مقاله پژوهشی

# مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت جگر، عضلات ران، سینه و سنگدان مرغ‌های توزیع‌شده در سطح شهر شیراز: ارزیابی خطر

**رقیه نجاتی[۱]، آمنه نعمت الهی[۱]، مهسا حسن زاده[۲]، علی خانی جیحونی[۳]، مهران صیادی[۱*]**

۱- گروه بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران
۲- گروه شیمی تجزیه، دانشکده شیمی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳- گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۱۲

## چکیده

**زمینه و هدف:** امروزه حضور فلزات سنگین در محیط‌زیست و تجمع آن‌ها در زنجیره غذایی و بنابراین مواجهه انسان با آن‌ها یک خطر جدی محسوب می‌شود. هدف از این مطالعه اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین نیکل، آرسنیک، سرب، روی و کادمیوم در بافت جگر، عضلات ران، سینه و سنگدان مرغ در شهر شیراز (۱۳۹۷) است.

**مواد و روش‌ها:** مطالعه حاضر از نوع مقطعی (توصیفی- تحلیلی) بود. بدین منظور تعداد ۱۰ برند مختلف شامل بافت جگر، عضلات ران، سینه و سنگدان مرغ از فروشگاه‌های سطح شیراز جمع‌آوری و با رعایت سیستم سرمایشی به آزمایشگاه منتقل گردید. برای اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی (ICP-OES) انجام شد.

**نتایج:** میانگین غلظت فلزات سنگین آرسنیک، کادمیوم، نیکل، سرب و روی برحسب میکروگرم بر کیلوگرم در بافت جگر به ترتیب ۱۷، ۶۱، ۳۱، ۵۷ و ۱۵۱۵۰، در عضلات ران ۵، ۶۰، ۲۸، ۴۶، ۳۳۱۰، در عضلات سینه ۶، ۸، ۱۸، ۵۰ و ۴۵۱۰ و در سنگدان ۷، ۲۹، ۹، ۱۹ و ۱۲۸۱۰ مشاهده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان فلزات سنگین در بافت جگر بیشتر از سایر بافت‌ها بود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که میزان فلزات سنگین موردمطالعه در گوشت مرغ پایین‌تر از استانداردهای جهانی است. همچنین نتایج ارزیابی خطر نشان داد که ریسک غیر سرطان‌زایی این فلزات سنگین ناشی از مصرف مرغ توسط افراد جامعه قابل‌اغماض و ناچیز است و اثرات سرطان‌زایی در مورد آرسنیک بیش از سرب و در محدوده ریسک بالقوه است.

**کلمات کلیدی:** فلزات سنگین، مرغ، طیف‌سنج نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی، ارزیابی خطر

## مقدمه

ایمنی و امنیت غذایی، دو رکن اساسی در انتخاب مواد غذایی توسط مصرف‌کننده، هستند. تغذیه انسان با فرآورده‌های پروتئینی یک نیاز ضروری و غیرقابل‌حذف از برنامه غذایی است. فرآورده‌های گوشتی، ارزش تغذیه‌ای بالایی ازجمله تأمین پروتئین، قند، چربی، ویتامین‌ها و موادمعدنی دارند (۱). گوشت مرغ به دلیل دسترسی آسان و دارا بودن ارزش غذایی فراوان، جزء مواد غذایی پرمصرف است (۲، ۳). تعیین غلظت عناصر سمی در غذا مستلزم مطالعات زیست‌محیطی و سم‌شناسی است که اهمیت قابل‌توجهی در ایمنی مواد غذایی و اطمینان از سلامت غذا دارد (۴). بنابراین پایش آلاینده‌ها در چنین مواد غذایی، در دوره‌های زمانی متوالی الزامی است. یکی از آلاینده‌های شیمیایی پراهمیت در زنجیره غذایی، فلزات سنگین هستند. این ترکیبات شامل فلزاتی با وزن مخصوص بیش از ۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشند و یکی از آلاینده‌های مهم و اصلی در جوامع صنعتی محسوب می‌شوند که می‌تواند سلامت مصرف‌کننده را تحت تأثیر

