

بررسی تأثیر فاکتورهای طول، وزن، سن و جنس با میزان تجمع زیستی جیوه در بافت کبد ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*)

• لیلا طاهری آزاد

کارشناس ارشد محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسئول)

• عباس اسماعیلی ساری

استاد گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

• کامران رضائی توابع

کارشناس ارشد شیلات، مرکز تحقیقات بین المللی همزیستی با کویر دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: شهریور ماه ۱۳۸۸

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۳۶۲۵۹۹۷

Email: ltaheriazad@yahoo.com

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تأثیر چهار فاکتور طول، وزن، سن و جنس در ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) با میزان تجمع فلز جیوه در بافت کبد انجام شد. ماهی سوف سفید دریای خزر یکی از ماهیان در خطر انقراض و پر ارزش شیلاتی است. برای اجرای تحقیق در زمستان ۱۳۸۴ در سواحل غربی دریای خزر (از صیدگاه جفروود تا تالاب انزلی) ۲۱ نمونه ماهی سوف به صورت تصادفی صید و پس از انجام مراحل زیست‌سنجی نمونه‌ها (اندازه‌گیری طول و وزن آنها) و تشخیص جنسیت، غلظت جیوه در بافت کبد با دستگاه LECO, Advanced Mercury Analyzer ۲۵۴ اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج به دست آمده میانگین غلظت جیوه در بافت کبد 0.338 ± 0.097 بر حسب ppb وزن خشک بود. بین فاکتورهای سن و وزن با غلظت جیوه در بافت‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$) اما بین میزان جیوه در بافت کبد با فاکتور طول و جنس هیچ گونه رابطه معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

کلمات کلیدی: جیوه، سوف سفید *Sander lucioperca*، دریای خزر، کبد

Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 84 pp: 10-17

Mercury content in the liver of Zander fish (*Sander lucioperca*) in relation to length, weight, age and sex

By: L. Taheriazad, MSc Expert of Tarbiat Modares University (Corresponding Author; Tel: +989183625997), Esmaili sari A, Professor of Tarbiat Modares University Razaie Tavabe K. MSC Expert International Research of Dessert of Tehran University.

The main objective of the present study is investigation of mercury bioaccumulation relation to length, weight, age and sex factors at liver of Zander fish. For this purpose, in Winter 2005 at western Caspian Sea shores (from Jefroud fishery station to Anzali wetland) 21 numbers Zander fish were obtained and then after biometry (measuring length, age and weight) and sex determination, the mercury concentration at liver were detected by Advanced Mercury Analyzer254, LECO. Based on the results, mercury concentration at liver (ppb in dry weight) was 0.338 ± 0.097 . The results showed significant differences between age and weight factors with mercury accumulation at liver ($P < 0.05$) while sex and length factors showed any significant differences on mercury concentration at liver ($P > 0.05$).

