Applied Biology, Volume 10, Issue 37, 2020

Evaluation of heavy metal accumulation in aquatic species (carp, salmon, trout, barred mackerel fishes and, marine and fresh shrimps)[1]

Zahra Khoshdouni Farahani | Ph.D. Student of Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Food Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. z.farahani69@yahoo.com

Abstract

Introduction: Today, heavy metals are one of the most important toxic pollutants in aquatic ecosystems, and living organisms and especially aquatic species are exposed to them. These elements in aquatic life are considered as potential bioaccumulation and a serious threat to human food chains. The aim was to investigate the concentration of heavy metals in aquatic species caught from the Caspian and South Sea.

Material and methods: Heavy metals of lead, cadmium and copper in six species of edible aquatic species were measured according to standard methods.

Results: In the case of mercury metal, the highest amount was in barred mackerel and the lowest in fresh shrimp. The highest amount of lead metal was found in marine shrimp and the lowest in carp fish. The cadmium content of all samples was below the detection limit by device.

Conclusion: Differences in the concentrations of heavy metals among different aquatic species can be due to differences in aquatic ecological characteristics. Overall, it can be said that the level of heavy metals in most of the samples studied is lower or close to world standards.

Keywords: Aquatics, Heavy metals, Atomic absorption, Food chains.

1. **Received:** 2020/01/09 ; **Accepted:** 2020/03/15

**Copyright © the authors

بیولوژی کاربردی، دوره ۱۰، شماره ۳۷، بهار ۱۳۹۹

ارزیابی تجمع فلزات سنگین در گونه‌هایی از آبزیان (ماهیان کپور، سالمون، قزل‌آلا، شیر و میگوهای دریایی و تازه)[1]

زهرا خوشدونی فراهانی | دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. z.farahani69@yahoo.com

چکیده

هدف: امروزه، فلزات سنگین از مهم‌ترین آلاینده‌های سمّی در محیط زیست آبی هستند و موجودات زنده و بالاخص آبزیان در معرض این آلاینده‌ها قرار دارند. این عناصر در آبزیان به عنوان پتانسیل تجمع زیستی و یک خطر جدی در زنجیره‌های غذایی انسان محسوب می‌شوند. هدف از این تحقیق بررسی غلظت فلزات سنگین در گونه‌هایی از آبزیان صید شده از دریای خزر و جنوب بوده است.

مواد و روش‌ها: اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم و مس در شش‌گونه از آبزیان خوراکی براساس روش‌های استاندارد انجام شد.

یافته‌ها: در مورد فلز جیوه بیشترین مقدار در ماهی شیر و کمترین مقدار در میگوی تازه تعیین شد. بیشترین میزان فلز سرب به ترتیب در میگوی دریایی و کمترین آن در ماهی کپور مشاهده گردید. میزان فلز کادمیوم نیز در مورد تمامی نمونه‌ها زیر حد قابل تشخیص توسط دستگاه بود.

نتیجه‌گیری: تفاوت بین غلظت فلزات سنگین در بین گونه‌های مختلف آبزیان می‌تواند ناشی از تفاوت در ویژگی‌های بوم‌شناسی آبزیان باشد. میزان فلزات سنگین در اکثر نمونه‌های مورد بررسی پایین‌تر و یا نزدیک به استانداردهای جهانی است.

کلیدواژه‌ها: آبزیان، فلزات سنگین، جذب اتمی، زنجیره‌های غذایی.

---

۱. **تاریخ دریافت:** ۱۳۹۸/۱۰/۱۹ ؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۸/۱۲/۲۵

۱. مقدمه

افزایش بیش از حد جمعیت و صنعتی شدن جوامع خصوصا از نیمه دوم قرن بیستم باعث پیدایش مشکلات و مسایل جدید در آلودگی محیط زیست شده است. آلودگی محیط زیست و خطرات آن مهم‌ترین مشکلات جوامع و موجودات زنده می‌باشد (۱). در میان آلاینده‌های زیست محیطی، فلزات خطرناک‌ترین آلاینده‌ها هستند و دارای اثرات زیست محیطی عمده‌ای می‌باشند (۲). از جمله آلاینده‌هایی که در فاضلاب صنایع و آب‌های شهری و کشاورزی وجود دارد، فلزات سنگین می‌باشند. این فلزات سبب برهم‌زدن تعادل اکولوژیک اکوسیستم‌هایی می‌شوند که به آن وارد می‌گردند (۵،۴،۳). آلودگی محیطی ناشی از فلزات سنگین، تبدیل به یک مشکل جهانی شده است (۶).

