ORIGINAL ARTICLE

Assessment of Heavy Metals in Chicken Meat Distributed in Sanandaj, Iran, and Calculating the Food Consumption Risk

Mohammad Hosein Sinkakarimi[1],
Borhan Mansouri[2],
Nammam Ali Azadi[3],
Afshin Maleki[4],
Behrooz Davari[5]

[1] PhD Student in Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran
[2] PhD Student in Ecotoxicology, Student Research Committee, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran
[3] Assistant Professor, Department Biostatistics, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4] Professor, Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran
[5] Professor, Department of Entomology, School of Medicine, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan, Iran

(Received October 31, 2016 ; Accepted January 31, 2017)

Abstract

Background and purpose: With increase in human population the demand for meat products has raised. One of such products is poultry meat which could be contaminated by heavy metals in production process. The purpose of this study was to estimate the concentration levels of cadmium, lead, and zinc in chicken tissues consumed in Sanandaj, Iran, 2016.

Materials and methods: In this cross-sectional study, twenty samples of liver, thigh and pectoral muscle were collected from chickens. The samples were digested by acid method and concentrations of Cd, Pb and Zn were measured using atomic absorption spectrophotometer.

Results: The liver and pectoral muscle of chickens had the highest and lowest concentrations of Cd, Pb and Zn, respectively. Zn and Pb were found to have the most and least concentrations, respectively. Daily and weekly intake of heavy metals in edible tissues showed that the estimated amount of metals intake is lower than the maximum acceptable level permitted by the joint FAO/WHO expert committee.

Conclusion: The present study showed that chicken meat in Sanandaj is safe to consume and does not threaten the health of consumers.

Keywords: cadmium, lead, risk assessment, chicken

J Mazandaran Univ Med Sci 2017; 26 (146): 128-138 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و ششم شماره ۱۴۶ اسفند سال ۱۳۹۵ (۱۳۸-۱۲۸)

ارزیابی فلزات سنگین در گوشت مرغ توزیع شده در شهر سنندج و محاسبه ریسک مصرف غذایی

محمد حسین سینکاکریمی[۱]
برهان منصوری[۲]
نامعلی آزادی[۳]
افشین ملکی[۴]
بهروز داوری[۵]

چکیده

سابقه و هدف: با افزایش جمعیت در سالیان اخیر، تقاضا برای مصرف محصولات گوشتی از جمله مرغ روند افزایشی داشته است. یکی از این محصولات، فراورده‌های گوشت مرغ است که در مرحله فرایند و تولید، می‌توانند به فلزات آلوده شوند، هدف این مطالعه پایش فلزات کادمیوم، سرب و روی در بافت‌های جگر و عضلات ران و سینه مرغ‌های مصرفی در سطح شهر سنندج در سال ۱۳۹۵ بوده است.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر از نوع مقطعی (توصیفی-تحلیلی) بوده است، به‌طوری‌که ۲۰ نمونه از هر یک از بافت‌های جگر، ران و سینه مرغ‌های سطح شهر سنندج جمع آوری شد. نمونه‌های جمع آوری شده با روش هضم اسیدی آماده و توسط دستگاه جذب اتمی قرائت گردید. برای یافتن اختلاف معنی‌داری بین فلزات در بافت‌های مختلف از آزمون واریانس یک‌طرفه استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که به ترتیب بافت‌های جگر و سینه مرغ‌های مصرفی بالاترین و کم‌ترین میزان تجمع فلزات روی، سرب و کادمیوم را داشته‌اند. در بین فلزات مورد مطالعه، فلز روی و سرب به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین میزان تجمع را داشته‌اند. میزان جذب روزانه و هفتگی از فلزات سنگین در بافت‌های خوراکی نشان داد که میزان تخمین زده شده جذب فلزات پایین‌تر از حداکثر میزان قابل قبول ارائه شده توسط کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و فائو می‌باشد.

استنتاج: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میانگین غلظت فلزات روی، سرب و کادمیوم در بافت‌های مرغ‌های مصرفی در سطح شهر سنندج پایین‌تر از میزانی می‌باشد که در بلند مدت خطرات بهداشتی را متوجه مصرف‌کنندگان آن کند.

واژه های کلیدی: سرب، کادمیوم، ارزیابی ریسک، مرغ

مقدمه

امروزه امنیت و بهداشت از ارکان اصلی انتخاب و مصرف مواد غذایی می‌باشد. گوشت مرغ، بافت‌های جگر، سینه و ران به دلیل هزینه پایین و دسترسی آسان به عنوان منبع مهمی از پروتئین و ویتامین‌ها، از جمله مواد غذایی پر مصرف می‌باشد، لذا در این راستا بررسی سلامت و ایمنی این ماده غذایی امری ضروری به شمار

مولف مسئول: برهان منصوری- سنندج: دانشگاه علوم پزشکی کردستان، کمیته تحقیقات دانشجویی E-mail:borhanmansouri@yahoo.com
۱. دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
۲. دانشجوی دکتری سم‌شناسی محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
۳. استادیار، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۴. استاد، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
۵. استاد، گروه حشره شناسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
تاریخ دریافت : ۱۳۹۵/۹/۲۱ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۵/۹/۲۴ تاریخ تصویب : ۱۳۹۵/۱۱/۱۲

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08]

