مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره ششم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۴۰۷ تا ۴۱۶

غلظت کادمیوم، نیکل، وانادیوم و روی در عضله و خاویار تاسماهی ایرانی *(Acipenser persicus)* با تاکید بر ارزیابی ریسک ناشی از مصرف عضله

عبدالرضا مشروفه[۱]، علیرضا ریاحی بختیاری [۲]، محمد پورکاظمی[۳]

دریافت: ۹۱/۰۴/۲۸ پذیرش: ۹۱/۰۷/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: *آلودگی به فلزات یکی از مشکلات مهم زیست‌محیطی و یکی از نگرانیهای مهم بهداشت مواد غذایی به شمار می آید. در سراسر جهان، ماهیان خاویاری یک منبع مهم تامین غذا و ایجاد اشتغال و درآمد هستند. در پژوهش حاضر، با اندازه گیری غلظت کادمیوم، نیکل، وانادیوم و روی در عضله و خاویار تاسماهی ایرانی (Acipenser persicus)، ریسک ناشی از مصرف این ماهی برای انسان مورد ارزیابی قرار گرفت.*

روش بررسی: *نمونه‌های تاسماهی ایرانی (n=۲۴) را از مراکز مهم صید ماهیان خاویاری بخش جنوبی دریای خزر واقع در استان های مازندران و گیلان جمع‌آوری گردیده و تا آنالیز شیمیایی در فریزر در دمای $-20^{\circ}C$ نگهداری شدند. حدود $1\ g$ از هر نمونه خشک شده را در لوله‌های هضم PTFE ریخته شد. سپس به میزان $10\ mL$ اسید نیتریک ۶۵٪ به آن اضافه گردید. ابتدا به مدت $1\ h$ در دمای $40^{\circ}C$ لوله‌های PTFE بر روی هیتر قرار داده سپس به آرامی دما را افزایش داده و به مدت $3\ h$ در دمای $140^{\circ}C$ حرارت داده شد. محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره یک، صاف شده و در نهایت با آب دوبار تقطیر شده (دیونیزه) به حجم $25\ mL$ رسانیده شد.*

یافته‌ها: *میانگین غلظت کادمیوم، نیکل، وانادیوم و روی در عضله به ترتیب $0/002 \pm 0/005$، $0/03 \pm 0/06$، $0/04 \pm 0/13$ و $3/07 \pm 7/49$ $\mu g/g$ وزن تر است. همچنین میانگین غلظت این فلزات در خاویار به ترتیب $0/006 \pm 0/007$، $0/07 \pm 0/09$، $0/15 \pm 0/12$ و $5/75 \pm 21/23$ $\mu g/g$ وزن تر تعیین گردید.*

نتیجه‌گیری: *میانگین غلظت کادمیوم، وانادیوم و روی از حد استاندارد تعیین شده توسط سازمان کشاورزی، ماهی‌گیری و غذایی انگلستان MAFF (۲۰۰۰) و سازمان بهداشت جهانی (WHO) پایین‌تر است. حد استاندارد فلزات کادمیوم، وانادیوم و روی به ترتیب ۰/۲، ۰/۵ و ۵۰ $\mu g/g$ است. بنابراین بدلیل پایین بودن غلظت های بدست آمده از حد مجاز، مصرف عضله و خاویار تاسماهی ایرانی خطری جدی برای سلامتی مصرف کنندگان نخواهد داشت.*

واژگان کلیدی: ارزیابی ریسک، خاویار، ماهیچه، تاسماهی ایرانی، کادمیوم، نیکل، وانادیوم، روی

۱-کارشناس ارشد آلودگی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی پردیس نور، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، ایران
۲-**(نویسنده مسئول)**: دکترای آلودگی محیط زیست، استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، مازندان، ایران
riahi@modares.ac.ir
۳-دکترای ژنتیک مولکولی، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت، گیلان، ایران

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.12.2]