*نویسنده مسئول: مهران صیادی، گروه بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران
Email: mehransayadi62@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-7761-361X

قرار می‌دهد (۷-۵). در صورت دریافت مقادیر بیش‌ازحد مجاز فلزات سنگین از طریق مواد غذایی، پس از جذب از طریق دستگاه گوارش، به دلیل خاصیت تجمع پذیری، پایداری بالا، اثرات سمی و تجزیه محدود در بدن انسان، می‌تواند تهدید جدی برای سلامت مصرف‌کنندگان را به دنبال داشته باشد (۱۰-۸). این ترکیبات به دلیل متابولیزه نشدن در بدن مصرف‌کنندگان، قابلیت ذخیره و تجمع در بافت‌های بدن مانند عضلات و استخوان را دارند همچنین می‌توانند جایگزین موادمعدنی در بدن شوند (۱۳-۱۱). فلزات سنگین توانایی ایجاد بیماری‌هایی مانند عقب‌ماندگی ذهنی، اختلال شنوایی، اختلال در عملکرد سیستم ایمنی، بیماری‌های مغزی، اختلالات تشنجی، ناهنجاری‌های جنینی، کوری، ضعف عضلانی، سرطان (ریه، بینی، حنجره، پروستات و کبد)، سردرد، اسهال، استفراغ، درد در ناحیه شکم، تورم معده و روده، خونریزی اپیکارد و آندوکارد قلب، دژنرسانس کلیه و کبد، کم‌خونی، علائم عصبی و مرگ ناگهانی را دارند (۱۸-۱۴). ورود فلزات سنگین به زنجیره غذایی و محیط‌زیست از طریق مسیرهای طبیعی و غیرطبیعی (فعالیت انسانی) رخ می‌دهد. مسیر طبیعی شامل فرسایش سنگ‌های معدنی، باد، ذرات، غبار، رودخانه، آب-های زیرزمینی و فعالیت آتش‌فشانی و مسیرهای غیرطبیعی شامل ورود فاضلاب صنعتی و خانگی، فعالیت کشاورزی، معادن، زباله‌های کارخانه‌ها، احتراق مواد سوختی، آبکاری فلزات، صنایع لوازم‌خانگی، صنایع شیمیایی، فرایند ذوب فلزات و تولید دستگاه-های الکترونیکی است (۱۱، ۱۳، ۲۳-۱۹). بر اساس مطالعات انجام‌شده، راه‌های مختلفی برای آلوده شدن گوشت مرغ وجود دارد که از بین آن‌ها می‌توان به آلودگی آب، هوا، خاک، خوراک دام و طیور و همچنین استفاده بی‌رویه از آفت‌کش‌ها اشاره کرد (۲۹-۲۴). با افزایش رشد جمعیت، صنایع و کشاورزی در راستای بهبود زندگی، پیشرفت قابل‌توجهی داشته است؛ درحالی‌که این موضوع منجر به مشکلاتی همانند آلودگی‌های زیست‌محیطی و ورود این آلودگی‌ها به زنجیره مواد غذایی می‌شود (۳۰، ۳۱). پژوهش‌های مختلفی در مورد میزان تجمع زیستی این آلاینده‌ها در سطح دنیا در مواد غذایی با منشأ دامی انجام گردیده است؛ درحالی‌که در ایران مطالعات محدودی در شهرهای همدان، اصفهان، شهرکرد و سنندج صورت گرفته است (۱۷، ۳۴-۳۲). تولید و مصرف گوشت در ایران سالانه در حال افزایش است؛ بنابراین، احتمال آلودگی این فرآورده‌ها به علت صنعتی شدن جوامع، امری دور از ذهن نیست؛ بنابراین بررسی ایمنی چنین محصولاتی اهمیت فراوانی دارد. با توجه به‌احتمال آلودگی مواد غذایی با فلزات سنگین پایش دوره‌ای آن‌ها امری ضروری محسوب می‌شود. ازآنجایی‌که تاکنون مطالعات محدودی در استان فارس در این زمینه صورت گرفته است؛ بنابراین، هدف از انجام این پژوهش مقایسه میزان فلزات سنگین نیکل، آرسنیک، سرب، روی و کادمیوم در بافت جگر، عضلات ران، سینه و سنگدان مرغ در شهر شیراز است.

