

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و سوم، شماره یک، فروردین ماه ۱۴۰۰

اندازه گیری کادمیوم در برخی بافت‌های فوک خزری Caspian seals در سواحل جنوب

شرقی دریای خزر

سیده ملیحه حسینی^{۱*}

malihhosseini90@yahoo.com

سمیه نمرودی^۲

امیر صیادشیرازی^۳

آنالیزا زاکارونی^۴

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۲۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۰۴

چکیده

هدف: امروزه ورود پساب‌های حاوی فلزات سنگین که بیشتر حاصل فعالیت‌های صنعتی می‌باشند، به بوم سازگان‌های آبی و به تبع آن تجمع این فلزات در بدن آبزیان یک نگرانی عمده است، که حیات آبزیان و تنوع زیستی اکوسیستم‌های آبی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. دریای خزر یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی است که ورود آلاینده‌های گوناگون آسیب جدی بر این بوم سازگان وارد کرده است. فوک خزری که تنها پستاندار دریای خزر می‌باشد، در معرض خطر انقراض قرار گرفته است. این مطالعه با هدف اندازه‌گیری کادمیوم در برخی بافت‌های فوک خزری در سواحل جنوب شرقی دریای خزر انجام یافته است.

روش بررسی: در مطالعه حاضر ده عدد لاشه فوک خزری از سواحل دریای خزر جمع آوری و کالبدگشایی شدند. نمونه‌های بافت کبد، کلیه و چربی به منظور اندازه‌گیری میزان فلز کادمیوم هضم گردیدند. غلظت فلز کادمیوم توسط دستگاه طیف سنج جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفت.

۱- نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۲- استادیار محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳- رئیس مرکز درمانی و تحقیقاتی فوک خزری.

۴- استادیار دامپزشکی، گروه دامپزشکی بهداشت عمومی و آسیب‌شناسی حیوانات، دانشکده دامپزشکی دانشگاه بولونیا ایتالیا.

یافته‌ها: غلظت فلز کادمیوم در بافت کلیه با میانگین $0/73 \pm 13/59$ میکروگرم بر گرم بیشتر از کبد با میانگین $0/16 \pm 1/6$ میکروگرم بر گرم و بیشتر از چربی با میانگین $0/07 \pm 0/02$ بود. میزان غلظت کادمیوم در بافت‌های فوک‌های نر و ماده مورد بررسی قرار گرفت و رابطه معنی داری بین غلظت فلز کادمیوم با جنسیت فوک‌ها وجود نداشت. وجود مقادیر قابل توجه فلز کادمیوم در ۹۰ درصد نمونه‌ها، آلودگی بالای دریای خزر به فلزات سنگین از جمله فلز کادمیوم که حتی در مقدار بسیار کم سمی می‌باشد، را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به کاهش چشم‌گیر جمعیت فوک خزری در سال‌های اخیر و پایداری فلزات سنگین، باید استفاده از این فلزات سمی در عرصه صنعت کاهش داده و همچنین منابع ورود این آلاینده‌ها را به دریای خزر شناسایی کرده تا مانع ورود این فلزات سمی به دریای خزر شده یا قبل از ورود عمل تصفیه صورت گیرد. از این طریق هم آلودگی دریای خزر را کاهش می‌دهیم و هم به سلامت آبزیان کمک خواهیم کرد.

کلمات کلیدی: دریای خزر، فوک خزری (Caspian Seals)، آلودگی، کادمیوم، فلز سنگین

Measurement of Cadmium in Some Tissues of the Caspian Seals in the Southeastern Coast of the Caspian Sea

Seyedeh Malihe Hoseini^{1*}

malihhosseini90@yahoo.com

Somayeh Namroodi²

Amir Sayadshirazi³

Annalisa Zaccaroni⁴

Accepted: 2018.06.13

Received: 2017.09.26

Abstract

Backgrounds& Objectives: Nowadays, the entry of effluents containing heavy metals, which are mostly the result of industrial activities, into the ecosystem of aquatic organisms and, consequently, the accumulation of these metals in the body of aquatic animals is a major concern which is aquatic life and biodiversity of aquatic ecosystems affects. The Caspian Sea is one of the most important aquatic ecosystems that the entry of various pollutants has caused serious damage to these ecosystems. The Caspian seal, the only mammal in the Caspian Sea, is endangered. The aim of this study was to measure cadmium in some Caspian seal tissues on the southeastern shores of the Caspian Sea.

