فصلنامه علوم محیطی، دوره سیزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴

۴۹-۵۶

تغییرات فصلی فلز سرب در آب، رسوب و اندام‌های مختلف ماهی کفال (*Liza aurata*)، تالاب گمیشان

زید احمدی[۱*]، اکبر یزدی[۲] و رضا اکرمی[۳]

[۱] استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران
[۲] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران
[۳] دانشیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۱۸

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین سطح فلز سنگین سرب در آب، رسوب و ماهی کفال در تالاب گمیشان انجام شد. نمونه‌برداری این پژوهش در تالاب گمیشان و در سه نقطه ابتدایی، میانی و انتهایی تالاب انجام شد. نمونه‌ها در دو فصل تابستان و زمستان برداشت و تعداد نمونه‌ها شامل ۳ تکرار برای هر نقطه و در هر مرحله بود. برای آنالیز سرب از دستگاه جذب اتمی با کوره گرافیتی استفاده شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین مقدار سرب در آب، رسوب و ماهی اختلاف معنی‌دار را نشان داد ($p<۰/۰۵$) به‌طوری‌که در هر دو فصل مقدار این عنصر در رسوب نسبت به ماهی بیشتر و مقدار سرب ماهی از آب بیشتر بود (رسوب>ماهی >آب). هم‌چنین مقایسه میانگین مقدار سرب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p<۰/۰۵$) و ایستگاه مختوم قلی بالاترین میزان سرب را در رسوبات نشان داد. نتایج مقایسه میانگین مقدار سرب در اندام‌های آبشش، کبد و عضله اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p<۰/۰۵$) به طوری‌که در دو فصل مورد بررسی مقدار این عنصر در آبشش نسبت به عضله بیشتر و مقدار سرب عضله از کبد بیشتر بود (آبشش>عضله>کبد). هر چند مقادیری از سرب در عضله مشاهده شد اما این مقدار از حد استانداردهای جهانی بهداشت و سلامت پایین‌تر بود و سلامت مصرف‌کنندگان را در حال حاضر، تهدید نمی‌کند.

کلمات‌کلیدی: فلزات سنگین، ماهی کفال، آلودگی آبی، تالاب گمیشان.

Seasonal Variation of Heavy Metal (Pb) in Fish (*Liza aurata*), Sediment and Water Samples from the Gomishan Wetland

Zeid Ahmadi[1]*, Akbar Yazdi[2] & Reza Akrami[1]

[1]*Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Azadshar branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran*
[2]*MSc. Student, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Azadshar branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran*
[3]*Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Azadshar branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran*

Abstract

The pollution of aquatic ecosystems with heavy metals has always been a major concern for the aquatic organisms and human health. Measuring the levels of contaminants such as heavy metal (Pb) accumulated along the food chain (fish) and then transmitted to the human body is of particular interest. Concentrations of heavy metal (Pb) were measured in the water, sediment and fish species (*Liza aurata*) from the Gomishan Wetland, Iran. Samples of water, sediment and fish were collected during two periods: summer (2013) and winter (2014). The result revealed thatPb concentration was varied significantly among sediment, water and fish body, the average Pb concentrations in sediment, water and fish in both seasons was in the order sediment > fish >water, Pb concentration was varied significantly among gills, liver and muscle tissues of fish samples in any station and in both seasons was in the order gill > muscle >liver. These values were lower than the established standard for aquatic environment by W.H.O and F.A.O. The results indicated that the consumer of fish and water from the stream is not at risk of being poison by this metal.

Keywords: Heavy Metal, *Liza aurata*, Pollution of Aquatic, Gomishan Wetland.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: zeidahmadi1358@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