می‌آید(۱). تولید گوشت مرغ در ایران روند روبه افزایشی داشته است، بطوریکه از ۴۲۰ هزار تن در سال ۱۳۷۰ به ۱۸۰۶ هزار تن در سال ۱۳۹۰ افزایش داشته است و روزانه حدود ۴۵۰۰ تن گوشت مرغ در ایران تولید می‌شود(۲). باتوجه به نوع تغذیه و پرورش این نوع محصول، احتمال آلودگی فرآورده‌های ناشی از مرغ به فلزات سنگین دور از انتظار نمی‌باشد، و در این زمینه مطالعات جامعی در ایران صورت نگرفته است و چشم‌اندازی از این مشکل احتمالی در دست نمی‌باشد. از این‌رو بررسی سلامت و امنیت غذایی این محصول اهمیت می‌یابد. فلزات سنگین از جمله آلاینده‌هایی هستند که می‌توانند سلامت مواد غذایی را به خطر بیندازند(۳). مطالعات مختلفی در رابطه با میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مرغ‌های پرورشی در کشورهای مختلفی از جمله برزیل، مصر، ترکیه و تایوان انجام گرفته است، ولیکن در ایران مطالعات محدودی در این زمینه صورت گرفته است، به طوری که طی مطالعه صادقی و همکاران میزان برخی از فلزات سنگین در مرغ‌های توزیع شده در شهر مشهد را نگران‌کننده برای مصرف‌کنندگان در شهر مشهد ارائه نمودند(۸-۴). از این‌رو انجام پژوهش‌هایی در این زمینه در مناطق مختلف ایران حائز اهمیت می‌باشد. در طی دهه اخیر باتوجه به روند افزایش تقاضای فرآورده‌های گوشتی طیور، صنعت پرورش طیور در مقایسه با گوشت قرمز رشد سریعی در تولید این فرآورده‌ها داشته است، ولیکن عدم رعایت یک سری تمهیدات لازم احتمال آلوده شدن این فرآورده‌ها با آلاینده‌های محیطی از جمله فلزات سنگین را می‌تواند به همراه داشته باشد(۹). با توجه به ثبات شیمیایی، تجزیه‌پذیری ضعیف و داشتن قدرت تجمع‌زیستی در بدن، اگر میزان این فلزات بیش از میزان مجاز شوند، مشکلات متعددی را ایجاد می‌کنند به‌طوری که امروزه فلزات سنگین از جمله مهم ترین آلاینده‌های موجود در محیط زیست به شمار می‌آیند(۱۰). در این مطالعه فلزات سرب، کادمیوم و روی مورد بررسی قرار گرفته شده است. فلزات سرب و کادمیوم از جمله فلزات خطرآفرین برای انسان بوده که میزان‌های غیرمجاز این فلزات می‌تواند عوارضی چون نارسایی کلیه، سرطان ریه، بیماری‌های مغزی، کم‌خونی، تغییرات اسکلتی، ناهنجاری‌های جنینی، عقب ماندگی ذهنی در کودکان، اختلال شنوایی، اختلال در عملکرد سیستم ایمنی بدن، سقط جنین و زایمان پیش از موعد گردند(۱۲،۱۱).

مسیرهای مختلفی برای آلوده کردن بدن مرغ پرورشی با فلزات سنگین وجود دارد، از جمله می‌توان به آلوده بودن آب آشامیدنی مورد استفاده در مرغداری‌ها، آلوده بودن خوراک مرغداری‌ها و جوجه‌هایی که برای پرورش مرغ در مرغداری‌ها استفاده می‌شود اشاره کرد(۱۴،۱۳). هم‌چنین استفاده از آفت‌کش‌ها و قرارگیری آن‌ها در نواحی صنعتی، احتمال آلوده شدن به فلزات سنگین را ممکن می‌سازد(۱۵). در طی مطالعه‌ای عباسی کیا و همکاران بیان داشتند که کیفیت تغذیه و محیط رشد مرغ از عوامل مهم در تجمع فلزات سنگین در تخم‌مرغ‌های موجود در مرغداری‌ها می‌باشد. با احتمال ورود فلزات سنگین به بدن مرغ، علاوه بر آلوده کردن بافت، امکان آلوده شدن تخم‌مرغ‌های به‌دست آمده از مرغداری‌ها نیز در پی خواهد داشت(۱۶). هم‌چنین Abdullah Alkhalaf و همکاران در پژوهشی بیان داشتند که خوراک‌های مورد استفاده در ۷۴ مرغداری در عربستان سعودی آلوده به فلزات سنگین بوده است(۱۷). ورود آلاینده‌های محیطی از جمله فلزات سنگین به محیط زیست و در پی آن حضور در زنجیره غذایی و مواد غذایی امری اجتناب‌ناپذیر است. از این رو تعیین مقدار آن‌ها و ارائه راه‌کار جهت مصرف مواد غذایی حاوی مقادیر اجتناب‌ناپذیر این آلاینده‌ها اهمیت می‌یابد(۱۸). از جمله روش‌های حصول از امنیت مواد غذایی تعیین شاخص‌های خطر و حد مجاز مصرف (ارزیابی ریسک مصرف) آن‌ها می‌باشد. خطر ناشی از مصرفی مواد غذایی را می‌توان با استفاده از مدل THQ (Target Hazard Quotients) مورد ارزیابی قرار داد. THQ در واقع بیانگر نسبت بین میزان در معرض

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08]

قرارگیری مواد و دز رفرنس آن‌ها می‌باشد که برای بیان اثرات غیر سرطان‌زایی به‌کار می‌رود. اگر میزان THQ از یک کم‌تر باشد، بیانگر عدم وجود خطر خواهد بود، ولیکن اگر این نسبت برابر و یا بزرگ‌تر از یک باشد خطراتی را برای مصرف‌کنندگان در پی خواهد داشت. با ارزیابی ریسک مصرف مواد غذایی می‌توان میزان خطر بالقوه ناشی از مصرف هر یک از گونه‌های غذایی را بررسی کرد(۱۹). در این راستا هدف از انجام این تحقیق با بدست آوردن میزان غلظت فلزات سنگین در جگر، ران و سینه مرغ‌های عرضه شده در شهر سنندج، ارزیابی ریسک غیرسرطانی مصرف این محصولات از نظر غلظت فلزات روی، سرب و کادمیوم می‌باشد.