Method: In the present study, ten corpses of Caspian seals were collected and inseminated from the coast of the Caspian Sea. Liver, kidney and fat samples were digested to measure cadmium content. The concentration of cadmium was measured by a mass spectrometer machine.

Findings: The highest concentration of cadmium in kidney tissues was 13.59 ± 0.73 $\mu\text{g} / \text{kg}$ which higher than the liver with mean of 1.6 ± 0.16 $\mu\text{g} / \text{kg}$ and greater than mean of 0.07 ± 0.02 fat. The concentration of cadmium in male and female tissues was investigated and there was no significant relationship between cadmium metal concentration and sex of seals. The presence of significant amounts of cadmium in 90% of the samples shows the high pollution of the Caspian Sea with heavy metals, including cadmium metal, which is even toxic at very low levels.

Discussion and Conclusion: Considering the significant decrease in the population of the Caspian seals in recent years and the persistence of heavy metals, the use of these toxic metals in the industry has to be reduced, as well as the sources of the input of these pollutants to the Caspian Sea to prevent the entry of these toxic metals into the Caspian Sea or before filtration proceed. This will reduce the pollution of the Caspian Sea and helps the health of the aquatic environment.

Keywords: Caspian Sea, Caspian Seals, Pollution, Cadmium, Heavy metal

1- M.Sc., Department of Environmental Sciences, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran *(Corresponding Author)

2 - Assistant Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3 - Head of Caspian Seal Treatment and Research Center, Gorgan, Iran

4 - Assistant Professor, Veterinary Medicine, Department of Veterinary Public Health and Animal Pathology, Veterinary School University of Bologna, Italy

مقدمه

حد مجاز پایداری وارد اکوسیستم‌های آبی نموده و موجب رسوب در بستر شده است. فلزات سنگین تجزیه ناپذیر بوده و وقتی وارد محیط دریایی می‌شوند، به تدریج جذب رسوبات کف و بی مهرگان کفزی شده و موجب انتقال آنها به سطوح بالای زنجیره غذایی می‌شوند. فلزات سنگین ممکن است اثرات مخربی بر تنوع زیستی محیط‌های دریایی داشته باشند (۶).

فلز کادمیوم بسیار محلول، پرتحرک و فعال بوده و برای بسیاری از موجودات زنده بسیار سمی است. سمیت کادمیوم ۲۰ برابر بیشتر از سایر فلزات سنگین می‌باشد (۷). این فلز در کبد و کلیه بیشتر از سایر اندام‌ها تجمع می‌یابد. کادمیوم در بدن شبیه کلسیم رفتار می‌کند و شباهت زیاد آن به روی سبب بزرگنمایی آن در بدن موجودات می‌شود (۸).

پستانداران به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص برای اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین شناخته شده و با اندازه‌گیری مقدار تجمع این مواد در سطوح غذایی به واسطه پستانداران، هشدارهای اولیه اثرات سمی و نامطلوب در کل اکوسیستم را فراهم می‌کنند (۹).

فوک خزری تنها پستاندار دریای خزر است. ماهی‌ها بخش اعظم تغذیه فوک خزری را شامل می‌شوند، با تغذیه ماهی‌ها از موجودات کفزی که از فلزات سنگین انباشته شده اند، و تغذیه فوک خزری از ماهی‌های آلوده موجب تجمع زیستی فلزات سنگین در فوک خزری و بیماری و در نهایت مرگ این گونه می‌شود (۱۰). این گونه در سال ۲۰۰۸ میلادی در فهرست قرمز اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت قرار گرفت و در قله هرم غذایی قرار دارد و همچنین عمر طولانی داشته و قادر است اثرات تجمعی انواع مختلف آلاینده‌ها را طی دوره‌های طولانی مدت نشان دهد (۱۱).