بسیاری از آلاینده‌ها بصورت مستقیم یا غیر مستقیم از فعالیت انسانی به وجود می‌آیند. فلزات سنگین در این بین از نظر پایداری و عدم تجزیه طی فرایندهای زیستی و فعالیت‌های شیمیایی اهمیت دارند [۱]. بسیاری از عناصر از اجزای طبیعی محیط زیستند ، به‌عنوان مثال آهن، مس و روی عناصری هستند که وجود مقادیر کمی از آن‌ها برای موجودات زنده ضروری است. اما بعضی از عناصر نظیر کادمیوم، جیوه، کروم و سرب بر عکس گروه قبلی هیچ‌گونه نقش زیستی شناخته شده‌ای در بدن جانداران ندارند. غلظت بالای فلزات سنگین برای موجودات زنده می‌تواند سمی باشد و این عناصر می‌توانند بصورت آلاینده‌های پایدار عمل کنند، بدین معنی که آزاد شدن فلزات تجمع یافته در بدن نیز می تواند به مسموم شدن موجودات زنده منجر شود [۲]. هم‌چنین فلزات سنگین از طریق ته نشست مداوم با غلظت کم می‌توانند وارد اکوسیستم شوند، که این پدیده ممکن است در طول زمان منجر به غنی شدن اکوسیستم از این عنصر شود. این عمل از طریق تجمع زیستی آن‌ها در پلانکتون‌ها، کفزیان و صافی خوران و هم‌چنین ظهور پدیده بزرگنمایی زیستی در زنجیره غذایی بالاتر میسر است [۳]. بسیاری از ماهیان از طریق آبشش و پوست در معرض انواع آلاینده های شیمیایی هستند ولی ماهیان کفزی بدلیل نوع زندگیشان (سازگاری با کف) و وابستگی تغذیه‌ای به موجودات کفزی پتانسیل بیشتری در تجمع و انتقال این آلاینده‌ها دارند. اختلال در زندگی آبزیان از پیامدهای افزایش غلظت فلزات سنگین است. امروزه محصولات دریایی، نقش قابل توجهی در تامین غذای مردم جهان دارند و با شناسایی کیفیت و برتری غذایی این فرآورده‌ها بر دیگر مواد پروتئینی روز به روز بر مصرف آن افزوده می‌شود. غذاهای دریایی غنی از پروتئین، کلسترول کم و درصد بالایی از ویتامین‌های محلول در چربی و مواد معدنی ضروری دارند [۴].

به موازات افزایش مصرف این منابع و خصوصا ماهیان، اهمیت بهداشت و سلامت آنان نیز، بیشتر می‌شود. اقیانوس‌ها و دریاها علیرغم وسعتشان گنجایش محدودی برای پذیرش آلاینده‌ها دارند. آلودگی‌های زیست‌محیطی خشکی‌ها اغلب در محیط‌های دریایی بازتاب پیدا می‌کند، زیرا هر نوع آلودگی در خشکی نهایتا می‌تواند محیط‌زیست دریایی را نیزتحت تاثیر قرار دهد که دراین میان تشخیص و اندازه‌گیری فلزات سنگین به علت فرآیند بیولوژیکی وتجمع زیستی‌شان، اهمیت زیادی دارند [۵].

فاضلاب صنعتی، و معادن فلزات منبع بالقوه‌ای از آلودگی فلزات سنگین را در منابع آبی ایجاد می‌کنند [۶] از ده‌ها سال قبل محیط‌های دریایی به وسیله آلوده کننده‌های پایدار با منشاء کشاورزی و صنعتی آلوده شده‌اند. در نتیجه تخلیه فاضلاب صنعتی، کشاورزی و شهری در محیط‌های ساحلی آلودگی با فلزات سنگین به عنوان اولویتی اساسی مطرح می‌شوند .این فلزات می‌توانند در بافت‌های موجودات دریایی از طریق تنفس، هضم و جذب تجمع یابند [۶] و از طریق طبقات بالایی زنجیره غذایی به انسان منتقل شوند [۷]. تعدادی از این فلزات سنگین (نظیر سرب، کروم، کادمیوم و جیوه) بسیار سمی و پایدارند و به صورت طبیعی و به آسانی قابل تجزیه نیستند [۸]. از پیامدهای پایداری آن‌ها بزرگنمایی زیستی در زنجیره غذایی است، به طوری که درنتیجه این فرآیند، مقدار آن‌ها در زنجیره غذایی می‌تواند تا چندین برابر مقداری که در آب یا هوا پیدا می‌شود، افزایش یابد. هم‌چنین فلزات سنگین می‌توانند اثرات سمی در غلظت‌های بالا ایجاد کنند و عدم تعادل عناصر کمیاب در غلظت‌های بالا و پائین را می‌توان به عنوان عامل خطری برای چندین بیماری در نظر گرفت [۶].

سرب یکی از دردسترس‌ترین و قابل استفاده‌ترین فلزات شناخته شده برای انسان‌هاست و تقریبا در همه حالت‌های خنثی محیط و در همه سیستم‌های بیولوژیکی پیدا می‌شود. سطوح زیست‌محیطی سرب، در نتیجه فعالیت‌های انسانی بیش از ۱۰۰۰برابر بیشتر از سه قرن گذشته افزایش یافته است و بیشترین افزایش بین سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۵۰ رخ داده است [۹]. سرب عنصری است که به طور طبیعی ایجاد می‌شود، عضو گروه ۱۴ جدول تناوبی است، و وزن اتمی ۲۰۷/۲ دارد. سرب یک فلز سنگین سرخ- خاکستری است و معمولا به صورت ترکیب شده با دو یا چند عنصر دیگر به شکل ترکیبات سرب پیدا می‌شود [۹]. سرب به دلیل فرسایش سطحی خاک و رسوب جوی به سیستم آبی می‌رسد. غلظت سرب در آب‌های عمیق اقیانوس درحدود ۰/۰۱ الی ۰/۰۲ (میکرو گرم بر لیتر) است، اما در آب‌های سطح اقیانوس در حدود ۰/۲ (میکروگرم بر لیتر) است [۱۰].