## مواد و روش‌ها

### تعداد نمونه و روش نمونه‌گیری

مطالعه حاضر به‌صورت مقطعی- توصیفی در سال ۱۳۹۷ در شهر شیراز انجام شد. ۱۲۰ نمونه به‌صورت تصادفی از ۱۰ برند مختلف بخش‌های مختلف گوشت مرغ شامل بافت سینه، ران، کبد و سنگدان (هرکدام ۳۰ نمونه) از فروشگاه‌های سطح شهر شیراز صورت گرفت و سریعاً به محیط آزمایشگاه منتقل گردید و مورد آزمایش قرار گرفت. بافت‌های جمع‌آوری‌شده گوشت مرغ توسط اسکالپل جدا و تا زمان آنالیز در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (۱۱).

### هضم اسیدی و آماده‌سازی نمونه

آماده‌سازی نمونه بر اساس مطالعه Dacera و همکاران در سال ۲۰۰۸ با اندکی اصلاحات انجام شد. به‌منظور انجام عمل هضم شیمیایی، یک گرم نمونه با ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک ٪۶۵$HNO_3$ به مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه قراردادِ شد و پس از افزودن ۲/۵ میلی‌لیتر پرکلریک اسید($HCLO_4$) ٪۷۵ محلول حاصل، به مدت یک ساعت روی هیتر ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا محلول شفافی حاصل شود. پس از عبور محلول حاصل از کاغذ صافی واتمن (۰/۴۵ میکرومتر) با نیتریک اسید ۲ نرمال به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد (۳۷-۳۵).

### تعیین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های گوشت مرغ

در ابتدا با استفاده از محلول استوک استاندارد فلزات موردبررسی، منحنی استاندارد رسم شد. رقت سازی توسط آب مقطر دو بار تقطیر انجام گردید (۲۷) غلظت‌ها حاوی ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم از فلزات سنگین بودند که با تزریق به دستگاه ICP-OES پارامترهایی مانند منحنی کالیبراسیون، طول‌موج، حدود تشخیص و ضریب همبستگی ($R^2$) برای هر یک از فلزات به‌طور جداگانه تعیین شد (جدول ۱) سپس مقادیر

**جدول ۱**- مقادیر ضریب همبستگی و حد تشخیص فلزات سنگین موردمطالعه

| فلزات سنگین | ضریب همبستگی | طول‌موج (نانومتر) | حد تشخیص (میکروگرم /کیلوگرم) |
|---|---|---|---|
| آرسنیک | ۰/۹۹۸۹ | ۱۸۹/۰۴۲ | ۱۰۰ |
| نیکل | ۰/۹۹۹۸ | ۲۲۱/۶۴۷ | ۱۰۰۰ |
| روی | ۰/۹۹۹۶ | ۲۱۳/۸۵۶ | ۳۰۰ |
| سرب | ۰/۹۹۹۹ | ۲۲۰/۴۳۶ | ۲۰۰ |
| کادمیوم | ۰/۹۹۵ | ۲۱۴/۴۳۷ | ۱۵۰ |

نیکل، آرسنیک، سرب، مس، آهن، روی و کادمیوم نمونه‌ها با قرار دادن در معادلات منحنی‌های کالیبراسیون محاسبه گردید.

### میزان دریافت روزانه فلزات سنگین از طریق مصرف مرغ

برای محاسبه میزان دریافت روزانه (DI) فلزات سنگین مختلف از طریق مصرف مرغ برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز از معادله زیر استفاده شد:

$$DI = \frac{C \times IR}{BW} \times 10^{-3}$$

که در این معادله C نشانگر غلظت فلزات سنگین برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم، *IR* میزان مصرف روزانه مرغ برحسب گرم در روز (۴۶/۳ گرم در روز به‌عنوان متوسط سرانه مصرف مرغ در ایران در نظر گرفته شد (۳۸)) و *BW* متوسط وزن افراد (۷۰ کیلوگرم برای جامعه ایران) است (۳۹).