Keywords: Mercury, *Sander lucioperca*, Caspian Sea, liver

مقدمه

جیوه به علت دارا بودن خاصیت پایداری و تجمع زیستی در بافت‌های جانوری، به عنوان یک آلاینده زیستی و عنصری با سمیت بالا شناخته شده است (۱۴). در اکوسیستم‌های آبی طی فرایند متیلاسیون توسط باکتری‌ها و قارچ‌ها، جیوه غیر آلی به فرم آلی آن تبدیل می‌شود. متیل جیوه که نسبت به اشکال عنصری و غیر آلی جیوه سمیت بیشتری دارد، در زنجیره‌های غذایی آبی تجمع یافته و اغلب در سطوحی بالاتر از میزان حد مجاز سلامتی در ماهیان شکارچی قرار گرفته در حلقه‌های انتهایی زنجیره غذایی مانند کوسه ماهیان، شمشیر ماهیان و شاه ماهیان مشاهده می‌شود (۲۵،۲۰). برخی آبریان و بافت‌های بدن آنها در اکوسیستم‌های آبی جهت ارزیابی زیستی اثرات ایجاد شده توسط آلاینده‌ها در محیط زیست مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۳). بافت‌های بدن ماهی به عنوان شاخص‌های حساس به آلودگی جیوه در اکوسیستم‌های آبی، ظرفیت تجمع زیستی بالایی برای هر دو شکل آلی و غیر آلی جیوه را دارند (۱۲). سن، طول، وزن، جنسیت، عادت تغذیه‌ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و خواص فیزیکی و فیزیکی-شیمیایی آب (شوری، pH، سختی و دما) از عوامل مؤثر در تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهی هستند (۲۲،۷). متیل جیوه فرم غالب جیوه در بدن ماهی می‌باشد (۲۹)، مصرف ماهی‌های آلوده و غذاهای دریایی یکی از راه‌های در معرض قرار گرفتن انسان به متیل جیوه است (۲۵،۲۰). تقریباً ۹۵ درصد متیل جیوه از طریق معده جذب خون می‌شود و بر روی فشار خون نیز اثر منفی می‌گذارد (۲۷). ترکیبات اصلی و مغذی مثل سلنیوم و ویتامین E که عموماً در غذاهای دریایی به مقدار زیاد وجود دارند در معرض متیل جیوه اثرات سمی از خود نشان می‌دهند (۸). با افزایش سطوح آلودگی در زیست بوم‌های آبی، مقادیر آلاینده‌ها به ویژه جیوه در ماهی‌ها به خاطر اثرات بالقوه بر انسان مورد توجه است (۲۰). عموماً بین سطوح جیوه در انسان و میزان مصرف ماهی همبستگی مثبتی وجود دارد (۱۹،۱۷). در مطالعاتی که طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۷ بر روی ماهی صورت گرفت مشخص گردید که

بین غلظت جیوه با فاکتورهای وزن و سن همبستگی وجود دارد. مطالعات مشابهی نیز در سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ بر روی غلظت جیوه در ماهی در رابطه با فاکتور اندازه صورت گرفته که بیانگر وجود رابطه همبستگی بین غلظت جیوه با فاکتور اندازه می‌باشد (۲۸،۱۴،۱۰،۹،۶،۵).

توسعه صنایع و افزایش بی‌رویه جمعیت شهرها و روستاها و در پی آن توسعه کشاورزی و استفاده از کودها و سموم دفع آفات، موجب می‌گردد مقادیر زیادی از فاضلاب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی که دارای ترکیبات شیمیایی مختلف مانند عناصر سنگین هستند وارد اکوسیستم‌های آبی شوند (۲۹). سواحل جنوبی دریای خزر نیز از این قاعده مستثنی نیستند. این آلودگی‌ها از جمله جیوه پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی در بافت‌ها و اندام‌های آبریان تجمع یافته و در نهایت وارد زنجیره غذایی می‌شوند. تالاب انزلی محل تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی است (۱). با توجه به این منابع آلاینده در تالاب انزلی و سواحل جنوبی دریای خزر، احتمال تجمع فلزات سنگینی هم‌چون جیوه در آبریان مختلف از جمله ماهی‌ها وجود دارد. بافت کبد به عنوان اندام ذخیره‌کننده و سمیت زدا در موجودات زنده شناخته می‌شود و از نظر فیزیولوژیکی قابلیت جذب بالایی نسبت به جیوه دارد (۹). بنابراین مقادیری از فلزات سمی که در آن تجمع می‌کنند منعکس‌کننده شدت آلودگی می‌باشد. ماهی سوف از ماهیان با ارزش تجاری است (۴) که در میان ایرانیان به خصوص ساکنان نواحی شمال ایران طرفداران زیادی دارد. با توجه به لزوم پایش اکوسیستم‌های آبی به لحاظ آلودگی جیوه، هدف از این بررسی سنجش میزان جیوه در بافت کبد ماهی سوف سواحل غربی خزر جنوبی و مقایسه اثر فاکتورهای طول، وزن، سن و جنس با میزان تراکم جیوه در بافت کبد می‌باشد.

مواد و روش‌ها**نمونه‌گیری، آماده‌سازی و زیست‌سنجی نمونه‌ها**

پس از مطالعه بیولوژی و رفتار مهاجرت ماهی سوف سفید (*S. lucoiperca*) به صورت مطالعه موردی ماهیان سوف سواحل غربی

اعتماد ۵ درصد استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS-۱۲ انجام شد. نمودارهای مربوطه نیز با استفاده از Excel رسم شد.