مواد و روش ها

در مطالعه توصیفی-تحلیلی حاضر، به روش تصادفی تعداد ۲۰ عدد مرغ مصرفی (از هر کدام از بافت‌های سینه، ران و جگر ۲۰ عدد نمونه برداری شده است) شهر سنندج جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه بافت‌های سینه، ران و جگر مرغ‌های تهیه شده با استفاده از تیغه اسکالپل عاری از آلودگی جدا، با استفاده از آب مقطر دیونیزه شسته و تا زمان انجام آنالیز در دمای ۱۸- نگه‌داری شدند. قبل از انجام هر نوع آنالیز به منظور پاکسازی، تمامی وسایل و تجهیزات مورد استفاده در اسید نیتریک (HNO$_3$, Merck, Germany) ۱۰ درصد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. به منظور هضم اسیدی و آماده‌سازی نمونه‌ها برای قرائت توسط دستگاه جذب اتمی، ۱ گرم از هریک از بافت‌های ران، جگر و عضله سینه جداگانه وزن شد و درون مخلوط اسید نیتریک و اسید پرکلریک (HClO$_4$, Merck, Germany) با نسبت ۱:۲ مورد استفاده قرار گرفت. بدین‌صورت که ابتدا به هر یک از نمونه‌های بافت ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک (۶۵ درصد) اضافه و به مدت یک شب به‌منظور هضم آهسته در آزمایشگاه نگهداری شد، سپس ۲/۵ میلی‌لیتر اسید پرکلریک (۷۵ درصد) به هر یک از نمونه‌های بافت اضافه، و تا زمان رسیدن به محلول شفاف، بر روی حمام شن (Hot plate) قرار داده شدند. پس از هضم کامل، نمونه‌ها با آب مقطر دیونیزه به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانیده و با عبور از کاغذ صافی واتمن (۰/۴۵ میکرومتر) فیلتر شدند(۲۰،۲۱). نمونه‌ها تا زمان آنالیز توسط دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی (فونیکس ۸۸۶) در ظرف‌های پلی اتیلنی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. لازم به ذکر است، محلول‌های استاندارد برای فلزات روی، سرب و کادمیوم، از استاندارد مادر (Merck, Germany) با غلظت ۱۰۰۰ ppm تهیه شد. غلظت فلزات در مطالعه حاضر بر حسب میکروگرم در گرم وزن‌تر (µg/g ww) بیان شده است. طول موج برای فلزات کادمیوم، سرب و روی به ترتیب برابر با ۲۲۸/۸، ۲۸۳/۳ و ۲۱۳/۹ نانومتر بود؛ هم‌چنین حد تشخیص برای فلزات کادمیوم، سرب و روی به ترتیب برابر با ۰/۲۵ pg/mL ، ۳/۸۸ pg/mL و ۰/۰۰۳ mg/mL بود. برای بررسی وجود تفاوت معنی کرامر استفاده گردید. لازم به ذکر است که تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) صورت گرفت. هم‌چنین این طرح در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کردستان با شماره ۱۳۹۵/۲۲۳ به تایید رسیده است. در این تحقیق هدف اصلی مقایسه غلظت فلزات سرب، کادمیوم و روی در بین سه بافت جگر، ران و سینه مرغ‌های توزیع شده در سطح شهر سنندج بوده است. تحلیل آماری مناسب نتایج از آنالیز واریانس یکطرفه (برای هر فلز) است. بنابراین نیاز است که حجم نمونه نیز برای این تحلیل به‌دست آید. بدین منظور برای تعیین حجم نمونه از فرمول زیر استفاده شد:

$$\Phi^{2} = \frac{nD^{2}}{2a\sigma^{2}}$$

که در آن a بیانگر نوع بافت (در سه سطح)، D تفاوت میانگین بین بافت‌ها است که چنانچه تفاوت میانگین غلظت فلز بین دو بافت از این مقدار بیش‌تر شد، فرض

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08]

برابری آن دو میانگین رد می‌شود. n حجم نمونه مورد نیاز برای هر بافت و مقدار ϕ با استفاده از منحنی‌های مشخصه عملیات (Operating characteristic curves) تعیین می‌شود. از آن‌جا که از مقدار اختلاف میانگین غلظت فلز در بین دو بافت، اطلاع دقیقی در دست نبود، مقدار D برابر $0/95\sigma$ انتخاب گردید با این فرضیات:

$$\Phi^2 = \frac{n \times 0/95^2 \times \sigma^2}{2 \times 2 \times \sigma^2} = 2n$$

با انتخاب n=20 در فرمول فوق مقدار ϕ=1/73 به‌دست می‌آید. در منحنی‌های مشخصه عملیات این مقدار معادل خطای نوع اول α=0/05 و مقدار خطای نوع دوم β=0/2 (توان آزمون 80 درصد) است. بنابراین تعداد کل نمونه‌ها 60 نمونه (20 نمونه از هر بافت) انتخاب گردید. برای محاسبه THQ (Target Hazard Quotients) از روش پیشنهادی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا استفاده شده است(22). برای این منظور مواردی که در ادامه آورده شده است به عنوان پیش فرض در نظر گرفته شد: میزان فلزات وارد شده، برابر با میزان جذب شده آن در بدن می‌باشد(23)؛ پخت و پز اثری روی آلاینده‌ها ندارد(24)؛ متوسط عمر ایرانی‌ها 72 سال و متوسط وزن افراد بالغ 70 کیلوگرم در نظر گرفته شد(25). به دلیل تعریف نشدن R_fD_o برای فلز سرب توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، از میزان PTDI (Provisional Tolerable Daily Intake) (میزان موقت جذب قابل قبول روزانه) پیشنهاد شده برای فلز سرب توسط متخصصان افزودنی‌های مواد غذایی کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و سازمان خوار و بار جهانی JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) استفاده شد(26).

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

رابطه(1) $$TQH = \frac{EFr \times EDtot \times FIR \times C}{RFDo \times BWa \times ATn} \times 10^{-3}$$

در این مدل THQ برآورد سیبل خطر، EF بسامد در معرض قرارگیری (365 روز در سال)، ED میزان در معرض قرارگیری (72 سال)، MS نرخ خوردن غذا (310/14 گرم در روز براساس سرانه مصرف 11 کیلوگرم در سال)، C میزان فلز در ماده غذایی مورد مطالعه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)، R_fD_o دز مرجع از راه دهان (به ترتیب 0/3، 0/004 و 0/001 میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز برای فلزات روی، سرب و کادمیوم(27)، BW میانگین وزن افراد بالغ (70 کیلوگرم)(28)، AT زمان در معرض قرارگیری برای ترکیبات غیر سرطان‌زا (365 روز در سال × تعداد سال‌های در معرض قرارگیری (72 سال) است.

