

تعیین حد مجاز مصرف ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) از نظر فلزات سرب و کادمیوم در سواحل جنوبی دریای مازندران

محمدحسین سینکاریمی^{1*}، راضیه دنیوی²، سهراب صادقی باجگیران²
1- دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
ایمیل: mh.sinkakarimi@stu.malayeru.ac.ir - شماره تماس: 09118894052
2- کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

چکیده

زمینه و هدف: به دلیل اهمیت تغذیه‌ای محصولات دریایی و آلوده بودن آن‌ها به فلزات سنگین، بررسی سلامت این محصولات بسیار مهم می‌باشد. مطالعه حاضر می‌کوشد، مطالعاتی را که طی 5 سال اخیر به بررسی میزان فلزات سرب و کادمیوم در ماهی سفید در سواحل جنوبی دریای مازندران پرداخته‌اند، پوشش دهد و در نهایت پیشنهاداتی را در رابطه با میزان مجاز مصرف آن ارائه دهد.

مواد و روش کار: مطالعه حاضر بر روی بافت عضله 586 قطعه ماهی سفید جمع‌آوری شده توسط محققان مختلف در سواحل جنوبی دریای مازندران صورت گرفت. میزان فلزات سرب و کادمیوم در گونه مورد مطالعه از مقالات منتشر شده طی پنج سال اخیر در مجلات معتبر علمی بدست آمد. در نهایت در مطالعه حاضر ریسک مصرف غذایی و میزان مجاز مصرف آن از نظر فلز سرب و کادمیوم مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین میزان فلزات سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهی‌های سفید از بسیاری از استانداردهای ملی و بین‌المللی موجود بیشتر بود. میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات پایین‌تر از میزان مجاز ارائه شده توسط سازمان‌های مربوطه بوده است. بر طبق محاسبات صورت گرفته افراد بالغ از نظر فلزات سرب و کادمیوم به ترتیب 0/21 و 0/75 کیلوگرم در روز و کودکان به ترتیب 0/05 و 0/16 کیلوگرم در روز می‌توانند، بدون آنکه برای سلامتی آن‌ها عوارض غیر سرطزایی داشته باشد، ماهی سفید مصرف کنند.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بدست آمده، به نظر می‌رسد که مصرف ماهی سفید با میزان کنونی ریسکی را برای سلامت مصرف کنندگان آن نداشته باشد.

واژه‌های کلیدی: کادمیوم، سرب، ماهی سفید، ریسک غذایی، دریای مازندران

مقدمه

فلزات سنگین بطور طبیعی در نقاط مختلف زمین از جمله آب‌های سطحی وجود دارند. با توجه به ثبات شیمیایی، تجزیه پذیری ضعیف و داشتن قدرت تجمع-زیستی در بدن، اگر میزان این فلزات بیش از میزان مجاز شود، برای موجودات زنده مشکلاتی را ایجاد می‌کنند. به طوری که امروزه فلزات سنگین از مهمترین آلاینده‌های منابع آبی بشمار می‌آیند و حضور آلاینده-های فلزات سنگین در موجودات زنده آبرزی به طور گسترده‌ای گزارش شده است (1). ورود آلاینده‌های صنعتی، کشاورزی و شهری طی سال‌های پی در پی به دریای مازندران توسط پنج کشور حاشیه این دریا حیات آبریان و سلامت مصرف‌کنندگان آن‌ها را به خطر انداخته است. همواره غذا مهمترین و اصلی‌ترین راه جذب و در معرض قرار گرفتن فلزات سنگین در نظر گرفته می‌شود (2 و 3). فلزات سرب و کادمیوم از عناصر سنگین بسیار خطرناک موجود در تغذیه انسان می‌باشند (4). کادمیوم با ورود به اکوسیستم‌های آبی وارد زنجیره غذایی شده و در نهایت از طریق تغذیه به انسان می‌رسد. میزان‌های غیر مجاز کادمیوم صدمات کلیوی حادی را در بزرگسالان ایجاد می‌کند و باعث بروز بیماری‌های شدید گوارشی می‌گردد (5). غلظت کشنده کادمیوم برای انسان تاکنون ثبت نشده است اما میزان آن در حدود چند صد میلی گرم می‌باشد (6). منبع اصلی ورود سرب به محیط‌زیست ناشی از فعالیت-های انسانی می‌باشد. سرب همانند کادمیوم هیچگونه عملکرد مثبت شناخته شده‌ای در بدن ندارد به طوری که در غلظت‌های پایین باعث کاهش فعالیت آنزیم پروفوبیلینوژن سنتتاز و در غلظت‌های بالا سبب عقب ماندگی ذهنی در کودکان، کم خونی، اختلال شنوایی، اختلال در عملکرد کبد، کلیه و سیستم ایمنی بدن، کاهش وزن در بدو تولد، سقط جنین و زایمان پیش از

موعد می‌گردد (7). یکی از رایجترین نشانه‌های آلودگی به عنصر سرب، وجود سرب در خون و ادرار می‌باشد (8).