نتایج

میانگین غلظت جیوه در کبد 0.097 ± 0.0338 بر حسب ppb (وزن خشک) تعیین شد. همچنین نتایج حاصل از زیست‌سنجی نمونه‌ها بدین صورت می‌باشد: (طول کل: 21.2 ± 33.14 سانتی‌متر، طول چنگالی: 34.2 ± 32.58 سانتی‌متر، طول استاندارد: 1.88 ± 30.32 سانتی‌متر، وزن: 61.45 ± 38.4 گرم). همچنین ترکیب جنسی نمونه‌ها به صورت: (۹ نمونه جنس ماده و ۱۲ نمونه جنس نر) می‌باشد جدول ۱ نشان‌دهنده خلاصه نتایج آماری حاصل از زیست‌سنجی ماهیان سوف سفید می‌باشد.

اندازه‌گیری اسپرما توکریک

برای اندازه‌گیری اسپرما توکریک، سمن در دستگاه سانتریفیوژ (USA, 275.CAT.NO) با ۳۰۰۰ دور در دقیقه در مدت زمان ۸ دقیقه در لوله‌های میکرو سانتریفیوژ شده سپس با استفاده از هماتوکریک خوان (U.S.A, 2201.I.E.C.CAT.NO) درصد اسپرم به پلاسمای سمینال

دریای خزر از صیدگاه جفروود تا تالاب انزلی به عنوان جامعه آماری انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفتند. در زمستان سال ۱۳۸۴، تعداد ۲۱ نمونه ماهی سوف سفید با استفاده از صید پره از منطقه مورد مطالعه تهیه گردید. نمونه‌های تهیه شده پس از انجام زیست‌سنجی^۱ در فریزر منجمد شده به آزمایشگاه انتقال داده شد. در آزمایشگاه پس از تعیین جنسیت و سن، از بافت کبد هر یک از ماهی‌ها نمونه تهیه گردید. بافت‌های جداشده جهت خشک شدن در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت (بین ۲۴ تا ۴۸ ساعت) در آون قرار داده شد، سپس نمونه‌های خشک شده در بوته چینی خرد گردید و برای آنالیز در دستگاه ۲۵۴ Advanced Mercury Analyzer, LECO روش استاندارد شماره D-۶۷۲۲ بر اساس پروتکل دستگاه برای بافت‌های جانوری آماده شدند و میزان جیوه کل بر اساس ppb (وزن خشک) در هر نمونه بدست آمد (۲۶).

آنالیز آماری

در این تحقیق نرمال بودن داده‌های بدست آمده با آزمون کلموگرف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. سپس برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز تجزیه واریانس^۲ یک طرفه استفاده شد. برای تعیین اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌های غلظت جیوه در تیمارهای مختلف از آزمون دانکن با سطح



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- خلاصه نتایج آماری حاصل از بیومتری ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*)

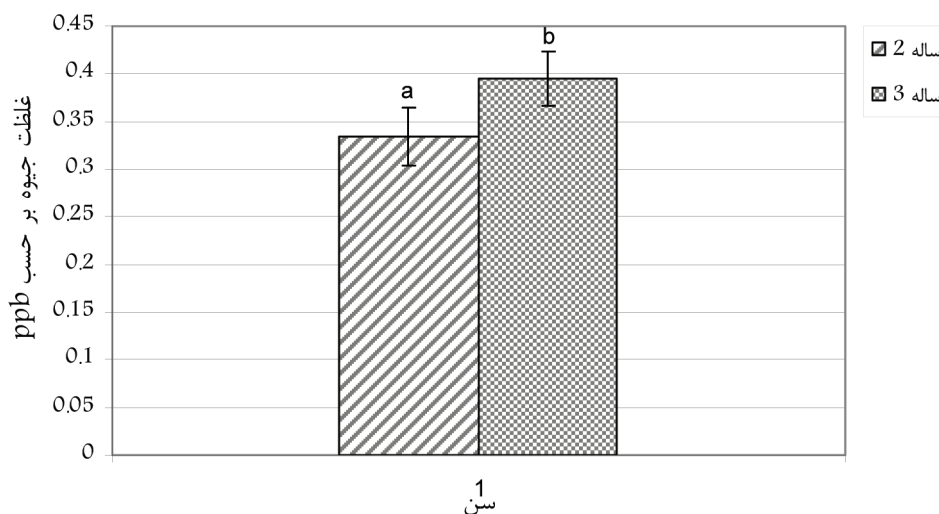
متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر
طول کل (سانتی متر)	۳۳/۱۴	۲۷/۶	۳۷/۳
طول چنگالی (سانتی متر)	۱۸/۶۲	۱۵/۶	۲۲
طول استاندارد (سانتی متر)	۱۷/۳۷	۱۴/۵	۲۰/۵
وزن (گرم)	۳۸۴/۱۴	۱۸۷	۵۲۰
سن (سال)	۳	۲	۴