مقدمه

انتشـار فلزات در محیط‌زیسـت ناشـی از افزایـش جمعیت، توسعه و صنعتی شدن است و یکی از معضلات زیست‌محیطی عصر حاضر اسـت. ایـن آلاینده ها به دلیل سـمیت، پایداری، تجمـع زیسـتی (Bioaccumulation) و بزرگنمایی زیسـتی (Biomagnification) آنها در زنجیـره غذایی از آلاینده های بسیار خطرناک محسوب می شوند (۱). فعالیت های کشاورزی، صنعتی، شـهری، معدن کاوی فلزات و ته‌نشسـت اتمسفری از منابع بالقوه آلودگی فلزات در دریای خزر به شمار می روند (۲). فلـزات پـس از ورود به اکوسیسـتم های آبـی در بافت ها و اندام هـای آبزیـان و از جمله ماهیان تجمع یافتـه و نهایتا وارد زنجیره غذایی می شـوند. از آنجایی‌که ماهی ها بخش عمده ای از رژیم غذایی انسان را تشکیل می دهند، این فلزات می توانند از طریق تغذیه ماهیان آلوده وارد بدن انسـان گردند (۱). فلزات نـه تنها تهدیدی برای ماهی ها به شـمار می رونـد، بلکه برای مصرف‌کنندگان از غذا های دریایی آلوده به این فلزات نیز خطر بزرگی محسوب می شوند. بطوری‌که کادمیوم بعنوان فلز سمی و غیر ضروری در محیط زیست بوده و از طریق غذا جذب شده و اثرات سو خود از جمله مشکلات اسکلتی، برونشیت، آمفیزم، کـم خونی و اختلال و سـنگ کلیه و بیماری هـای قلبی را در مصرف‌کنندگان ایجاد می کند. نیکل بطور گسترده ای در محیط زیست پراکنده است و غلظت آن تابعی از سوخت های فسیلی، استخراج آن از معادن و پالایشگاه ها و سوختن مواد زائد است. نیـکل قادر به ایجاد چهار گروه سـمیت در مصرف‌کنندگان که بسـته به شدت آن عبارتند از آلرژی، سرطان، اختلالات تنفسی و مسمومیت های ایاتروژنیک. وانادیوم معمولا از منابع طبیعی و انسـانی وارد محیط می شود و در مقادیر ناچیز می تواند بعنوان مکمـل غذایی مورد مصرف قرار گیرد امـا افزایش مصرف آن می تواند عوارضی از جمله برونشـیت، پنومونی، آنمی، التهاب و تورم چشـم ها، التهاب ریه هـا، آب مروارید، کاهش حافظه، اسـهال، کاهش اشـتها و در نهایت مرگ را در مصرف‌کنندگان موجب گردد. یکی از مهم‌ترین منابع تامین روی در بدن انسـان ماهـی اسـت، اگرچه روی یـک عنصر ضـروری و از اهمیت فوق العاده ای در تغذیه انسـان برخوردار است و در مجموع در بیش از ۳۰۰ فعالیت آنزیمی و هورمونی شرکت دارد اما مصرف بیش از حد آن می تواند باعث اثرات حاد نامطلوب شود (۳).

دریـای خزر به عنوان بزرگ‌ترین دریاچه دنیا یکی از مهم‌ترین پیکره های آبی سـطح زمین از منظر اکوسیسـتم آبی محسوب میشود که توسط کشور های روسیه، آذربایجان، ایران، قزاقستان و ترکمنستان احاطه شـده است (۲). بیش از ۹۰٪ از آب های شیرینی که به خزر می ریزند از سه رود ولگا در روسیه (۸۰٪)، کـورا در آذربایجـان (۶٪) و اورال در قزاقسـتان (۵٪) تامین می شـود، در حالی که کل آب سـالیان های که رود های اترک، سـولک و سمور به خزر می ریزند ۵٪ است. ۴-۵٪ بقیه نیز از رودخانه های کوچک ایران تامین میشود (۴).

امـروزه ماهیان خاویاری منحصرا در آب های نیمکره شـمالی زندگـی می کنند، ولی بعلت از بین رفتن زیسـتگاه و تغییرات اکولوژیک محیط زیست و همچنین صید بی رویه و آلودگی های شیمیایی تنها محدود به دریای خزر، آزوف، اورال و دریای سیاه شـده اند. هر چند بطور محدود و پراکنده در اروپا و آمریکا نیز گونه هایـی از آنهـا یافت می شـود (۵و۶)، در این میان دریای خـزر به همراه رودخانه های منتهی به آن، زیسـتگاه ۶ گونه از مهم‌ترین تاسـماهیان موجود در دنیا است. تاکنون بیش از ۹۰٪ خاویـار موجود درجهان از طریق این دریا تامین می گردد (۶). کل صید سالانه ماهیان خاویار در دریای خزر و آزوف تقریبا از ۲۸۵۰۰ ton در سال ۱۹۸۵ به کمتر از ۲۰۰۰ ton در سال ۱۹۹۹ و حدود ۱۳۴۵ ton در سـال ۲۰۰۵ کاهش یافته اسـت (۵و۷). تاسماهی ایرانی (قره برون) از مهم‌ترین گونه های تاس ماهیان در قسـمت جنوبی دریای خزر محسوب می‌شود. در سال های اخیر، تاسـماهی ایرانی بیشترین سهم از صید تجاری کل ایران را بـه خود اختصاص داده اسـت (۸). دلیل کاهش چشـم‌گیر جمعیت ذخائـر تاس ماهیان عبارتند از: صید بیرویه و تخریب محیط زیسـت دریایی نظیر؛ بخش‌بندی رودخانه ها، سـاختن سـد بر روی رودخانه ها، آلودگی شیمیایی رسوبات و آب های رودخانه ولگا، آرال، کورا است (۵و۶). از آنجائی‌که دریای خزر یک حوزه بسته بدون هیچ خروجی است آلودگی های وارده از مناطق ساحلی در دریای خزر تجمع می یابند و بدلیل زمان ماند بالایی که دارند وارد بدن آبزیان می شوند (۹). بنابراین با وجود منفعت هایی که با مصرف ماهی حصول می شود، امروزه بخاطر حضور آلاینده ها در اکوسیستم های آبی، مصرف آن با یکسری