زمانی که گفته می‌شود حدمجاز مصرف یک گونه ماهی برای افراد مصرف کننده آن در یک منطقه به چه میزانی باید باشد و یا اینکه آیا مصرف آن گونه با میزان کنونی مصرف برای مصرف کنندگان آن ضرر دارد یا خیر، نیاز به یک جامعه آماری قابل اطمینان است. با توجه به اینکه جامعه آماری مورد مطالعه در هر یک از مطالعاتی که در طی سال‌های اخیر بر روی ماهی سفید در سواحل جنوبی دریای مازندران صورت گرفته، بالا نبوده است (البته تا حدودی این امر به دلیل هزینه بر بودن انجام آنالیزهای آزمایشگاهی قابل توجه به نظر می‌رسد) به این منظور، نتایج مطالعاتی که در طی سال‌های اخیر بر روی ماهی سفید در سواحل جنوبی دریای مازندران صورت گرفته و در مجلات معتبر داخلی و خارجی منتشر شده بود جمع‌آوری شد (9،10،11،12،13،14،15،16،17) (n=586). هدف از مطالعه حاضر تعیین حدمجاز مصرف ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) از نظر فلزات سرب و کادمیوم برای مصرف کنندگان آن در سواحل جنوبی دریای مازندران و نیز مقایسه میزان فلزات سرب و کادمیوم با استانداردهای ملی و بین‌المللی بوده است. در مطالعه حاضر ماهی سفید به دلیل مصرف و محبوبیت بالا در بین ساکنین نواحی جنوبی دریای مازندران و سری فلزات سرب و کادمیوم به دلیل اهمیت و پراکنش زیاد در سواحل جنوبی دریای مازندران انتخاب شد.

روش بررسی

به طور کلی نحوه انجام آزمایشات تعیین میزان فلزات سرب و کادمیوم در مطالعات صورت گرفته (جدول 1) به نحوه‌ای که در ادامه آورده شده، بوده

متوسط وزن افراد بالغ 70 کیلوگرم در نظر گرفته شد (22). به دلیل تعریف نشدن RfD_o برای فلز سرب توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، از میزان $PTDI^2$ (میزان موقت جذب روزانه قابل قبول) پیشنهاد شده برای فلز سرب توسط متخصصان افزودنی‌های مواد غذایی کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و سازمان خوار و بار جهانی $JECFA^3$ استفاده شد (23).

مدل بکار رفته برای تخمین THQ به شرح زیر بوده است:

$$THQ = (EF \times ED \times MS \times C) / (RfD_o \times BW \times AT) \times 10^{-3} \quad (1)$$

در این مدل THQ خارج قسمت خطر هدف، EF بسامد در معرض قرارگیری (365 روز در سال)، ED میزان در معرض قرارگیری (72 سال)، MS نرخ خوردن غذا (گرم در روز)، C میزان فلز در غذای مورد مطالعه (میکروگرم بر گرم)، RfD_o دز مرجع از راه دهان (به ترتیب 0/004 و 0/001 میلی گرم بر کیلوگرم در روز برای فلزات سرب و کادمیوم (24))، BW میانگین وزن افراد بالغ (70 کیلوگرم) (25)، AT زمان در معرض قرارگیری برای ترکیبات غیر سرطانزا (365 روز در سال \times تعداد سال‌های در معرض قرارگیری) است. در این مطالعه THQ کل هم بر اساس روش پیشنهادی Chien و همکاران (2002) محاسبه شده است (26):

$$\text{Total THQ (TTHQ)} = \text{THQ (toxicant 1)} + \text{THQ (toxicant 2)} + \dots + \text{THQ (toxicant n)} \quad (2)$$

تخمین جذب روزانه EDI^4 و هفتگی EWI^5 (EWI) فلزات توسط افراد مصرف‌کننده: با استفاده از رابطه‌های 1 و 2 میزان جذب روزانه و

است. نمونه‌های ماهی سفید ($n=586$) پس از صید به آزمایشگاه منتقل شدند. قبل از کالبد شکافی و آماده سازی، نمونه‌ها با استفاده از آب مقطر شستشو داده شدند تا اینکه پوشش لزوج و ذرات خارجی جذب کننده فلزات از سطح بدن آن‌ها دفع گردد. سپس نمونه‌های بافت عضله توسط تیغه عاری از آلودگی به دقت از بدن ماهی‌ها جدا شد و درون ورقه‌های پلاستیکی بدون آلودگی قرار داده شد. نمونه‌های بافت تا زمان شروع آنالیز در یخچال در دمای کمتر از صفر درجه سانتیگراد قرار داده شدند. به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها برای قرائت توسط دستگاه جذب اتمی، نمونه‌ها هضم اسیدی شدند و سرانجام نمونه‌های هضم شده، فیلتر شده و به وسیله آب دیونیزه به حجم رسانیده شدند. صحت و دقت انجام آنالیزها نیز توسط روش‌های کنترل کیفیت و صحت (QC/QA) تعیین شد.

