

تعیین حد مجاز مصرف مهم‌ترین ماهیان تالاب انزلی بر اساس میزان جیوه بافت عضله

- **جواد عمارلو***: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، صندوق پستی: ۳۵۶-۴۶۴۱۴
- **عباس اسماعیلی ساری**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، صندوق پستی: ۳۵۶-۴۶۴۱۴
- **نادر بهرامی فر**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، صندوق پستی: ۳۵۶-۴۶۴۱۴

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۲

کلمات کلیدی: جیوه، حد مجاز مصرف، عضله، تالاب انزلی

گسترده جنگل‌ها و مراتع نیز وارد محیط می‌شود (Pyle و همکاران، ۲۰۰۳؛ Friedli و همکاران، ۲۰۰۳). جیوه در طبیعت به سه شکل کلی دیده می‌شود: ۱- جیوه عنصری که بیش‌تر در هوا وجود دارد، ۲- جیوه معدنی و ۳- جیوه آلی به‌خصوص متیل جیوه (Itô و همکاران، ۲۰۰۸). متیل جیوه ترکیب خاصی از جیوه است که دارای بیش‌ترین قابلیت تجمع زیستی در زنجیره‌های غذایی آبی می‌باشد. نزدیک به نود تا صد درصد جیوه‌ایی که در بدن ماهیان یافت می‌شود به‌صورت متیل جیوه است (Marrugo و همکاران، ۲۰۰۸؛ Akagi و همکاران، ۱۹۹۵؛ Becker و Bighman، ۱۹۹۵). نمک‌های جیوه عنصری و غیرآلی می‌توانند توسط باکتری‌های موجود در گل‌ها و لجن‌های کف آب به جیوه آلی (به‌طور عمده متیل جیوه) تغییر شکل یابند. به دنبال آن جیوه آلی می‌تواند از طریق گیاهان آبی، جلبک‌ها، ماهی‌ها و اشکال پست جانوری جذب و وارد زنجیره

تحقیقات دانشمندان در دهه‌های اخیر نشان داده است که جیوه به‌طور بسیار گسترده‌ایی در محیط‌زیست پراکنده شده است و مواجهه با ترکیبات آن می‌تواند اثرات سمی خطرناکی روی انسان و حیات وحش داشته باشد. بیماری میناماتا که در بین اهالی خلیج میناماتا روی داد به‌خاطر مصرف ماهیان آلوده به جیوه بود (Tusbaki و Jrukayma، ۱۹۷۷). در کشور عراق نیز بر اثر استفاده از نان آلوده به جیوه ۴۵۹ نفر جان خود را از دست دادند (Bakir، ۱۹۷۳). جیوه از راه‌های مختلفی وارد محیط می‌شود. از منابع انسانی ورود جیوه می‌توان به فرآیند سوختن ذغال‌سنگ، سوزاندن موادزاید شهری، استفاده از آمالگام جیوه در معادن طلا و دندان‌پزشکی، کارخانجات کاغذسازی و صنایع کلر آلکالی در واحدهای پتروشیمی اشاره کرد. جیوه از فرآیندهای طبیعی مانند فعالیت‌های آتشفشانی و آتش‌سوزی‌های



می‌ریزند، بار آلودگی زیادی را در طول مسیر خود حمل و به تالاب سرازیر می‌کنند. این آلاینده‌ها که جیوه نیز جزئی از آن است، پس از ورود به تالاب، در بدن موجودات آبی تجمع پیدا کرده و از طریق زنجیره غذایی به انسان سرایت می‌کند. از آنجایی که فعالیت‌های صیادی به‌طور گسترده در تالاب انزلی انجام می‌گیرد و بسیاری از ساکنان محلی از ماهی‌های این تالاب امرار معاش می‌کنند، در این تحقیق، میزان جیوه در بافت عضله سه گونه از پر مصرف‌ترین ماهیان تالاب انزلی (ماهی سوف، اردک‌ماهی و کپور معمولی) اندازه‌گیری شد و حدمجاز مصرف این ماهی‌ها با استفاده از روش پیشنهادی EPA بر حسب تعداد وعده در ماه تعیین شد.