جدول ۲- نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت جیوه کل بر حسب ppb (وزن خشک) در بافت کبد ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*)

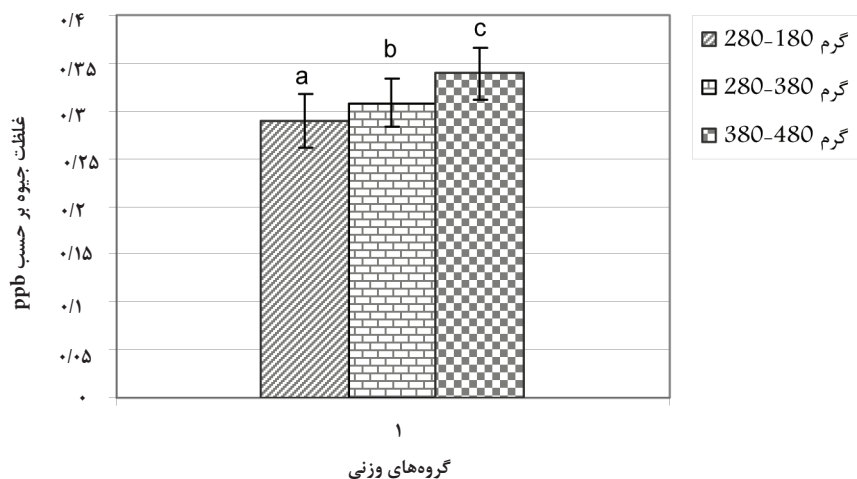
غلظت جیوه	تعداد	میانگین	خطای معیار Standard Error	حداقل	حداکثر
کبد	۲۱	۰/۳۳۸	۰/۰۲۱	۰/۲۱۵	۰/۵۱۴

جنس، سن، طول و وزن مورد آزمون قرار گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که بین فاکتورهای طول، جنس و غلظت جیوه در بافت کبد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0/05$) اما بین فاکتور سن و غلظت جیوه در بافت کبد تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$). نتایج این آزمون در نمودار ۱ نشان داده شده است.

اندازه‌گیری شد (۱۰). برای این منظور میانگین ۱۰ نمونه اسپرم (در سه تکرار) به عنوان مقدار اسپرماتوکریت ثبت شد (۲۰). جدول ۲ نشان‌دهنده نتایج اندازه‌گیری میزان جیوه در بافت کبد در ماهیان سوف سفید می‌باشد. در این مطالعه ارتباط بین غلظت جیوه در بافت کبد با فاکتورهای



نمودار ۱- مقایسه غلظت جیوه در بافت کبد ماهی سوف سفید بر اساس فاکتور سن (مقایسه درون گروهی می‌باشد). خطوط میله مانند روی گراف‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار می‌باشد (حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار با سطح اعتماد ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد).



نمودار ۲- مقایسه غلظت جیوه در بافت کبد ماهی سوف سفید بر اساس فاکتور وزن (مقایسه درون گروهی می‌باشد). خطوط میله مانند روی گراف‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار می‌باشد. (حروف انگلیسی متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار با سطح اعتماد ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد).

(Fe, Pb, Zn) را به وسیله آنالیز رگرسیون خطی بررسی کردند (۶). نتایج آنالیز رگرسیون خطی نشان می‌دهد که به غیر از برخی موارد رابطه منفی معنی‌داری بین غلظت فلزات و اندازه ماهی مشاهده می‌شود.