محاسبه میزان فلزات سرب و کادمیوم بر اساس وزن تو: بر طبق مطالعات سازمان خوار و بار جهانی گفته شده است که حدود 80 درصد وزن بدن ماهی‌ها را رطوبت تشکیل می‌دهد. بنابراین با ضرب نمودن فاکتور تصحیح 0/2 در مقدار فلزات سرب و کادمیوم در عضله ماهی‌هایی که میزان این فلزات در آن‌ها در مطالعات بر اساس وزن خشک گزارش شده بود، مقدار سرب و کادمیوم بر اساس وزن تر بدست آمد (18).

THQ (Target Hazard Quotients): روش به کار رفته برای محاسبه THQ بر اساس روش پیشنهادی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا بوده است (19). برای محاسبه THQ مواردی به عنوان پیش فرض در نظر گرفته شد: میزان فلز وارد شده، برابر با میزان جذب شده در بدن می‌باشد (20)؛ پخت و پز اثری را بر روی آلاینده‌ها ندارد (21)؛ متوسط عمر ایرانیان 72 سال و

2- Provisional Tolerable Daily Intake

3- The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

4- Estimation Daily Intake

5- Estimation Weekly Intake

1- Quality Control/Quality Assurance

یافته‌ها

میانگین میزان فلزات سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهی‌های سفید مورد مطالعه در جدول 2 آورده شده است. تخمین THQ برای فلزات سرب و کادمیوم و همچنین THQ کل، کمتر از یک بدست آمد (جدول 3).

به منظور ارزیابی پتانسیل ریسک مصرف ماهی سفید در سواحل جنوبی دریای مازندران، محاسبات مربوط به میزان جذب روزانه و هفتگی برای یک انسان بالغ 70 کیلوگرمی محاسبه گردید و این میزان با میزانهای استاندارد توصیه شده توسط کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواروبار جهانی (JECFA) و نیز آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA)، مقایسه شد (جدول 4).

نتایج محاسبات تعیین حد مجاز مصرف ماهی سفید در سواحل جنوبی دریای مازندران از نظر فلزات سرب و کادمیوم برای افراد بالغ با وزن 70 کیلوگرم به ترتیب 0/21 و 0/75 کیلوگرم در روز و برای کودکان با وزن 14/5 کیلوگرم به ترتیب 0/05 و 0/16 کیلوگرم در روز به دست آمد (جدول 5). همچنین نتایج تعیین تعداد وعده‌های مجاز مصرف برای ماهی سفید در جدول 5 نشان داده شده است.

هفتگی فلزات در اثر مصرف ماهی سفید توسط افراد مصرف کننده در سواحل جنوبی دریای مازندران بدست آمد. در مطالعه حاضر میزان مصرف سرانه ماهی در سواحل جنوبی دریای مازندران 14 کیلوگرم در سال (38 گرم در روز) در نظر گرفته شد (13).

$$\text{EDI} = C \times \text{MS}_D / \text{BW} \quad \text{رابطه (1)}$$

$$\text{EWI} = C \times \text{MS}_W / \text{BW} \quad \text{رابطه (2)}$$

در این رابطه‌ها، EDI میزان جذب روزانه فلزات توسط بدن، EWI میزان جذب هفتگی، C غلظت بدست آمده فلزات سرب و کادمیوم ماهی سفید، MS_D میزان مصرف ماهی سفید برحسب گرم در روز، MS_W میزان مصرف غذا برحسب گرم در هفته و BW وزن بدن (70 کیلوگرم برای افراد بزرگسال) می‌باشد.

تعیین حد مجاز مصرف ماهی سفید: حد مجاز

مصرف ماهی سفید بر حسب کیلوگرم در روز بر اساس روش پیشنهادی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا و مطابق رابطه 3 تعیین شده است.

$$\text{CR}_{\text{lim}} = R_f D_o \times \text{BW} / C_m \quad \text{رابطه (3)}$$

که در این رابطه CR_{lim} حد مجاز مصرف ماهی (کیلوگرم در روز)؛ $R_f D_o$ دز مرجع (میکروگرم بر گرم وزن بدن در روز)؛ BW وزن بدن مصرف کننده (70 کیلوگرم برای افراد بزرگسال و 14/5 کیلوگرم برای کودکان) و C_m میزان فلزات سرب و کادمیوم در بافت ماهی (میکروگرم بر گرم) می‌باشد.