مسیر اصلی تماس با سرب برای عموم مردم غذا وآب است. تماس شغلی با سرب در صنایع ذوب و پالایش سرب، باتری، کارخانه‌های تولیدی، پلاستیک‌ها و صنایع چاپ رخ می‌دهد. کودکان بخصوص به اثرات سرب حساسند، که به عنوان یک خطر زیست‌محیطی اولیه در نظر گرفته می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

مسمومیت فلزی در کودکان خردسال اثری بحرانی درتوسعه سیستم عصبی بر جای می‌گذارد. حساس‌ترین اهداف برای سمیت سرب، سیستم عصبی در حال توسعه، سیستم قلبی-عروقی، گردش خون و کلیه هستند. علائم مسمومیت با سرب عبارتند از: سردرد، بدخلقی، دردشکم و علائم گوناگون مربوط به سیستم عصبی [۱۱]. مسمومیت مزمن سرب در انسان‌ها اغلب کندی، بدخلقی، میزان دقت ضعیف، اپی گاستریک، یبوست، استفراغ، تشنج، اغما و مرگ ایجاد می‌کند. کودکان ممکن است بوسیله آنسفالوپاتی همراه با بی‌حالی، کاهش بهره هوشی، استفراغ، و بی اشتهایی تحت تاثیر قرار گیرند؛ در موارد شدید، وجود طولانی مدت سرب می‌تواند عملکرد شناختی را کاهش داده و اختلالات رفتاری، بخصوص پرخاشگری، روان پریشی، سردرگمی و ناتوانی ذهنی را افزایش دهد. مسمومیت مزمن با سرب بر سیستم‌های گوارشی، عصبی و عضلانی، کلیوی و خون تاثیر می‌گذارد [۹]. سطح سرب خون تماس اخیر را نشان می‌دهد، در حالی که سطح سرب استخوان، که ٪۹۵-۹۰ گنجایش سرب در بزرگسالان و ٪۹۵-۸۰ سرب کل در کودکان را تشکیل می‌دهد، تماس مزمن را نشان می‌دهد [۱۲].

مصرف ماهی آشکارا در معرض فلزات قرار گرفتن است زیرا آن‌ها مقدار قابل توجهی از فلزات را در بافت‌هایشان، مخصوصا در عضلات انباشته می‌کنند. بنابراین آن‌ها یک منبع بزرگ غذایی از سرب برای عموم مردم هستند. کمیته کارشناسی ستاد مشترک سازمان بهداشت و خوار و بار جهانی که بر افزودنی‌های مواد غذایی نظارت دارد، مصرف هفتگی موقت قابل قبول برای سرب را درحدود ۰/۰۲۵ (میلی‌گرم بر کیلوگرم) وزن بدن مشخص کرده است. ورود آب لب شور از طریق آبراهه ها، عمق کم آب و تابش نور خورشید تا کف تالاب سبب افزایش سریع درجه حرارت و رشد حلقه‌های زنجیره غذایی در اکوسیستم تالاب بین‌المللی گمیشان شده که در نتیجه از تولید بالایی برخوردار است، از این رو برای پرندگان آبزی و کنار آبزی زیستگاه بسیار مناسبی بوده و در زمره مهم‌ترین مناطق آبی شمال کشور است. شرایط مناسب اکولوژیکی بستر مناسبی را برای زندگی ماهیان استخوانی فراهم کرده و نزدیک به ۱۰ شرکت تعاونی فعال در این منطقه صید می‌کنند[۱۳]، لذا این پژوهش با هدف پایش اکولوژیکی فلز سنگین سرب در سال ۱۳۹۲ و بررسی غلظت فلز سنگین سرب در آب، رسوب و ماهی انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه و زمان نمونه‌برداری

نمونه‌برداری این بررسی در تالاب گمیشان و در سه نقطه از تالاب انجام شد. نمونه‌ها در دو فصل تابستان و زمستان برداشت و تعداد نمونه‌ها شامل ۳ تکرار برای هر نقطه و در هر فصل بود یعنی ۱۸ نمونه رسوب و ۱۸ نمونه آب و ۱۸ نمونه ماهی برداشت شد. نمونه‌برداری ماهی شامل ۳ ماهی در هر مرحله زمانی برای هر نقطه بود که بعد از انتقال به آزمایشگاه عملیات زیست‌سنجی شامل اندازه وزن و طول انجام شد و سپس از سه عضو ماهی شامل ماهیچه، کبد و آبشش با سه تکرار نمونه‌برداری و در نهایت سنجش فلز سنگین سرب انجام شد. نمونه‌برداری و نحوه انجام آزمایش بر اساس روش پیشنهادی AOAC[1] بوده که برای آنالیز مواد غذایی و به منظور تعیین عناصر جزئی توصیه شده است.برای آنالیز سرب از دستگاه جذب اتمی با کوره گرافیتی استفاده شد.