تالاب انزلی جزو ۲۲ تالاب بین‌المللی ایران است که تحت پوشش کنوانسیون رامسر قرار دارد. مساحت این تالاب چیزی در حدود یک‌صد کیلومتر مربع است که در ۳۷ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی در جنوب دریای خزر در استان گیلان واقع شده است (شکل ۱). تالاب انزلی محیط مناسبی برای تخم‌ریزی ماهیان خزر ایجاد می‌کند که در حفظ ذخایر ماهیان در این دریا نقش بسیار مهمی بازی می‌کند. همچنین بسیاری از ساکنین محلی از طریق صیادی در این تالاب امرار معاش می‌کنند. تالاب انزلی در معرض ورود انواع آلاینده‌ها قرار دارد. همچنین فاضلاب شهری شهرهای رشت و انزلی در نهایت به تالاب وارد می‌شود.

غذایی شود. همچنین تمایل بسیار زیاد جیوه آلی به گروه‌های سولفیدریل پروتئین باعث شده است، تا این فلز به‌سرعت در زنجیره غذایی انتقال یافته و در بافت‌های موجودات تجمع یابد (Ochoa-acuna و همکاران، ۲۰۰۲). ماهی منبعی سرشار از پروتئین است که به‌علت داشتن اسیدچرب امگا ۳ موجب کاهش سطح کلسترول خون شده و از این طریق خطر بروز سکتة قلبی را کاهش می‌دهد (Daviglus، ۲۰۰۲)؛ (Patterson، ۲۰۰۲). با این وجود ورود و تجمع جیوه در بدن ماهی‌ها موجب بروز نگرانی‌هایی در مورد سلامت ماهی‌ها و مصرف‌کنندگان آن شده است (Consumer Reports، ۲۰۰۳؛ NRC، ۲۰۰۲).

مهمترین راه ورود جیوه به بدن انسان از طریق مصرف ماهیانی است که به جیوه آلوده شده‌اند (Scheuhammer، ۲۰۰۷؛ EPA، ۱۹۹۷). ماهیان و فرآورده‌های دریایی بیش‌ترین میزان جیوه آلی را دارا می‌باشند. قرارگرفتن در معرض جیوه موجب بروز برخی آسیب‌ها و اختلالات در بدن می‌شود. از جمله این اختلالات می‌توان به آسیب بینایی و شنوایی، سرگیجه، حالت تهوع، سردرد، ضعف عضلانی، آلرژی، تضعیف سیستم ایمنی بدن، آسیب مغزی و در نهایت مرگ اشاره کرد (Risher، ۲۰۰۳).

تالاب انزلی به‌علت قرارگرفتن در یک منطقه پرجمعیت و استقرار صنایع آلاینده بسیار در اطراف آن، از آلودگی بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. همچنین رودخانه‌هایی که به تالاب



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

قرار داده شدند. نمونه‌ها بعد از خشک شدن نیز وزن شده و سپس به وسیله بوته چینی پودر و برای سنجش جیوه کل آماده شدند (Houserova و همکاران، ۲۰۰۷). برای اندازه‌گیری جیوه بافت عضله از دستگاه سنجش پیشرفته جیوه AMA 254 LECO USA روش ASTM شماره D-۶۷۲۲ استفاده شد. از مزیت‌های این دستگاه این است که نمونه‌ها نیازی به هضم و آماده‌سازی اولیه ندارند و میزان جیوه هر نمونه در کم‌تر از ۷ دقیقه اندازه‌گیری می‌شود. میزان جیوه کل در بافت عضله بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک در هر نمونه گزارش شد که این میزان با استفاده از درصد رطوبت موجود در بافت عضله به وزن تر تبدیل شد.

در زمستان ۱۳۸۹، سه گونه ماهی‌سوف، اردک‌ماهی و کپور معمولی هر کدام به تعداد ۲۰ عدد در اندازه‌ها و وزن‌های مختلف، از طریق صید از تالاب انزلی واقع در استان گیلان تهیه شدند. نمونه‌ها بلافاصله منجمد شده و به آزمایشگاه مرکزی دانشکده علوم دریایی و منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس انتقال داده شدند و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا آغاز مراحل آزمایش نگه‌داری شدند. در آزمایشگاه ابتدا طول و وزن نمونه‌ها تعیین شدند که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. سپس با استفاده از وسایل موجود در آزمایشگاه که قبلاً با استون شستشو و آب مقطر کاملاً تمیز شده بودند، مقدار کمی از بافت عضله از قسمت زیرین باله پشتی جدا شدند. نمونه‌های جدا شده پس از توزین، داخل دستگاه فریز درایر مدل OPR-FOU/7012