تخمین جذب روزانه EDI (Estimation Daily intake) و هفتگی EWI (Estimation Weekly Intake) فلزات روی، سرب و کادمیوم توسط افراد مصرف‌کننده:

با استفاده از رابطه‌های 2 و 3 میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات روی، سرب و کادمیوم در اثر مصرف بافت های عضله سینه ای، ران و جگر مرغ توسط افراد مصرف کننده بدست آمد. در مطالعه حاضر میزان سرانه مصرف مرغ در کشور 11 کیلوگرم در سال (30/14 گرم در روز) در نظر گرفته شد.

رابطه (2) $$EDI = C \times MS_D / BW$$

رابطه (3) $$EWI = C \times MS_W / BW$$

در این رابطه ها، EDI میزان جذب روزانه فلزات روی، سرب و کادمیوم توسط بدن، EWI میزان جذب هفتگی فلزات مورد مطالعه توسط بدن، C غلظت به‌دست آمده فلزات مورد مطالعه در بافت‌های عضله سینه ای، ران و جگر مرغ، MS_D میزان مصرف مرغ برحسب گرم در روز، MS_W میزان مصرف مرغ برحسب گرم در هفته و BW وزن بدن افراد مصرف‌کننده (70 کیلوگرم برای افراد بزرگسال) می‌باشد. تعیین حدمجاز مصرف بافت های عضله سینه ای، ران و جگر مرغ به این صورت بود که حد مجاز مصرف بافت‌های

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08]

عضله سینه‌ای، ران و جگر مرغ بر حسب کیلوگرم در روز براساس روش پیشنهادی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا و مطابق رابطه ۴ مشخص شد.

رابطه (۴) $$CR_{lim} = \frac{\mathrm{RfD} \times \mathrm{BW}}{C_m}$$

در این رابطه CR_{lim} حد مجاز مصرف بافت‌های عضله سینه‌ای، ران و جگر مرغ (کیلوگرم در روز)؛ R_fD_o دز مرجع (میکروگرم بر گرم وزن بدن در روز)؛ BW وزن بدن افراد مصرف‌کننده (۷۰ کیلوگرم برای افراد بزرگسال و ۱۴/۵ کیلوگرم برای کودکان) و C_m میزان فلزات روی، سرب و کادمیوم در بافت‌های عضله سینه‌ای، ران و جگر مرغ (میکروگرم بر گرم) می‌باشد. به منظور محاسبه تعداد وعده های مجاز مصرف بافت های عضله سینه‌ای، ران و جگر مرغ در ماه از رابطه(۵) استفاده شد:

رابطه (۵) $$CR_{mm} = \frac{CR_{lim} \times T_{ap}}{\mathrm{MS}}$$

در این رابطه CR_{mm} حداکثر میزان مجاز مصرف بافت‌های عضله سینه‌ای، ران و جگر مرغ مورد مطالعه (وعده در ماه)؛ CR_{lim} حد مجاز مصرف بافت‌های مورد مطالعه (کیلوگرم در روز)؛ MS میزان مصرف مرغ در هر وعده (۰/۲۲۷ کیلوگرم) و T تعداد روزهای هر ماه (۳۰/۴۴ روز در ماه) می‌باشد(۲۸).

یافته ها

میانگین غلظت فلزات روی، سرب و کادمیوم در بافت‌های عضله سینه‌ای، جگر و ران مرغ توزیع شده در شهر سنندج در جدول ۱ ارائه شده است. این نتایج نشان داده است که بافت جگر نسبت به دو بافت دیگر، عضله سینه‌ای و ران، تجمع بالاتری از فلزات روی، سرب و کادمیوم را داشته است، همچنین الگوی کلی تجمع فلزات در بافت‌های مورد مطالعه به ترتیب به صورت روی، کادمیوم و سرب بوده است. آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که در بافت‌های مورد مطالعه، بین میانگین غلظت فلز سرب اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p > ۰/۰۵$)؛ درحالی‌که برای دو فلز دیگر، کادمیوم و روی، میانگین تجمع فلز به نوع بافت بستگی داشت و تفاوت میانگین غلظت‌ها در بین بافت‌ها معنی‌دار بود ($p< ۰/۰۵$). در جدول شماره ۱ برای نشان دادن این اختلاف از حروف متفاوت استفاده شده است. به عنوان مثال، میانگین غلظت فلز روی مشاهده شده در بافت سینه، روی و جگر به ترتیب برابر ۰/۱۶، ۰/۳۵ و ۰/۷۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که در آن اختلاف بین ران و سینه معنی‌دار نبود، اما این اختلاف بین جگر با ران (یا سینه) معنی‌دار بود. جدول ۲ میزان شاخص THQ برای فلزات روی، سرب و کادمیوم را نشان می‌دهد، به‌طوری که این شاخص برای تمامی فلزات کم‌تر از ۱ به‌دست آمده است. محاسبات مربوط به میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات روی، سرب و کادمیوم برای یک انسان بالغ ۷۰ کیلوگرمی به منظور ارزیابی پتانسیل ریسمک مصرف بافت‌های عضله سینه‌ای، ران و جگر مرغ‌های مصرفی شهر سنندج در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. هم‌چنین جدول شماره ۴ نتایج تعیین تعداد وعده‌های مجاز مصرف بافت‌های عضله سینه‌ای، ران و جگر برای افراد بالغ با وزن ۷۰ کیلوگرم و برای کودکان با وزن ۱۴/۵ کیلوگرم به صورت وعده در ماه را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱: میانگین غلظت فلزات (±انحراف معیار) برحسب میلی گرم بر کیلوگرم در مرغ های مصرفی در شهر سنندج

بافت	روی	سرب	کادمیوم
عضله سینه	^{a*}۰/۰۰۰۹ ± ۰/۰۰۰۵	^{a}۰/۰۰۰۷ ± ۰/۰۰۰۷	^{a}۰/۱۶۲±۰/۰۳۸
عضله ران	^{a}۰/۰۰۱ ± ۰/۰۰۰۴	^{a}۰/۰۰۰۸ ± ۰/۰۰۰۹	^{a}۰/۳۵۱±۰/۰۵۳
جگر	^{b}۰/۰۰۴ ± ۰/۰۰۴	^{a}۰/۰۰۱ ± ۰/۰۰۰۶	^{b}۰/۷۳۴ ± ۰/۳۶۲
سطح معنی داری**	۰/۰۱	۰/۸۵	۰/۰۱

حروف یکسان عدم معنی داری و حروف غیریکسان سطح معنی داری در هر ستون را نشان می دهد.

