Archive of SID

شماره ۸۴، پاییز ۱۳۸۸

نشریه دامپزشکی

(پژوهش و سازندگی)

# 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 جفرود 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 Advanced Mercury Analyzer۲۵۴ ,LECO اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج به دست آمده میانگین غلظت جیوه در بافت کبد ۰/۳۳۸±۰/۰۹۷ بر حسب ppb وزن خشک بود. بین فاکتورهای سن و وزن با غلظت جیوه در بافت‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵) اما بین میزان جیوه در بافت کبد با فاکتور طول و جنس هیچ گونه رابطه معنی داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).**

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

www.SID.ir

Archive of SID



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 آبزیان و بافت‌های بدن آنها در اکوسیتم‌های 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 غیرآلی 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 فیزیکو-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 می شود و بر روی فشار خون نیز اثر منفی می‌گذارد (۲۷). ترکیبات اصلی ومغذی مثل سلنیوم و ویتامین E که عموما 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 وجو رابطه همبستگی بین غلظت جیوه با فاکتور اندازه می‌باشد (۲۸،۱۴،۱۰،۹،۶،۵).

توسعه صنایع و افزایش بی رویه 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 آبزیان 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 آبزیان 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



www.SID.ir

Archive of SID



دریای خزر از صیدگاه جفرود 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[1] 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 LECO ,Advanced Mercury Analyzer۲۵۴ روش استاندارد شماره۶۷۲۲-D 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 داده ها از آنالیز تجزیه واریانس[2] یک طرفه استفاده شد. برای تعیین اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌های غلظت جیوه در تیمارهای مختلف از آزمون دانکن با سطح 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 کبد۰/۰۹۷±۰/۳۳۸ بر حسب ppb (وزن خشک) تعیین شد. هم‌چنین نتایج حاصل از زیست‌سنجی نمونه‌ها بدین صورت می‌باشد: (طول کل:۲/۲۱±۳۳/۱۴ سانتی‌متر، طول چنگالی: ۲/۳۴±۳۲/۵۸ سانتی‌متر، طول استاندارد: ۱/۸۸±۳۰/۳۲ سانتی متر، وزن: ۴۵/۶۱±۳۸۴/۱۴ 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 زیست سنجی ماهیان سوف سفید می‌باشد.

### اندازه‌گیری اسپرماتوکریت

برای اندازه‌گیری اسپرماتوکریت، سمن در دستگاه سانتریفیوژ (USA ,۲۷۵.CAT.NO) با ۳۰۰۰ دور در دقیقه در مدت زمان ۸ دقیقه در لوله‌های میکرو سانتریفوژ شده سپس با استفاده از هماتوکریت خوان (U.S.A ,۲۲۰۱.I.E.C.CAT.NO) درصد اسپرم به پلاسمای سمینال

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه


www.SID.ir

Archive of SID


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

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

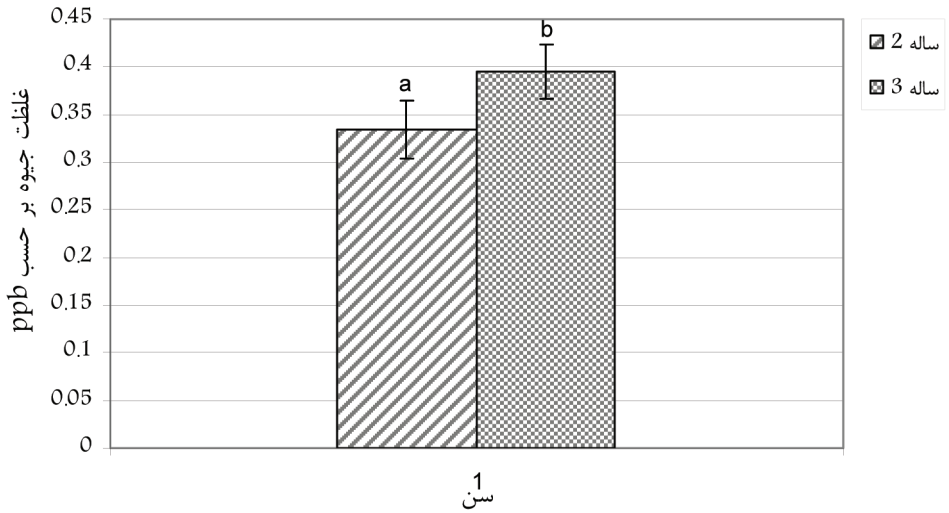
**جدول۲- نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت جیوه کل بر حسب ppb (وزن خشک) در بافت کبد ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*)**

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

اندازه‌گیری شـد (۱۰). برای این منظور میانگین ۱۰ نمونه اسـپرم (در سـه تکرار) به عنوان مقدار اسپرماتوکریت ثبت شد (۲۰).