جدول ۱: مشخصات و نتایج حاصل از زیست‌سنجی گونه‌های مورد مطالعه در تالاب انزلی

گونه	نام علمی	تعداد	میانگین طول (سانتی‌متر)	میانگین وزن (گرم)
اردک ماهی	<i>Esox lucius</i>	۲۰	۳۹/۴۵	۵۶۴/۴۶
سوف	<i>Sander lucioperca</i>	۲۰	۳۵/۲۷۵	۴۴۴/۱
کپور معمولی	<i>Cyprinus carpio</i>	۲۰	۴۳/۷۴	۶۶۳/۵۳

طولی و وزنی ماهی با غلظت جیوه از آزمون همبستگی پیرسون و برای مقایسه غلظت جیوه عضله با استانداردهای جهانی از آزمون one sample t-test استفاده شد.

میانگین غلظت جیوه در بافت عضله اردک ماهی، سوف و کپور معمولی براساس وزن خشک به ترتیب ۹۶۰/۸۷، ۶۰۱/۳۷ و ۳۶۲/۲۸ میکروگرم بر کیلوگرم به دست آمد. این مقادیر برای تعیین حد مجاز مصرف و مقایسه با استانداردهای جهانی بایستی بر حسب وزن تر محاسبه شوند که این مهم با استفاده از محتوی رطوبت در عضله این گونه‌ها انجام شد. نتایج به دست آمده برای اردک‌ماهی، سوف و کپور معمولی به ترتیب ۳۳۴/۴۷، ۲۰۸/۸۱ و ۱۲۷/۲۸ بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر بود. جدول ۲ نتایج اندازه‌گیری غلظت جیوه در عضله سه گونه از ماهیان تالاب انزلی را نشان می‌دهد. بر طبق نتایج به دست آمده اردک‌ماهی بالاترین و کپور معمولی پایین‌ترین میزان جیوه را بین سه گونه به خود اختصاص داده‌اند.

برای محاسبه حد مجاز مصرف این ماهی‌ها در تالاب انزلی از روش ارائه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) استفاده شد. در این روش با استفاده از دوز مرجع (RfD) فرمولی ارائه شده که با استفاده از آن می‌توان حد قابل قبول مصرف ماهی و محصولات شیلاتی را بدون عوارض سرطان‌زایی ناشی از مصرف جیوه در یک دوره زمانی خاص به دست آورد. این فرمول به شرح ذیل است:

$$CR_{lim} = (RfD \times BW) / C_m$$

$$CR_{mm} = (CR_{lim} \times 30) / MS$$

که در آن CR_{lim} حد مجاز مصرف بر حسب کیلوگرم در روز، RfD دوز مرجع که برابر ۰/۱ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز برای جیوه محاسبه شده است. BW وزن بدن بر حسب کیلوگرم، C_m غلظت جیوه در بافت عضله ماهی بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم، MS مقدار وزنی ماهی در هر وعده غذایی (۸ اونس یا ۲۲۷ گرم) و CR_{mm} نرخ مجاز مصرف بر حسب تعداد وعده در ماه می‌باشد (EPA، ۲۰۰۰).

تجزیه و تحلیل آماری در این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ و Excel 2007 انجام شد. با استفاده از آزمون شاپرو-ویلک، نرمال بودن داده‌ها بررسی و مشخص شد که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردارند. برای بررسی همبستگی

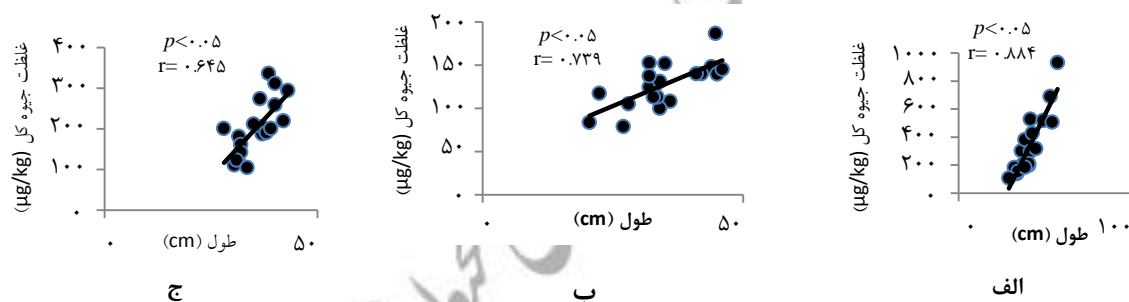


جدول ۲: نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان جیوه کل در عضله اردک ماهی، سوف و کپور معمولی (بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر) تالاب انزلی

