

تجمع زیستی فلزات سنگین در ماهیچه و کبد گربه کوسه لکه دار (*Chiloscyllium punctatum*)

در خور موسی

اسحاق هاشمی^{۱*}

eshagh.hashemi@gmail.com

محمدعلی سالاری علی آبادی^۲

علیرضا صفاهیه^۳

کمال غانمی^۴

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۹/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۸/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: فلزات سنگین، ساختارهای پایداری هستند که بخش عمده ای از آلاینده های وارد شده به آب های ساحلی را تشکیل می دهند. از آنجا که این عناصر قابلیت تجزیه زیستی ندارند، افزایش غلظت آن ها در محیط زیست دریا می تواند زیان هایی برای سلامت موجودات زنده در بر داشته باشند. در این مطالعه سطح فلزات سنگین (جیوه، روی، مس، کادمیوم و سرب) در بافت های کبد و ماهیچه گربه کوسه لکه دار در خور موسی سنجش گردید.

روش بررسی: نمونه ها جهت خشک شدن به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند تا به وزن ثابت برسند. حدود یک گرم از هر بافت خشک شده توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شده و به لوله های شیشه ای انتقال یافت. سپس ۱۰ میلی لیتر مخلوط اسید نیتریک ۶۵ و اسید سولفوریک با نسبت ۱:۲ تهیه شده از کارخانه مرک آلمان به آن ها افزوده شد. پس از خشک کردن و هضم نمونه ها غلظت جیوه آنها به وسیله دستگاه جذب اتمی با روش بخار سرد اندازه گیری شد. همچنین غلظت بقیه فلزات سنگین با استفاده از دستگاه جذب اتمی سنجش گردید.

یافته ها: به طور کلی غلظت کلیه فلزات در کبد بیش از ماهیچه بود. ترتیب غلظت فلزات در بافت های کبد روی <مس< جیوه< سرب< کادمیوم و در بافت ماهیچه روی< جیوه< مس می باشد. در بافت ماهیچه غلظت فلزات کادمیوم و سرب زیر حد تشخیص دستگاه بود. مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت های کبد و ماهیچه نشان داد که بین آن ها اختلاف معنی داری وجود دارد ($P < 0/05$). بین غلظت فلز جیوه در بافت های کبد و ماهیچه با وزن و طول گربه کوسه همبستگی مستقیم و معنی داری وجود دارد ($P < 0/05$). همچنین نتایج نشان داد غلظت جیوه در بافت های کبد و ماهیچه دارای همبستگی و معنی داری است ($P < 0/05$).

نتیجه گیری: مقایسه غلظت فلزات در بافت کبد و ماهیچه با استاندارد های مختلف جهانی، حاکی از آن بود که فقط جیوه بالاتر از حد استاندارد می باشد سطح بالای جیوه در بدن این موجودات احتمالا می تواند ناشی از وجود منابع جیوه نظیر صنایع پتروشیمی در منطقه باشد. بنابراین با توجه به نتایج یافت شده از تحقیق حاضر پایش مداوم و دقیق تر منطقه با استفاده از سایر آزمون های خوراکی قویا توصیه می شود.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، گربه کوسه لکه دار، جیوه، خور موسی.

*۱- (مسئول مکاتبات): کارشناسی ارشد زیست شناسی دریا گرایش آلودگی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران.

۲- استادیار گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران.

۳- استادیار گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران.

۴- استادیار گروه شیمی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران.

Bioaccumulation of Heavy Metals in Muscle and Liver of Shark (*Chiloscyllium punctatum*) in Khor Musa

Eshagh hashemi^{1*}

eshagh.hashemi@gmail.com

Mohamad Ali Salari Ali Abadi²

Alireza Safahieh³

Kamal Ghanemi⁴

Abstract

Background and Objective: In this study, the levels of heavy metals (mercury, zinc, copper, cadmium and lead) were measured in the liver and muscle tissues of Bamboo Shark in Khor Musa.

Method: To do the process, after drying and digestion of samples, the concentration of mercury samples was measured and it was found that the level of whole metals in liver was higher than in muscle. The metal concentrations in liver and muscle tissue were obtained according to the following order Zn> Cu> Hg> Pb> Cd and Zn> Hg> Cu, respectively. The concentration of two nonessential metals, cadmium and lead, was not detected in muscle. There was a significant difference between the level of metals in liver and muscle. Also, level of mercury in liver and muscle showed a direct correlation with shark's weight and length.

Conclusion: Comparison of metal concentrations in liver and muscle with various world standards indicated that only the level of mercury is higher than standard limits. High accumulation of mercury in the animal's body is likely originated from mercury sources such as petrochemical plants. Hence, considering all the obtained data, it is highly advised to have a constant monitoring over the aquatic animals, certainly edible ones, existing in the area.