جدول ۲ نشـان‌دهنده نتایج اندازه گیری میـزان جیوه در بافت کبد در ماهیان سوف سفید می‌باشد.

در ایـن مطالعه ارتباط بین غلظت جیـوه در بافت کبد با فاکتورهای 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 ($P > ۰/۰۵$) اما بین فاکتور سن و غلظت جیوه در بافت کبد تفاوت معنی داری وجـود دارد ($P < ۰/۰۵$). نتایج این آزمون در نمودار ۱ نشان داده شده است.

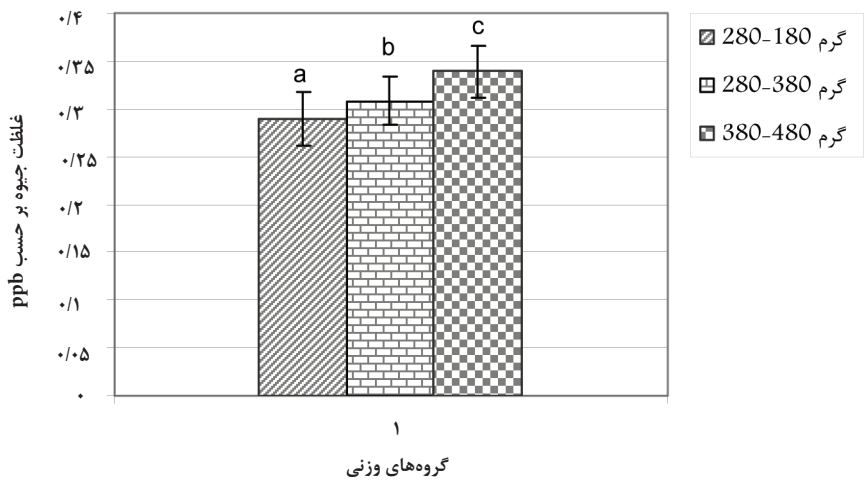



**نمودار ۱- مقایسـه غلظت جیوه در بافت کبد ماهی سـوف سفید بر اساس فاکتور سـن (مقایسه درون گروهی می‌باشد). خطوط میله مانند روی گراف‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار می‌باشد (حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار با سطح اعتماد ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد).**


www.SID.ir

Archive of SID






**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).**

با استفاده از آزمون دانکن ارتباط بین فاکتور وزن و غلظت جیوه بررسی شد. بین غلظت جیوه در کبد با گروه‌های وزنی تفاوت معنی داری 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 سال۲۰۰۲ 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 نمی رسد 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 همبستگی های معنی داری وجود دارد، به عنوان مثال مطالعات Weis در سال ۲۰۰۴ یک افزایش خطی در غلظت جیوه در ارتباط با طول ماهی را نشان می‌دهد(۲۸) . Canli و Alti نیز در سال ۲۰۰۳ ارتباط بین اندازه ماهی و غلظت فلزات (Cd, Cr, Cu, 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 درکبد 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 می گیرد (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 معنی داری بین غلظت جیوه در کبد روغن ماهی (*Gadus macrocephalus*) با فاکتورهای وزن و سن وجو 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 ازماهیان 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 ۱۹۹۶و Wiener در سال ۱۹۹۶ نیز نشان دادند که تراکم جیوه در ماهی با سن آن مرتبط


نشریه دامپزشکی www.SID.ir

Archive of SID


است و همبستگی بی‌ثبات تراکم‌های جیوه با طول ماهی ممکن است انعکاس نمونه‌برداری از سایت‌هایی با کمترین میزان آلودگی باشد (۳۰،۲۱،۱۱).

غلظت جیوه اندازه گیری شده در این مطالعه قابل مقایسه با غلظت جیوه بافت کبد در برخی از ماهیان دریای خزر می‌باشد. 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 اندازه‌گیری کردند (۲). آنها میانگین غلظت جیوه را در کبد ppb ۶۷۱ گزارش کردند، در مطالعه‌ای که فروغی و همکاران انجام دادند هیچ‌گونه ارتباطی بین تغییرات طول با مقادیر جیوه در کبد به اثبات نرسید. همچنین بین غلظت جیوه دو جنس نر و ماده نیز هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$). یزدانی نسب و همکاران در سال ۱۳۸۳ غلظت جیوه را در بافت کبد ماهی کفال طلائی *Liza aurata* ppb ۷۸۴ گزارش کردند(۵)، نوذری و همکاران نیز در همین سال میانگین غلظت اندازه گیری شده جیوه در بافت کبد اردک ماهی (*Esox lucius*) را ppb ۱۷۰ 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 بین‌المللی به صورت خلاصه در جدول ۳ آورده شده است.