با توجه به این‌که در سال‌های اخیر هیچ‌گونه مطالعه‌ای در مورد وضعیت سلامت این گونه و خطرات محیطی که آن را تهدید می‌کند، صورت نگرفته است در نتیجه در مطالعه حاضر میزان آلودگی لاشه‌های فوک خزری صید شده در سواحل استان

دریای خزر یکی از اکوسیستم‌های آبی ایران و بزرگ‌ترین دریاچه لب شور دنیاست. رودهای متعددی به این دریاچه محصور وارد می‌شوند و دارای گونه‌های با ارزش آبیان است. طول مرز ساحلی دریای خزر در ایران ۱۰۰۰ کیلومتر است. وجود ۲۰۰ شهر بزرگ و بیش از ۲۲۰ منبع آلودگی صنعتی در سواحل دریای خزر و همچنین منحصر شدن بخش اعظم فعالیت‌های کشاورزی در استان‌های شمالی کشور و اطراف دریای خزر موجب تجمع انواع مختلف مواد آلاینده از جمله سموم ارگانوفسفره و ارگانوکلره، فلزات سنگین و هیدروکربن‌های نفتی در این دریا شده است، باتوجه به بسته بودن دریای خزر و جزر و مدی نبودن آن میزان غلظت این آلاینده‌ها روز به روز افزوده می‌شود (۱).

فلزات سنگین از مهم‌ترین آلاینده‌های دریای خزر به‌شمار می‌آیند. این آلاینده‌ها بر اساس سمیت، پایداری و انتقال در زنجیره غذایی سلامت آبیان را به مخاطره می‌اندازند. آلودگی به فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی به دلیل فعالیت‌های انسانی و انباشت فلزات در رسوبات ساحلی و اعماق دریاها یک نگرانی به‌شمار می‌آید (۲) فلزات سنگین به دو گروه عناصر ضروری و غیر ضروری تقسیم می‌شوند. عناصر ضروری در غلظت‌های پایین جزو فلزات ضروری برای اعمال زیستی بوده و در غلظت‌های بالا سمی هستند (۳). عناصر غیرضروری مانند (آرسنیک، کادمیوم، سرب و قلع) برای فعالیت‌های زیستی مورد نیاز نیستند و در غلظت‌های پایین نیز سمی می‌باشند (۵ و ۴). فلزات سنگین از راه‌های مختلفی وارد محیط‌های آبی می‌شوند از جمله عوامل طبیعی می‌توان به هوازدگی پوسته زمین و نهشته‌ها اشاره کرد که موجب ورود فلزات سنگین به اکوسیستم‌های آبی می‌شوند. بخش اعظم ورود فلزات سنگین به محیط‌های آبی در اثر فعالیت‌های انسانی می‌باشد. در چند دهه گذشته استفاده از فلزات سنگین در فعالیت‌های صنعتی افزایش یافته است. دفع فاضلاب‌ها و رواناب‌های حاصل از این بخش به اکوسیستم‌های آبی روز به روز بر میزان این آلاینده‌ها افزوده و مقدار زیادی از این عناصر را در چندین برابر

کادمیوم بر اساس طول موج مشخص، میزان غلظت فلز کادمیوم در بافت‌ها محاسبه شد. با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۶.۰ و نرم افزار اکسل (Excel) به تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته شد. جهت به دست آوردن سطح معنی‌داری بین جنس فوک‌های نمونه‌گیری شده با غلظت فلز و همچنین بین مکان جمع آوری فوک‌ها با غلظت فلز از آزمون تی استفاده شد و همچنین برای به دست آوردن سطح معنی‌داری بین غلظت فلز با اندازه طول فوک‌ها از آزمون پیرسون استفاده شد ($P < 0.05$).