نام گونه	میانگین	خطای معیار	حداقل	حداکثر
اردک ماهی	۳۳۴/۴۷	۴۷/۳۸	۱۰۸/۴۶	۹۳۱/۸۴
سوف	۲۰۸/۸۱	۱۶/۳۰	۱۰۵/۴۵	۳۳۷/۱۱
کپور معمولی	۱۲۷/۲۸	۵/۷۲	۷۹/۲۶	۱۸۶/۷۹

این مطالعه فقط رابطه طول و غلظت جیوه در هر گونه بررسی شده است. شکل ۲ این روابط را نشان می‌دهد.

در هر سه گونه ماهی‌های مورد مطالعه بین غلظت جیوه در عضله و طول و وزن همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$) این به این معناست که با افزایش طول و وزن ماهی، میزان جیوه هم افزایش می‌یابد. از آنجایی که طول و وزن در هر یک از گونه‌ها خود همبستگی بالایی را نشان می‌دهند، در



شکل ۲: نمودارهای رگرسیون خطی بین طول و غلظت جیوه کل در الف: کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) ب: اردک ماهی (*Esox lucius*) ج: ماهی سوف (*Sander lucioperca*) ($p < 0.05$)

تعداد وعده در ماه (CR_{mm}) محاسبه شد. EPA به‌طور میانگین وزن بدن برای بزرگسالان ۷۰ کیلوگرم و برای خردسالان ۱۵ کیلوگرم پیشنهاد داده است.

با استفاده از میانگین غلظت جیوه در بافت عضله ماهی کپور معمولی، اردک ماهی و ماهی سوف و همچنین استفاده از دوز مرجع (RfD) برای جیوه که توسط EPA ارایه شده است (۰/۱ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز)، حد نرخ مجاز مصرف این ماهیان بر حسب کیلوگرم در روز (CR_{lim}) و

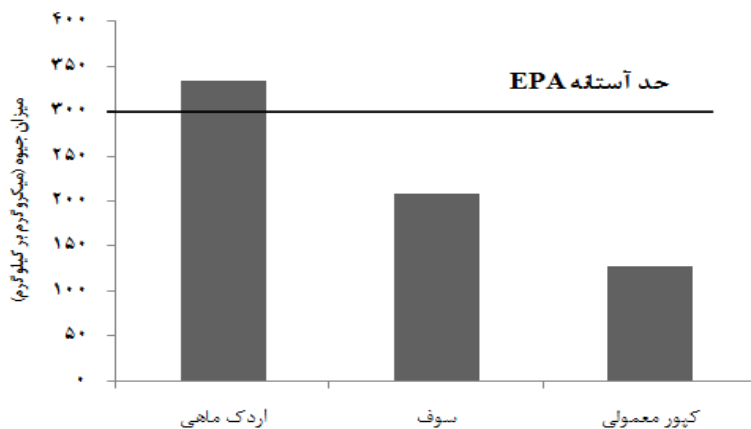
جدول ۳: محاسبه حد مجاز مصرف کپور معمولی، اردک ماهی و ماهی سوف در تالاب انزلی براساس میزان جیوه در بافت عضله

وزن بدن	کپور معمولی		اردک ماهی		سوف	
	حد مجاز مصرف (کیلوگرم در روز)	حد مجاز مصرف (وعده در ماه)	حد مجاز مصرف (کیلوگرم در روز)	حد مجاز مصرف (وعده در ماه)	حد مجاز مصرف (کیلوگرم در روز)	حد مجاز مصرف (وعده در ماه)
۱۵	۰/۱۱	۱/۵۶	۰/۰۴	۰/۶	۰/۰۷	۰/۹۵
۲۵	۰/۱۹	۲/۶	۰/۰۷	۱	۰/۱۲	۱/۵۸
۵۰	۰/۴	۵/۲	۰/۱۴	۲	۰/۲۴	۳/۱۷
۷۰	۰/۵۵	۷/۲۸	۰/۲	۲/۷۶	۰/۳۳	۴/۴۴
۹۰	۰/۷	۹/۳۶	۰/۲۶	۳/۵۶	۰/۴۳	۵/۷