** آنالیز واریانس یکطرفه

جدول شماره ۲: تخمین THQ برای فلزات روی، سرب و کادمیوم در اثر مصرف بافت‌های عضله سینه ای، ران و جگر مرغ های مصرفی شهر سنندج

بافت	روی	سرب	کادمیوم
عضله سینه ای	۲۳×۱۰^{-۵}	۸×۱۰^{-۵}	۴۰×۱۰^{-۵}
عضله ران	۵×۱۰^{-۴}	۹×۱۰^{-۵}	۴۹×۱۰^{-۵}
جگر	۱×۱۰^{-۳}	۱۱×۱۰^{-۵}	۱۷×۱۰^{-۴}

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08]

جدول شماره ۳: تخمین جذب روزانه و هفتگی فلزات روی، سرب و کادمیوم در اثر مصرف بافت‌های عضله سینه‌ای، ران و جگر مرغ های مصرفی شهر سنندج

فلز	بافت	PTWI*	PTWI[b]	PTDI[c]	EDI[d]	EWI[e]
	عضله سینه ای	۲۵	۱۷۵۰	۲۵۰	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۲۳
سرب	عضله ران	۲۵	۱۷۵۰	۲۵۰	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۲۶
	جگر	۲۵	۱۷۵۰	۲۵۰	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۳۳
	عضله سینه ای	۷۰۰۰	۴۹۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	۰/۰۶	۰/۴۹
روی	عضله ران	۷۰۰۰	۴۹۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	۰/۱۵	۱/۰۵
	جگر	۷۰۰۰	۴۹۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	۰/۳۱	۲/۲۱
	عضله سینه ای	۷	۴۹۰	۷۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۲۸
کادمیوم	عضله ران	۷	۴۹۰	۷۰	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۳۴
	جگر	۷	۴۹۰	۷۰	۰/۰۰۱۸	۰/۰۱۲

* میزان جذب مجاز قابل تحمل موقت هفتگی (PTWI) بر حسب میکروگرم در هفته به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن(۱۶).

** میزان مصرف روزانه مرغ در شهر سنندج توسط افراد مصرف کننده به ازای هر فرد ۳۰/۱۴ گرم در نظر گرفته شده است.

b= PTWI برای افرد بالغ با وزن متوسط ۷۰کیلوگرم، برحسب میکروگرم در هفته برای یک فرد ۷۰ کیلوگرمی.

c= میزان جذب مجاز قابل تحمل روزانه موقت (PTDI، برحسب میکروگرم در روز برای یک فرد ۷۰ کیلوگرمی.

d= تخمین جذب روزانه بر حسب میکروگرم در روز برای فرد ۷۰ کیلوگرمی

e= تخمین جذب هفتگی بر حسب میکروگرم در روز برای فرد ۷۰ کیلوگرمی

جدول شماره ۴: میزان‌های حد مجاز و نرخ مجاز مصرف بافت‌های عضله سینه‌ای، ران و جگر مرغ‌های مصرفی شهر سنندج از نظر فلزات روی، سرب و کادمیوم

فلز	بافت	CR_{lim}(kg/day)		CR_{mm} (وعده در ماه)	
		بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان
	عضله سینه ای	۱۲۹/۴۷	۰/۰۹	۱۷۳۶۱/۵	۱۱/۹۸
روی	عضله ران	۵۹/۷۴	۰/۰۴	۸۰۱۱/۴۸	۵/۵۳
	جگر	۲۸/۶۰	۰/۰۲	۳۸۳۵/۵۱	۲/۶۵
	عضله سینه ای	۳۶۳/۶۴	۱۸/۸۳	۴۸۷۶۲/۵	۲۵۲۵/۲
سرب	عضله ران	۳۱۸/۱۸	۱۶/۴۸	۴۲۶۶۷/۲	۲۲۰۹/۵۵
	جگر	۲۵۴/۵۴	۱۳/۱۸	۳۴۱۳۳/۷۶	۱۷۶۷/۶۴
	عضله سینه ای	۷۳/۶۸	۱۵/۲۶	۹۸۸۰/۸۲	۲۰۴۶/۷۴
کادمیوم	عضله ران	۶۰/۳۴	۱۲/۵	۸۰۹۲/۰۵	۱۶۷۶/۲۱
	جگر	۱۶/۸۳	۳/۴۹	۲۲۵۶/۴۳	۴۶۷/۴۰