به منظور محاسبه تعداد وعده‌های مجاز مصرف ماهی سفید در ماه از رابطه (4) استفاده شد:

$$\text{CR}_{\text{mm}} = \text{CR}_{\text{lim}} \times T / \text{MS} \quad \text{رابطه (4)}$$

که در آن CR_{mm} حداکثر میزان مجاز مصرف ماهی (وعده در ماه)؛ CR_{lim} حد مجاز مصرف ماهی (کیلوگرم در روز)؛ MS میزان مصرف ماهی در هر وعده (0/227 کیلوگرم) و T تعداد روزهای هر ماه (30/44 روز در ماه) می‌باشد (27).

6- United State Environmental Protection Agency

جدول 1: بیومتری، محل نمونه برداری و دستگاه مورد استفاده برای آنالیز فلزات در مطالعات مورد استفاده

| منبع | دستگاه سنجش | وزن (g) | طول کل (Cm) | محل نمونه برداری |
|------|--|---------------|-------------|-------------------------------------|
| 9 | AAS ⁷ | - | - | جنوب شرقی دریای مازندران |
| 10 | AAS-AAA-Perkin Elmer100 Wellesley, MA | 73/3±15/2 | 40/16±3/32 | رودخانه تجن |
| 11 | AAS-Thermo Discussion M5 | 806/8±152/7 | - | 12 ایستگاه در سواحل استان مازندران |
| 12 | AAS-Scientific Equipment GBS | 738/5±155/1 | 43/59±3/09 | تالاب بین المللی میانکاله |
| 13 | AAA-Shimadzu AA/680 | 963/85±148/62 | 45/17±7/04 | بندر انزلی، رودسر |
| 14 | AAA-Thermo Electron Corporation, GFS 97 | 847/64±43/51 | 43/93±0/71 | جنوب غربی دریای مازندران |
| 15 | AAS-PerkinElmer 4100 | - | - | چالوس، بندرانزلی، رودسر، فریدونکنار |
| 16 | AAS-A-Z Varian-220 USA | - | - | نوشهر، بابلسر، فریدونکنار، نور |
| 17 | AAS-PerkinElmer 400 | - | - | دریای مازندران |

جدول 2: میانگین میزان فلزات سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهی سفید بر حسب ($\mu\text{g/g ww}$)

| منبع | سرب | کادمیوم | N |
|-----------|-------------|-------------|-----|
| 10 الی 18 | 1/31 ± 1/17 | 0/37 ± 0/35 | 586 |

جدول 3: تخمین THQ و TTHQ در اثر مصرف ماهی سفید در سواحل جنوبی دریای مازندران

| TTHQ | Cd | Pb | گونه |
|------|-----|------|-----------|
| 0/38 | 0/2 | 0/18 | ماهی سفید |

جدول 4: تخمین جذب روزانه و هفتگی فلزات سرب و کادمیوم در اثر مصرف ماهی سفید

توسط افراد مصرف کننده در سواحل جنوبی دریای مازندران

| فلز | PTWI ^a | PTWI ^b | PTDI ^c | EDI ^d | EWI ^e |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Pb | a25 | 1750 | 250 | 0/71 | 4/97 |
| Cd | a7 | 490 | 70 | 0/2 | 1/4 |

* میزان جذب مجاز قابل تحمل موقت هفتگی (PTWI) بر حسب میکروگرم در هفته به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن (23).

** میزان مصرف روزانه ماهی توسط افراد مصرف کننده به ازای هر فرد 21/91 گرم در نظر گرفته شده است.

PTWI = b برای افراد بالغ با وزن متوسط 70 کیلوگرم، بر حسب میکروگرم در هفته برای یک فرد 70 کیلوگرمی (26).

c = میزان جذب مجاز قابل تحمل روزانه موقت (PTDI)، بر حسب میکروگرم در روز برای یک فرد 70 کیلوگرمی (25).

d = تخمین جذب روزانه بر حسب میکروگرم در روز برای فرد 70 کیلوگرمی

e = تخمین جذب هفتگی بر حسب میکروگرم در روز برای فرد 70 کیلوگرمی

جدول 5: میزان حد مجاز و نرخ مجاز مصرف ماهی سفید برای بزرگسالان و کودکان

| فلزات | CR _{mm} (وعده در ماه) | | CR _{lim} (kg/day) | |
|-------|--------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| | کودکان | بزرگسالان | کودکان | بزرگسالان |
| Pb | 6/7 | 28/16 | 0/05 | 0/21 |
| Cd | 21/46 | 100/57 | 0/16 | 0/75 |