Keywords: Heavy metals, Bamboo Shark, Mercury, Khor Musa.

1- M.Sc. Student, Department of Marine Biology, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran. * (Corresponding Author)

2- Assist. Professor, Department of Marine Biology, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khorramshahr, Iran.

3- Assist. Professor, Department of Marine Biology, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khorramshahr, Iran.

4- Assist. Prof., Department of Marine Chemistry, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khorramshahr, Iran.

مقدمه

آلاینده‌هایی که قابلیت بزرگ‌نمایی زیستی دارند، در سطوح بالاتر تغذیه‌ای با غلظت‌های به مراتب بیش‌تری اندازه‌گیری می‌شوند. لذا جانورانی که در سطوح بالای غذایی قرار گرفته‌اند برای پایش چنین آلاینده‌هایی مناسب‌تر از سایر جانوران به نظر می‌رسند. گربه کوسه لکه دار (*Chiloscyllium punctatum*) یا همان بمبک گربه است که به وفور در خور موسی یافت می‌شود. عموماً از ماهیان کفزی، بی‌مهرگان و سخت‌پوستان تغذیه می‌کند. (۵ و ۶). با توجه به رفتار شکارگری، قرار گرفتن در بالای زنجیره غذایی و عمر طولانی گربه کوسه‌های لکه دار، احتمال دارد آلاینده‌ها در بافت‌های آن تجمع پیدا کند. از آنجایی که این گونه به وسیله افراد محلی به مصرف تغذیه می‌رسد و می‌تواند سلامت انسان را به خطر اندازد، لذا گربه کوسه لکه دار یا بمبک گربه پایشگر مناسبی از وضعیت فلزات سنگین در اکوسیستم دریایی خور موسی می‌باشد.

هدف از این تحقیق مطالعه غلظت فلزات سنگین (جیوه، سرب، کادمیوم، مس و روی) در بافت‌های ماهیچه و کبد گربه کوسه لکه دار در خور موسی و مقایسه آن با استانداردهای جهانی و همچنین همبستگی آن با وزن و طول گربه کوسه می‌باشد.

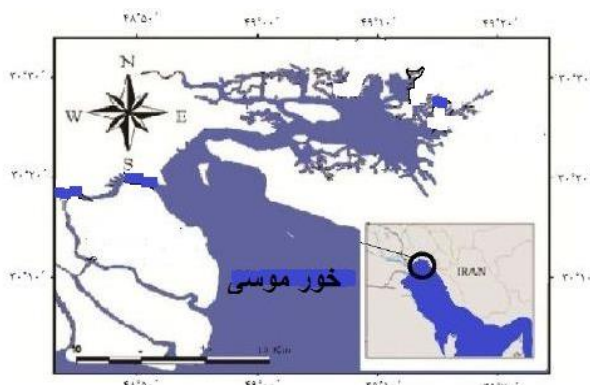
روش بررسی

خور موسی کانال طولی و عمیقی است که از خلیج فارس منشعب شده، در ساحل شمالی خلیج فارس و جنوب استان خوزستان واقع است. پهنای دهانه آن ۳۷ تا ۴۰ کیلومتر، طول از دهانه تا بندر امام خمینی ۹۰ کیلومتر و تا بندر ماهشهر ۱۲۰ کیلومتر، عمق ۲۰ تا ۵۰ متری می‌باشد.

پیشرفت علم و فن‌آوری، موجب توسعه سریع صنایع به ویژه در مناطق ساحلی گردیده است که این توسعه به نوبه خود منجر به ورود مقادیر زیادی آلاینده به اکوسیستم‌های ساحلی می‌شود. فلزات سنگین، ساختارهای پایدار هستند که بخش عمده‌ای از آلاینده‌های وارد شده به آب‌های ساحلی را تشکیل می‌دهند. این عناصر قابلیت تجزیه زیستی ندارند بنابراین افزایش غلظت آن‌ها در محیط زیست دریا می‌تواند زیان‌هایی برای سلامت موجودات زنده در بر داشته باشد.

فلزات سنگین به دو دسته ضروری و غیر ضروری تقسیم بندی می‌شوند. فلزاتی نظیر مس و روی برای متابولیسم آب‌زیان ضروری هستند. ولی فلزاتی مانند جیوه، کادمیوم و سرب نقشی در سیستم بیولوژیکی موجودات ندارند و غیر ضروری محسوب می‌شوند. اثرات سمی این گروه از فلزات در هر غلظتی ظاهر می‌شود و چنانچه غلظت آن‌ها از میزان مشخصی فراتر رود، می‌توانند اثرات جبران‌ناپذیری بر روی آب‌زیان به جای گذارند. (۲ و ۱). فلزاتی مانند جیوه قابلیت بزرگ‌نمایی زیستی داشته و از یک سطح غذایی به سطح دیگر به سرعت افزایش یافته که در این حالت جاندارانی مانند انسان که در راس هرم غذایی قرار می‌گیرند، با شدت بیش‌تری تهدید می‌شوند (۳).