بحث

وجود باقی مانده فلزات سنگین در غذاهای مورد استفاده انسان از جمله مرغ‌های مصرفی، می‌تواند خطرات بهداشتی برای انسان به همراه داشته باشد. مقایسه میزان روی به‌دست آمده در بافت‌های مرغ مطالعه شده در شهر سنندج با مقادیر استانداردهای بین‌المللی نشان دهنده عدم آلودگی آن‌ها جهت مصرف انسانی می‌باشد(۲۹). فلزات کادمیوم و سرب از جمله فلزات سمی برای انسان و دیگر جانداران می‌باشند. نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت کادمیوم در رنجی از ۰/۰۰۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم در بافت سینه تا ۰/۰۰۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم در بافت جگر می‌باشد، به‌طوری که این مقادیر به‌دست آمده پایین‌تر از استاندارد بین‌المللی کادمیوم در مواد غذایی (Codex Alimentarius international food standards) (۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و یافته‌های صادقی و همکاران در مرغ‌های توزیع شده در سطح شهر مشهد (رنجی از ۲/۲۷ تا ۳/۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بوده است(۸). علت پایین‌تر بودن غلظت‌های به‌دست آمده در این مطالعه نسبت به مطالعه صادقی و همکاران در مشهد را می‌توان به صنعتی بودن شهر مشهد و احتمال آلوده بودن منابع آب و نیز غذای مورد استفاده در مرغداری‌های شهر مشهد نسبت داد. در طی مطالعه مشابه‌ای Ismail و همکاران بیان داشتند که میزان فلز کادمیوم در بافت‌های جگر، سنگدان و قلب مرغ‌های توزیع شده در فروشگاه‌های زنجیره‌ای در مصر رنجی از ۰/۰۰۰۱ تا ۰/۰۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست داشته است(۳۰). میانگین غلظت سرب در بافت‌های سینه، ران و جگر مرغ‌های توزیع شده به ترتیب برابر با ۰/۱۶، ۰/۳۵ و ۰/۷۳ میلی‌گرم برکیلوگرم به‌دست آمد، به‌طوری که غلظت سرب در جگر، سینه و ران در این تحقیق کمتر از استاندارد بین المللی مواد غذایی (۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به‌دست آمد. مطابق با یافته‌های Ismail و همکاران غلظت سرب و کادمیوم در بافت جگر بالاتر از دو بافت دیگر مرغ های مصرفی به‌دست آمد. بالا بودن میزان سرب و کادمیوم در بافت جگر را می‌توان به بالابودن فعالیت‌های متابولیکی این بافت نسبت داد، زیرا این بافت تصفیه و دفع سموم را در بدن انجام می‌دهد و از این رو مقادیر بیش‌تری از فلزات در این بافت نسبت به بافت‌های دیگر نظیر عضلات سینه و ران تجمع پیدا

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08]

می کند. وجود میزان کم‌تری از پروتئین‌های متصل شونده به فلزات به نام متالوتیونین در بافت‌های عضله‌ای ران و سینه می‌تواند دلیل بسیار مهمی برای تجمع کمتر فلزات در این بافت‌ها باشد(۳۱). اگرچه الگوی تجمع فلزات در بافت‌های مختلف همیشه از یک الگوی منظم پیروی نمی‌کند اما می‌توان انتظار داشت که بافت‌های با فعالیت متابولیکی بیش‌تر تجمع بیش‌تری از آلاینده ها را داشته باشند. معمولاً برای اکثر افراد، مصرف مواد غذایی نسبت به سایر مسیرها، مهم‌ترین راه در معرض قرارگیری و ورود فلزات به بدن می‌باشد، در حالی‌که در این رابطه، تنفس و تماس پوستی سهم بسیار اندکی را دارند(۳۲). بنابراین ارزیابی خطر جذب این فلزات از طریق فرآورده‌های غذایی بسیار مهم می‌باشد. به منظور ارزیابی خطر مصرف غذایی ناشی از آلاینده‌ها، از شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شودکه یکی از آن‌ها THQ می‌باشد. در مطالعه حاضر تخمین THQ برای فلزات روی، سرب و کادمیوم در اثر مصرف بافت‌های عضله سینه‌ای، ران و جگر مرغ‌های مصرفی شهر سنندج کم‌تر از یک به‌دست آمد، و حاکی از آن می‌باشد که میزان جذب روزانه و هفتگی این فلزات توسط افراد مصرف کننده در اثر مصرف مرغ‌های خریداری و مصرف شده در شهر سنندج کم‌تر از میزانی می‌باشد که برای سلامتی آن‌ها اثرات مضری را در طول عمر به وجود آورد. هم‌چنین با این‌که تجمع کادمیوم در بافت‌های مورد مطالعه به نسبت میزان سرب و روی مقدار کم‌تری را داشت، اما شاخص THQ میزان بالاتری را برای این فلز نشان داد که می‌توان آن را به سمیت بالا و میزان پایین دز رفرنس آن ارتباط داد. نتایج مشابه‌ای توسط سایر محققین نیز گزارش شده است(۳۱). شاخص THQ نشان داد که مصرف جگر به نسبت بافت‌های عضله سینه‌ای و ران، موجب ایجاد خطر بیشتری برای مصرف‌کنندگان می‌کند که می‌توان آن را مرتبط با نقش جگر در سم‌زدایی و وجود پروتئین‌های متالوتیونین در این بافت دانست، این پروتئین ها به فلزات سنگین متصل می‌شوند، با آن‌ها پیوندهای محکمی برقرار کرده و مانع از ورود آن‌ها به جریان خون می‌شوند(۳۳). میزان موقت جذب قابل قبول به میزان مصرف، دوره مصرف و میزان آلاینده‌ها در ماده غذایی ارتباط دارد. کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و فائو در سال ۲۰۰۴ میزان‌های ۷۰۰۰، ۲۵ و ۷ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در هفته معادل ۴۹۰۰۰۰، ۱۷۵۰ و ۴۹۰ میکروگرم در هفته برای یک فرد ۷۰ کیلویی را به عنوان میزان مجاز به ترتیب برای فلزات روی، سرب و کادمیوم تعیین کرده است(۲۶). میزان جذب روزانه و هفتگی به‌دست آمده فلزات روی، سرب و کادمیوم در اثر مصرف بافت‌های عضله سینه‌ای، ران و جگر مرغ‌های مصرفی شهر سنندج با میزان مجاز ارائه شده توسط کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و فائو نشان می‌دهد که میزان تخمین زده شده جذب فلزات اشاره شده پایین‌تر از حداکثر میزان قابل قبول اجازه داده شده توسط کمیته مشترک این سازمان‌ها می‌باشد. ازاین رو به‌نظر می‌رسد که مصرف این بافت‌ها خطری را متوجه مصرف‌کنندگان آن‌ها در شهر سنندج نمی‌کند. با توجه به این‌که مطالعه حاضر تنها میزان جذب فلزات مورد مطالعه را از طریق مرغ‌های مصرفی مورد بررسی قرار داده است، باید توجه داشت که انسان‌ها در طول زندگی روزانه خود از مواد غذایی دیگری نیز استفاده می‌کنند و هم‌چنین از مسیرهای دیگری هم در معرض آلاینده‌های روی، سرب و کادمیوم قرار می‌گیرند بنابراین بررسی میزان جذب فلزات روی، سرب و کادمیوم از دیگر مسیرها ضروری می‌باشد. میزان جذب فلزات روی، سرب و کادمیوم در اثر مصرف مرغ در شهر سنندج پایین‌تر از میزان جذب آن‌ها در اثر مصرف فرآورده‌های گوشتی در اسپانیا، برزیل، کره و نیجریه بوده است که این تفاوت‌ها را می‌توان به نوع خوراک مورد استفاده و آب آشامیدنی در مرغداری‌ها را نسبت داد(۳۷-۳۴). میزان مجاز مصرف روزانه (CR_{lim}) (کیلوگرم) و تعداد وعده‌های مجاز مصرف در ماه (CR_{mm}) در واقع حداکثر میزانی است