### ارزیابی خطر سلامتی

ریسک غیر سرطان‌زایی برای مواجهه با فلزات سنگین مختلف از طریق مصرف مرغ طبق معادله زیر برحسب شاخص THQ (نسبت مخاطره هدف) با معادله زیر محاسبه شد:

$$THQ = \frac{DI}{RfD}$$

که در این معادله DI میزان دریافت روزانه هرکدام از فلزات سنگین و RFD دوز مرجع گزارش‌شده برای ایجاد اثرات غیر سرطان‌زایی در حیوانات آزمایشگاهی است که این مقدار برای سرب، کادمیوم، روی، نیکل و آرسنیک به ترتیب ۳/۵، ۰/۱، ۰، ۳۰۰، ۲ و ۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن بر روز گزارش‌شده است. شایان‌ذکر است که درصورتی‌که THQ (بدون واحد) بزرگ‌تر از یک باشد نشان‌دهنده ریسک غیر سرطان‌زایی قابل‌توجه در جامعه است (۴۰).

به‌منظور محاسبه ریسک سرطان‌زایی (CR) درنتیجه مواجه با فلزات سنگین از طریق مصرف مرغ از معادله زیر استفاده می‌شود:

$$CR = DI \times CSF$$

که در این معادله DI نشانگر میزان دریافت روزانه هرکدام از فلزات سنگین و CSF (فاکتور شیب سرطان) برحسب بر میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز است. CSF تنها برای آرسنیک و سرب با مقادیر به ترتیب ۱۵۰۰ و ۸/۵ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز گزارش‌شده است. قابل‌ذکر است که در صورت که CR (بدون واحد) بزرگ‌تر مساوی $10^{-6}$ باشد، نشانگر ریسک سرطان‌زایی قابل‌قبول درنتیجه مواجهه با فلزات سنگین است (۴۱).

### تجزیه‌وتحلیل آماری

آنالیز آماری توسط نرم‌افزار SPSS وExcel انجام گرفت. به‌منظور مقایسه مقادیر فلزات سنگین در گوشت مرغ در برندهای مختلف از تحلیل واریانس و کوریسکال والیس استفاده شد.

## نتایج

### مقادیر فلزات سنگین در نمونه‌های گوشت مرغ

نتایج مقادیر فلزات در نمونه‌های گوشت مرغ عرضه‌شده در سطح شیراز در جدول ۲ آورده شده است همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود بیشترین و کمترین میزان آرسنیک و روی به ترتیب در جگر مرغ و ران مرغ، بیشترین و کمترین میزان کادمیوم به ترتیب در جگر مرغ و سینه مرغ، بیشترین و کمترین میزان نیکل به ترتیب در جگر مرغ و سنگدان مرغ، بیشترین و کمترین میزان سرب به ترتیب در سینه مرغ و سنگدان مرغ

مشاهده گردید؛ بنابراین بیشترین آلودگی در فلزات موردمطالعه مربوط به جگر مرغ است.

جدول ۳ میزان دریافت روزانه، ریسک غیر سرطان‌زایی و ریسک سرطان‌زایی ناشی از مواجهه با فلزات سنگین (کادمیوم، آرسنیک، سرب، روی و نیکل) از طریق مصرف مرغ را نشان می‌دهد.