جدول ۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه ومقادیر پارامترهای فیزیکی - شیمیایی آب در نقاط نمونه‌برداری شده در تالاب گمیشان

تاریخ نمونه‌برداری	۱۳۹۲/۶/۱۳	پارامترهای مورد سنجش				
ایستگاه های	موقعیت جغرافیایی	شوری (گرم در لیتر)	هدایت الکتریکی (میکروموهس)	دمای آب (سانتیگراد)	pH	کدورت (NTU^2)
ایستگاه ۱	N: ۳۷° ۲۰′۲۱ ″ E:۵۳ ° ۵۸′ ۱۲ ″	۶۱	۸/۴۷	۳۱/۸	۸/۰۸	۶/۵
ایستگاه ۲	N:۳۷° ۱۶′ ۴۱ ″ E:۵۳°۵۷ ′ ۵۵ ″	۲۴/۲	۳/۶۸	۳۳/۹	۸/۳۲	۱۱
ایستگاه ۳	N:۳۷°۰۸′ ۵۳ ″ E: ۵۴°۰۰ ′ ۴۳″	۳۰	۴/۵۳	۲۸/۵	۸/۴۸	۰/۷

ایستگاه ۱: پاسگاه مختوم قلی (مرز جمهوری ترکمنستان).
ایستگاه ۲: کانال ورودی مجتمع پرورش میگوگمیشان.
ایستگاه۳: کانال سرریز تالاب آلاگل به تالاب گمیشان.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲- میانگین مقادیر سطح سرب (میکروگرم/گرم وزن خشک) در رسوب، آب و ماهی در دو فصل تابستان و زمستان

فصل	رسوب (میکروگرم/گرم وزن خشک)	آب (میکروگرم/لیتر)	ماهی (میکروگرم/گرم وزن خشک)	سطح معنی‌داری برای مقایسه منابع
تابستان	۰/۳۹۹	۰/۰۵۸	۰/۲۵۸	۰/۰۰۹*
زمستان	۰/۵۲۷	۰/۰۷۹	۰/۲۷۰	۰/۰۰۲*
سطح معنی داری برای مقایسه دو فصل	۰/۰۱۱*	۰/۰۴۳*	۰/۰۷۴ ns	

*: بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.
**: بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشد.
ns : بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳- میانگین مقادیر فلز سرب (میکروگرم/گرم وزن خشک) در رسوبات ایستگاه‌های مختلف تالاب گمیشان

فصل	مختوم قلی (میکروگرم/گرم وزن خشک)	ورودی میگوی گمیشان (میکروگرم/گرم وزن خشک)	شیلات (میکروگرم/گرم وزن خشک)	سطح معنی‌داری (مقایسه ایستگاه‌ها)
تابستان	۰/۴۴۹	۰/۳۲۰	۰/۴۳۰	۰/۰۴ *
زمستان	۰/۷۱۸	۰/۳۴۵	۰/۵۲۰	۰/۰۲*
سطح معنی‌داری برای مقایسه دو فصل	۰/۰۰۰**	۰/۰۳۳*	۰/۰۲۳ *	

*: بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.
**: بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشد.
ns : بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

۲-۲- روش آماری وتجزیه وتحلیل داده‌ها

برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف از آزمون آماری تجزیه واریانس یکطرفه، برای مقایسه بین میانگین فلزات سنگین در انواع تیمارهای مورد بررسی (تیمار آب، رسوب و ماهی) از آزمون مقایسه میانگین چند دامنه دانکن و همچنین برای مقایسه میانگین فلزات سنگین در دو فصل از آزمون مقایسه میانگین T استفاده شد. آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار SPSS.19 انجام شد.

۳- نتایج و بحث

نتایج مقایسه سطح سرب در رسوب، آب و ماهی کفال نشان داد که بین میانگین مقادیر فلز سرب در رسوب، آب و ماهی (میانگین مقادیر سرب در عضله) اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($p<۰/۰۱$) و رسوبات تالاب گمیشان دارای مقادیر بسیار بالایی سرب (۰/۵۲۷-۰/۳۹۹) میکروگرم/گرم وزن خشک اند. مطابق جدول ملاحظه می‌شود که این اختلاف معنی‌دار بین سه منبع نگهداری سرب در هر فصل معنی‌دار است. به طور نسبی مقدار سرب در آب تالاب گمیشان (۰/۲۷۰ – ۰/۲۵۸) میکرو گرم/گرم وزن خشک بسیار پایین‌تر است. نتایج مقایسه میانگین فصلی سطح سرب در رسوب، آب و ماهی نشان داد که در بین میانگین سرب فصول تابستان (۰/۳۹۹) میکروگرم/گرم وزن خشک و زمستان (۰/۵۲۷) میکروگرم/گرم وزن خشک اختلاف معنی‌داری وجود دارد و نتایج تایید می‌کند که در زمستان مقدار سرب نسبت به تابستان بیشتر است . این موضوع درباره مقدار سرب موجود در آب هم صدق می‌کند. مقایسه فصلی میانگین سرب موجود در ماهی موید این مطلب است که در دو فصل مورد مطالعه اختلاف بین سطح سرب در اندام ماهی‌ها معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). لذا برای هر دو فصل مورد مطالعه، رابطه رسوبات > ماهی > آب مشاهده شد (جدول ۲).