سواحل دریایی ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست. این آلودگی‌ها از جمله فلزات سنگین، پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی، در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان تجمع یافته و نهایتاً وارد زنجیره غذایی می‌شوند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان به ویژه در ماهیان، تابعی از شرایط اکولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، عناصر فلزی و آبزیان می‌باشد (۷). فلزات سنگین دارای اثراتی نظیر کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ و میر در آبزیان است (۸). تماس با فلزات سنگین به ویژه برای کودکان در حال رشد به دلیل جذب بالای فلزاتی مانند سرب، عوارض مختلفی ایجاد می‌کند. تماس کوتاه مدت با غلظت بالای فلزات، حالت سمی با مقیاس بالا و قابل مشاهده ایجاد می‌کند، در حالی‌که تماس طولانی مدت با غلظت کمتر به مرور آثار غیرقابل جبرانی را بر بدن وارد خواهد کرد، مانند کم‌خونی، دردهای گوارشی، یبوست، کم‌خوابی، سردرد، خستگی، اضطراب که به مرور با اختلال عصبی، آسیب ریه‌ها، کلیه‌ها، گوارش و حتی سرطان همراه است. آثار کوتاه مدت مصرف کادمیوم، تهوع، استفراغ، اسهال و انقباض عضلات، اختلال حواس و تشنج و شوك است و آثار طولانی مدت مصرف کادمیوم صدمه دیدن کلیه‌ها، کبد، استخوان و خون می‌باشد. عدم کفایت گندزدایی آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی از مهمترین عوامل شیوع بیماری‌های حاصل از آب دانسته شده است. فلز دیگر سرب است که سمی بوده و آثار آن بر روی بدن به میزان قرارگرفتن در معرض آلودگی بستگی دارد. سرب باعث کند کردن واکنش با آنزیم‌ها و حتی متوقف کردن واکنش‌های فیزیولوژی ضروری بدن می‌شود و توانایی ذخیره شدن در استخوان‌ها را نیز دارد که پس از اشباع استخوان از سرب وارد خون می‌شود.

به طور متوسط تخمین زده می‌شود که ۱۰ تا ۲۰ درصد آلودگی‌های سربی در اثر آب آشامیدنی باشد (۹). در یک بررسی، Orian و همکاران (۲۰۱۱) میزان تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب را در بافت عضله یک نوع ماهی در حوزه شمالی خلیج فارس مورد مطالعه قرار دادند (۱۰). در مطالعه‌ای دیگر Saeidi و همکاران (۲۰۰۷)، میزان غلظت فلزات سنگین کادمیوم، مس، منگنز، نیکل، سرب، روی، کبالت و آهن در نقاط مختلف رودخانه استان مازندران را در فصل زمستان بررسی کردند (۱۱).

از این رو به دلیل مصرف بالای ماهیان و میگوها توسط افراد در شمال و جنوب کشور و سایر نقاط ضروری است، برخی از پر مصرف‌ترین این آبزیان از لحاظ وجود فلرات سنگین در آنها مورد بررسی قرار گیرند. لذا در این تحقیق میزان آلودگی سه نوع از فلزات سنگین در این آبزیان مورد بررسی قرار گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

ماهیان کپور، سالمون، قزل‌آلا و شیر و همچنین میگوی دریایی و تازه از بازار بزرگ تهران خریداری شد که سه گونه اول از دریای مازندران و سه گونه دوم از خلیج فارس صید و در کیسه‌های پلی اتیلنی و در داخل جعبه‌های یخ قرار داده شده بودند. نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها برای حذف هرگونه آلودگی با آب مقطر شسته شد (۱۲). محتویات شکمی نمونه‌ها تخلیه و بافت عضله از استخوان جداسازی و در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شد.

۲-۱. آماده‌سازی آبزیان از طریق هضم آنها جهت اندازه‌گیری فلزات سنگین کادمیوم و سرب هضم

برای هضم نمونه از دستگاه مایکروویو (Ethos 1) استفاده شد. برای این منظور، یک گرم از گوشت ماهیان، هفت میلی لیتر اسید نیتریک (۶۵%)، یک میلی لیتر هیدروژن پراکسید (۳۶%) در وسل‌های مایکروویو ریخته و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. سپس نمونه‌های هضم شده در داخل بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. غلظت سرب و کادمیوم به ترتیب توسط دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی (Varian-spectrAA-200, GTA-100) ساخت کشور آمریکا و پلاسمای جفت شده

القایی (JY138 ULTRACE) ساخت کشور فرانسه در مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی اندازه‌گیری شد (۱۴،۱۳).