جدول 6: مقایسه میزان سرب در بافت عضله ماهی سفید با تعدادی از استانداردهای ملی و بین المللی موجود بر حسب (µg/g) وزن تر.

| استانداردها | سرب | مرجع |
|---|------|----------|
| WHO ² | 0/3 | 29 |
| ANHMRC, Spanish legislation, MAFF, Chile, Italia, Finland, Poland, New Zealand, United Kingdom, Venezuela | 2 | 30,31,32 |
| Russia, Sweden, Switzerland, Thailand | 1 | 31,33 |
| ITSF, FAO, Canada, Germany, Netherlands, Philippine | 0/5 | 31,34,35 |
| EC | 0/1 | 36 |
| CCFAC | 0/2 | 37 |
| مطالعه حاضر | 1/31 | |

FAO (Food and Agriculture Organization), WHO (World Health Organization), MAFF (Ministry of Agriculture Fisheries U.K), ANHMRC (Australian National Health and Medical Research Council), EC (European Commission), ITSF (The Ministry of the Agriculture of Turkey), CCFAC (Committee on Food Additives and Contaminants draft guideline)

جدول 7: مقایسه میزان کادمیوم در بافت عضله ماهی سفید با تعدادی از استانداردهای ملی و بین المللی موجود بر حسب (µg/g) وزن تر.

| استانداردها | کادمیوم | مرجع |
|-----------------------------------|---------|----------|
| FAO ¹ | 0/3 | 34 |
| MAFF, WHO ² | 0/2 | 39,29 |
| New Zealand, Spanish legislation | 1 | 30,31 |
| ANHMRC, Hong Kong | 2 | 31 |
| Switzerland | 0/1 | 31 |
| FAO, Germany, Netherlands, CCFAC, | 0/5 | 31,34,37 |
| EC | 0/05 | 36 |
| Western Australian authorities | 5/5 | 38 |
| مطالعه حاضر | 0/37 | - |

بحث

بررسی نتایج مقایسه میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم بدست آمده در مطالعه حاضر با استانداردهای ملی و بین المللی نشان داد که غلظت سرب در ماهی سفید از استانداردهای تعیین شده توسط کشورهای روسیه، سوئد، سوئیس، تایلند، کانادا، آلمان، هلند، فیلیپین، ترکیه و نیز استانداردهای بین المللی تعیین شده توسط WHO، FAO، EC و CCFAC تجاوز کرده بود (جدول 6)، همچنین میزان کادمیوم در ماهی سفید از استانداردهای تعیین شده توسط سوئیس، WHO، FAO، EC و MAFF تجاوز کرد (جدول 7). بالاتر بودن میزان سرب و کادمیوم از استانداردهای ذکر شده می تواند به عنوان یک هشدار در نظر گرفته شود. استفاده از کودها و سم های شیمیایی کشاورزی در جلگه های جنوبی دریای مازندران بر اساس عادت های کشاورزان و نه بر اساس نیاز زمین های کشاورزی آنها می باشد. در نتیجه هر ساله میزان زیادی از آلاینده ها که شامل فلزات سنگین نیز می شود وارد رودها و در نهایت دریای مازندران می شود. در نتیجه قسمت بسیار زیادی از این آلاینده ها در رسوبات بستر دریا ته نشست پیدا می کنند. افرائی و همکاران (2009) نشان دادند که غذای عمده ماهی سفید از جاندارانی که در کف دریا و بر روی رسوبات بستر زندگی می کنند تامین می شود (28). در نتیجه به نظر می رسد رسوبات و جانداران کفزی می توانند از مهمترین منبع های افزایش میزان فلزات سرب و کادمیوم در ماهی های سفید مورد مطالعه باشند.

فلزات سرب و کادمیوم از مسیرهای مختلفی مانند آب، غذا و حتی تنفس می توانند وارد بدن انسان شوند. فلزات سنگین تمایل زیادی به تجمع در اندام های مختلف موجودات دریایی مخصوصا ماهی ها دارند، بنابراین این فلزات می توانند از طریق مصرف ماهی ها وارد بدن مصرف کنندگان آنها شوند و مشکلات

بهداشتی را برای آنها ایجاد کنند. بنابراین در مطالعه حاضر با توجه به اهمیت موضوع، به بررسی میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات سرب و کادمیوم در اثر مصرف یکی از محبوب ترین ماهی های مصرفی مردم سواحل جنوبی دریای مازندران (ماهی سفید) پرداخته شده است. میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات سرب و کادمیوم در اثر مصرف ماهی سفید در مطالعه حاضر پایین تر از میزان اجازه داده شده توسط متخصصان افزودنی های مواد غذایی کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و سازمان خوار و بار جهانی (JECFA) بوده است (جدول 4). همچنین میزان جذب روزانه کادمیوم پایین تر از میزان جذب اجازه داده شده ($1 \mu\text{g g}^{-1} \text{day}^{-1}$) توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا بوده است (24). آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا تاکنون هیچگونه میزان مجازی را برای جذب فلز سرب از طریق غذا تعیین نکرده است (24).