نتایج بررسی حاضر در نمودارهای شماره ۱ و ۲ نشان می‌دهد که بین فاکتورهای سن و وزن با غلظت جیوه در بافت کبد تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$) به طوری که با افزایش سن و وزن غلظت جیوه در کبد نیز افزایش می‌یابد البته رابطه بین طول، وزن و سن با محتوای جیوه در ماهی همیشه وجود ندارد و وابسته به فاکتورهایی مثل گونه ماهی و نوع جیوه‌ای است که ماهی در معرض آن قرار می‌گیرد (۱۵). نتایج تحقیق حاضر با نتایج سایر مطالعات مشابه که در دیگر نقاط جهان صورت گرفته همخوانی دارد. مطالعات Burger در سال ۲۰۰۷ در آلاسکا نتایج تحقیق ما را تایید می‌کند، نتایج Burger نشان می‌دهد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین غلظت جیوه در کبد روغن ماهی (*Gadus macrocephalus*) با فاکتورهای وزن و سن وجود دارد (۶). در تحقیقی در سال ۲۰۰۶ نشان داده شد که در کبد سس ماهی (*Barbus graellsii*) با افزایش وزن غلظت جیوه نیز افزایش می‌یابد (۹). همچنین طی مطالعه دیگری که در چهار گونه از ماهیان بنتیک و پلاژیک سواحل موریتانیا صورت گرفت همبستگی معنی‌داری بین فاکتورهای وزن و سن با غلظت جیوه در کبد نشان داده شد (۲۳). طی مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۳ در خلیج غربی دریاچه Balaton بر روی ماهی سیم صورت گرفت همبستگی مثبتی بین غلظت جیوه در کبد با وزن و سن ماهی دیده شد (۱۰). همچنین با مطالعه‌ای که بر روی اردک ماهیان رودخانه‌های غربی آلاسکا صورت گرفت، نشان داده شد که تراکم جیوه در ماهی با افزایش سن و بنابراین افزایش وزن آن، افزایش می‌یابد (۱۶). نتایج مطالعات Francesconi در سال ۱۹۹۲، Post در سال ۱۹۹۶ و Wiener در سال ۱۹۹۶ نیز نشان دادند که تراکم جیوه در ماهی با سن آن مرتبط

با استفاده از آزمون دانکن ارتباط بین فاکتور وزن و غلظت جیوه بررسی شد. بین غلظت جیوه در کبد با گروه‌های وزنی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$) به طوری که با افزایش وزن غلظت جیوه در کبد نیز افزایش می‌یابد. نتایج این آزمون در نمودار ۲ نشان داده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که بین فاکتور جنس با غلظت جیوه در بافت کبد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0.05$). در این رابطه نتایج مطالعات Jewetti در سال ۲۰۰۲ نیز تفاوتی را در میزان تراکم جیوه بین اردک ماهی‌های نر و ماده نشان نداد. همچنین تراکم بالای جیوه در بافت‌های ماهی اساساً یک کارکرد مرتبط با اندازه است تا با جنس و به نظر نمی‌رسد که جنس تجمع و افزایش جیوه در بافت را تحت تاثیر قرار دهد (۱۶). اما Ruelas و Julshamn طی مطالعه‌ای بر روی دلفین‌های اسپینر (*Stenella longirostris*) در کالیفرنیا نشان دادند که میانگین سطوح جیوه در کبد، کلیه و عضله در ماده‌ها بالاتر از نرها است. در مقابل، در خوک‌های آبی نر (*Cystophora cristata*) در گرینلند سطوح جیوه در تمامی بافت‌ها (کبد، کلیه و عضله) نسبت به ماده‌ها بالاتر می‌باشد، اما برای خوک‌های آبی *Pagophilus groenlandicus harp* بین جنس نر و ماده تفاوتی وجود ندارد (۱۸، ۲۴).

نتایج بررسی حاضر نشان داد که بین غلظت فلزات در کبد و اندازه ماهی وجود ندارد (۱۴). در مقابل در مطالعات دیگری نشان داده شده است که بین تجمع زیستی جیوه در کبد و فاکتور اندازه همبستگی‌های معنی‌داری وجود دارد، به عنوان مثال مطالعات Weiss در سال ۲۰۰۴ یک افزایش خطی در غلظت جیوه در ارتباط با طول ماهی را نشان می‌دهد (Altı و Canli، ۲۸). نیز در سال ۲۰۰۳ ارتباط بین اندازه ماهی و غلظت فلزات (Cd, Cr, Cu)