محدوده آبی خور موسی واقع در شمال غرب خلیج فارس در استان خوزستان به دلیل حضور صنایع مختلف از جمله پتروشیمی، شیلات، بنادر و کشتی‌رانی و تاسیسات نفتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مطالعات نشان داده که آب، رسوب این منطقه به فلزات سنگین و به خصوص جیوه آلوده می‌باشند (۴). با توجه به سمیت جیوه، قابلیت بزرگ‌نمایی زیستی و وجود آلودگی در منطقه می‌تواند خطر بالقوه‌ای برای مصرف‌کنندگان شیلاتی به ویژه ماهیان محسوب گردد. به همین دلیل لازم است برای اطمینان از سلامتی، این محدوده آبی مورد پایش مداوم و منظم قرار گیرد.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

Figure 1- The study area

نمونه برداری در زمستان ۱۳۹۱ صورت پذیرفت. با استفاده از تور ترال ۱۵ عدد گربه کوسه لکه دار با میانگین طولی $27/4 \pm 7/2$ سانتی‌متر و میانگین وزنی $214/2 \pm 86/4$ گرم با استفاده از تور ترال صید شدند. نمونه‌ها پس از صید در یخدان قرار داده شده و به آزمایشگاه دانشگاه علوم و فنون دریایی خرم‌شهر منتقل شدند. مراحل زیست‌سنجی و جداسازی بافت‌ها انجام گرفت و تا زمان آنالیز در فریزر -20 درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. قبل از هضم کردن، ابتدا نمونه‌های بافت از فریزر خارج و در دمای آزمایشگاه یخ آن‌ها ذوب گردید. سپس برای خشک کردن، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای 50 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا به وزن ثابت

ممنون از آقایان دکتر سید علی‌اکبر حسینی و دکتر سید علی‌اکبر حسینی بابت راهنمایی‌ها و همکاری‌ها در طول این پژوهش. همچنین از آقایان دکتر سید علی‌اکبر حسینی و دکتر سید علی‌اکبر حسینی بابت راهنمایی‌ها و همکاری‌ها در طول این پژوهش. همچنین از آقایان دکتر سید علی‌اکبر حسینی و دکتر سید علی‌اکبر حسینی بابت راهنمایی‌ها و همکاری‌ها در طول این پژوهش.

بر سند (۷)، کلیه و سایل مورد استفاده و شیشه‌آلات به مدت ۲۴ ساعت در اسید نیتریک ۰/۰۵ جهت اسید شویی قرار داده شدند و سپس با استفاده از آب دو بار تقطیر شستشو شدند. حدود یک گرم از هر بافت خشک شده توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شده و به لوله‌های شیشه‌ای انتقال یافت. سپس ۱۰ میلی‌لیتر مخلوط اسید نیتریک ۶۵ و اسید سولفوریک با نسبت ۱:۲ تهیه شده از کارخانه مرک آلمان به آن‌ها افزوده شد. به منظور هضم جیوه علاوه بر مخلوط فوق همزمان ۱۵ میلی‌لیتر پتاسیم پرمنگنات ۰/۰۵ جهت تسهیل اکسیداسیون نمونه‌ها ۱ اضافه گردید (۷). نمونه‌ها برای مدت ۳ ساعت بر روی هات پلیت با دمای ۹۰ درجه قرار داده شدند. پس از انجام عملیات هضم، نمونه‌ها از کاغذ صافی ۴۲ میکرون عبور داد شدند و در نهایت با آب دوبار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانیده شدند. فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی با استفاده از دستگاه جذب اتمی مخصوص فلزات سنگین مدل SAVANTA سنجش گردید. برای اندازه‌گیری جیوه، نمونه‌های هضم شده به ظرف واکنش که حاوی ۵ میلی‌لیتر محلول کلرید قلع ۰/۱۰ بود اضافه و پس از واکنش کامل، بخارهای جیوه تولید شده توسط گاز نیتروژن با سرعت جریان ۱۰۰ ml/min از محلول خارج شده و به سمت سل اندازه‌گیری هدایت شد. میزان جذب جیوه توسط دستگاه جذب اتمی مدل Unicam ساخت انگلستان در طول موج ۲۵۳/۷ نانومتر با استفاده از شیوه بخار سرد اندازه‌گیری شد. کلیه اندازه‌گیری‌ها در شرایط بهینه توصیه شده کارخانه سازنده انجام گرفت.