ارزیابی ریسک مصرف غذایی فلزات سنگین از طریق مصرف محصولات دریایی اغلب به وسیله THQ محاسبه می شود (41). میزان THQ محاسبه شده در اثر مصرف ماهی سفید در سواحل جنوبی دریای مازندران در مطالعه حاضر کمتر از یک بدست آمد. میزان THQ کمتر از یک حاکی از آن است که افراد مصرف کننده در اثر مصرف ماهی سفید در معرض میزان کمتری از دوز رفرنس (RfD_0) قرار گرفته اند و میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات کمتر از میزانی خواهد که برای سلامتی آنها اثرات مضر را در طول عمر داشته باشد (41).

مطالعات مختلفی تاکنون به بررسی میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات سنگین در اثر مصرف ماهی در سواحل جنوبی دریای مازندران پرداخته اند. نصرآبادی و همکاران (1392)، میزان ریسک غذایی فلزات کادمیوم، سرب، روی، مس و جیوه را در اثر

سواحل جنوبی دریای مازندران از نظر فلزات سرب و کادمیوم به ترتیب 0/21 و 0/75 کیلوگرم در روز و کودکان با وزن 14/5 کیلوگرم به ترتیب 0/05 و 0/16 کیلوگرم در روز می‌توانند، بدون آنکه برای سلامتی آنها عوارض غیر سرطازایی داشته باشد ماهی سفید مصرف کنند. با توجه به اینکه افراد در طول روز از مواد غذایی دیگری نیز استفاده می‌کنند و از راه‌های دیگری نیز در معرض فلزات سرب و کادمیوم قرار می‌گیرند، باید مراعات بیشتری را در رابطه با مصرف ماهی سفید داشته باشند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله مراتب تشکر و قدردانی از تمامی عزیزانی که مطالعات آنها در انجام این تحقیق ما را یاری نمود، به عمل می‌آید.

مصرف ماهی کپور در سواحل جنوبی دریای مازندران پایین‌تر از حداکثر میزان قابل قبول اجازه داده شده گزارش کردند (29). در مطالعه دیگری سینکا کریمی و همکاران (1393)، میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات سلنیوم و وانادیوم را در اثر مصرف ماهی‌های کیلکای معمولی و آلوزا در سواحل جنوبی دریای مازندران پایین‌تر از حداکثر میزان قابل قبول اجازه داده شده توسط کمیته مشترک متخصصان سازمان بهداشت جهانی و فائو گزارش کرده‌اند (42).

CR_{lim} (میزان نرخ مجاز مصرف روزانه) در واقع حداکثر میزانی است (کیلوگرم) که یک فرد می‌تواند در سراسر عمر خود ماهی مصرف کند، بدون آنکه برای سلامتی آن فرد خطرات غیر سرطازایی را در پی داشته باشد (43). بنابراین بر طبق محاسبات صورت گرفته (جدول 5) افراد بالغ با وزن 70 کیلوگرم در

References

- Ikem A, Egiebor NO. Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). J Food Compo Anal. 2005; 18: 771-87.
- Tuzen M, Soylak M. Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey, J Food Chem. 2006; 101: 1378-83.
- Celik U, Oehlschlager J. Determination of Zinc and Copper in fish Determination of Zinc and Copper in fish DPSAV. J Food Chem. 2004; 87, 343-7.
- Burger J, Gochfeld M. Mercury in canned tuna white versus light and temporal variation. Environ Res. 2004; 96: 239-49.
- Askari Sari A. The study of Heavy metals (Pb, Hg and Cd) in (*Barbus grypus*) and (*Liza abu*) in Karoon and Karkheh rivers. J Marine Bio. 2010; 1: 95-107.
- Nadla S, Pickering T. Tilapia fish farming in pacific island countries. Tilapia hatchery operations (vol. 1.), Copyright Secretariat of the Pacific Community and MarineStudies Program, the University of the South Pacific. 2004.
- Demirezen D, Uruc K. Comparative Study trace elements in certain fish meat and meat products. J Meat Sci. 2006; 74: 255-60.