نتایج

غلظت کادمیوم در نمونه‌های تهیه شده از بافت کلیه با میانگین $0.173 \pm 0.13/59$ میکروگرم بر گرم، بیشتر از بافت کبد با میانگین $0.116 \pm 0.11/6$ میکروگرم بر گرم و بیشتر از چربی با میانگین 0.02 ± 0.07 میکروگرم بر گرم بود (بافت چربی > بافت کبد > بافت کلیه). بیشترین و کمترین مقدار غلظت کادمیوم در بافت کبد به ترتیب $3/89$ و $0/1$ میکروگرم بر گرم بود. بیشترین و کمترین مقدار غلظت فلز کادمیوم در بافت کلیه به ترتیب $59/04$ و $0/3$ میکروگرم بر گرم بود. و همچنین بیشترین و کمترین مقدار فلز کادمیوم در بافت چربی $0/09$ و $0/1$ بود (جدول ۱). نتایج حاصل از آزمون پیرسون بیان‌گر ارتباط مثبت و معنی‌دار اندازه طول فوک خزری با غلظت کادمیوم در بافت‌های مورد بررسی بود. به این ترتیب که با افزایش اندازه طول بدن، غلظت کادمیوم در فوک‌های نمونه‌گیری شده افزایش می‌یابد (جدول ۲). همان‌طور که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود، بین غلظت فلز کادمیوم در بافت کبد، کلیه و چربی فوک‌ها و جنس فوک‌ها رابطه معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0.05$). همچنین رابطه معنی‌داری بین میزان آلودگی فلز کادمیوم در بافت کبد، کلیه و چربی فوک‌ها و مکان جمع آوری فوک‌های خزری مشاهده نشد (۴).

گلستان و مازندران به فلز کادمیوم بررسی شد تا میزان آلودگی دریای خزر و فوک خزری شناسایی شده و در نتیجه راهکارهای حفاظتی و مدیریت مناسب جهت بهبود وضعیت این اکوسیستم آبی و جمعیت فوک خزری داده شود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌گیری

در مطالعه حاضر ۱۰ عدد لاشه فوک خزری طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ از سواحل دریای خزر، منطقه بندر ترکمن و میانکاله جمع آوری شده و در مرکز درمانی و تحقیقاتی فوک خزری واقع در جزیره آشوراده نگهداری شد. لاشه‌ها به آزمایشگاه منتقل و بعد از بیومتری، کالبدگشایی شدند. از بافت کبد، کلیه و چربی لاشه‌های فوک خزری جهت اندازه‌گیری کادمیوم، نمونه‌گیری شد.

اندازه‌گیری کادمیوم

بافت‌های کبد، کلیه و چربی از فریزر خارج شده و با ترازوی دیجیتالی به دقت توزین شدند. برای آماده سازی، نمونه به مدت ۸۴ ساعت در آن قرار داده شد و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد کاملاً خشک شد. نمونه خشک شده را از آن به ارلن منتقل و به ارلن حدود هشت میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ و دو میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن اضافه شد. نمونه به مدت ۱۲ ساعت در محیط آزمایشگاه قرار گرفت تا به آهستگی هضم شود. سپس نمونه با هاتپلت، حرارت داده شد تا به طور کامل هضم شود. بعد از هضم شدن کامل، نمونه در محیط آزمایشگاه قرار گرفت تا کاملاً سرد شد و سپس ۲۵ سی سی اسیدنیتریک ۱ در صد به آن اضافه گردید تا رقیق شود. سپس نمونه از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شد و به درون بطری‌هایی که از قبل ضد عفونی و وزن شده بودند، ریخته شد و بطری‌های حاوی محلول دوباره وزن شدند (۱۲). محلول حاصل به دستگاه ICP-OES تزریق شد. بعد از شناسایی

جدول ۱- نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت کادمیوم در بافت‌های فوک‌های خزری بر اساس طول بدن، جنس و محل نمونه‌گیری

Table 1- Results from measurement of cadmium concentrations in the tissues of the Caspian seals based on body length, sex and sampling site.

میانگین	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	شماره نمونه
	ب	م	م	ب	ب	م	م	ب	م	ب	محل صید
	نر	نر	نر	نر	نر	ماده	ماده	نر	ماده	ماده	جنس
	۱۵۰	۹۵	۱۳۶	۹۹	۱۰۰	۱۳۲	۱۴۰	۱۱۸	۱۳۰	۱۱۵	اندازه بدن (سانتیمتر)
۱/۶±۰/۱۶	۳/۸۹	۰/۰۱	۱/۲۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۷	۳/۸۱	۰/۲	۰/۵	۰/۲	غلظت کادمیوم (میکروگرم بر گرم) کبد
۱۳/۵۹±۰/۷۳	۵۹/۰۴	۰	۲/۹۳	۰/۳	۰/۳	۲/۶۹	۵۳/۵۹	۰/۵	۲/۶۲	۰/۴	کلیه
۰/۰۷±۰/۰۲	۰/۰۹	۰	۰/۰۹	۰	۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۱	چربی

م = میانگاله، ب = بندر ترکمن.