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.12.2]

خطراتی مواجه است و این ریسک در گروه های آسیب‌پذیر از جمله کودکان و زنان باردار بسیار حائز اهمیت است. بنابراین باید مصرف آن از طریق روش های علمی مورد ارزیابی ریسک قرار گیرد. مطالعات اندکی با هدف ارزیابی ریسک مصرف موجودات آبزی از نظر فلزات در دریای خزر انجام گرفته است و بیشتر آنها صرفا به بررسی فلزات در بافت های مختلف ماهی و ارتباط تجمع فلزات با پارامتر های بیومتری پرداخته اند (۱۰،۱۱و۱۲). نظر به اینکه این ماهیان کف‌زی بوده و همچنین با داشتن طول عمر نسبتا طولانی، میزان چربی بالا در بافت های مختلف، رژیم غذایی و از همه مهم‌تر جایگاهشان در زنجیره غذایی قادر به تجمع بالایی از آلاینده ها هستند. علاوه بر این، نظر به ارزش غذایی، اهمیت اقتصادی و همچنین درصد بالای صید تاسماهی ایرانی نسبت به سایر گونه های ماهیان خاویاری، ۱۳۷ ton (معادل ۵۰٪ از کل صید) (۱۳)، بررسی میزان فلزات جهت ارزیابی ریسک ناشی از مصرف این ماهیان ضروری به نظر میرسد.

هدف از این تحقیق بیان سطوح فلز روی، کادمیوم، نیکل و وانادیوم و خطرات احتمالی ناشی از مصرف خاویار و عضله تاسماهی ایرانی صید شده از بخش جنوبی دریای خزر و پیشنهاد حد مجاز مصرف ماهی برای بزرگسالان و کودکان است.

مواد و روش ها

۱- جمع آوری نمونه ها و جامعه آماری:

نمونه های تاسماهی ایرانی (n=۲۴) از مراکز مهم صید ماهیان خاویاری بخش جنوبی دریای خزر واقع در استان های مازندران و گیلان جمع آوری گردید. در فصول صید از طریق دام های گوشگیر، ماهیان خاویاری صید شده و توسط صیادان جهت استحصال خاویار و گوشت به صیدگاه آورده می شوند. در صیدگاه های انتخاب شده پس از زیست‌سنجی ماهیان (طول استاندارد، طول چنگالی، وزن)، حدوداً ۵ g از عضله ناحیه جانبی بصورت تکه‌برداری و همچنین خاویار پس از الک شدن خاویار (جدا شدن پوسته تخمدان) جمع‌آوری گردید. نمونه های جمع آوری شده در یخدان به آزمایشگاه انتقال داده و تا آنالیز شیمیایی در فریزر در دمای ۲۰ ^{0}C-نگهداری شدند.

۲- آماده سازی نمونه ها وآنالیز دستگاهی:

نمونه های عضله و خاویار تاسماهی ایرانی با استفاده از دستگاه Freeze-drier (مدل OPERON، کره جنوبی) به مدت ۹۲-۷۲ h خشک شده و سپس با هاون چینی یا میکسر به شکل پودر همگن در آمده و حدود ۱ g از هر نمونه خشک شده به دقت توزین گردید و در لوله های هضم (Polytetrafluoroethylene) PTFE ریخته شد. سپس به میزان ۱۰mL اسید نیتریک ۶۵٪ (Merck، آلمان) به آن اضافه گردید. ابتدا به مدت ۱ h در دمای ۴۰ ^{0}C لوله های PTFE بر روی هیتر قرار داده سپس به آرامی دما را افزایش داده و به مدت ۳ h در دمای ۱۴۰ ^{0}C حرارت داده شد. محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره یک و قیف پلی اتیلنی صاف شده و در نهایت با آب دوبار تقطیر شده (دیونیزه) به حجم ۲۵ mL رسانیده شد (۱۴). جهت کنترل کیفیت آنالیزها، در هر مجموعه ۲۰ تایی از نمونه های هضم شده، ۲ نمونه blank نیز در کنار سایر نمونه‌ها همانند نمونه های مورد بررسی تهیه شد. همچنین دقت اندازه گیری میزان فلزات با استفاده از آنالیز ماده استاندارد SRM1577b و DORM2 کنترل گردید. برای اندازه‌گیری میزان غلظت روی از دستگاه طیف‌سنجی جذب اتمی با شعله مدل (Shimadzu, AA-670) استفاده شد. غلظت کادمیوم، نیکل و وانادیوم با دستگاه طیف‌سنجی جذب اتمی مجهز به سیستم گرافیتی مدل (Shimadzu, AA-670G) تعیین گردید. در این مطالعه، مقادیر فلزات در عضله و خاویار بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر بیان گردیده است.