8. Marijic VF, Raspor B. Metal exposure assessment in native fish, *Mullus barbatus L.*, from the Eastern Adriatic Sea, J Toxicol Letters. 2007; 168: 292-301.
9. Saeedi Saravi SS, Shokrzadeh M. Heavy metals contamination in water and three species of most consumed fish sampled from Caspian Sea, 2011. Environ Monit Assess. 2013; 185: 10333-7.
10. Eslami Sh, Hajizadeh Moghaddam A, Jafari N, Nabavi SF, Ebrahimzadeh MA. Trace Element Level in Different Tissues of *Rutilus frisii kutum* Collected from Tajan River, Iran. Biol Trace Elem Res. 2011; 143: 965-73.
11. Hoseini h, Tahami MS. Study of Heavy Metals (Pb and Cd) Concentration in Liver and Muscle Tissues of *Rutilus frisii Kutum*, Kamenskii, 1901 in Mazandaran Province. Global Vet. 2012; 9: 329-33.
12. Hassanpour M, Rajaei Gh, Sinka Karimi MH, Ferdosian F, Maghsoudloo rad R. Determination of Heavy Metals (Pb, Cd, Zn and Cu) in Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) from Miankaleh International Wetland and Human Health Risk J Mazandaran Univ Med Sci. 2014; 24: 176-83. (Persian)
13. Yaghoobzadeh Y, Hossein Nezhad M, Asadi Shirin G, Pourali M. An investigation of lead concentration in *Rutilus frisii kutum* form Caspian Sea; case study of Bandar Anzali and Roodsar, Iran J Mazand Univ Med Sci. 2014; 23: 102-8. (Persian)
14. Monsef Rad SF, Imanpour Namin J, Heidary S, Mohammadi M, Hoseini SM. Interaction of essential and nonessential metals in tissues of *Rutilus frisii kutum* from southwestern basins of the Caspian Sea. J Fish, Iranian J Natural Res. 2012; 65: 79-87.
15. Fallah AA, Zeynali F, Saei Dehkordi SS, Rahnama T. Seasonal bioaccumulation of toxic trace elements in economically important fish species from the Caspian Sea using GFAAS. J Verbr Lebensm. 2011; 6: 367-74.
16. Elsagh A, Determination of some heavy metals in *Rutilus frisii kutum* and *Cyprinus carpio fillet* from south Caspian Sea. Vete J. 2009; 89: 33-44.
17. Hedayatifar R. Determination of Lead, Cadmium and Mercury in white and ghezelalla fish. Feyz. 2013; 16: 619-20.
18. Shinn C, Dauba F, Grenouillet G, Guenard G, Lek S. Ecotoxicology and environmental safety temporal variation of heavy metal contamination in fish of the river lot in southern france. Ecotoxicol Environ Saf. 2009; 72: 1957-65.
19. USEPA. Risk-based Concentration Table. United States Environmental Protection Agency, Philadelphia, PA; Washington DC. 2000.
20. USEPA. Guidance manual for assessing human health risks from chemically contaminated, fish and shellfish. United State Environmental Protection Agency. EPA-503/8-89-002, US EPA Office of Marine and Estuarine Protection, Washington, DC. 1989.
21. Cooper CB, Doyle ME, Kipp K. Risk of consumption of contaminated seafood, the Quincy Bay Case Study. Environ Health Persp. 1991; 90: 133-40.
22. MHMEI. Average lifetime of Iranian Ministry of Health and Medical Education of Iran; 2012. Available from <http://www.behdasht.gov.ir> (Accessed December 10, 2012).

23. JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 2013.
24. IRIS. Integrated Risk Information System online database. Environmental Protection Agency. 2013.
25. Hallenbeck WH. Quantitative Risk Assessment for Environmental and Occupational Health; Chelsea: Lewis. 1993.
26. Chien LC, Hung TC, Choang KY, Yeh CY, Meng PJ, Shieh MJ, Han BC. Daily intake of TBT, Cu, Zn, Cd and As for fishermen in Taiwan. *Sci Total Environ.* 2002; 285: 177-85.
27. U.S. Guidance for assessing chemical contaminant data for use advisories, volume 2: Risk assessment and fish consumption limites. 3th ed. Washington, D.C: U.S. Environmental Protection Agency. 2000. Available from: <http://www.epa.gov/waterscience/fish/guidance.html>.
28. Afraei Bandppei MA, Mashhor M, Abdolmalaki Sh, El Sayed MAF. Food and feeding habits of the Caspian Kutum, *Rutilus frisii kutum* (Cyprinidae) in Iranian waters of the Caspian Sea. *Cybium.* 2009; 33: 193-8.
29. Tabari S, Saeedi Saravi SS, Bandani GH, Dehghan A, Shokrzade M. Heavy metals (Zn, Pb, Cd and Cr) in fish, Water and sediment sampled from Southern Caspian Sea, Iran. *Toxicol Ind Health.* 2010; 26: 649-56. (Persian)
30. BOE (Boletín Oficial del Estado or Official Gazette). Normas microbiológicas, límites de contenido en metales pesados y métodos analíticos para la determinación de metales pesados para los productos de la pesca y de la agricultura (Microbiological standards, limits on heavy metal content, and analytical methods for determining the heavy metal content of fishery and agricultural products). In: BOE, editors. August 2 Order. Madrid, Spain; 1991, 5937-41.
31. Nauen CE. Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fishery Products. FAO Fisheries Circular No. 764, Rome, Italy, 102 pp, 1983.
32. Plaskett D, Potter IC. Heavy metal concentrations in the muscle tissue of 12 species of teleost from Cockburn Sound, Western Australia. *Aust J Mar Fresh Res.* 1979; 30: 607-16.
33. Federal Standards: Nature Protection Soils Classification of Chemical Species for Detection of Pollution, Federal Standards 174102-83, 1989. Moscow (in Russian).
34. FAO (Food and Agriculture Organization): Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fishery Products, FAO Fishery Circular No. 1983; 464, pp. 5-100.
35. ITS: The Ministry of the Agriculture of Turkey, Rep. 5, 2000.
36. EC. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official Journal of the European Communities, 466/2001, 2001.
37. CCFAC (Codex Committee on Food Additives and Contaminants): 2001, Comments Submitted on Draft Maximum Levels for Lead and Cadmium, Agenda 16c/16d, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Thirty-third Session, The Hague, The Netherlands, 12-16 March 2001.
38. Plaskett D, Potter IC: Heavy metal concentrations in the muscle tissue of 12 species of teleost from Cockburn Sound, Western Australia. *Aust J Mar Fresh Res.* 1979, 30: 607-16.
39. Maher WA, Trace metal concentrations in marine organisms from St. Vincent Gulf, South Australia. *Water Air Soil Pollut.* 1986; 29: 77-84.
40. Wang SL, Xu RX, Sun YX, Liu JL, Li HB. Heavy metal pollution in coastal areas of South China: A review. *Mar Pollut Bull.* 2013; 76: 7-15.

41. Sinka-Karimi MH, Pourkhabbaz AR, Hassanpour M, Ghasempouri SM. Determination of metals in tissues of mallard (*Anas platyrhynchos*) and risk assessment of food consumption in the southeastern Caspian Sea. 2013; 5: 79-90.
42. Sinka Karimi MH, Hassanpour M, Ahmadpour M. Concentration of Selenium and Vanadium in *Clupeonella cultiventris* caspia and *Alosa caspia* and their consumption risk assessment from southern coast Caspian Sea. 2015; 16: 1-9.
43. Alipour H, Pourkhabbaz AR, Hassanpour M. Estimation of Potential Health Risks for Some Metallic Elements by Consumption of Fish. Water Qual Expo Healt 2014; 10.1007/s12403-014-0137-3

Original paper

Consumption limit for Caspian withe fish in stand of Cadmium and Lead from Southeastern coast of Caspian Sea**Mohammad Hosein Sinkakarimi^{1*}, Raziye Donyavi², Sohrab Sadeghi-Bajgiran²**

1- Phd Candidate of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and environment, Malayer University, Malayer, Iran

Email: mh.Sinkakarimi@stu.malayeru.ac.ir-Tel: 09118894052

2- MSc in Environmental Science, Faculty of Natural Resources and environment, Birjand University, Birjand, Iran

Abstract

Background and Aim: Duo to their Nutritional importance and contaminated by heavy metals, study on the health of aquatic products is important. Therefore, this study tries to cover studies which have been conducted cadmium and lead concentrations in Caspian withe fish (popular fish) in the southern coast of Caspian Sea during past 5 years, and finally provide recommendation for limitation consumption of it.

Methods: The study was conducted the muscle tissue of 586 Caspian Withe fish that collected by various researchers in the southern coast of Caspian Sea. Concentrations of cadmium and lead in the studied species obtain from published paper in valid scientific journals during past 5 years. Finally, dietary consumption risk and limit, were assessed in stand point of Cd and Pb.

Results: Mean concentrations of cadmium and lead were exceeded various national and international standards. Daily and weekly intakes were less than allowable dose suggested by related organizations. According to estimations, in stand point of cadmium and lead, adult people can consume (kg day⁻¹) Caspian withe fish 0.21 and 0.75, and children 0.05 and 0.16, respectively without any non-carcinogenic effects.

Conclusion: It seems, in stand point of Cd and Pb the current consumption rate of Caspian withe fish don't have any health risk for consumers.

Key words: Cadmium, Lead, Caspian withe fish, Consumption risk, Caspian Sea