غلظت فلزات موردمطالعه در گوشت مرغ با میزان استانداردهای بین‌المللی نشان می‌دهد که مصرف گوشت مرغ برای مصرف انسانی ایمن است (۴۳). استاندارد بین‌المللی کادمیوم در مواد غذایی ۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم است (۴۴). به گزارش آژانس بین‌المللی تحقیق‌های سرطان، کادمیوم عامل سرطان‌زای گروه یک است. مواجهه با کادمیوم احتمال ابتلا به سرطان ریه، کیسه

**جدول ۲**- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین (میانگین± انحراف معیار) برحسب میکروگرم بر کیلوگرم در برندهای مختلف در گوشت مرغ توزیع‌شده در سطح شهر شیراز

| فلز | آرسنیک | کادمیوم | نیکل | سرب | روی | P value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | نمونه | | | |
| جگر مرغ | ۱۷±۰/۰۹ | ۶۱±۰/۰۴ | ۳۱±۰/۰۱۵ | ۵۷±۰/۰۲ | ۱۵۱۵۰±۷/۶۵ | ۰/۰۰۳ |
| سینه مرغ | ۶±۰/۰۰۶ | ۸±۰/۰۰۳ | ۱۸±۰/۰۱۷ | ۵۰±۰/۰۰۷ | ۴۵۱۰±۰/۳۵ | ۰/۰۰۱ |
| ران مرغ | ۵±۰/۰۰۴ | ۶۰±۰/۰۰۵ | ۲۸±۰/۰۱۶ | ۴۶±۰/۰۰۹ | ۳۳۱۰±۰/۲۴ | ۰/۰۱ |
| سنگدان مرغ | ۷±۰/۰۰۶ | ۲۹±۰/۰۱۹ | ۹±۰/۰۰۵ | ۱۹±۰/۰۱۱ | ۱۲۱۸۰±۳/۸۷ | ۰/۰۰۱ |

**جدول ۳**- میزان دریافت روزانه، ریسک غیر سرطان‌زایی و ریسک سرطان‌زایی ناشی از مواجهه با فلزات سنگین از طریق مصرف مرغ

| فلزات سنگین | میزان دریافت روزانه (DI) | ریسک غیر سرطان‌زایی (THQ) | ریسک سرطان‌زایی (CR) |
|---|---|---|---|
| آرسنیک | $۵/۹۵\times۱۰^{-۶}$ | ۰/۰۲ | $۸/۹\times۱۰^{-۶}$ |
| کادمیوم | $۲/۶۵\times۱۰^{-۵}$ | ۰/۰۳ | - |
| سرب | $۲/۶۵\times۱۰^{-۵}$ | ۰/۰۸ | $۲/۲\times۱۰^{-۷}$ |
| نیکل | $۱/۳۲\times۱۰^{-۵}$ | ۰/۰۰۷ | - |
| روی | $۶\times۱۰^{-۲}$ | ۰/۲ | - |

## بحث

باقیمانده فلزات سنگین در سبد غذایی انسان ازجمله گوشت مرغ می‌تواند سلامت مصرف‌کننده را تهدید کند (۴۲). در مطالعه حاضر مقادیری از فلزات سنگین کادمیوم، آرسنیک، سرب، روی و نیکل در گوشت طیور (بافت سنگدان، سینه، کبد و ران) وجود داشت. بر اساس آزمون‌های انجام‌یافته در مطالعه حاضر، میان میزان فلزات موجود در بین برندهای مختلف ارتباط معنی‌داری دیده شد ($p\leq 0.05$). دو عامل اساسی محیط‌زیست و تغذیه می‌تواند در میزان فلزات سنگین در گوشت مرغ مؤثر باشد. مقایسه

صفرا و ریه را افزایش می‌دهد (۴۵). نتایج این مطالعه بیانگر این موضوع است که بیشترین غلظت کادمیوم در بافت کبد، ران، سینه و سنگدان مرغ به ترتیب ۶۱، ۸، ۶۳ و ۲۹ میکروگرم بر کیلوگرم بود که بیشترین آلودگی مربوط به بافت جگر است که دلیل آن می‌تواند این حقیقت باشد که کبد متابولیسم سموم و داروها را به عهده دارد. نتایج غلظت کادمیوم نشان داد که تمام این مقادیر پایین‌تر از استاندارد بین‌المللی کادمیوم در مواد غذایی بودند.