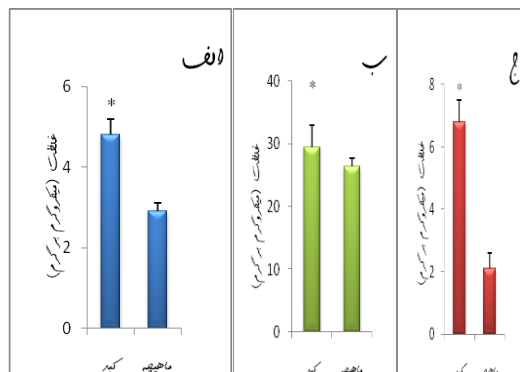
نرمالیتی داده‌ها با استفاده از تست Shapiro-wilk و از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و پس از آزمون Tukey به منظور بررسی اختلاف معناداری محتوای فلزات سنگین در بافت‌های مختلف کوسه‌ها انجام گرفت. همچنین برای بررسی همبستگی بین وزن و طول کوسه‌ها با محتوای فلزات سنگین از آزمون همبستگی پیرسون در سطح ۰/۹۹ استفاده شد. غلظت فلزات سنگین (جیوه، سرب، مس، روی و کادمیوم) در بافت‌های کبد و ماهیچه گربه کوسه لکه‌دار صید شده از خور موسی بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک برای هر نمونه و میانگین آن‌ها به صورت (انحراف معیار± میانگین) برای هر فلز به تفکیک در جدول ۱ درج شده است. غلظت روی در دو بافت کبد و ماهیچه به ترتیب $29/4 \pm 3/5$ و $26/4 \pm 1/3$ میکروگرم بر گرم بود. محتوای مس در بافت‌های کبد و ماهیچه از روی کم‌تر و به ترتیب معادل $6/8 \pm 0/7$ و $2/1 \pm 0/5$ میکروگرم بر گرم بود. از میان فلزات غیر ضروری غلظت جیوه به میزان قابل توجهی بالا و در بافت‌های کبد و ماهیچه به ترتیب $4/8 \pm 0/38$ و $2/9 \pm 0/22$ میکروگرم بر گرم بود. این در حالی است که غلظت دو فلز غیر ضروری کادمیوم و سرب گربه کوسه مورد مطالعه نسبت به سایر عناصر بسیار کم بود. در واقع مقدار این عناصر در بافت ماهیچه از حد میزان تشخیص دستگاه پایین‌تر بود، ولی در بافت کبد با اندکی افزایش به ترتیب برابر $0/06 \pm 0/02$ و $0/07 \pm 0/01$ میکروگرم بر گرم بود. مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت‌های کبد و ماهیچه نشان داد که بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$) (شکل ۲).

جدول ۱- غلظت فلزات (جیوه، سرب، مس، روی و کادمیوم) بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در بافت‌های کبد و ماهیچه در گربه کوسه لکه‌دار در خور موسی

Table 1- The concentration of heavy metals (mercury, lead, copper, zinc and cadmium) in terms of micrograms per gram dry weight in liver and muscle tissue stain cat sharks in Khor Musa.

Pb	Cd	Hg	Cu	Zn	بافت
$0/07 \pm 0/01$	$0/06 \pm 0/02$	$4/8 \pm 0/38$	$6/8 \pm 0/7$	$3/5 \pm 29/4$	کبد
nd	nd	$0/22 \pm 2/9$	$0/5 \pm 2/1$	$26/4 \pm 1/3$	ماهیچه

