌های متفاوت فلزات در اندام‌ها و بافت های مختلف ماهیان در مطالعه حاضر دیده شد. بیشترین میزان تجمع ۴ فلزسنگین سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک در بافت آبشش و کمترین تجمع در بافت عضله بود که این میزان از نظر آماری معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). تفاوت در سطوح غلظت در اندام‌ها و بافت های مختلف ماهی می‌تواند در درجه اول به تفاوت در نقش فیزیولوژیک هر اندام مربوط باشد. توانایی تنظیم، عادات رفتاری و تغذیه‌ای از دیگر فاکتورهای موثر در تفاوت در تجمع در اندام‌های مختلف است. ماهیچه‌ها بافت فعالی در ذخیره سازی فلزات سنگین نیستند (۴۰). غلظت فلزات سنگین، در مطالعه حاضر، در پوست بالاتر از ماهیچه‌ها بود. دلیل افزایش غلظت در پوست می‌تواند ناشی از ترکیب فلز با مخاط روی سطح پوست باشد (۴۱). محققان گزارش کردند که پوست یک اندام خارجی مهم برای جذب فلزات سنگین بوسیله مخاط آنست. به نظر می‌رسد بالاتر بودن غلظت فلزات در بافت آبشش به علت اختلاط عناصر با مخاط آبشش است که جابجایی کامل عناصر از لاملای آبشش را هنگام آماده سازی بافت برای آزمایش غیر ممکن می‌کند (۲۷ و ۴۰). بالا بودن تجمع فلزات سنگین در بافت پوست نسبت به بافت عضله نیز پیشتر گزارش شده است (۳۰). ماهی راه‌های متفاوتی برای دفع مواد زیان آور شیمیایی و تنظیم مقدار آنها در بدن دارد که شامل آبشش‌ها، صفرا، کلیه و پوست می‌باشد (۳۰ و ۲۳). حذف بسیاری از فلزات مانند کرم، مس، جیوه، ارسنیک، سرب، روی از طریق آبشش‌ها، صفراوی (روده) و ترشح موکوس رخ می-دهد. پوست، آبشش و روده با ترشح موکوس، فلزات اتصال یافته به پروتئین‌ها را به طور مستمر دفع می‌کنند. دفع فلزات از طریق پوست موکوس را درگیر می‌کند. این ماده پروتئینی دائما توسط پوست ترشح می‌شود. تحقیقات نشان داده‌است که بخش عمده‌ای از سرب و کادمیوم تزریق شده به ماهی در مرحله بعد در موکوس آن دیده می‌شد (۴۲). بنابراین پوست یکی از مکان-هایی است که متابولیت‌ها، مواد زائد و شیمیایی زیان‌آور برای ذخیره یا زدوده شدن به آن منتقل می‌شوند و پوست می‌تواند بافتی مناسب (به عنوان ایندیکاتور) جهت تشخیص آلودگی به فلزات سنگین باشد (۲۱). جذب سطحی فلزات بوسیله سطح آبشش، اولین نشان برای آلودگی در آب است، که همچنین می‌تواند نقش مهمی در سطوح کل فلزات آبشش داشته باشد (۴۳). معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین تجمع فلزات سنگین نسبت به بافت هایی مانند کلیه، کبد و آبشش ماهیان است (۴۴ و ۴۵). فلزات در شرایط متفاوت محیطی از راه‌های مختلف جذب بدن ماهی می‌شوند. سطوح مختلف بدن ماهی که در تماس با محیط قرار دارند ممکن است محلی برای انتقال رسوب و تجمع فلزات سنگین باشند. اندام‌های هدف، همانند کبد و آبشش ها، بافت های فعال متابولیکی هستند و تجمع فلزات در سطوح بالاتر در این بافت ها نسبت به بافت عضله، در بسیاری از گونه‌های ماهیان در مناطق مختلف نشان داده شده است: کفال خاکستری در شمال شرقی دریای مدیترانه (۴۶)، کپور معمولی و لای ماهی از دریاچه بیشیر ترکیه (۴۷)، ماهی کفال *Liza abu* از دریاچه سد آتاتورک ترکیه (۴۰)، ماهی موزامبیک (*Oreochromis mossambicus*) و گربه ماهی آفریقای