محاسبه حد مجاز مصرف ماهی

حد مجاز مصرف ماهی به منظور ایجاد تعادل بین فواید مصرف ماهی و حفظ سلامت عمومی ناشی از مصرف ماهی براساس تعریف آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، تعریف شده است (۱۵). یکی از مهم‌ترین روش های تعیین حد مجاز مصرف ماهی، روشی است که توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا EPA ارائه شده است (۱۵). در این روش بر پایه میزان فلزات در بافت های خوراکی ماهی و با استفاده از دوز مرجع (RfD) فرمولی ارائه شده که با استفاده از آن می توان حد قابل قبول مصرف ماهی و محصولات شیلاتی را بدون عوارض سرطانی‌زایی ناشی از مصرف فلزات در یک دوره

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-28]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.12.2]

زمانی خاص بدست آورد. این فرمول دارای دو بخش است که بخش نخست آن به شرح ذیل است:

$$CR_{lim} = \frac{RfD \times Bw}{C_m} \quad (1)$$

که در آن CR_{lim} = حد مجاز مصرف ماهی (Kg/day)؛ RfD=دوز مرجع (میکرو گرم بر گرم وزن بدن در روز)؛ BW=وزن بدن مصرف کننده (kg) که معمولا برای بزرگسالان ۷۰ kg و برای کودکان ۱۴/۵ kg در نظر گرفته می شود؛ C_m= غلظت ماده شیمیایی در بافت ماهی (µg/g) هستند.

با استفاده از این رابطه، حد مجاز مصرف برحسب کیلوگرم در روز محاسبه می شود. جهت محاسبه تعداد وعده های مجاز مصرف ماهی در هر ماه از فرمول ذیل استفاده می شود:

$$CR_{mm} = \frac{CR_{lim} \times T_{ap}}{MS} \quad (2)$$

که در آن CR_{mm}= نرخ مجاز مصرف ماهی (وعده در ماه)؛ CR_{lim}= حد مجاز مصرف ماهی (Kg/day)؛ MS= مقدار هر وعده (۰/۲۲۷ kg)؛ T_{ap}= متوسط دوره زمانی (۳۰/۴۴ روز در ماه) هستند.

یافته ها

درصد بازیابی آنالیز نمونه های استاندارد (SRM1577b و DORM2)، دارای دامنه بین ۱۰۶-۸۴/۶٪ بود که دامنه ای مطلوب است. نتایج زیست‌سنجی مربوط به تاسماهی ایرانی صید شده از حوضه جنوبی دریای خزر، در جدول (۱) ارائه گردیده است. میانگین، انحراف معیار و حداکثر غلظت فلز روی، کادمیوم، نیکل و وانادیوم در عضله و خاویار تاسماهی ایرانی در جدول (۲) نشان داده شده است. بر طبق این داده ها، بیشترین غلظت در عضله و خاویار متعلق به فلز روی بوده و پس از آن به ترتیب وانادیوم، نیکل و کادمیوم قرار دارند. همچنین میانگین غلظت فلزات روی، نیکل و وانادیوم در نمونه های خاویار از نمونه های عضله بیشتر است. حد مجاز مصرف بافت های خوراکی تاسماهی ایرانی برای افراد بزرگسال و کودکان و همچنین دوز مرجع (RfD) فلز روی، کادمیوم، نیکل و وانادیوم در جدول (۳) آورده شده است. حد مجاز مصرف ماهی در روز برای کودکان تقریبا ۴/۸ برابر کمتر از حد مجاز مصرف در روز برای بزرگسالان است و این اختلاف ناشی از تفاوت در وزن افراد است.