nd: غیر قابل تشخیص

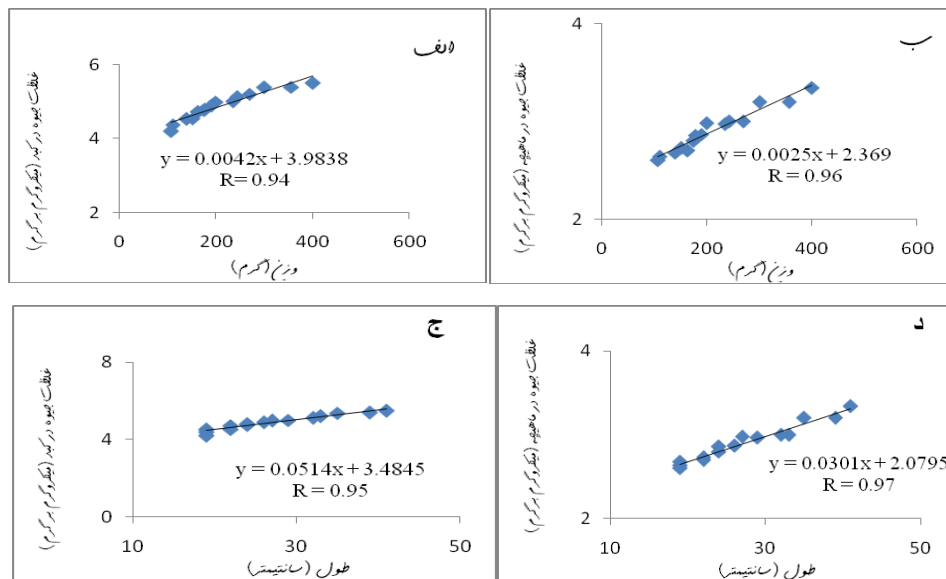


شکل ۲- مقایسه غلظت فلزات (الف: جیوه، ب: روی ج: مس) در بافت‌های ماهیچه و کبد؛ علامت ستاره بیانگر اختلاف معناداری می‌باشد.

Figure 2- Comparison of metal concentrations (a: mercury, b: Zn; c: Cu) in muscle and liver tissues, the asterisk represents the difference is significant

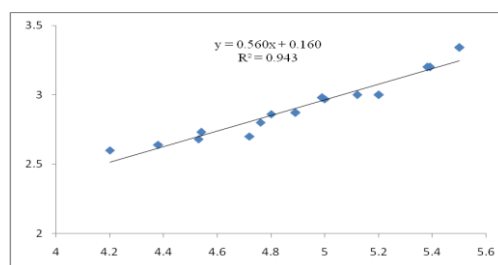
بین غلظت فلز جیوه در بافت های کبد و ماهیچه با وزن و طول گربه کوسه همبستگی مستقیم و معنی داری وجود دارد ($P < 0.05$). در حالی که دیگر فلزات نظیر مس و روی این همبستگی را با وزن و طول نشان ندادند (شکل ۴).

همچنین نتایج نشان داد غلظت جیوه در بافت های کبد و ماهیچه از همبستگی و معنی داری برخوردار می باشند ($P < 0.05$) (شکل ۳).



شکل ۳- همبستگی محتوای جیوه در کبد و ماهیچه با وزن و طول (الف: همبستگی بین جیوه در کبد با وزن، ب: همبستگی بین جیوه در ماهیچه با وزن، ج: همبستگی بین جیوه در کبد با طول و د: همبستگی بین جیوه در ماهیچه با طول)

Figure 3- Correlation mercury content in the liver and muscles with weight and length (a: correlation between mercury in liver weight, b: the correlation between mercury in muscle weight, c: and d: the correlation between mercury in the liver, with the correlation between mercury in muscle length)



شکل ۴- همبستگی غلظت جیوه در کبد و ماهیچه

Figure 4- The correlation between mercury concentration in the liver and muscles

یافته ها

آلودگی کم این فلزات در محیط دانست. Licata و همکاران در سال ۲۰۰۵ غلظت فلزات سنگین را در گونه (Thunnus thynnus) در تنگه MESSINA مورد بررسی قرار دادند و مقادیری از سرب و کادمیوم در بافت ماهیچه گونه یاد شده مشاهده نکردند (۷). که با یافته تحقیق حاضر همخوانی دارد. مقایسه غلظت فلزات در بافت کبد و ماهیچه با استاندارد های مختلف جهانی، حاکی از آن است که فقط جیوه بالاتر از حد استاندارد می باشد (جدول ۲). وجود مقادیر بالای مس و روی در بافت کبد و ماهیچه را می توان نیاز ضروری گربه کوسه به آن دانست. در حالی که جیوه از فلزات غیر ضروری بوده و هیچ نقشی در سیستم بیولوژیکی موجود ندارد. این از نظر سم شناسی محیطی یک خطر جدی برای مصرف کننده محسوب می شود.

با توجه به جدول ۱ مشاهده شد که غلظت کلیه فلزات روی، مس، جیوه، کادمیوم و سرب در بافت کبد بیش تر از ماهیچه بوده و ترتیب آن در بافت های کبد روی < مس < جیوه < سرب < کادمیوم و در بافت ماهیچه به صورت روی < جیوه < مس می باشد.