میزان میانگین غلظت کادمیوم در مطالعه‌ای که توسط Ozgur و همکاران در سال 2009 در سنگدان، جگر، گوشت به ترتیب

۰/۹۰، ۲/۲۴، ۶/۰۹ میکروگرم بر کیلوگرم گزارش کردند. همچنین، IWEGBUE و همکاران در سال ۲۰۰۸ میزان کادمیوم سنگدان و گوشت مرغ را به ترتیب ۲۵۰ و ۴۰ میکروگرم بر کیلوگرم مشاهده کردند که در تمام بافت‌ها بیش از مطالعه حاضر بود که دلیل آن احتمالاً آلودگی منابع آب و غذای دام و طیور به علت صنعتی بودن شهر شیراز دانست (۴۲، ۴۶ و ۴۷). درحالی‌که مطالعاتی که در مصر توسط Ismaial و همکاران (۰/۶ تا ۱۵۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم) و منصوری و همکاران در سنندج (۱۶۲ تا ۷۳۴ میکروگرم بر کیلوگرم) بر روی بافت گوشت مرغ (عضله سینه، ران و کبد) انجام‌شده است مشابه مطالعه حاضر، مقادیر گزارش‌شده در مورد غلظت کادمیوم پایین‌تر از حد مجاز استاندارد است (۴۸، ۴۹). بر اساس مطالعات انجام‌شده ۹۰ درصد سرب واردشده به بدن انسان از طریق غذا بوده است و میزان جذب در کودکان ۴۰ درصد و در بزرگ‌سالان ۱۰ درصد است (۱۴). استاندارد بین‌المللی سرب در مواد غذایی ۱۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم است (۵۰). در مطالعه انجام‌شده میانگین غلظت سرب در بافت جگر، سینه، ران و سنگدان از ۱۹ تا ۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم متغیر بود که کمتر از استاندارد بین‌المللی است. بر اساس یافته‌های محققین همانند Ismail و همکاران و منصوری و همکاران میزان غلظت سرب و کادمیوم در بافت جگر بیشتر از بافت سینه، ران و سنگدان مرغ است. فعالیت متابولیکی بالای کبد، تصفیه و سم‌زدایی کبد و وجود میزان کمتری پروتئین‌های متصل شونده به نام متالوتیونین در بافت عضله کبد می‌تواند دلایل این یافته‌ها باشد (۵۱). همچنین سرب موجود در جگر در مطالعات Akan و همکاران در سال ۲۰۱۰ و Reem و همکاران در همان سال، به ترتیب ۲۲۰ و ۳۲۶۰ میکروگرم در کیلوگرم گزارش‌شده است که بیشتر از مطالعه حاضر است (۵۲، ۵۳). بعضی از فلزات سنگین نظیر کادمیوم و سرب قابلیت پیوند با آنزیم‌ها و پروتئین‌های بدن انسان را دارند و می‌توانند باعث اختلال در عملکرد آنزیم‌ها و سنتز پروتئین شوند و به‌موجب آن باعث ایجاد بیماری و سرطان گردد (۳۳، ۳۴).

در ایران تاکنون استاندارد ملی در مورد حد مجاز آرسنیک در مواد غذایی تدوین‌نشده است. میانگین غلظت آرسنیک در جگر، سینه، ران و سنگدان مرغ به ترتیب ۱۷، ۶، ۵ و ۷ میکروگرم بر کیلوگرم بود که بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در جگر و ران مرغ دیده شد. آرسنیک اندازه‌گیری شده در جگر، سینه، ران و سنگدان مرغ در مقایسه با مطالعات (Tamar, 2004)، (Uluozlua, 2009)، (J.C. Akan, 2010) و (Chowdhury, 2010) کمتر بوده است (۴۲، ۵۲، ۵۴ و ۵۵).