بافت عضله اردک ماهی تالاب انزلی (۳۳۴/۴۷ میکروگرم بر کیلوگرم) از سطح آستانه EPA (۳۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) بالاتر است ولی میزان جیوه در ماهی سوف و کپور معمولی پایین تر از این سطح است. همچنین اگرچه بعضی از نمونه‌ها به خصوص در مورد اردک ماهی غلظت بالایی را از خود نشان دادند ولی میانگین غلظت جیوه در عضله این سه گونه از سطح WHO (۵۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) و FAO (۵۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) پایین تر است (Stahl و همکاران، ۲۰۰۹؛ Sing و همکاران، ۲۰۰۳). ذکر این نکته ضروری است که حد آستانه تعیین شده توسط این سازمان‌ها، مقادیری است که غلظت جیوه بالاتر از آن موجب بروز علائم مشخصی مانند قرمزی و خارش پوست یا حالت تهوع خواهد شد. ولی مقادیر پایین تر از این میزان به معنی سلامت صد درصد آن نخواهد بود و ممکن است علائم نامشخصی داشته باشد که می‌تواند در دراز مدت تأثیر خود را نشان دهد. طبق گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی، هیچ سطح مشخصی برای جیوه نمی‌توان تعیین کرد و هر سطح و مقداری از جیوه می‌تواند خطرناک باشد.

به دلیل اهمیت تعیین میزان ورود جیوه به بدن انسان از طریق مصرف فرآورده‌های غذایی دریایی، عدم مجاز مصرف کپور معمولی، اردک ماهی و ماهی سوف از طریق سنجش میزان جیوه بافت عضله در تالاب انزلی مورد بررسی قرار گرفت. در واقع حد مجاز مصرف ماهی به منظور ایجاد تعادل بین فواید مصرف ماهی و حفظ سلامت عمومی ناشی از مصرف ماهی تعریف شده است (EPA، ۲۰۰۰). همان‌طور که در جدول ۳ مشخص شده است، بیش‌ترین محدودیت مصرف مربوط به اردک ماهی می‌باشد که بالاترین غلظت جیوه را نیز دارا می‌باشد. کپور معمولی نیز کم‌ترین نگرانی و محدودیت مصرف را به خود اختصاص داده است. با توجه به جدول ۳ می‌توان این‌طور بیان کرد که به‌طور مثال فردی با وزن بدنی معادل ۷۰ کیلوگرم، فقط ۲۰ گرم در روز یا ۲/۷ وعده در ماه می‌تواند از اردک ماهی استفاده کند، ولی همین فرد می‌تواند تا ۵۵ گرم در روز یا ۷ وعده در ماه بدون نگرانی از خطرات جیوه از کپور معمولی برای تغذیه استفاده کند. همچنین مقایسه‌ای بین سطح جیوه در بافت عضله این ماهی‌ها با حد آستانه تعیین شده از سوی سازمان‌های مرجع بین‌المللی انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که میزان جیوه در



شکل ۳: مقایسه میزان جیوه در عضله سه گونه ماهی تالاب انزلی با حد آستانه EPA

سنگین در بدن یک موجود زنده اطلاق می‌شود و هنگامی روی می‌دهد که میزان جذب یک ماده در بدن از میزان دفع آن بیش‌تر باشد. در واقع با افزایش سن و به تبع آن طول و وزن ماهی، میزان انباشت جیوه به علت حضور طولانی مدت ماهی در محیط آلوده افزایش می‌یابد. علاوه بر سن، طول و وزن ماهی عوامل دیگری هم در افزایش تجمع جیوه در بدن ماهی نقش دارند. از جمله این عوامل می‌توان به نوع تغذیه ماهی، زیستگاه،

در این مطالعه مشاهده شد که میزان جیوه عضله با افزایش طول و وزن ماهی، افزایش می‌یابد. این روند در بسیاری از مطالعات دیگر هم مشاهده شده است (Burger و Gochfeld، ۲۰۰۷؛ Castilhos و همکاران، ۱۹۹۸). علت این امر می‌تواند به قابلیت تجمع زیستی (Bioaccumulation) جیوه در محیط آبی ربط داشته باشد (Weis، ۲۰۰۴). تجمع زیستی به افزایش تدریجی موادی مانند حشره‌کش‌ها یا فلزات