جدول ۱: داده های زیست‌سنجی تاسماهی ایرانی حوضه جنوبی دریای خزر (n =۲۴)

شاخص	انحراف معیار ± میانگین	حداکثر - حداقل
طول کل (cm)	۱۷۸/۹۶ ± ۱۳/۷۳	۲۰۶ -۱۴۹
طول استاندارد (cm)	۱۶۳/۱۱ ± ۱۳/۰۱	۱۹۰ -۱۳۰
وزن (kg)	۱۹/۶۵ ± ۳/۵۹	۲۷ - ۱۴

جدول ۲: غلظت فلزات در بافت های خوراکی تاسماهی ایرانی از حوضه جنوبی دریای خزر

نمونه	n		غلظت روی µg/g وزن تر	غلظت نیکل µg/g وزن تر	غلظت وانادیوم µg/g وزن تر	غلظت کادمیوم µg/g وزن تر
خاویار	۲	میانگین	۲۱/۲۳ ± ۵/۷۵	۰/۰۹ ± ۰/۰۷	۰/۱۲ ± ۰/۱۵	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰۶
	۴	حداکثر	۳۵/۲۱	۰/۲۶	۰/۵۲	۰/۰۲۴
عضله	۱	میانگین	۷/۴۹ ± ۳/۰۷	۰/۰۶ ± ۰/۰۳	۰/۱۳ ± ۰/۰۴	۰/۰۰۵ ± ۰/۰۰۲
	۴	حداکثر	۱۳/۷۱	۰/۱۰	۰/۱۹	۰/۰۰۸

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-28]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.12.2]

جدول ۳: تعیین حد مجاز مصرف ماهی (گرم در روز) برای افراد بزرگسال و کودکان با استفاده از میانگین و حداکثر غلظت ها

نمونه	فلزات	دوز مرجع (µg/g/day)	CR_{lim} برای بزرگسالان (Kg/day) میانگین	CR_{lim} برای بزرگسالان (Kg/day) حداکثر	CR_{lim} برای کودکان (Kg/day) میانگین	CR_{lim} برای کودکان (Kg/day) حداکثر
خاویار	روی	$3*10^{-1}$	۹۹۰۰	۵۹۶/۴	۲۰۵۰	۱۲۳/۵
	کادمیوم	$1*10^{-3}$	۱۰۰۰۰	۲۹۱۶/۷	۲۰۷۱	۶۰۴/۲
	نیکل	$2*10^{-2}$	۱۵۵۵۵	۵۳۸۴/۶	۳۲۲۲	۱۱۱۵/۴
	وانادیوم	$9*10^{-3}$	۵۲۵۰	۱۲۱۱/۵	۱۰۸۷/۵	۲۵۱
عضله	روی	$3*10^{-1}$	۲۸۰۳/۷	۱۵۳۱/۷	۵۸۰/۸	۳۱۷/۳
	کادمیوم	$1*10^{-3}$	۱۴۰۰۰	۸۷۵۰	۲۹۰۰	۱۸۱۲/۵
	نیکل	$2*10^{-2}$	۲۳۳۳۳	۱۴۰۰۰	۴۸۳۳	۲۹۰۰
	وانادیوم	$9*10^{-3}$	۴۸۴۶	۳۳۱۵/۸	۱۰۰۳/۸	۶۸۶/۸

بحث

مقایسه میانگین غلظت فلزات روی، کادمیوم در عضله و خاویار تاسماهی ایرانی نشان می دهد به رغم آنکه این ماهیان دارای ارتباط زیادی با بستر دریا هستند، تاسماهی ایرانی از گروه های وسیعی از آبزیان (از نرمتنان تا لارو سخت‌پوستان) و از بستر دریا تغذیه می کنند، اما میزان تجمع زیستی فلزات روی و کادمیوم در خاویار و عضله ماهی از مقادیر اعلام شده توسط MAFF که به ترتیب ۰/۲ µg/g و ۵۰ وزن تر پایین تر است (۱۶). همچنین با توجه به مقادیر بدست آمده از تجمع وانادیوم در گونه مورد بررسی در این مطالعه و مقایسه آن با استاندارد جهانی WHO، (۰/۵ µg/g وزن تر) غلظت وانادیوم در عضله و خاویار قره برون در حد خطرناک برای مصارف انسانی نیست اما سازمان بهداشت جهانی تاکنون مقدار جذب قابل تحمل نیکل را مشخص نکرده است(۱۷). از این‌رو نمی توان در مورد میزان تجمع این فلز قضاوتی را ارائه نمود. مقادیر مشخص شده توسط سازمان های مذکور مقادیری هستند که در حد بالاتر از آنها اثر ناشی از ورود فلزات به بدن انسان ها بروز خواهد نمود. بطور کلی مقدار کادمیوم اندازه‌گیری شده در نمونه های عضله تحت بررسی بیشتر از نتایج بدست آمده در تحقیق Agusa و همکاران (۲۰۰۴) (۰/۰۰۲ µg/g وزن تر) و کمتر از نتایج بدست آمده از تحقیقات Pourang و همکاران (۲۰۰۵) و Jaric و همکاران (۲۰۱۱) (غلظت کادمیوم به ترتیب ۰/۰۰۸ µg/g و ۰/۰۸۵ وزن تر) است (۱۲،۱۰و۱۸). میزان فلز روی اندازه گیری شده کمتر از نتایج بدست آمده از تحقیقات Agusa و همکاران (۲۰۰۴)، Pourang و همکاران (۲۰۰۵) و Jaric و همکاران (۲۰۱۱) (به ترتیب ۲۱/۷ µg/g، ۱۸/۸۱ و ۲۵/۱۸ وزن تر)، ولی میزان فلز وانادیوم از نتایج بدست آمده در تحقیقات Agusa و همکاران (۲۰۰۴)، Pourang و همکاران (۲۰۰۵) (µg/g ۰/۰۱۱ و ۰/۰۱۲ وزن تر) بیشتر است (۱۲،۱۰و۱۸). همچنین میزان فلز نیکل در تحقیق Jaric و همکاران (۲۰۱۱) زیر حد تشخیص دستگاه بود (۱۸). میزان کادمیوم اندازه گیری شده در خاویار خوشبختانه بسیار کم است که این نتیجه با تحقیقات Wirth و همکاران (۲۰۰۰) و Wang و همکاران (۲۰۰۸) (محدوده غلظت کادمیوم ng/g ۲/۸-۰/۳ وزن تر) مشابهت