نشد ($P > 0.05$). یزدانی نسب و همکاران در سال ۱۳۸۳ غلظت جیوه را در بافت کبد ماهی کفال طلائی *Liza aurata* ۷۸۴ ppb گزارش کردند (۵)، نوزری و همکاران نیز در همین سال میانگین غلظت اندازه گیری شده جیوه در بافت کبد اردک ماهی (*Esox lucius*) را ۱۷۰ ppb اعلام کردند. بر اساس نتایج مطالعات آنها هیچ گونه همبستگی ای بین اندازه، وزن و سن اردک ماهی و میزان جذب و تجمع جیوه یافت نشد (۳). جهت سهولت مقایسه نتایج مربوط به میزان تجمع جیوه در بافت کبد در این تحقیق و سایر تحقیقات انجام گرفته در سطح ملی و بین المللی به صورت خلاصه در جدول ۳ آورده شده است. نتایج مقایسه میانگین غلظت جیوه در کبد ماهی سفید، کفال طلائی و

است و همبستگی بی ثبات تراکم های جیوه با طول ماهی ممکن است انعکاس نمونه برداری از سایت هایی با کمترین میزان آلودگی باشد (۲۱، ۳۰). غلظت جیوه اندازه گیری شده در این مطالعه قابل مقایسه با غلظت جیوه بافت کبد در برخی از ماهیان دریای خزر می باشد. فروغی و همکاران در سال ۱۳۸۴ میانگین غلظت جیوه را در کبد ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) در رابطه با چهار فاکتور طول، وزن، سن و جنس اندازه گیری کردند (۲). آنها میانگین غلظت جیوه را در کبد ۶۷۱ ppb گزارش کردند، در مطالعه ای که فروغی و همکاران انجام دادند هیچ گونه ارتباطی بین تغییرات طول با مقادیر جیوه در کبد به اثبات نرسید. همچنین بین غلظت جیوه دو جنس نر و ماده نیز هیچ گونه تفاوت معنی داری مشاهده

جدول ۳- نتایج مربوط به میزان تجمع جیوه در بافت کبد در این تحقیق و سایر تحقیقات انجام گرفته در سطح ملی و بین المللی

نمونه مطالعه شده	محل نمونه برداری	شماره ماخذ	تعداد نمونه	مقادیر گزارش شده
ماهی سوف سفید (<i>Sander lucioperca</i>)	سواحل غربی دریای خزر (از صیدگاه جفروود تا تالاب انزلی)، ۱۳۸۴	تحقیق حاضر	۲۱	۰/۳۳۸ (ppb MeHg dry weight)
ماهی سفید (<i>Rutilus frisii kutum</i>)	سواحل مرکزی استان مازندران صیدگاه های نوشهر تا فریدونکنار، ۱۳۸۴	۲	۴۶	۶۷۱ (ppb MeHg dry weight)
کفال طلائی (<i>Liza aurata</i>)	سواحل غربی استان مازندران، ۱۳۸۳	۴	۶۰	۷۸۴ (ppb MeHg dry weight)
اردک ماهی (<i>Esox lucius</i>)	شرق و غرب تالاب انزلی، ۱۳۸۳	۳	۸۶	۱۷۰ (ppb MeHg dry weight)
روغن ماهی (<i>Gadus macrocephalu</i>)	Aleutian Chain, ۲۰۰۷	۶	۱۴۱	۰/۰۱۴ - ۱/۲۵ (ppm wet weight)
سس ماهی (<i>Barbus graellsii</i>)	NE Spain, ۲۰۰۶	۹	۲۳	< ۰/۰۳ - ۳/۶۴۱ (THg mg/kg w.w)
اردک ماهی شمال <i>Northern pike</i>	western Alaska rivers, ۲۰۰۲	۱۶	۱۵	۰/۲۳۲ - ۰/۲۸۵ (MeHg mg/kg w.w)
ماهی سیم <i>Abramis brama L.</i>	Western basin of Lake Balaton, ۲۰۰۳	۱۰	۴۲	۰/۱۷ (۰/۱۰) (mg/kg dry weight Hg)
گرگ ماهی <i>Serranus scriba</i>	Mauritania coast, ۱۹۹۹	۲۳	۳	dry wt µg gy) ۰/۸۶
هامور <i>Epinephelus costae</i>	Mauritania coast, ۱۹۹۹	۲۳	۷	dry wt µg gy) ۰/۴۶
<i>Cephalopholis nigri</i>	Mauritania coast, ۱۹۹۹	۲۳	۵	dry wt µg gy) ۰/۷۵
<i>Pseudupeneus prayensis</i>	Mauritania coast, ۱۹۹۹	۲۳	۳	dry wt µg gy) ۰/۱۵