کبد آب زیان مهم ترین عضو آنان در سمیت زدایی آلاینده ها به خصوص فلزات سنگین می باشد (۸). به نظر می رسد بالاتر بودن غلظت فلزاتی نظیر مس، روی و جیوه در بافت کبد نسبت به بافت ماهیچه ناشی از عملکرد متابولیک این اندام در سمیت زدایی و دفع آلاینده ها باشد. Jezierska و همکاران (۲۰۰۶) نیز تجمع فلزات در بافت کبد را ناشی از عملکرد این اندام در نقش سمیت زدایی می دانند (۹). فلزاتی مانند سرب و کادمیوم مقادیر کمی را در بافت های کبد و ماهیچه نشان دادند. که می توان علت آن را

جدول ۲- مقایسه غلظت فلزات سنگین در گربه کوسه لکه دار با استاندارد های جهانی

Table 2- Compares the concentration of heavy metals in the cat shark fowl line with international standards

منبع	Pb	Cd	Hg	Cu	Zn	استاندارد ها
(۱۰)	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۳۰	۳۰	WHO, 1985
(۱۰)	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۳۰	۳۰	FAO, 1983
(۱۱)	۱	۰/۱		۲۰		Turkish Guidelines ^۱
(۱۲)	۲	۰/۵				Saudi Arabia
(۱۲)	۰/۵	۰/۰۵				EC ^۲
تحقیق حاضر	nd	nd	۲/۹	۲/۱	۲۶/۴	بافت ماهیچه
تحقیق حاضر	۰/۰۷	۰/۰۶	۴/۸	۶/۸	۲۹/۴	بافت کبد

nd: غیر قابل تشخیص

تفاوت در نوع تغذیه و سایر ویژگی های زیستی و تفاوت در زمان نمونه برداری می تواند دلیل کاهش غلظت فلزات سنگین در گربه کوسه لکه دار باشد. این درحالی است که نوع گونه، وضعیت اکولوژیکی، نوع تغذیه، سن و اندازه موجود نیز موثر می باشند. همچنین نتایج اکثر مطالعات، غلظت بالاتر از حد استاندارد برای جیوه در گونه های مورد بررسی نشان دادند.

همچنین نتایج این مطالعه با سایر پژوهش های صورت گرفته در مورد سایر گونه های ماهی موجود در خور موسی یا دیگر نقاط جهان جدول شماره ۳ مورد مقایسه قرار گرفته است. همان گونه که از جدول ۱۳ استنباط می شود غلظت فلزات (مس، کادمیوم و سرب) در بافت کبد در گربه کوسه لکه دار با ماهی بیاح *Liza abu* که در همان منطقه توسط نتایج Safahiea و همکاران در سال ۲۰۱۱ مورد مطالعه قرار گرفته است، کم تر می باشد (۴).

جدول ۳- مقایسه غلظت فلزات سنگین گونه های مختلف ماهی در منطقه خور موسی و سایر نقاط جهان با مطالعه حاضر

Table 3- Compares the different species of fish concentrations of heavy metals in the region and the rest of The world Khor Musa with study

منبع	سرب	کادمیوم	جیوه	مس	روی	مکان	گونه	بافت
(۱۳)	۱/۷۲	۰/۱۹	-	۰/۶۹	-	ترکیه	<i>Dicentrarchus labrax</i>	کبد
(۱۴)	۱/۸۷	۰/۱۹	-	۲/۶۳	-	ترکیه	<i>Sparus aurata</i>	
(۷)	۰/۳۱	۱/۱۹	۱/۸۸	۱۸/۴۵	۴/۴۷	دریاچه میسینا	<i>Thunnus thynnus</i>	
(۴)	۳/۶۴	۰/۷۰		۳۲/۸۸		خور موسی	<i>Liza abu</i>	
(۱۵)	۰/۱۶	۱/۲۵	۳۳۷	۳۲	۱۹۱	انگلستان	<i>Delphinus delphis</i>	
(۱۶)	۰/۰۶	۲/۵۵	۲۳	۲۷/۷	۱۵۸	سواحل برزیل	<i>Delphinus delphis</i>	
تحقیق حاضر	۰/۰۷	۰/۰۶	۴/۸	۶/۸	۲۹/۴	خور موسی	<i>Chiloscyllium punctatum</i>	ماهیچه
(۱۳)	۰/۴۰	۰/۰۸	-	۰/۲۶	-	ترکیه	<i>Dicentrarchus labrax</i>	
(۱۴)	۲/۴۴	۰/۱۰	-	۰/۸۲	-	ترکیه	<i>Sparus aurata</i>	
(۷)	nd	nd	۳/۰۳	۱/۱۵	۳۰/۳۲	دریاچه میسینا	<i>Thunnus thynnus</i>	
(۴)	۲/۵۴	۰/۲۰	-	۱/۷۳	-	خور موسی	<i>Liza abu</i>	
(۱۷)	۲/۴۳	۰/۰۷۲	-	-	-	خلیج فارس	<i>Solea elongata</i>	
(۱۷)	۲/۰۹	۰/۱۰	-	-	-	خلیج فارس	<i>Psettodes erumei</i>	
(۱۸)	۰/۱۶	۲/۳۸	۲/۹۸	۵/۹۳	۵۳/۱	سواحل کره جنوبی	<i>Delphinus delphis</i>	
تحقیق حاضر	nd	nd	۲/۹	۲/۱	۲۶/۴	خور موسی	<i>Chiloscyllium punctatum</i>	