نتایج مقایسه سطح سرب رسوبات در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که مقادیر سرب در ایستگاه‌های مختلف مورد بررسی اختلاف معنی‌داری داشته و این اختلاف در هر دو فصل مشاهده شد. بر این اساس، رسوبات ایستگاه مختوم قلی در هر دو فصل نمونه‌برداری دارای بالاترین مقادیر سرب بود (۰/۷۱۸ – ۰/۴۴۹) میکروگرم/گرم وزن خشک و مقدار سرب رسوبات در ایستگاه ورودی سایت پرورش میگوی گمیشان دارای کم‌ترین مقدار (۰/۳۴۵-۰/۳۲۰) میکروگرم/گرم وزن خشک بود. مقایسه تغییرات فصلی سطح سرب رسوبات در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که بین

Archive of SID

www.SID.ir

مقادیر سرب در رسوبات ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری تالاب گمیشان برای فصول تابستان و زمستان اختلاف معنی‌داری وجود دارد و نتایج حاکی از آن است که در زمستان مقدار سرب در تمام ایستگاه‌ها نسبت به تابستان بیشتر است. (جدول ۳).

نتایج مقایسه سطح سرب آب در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که مقادیر سرب در آب ایستگاه‌های مختلف مورد بررسی اختلاف معنی‌داری داشته و این اختلاف در هر دو فصل مشاهده شد. بر این اساس، آب ایستگاه ورودی سایت پرورش میگوی گمیشان در هر دو فصل نمونه‌برداری دارای بالاترین مقادیر سرب بود (۰/۰۹۲-۰/۰۶۵) میکروگرم بر لیتر و مقدار سرب آب در ایستگاه مختوم قلی دارای کم‌ترین مقدار (۰/۰۶۴-۰/۰۴۰) میکروگرم بر لیتر بود. هم‌چنین نتایج مقایسه تغییرات فصلی سطح سرب آب در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که بین مقادیر سرب موجود در آب ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری فصول تابستان و زمستان اختلاف معنی‌داری وجود دارد و نتایج موید این مطلب است که در زمستان مقدار سرب در تمام ایستگاه‌ها نسبت به تابستان بیشتر است. (جدول ۴).

نتایج مقایسه سطح سرب آب در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که مقادیر سرب در آب ایستگاه‌های مختلف مورد بررسی اختلاف معنی‌داری داشته و این اختلاف در هر دو فصل مشاهده شد. بر این اساس، آب ایستگاه ورودی سایت پرورش میگوی گمیشان در هر دو فصل نمونه‌برداری دارای بالاترین مقادیر سرب بود (۰/۰۹۲-۰/۰۶۵) میکروگرم بر لیتر و مقدار سرب آب در ایستگاه مختوم قلی دارای کم‌ترین مقدار (۰/۰۶۴-۰/۰۴۰) میکروگرم بر لیتر بود. هم‌چنین نتایج مقایسه تغییرات فصلی سطح سرب آب در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که بین مقادیر سرب موجود در آب ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری فصول تابستان و زمستان اختلاف معنی‌داری وجود دارد و نتایج حاکی از این است که در زمستان مقدار سرب در تمام ایستگاه‌ها نسبت به تابستان بیشتر است. نتایج مقایسه مقدار فلز سرب در سه اندام مختلف ماهی کفال تالاب گمیشان نشان داد بین میانگین مقادیر سرب در اندام‌های مختلف ماهی کفال اختلاف معنی‌داری وجود دارد به طوری‌که آبشش دارای بالاترین مقدار سرب و به ترتیب کبد و عضله دارای مقادیر بعدی سرب بودند. نتایج مقایسه تغییرات فصلی سطح سرب در اندام‌های مختلف نشان داد بین مقادیر سرب در اندام‌های مختلف نمونه‌برداری فصول تابستان و زمستان اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولیکن نتایج نشان می دهد که در زمستان مقدار سرب در تمام اندام‌ها نسبت به تابستان بیشتر است (جدول ۵).