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمون پیرسون بر مقادیر کادمیوم در بافت‌ها و رابطه آن با اندازه طول فوک‌ها

Table 2- Results of Pearson test on cadmium values in tissues and their relationship with the size of Caspian seals lengths

غلظت کادمیوم	طول بدن	
**۰/۰۰۶	۱	طول بدن
۱	**۰/۰۰۶	غلظت کادمیوم

($p < 0.05$)**

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمون تی بین جنس فوک‌ها و غلظت کادمیوم در بافت‌ها

Table 3- The results of the T-test between Caspian seals sex and cadmium concentrations in tissues

T	P	فراوانی	میزان غلظت کادمیوم در بافت‌های کبد، کلیه و چربی
۲/۶۷۰	۰/۰۷	۱۵۸/۷۲۰	غلظت کادمیوم در بافت کبد
۱/۸۶۷	۰/۱۵	۷۶۱/۵۳۳	غلظت کادمیوم در بافت کلیه
۲/۷۲۹	۰/۰۷	۲۰/۷۰	غلظت کادمیوم در بافت چربی

جدول ۴- نتایج حاصل از تست آزمون تی بین مکان جمع آوری لاشه فوک‌ها و غلظت کادمیوم در بافت‌ها

Table 4- Results of T-test for determining the location of corpses of Caspian seals and the concentration of cadmium in tissues

T	P	فراوانی	میزان غلظت کادمیوم در بافت‌های کبد، کلیه و چربی
۲/۵۶۷	۰/۰۶	۵۱/۰۵	غلظت کادمیوم در بافت کبد
۱/۸۲۰	۰/۱۴	۵۸/۳۷۰	غلظت کادمیوم در بافت کلیه
۲/۳۸۲	۰/۰۷	۱۵/۵۸۳	غلظت کادمیوم در بافت چربی

بحث و نتیجه گیری

مطالعات بافت‌شناسی می‌تواند به عنوان ابزار مفیدی برای ارزیابی آسیب‌های ناشی از فلزات سنگین به کار رود. امروزه با صنعتی شدن اکثر شهرها و ایجاد کارخانه‌ها در مناطق شهری و عدم استفاده صحیح از سیستم فاضلاب در اکثر کارخانه‌ها این آلاینده‌ها بخش اعظم محیط زیست موجودات زنده را تهدید می‌کنند، به طوری که حتی باعث نابودی برخی از گونه‌های جانوری و گیاهی در چنین مناطقی شده‌اند و این موضوع در سال‌های اخیر اکثر محققین را بر آن داشته تا از موجوداتی متعلق به خود اکوسیستم استفاده کرده، و با کمک آنها میزان این آلاینده‌ها را محاسبه نمایند. این موجودات معمولاً نسبت به میزان این آلودگی‌ها حساس بوده و برای از بین بردن اثر سمی این مواد، آنها را در بدن خود انباشته می‌سازند که این خود می‌تواند کمک ارزنده‌ای برای محاسبه این مواد باشد (۱۳). فوک‌ها به دلیل پراکنش جهانی و قرار گرفتن در قله هرم غذایی و بیولوژی خاص خود همواره به عنوان شاخص‌های زیستی برای آلودگی‌ها محسوب می‌شوند. فوک دریای خزر به عنوان یکی از اندیکاتورهای اصلی برای مواد آلاینده این دریا شناخته شده است. مواد آلاینده در اندام‌ها و بافت‌های این جانور در حد نسبتاً بالایی تجمع می‌یابد که نشان از تغییرات شدید اکوسیستم دریا است. پری زنگنه و لاکان در سال 2007 به بررسی غلظت فلزات سنگین از جمله کادمیوم، آلومینیوم، نیکل و مس در رسوبات سطحی قسمت

جنوبی دریای خزر پرداختند. نتایج مطالعه بیانگر بالا بودن غلظت این فلزات در رسوبات بود که ناشی از تخلیه میزان قابل توجهی از آلاینده‌های انسانی به دریای خزر می‌باشد (۱۴). با توجه به مشابه بودن محل نمونه‌گیری رسوبات این مطالعه با محل صید لاشه‌های فوک خزری در مطالعه حاضر، بالا بودن غلظت کادمیوم در نمونه‌ها قابل انتظار بود.