نتایج مقایسه میانگین غلظت جیوه در کبد ماهی سفید،کفال طلائی و

**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 نمونه‌برداری | شماره ماخذ | تعداد نمونه | مقادیر گزارش شده |
|---|---|---|---|---|
| ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) | سواحل غربی دریای خزر (از صیدگاه جفرود تا تالاب انزلی)، ۱۳۸۴ | تحقیق حاضر | ۲۱ | ۰/۳۳۸ (ppb MeHg dry weight) |
| ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) | سواحل مرکزی استان مازندران صیدگاه‌های نوشهر تا فریدونکنار، ۱۳۸۴ | ۲ | ۴۶ | ۶۷۱ (ppb MeHg dry weight) |
| کفال طلایی (*Liza aurata*) | سواحل غربی استان مازندران، ۱۳۸۳ | ۴ | ۶۰ | ۷۸۴ (ppb MeHg dry weight) |
| اردک ماهی (*Esox lucius*) | شرق و غرب تالاب انزلی، ۱۳۸۳ | ۳ | ۸۶ | ۱۷۰ (ppb MeHg dry weight) |
| روغن ماهی (*Gadus macrocephalu*) | Aleutian Chain, ۲۰۰۷ | ۶ | ۱۴۱ | ۰/۰۱۴ – ۱/۲۵ (ppm wet weight ) |
| سس ماهی (*Barbus graellsii*) | NE spain, ۲۰۰۶ | ۹ | ۲۳ | < ۰/۰۳ – ۳/۶۴۱ (THg mg/kg w.w) |
| اردک ماهی شمال *Northern pike* | western Alaska rivers,۲۰۰۲ | ۱۶ | ۱۵ | ۰/۲۳۲ -۰/۲۸۵ (MeHg mg/kg w.w) |
| ماهی سیم *Abramis brama* L. | Western basin of Lake Balaton, ۲۰۰۳ | ۱۰ | ۴۲ | ۰/۱۷ (۰/۱۰) (mg/kg dry weight Hg) |
| گرگ ماهی *Serranus scriba* | Mauritania coast, ۱۹۹۹ | ۲۳ | ۳ | dry wt µg gy۱ ۰/۸۶ |
| هامور *Epinephelus costae* | Mauritania coast, ۱۹۹۹ | ۲۳ | ۷ | dry wt µg gy۱ ۰/۴۶ |
| *Cephalopholis nigri* | Mauritania coast, ۱۹۹۹ | ۲۳ | ۵ | dry wt µg gy۱ ۰/۷۵ |
| *Pseudupeneus prayensis* | Mauritania coast, ۱۹۹۹ | ۲۳ | ۳ | dry wt µg gy۱ ۰/۱۵ |


www.SID.ir

Archive of SID



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 اکوسیستم‌های آبی در راس زنجیره غذایی قرار دارد اما غلظت جیوه در بافت کبد در این ماهی نسبت به ماهیان ذکر شده بسیار پایین‌تر می‌باشد، به طوری که حتی در مقایسه با ماهی سفید نیز که رژیم غذایی بنتوز خواری دارد غلظت جیوه در ماهی سوف بسیار پایین‌تر است. در نهایت می‌توان 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 می‌یابد 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 بی‌دریغ اشخاص و سازمان‌های شیلاتی می‌باشد. لذا از همکاری‌های صمیمانه ریاست محترم پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی انزلی، مسئول آزمایشگاه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی نور سرکار خانم حق دوست، جناب آقای مهندس خدمتی کارشناس پژوهشکده آبزی پروری آب‌های 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 اندام‌های مختلف ماهی سفید سواحل مرکزی خزر جنوبی، مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴.

۳- نوذری، م، (۱۳۸۴) اندازه‌گیری و مقایسه غلظت جیوه در اندام‌های 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، صفحات۲۶۸-۲۷۵.

۵- یزدانی نسب ، ل، (۱۳۸۴) سنجش آلودگی جیوه در بافت‌های 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.

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- Hellawell 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



www.SID.ir

Archive of SID


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 Cabadian 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.


www.SID.ir