1- Turkish Environmental Guidelines, 1988

2- European Communities

گردد. سطح بالای جیوه در بدن این موجودات احتمالا می‌تواند ناشی از وجود منابع جیوه نظیر صنایع پتروشیمی در منطقه باشد. بنابراین با توجه به نتایج یافت شده از تحقیق حاضر پایش مداوم و دقیق تر منطقه با استفاده از سایر آب زیان به خصوص آب زیان خوراکی قویا توصیه می‌شود.

منابع

- 1- Fairbrother, A., R. Wenstel, et al. (2007). "Framework for metals risk assessment." *Ecotoxicol. Environ. Saf* 68(2): 145-227.
- 2- Xu, J., L. Yang, Z. Wang, G. Dong, J. Huang, and Y. Wang. 2006. Toxicity of copper on rice growth and accumulation of copper in rice grain in copper contaminated soil. *Chemosphere*, 62:602-607.
- 3- Mazej, Z., S. Al Sayegh-Petkovšek, et al. (2010). "Heavy metal concentrations in food chain of lake Velenjsko jezero, Slovenia: an artificial lake from mining." *Arch. Environ. Contam. toxicol* 58(4): 998-1007.
- 4- Safahieh, A., F. A. Monikh, et al. (2011). "Heavy Metals Concentration in Mullet Fish, Liza abu from Petrochemical Waste Receiving Creeks, Musa Estuary (Persian Gulf)." *J. Environ. Pro2* (9): 1218-1226.
- 5- White, W., and I. Potter. 2004. Habitat partitioning among four elasmobranch species in nearshore, shallow waters of a subtropical embayment in Western Australia. *Marine Biology*, 145:1023-1032.
- 6- Harahush, B. K., N. S. Hart, et al. (2009). "Retinal neurogenesis and ontogenetic changes in the visual system of the brown banded bamboo shark, *Chiloscyllium punctatum* (Hemiscyllidae, Elasmobranchii)." *J Comp Neurol* 513(1): 83-97.
- 7- Licata, P., D. Trombetta, et al. (2005). "Heavy metals in liver and muscle of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) caught in the straits of Messina (Sicily, Italy)." *Environ. Monit. assess* 107(1-3): 239-248.
- 8- Voigt, H.-R. (2003).. Concentrations of mercury and cadmium in some coastal fishes from the Finnish and, *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Biology and Ecology*, Vol. 52, pp. 305-318. Estonian Academy Publishers.
- 9- Jezierska, B. and M. Witeska (2006). The metal uptake and accumulation in fish living in

نتایج نشان داد که بین سطح جیوه در بافت‌های کبد و ماهیچه با طول و وزن گربه کوسه لکه‌دار همبستگی مستقیم و معناداری وجود دارد. درحالی‌که این همبستگی برای دیگر فلزات همچون روی، مس مشاهده نشد (شکل ۳). همبستگی بالا برای غلظت جیوه با وزن و طول می‌تواند به دلیل خاصیت تجمع جیوه و تنبل بودن و عدم تحرک زیاد گربه کوسه لکه‌دار باشد. فلز جیوه به علت تمایل زیاد به تجمع در چربی و وابستگی آن به گروه‌های سولفیدریل پروتئین به سرعت در زنجیره غذایی به حرکت در می‌آید و مقدار آن افزایش می‌یابد. بنابراین موجودات با سایز بزرگ تر نسبت به آب زیان کوچک تر به علت تجمع بیش تر دارای غلظت بالاتری جیوه بوده و خوردن آنان سلامتی انسان را بیش تر مورد تهدید قرار می‌دهد. موسوی و همکاران در سال ۱۳۸۹ با بررسی غلظت جیوه در کوسه چانه سفید (*Carcharhinus dussumieri*) در سواحل استان بوشهر ارتباط مستقیم و معناداری از سطح جیوه در بافت ماهیچه با طول مشاهده نمودند (۱۹).