میزان مجاز اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای کادمیوم ۰/۱ میکروگرم بر گرم می‌باشد. در مطالعه حاضر مقدار میانگین فلز کادمیوم در دو بافت کبد و کلیه بالاتر از حد مجاز و در بافت چربی در حد آستانه حد مجاز اندازه گیری شد. مطالعات محدود مشابه بر روی گونه‌های ماهی بیان‌گر بالا بودن یا در حد آستانه بودن غلظت فلز کادمیوم در قسمت جنوبی دریای خزر می‌باشد. برزو و همکاران در سال ۲۰۱۶ به بررسی روی سه نوع ماهی دریای خزر شامل کپور (*Cyprinus carpio*) سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کفال (*Liza aurata*) پرداختند. غلظت کادمیوم در این سه نوع ماهی به ترتیب ۰/۲، ۰/۶ و ۰/۴ میکروگرم بر گرم اندازه گیری کردند. نتایج بیان‌گر در حد آستانه بودن میزان این فلز نسبت به استاندارد جهانی بود (۱۵). هم‌چنین در سال ۲۰۱۶ باقری توانی و نوروزی به بررسی غلظت کادمیوم در ماهی کفال طلایی پرداختند. میزان غلظت کادمیوم ۱/۲۳ میکروگرم بر گرم اندازه گیری کردند. نتایج بیان‌گر بالا بودن غلظت کادمیوم از حد مجاز

های گذشته نیز نتایج مشابه ثبت گردیده است. با افزایش سن فوک خزری مدت زمان زیادتری در معرض فلزات سنگین قرار گرفته، در نتیجه میزان انباشتگی فلزات در افراد مسن تر و بزرگ تر افزایش می یابد (۲۱).

مطالعات متعددی در ماهی صورت گرفته است که بیانگر رابطه مثبت بین جنسیت و غلظت فلزات سنگین می باشد، اما نتایج سایر مطالعات صورت گرفته بر پستانداران دریایی، به طور کلی بیانگر این مطلب بوده است که عامل جنسیت تاثیر زیادی بر میزان جذب فلزات سنگین در پستانداران دریایی ندارد (۲۲). در این مطالعه نیز تفاوت بارزی در میزان آلودگی دو جنس نر و ماده به فلزات سنگین دیده نشد. با وجود این با توجه به اینکه اکثر مطالعات صورت گرفته بر پستانداران دریایی همانند مطالعه حاضر از تعداد نمونه های پایین تشکیل شده است، به علت اینکه کمتر موفق به دستیابی به لاشه پستانداران دریایی نسبت به سایر گونه ها چون ماهی می شوند، انجام مطالعات وسیع تر ضروری است.

با بررسی مطالعات گوناگون صورت گرفته بر روی فوک خزری، ماهی ها و رسوبات دریای خزر و میزان بالابودن غلظت فلزات سنگین از جمله کادمیوم و آلوده بودن دریای خزر، باید اقدامات جدی جهت جلوگیری از ورود انواع مختلف آلاینده ها به خصوص فلزات سنگین که تجزیه ناپذیر بوده و سال های سال در اکوسیستم باقی می ماند و سلامت آبزیان و اکوسیستم را تحت تاثیر قرار می دهند، بسیار مهم تلقی می شود. از جمله این اقدامات شناسایی منابع این آلاینده ها و راه ورودشان به دریای خزر، تصفیه پساب های حاصل از فعالیت های صنعتی و جلوگیری از ورود فلزات سنگین به دریای خزر است.