۲-۲. بررسی و اندازه‌گیری فلز جیوه

برای تعیین میزان فلز جیوه، از نمونه‌های گوشت آبزیان به میزان ۰/۱گرم با ترازوی دیجیتالی توزین و در سل مخصوص دستگاه ریخته شد. میزان فلز جیوه با استفاده از دستگاه Mercury Analyzer (DMA-80) اندازه‌گیری گردید.

۲-۳. تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. به منظور مقایسه میانگین‌ها نیز، از آنالیز ANOVA واریانس یك‌طرفه استفاده گردید.

۳. یافته‌ها

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، نتایج حاصل از تعیین میزان جیوه در نمونه‌های مورد بررسی نشان داد که بیشترین مقدار این فلز در ماهی شیر و کمترین مقدار در میگوی تازه بود و سایر مقادیر این فلز بین این دو مقدار به ترتیب در میگوی دریایی، ماهی سالمون، ماهی قزل‌آلا، ماهی کپور وجود داشت. مقایسه مقادیر جیوه در گونه‌های مورد بررسی با استانداردهای جهانی همچون FDA، ۰/۵-۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم، WHO، ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و FAO، ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند که نشان داد میزان جیوه در تمامی گونه‌های مورد بررسی پایین‌تر از مقدار استاندارد می‌باشد. بنابراین، مصرف این آبزیان از نظر جیوه مشکلی برای مصرف‌کننده نمی‌کند.

جدول۱- غلظت فلز سنگین جیوه در آبزیان مورد بررسی
(بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم)

اسامی آبزیان	ماهی شیر	ماهی سالمون	میگو دریایی	ماهی قزل‌آلا	ماهی کپور	میگو تازه
جیوه	۹۵۱/۵۱۰ ±۰/۲۳۴	۵۲/۴۵۲ ±۰/۲۵۴	۶۶/۰۹۸ ±۰/۲۵۳	۳۴/۶۷۸ ±۰/۲۰۴	۳۴/۶۶۶ ±۰/۲۴۶	۲۸/۴۳۹ ±۰/۲۱۲

نتایج حاصل از تعیین میزان کادمیوم در نمونه‌های مورد بررسی که در جدول ۲ آمده است، نشان داد که مقادیر فلز کادمیوم در تمامی نمونه‌ها زیر حد قابل تشخیص توسط دستگاه بود.

بنابراین، مصرف این آبزیان از نظر وجود کادمیوم مشکلی برای مصرف‌کننده ایجاد نمی‌کند. نتایج حاصل از تعیین میزان سرب در نمونه‌های مورد بررسی نشان داد که بیشترین مقدار این فلز در میگوی دریایی و کمترین مقدار در ماهی کپور بود و سایر مقادیر این فلز بین این دو مقدار به ترتیب در میگوی تازه، ماهی قزل‌آلا، ماهی شیر و سالمون وجود داشت (جدول ۲). مقادیر مجاز فلز سرب در استانداردهای جهانی مختلف همچون FDA، ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، WHO، ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، NHMRC، ۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و MAFF، UK، ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند. نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بیش از ۹۵ درصد جیوه جذب شده در بافت گوشتی تجمع می‌یابد (۱۵). مقایسه نتایج حاصل از بررسی جیوه با نتایج مطالعه‌ای که بر روی دو گونه ماهی خلیج فارس (mackerel croaker) انجام گرفت، نشان داد میزان جیوه در دو ماهی مورد مطالعه بیشتر از نتایج کار خشنود و همکاران بود (۱۶). در مطالعه طبری و همکاران در تالاب گمیشان و ساحل گرگان که بر روی یک نوع ماهی انجام شد، میزان فلز سرب ۰/۱۳۸-۰/۰۹۹ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آمد (۱) که در مقایسه با میزان سرب بدست آمده در این مطالعه به جز میگوی دریایی بالاتر بود. این تفاوت ممکن است به دلیل تفاوت در زمان نمونه، محل نمونه‌برداری، نوع آبزی و غیره باشد. در مطالعه‌ای در دریای خلیج گرگان، میزان فلز سرب در یک نوع ماهی ۰/۱۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (۱۷) که برابر با میزان میگوی دریایی و بالاتر از مقدار به دست آمده در سایر ماهیان مطالعه حاضر است.