Lasky و همکاران در سال ۲۰۰۴ گزارش کردند که به دلیل تجمع آرسنیک در بافت‌ها با گذر زمان، میزان آرسنیک در گوشتِ مرغ‌های جوان‌تر تا سه برابر کمتر است (۵۴). عمده‌ترین خطری که به ترکیبات نیکل نسبت داده می‌شود، قابلیت سرطان‌زایی در انسان است که عمدتاً از راه جذب نیکل از طریق استنشاق رخ می‌دهد. خطری مواجهه با نیکل از طریق مواد غذایی، به دلیل لزوم دریافت با مقادیر قابل‌توجه از طریق مواد غذایی، به‌مراتب کمتر از تنفس است (۵۶). در استانداردهای بین‌المللی حد مجاز نیکل در مواد غذایی تعیین نشده است. حداکثر مجاز دریافت روزانه نیکل در یک فرد بالغ ۶۰ کیلوگرمی، ۰/۳ میلی‌گرم تخمین زده‌شده است (۵۷). میانگین غلظت نیکل در جگر، سینه، ران و سنگدان مرغ به ترتیب ۳۱، ۱۸، ۲۸ و ۹ میکروگرم بر کیلوگرم بود که بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در جگر و سنگدان مرغ مشاهده شد. Uluozlua و همکاران در سال ۲۰۰۹ برخلاف پژوهش حاضر بیشترین و کمترین میزان نیکل در گوشت مرغ و جگر گزارش کردند (۴۲). میزان نیکل گوشت در مطالعات Chowdhurya در سال ۲۰۱۱ و Iwenbuei و همکاران در سال ۲۰۰۸ به ترتیب ۲۶۸۰ و ۶۱۴۰ میکروگرم بر کیلوگرم گزارش شد که بسیار بیشتر از نتایج مطالعه حاضر بود (۴۶، ۵۵). میزان نیکل سنگدان مرغ در مطالعات Rehman (۲۰۱۳) و Iwenbuei (۲۰۰۸) به ترتیب ۴۵۰ و ۴۳۴۰ میکروگرم در کیلوگرم بیان‌شده است که بیشتر از مطالعه حاضر است (۴۶، ۵۸). فلز روی از فلزات ضروری محسوب می‌شود، اما مقادیر بالای آن سبب خطرات سلامتی برای انسان خواهد شد (۵۹). روی به‌طور طبیعی در بدن انسان وجود دارد و با افزایش سن، افزایش می‌یابد. حداکثر میزان مجاز دریافت روزانه روی در یک فرد بالغ ۶۰ کیلوگرمی، ۶۰ میلی‌گرم تخمین زده‌شده است (۵۷). میانگین غلظت روی در جگر، سینه، ران و سنگدان مرغ به ترتیب ۱۵۱۵۰، ۴۵۱۰، ۳۳۱۰ و ۱۲۸۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم محاسبه شد که بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در جگر و سینه مرغ بود. در مطالعه Uluozlua و همکاران در سال ۲۰۰۹ نیز، جگر بیشترین میزان روی را در مقایسه با سایر قسمت‌های مرغ داشت (۴۲). در مطالعه آن‌ها، میزان روی در سنگدان، جگر و گوشت مرغ به ترتیب ۲۱۰۴۰، ۲۲۵۳۰ و ۱۹۹۸۰ میکروگرم بر کیلوگرم گزارش شد که در هر چهار بخش کمی بیشتر از نتایج مطالعه حاضر بود.

میزان روی موجود در جگر در مطالعات Akan و همکاران در سال ۲۰۱۰ و Hussain و همکاران در سال ۲۰۱۲ به ترتیب ۳۱۱۰ و ۴۱۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم گزارش شد که کمتر از نتایج مطالعه حاضر بود (۵۲، ۵۳). درحالی‌که در مطالعات Amani و Ahmadi در سال ۲۰۱۲ و Rehman و همکاران در سال ۲۰۱۳ به ترتیب ۳۲۷۵۰ و ۱۰۹۳۲۰ میکروگرم بر کیلوگرم گزارش‌شده است که بیشتر از مطالعه حاضر بود (۵۸، ۶۰). میزان روی در سنگدان مرغ در مطالعه آن‌ها ۱۹۹۰۰۰ میکروگرم در میکروگرم و در مطالعه IWEGBUE و همکاران در سال ۲۰۰۸، میکروگرم در میکروگرم مشاهده شد که بیشتر از مقادیر به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر است (۴۶).