منابع

1. Agusa, T., Cainito, T., Tanabe, S., Pourkazemi, M., and Aubrey, D.G. 2004. "Concentrations of trace elements

می باشد (۱۶). نجم و همکاران در سال ۲۰۱۳ به بررسی میزان غلظت فلزات سنگین (سرب، کروم و کادمیوم) بافت های مختلف ماهی کیلکا و سه خاره دریای خزر پرداختند و میزان فلز کادمیوم بالاتر از حد مجاز بوده است (۱۷). با توجه به اینکه غذای اصلی فوک خزری شامل ماهی کیلکا که در سالهای اخیر جمعیتش کاهش یافته است و همچنین سایر ماهی های کوچک می باشد. و با توجه به مطالعات صورت گرفته، میزان این فلز در ماهی ها از حد آستانه مجاز بیشتر است، آلودگی فوک های خزری به کادمیوم یک نگرانی عمده و حتمی می باشد.

اولین مطالعه جهت بررسی آلودگی فوک های خزری به فلزات سنگین توسط واتانابه و همکاران بر روی نمونه فوک هایی که در سال ۱۹۹۳ جمع آوری شد، انجام شد (۱۸). مطالعه بعدی توسط ایکمتو و همکاران بر روی نمونه فوک هایی که در سال ۱۹۹۸ جمع آوری شد، انجام شد (۱۹). مطالعه اخیر توسط آنان و همکاران در سال ۲۰۰۲ بر روی فوک خزری انجام گرفت (۲۰). با مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در سه مطالعه صورت گرفته با مطالعه حاضر، نتیجه میگیریم که میزان غلظت انواع فلزات سنگین از جمله سرب، جیوه و کادمیوم در فوک خزری روند افزایشی داشته است، و همچنین میزان غلظت فلزات سنگین در دریای خزر روز به روز در حال افزایش می باشد. از علل افزایش فلزات سنگین در دریای خزر به خصوص در سال های اخیر می توان به افزایش فعالیت های صنعتی و کشاورزی اشاره کرد. با توجه به صید لاشه های فوک خزری از قسمت های بندر ترکمن و میانکاله و تحت تاثیر قراردادن این مناطق به منابع متعدد آلاینده که از مهمترین آنها می توان به مراکز صنعتی بندر ترکمن و بهشهر اشاره کرد که پساب حاصل از این مناطق به طور مستقیم وارد دریای خزر می شود، موجب افزایش غلظت فلزات سنگین شده است.

در این مطالعه رابطه مثبتی بین غلظت فلزات سنگین و طول بدن فوک های خزری و در واقع سن آنها دیده شده است. در سه مطالعه انجام شده بر روی فوک خزری در سال -