۲. نوذری، م.، ۱۳۸۴. اندازه‌گیری و مقایسه غلظت جیوه در اندام‌های مختلف اردک‌ماهی (*Esox lucius*) در تالاب انزلی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۵ صفحه.
3. Akagi, H.; Malm, O.; Kinjo, Y.; Harada, M.; Branches, F.J.P.; Pfeiffer, W.C. and Kato, H., 1995. Methylmercury pollution in the Amazon, Brazil. *Sci. Total Environ.* Vol. 175, pp: 85–95.
 4. Bakir, F., 1973. Methylmercury poisoning in Iraq. *Science.* Vol. 181, pp: 230-241.
 5. Becker, D.S. and Bigham, G.N., 1995. Distribution of mercury in the aquatic food web of Onondaga Lake, New York. *Water Air Soil Poll.* Vol. 80, pp: 563–571.
 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. *Environmental Research.* Vol. 105, pp: 276-284.
 7. Canli, M. and Atli, G., 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution.* Vol. 121, pp: 129-136.
 8. Castilhos, Z.; Bidone, E. and Lacerda, L., 1998. Increase of the background human exposure to mercury through fish consumption due to gold mining at the Tapajos River region, Para State, Amazon. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.* Vol. 61, pp: 202-209.
 9. Cizdziel, J.; Hinners, T.; Pollard, J.; Heithmar, E. and Cross, C., 2002. Mercury concentrations in fish from Lake Mead, USA, related to fish size, condition, trophic level, location, and consumption risk. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology.* Vol. 43, No. 3, pp: 309-17.
 10. Consumer Reports. 2003. American's Fish: Fair or Foul? Consumers Union, New York, NY. Available: <http://www.consumerreports.org/special/consumerInteret/Reports/0102fis0.htm>.
 11. Daviglus, M.; Sheeshka, J. and Murkin, E., 2002. Health benefits from eating fish. *Comments Toxicol.* Vol. 8, pp: 345–374.
 12. EPA. 2000. Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories. Volume 2: Risk Assessment and Fish

عوامل فیزیولوژیک بافت ماهی و رفتار ماهی اشاره کرد (Canli و Atli, ۲۰۰۳).

تاکنون مطالعاتی در مورد میزان جیوه در بافت عضله ماهیان مختلف تالاب انزلی انجام گرفته است. نوذری (۱۳۸۴) با مطالعه بر روی میزان جیوه کل در بافت‌های مختلف اردک‌ماهی تالاب انزلی، غلظت جیوه در عضله این ماهی را ۳۲۲ میکروگرم بر کیلوگرم بر حسب وزن خشک گزارش کرد. هم‌چنین در مطالعات دیگر میزان جیوه در عضله سیاه‌کولی ۳۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم و در عضله ماهی کلمه تالاب انزلی ۴۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک گزارش شده است (ذوالفقاری، ۱۳۸۵). در مورد تعیین حدمجاز مصرف ماهیان تاکنون تحقیقات زیادی در نقاط مختلف دنیا انجام شده است. Shiling و همکاران (۲۰۱۰) حدمجاز مصرف ماهیان تجاری و رودخانه‌ای ایالت کالیفرنیا آمریکا را تعیین کردند. با اندازه‌گیری میزان جیوه در عضله این ماهیان، برای ماهیان تجاری میزان ۲۴/۱ گرم در روز و برای ماهیان رودخانه‌ای ۴۰/۶ گرم در روز به‌عنوان حد مجاز مصرف تعیین شد. در مطالعه‌ای Cizdziel و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از فرمول پیشنهادی EPA، حدمجاز مصرف ۵ گونه از ماهیان دریاچه مید را تعیین کردند که از ۳ وعده تا ۱۲ وعده در ماه در گونه‌های مختلف، متغیر بود.

زیستگاه تالاب انزلی یکی از آلوده‌ترین تالاب‌های دنیا می‌باشد که در آلودگی ماهیان این منطقه تأثیر به‌سزایی دارد. در این مطالعه مشخص شد که ماهیان کیورمعمولی، سوف و اردک‌ماهی تالاب‌انزلی که مصرف غذایی بالایی دارند، از آلودگی نسبتاً بالایی نسبت به جیوه برخوردارند و برای مصرف آن‌ها باید احتیاط‌های لازم را به‌عمل آورد و میزان مشخصی در ماه از این گونه‌ها مصرف کرد. هم‌چنین مطالعه بر روی گونه‌های دیگر ماهیان تالاب انزلی برای تعیین حد مجاز مصرف آن‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد.