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08]

که یک فرد می‌تواند در سراسر عمر خود ماده غذایی مورد نظر را مصرف کند، بدون آن که برای سلامتی آن فرد خطراتی را از نظر آلاینده‌های مورد نظر در پی داشته باشد(۳۸). نتایج حاصل از مطالعه حاضر حاکی از آن بوده است که افراد بالغ از نظر فلز روی در بافت‌های جگر، ران و عضله سینه ای، به ترتیب ۲۸/۶، ۵۹/۷۴ و ۱۲۹/۴۷ کیلوگرم در روز؛ از نظر فلز سرب به ترتیب ۲۵۴/۵۴، ۳۱۸/۱۸ و ۳۶۳/۶۴ کیلوگرم در روز و از نظر فلز کادمیوم به ترتیب ۱۶/۸۳، ۶۰/۳۴ و ۷۳/۶۸ کیلوگرم در روز، و هم‌چنین افراد نابالغ از نظر فلز روی ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۹ کیلوگرم در روز، از نظر فلز سرب ۱۳/۸، ۱۶/۴۸ و ۱۸/۸۳ کیلوگرم در روز و از نظر فلز کادمیوم ۳/۴۹، ۱۲/۵ و ۱۵/۲۶ کیلوگرم در روز از مرغ‌های تولید شده استفاده کنند بدون آن‌که برای سلامتی آن‌ها ضرری داشته باشد. هم‌چنین افراد بالغ و کودکان از نظر فلزات مورد بررسی می‌توانند تعداد وعده های زیادی را در ماه مصرف کنند بدون آنکه این فلزات برای سلامتی آن ها مشکلاتی را ایجاد کنند. البته باید دقت لازم را مبذول داشت که میزان‌های مصرف مجاز یاد شده تنها از نظر فلزات مورد بررسی می‌باشند و طبیعی است که در مصرف یک فرآورده غذایی پارامترهای متعدد دیگری نیز نقش دارند که در نظر گرفتن تمامی آن‌ها اهمیت زیادی را دارد.

سپاسگزاری

این پژوهش توسط کمیته تحقیقات دانشجویی با شماره گرنت (۱۳۹۵/۲۲۳) تصویب گردیده است. هم‌چنین نویسندگان این تحقیق از همکاری‌های معاونت تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی کردستان در روند تایید و تصویب این طرح تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

1. Fallah AA, Saei-Dehkordi SS, Nematollahi A, Jafari T. Comparative study of heavy metal and trace element accumulation in edible tissues of farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using ICP-OES technique. Microchem J 2011; 98(2): 275-279.
2. Fiezabadi Y. Concentration index and its effect on the market margin in poultry slaughter industry of mazandaran province. Iran J Trade Stud 2014; 18(71): 161-180 (Persian).
3. Zazouli MA, Bandpei AM, Ebrahimi M, Izanloo H. Investigation of cadmium and lead contents in Iranian rice cultivated in Babol region. Asia J Chem 2010; 22(2): 1369-1376.
4. Alkmim Filho JF, Germano A, Dibai WLS, Vargas EA, Melo MM. Assessment of heavy metal residues in Brazilian poultry and swine tissue. Arq Bras Med Vet Zootec 2014; 66(2): 471-480.
5. Mahmoud M, Abdel-Mohsein HS. Health risk assessment of heavy metals for Egyptian population via consumption of poultry edibles. Adv Anim Vet Sci 2015; 3(1): 58-70.
6. Uluozlu OD, Tuzen M, Mendil D, Soylak M. Assessment of trace element contents of chicken products from Turkey. J Hazard Mater 2009; 163(2-3): 982-987.
7. Chen SS, Lin YW, Kao YM, Shih YC. Trace elements and heavy metals in poultry and livestock meat in Taiwan. Food Addit Contam Part B Surveill 2013; 6(4): 231-236.
8. Sadeghi A, Hashemi M, Jamali-Behnam F, Zohani A, Esmaily H, Dehghan A. Determination of Chromium, Lead and Cadmium Levels in Edible Organs of Marketed Chickens in Mashhad, Iran. J Food

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08]

Qual Hazard Control 2015; 2(4): 134-138 (Persian).