در این پژوهش دو فصل زمستان و تابستان اثرات متفاوتی بر روی میزان سرب در آب و رسوب داشتند به طوریکه تجمع سرب در زمستان نسبت به تابستان بیشتر بود و اختلاف معنی‌داری را ایجاد کرد. هر چند اختلاف تجمع رسوب در ماهی در دو فصل معنی‌دار نبود ولی مقدار سرب در ماهی در زمستان بیشتر بود. تحقیقات گذشته نشان داده که اختلاف مقدار سرب در بین فصول غالبا معنی‌دار بوده و در برخی بررسی‌ها مقدار سرب در فصل زمستان یا فصل مرطوب بیشتر است. مانند بررسی [۱۴] که اختلاف میانگین سرب، جیوه و کادمیوم در رسوب و ماهی در چهار فصل معنی‌دار گزارش شد. بررسی [۱۵] نیز اختلاف معنی‌دار سرب در ماهیان مختلف تالاب گمیشان را نشان داد. اما برخی بررسی‌های دیگر تجمع سرب در تابستان را نیز تایید کردند. به عنوان مثال [۱۶] با بررسی سطح فلزات سنگین در آب، رسوب و ماهیان به این نتیجه رسید که در طول دو سال بررسی، در فصل خشک مقدار غلظت فلزات سنگین بیشتر از فصل مرطوب بود. بر مبنای پژوهش حاضر و بررسی‌های دیگران می توان گفت که فصول بر میزان تجمع سرب موثر است و در مناطق مختلف با توجه به شرایط اکولوژیکی مقدار آن متفاوت است. حضور تعداد بسیار زیاد شکارچیان در منطقه گمیشان را می‌توان از علل احتمالی دانست که باعث افزایش میزان سطح سرب در زمستان نسبت به تابستان شده با شلیک گلوله باعث آلودگی نسبی محیط می‌شوند. البته حرکت قایق‌ها همراه با شخم رسوبات و آلودگی ناشی از سوخت آن‌ها، عامل فزاینده است. طبق این پژوهش اختلاف معنی‌داری بین مقدار غلظت سرب در رسوب، ماهی و آب وجود دارد. به طوریکه رسوب نسبت به ماهی حاوی فلزات بیشتری بوده و هم‌چنین، ماهی نسبت به آب فلز سرب بیشتری دارد. این امر مشابه تحقیق [۱۶] است که گزارش داد غلظت سرب در نمونه‌های رسوب از نمونه های ماهی بالاتر بوده در حالی‌که غلظت سرب در نمونه‌های ماهی نسبت به آب بالاتر است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- میانگین مقادیر فلز سرب (میکروگرم/ لیتر) در آب ایستگاه‌های مختلف تالاب گمیشان

فصل	ایستگاه	مختوم قلی (میکروگرم/ لیتر)	ورودی سایت میگوی گمیشان (میکروگرم/ لیتر)	شیلات (میکروگرم/ لیتر)	سطح معنی‌داری برای مقایسه ایستگاه
تابستان		۰/۰۴۰	۰/۰۶۵	۰/۰۶۳	۰/۰۰۲**
زمستان		۰/۰۶۴	۰/۰۹۲	۰/۰۸۱	۰/۰۰۷**
سطح معنی‌داری برای مقایسه دو فصل		۰/۰۴۹*	۰/۰۲۳*	۰/۰۳۵*	

*: بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.
**: بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد است.
ns : بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۵- میانگین مقادیر سطح فلز سرب (میکروگرم/ گرم ماده وزن خشک) اندام‌های مختلف ماهی تالاب گمیشان در دو فصل تابستان و زمستان

اندام	آبشش (میکروگرم/گرم وزن خشک)	عضله (میکروگرم/گرم وزن خشک)	کبد (میکروگرم/گرم وزن خشک)	سطح معنی‌داری برای مقایسه اندام
مطالعه حاضر (تابستان)	۰/۳۰۰	۰/۲۵۸	۰/۲۷۳	۰/۰۲۳*
مطالعه حاضر (زمستان)	۰/۳۰۷	۰/۲۷۰	۰/۲۸۲	۰/۰۰۹**
سطح معنی‌داری برای مقایسه دو فصل	ns۰/۱۱۲	ns۰/۰۷۴	ns۰/۰۹	

*: بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.
**: بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد است.
ns : بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

هم‌چنین در بررسی به عمل آمده در ناحیه جنوبی دریای‌خزر گزارش شده میزان فلزات سنگین تحت تاثیر نوع ماهی و فصل نمونه‌برداری تغییر می‌کند و رسوبات و ماهیان به ترتیب حاوی بیشترین و کم‌ترین مقدار فلزات سنگین بودند [۱۷] در بررسی حاضر مقدار سرب در ماهی کفال تالاب گمیشان نسبت به آب بسیار بالاتر است که دلیل آن را می‌توان تمایل زیاد این ماهی به استفاده از کف بستر زیستگاه با توجه به رژیم غذایی دتریت خواری‌اش دانست. طبق گزارش [۱۵] ماهیانی نظیر کپور و کفال از مواد ریز بستر، مواد گیاهی و تخم ماهی تغذیه می‌کنند و تجمع سرب در بستر بسیار بالاتر از آب تالاب است، لذا این مسئله می‌تواند عامل مهمی در افزایش سرب در عضله ماهی کفال باشد. البته باید اذعان کرد که غلظت فلزات در نمونه‌های آب و ماهی مورد بررسی در وضعیت ایمن قرار دارد و کمتر از حد استاندارد است.