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-28]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.12.2]

دارد (۱۹و۲۰). همچنین غلظت روی در خاویار قابل مقایسه با نتایج بدست آمده در تحقیق Wang و همکاران (۲۰۰۸) (محدوده میزان روی µg/g ۲۴/۰-۱۶/۸ وزن تر) بوده و بیشتر از نتایج بدست آمده در تحقیق Wirth و همکاران (۲۰۰۰) (محدوده فلز روی µg/g ۱۲/۴۳-۱۰/۵۴ وزن تر) است. تفاوت در میزان مقادیر تعیین شده احتمالا به دلیل تفاوت در اندازه، جنسیت، سن ماهی و نیاز های اکولوژیکی (۲۱)، فصل نمونه برداری، زیستگاه تغذیه ای و مدت زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی آلوده است (۲۰). از طرفی دیگر، علت تجمع بالای فلزات در خاویار نسبت به عضله به دلیل مکانیسم دفاعی بدن ماهی در تعدیل فلزات و آلاینده ها است که در این فرآیند برخی از آلاینده های آلی و معدنی جهت دفع از بدن به تخم ها یا خاویار انتقال یافته و از بدن دفع می گردد.

کادمیوم یک عنصر سمی و غیر ضروری برای تمامی موجودات زنده است. از عوارض نامطلوب حضور آن حتی در غلظت های کم، در بدن می توان به اسهال، شکم درد و استفراغ شدید، شکستگی استخوان، عقیم شدن، آسیب به سیستم عصبی مرکزی، آسیب به سیستم ایمنی، ناهنجاری های روانی و آسیب احتمالی به DNA و سرطان اشاره کرد (۲۲). به دنبال این مشکلات سازمان EPA یک دوز مرجع (RfD) به عنوان تخمینی از میزان جذب روزانه کادمیوم که خطراتی برای جوامع انسانی در طول دوره زندگی ایجاد نمی کند، پیشنهاد نموده است. در حال حاضر RfD کادمیوم در حد ۰/۰۰۱ Mg/Kg/day در روز است. که از این ابزار مهم میتوان برای اندازه گیری "قابل قبول بودن" سطح کادمیوم که جوامع انسانی در معرض آن قرار می گیرند، بهره برد. علاوه بر فرمول های ذکر شده، EPA جدولی تهیه کرده که داشتن سطوح کادمیوم در عضله ماهی، میتوان تعداد وعده مجاز مصرف ماهی در ماه را تعیین نمود (جدول ۴). در این جدول براساس میزان کادمیوم در عضله ماهی، مقدار مجاز مصرف محاسبه شده است (۱۵). جدول (۴) نشان میدهد که اگر میزان کادمیوم در عضله از µg/g ۰/۰۸۸ کمتر باشد، محدودیتی برای مصرف عموم ندارد و ماهیانی با غلظت بالاتر از µg/g ۵/۶ را به هیچ وجه نباید مصرف کرد. نتایج بدست آمده از میزان غلظت کادمیوم در عضله (µg/g ۰/۰۰۸) گونه مورد مطالعه در این تحقیق و مقایسه با جدول (۳) نشان می دهد که محدودیتی از نظر مصرف عضله تاسماهی ایرانی برای مردم حاشیه جنوبی دریای خزر وجود ندارد. متاسفانه مقدار مصرف خاویار برای هر وعده در دسترس نیست در نتیجه محاسبه نرخ مجاز مصرف خاویار (وعده در ماه) امکان پذیر نیست.