جدول ۲- غلظت فلز سنگین کادمیوم و سرب در آبزیان مورد بررسی
(بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم)

اسامی آبزیان	ماهی شیر	ماهی کپور	ماهی سالمون	ماهی قزل‌آلا	میگوی تازه	میگوی دریایی
سرب	۰/۰۴ ±۰/۱۳۲	۰/۰۳ ±۰/۴۳۲	۰/۰۴ ±۰/۲۳۵	۰/۰۵ ±۰/۲۲۳	۰/۰۹ ±۰/۱۸۹	۰/۱۳ ±۰/۱۹۸
کادمیوم	غیر قابل تشخیص	غیر قابل تشخیص	غیر قابل تشخیص	غیر قابل تشخیص	غیر قابل تشخیص	غیر قابل تشخیص

مقایسه میزان کادمیوم با نتایج پژوهشی در منطقه خلیج فارس نشان داد که میزان کادمیوم در نمونه های دریای خزر بالاتر است، که می‌تواند به علت عدم ارتباط دریای خزر با سایر آب‌ها، زمان ماندگاری آلاینده‌های مختلف ورودی افزایش یابد، به طوری که تصفیه آلاینده‌ها به کندی صورت می‌گیرد (۱۸). در مطالعه‌ای که بر روی برخی ماهیان دریای خزر انجام شد (۱)، میزان

کادمیوم آنها بیشتر از میزان کادمیوم در این مطالعه بود، زیرا به دلیل کم بودن میزان این فلز در نمونه‌های مطالعه حاضر، دستگاه قادر به تشخیص مقادیر آن نبود. در مطالعه‌ای دیگر که بر روی ماهی تن انجام شد، میزان فلز کادمیوم، ۰/۰۵۲ میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین شد (۱۹) که از نتایج حاصل از این مطالعه بالاتر است. می‌توان بیان نمود که میزان فلزات سنگین در نمونه‌های مورد بررسی پایین‌تر و یا نزدیك به استانداردهای جهانی است. بنابراین، مصرف این آبزیان از نظر وجود کادمیوم، سرب و جیوه مشکلی را برای مصرف‌کننده ایجاد نمی‌کند. با این وجود مقادیر تمام فلزات بایستی بدلیل تاثیرگذاری فصول مختلف بر میزان آنها کنترل شود (۲۰،۲۱).

٤. نتیجه‌گیری

تفاوت در مقادیر فلزات سنگین در آبزیان این مطالعه با گونه‌های دیگر در کشورهای مختلف ممکن است به دلیل تاثیر عوامل مختلفی باشد، از جمله شرایط جغرافیایی، محیطی، ترددهای دریایی، صنایع مجاور در حاشیه سواحل، پسماندهای جامد، سایر منابع آلودگی آب و قوانین دفع پساب‌ها. همچنین نوع گونه‌های ماهیان، میگوها و بخش‌های مختلف از بافت‌های آنها می‌توانند نتایج متفاوتی را ارائه نمایند.

پیشنهاد می‌گردد مراکز تحقیقاتی مرتبط با شیلات در کشور، میزان آلودگی انواع ماهیان موجود در ایران را بررسی نمایند تا ضمن اطلاع از کیفیت بهداشتی آنها، تصمیماتی برای کاهش عوامل ایجاد آلودگی اتخاذ گردد.