شمالی (*Clarias gariepinus*) در رودخانه Olifant آفریقای جنوبی (۴۸)، ماهی *Tilapia zilli* در رودخانه نیل (۴۹)، ماهی شیربت (*Barbus grypus*)، بیاه رودخانه‌های کارون و کرخه (۵۰)، ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) (۵۱)، ماهی بیاح رودخانه های کارون و دز (۵۲) نتایج مشابه بررسی حاضر را نشان دادند.

معمولاً میزان جیوه در اعضای داخلی بدن ماهی کمی بیشتر از بافت عضله است (۵۳). فلزات از راه آبشش‌ها و پوست یا از راه مواد غذایی خورده شده یا آب نوشیده شده وارد بدن ماهی می-شوند (۵۴). همه فلزاتی که جذب می‌شوند، ذخیره نمی‌شوند، زیرا ماهی می‌تواند غلظت فلزات را به مقدار معینی تنظیم کند، باید توجه داشت که انباشت زیستی فلزات به مقدار کل فلز انباشته شده در بافت مشخص نسبت دارد. به علاوه، تفاوت‌های فیزیولوژیک و موقعیت هر بافت در ماهی می‌تواند بر انباشت زیستی هر فلز موثر باشد (۲۳ و ۵۵). از طرف دیگر مقدار انباشت زیستی یک فلز تحت تاثیر عوامل محیطی، زیستی و ژنتیکی منجر به تفاوت در انباشت زیستی فلز بین افراد مختلف، نوع بافت ها، فصل‌ها و مناطق می‌شود (۵۶).

نتایج بررسی تجمع چهار فلز سنگین و سمی (Pb, Cd, Hg, As) در سه گونه ماهی گیش‌گوژپشت، سرخومخططزرد و هامورمنقوطقهوه‌ای در آب‌های سواحل بوشهر نشان داد بیشترین میزان تجمع فلزات در بافت آبشش و کمترین آن در بافت عضله است و میزان آن بالاتر از استانداردهای مجاز بین المللی‌ست و برای سلامتی انسان مضر است. بیشترین تجمع فلزات سرب و کادمیوم در گیش‌گوژپشت و بیشترین تجمع فلزات جیوه و آرسنیک در سرخومخططزرد و کمترین آن در هامورمنقوطقهوه‌ای بود. همچنین تجمع فلزات سرب، کادمیوم و جیوه با طول استاندارد ارتباط منفی و فلز آرسنیک با وزن و طول کل ارتباط مثبت دارد. بطورکلی اگرچه روند زمین شناسی و آب و هوایی و عوامل طبیعی در این آلودگی انکارناپذیر است، اما فعالیت‌های انسانی بیشترین آلودگی و تخریب را وارد می‌سازند. چنانچه بیشترین میزان آلودگی برای هر سه گونه ماهی، در آبهای بوشهر، به علت فعالیت های انسانی و ورود شیرابه زباله‌ها و تخلیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی وکشاورزی از ساحل به دریا، تردد کشتی های نفتکش، قایق‌های صیادی، تفریحی و کشتی های تجاری می‌تواند باشد. از آنجایی که انباشت کادمیوم و جیوه در بدن انسان می‌تواند موجب اختلال در سیستم عصبی و ناکارآمدی کلیه‌ها شود و غلظت بالای سرب نیز می‌تواند موجب کم خونی و تجمع آرسنیک می‌تواند خطر ابتلاء به انواع سرطان ها را به همراه داشته باشد، باید به اهمیت آلودگی به فلزات سنگین در این ماهیان توجه نمود.

تشکر و قدردانی

از همکاری تمامی کارکنان محترم آزمایشگاه تحقیقات شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن تشکر و قدردانی می‌نمایم.