- 8-Chapman, L. and Chan, H.M., (2000) The influence of nutrition on methyl mercury intoxication. *Environ Health Pers*, 108: 29–56.
- 9 - Demetrio, R, Sergi, D, Josep, M.B and Damià Barcelo; (2006) Mercury levels and liver pathology in feral fish living in the vicinity of mercury cell chlor-alkali factory. *Chem*, 66(7): 1217-1225.
- 10 - Farkas, A, Salanki, J. and Specziar, A; (2003) Age- and size-specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. populating a low- contaminated site. *Water Res*, 37: 959-964.
- 11- Francesconi, K.A, Lenanton, R.C.J; (1992) Mercury contamination in a semi-enclosed marine embayment organic mercury content of biota, and factors influencing mercury levels in fish. *mar. environ. Res*, 331: 189-212.
- 12- Gochefeld, M; (2003) Cases of mercury exposure, bioavailability, and absorption, *Ecotoxicol. Environ. Saf*, 56: 174–179.
- 13- Hellowell J.M; (1986) *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*. Amsterdam: Elsevier: 546–54.
- 14- Henry, F, Amara, R, Courcot, L, Lacouture, D. and Bertho, M.L; (2004) Heavy metals in four fish species from the French coast of the Eastern English Channel and Southern Bight of the North Sea. *Environ International*, 30: 675-683.
- 15- Jackson, T.A; (1991) Biological and environmental control of mercury accumulation by fish in lakes and reservoirs of northern Manitoba, Canada, *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 48 (1991): 2449–2470.
- 16- Jewetti.S.C, Zhang,X, Sathy Aidu,A, Kelly,J.J, Dasher,D, Duffy,K; (2002) comparison of mercury and methyl mercury in northern pike and Arctic gray ling from western Alaska rivers. *chem*, 50:383-392.
- 17- Johnsson, C, Schutz, A, Sallsten, G., (2005) Impact of consumption of freshwater fish on mercury levels in hair, blood, urine, and alveolar air. *Toxicol. Environ. Health*, 68 (a): 129–141.
- 18- Julshamn, K, Grahl-Nielsen, O., (2000) Trace elements in harp seal (*Pagophilus groenlandicus*) and hooded seal (*Cystophora cristata*) from the Greenland Sea, a multivariate approach. *Sci. Total Environ.* 250: 123–133.
- 19- Knobeloch, L, Anderson, H.A, Imm, P, Peters, D, Smith, A; (2005) Fish consumption, advisory awareness, and hair mercury levels among women of childbearing age. *Environ. Res.* 97: 220–227.
- 20- National Research Council (NRC); (2000) *Toxicological Effects of Methyl mercury*. National Academy Press, Washington, DC. 337pp.
- 21 - Post, J.R, Vandenbos, R, Mc queen, D.J; (1996) Uptake rates

اردک ماهی در حوزه جنوبی دریای خزر با ماهی سوف (کبد = ۰/۳۳۸ بر حسب ppb) در این تحقیق نشان می دهد علی رغم این که ماهی سوف در اکوسیستم های آبی در راس زنجیره غذایی قرار دارد اما غلظت جیوه در بافت کبد در این ماهی نسبت به ماهیان ذکر شده بسیار پایین تر می باشد، به طوری که حتی در مقایسه با ماهی سفید نیز که رژیم غذایی بنتوز خواری دارد غلظت جیوه در ماهی سوف بسیار پایین تر است. در نهایت می توان بیان نمود که در مقایسه با سایر ماهیان شکارگر دریای خزر و نیز با توجه به پدیده تجمع زیستی جیوه در موجودات انتهایی زنجیره غذایی، غلظت اندازه گیری شده جیوه در بافت کبد ماهی سوف سفید دریای خزر بسیار پایین می باشد. علاوه بر این میزان جیوه در این ماهی با افزایش وزن و سن ماهی افزایش می یابد اما ارتباطی بین افزایش طول با غلظت جیوه در ماهی سوف دیده نشد ضمن این که جنسیت نیز در میزان تجمع جیوه در ماهی سوف تاثیری نداشت.