منابع

۱. ذوالفقاری، ق.، ۱۳۸۵. پایش بیولوژیک مواجهه زیست محیطی و شغلی با جیوه و ارزیابی فاکتورهای مؤثر بر مقادیر آن، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مهندسی محیط زیست. ۱۸۷ صفحه.



23. **Shilling, F.; White, A.; Lippert, L. and Lubell, M., 2010.** Contaminated fish consumption in California's Central Valley Delta. *Environmental Research*. Vol. 110, No. 4, p: 334-44.
24. **Sing, K.A.; Hryhorczuk, D.; Saffirio, G.; Sinks, T.; Paschal, D.C.; Sorensen, J. and Chen, E.H., 2003.** Organic mercury levels among the Yanomama of the Brazilian Amazon Basin. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. Vol. 32, pp: 434-439.
25. **Stahl, L.L.; Snyder, B.D.; Olsen, A.R. and Pitt, J.L., 2009.** Contaminants in fish tissue from US lakes and reservoirs: a national probabilistic study. *Environmental monitoring and assessment*. Vol. 150, pp: 3-19.
26. **Tsubaki, T. and Irukayama, K., 1977.** Minamata disease: methylmercury poisoning in Minamata and Niigata, Japan. Elsevier, New York. 342 p.
27. **Weis, I.M., 2004.** Mercury concentrations in fish from Canadian Great Lakes areas of concern: an analysis of data from the Canadian Department of Environment database. *Environmental Research*. Vol. 95, pp: 341-350.
- Consumption Limits (U.S. EPA, Washington, DC, ed. 3, 2000). 287 p.
13. **EPA, 1997.** Mercury Study Report to Congress, vol. VII: Characterization of Human Health and Wildlife Risks from Mercury Exposure in the United States. EPA-452/R97-009. Office of Air Quality Planning and Standards, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. 250 p.
14. **Friedli, H.R.; Radke, L.F.; Lu, J.Y.; Banic, C.M.; Leitch, W.R. and MacPherson, J.I., 2003.** Mercury emissions from burning of biomass from temperate North American forests: laboratory and airborne measurements. *Atmos. Environ*. Vol. 37, pp: 523-567.
15. **Houserova, P.; Kuban, V.; Krcmar, S. and Sitko, J., 2007.** Total mercury and mercury species in birds and fish in an aquatic ecosystem in the Czech Republic. *Environ Pollut*. Vol. 145, pp: 185-194
16. **Ito, R.; Kawaguchi, M.; Sakui, N.; Honda, H.; Okanouchi, N.; Saito, K. and Nakazawa, H., 2008.** Mercury speciation and analysis in drinking water by stir bar sorptive extraction with in situ propyl derivatization and thermal desorption-gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1209, pp: 267-270.
17. **Marrugo-Negrete, J.; Verbel, J.; Ceballos, E. and Benitez, L., 2008.** Total mercury and methylmercury concentrations in fish from the Mojana region of Colombia. *Environmental Geochemistry and Health*. Vol. 30, pp: 21-30.
18. **National Research Council (NRC). 2000.** Toxicological Effects of Methylmercury. National Academy Press, Washington, DC. 98 p.
19. **Ochoa-Acuna, H.; Sepulveda, M. and Gross, T., 2002.** Mercury in feathers from Chilean birds: influence of location, feeding strategy, and taxonomic affiliation. *Marine pollution bulletin*. Vol., 44, pp: 340-345.
20. **Pyle, D.M. and Mather, T.A., 2003.** The importance of volcanic emissions for the global atmospheric mercury cycle. *Atmos. Environ*. Vol. 37, pp: 5115-5124.
21. **Risher, J., 2003.** Elemental mercury and inorganic mercury compounds: Human health aspects. World Health Organization. 65 p.
22. **Scheuhammer, A.M.; Meyer, M.W.; Sandheinrich, M.B. and Murray, M.W., 2007.** Effects of environmental methylmercury on the health of wild birds, mammals, and fish. *Ambio*. Vol. 36, pp: 12-18.

