مقاله پژوهشی
(Originalpaper)

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

محمدحسین سینکاکریمی[1*]، راضیه دنیوی[2]، سهراب صادقی باجگیران[2]

1- دانشجوی دکتری محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

ایمیل: mh.sinkakarimi@stu.malayeru.ac.ir- شماره تماس: 09118894052

2- کارشناس ارشد محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، 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 روش‌کار: 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 بین المللی 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 سرطازایی 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

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]

مقدمه

فلزات‌سنگین بطور طبیعی در نقاط مختلف زمین از جمله آب‌های سطحی وجود دارند. با توجه به ثبات شیمیایی، تجزیه‌پذیری 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 فلزات‌سنگین در موجودات زنده آبزی 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 آبزیان 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 (2و3). 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 میلی‌گرم 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 می باشد (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 توجیه 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 بین المللی 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

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]

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 لزج 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 روش- های کنترل کیفیت و صحت (QC/QA)[1] تعیین شد.

محاسبه میزان فلزات سرب و کادمیوم بر اساس وزن تر: 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 وزن‌تر بدست آمد (18).

THQ (Target Hazard Quotients): روش به‌کار 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 متوسط وزن افراد بالغ 70 کیلوگرم در نظر گرفته شد (22). به دلیل تعریف نشدن R_fD_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:

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

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)، R_fD_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 قرار گیری برای ترکیبات غیر سرطان‌زا (365 روز در سال × تعداد سال‌های در معرض قرار گیری) است. در این مطالعه THQ کل هم بر اساس روش پیشنهادی Chien و همکاران (2002) محاسبه شده است (26):

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

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

1- Quality Control/Quality Assurance

2- Provisional Tolerable Daily Intake
3- The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
4- Estimation Daily intake
5- Estimation Weekly Intake

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]

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).

رابطه (1) $EDI = C \times MS_D / BW$

رابطه (2) $EWI = C \times MS_W / BW$

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 (70کیلوگرم برای افراد بزرگسال) می‌باشد.

تعیین حدمجاز 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.

رابطه (3) $CR_{lim} = R_fD_o \times BW / C_m$

که در این رابطه CR_{lim} حد مجاز مصرف ماهی (کیلوگرم در روز)؛ R_fD_o دز مرجع (میکروگرم بر گرم وزن بدن در روز)؛ BW وزن بدن مصرف کننده (70کیلوگرم 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:

رابطه (4) $CR_{mm} = CR_{lim} \times T / MS$

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).

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)[6]، 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.

6- United State Environmental Protection Agency

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]

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 بین‌المللی 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 برحسب (µg/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

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

جدول4: 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*	PTWI[b]	PTDI[c]	EDI[d]	EWI[e]
Pb	[a]25	1750	250	0/71	4/97
Cd	[a]7	490	70	0/2	1/4

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

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

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

c= میزان جذب مجاز قابل تحمل روزانه موقت (PTDI) ، برحسب 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

7- Atomic Absorption Spectrophotometry

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]

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

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

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.

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

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.

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

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]

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 بین‌المللی 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 می‌تواند به عنوان یک هشدار در نظر گرفته شود. استفاده از کودها و سم‌های شیمیایی کشاورزی در جلگه‌های جنوبی دریای مازندران بر اساس عادت‌های کشاورزان و نه بر اساس نیاز زمین‌های کشاورزی آن‌ها می‌باشد. در نتیجه هر ساله میزان زیادی از آلاینده‌ها که شامل فلزات سنگین نیز می‌شود وارد رودها و در نهایت دریای مازندران می‌شود. در نتیجه قسمت بسیار زیادی از این آلاینده‌ها در رسوبات بستر دریا ته نشست پیدا می‌کنند. افرائی و همکاران (2009) نشان دادند که غذای عمده ماهی سفید از جاندارانی که در کف دریا و بر روی رسوبات بستر زندگی می‌کنند تامین می‌شود (28). در نتیجه به نظر می‌رسد رسوبات و جانداران کف‌زی می‌توانند از مهمترین منبع‌های افزایش میزان فلزات سرب و کادمیوم در ماهی‌های سفید مورد مطالعه باشند.

فلزات سرب و کادمیوم از مسیرهای مختلفی مانند آب، غذا و حتی تنفس می‌توانند وارد بدن انسان شوند. فلزات سنگین تمایل زیادی به تجمع در اندام‌های مختلف موجودات دریایی مخصوصا ماهی‌ها دارند، بنابراین این فلزات می‌توانند از طریق مصرف ماهی‌ها 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 محبوب‌ترین ماهی‌های 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 پایین‌تر از میزان اجازه داده شده توسط متخصصان افزودنی‌های مواد غذایی کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و سازمان خوار و بار جهانی (JECFA) بوده است (جدول 4). همچنین میزان جذب روزانه کادمیوم پایین‌تر از میزان جذب اجازه داده شده (1 µg g^{-1} 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 می‌شود (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 (R_fD_o) قرار گرفته‌اند و میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات کمتر از میزانی خواهد که برای سلامتی آن‌ها اثرات مضری 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 پردخته‌اند. نصرا.. زاده سراوی و همکاران (1392)، میزان ریسک غذایی فلزات کادمیوم، سرب، روی، مس و جیوه را در اثر

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]

مصرف ماهی کپور در سواحل جنوبی دریای مازندران پایین‌تر از حداکثر میزان قابل قبول اجازه داده شده گزارش کردند (29). در مطالعه دیگری سینکاکریمی 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 می تواند در سراسر عمر خود ماهی مصرف کند، بدون آنکه برای سلامتی آن فرد خطرات غیر سرطان‌زایی را در پی داشته باشد (43). بنابراین بر طبق محاسبات صورت گرفته (جدول 5) افراد بالغ با وزن 70 کیلوگرم در 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 می-گیرند، باید مراعات بیشتری را در رابطه با مصرف ماهی سفید داشته باشند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی از تمامی عزیزانی که مطالعات آن‌ها در انجام این تحقیق ما را یاری نمود، به‌عمل می‌آید.

References

1. 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.
2. Tuzen M, Soylak M. Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey, J Food Chem. 2006; 101: 1378-83.
3. Celik U, Oehlenschlager J. Determination of Zinc and Copper in fish Determination of Zinc and Copper in fish DPSAV. J Food Chem. 2004; 87, 343-7.
4. Burger J, Gochfeld M. Mercury in canned tuna white versus light and temporal variation. Environ Res. 2004; 96: 239-49.
5. 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.
6. 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.
7. Demirezen D, Uruc K. Comparative Study trace elements in certain fish meat and meat products. J Meat Sci. 2006; 74: 255-60.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]

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. Yaghobzadeh 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).

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]

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. Enviromental 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 Hazarous 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.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]

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

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]

Original paper

Consumption limit for Caspian withe fish in stand of Cadmium and Lead from Southeastern coast of Caspian Sea

Mohammad Hosein Sinkakarimi[1*], Raziyeh Donyavi[2], Sohrab Sadeghi-Bajgiran[2]

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

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-23]