جدول ۴: محدودیت مصرف ماهیانه تاسماهی ایرانی برای جلوگیری از عوارض جانبی کادمیوم

غلظت کادمیوم در بافت (mg/kg wet weight)	تعداد وعده غذایی در ماه
۰-۰/۰۸۸	بدون محدودیت (>۱۶)
۰/۰۸۸-۰/۱۸	۱۶
۰/۱۸-۰/۲۳	۱۲
۰/۲۳-۰/۳۵	۸
۰/۳۵-۰/۷	۴
۰/۷-۰/۹۴	۳
۰/۹۴-۱/۴	۲
۱/۴-۲/۸	۱
۲/۸-۵/۶	۰/۵
> ۵/۶	عدم مصرف (<۰/۵)

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میزان کادمیوم، روی و وانادیوم در عضله و خاویار تاسماهی ایرانی کمتر از حد استاندارد MAFF و WHO بوده؛ همچنین برای شهروندان ساکن حاشیه دریای خزر از نظر مصرف عضله تاسماهی هیچگونه محدودیتی وجود ندارد. متاسفانه مقدار مصرف خاویار برای هر وعده در دسترس نیست در نتیجه محاسبه نرخ مجاز مصرف خاویار (وعده در ماه) امکان‌پذیر نبود. لازم به ذکر است ارزیابی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-28]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.12.2]

ریسک ناشـــی از حضور فلز جیوه و همچنین آلاینده های آلی در بافت های خوراکی تاســـماهی ایرانی می تواند در تعیین حد مجاز مصرف این گونه، مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

در پایـــان نگارنـــدگان از همـــکاری صمیمیانـــه آقایان مهندس ضابطی، حســـن یوســـفی معصوم اباد، محمدرضـــا انتصاریان بیدگلی، میثم محمد بیگی، ســـید قاســـم هاشـــمی کمال تشکر و قدردانـــی را مینماینـــد. ایـــن تحقیـــق در آزمایشـــگاه گروه محیط‌زیست، و با حمایت مالی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس پذیرفته است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.12.2]

منابع

1-Papagiannis I, Kagalou I, Leonardos J, Petridis D, Kalfakaou V. Copper and zinc in four freshwater fish species from Lake Pamvotis (Greece). Environment International. 2004;30(3):357–62.

2-Dumont HJ. The Caspian lake: history, biota, structure, and function. Limnology and Oceanography. 1998;43:44–52.

3-Esmaili-Sari A. Pollution, Health and Environmental Standards. Tehran: Trabiat Modarres Unviversity; 2002 (in Persian).

4-Mora Sd, Sheikholeslami MR, Wyse E, Azemard S, Cassi R. An assessment of metal contamination in coastal sediments of the Caspian Sea. Marine Pollution Bulletin. 2004;48(1-2):61–77.

5-Billard R, Lecointre G. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 2001;10:355–92.

6-Pourkazemi M. Caspian Sea sturgeon conservation and fisheries: past, present and future. Journal of Applied Ichthyology. 2006;22(1):12-16.

7-Pikitch EK, Doukakis P, Lauck L, Chakrabarty P, Erickson DL. Status, trends and management of sturgeon and paddlefish fisheries. Fish and Fisheries. 2005;6(3):233-65.

8-Moghim M, Kor D, Tavakolieshkalak M, Khoshghalb MB. Stock status of Persian Sturgeon (Acipenser persicus Borodin, 1897) along the Iranian coast of the Caspian Sea. Journal of Applied Ichthyology. 2006;22(1):99-107.

9-Anan Y, Kunito T, Ikemoto T, Kubota R, Watanabe I, Tanabe S, et al. Elevated concentrations of trace elements in Caspian seals (Phoca caspica) found stranded during the mass mortality events in 2000. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2002;42(3):354–62.

10-Agusa T, Kunito T, Tanabe S, Pourkazemi M, Aubrey DG. Concentrations of trace elements in muscle of sturgeons in the Caspian Sea. Marine Pollution Bulletin. 2004;49(9-10):789-800.

11-Anan Y, Kunito T, Tanabe S, Mitrofanov I, Aubrey DG. Trace element accumulation in fishes collected from coastal waters of the Caspian Sea. Marine Pollution Bulletin. 2005;51(8-12):882-88.

12-Pourang N, Tanabe S, Rezvani S, Dennis JH. Trace elements accumulation in edible tissues of five sturgeon species from the Caspian Sea. Environmental Monitoring and Assessment. 2005;100(1-3);89-108.

13-Kottelat M, Gesner J, Freyhof J. IUCN Red List of Threatened Species. Cambridg: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources; 2011 [cited 2012 Jan 13]. Available from: www.iucnredlist.org.

14-Yap CK, Hisyam MND, Edward FB, Cheng WH, Tan SG. Concentrations of heavy metal in different parts of the gastropod, Faunus aster (Linnaeus), collected from intertidal areas of Peninsular Malaysia. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science. 2010;33(1):45–60.