References

1. Tabari S, Saravi SS, Bandany GA, Dehghan A, Shokrzadeh M. Heavy metals (Zn, Pb, Cd and Cr) in fish, water and sediments sampled form Southern Caspian Sea, Iran. *Toxicology and industrial health*. 2010; 26(10): 649-656.
2. Mashroofeh A, Bakhtiari AR, Pourkazemi M, Rasouli S. Bioaccumulation of Cd, Pb and Zn in the edible and inedible tissues of three sturgeon species in the Iranian coastline of the Caspian Sea. *Chemosphere*. 2013; 90(2): 573-580.
3. Angelidis MO, Aloupi M. Metals in sediments of Rhodes harbour, Greece. *Marine Pollution Bulletin*. 1995; 31(4-12): 273-276.
4. Barreiro R, Real C, Carballeira A. Heavy metals in sediment cores from a NW Spain estuary. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*. 1994; 53(3): 368-373.
5. Carballeira A, Carral E, Puente X, Villares R. Regional-scale monitoring of coastal contam¡ nat¡ on. Nutrients and heavy metals in estuarine sediments and organisms on the coast of Galicia (northwest Spain). *Environment and Pollution*. 2000; 13: 534-572.
6. Rajaei Gh, Hasanpour M, Mehdi Nezhad M. Metal concentration heavy metals (Zn, Pb, Cr and Cd) in water and sediment in Gorganrood River. *Health Care*. 2013; 8(5): 80-94.
7. Jaffar M, Ashraf M, Rasool A. Heavy metal contents in some selected freshwater fish and relevant waters. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*. 1988; 31: 189-193.
8. Kalay G, Kalay CR. Structure and physical property relationships in processed polybutene-1. *Journal of applied polymer science*. 2003; 88(3): 814-824.
9. Pruvot C, Douay F, Hervé F, Waterlot C. Heavy metals in soil, crops and grass as a source of human exposure in the former mining areas (6 pp). *Journal of soils and sediments*. 2006; 6(4): 215-20.
10. Orian Sh, Tatina M, Gharibkhani M. The effects of oil pollution in the northern area of Persian Gulf on the concentration of Heavy metals (nickel, lead, cadmium and Vanadium) in the muscle tissue of fish (Pampus rgenteuss). *Oceanography*. 2001; 1(4): 61-68.
11. Saeidi M, Karbasi A, Nabi Bid Hendi Gh, Mehrdadi N. The effect of Human Activity on the Bioaccumulation of Heavy metals in the Tajan River in the Mazandaran Province. *Ecology*. 2007; 40: 41-50.
12. Alturiqi AS, Albedair LA. Evaluation of some heavy metals in certain fish, meat and meat products in Saudi Arabian markets. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*. 2012; 38(1): 45-49.
13. Bakkali K, Martos NR, Souhail B, Ballesteros E. Characterization of trace metals in vegetables by graphite furnace atomic absorption spectrometry after closed vessel microwave digestion. *Food Chemistry*. 2009; 116(2): 590-594.
14. Nabulo G, Oryem-Origa H, Diamond M. Assessment of lead, cadmium, and zinc contamination of roadside soils, surface films, and vegetables in Kampala City, Uganda. *Environmental Research*. 2006; 101(1): 42-52.

15. Gharaei A, Esmaili SA, Jafari SV. Bioaccumulation trends of methylmercuty (MeHg) in different tissues of Beluga (Huso huso Brandt, 1869). *Iranian Journal of Biology*. 2009; 4(22): 619-625. [In Persian]
16. Khoshnoud MJ, Mobini K, Javidnia K, Hosseinkhezri P, Aeen Jamshid K. Heavy metals (Zn, Cu, Pb, Cd and Hg) contents and fatty acids ratios in two fish species (Scomberomorus commerson and Otolithes ruber) of the Persian Gulf. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2011; 7(3): 191-196.
17. Shahryari A, Golfirozy K, Noshin Sh. Muscular concentration of cadmium and lead in carp, mullet and kutum of the Gorgan Bay, Caspian Sea. *Iranian Scientific Fisheries Journal.* 2010; 19(2): 95–100. [In Persian]
18. Yaghobzadeh Y, Hossein-Nezhad M, Asadi-Shiran G, Pourali M. An investigation of lead concentration in Rutilus frisii kutum form Caspian Sea case study of Bandar Anzali and Roodsar, Iran. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2014; 23(110): 102-108.
19. Hussein A, Khaled A. Determination of metals in tuna species and bivalves from Alexandria, Egypt. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*. 2014; 40(1): 9-17.
20. Metwally MA, Fouad IM. Biochemical changes induced by heavy metal pollution in marine fishes at Khomse Coast, Libya. *Global veterinaria*. 2008; 2(6): 308-311.
21. Najm M, Shokrzadeh M, Fakhar M, Sharif M, Hosseini SM, Rahimi Esboei B, Habibi F. Concentration of heavy metals (Cd, Cr and Pb) in the tissues of Clupeonella cultriventris and Gasterosteus aculeatus from Babolsar coastal waters of Mazandaran Province, Caspian Sea. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences.* 2014; 24(113): 185-192.

استناد به این مقاله:

خوشدونی فراهانی، زهرا (۱۳۹۹). ارزیابی تجمع فلزات سنگین در گونه‌هایی از آبزیان (ماهیان کپور، سالمون، قزل‌آلا، شیر و میگوهای دریایی و تازه). *بیولوژی کاربردی*، دوره ۱۰، شماره ۳۷، ص ۷۴-۸۳ .