Reference

1. Sadeghi, S.N., 2001. Morphological and Biological characteristics of southern Iranian fishes (The Persian Gulf and Oman Sea). Naghshe Mehr Publisher. 450p. (In Persian)
2. Anon, T., 1995. Water pollution in the Persian Gulf and Caspian Sea. *Payam-e Darya. Ship Organization Islamic Republic Iran. Vol.32, pp. 13-20.*
3. Banat, I. M., Hassan, E. S., El- Shahawi, M. S., Abu-Hilal, A. H., 1998. Post- Gulf war assessment of nutrients, heavy metal ions, hydrocarbons and bacterial pollution levels in the United Arab Emirates coastal waters. *Environment International, Vol.24, No.1/2, pp. 109- 116.*
4. Sheppard, C., 1993. Physical environment of the Gulf relevant to marine pollution: An overview, *Marine Pollution Bulletin, Vol.27, pp. 3-8.*
5. Saeed, T., Al yakoob, S., Al- Hashash, H., Al- Bahloul, M., 1995. Preliminary exposure assessment for Kuwaiti consumers to polycyclic aromatic hydrocarbons in seafood. *Environment International, 3, pp. 255-263.*

6. Elsagh, A., 2011, Determination of some heavy metals in *Rutilus frisii kutum* and *Cyprinus carpio* fillet from south Caspian Sea. *Veterinary Researches and Biological products, Vol.*23, No.4, pp. 33-44.(In Persian)
7. Jaffar, M., Ashraf, M. Rasoal, A., 1998. Heavy metal contents in some selected local freshwater fish and relevant waters. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research, Vol.31, No,3, pp.189-193.*
8. Esmaili Sari, A., 2002. Pollution, health and environmental standards. University Press, Tarbiat Modares, 767P. (In Persian)
9. Chale, F.M.M., 2002. Trace metal concentrations in water, sediments and fish tissuefrom Lake Tanganyika. *Total Environment, Vol.299, pp*. 115–121.
10. Lakshmanan, R., Kesavan, K., Vijayanand, P., Rajaram, V., Rajagopal, S., 2009. Heavy Metals Accumulation in Five Commercially Important Fishes of Parangipettai, Southeast Coast of India, *Advance Journal of Food Science and Technology, Vol.1, pp. 63-65.*
11. Moopam, 1983. Manual of oceanographic observation and pollution analysis. *Regeonal organization for the protection of marine environment (ROPME).*
12. Standard methods for the examination of water and waste water USA. 2005. *100-200 p.*
13. Commission of the European communities. 2001. Eu commission decision 466/2001/EC of 8 March 2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, *G.U.EU-L 77/1p.*
14. Pourang, N., Tanabe, S., Rezvani, S., Dennis, J., 2005. Trace elements accumulation in edible tissue five sturgeon species from the Caspian Sea. *Environ Monitor Assess, Vol.100, pp. 89–108.*
15. Roberts R.J., 2001. Fish pathology, *3ed. In: W.b Sawnders. Harcornt publisher co. LTD. London, England.*
16. Van Duljn, R.C., 2000. *Diseases of fishes. Narendra publishing house. Delhi, India.*
17. WHO (World Health Organization), 1996. *Health criteria other supporting information. In: Guidelines for Drinking Water Quality, 2 ed, 2, pp.* 31-388.
18. Kheirvar, N., Dadolahi Sohrab, A., 2010. Heavy Metals (Ni, Pb, Cd, & Cu) Concentrations in *Barbus grypus* and Sediments from Arvand River. *Journal of Environmental Science and Technology, Vol.12, (2), pp. 123-131.* (In Persian)
19. Javaheri, Baboli, M., Velayatzadeh, M., 2013. Determination of heavy metals and trace elements in the muscles of marine shrimp, *fenneropanaeus merguiensis* form Persian Gulf, Iran, *Journal of Animal and Plant Sciences, Vol.23, pp. 786-791.*
20. Sobhanardakani, S., Tayebi, L., Farmany, A. 2011. Toxic Metal (Pb, Hg and As) contamination of muscle, gill and liver tissues of *Otolithes rubber, Pampus argenteus, Parastromateus niger, Scomberomorus commerson* and *Onchorynchus mykiss. World Applied Sciences Journal, Vol. 10, pp. 1453-1456.*
21. Singh, J.G., Chang-Yen, I., Stoute, V.A., Chatergoon, L., 1991. Distribution of selected heavy metals in skin and muscle of Five Tropical Marine Fishes. *Environmental Pollution, Vol. 69, pp. 203-215.*
22. Elder, J.F., Collins, J.J., 1991. Freshwater mollusks as indicators of bioavailability and toxicity of metals in surface systems. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, Vol.122, pp. 37-39.*