15-U.S. Environmental Protection Agency. Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories, volume 2: Risk assessment and fish consumption limites. 3rd ed. Washington, D.C: U.S. Environmental Protection Agency; 2000 [cited 2012 Jul 13]. Available from: http://www.epa.gov/waterscience/fish/guidance.html.

16-Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF). Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1997. Lowestoft: Center for Environment, Fisheries and Aquaculture Science; 2000. Report No.: Aquatic Environment Monitoring Report No. 52.

17-Madany IM, Wahab AAA, Al-Alawi Z. Trace metals concenteration in marine organisms from the costal areas of Bahrain, Persian Gulf. Water, Air and Soil Pollution. 1996;91(3-4):233-48.

18-Jarić I, Višnjić-Jeftić Ž, Cvijanović G, Gačić Z, Jovanović L, Skorić S, et al. Determination of differential heavy metal and trace element accumulation in liver, gills, intestine and muscle of sterlet (Acipenser ruthenus) from the Danube River in Serbia by ICP-OES. Microchemical Journal. 2011;98(1):77-81.

19-Wirth M, Kirschbaum F, Gessner J, Krüger A, Patriche N, Billard R. Chemical and biochemical composition of caviar from different sturgeon species and origins. Nahrung. 2000;44(4):233–37.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-28]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.12.2]

20-Wang W, Batterman S, Chernyak S, Nriagu J. Concentrations and risks of organic and metal contaminants in Eurasian caviar. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2008;71(1):138-48.
21-Al-Yousuf MH, El-Shahawi MS, Al-Ghais SM. Trace metals in liver, skin and muscle of Lethrinus lentjan fish species in relation to body length and sex. Science of the Total Environment. 2000;256(2-3):87-94.
22-Okocha RC, Adedeji OB. Overview of cadmium toxicity in fish. Journal of Applied Sciences Research. 2011;7(7):1195-207.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.12.2]

Concentrations of Cd, Ni, V and Zn in Muscle and Caviar of Persian Sturgeon (Acipenser persicus) with Emphasis on Risk Assessment Due to Consumption of Muscle

Abdulreza Mashroofeh [1], Alireza Riyahi Bakhtiari [1]*, Mohammad Pourkazemi [2]

[1]Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resource, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran

[2]Director, International Sturgeon Research Institute, Rasht, Guilan, Iran

Received: 18 July 2012 ; Accepted: 15 October 2012

ABSTACT

Background and objective: Metal pollution has always been a major cause of contamination of environment and is considered as a major concern for food health. Worldwide, sturgeons are an important source of food and income. In this study, the human health risk due to consumption of caviar and muscle of Persian sturgeon (Acipenser persicus) were evaluated by measuring the concentrations of cadmium, nickel, vanadium and zinc in caviar and muscle samples.

Material and Methods: A total number of 24 samples of Persian sturgeon were collected from two important sturgeon fishery zones in Guilan and Mazandaran Provinces and were stored at −20°C until chemical analysis. About one gram of each sample dried was added to 10 ml of concentrated (65%) supra-pure HNO3 (Merck, Darmstadt, Germany) in a Teflon PTFE tube and then it was incubated for 1 h at 40 °C in a hot block digester, followed by heating at 140 °C for 3 h. The samples digested were diluted to a measured volume using double deionized water. Samples were filtered through Whatman No. 1 filter paper, and the filtrate was stored until metal determination.

Results: Mean Cd, Ni, V and Zn concentrations in muscle tissues were 0.005 ± 0.002, 0.06 ± 0.03, 0.13 ± 0.04 and 7.49 ± 3.07 µg/g wet weight basis respectively. The mean Cd, Ni, V and Zn concentrations in caviar samples were 0.007 ± 0.006, 0.09 ± 0.07, 0.12 ± 0.15 and 21.23 ± 5.75 µg/g wet weight basis respectively.

Conculation: The mean concentrations of Zn, Cd and V in caviar and muscle samples were less than the permissible limits proposed by the United Kingdom's Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF 2000) and World Health Organization (W.H.O.). The guidelines for Cd, V and Zn are 0.2, 0.5 and 50 µg/g wet weight respectively. Therefore, the measured concentrations for these particular metals are below the published guidelines, and the levels would appear not to constitute any threat to the human population that may consume sturgeon or caviar obtained from these study locations.

Keywords: Risk assessment, Caviar, Muscle, Persian sturgeon, Cadmium, Nickel, Vanadium, Zinc

***Corresponding Author:** *riahi@modares.ac.ir; ariyahi@gmail.com*
Tel: *+98 122 6253101- 3,* **Fax:** *+98 122 6253499* **Mob:***+98 912 6798768*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.12.2]