مرور پژوهش‌های گذشته نشان داد که مناطق مختلف دارای مقادیر مختلف فلزات سنگین‌اند و حتی در این پژوهش در منطقه تالاب گمیشان در سه ایستگاه مورد بررسی در یک زمان معین مقادیر متفاوتی سرب گزارش شد. [۱۸] فلزات سنگین را در ۸ ایستگاه بررسی‌کردند و در نهایت گزارش دادند که اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌های مختلف وجود دارد. [۱۹] گزارش دادند که منابع اصلی فلزات سنگین می‌تواند ناشی از هوازدگی طبیعی سنگ‌ها و خاک، ورود آب‌های سطحی، میکرو و ماکروارگانیسم‌ها و فعالیت‌های انسانی در منطقه باشد، بنابراین در تالاب گمیشان دلیل احتمالی تفاوت در میزان سرب در ایستگاه‌ها می‌تواند به تفاوت در تراکم میکرو و ماکروارگانیسم‌ها، ورود آب‌های متفاوت، حضور گونه‌های مختلف ماهیان، سنگ بستر و خاک منطقه باشد.

در این تحقیق مقدار فلز سرب در اندام‌های مختلف مقادیر متفاوتی را نشان داد، بالاترین مقدار فلز سرب به ترتیب در آبشش، کبد و عضله ثبت شد. بیشتر بررسی‌های انجام شده درباره فلزات سنگین مربوط به مقایسه آن‌ها در اندام‌های مختلف است. از این‌رو بیشتر پژوهش‌ها وجود اختلاف معنی‌دار بین اندام‌ها را تایید می‌کنند. به‌عنوان مثال [۲۰] مقدار سرب را در سه اندام عضله، کبد و آبشش کفشک ماهی (*Euryglossa orientalis*) مقایسه کردند و طبق نتیجه آن‌ها به ترتیب آبشش، کبد و عضله دارای بالاترین مقادیر سرب بودند.

[۱۴] مقادیر سرب در سه اندام عضله، کبد و مغز ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) را بررسی کردند و به ترتیب کبد، مغز و عضله دارای سرب بیشتری بودند که تجمع سرب در بخش مغزی ماهی می‌تواند خطرات زیادی را بدنبال داشته باشد. [۲۱] غلظت فلز سنگین سرب در

Archive of SID
www.SID.ir

بافت‌های کبد و عضله سه گونه ماهی خلیج فارس بررسی شد و نتایج آن‌ها نشان داد بالاترین غلظت سرب در کبد ماهی شیر(*Scomberomorus commerson*) و کبد ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) و پایین‌ترین میزان سرب در کبد ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) بوده است، غلظت سرب در عضله و کبد ماهی شیر، قباد و شوریده اختلاف معنی‌داری داشت ($p\leq 0/05$) و نتایج حاصله نشان داد که میزان سرب در کبد و عضله ماهی شیر و عضله ماهی شوریده از استاندارد سازمان غذا و داروی آمریکا بالاتر است.

جدول ۶- مقایسه نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج مطالعات گذشته و مقادیر استانداردهای جهانی[۲۰]

مراجع	سرب (گرم/میکرو گرم)
سازمان بهداشت جهانی (WHO)	۰/۵۵
سازمان خواربار جهانی (FAO)	۰/۵
راهنمای ترکیه	۱
موسسه استاندارد غذای ترکیه (TSI)	۰/۵
مرجع قانون‌گذاری اسپانیا	۲
وزارت غذای استرالیا و نیوزلند	۱/۵
انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا	۱/۵
وزارت کشاورزی – شیلات و غذای انگلستان	۲
بافت عضله ماهی کفال (*Liza aurata*) تالاب گمیشان	۰/۲۶۴

۴- نتیجه‌گیری

طبق جدول ۶، میانگین سرب موجود در عضله ماهی کفال تالاب گمیشان تقریبا ۵۰ درصد کمتر از حد مجاز بسیاری از استانداردهای بهداشت و سلامت جهانی بوده و مصرف آن خطرناک نیست .شرایط مناسب اکوسیستم تالاب می‌تواند از دلایل پایین بودن سرب در عضله ماهی کفال تالاب گمیشان باشد، زیرا به طور نسبی از آلودگی‌های صنعتی و فاضلاب‌های شهری فاصله دارد و از طرفی حضور پوشش گیاهی بالا در منطقه می‌تواند به‌عنوان پالایش زیستی در کاهش میزان این فلز سمی در منطقه نقش بسزایی داشته باشد.