سپاسگزاری

این تحقیق حاصل همکاری بی دریغ اشخاص و سازمان های شیلاتی می باشد. لذا از همکاری های صمیمانه ریاست محترم پژوهشکده آبی پروری آب های داخلی انزلی، مسئول آزمایشگاه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی نور سرکار خانم حق دوست، جناب آقای مهندس خدمتی کارشناس پژوهشکده آبی پروری آب های داخلی انزلی و خانم مهندس مریم اوسیوند کمال تشکر را داریم.

منابع مورد استفاده

- ۱- بهمنی، م، (۱۳۷۴) بررسی آلودگی در اکوسیستم های آبی و اثرات آن با نگرشی بر تالاب انزلی، موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران.
- ۲- فروغی، ر، اسماعیلی ساری، ع و قاسمپوری، م، (۱۳۸۵) مقایسه همبستگی طول و وزن با تراکم جیوه در اندام های مختلف ماهی سفید سواحل مرکزی خزر جنوبی، مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴.
- ۳- نوذری، م، (۱۳۸۴) اندازه گیری و مقایسه غلظت جیوه در اندام های مختلف اردک ماهی (*Esox lucius*) در تالاب انزلی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، گروه محیط زیست. ۱۱۳ صفحه.
- ۴- وثوقی، غ. ح و مستجیر، ب، ماهیان آب شیرین، (۱۳۷۳) انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۲۶۸-۲۷۵.
- ۵- یزدانی نسب، ل، (۱۳۸۴) سنجش آلودگی جیوه در بافت های ماهی کفال طلائی (*Liza aurata*) سواحل غربی استان مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، گروه بیولوژی دریا. ۵۹ صفحه.
- 6- Burger, J and Gochfeld, M; (2007) Risk to consumers from mercury in Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) from the Aleutians: Fish age and size effects, *Environ Res*, 105(2): 276 – 284.
- 7- Canli, M. & Atli, G; (2003) The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six mediterranean fish species. *Environ Pollut*, 9 (121): 129-136.

- 26- U.S. EPA; (1998) Trace mercury in various liquid and solid samples by direct combustion, Method No. 7473. U.S. Environmental Protection Agency.
<http://www.epa.gov/mercury>
- 27- Vupputuri, S, Longnecker, M.P, Daniels, J.L, Xuguang, G, Sandler, D.P; (2005) Blood mercury level and blood pressure among US women: Results from the national Health and Nutrition Examination Survey 1999–2000. *Environ. Res*, 97:195–200.
- 28 - Weis, I.M; (2004) Mercury concentration in fish from Canadian Great Lakes areas of concern: An analysis of data from the Canadian Department of Environment database. *Environ Res*, 95: 341-350.
- 29 - Wicker, A.M and Gantt, L.K., (1994) Contaminant assessment of fish Rangia clams and sediments in the lower Pamlico River, North Carolina, U.S Fish and Wildlife Service, *Ecologi Services*. 16pp.
- 30 - Wiener, J.G, Spry, D.J; (1996) *Toxicological significance of mercury in freshwater fish*.pp.297-339 in: Beyer WN,Heinz GH,Rdmon-Norwood AW(eds).
- of food-chain and waterborne mercury by fish: Field measurements, a mechanistic model, and an assessment of uncertainties. *canadian.J.fish. Aquat.Sci*, 53: 224-252.
- 22– Qian, S.S, Hicks, W, Keating, J, Moore, D.R.J, Teed, R.S; (2001) A predictive model for mercury fish tissue concentrations for the southeastern United States. *Environ Sci Technol*; 35:941–7.
- 23- Romeo, M, Siau, Y and Sidoumou, Z; (1999) Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. *The Science of the Total Environ*, 232: 169 – 175.
- 24 - Ruelas, J.R, Paez-Osuna, F, Perez-Cortes, H., (2000) *Distribution of mercury in muscle, liver and kidney of the spinner dolphin (Stenella longirostris) stranded in the southern Gulf of California*. 40: 1063–1066.
- 25- US EPA; (2001) *Water quality criterion for the protection of human health: Methyl Mercury*. EPA 0823-R-01-001. US Environmental Protection Agency, Washington, DC.