9. Sobanska, M.A. 2005. Wild Boar Hair (*Sus scrofa*) as a Non-Invasive Indicator of Mercury Pollution of the Total Environ. Vol 339, pp ,81-88.
10. Watanabe, I., Kunito, T., Tanabe, S., Amano, M., Koyama, Y., Miyazaki, N., Petrov, E.A., Tatsukawa, R. 2002. Accumulation of Heavy Metals in Caspian Seals (*Phoca caspica*). J. Environmental. Contamination. Toxicology. Vol 43, pp, 109-120 .
11. Tanabe, S., Satoko, N., Tu Binh, M., Nobuyuki, M., Evgeny, A., Petrov, S. 2003. Temporal Trends of Persistent Organochlorine Contamination in Russia: A Case Study of Baikal and Caspian seal. Arch. J. Environmental. Contamination. Toxicology. Vol 44, pp, 533-545.
12. Gdula-Argasińska, J., Appleton, J., Sawicka-Kapusta, K., Spence, B. 2004. Further investigation of the heavy metal content of the teeth of the bank vole as an exposure indicator of environmental pollution in Poland. Environmental Pollution. Vol. 131(1), pp, 71-79.
13. Shojae, N. 2011. Demographic structure of *Petroleiciscus esfahani* bryde in Zayandehrood River in response to Cadmium contamination. Master's thesis, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, 72.
14. Parizangeneh, A.H., Lakan, C. 2007. Investigation on the concentration of heavy metals in surface sediments of the coast of the Persian Gulf. Water and Sewer No. 63. (in Persian)
15. Borzo, E., Zakipour, E., Sahari, M.A. 2016. Determination of heavy metals in muscle of sturgeons in the Caspian Sea." J. Marine Pollution Bulletin. Vol 49, pp, 789-800.
2. Burge, J., Gochfeld, M. 2000. Metals in Laysan Albatrosses from Mid way Atoll . Arch Environ Contam Toxicol. Vol. 38(2), pp ,254-259.
3. Greckeis, H. 1993. Di analytic von schwermetallen in wassern. Institut Fur Nukleare Entsorgungstechnik INE, Forschungszentrum Karlsruhe Gm BH.
4. Bayat, I., Raufi, N.D., Nejat , M. 1985 . Determination of mercury and other toxic elements in fish and food stuffs using destructive neutron activation analysis. IAEA, Vienna.
5. Elsagh, A., Rabani, M. 2010. Determination of heavy metals in salt from filtration with water washing method and comparing with standard. 2nd Iranian Congress for Trace Elements. Iran.
6. Forstner U., Wittmann, G.T.W. 1983 . Metal pollution in the aquatic environment. Berlin: Springer. pp, 30-61.
7. Ghosh M., Singh, S. 2005. A comparative study of cadmium phytoextraction by accumulator and weed species. Environmental Pollution. Vol .133(2), pp ,365-71.
8. Jager, L.P., Rijniere, F.V.J., 1996. Esselink H, Baars AJ. Biomonitoring with the buzzard *Buteo buteo* in the Netherlands: heavy metals and sources of variation. J Ornithol. Vol .137(3), pp ,295-318.

20. Anan, Y., Kunito, T., Ikemoto, R., Kubota, I., Watanabe, S., Tanabe, N., Miyazaki, E.A., Petro, V. 2002. Elevated Concentrations of Trace Elements in Caspian Seals (*Phoca caspica*) Found Stranded During the Mass Mortality Events in 2000. Vol. 42(3), pp, 354-362.
21. Saeki, K., Nakajima, M., Loughlin, T.R., Calkins, D.C., Baba, N., Kiyota, M., Tatsukawa, R. 2001. Accumulation of silver in the liver of three species of pinnipeds. J Environ. Pollut. Vol . pp, 112:19-25.
22. OShea, T.J. Reynolds, J.E., Rommel, S.A. 1999. Environmental contaminants and marine mammals. In: Biology of Marine Mammals. Smithsonian Institution Press, Washington. pp, 485–563.
- metals (lead, nickel and cadmium) pollution in three types of Caspian Sea fish (Bandar Turkman area). Journal of Food Processing and Production Year 6, Number Four. (in Persian)
16. Bagherytavani, M., Norouzi, M. 2016. Monitoring the pollution of lead and cadmium in the southern basin of the Caspian Sea due to golden mullahs using the GIS system. Aquatic Ecology . Vol .6 (2), pp, 101-115. . (in Persian)
17. Najm, M., Shokrzadeh, M., Fakhar, M., Sharif, M., Hoseini, S.M., Rahimi Osboe, B., Habibi, f. 2013. Investigation of the concentration of heavy metals in different cliches and three species of Caspian Sea. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences , Vol .24(113), pp, 185-192. . (in Persian).
18. Watanabe, M., Tanabe, S., Tatsukawa, R., Amano, M., Miyazaki, N., Petrov, E.A., Khuraskin, S.L. 1999. Contamination Levels and Specific Accumulation of Persistent Organochlorines in Caspian Seal (*Phoca caspica*) from the Caspian Sea, Russia. Journal of Arch. Journal Environmental. Contamination. Toxicology. Vol 37, pp, 396-407.
19. Ikemoto, T., Kunito, T., Watanabe, I., Yasunaga, G., Baba, N., Miyazaki, N., Evgeny, A., Petrov, M., Tanabe, S. 2004. Comparison of trace element accumulation in Baikal seals (*Pusa sibirica*), Caspian seals (*Pusa caspica*) and northern fur seals (*Callorhinus ursinus*). J Environmental Pollution. Vol .127, pp, 83-97.