Penedo de Pinho و همکاران در سال ۲۰۰۲ در ۵ گونه از کوسه در برزیل (*Mustelus Carcharhinus signatus*, *megalups Squalus*)، همبستگی *Mustelus norrisi*, *Squalus mitsukurii*, *canis* مستقیمی بین غلظت جیوه در ماهیچه و کبد با طول و وزن موجود مشاهده کردند (۲۰) که با نتایج این تحقیق مطابقت می‌کند. از سوی دیگر Licata و همکاران در سال ۲۰۰۵ همبستگی ضعیفی بین غلظت جیوه در بافت کبد و ماهیچه با طول و وزن در دو جنس ماده و نر کوسه *Thunnus thynnus* گزارش نمودند. این محققان ادعان داشتند که مشاهده فوق پدیده‌ای غیر متداول در آب زیان می‌باشد. مطالعه Canli and Atli نیز در سال ۲۰۰۳ میزان همبستگی فلزات (مس، کادمیوم، کروم، سرب و روی) با طول و وزن در شش گونه ماهی (*Mugil*, *Atherina hepsetus*, *Sparus auratus*), *Sardina pilchardus*, *Trigla cuculus*, *cephalus* (Scomberesox saurus) در دریای مدیترانه نشان داد (۲۱) که بالاترین غلظت فلزات در ماهیان مورد مطالعه وجود دارد. از طرف دیگر همبستگی بین سطح فلزات در بافت‌های بدن با طول و وزن وجود نداشت که با نتایج تحقیق حاضر کاملا همخوانی دارد.

بحث و نتیجه گیری

به طور کلی در گربه کوسه لکه دار غلظت فلزات سنگین در بافت کبد بیش تر از ماهیچه مشاهده شد که در مقایسه با استانداردهای جهانی، تنها فلز جیوه بالاتر این حد بود. لذا افرادی که از آب زیان منطقه خور موسی تغذیه می‌کنند به احتمال زیاد در معرض خطر ابتلا به آسیب‌های ناشی از جیوه قرار دارند. همچنین بین غلظت جیوه در بافت‌های کبد و ماهیچه با وزن و طول موجود یک همبستگی مستقیمی برقرار بود، درحالی‌که برای دیگر فلزات این چنین نبود. بنابراین مقادیر بیش تری جیوه در بافت های آب زیان با اندازه بزرگ تر تجمع می‌یابد. گربه کوسه لکه‌دار دارای زندگی طولانی، رفتار شکارگری و در بالای زنجیره غذایی قرار دارد در نتیجه جیوه زیادی در بافت های آن ها تجمع می‌یابد که می‌تواند باعث بروز صدمات جبران ناپذیری در مصرف کنندگان

- 20- De Pinho, A. P., J. R. D. Guimarães, et al. (2002). "Total mercury in muscle tissue of five shark species from Brazilian offshore waters: effects of feeding habit, sex, and length." *Environ. Res* 89(3): 250-258.
- 21- Canli, M. and G. Atli (2003). "The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species." *Environ.Pollut* 121(1): 129-136.
- polluted waters. *Soil and Water Pollut. Monit., Protect. and Rem*: 107-114.
- 10- Sankar, T., A. Zynudheen, et al. (2006). "Distribution of organochlorine pesticides and heavy metal residues in fish and shellfish from Calicut region, Kerala, India." *Chemosphere* 65(4): 583-590.
- 11- Demirak, A., F. Yilmaz, et al. (2006). "Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey." *Chemosphere* 63(9): 1451-1458.
- 12- Al-Saleh, I. and N. Shinwari (2002). "Preliminary report on the levels of elements in four fish species from the Arabian Gulf of Saudi Arabia." *Chemosphere* 48(7): 749-755.
- 13- Karadede, H., S. A. Oymak, et al. (2004). "Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey." *Environ.Int* 30(2): 183-188.
- 14- Dural, M., M. Göksu, et al. (2007). "Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon." *Food .Chem* 102(1): 415-421.
- 15- Law, R., M. Bennett, et al. (2001). "Metals and organochlorines in pelagic cetaceans stranded on the coasts of England and Wales." *Mar. pollut.bullet* 42(6): 521-525.
- 16- Kunito, T., S. Nakamura, et al. (2004). "Concentration and subcellular distribution of trace elements in liver of small cetaceans incidentally caught along the Brazilian coast." *Mar. pollut.bullet* 49(7): 574-587.
- 17- Pourang, N., A. Nikouyan, et al. (2005). "Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf." *Environ. Monit. assess* 109(1-3): 293-316.
- 18- Kim, J. and T. H. Koo (2007). "The use of feathers to monitor heavy metal contamination in herons, Korea." *Arch. Environ. Contam.. toxicol* 53(3): 435-441.

۱۹- سید عبدالمجید موسوی، عباس اسماعیل ساری، هومن رجبی اسلامی، صابر وطن دوست، عبدالرحیم پذیرا (۱۳۸۹). "بررسی میزان جیوه در چهار عضو (طحال، کلیه، باله و عضله) کوسه ماهی چانه سفید (*Carcharhinus dussumieri*) در سواحل استان بوشهر". *مجله شیلات*. دوره ۴، شماره ۲.