23. Heath, A.G. 1987. Water Pollution and Fish Physiology. Florida: Lewis publishing.
24. Farkas, A., Salanki, J., Specziar, A., 2003. Age and size specific patterns of heavy metals in the organs of fresh water fish *Abramis brama* L. populating a low contaminated site, *Water Res, Vol.37, pp. 959-964.*
25. Canli, M., Atli, G., 2003. The relationships between heavy metals (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environm Pollution. Vol.121, pp. 129–136.*
26. Liang, Y., Cheung, R.Y.H. Wong, M.H., 1999. Reclamation of water for polyculture of freshwater fish: bioaccumulation of trace metals in fish. *Water Research. Vol.33, pp. 2690-2700.*
27. Coetzee, L., Du Preez, H.H., Vuren van, J.H.J., 2002. Metal concentrations in *Clarias gariepinus* and *Labeo umbratus* from the Olifant and Klein Olifants River, Mpumalanga, South Africa: Zinc, copper, manganese, lead, chromium, nickel, aluminum and iron. *Water SA, Vol.28, No.4, pp. 433-448.*
28. Nussey, G., Vuren van, J.H.J., Dupreez, H.H., 2000. Bioaccumulation of chromium, manganese, nikel and lead in the tissues of the *Labeo umbratus* from Witbank dam, *Mpumalanga. Watersa, Vol.26, pp. 269-284.*
29. Amini Ranjbar, Gh., Sotudehnia, F., 2005. Investigation of heavy metals accumulation in muscle tissue of (*Mugil auratus*) in relation to standard length weight age and sex. *Iranian Scientific Fisheries Journal. Vol.*14, pp. 1-18. (In Persian).
30. Pazooki, J., Abtahi., B., Rezaei, F., 2009. Determination of Heavy Metals (Cd, Cr) in the Muscle and Skin of *Liza aurata* from the Caspian Sea (Bandar Anzali). *Environmental Science, Vol.*7, pp. 21–32. (In Persian)
31. Monsefrad, F., Imanpour Namin, J., Heidary, S. 2012. Concentration of heavy and toxic metals Cu, Zn, Cd, Pb and Hg in liver and muscles of *Rutilus frisii* kutum during spawning season with respect to growth parameters. *Iranian Journal Fish Science, Vol.11, No.4, pp. 825-839.*
32. Anan, Y., Kunito, T., Tanabe, S., Mitrofanov, I. and Aubrey, D., 2005. Trace element accumulation in fishes collected from coastal waters of the Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin, Vol.51, 882-888.*
33. Gašpić, Z. K., Zvonarić, T., Vrgoč, N., Odžak, N. and Barič, A., 2002. Cadmium and lead in selected tissues of two commercially important fish species from the Adriatic Sea. *Water Research, Vol.36, 5023–5028.*
34. Huggett, D. B., Steevens, J. A., Allgood, J. C., Lutken, C. B., Grace, C. A. and Benson, W. H., 2001. Mercury in sediment and fish from North Mississippi Lakes. *Chemosphere, Vol.42, pp. 923-929.*
35. Viarengo, A., 1989. Heavy metals in marine invertebrates: mechanisms of regulation and toxicity at the cellular level, *Rev. Aquatic Sciences, Vol.1, 295–317.*
36. 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, 41-46.*
37. Derakhshan, M., Karimi Jashni, A., 2006. The Role of Bushehr Rivers in Persian Gulf Pollution. 7th International Conference on shores, Ports and offshore. pp.5. (In Persian)
38. Dixon, H., Gil A., Gubala, C., Lasorsa, B., Crecelius, E., Curtis, L.R., 1996. Heavy