9. Sparks N. The hen's egg–is its role in human nutrition changing? World Poult Sci J 2006; 62(2): 308-315.
10. Zazouli MA, Mohseni A, Maleki A, Saberian M, Izanloo H. Determination of cadmium and lead contents in black tea and tea liquor from Iran. Asia J Chem 2010; 22(2): 1387-1393.
11. Mansouri B, Salehi J, Etebari B, Moghadam H. Metal concentrations in the groundwater in Birjand flood plain, Iran. Bull Environ Contam Toxicol 2012; 89(1): 138-142.
12. Demirezen D, Uruc K. Comparative study trace elements in certain fish meat and meat products. Meat Sci 2006; 74(2): 255-260.
13. Basha AM, Yasovardhan N, Satyanarayana SV, Reddy GVS, Kumar AV. Assessment of heavy metal content of the hen eggs in the surroundings of uranium mining area, India. Annal Food Sci Technol 2013; 14(2): 344-349.
14. Abdulkhaliq A, Swaileh KM, Hussein RM, Matani M. Levels of metals (Cd, Pb, Cu and Fe) in cow's milk, dairy products and hen's eggs from the West Bank, Palestine. Int Food Res J 2012; 19(3): 1089-1094.
15. Farahani S, Eshghi N, Abbasi A, Karimi F, Shiri Malekabad E, Rezaei M. Determination of heavy metals in albumen of hen eggs from the Markazi Province (Iran) using ICP-OES technique. Toxin Rev 2015; 34(2): 96-100.
16. Abbasi Kia S, Khaniki GJ, Shariatfar N, Nazmara S, Akbarzadeh A. Contamination of chicken eggs supplied in Tehran by heavy metals and calculation of their daily intake. J Health Field 2015; 2(4): 44-51.
17. Abdullah Alkhalaf N, Khaled Osman A, Ahmed Salam K. Monitoring of aflatoxins and heavy metals in some poultry feeds. Afr J Food Sci 2010; 4(4): 192-199.
18. Ariayee M, Azadi N, Majnoni F, Mansouri B. Comparison of metal concentrations in organs of two fish species from the Zabol Chahnimeh reservoirs, Iran. Bull Environ Contam Toxicol 2015; 94(6): 715-721.
19. Maleki A, Azadi N, Mansouri B, Majnoni F, Rezaei Z, Gharibi F. Health risk assessment of trace elements in two fish species from the Sanandaj Gheshlagh Reservoir, Iran. Toxicol Environ Health Sci 2015; 7(1): 43-49.
20. Norouzi M, Mansouri B, Hamidian AH, Ebrahimi T, Kardoni F. Comparison of the levels of metals in feathers of three bird species from southern Iran. Bull Environ Contam Toxicol 2012; 89(5): 1082-1086.
21. Hoshyari E, Pourkhabbaz A, Mansouri B. Contaminations of metal in tissues of Siberian gull (Larus heuglini): gender, age, and tissue differences. Bull Environ Contam Toxicol 2012; 89(1): 102-106.
22. USEPA. Risk-based Concentration Table. United States Environmental Protection Agency. Philadelphia PA; Washington DC. 2000.
23. USEPA. Guidance manual for assessing human health risks from chemically contaminated, fish and shellfish. United State Environmental Protection Agency. Washington DC. PTI Environmental Services. 1989.
24. Cooper CB, Doyle ME, Kipp K. Risk of consumption of contaminated seafood, the Quincy Bay Case Study. Environ Health Perspect .1991; 90: 133-140.
25. Sinka Karimi MH, Sadeghi Bajgiran S. Consumption limit for Caspian with fish in stand of cadmium and lead from Southeastern coast of Caspian Sea. Zanko J Med Sci 2015; 16(49): 32-43.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08]

26. Fao, WHO .Chemical risk and JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO. 2013; 37.
27. Solgi E. Risk assessment of non-carcinogenic effects of lead, cadmium, and zinc in Cyprinus carpio from Zarivar wetland. J Health Field 2015; 2(4): 18-25.
28. USEPA. Guidance for assessing chemical contaminant data for use advisories, vol 2: Risk assessment and fish consumption limites. 3th ed. Washington DC. EPA. 2000. Available from: http://www.epa.gov/waterscience/fish/ guidance.html. Accessed May 2, 2015.
29. Sadeghirad M, Aminiranjbar GH, Arshad A, Jushide H. Compared to the accumulation of heavy metals (zinc, copper, cadmium, lead and mercury) in muscle tissue of two species of sturgeon *Acipenser persicus* and *Acipenser stellatus* from South of the Caspian Sea. Iran Sci Fish J 2005; 3(53): 79-100.
30. Ismail SA, Abolghait SK. Estimation of lead and cadmium residual levels in chicken giblets at retail markets in Ismailia city, Egypt. Int J Vet Sci Med 2013; 1(2): 109-112.
31. Mahmoud MAM, Abdel-Mohsein HS. Health risk assessment of heavy metals for Egyptian population via consumption of poultry edibles. Adv Anim Vet Sci 2015; 3(1): 58-70.
32. Loutfy N, Fuerhacker M, Tundo P, Raccanelli S, El Dien AG, Ahmed MT. Dietary intake of dioxins and dioxin-like PCBs, due to the consumption of dairy products, fish/seafood and meat from Ismailia city, Egypt. Sci Total Environ.2006; 15; 370(1): 1-8.
33. Loutfy N, Fuerhacker M, Tundo P, Raccanelli S, El Dien AG, Ahmed MT. Dietary intake of dioxins and dioxin-like PCBs, due to the consumption of dairy products, fish/seafood and meat from Ismailia city, Egypt. Sci Total Environ 2006; 15; 370(1): 1-8.
34. Sinka-Karimi MH, Pourkhabbaz AR, Hassanpour M, Levengood JM. Study on metal concentrations in tissues of Mallard and Pochard from two major wintering sites in Southeastern Caspian Sea, Iran. Bull Environ Contam Toxicol 2015; 95(3): 292-297.
35. Llobet JM, Falco G, Casas C, Teixido A, Domingo JL. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury, and lead in common foods and estimated daily intake by children, adolescents, adults, and seniors of Catalonia, Spain. Agric Food Chem 2003; 51(3): 838-842.
36. Santos EE, Lauria DC, Da Silveira CP. Assessment of daily intake of trace elements due to consumption of foodstuffs by adult inhabitants of Rio de Janeiro city. Sci Total Environ 2004; 327(1): 69-79.
37. Lee HS, Cho YH, Park SO, Kye SH, Kim BH, Hahm TS, et al. Dietary exposure of the Korean population to arsenic, cadmium, lead and mercury. J Food Comp Anal 2006; 19(Supp): 31-37.
38. Onianwa PC, Adeyemo AO, Idowu OE, Ogabiela EE. Copper and zinc contents of Nigerian foods and estimates of the adult dietary intakes. Food Chem 2001; 72(1): 89-95.
39. EPA. Integrated Risk Information System online database. Evaluation of the Inhalation Carcinogenicity of Ethylene Oxide (EtO), Final Report. Environmental Protection Agency. 2013.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08]