پی‌نوشت‌ها

[1] Association of Official Analytical Chemical
[2] Nephelometric Turbidity Units
[3] Non significant
[4] World Health Organization
[5] Food and Agriculture Organization
[6] Turkish Standards Institute

منابع

[1] Leatherland J F, Woo P T K. Fish disease and disorder. Non-infectious Disorder. CAB International publishing, New York; **1998**. p. 412.

[2] Clark R B . Marine Pollution. Oxford University press; **2001**. p. 380.

[3] Giffords S, Dunstan R H. Connor W O, Roberts T, Tioa R. Pearl Aquaculture. Profitable. Environmental. The Science of the Total Environmental; **2004**; **319**:505-518.

[4] Ikem A, Egibor N O. Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) in Georgia and Alabama (United States of America). Journal of Food Composition and Analysis; **2005; 18**:771–787.

[5] Elsagh A, Mollaie M, Messbah A. Cadmium pollution study on the surface in the Bandar Abbas shore line, The 4th National conference of Geology and Environment, Islamic Azad University, Eslamshahr Branch; **2009**. p.121.

[6] Shahe A Q, Kazi T G, Arain M B, Baig J A, Afridi H I, Kandhro G A, Khan S. Hazardous impact of arsenic on tissues of fish species of the Manchar Lake and Indus River, Pakistan. Journal of Hazard Mater; **2009; 167**:511– 515.

[7] Canli M, Furness R W. Toxicity of heavy metals dissolved in sea water and influences of sex and size on metal accumulation and tissue distribution in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. Marine Environmental Research; **1995; 36**:217–236.

[8] Tuzen M, Soylak M. Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey. Food Chemistry; **2007; 10**:1378–1382.

[9] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Nature and extent of childhood lead poisoning in the United States: A Report to Congress. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, GA. **2005**. p. 417.

[10] Sepe A, Ciaralli L, Ciprotti M, Giordano R, Fumari E, Costantini S. Determination of cadmium, chromium, lead and vanadium in sixfish species from the Adriatic Sea. Journal of Food Additive Contamination; **2003;20**: 543–552.

Archive of SID

www.SID.ir

[11] Jarup L. Hazards of heavy metal contamination. Journal of British Medical Bulletin; **2003; 68**:167–182.

[12] Kakkar P, Jaffery N F. Biological markers for metal toxicity. ETAP; **2005; 19**:335–349.

[13] Kiabi B H, Ghaemi R A, Abdoli A. Wetland and riverine ecosystems of Golestan Province. Department of the Environment, Golestan Province, Office of DOE; **1999** p. 182. **[In Persian]**

[14] Chouba L, Kraiem M, Njimi W, Tissaoui CH, Thompson J R, Flower R J. Seasonal variation of heavy metals (Cd, Pb and Hg) in sediments and in mullet, *Mugil cephalus* (Mugilidae), from the Ghar El Melh Lagoon (Tunisia). Transit Waters Bulletin; **2007; 4**:45–52.

[15] Bandani G A, Khoshbavar Rostami H A, Yelghi S, Shokrzadeh M, Nazari H. Concentration of heavy metals (Cd, Cr, Zn, and Pb) in muscle and liver tissues of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) from coastal waters of Golestan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal; **2011; 19**(4):1-10. **[In Persian]**

[16] Monroy M, Maceda A, De Sostoa A. Metal concentration in water, sediment and four fish speciesfrom Lake Titicaca reveals a large-scale environmental concern. Science of the Total Environment; **2014; 487**:233–244.

[17] Aquatic Resources Research Centre for Inland Waters Gorgan. Assessment of the level of heavy metals in sediment, water and fish filled the southern coast of the Caspian Sea in Golestan Province. Final Report Project; **2008**. p.115. **[In Persian]**

[18] Yi Y, Yang Z, Zhang S H. Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin. Environmental Pollution; **2001; 159**:2575–2585.

[19] Karbassi A, Ayaz G, Nouri J. Flocculation of trace metals during mixing of Talar river water with Caspian Seawater. International Journal of Environmental Research; **2007;1**(1):66-73.

[20] Sadough Niri A, Ronagh Mand M, Ahmadi R. Quantitative analysis of heavy metals in muscle, liver and gill tissues of *Euryglossa orientalis* in northern Persian Gulf waters. Iranian Scientific Fisheries Journal; **2012; 21**(1):147-160. **[In Persian]**

[21] Askary Sary A. The study of heavy metals (Pb, Hg, Cd)in (*Barhus grypus*) and (*Liza abu*) in Karoon and Karkheh rivers. Scientific and Research Journal of Marine Biology; **2010; 1**(4):95-107.

Archive of SID

www.SID.ir