46. Ali, M., Abdel-Satar, A. 2005. Studies of some heavy metals in water, sediment, fish and fish diets in some fish farms in EL-Fayoum province. Egypt *Journal of Aquatic Research, Vol.31, No.2, pp. 261-273.*
47. Ansari, T., Marr, I., Tariq, N. 2004. Heavy metals in marine pollution perspective- A mini review. *Journal of Applied Polymer Science, Vol. 4, No.1, pp. 1-20.*
48. Marzouk, M. 1994. Fish and environmental pollution. *Veterinary Medicine, Vol.42, pp. 51-52.*
49. Hamza-Chaffai, A., Romeo, M., El-Abed, A., 1996. Heavy metals in different fishes from the Middle Eastern coast of Tunisia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, Vol.56, pp. 766-773.*
50. Askary Sary, A., 2010. The study of Heavy metals (Pb, Hg and Cd) in (*Barbus grypus*) and (*Liza abu*) in Karoon and Karkheh rivers. *Scientific and research Journal of Marine Biology, I.A.U. Ahvaz, Vol. 1, No.4. pp .95-107.* (In Persian)
51. Naseri, M. and M. Rezaei, 2005. Determination of Heavy Metals (Fe, Zn and Cu) in *Liza dussumieri* of Busher Costal. 15th Nathional Congress of Food Industry. Tehran. Iran. pp: 31-38. (In Persian)
52. Velayatzadeh, M., Askary, A., Khodadadi, M., Kazemian, M., Beheshti, M., 2014. 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 Technology, Vol. 16, No.3, pp.51-61.* (In Persian)
53. Sadeghi Rad, M., Amini Ranjbar, Gh., Arshad, A., Joshiedeh, H., 2005. Assessing heavy metal content of muscle tissue and methal accumulation in sediment and fresh water fish in U.S. Arctic lakes. Environmental Toxicology *and* Chemistry, *Vol.16, No.4, 733 p.*
39. Fuhrer, G.J, Stuart, D. J., Mckenzie, W., Rinella, J. F., Cranwford, J.K., Skach, K.A., Hornlorger, M.I., 1996. Spatial and temporal distribution of trace elements in water, sediment and aquatic biota. *U.S. Geological Survey, Portland, 190 p.*
40. Khalil, M., Faragallah, H., 2008. The distribution of some leachable and Total heavy metals in core sediments of Manzala lagoon, Egypt. Egypt, *Journal of Aquatic Research., Vol.34, No.1, pp.1-11.34.*
41. Yilmaz, B.A., 2005. Comparison of Heavy metal levels of grey Mullet (*Mugil cephalus*) and sea Bream (*Sparus aurata*) caught in Iskenderun Bay (Turkey), *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, Vol.29, pp. 257- 262.*
42. Varanasi, U., Markey, D., 1978. Uptake and release of lead and cadmium in skin and mucus of Coho Salmon, *Comparative Biochemistry and Physiology, Vol.60, pp. 187-192.*
43. Hemens, J., Connell, A.D., 1975. Richards Bay: Southern bay conservation area. CSIR/NIWR Progress Report No. 29 CSIR, Durban, South.
44. Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, M.S., Al-Ghais, S.M. 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *Science of the Total Environment , Vol.256, pp. 87-94.*
45. Filazi, A., Baskaya, R., Kum, C. 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turky. *Human Experiment Toxic, Vol.22, pp. 85-87*

caviar of (*Acipenser persicus*) and (*Aciperser stellatus*) in southern Caspian Sea. *Iranian Scientific Fisheries Journal. Vol.3: 79-100*. (In Persian).

54. Kotze, P.J., Du Preez H.H., Vuren van J.H.J. 1999. Bioaccumulation of Copper and Zinc in *Oreochromis mossamicus* and *Clarias gariepinus*, from the Olifants River, *Mpumalanga, South Africa, 12 pp.*

55. Kotze, P.J. 1997. Aspects of water quality, metal contamination of sediment and fish in the Olifants River. Mpumalanga', Rand Afrikaans University, South Africa, Water SA. 25(1): 9-110.