همان‌طور که در جدول ۳ آورده شده است، میزان دریافت فلزات سنگین برحسب میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز به ترتیب در مورد روی، سرب، کادمیوم، نیکل و آرسنیک با مقادیر ۰/۰۶، $۲/۶۵\times۱۰^{-۵}$، $۲/۶۵\times۱۰^{-۵}$، $۱/۳۲\times۱۰^{-۵}$ و $۵/۹۵\times۱۰^{-۶}$ محاسبه شد که دلیل این تفاوت‌ها مربوط به تفاوت در غلظت فلزات سنگین مختلف در مرغ است. نتایج ریسک غیر سرطان‌زایی ناشی از فلزات سنگین از طریق مصرف مرغ نشان داد که شاخص THQ در مورد تمام فلزات سنگین موردمطالعه کمتر از یک بود که نشانگر خطر غیر سرطان‌زایی ناچیز و قابل‌اغماض درنتیجه مصرف مرغ است. ریسک سرطان‌زایی تنها در مورد آرسنیک و سرب به دلیل وجود دوز مرجع گزارش‌شده محاسبه شد و نتایج نشان داد که ریسک سرطان‌زایی در مورد آرسنیک $۸/۹\times۱۰^{-۶}$ بود که نشانگر ریسک بالقوه مربوط به این فلز سنگین در اثر مصرف مرغ است؛ درحالی‌که در مورد آرسنیک این مقدار $۲/۲\times۱۰^{-۷}$ گزارش شد که نشانگر ریسک سرطان‌زایی قابل‌قبول در مورد آن است. نتایج به‌دست‌آمده مربوط به ارزیابی خطر مشابه نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه پیشین در سنندج بود (۴۹).

## نتیجه‌گیری

یکی از آلاینده‌های مهم مواد غذایی، فلزات سنگین است که امکان ورود این فلزات به مواد غذایی با منشأ دامی ازجمله گوشت دام و طیور، عسل، تخم‌مرغ و لبنیات وجود دارد. این آلاینده‌ها بعد از ورود به بدن از مسیر گوارش در بخش‌های مختلفی از بدن تجمع پیدا می‌کنند. مطالعه حاضر نشان داد که غلظت فلزات سنگین بررسی‌شده (آرسنیک، کادمیوم، نیکل، سرب و روی) پایین‌تر از استاندارد بین‌المللی است و بنابراین مصرف گوشت مرغ توزیع‌شده در سطح شیراز ایمن است. همچنین نتایج ارزیابی خطر نشان داد که ریسک غیر سرطان‌زایی و سرطان‌زایی فلزات سنگین موردمطالعه درنتیجه مصرف مرغ قابل‌اغماض و ناچیز است؛ به‌استثنای آرسنیک که ریسک سرطان ناشی از آن بالقوه گزارش شد. با توجه به وجود این فلزات سنگین در بافت جگر، سینه، ران و سنگدان مرغ، پایش مستمر و دوره‌ای آن‌ها در مواد غذایی امری ضروری است.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از دانشگاه علوم پزشکی فسا و واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان ولیعصر فسا به خاطر حمایت مالی تقدیر و تشکر به عمل می‌آورند.

## تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی را اعلام نکرده‌اند.

## References

1. Alkmim Filho J, Germano A, Dibai W, Vargas E, Melo M. Assessment of heavy metal residues in Brazilian poultry and swine tissue. Arq Bras Med Vet. 2014;66(2):471-80.
2. 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):275-9.
3. Alipour H, Pourkhabbaz A, Hassanpour M. Estimation of potential health risks for some metallic elements by consumption of fish. Water Qual Expo Health. 2015;7(2):179-85.
4. Voegborlo R, El-Methnani A, Abedin M. Mercury, cadmium and lead content of canned tuna fish. Food Chem.1999;67(4):341-345.
5. Zazouli MA, Bandpei AM, Ebrahimi M, Izanloo H. Investigation of cadmium and lead contents in Iranian rice cultivated in Babol region. Asian JChem. 2010;22(2):1369.

6. Fathabad A, Shariatifar N, Ehsani A, Sayadi M. Evaluation of toxic metals in canned fish market in Tehran. Inter J Pharm Scie Res. 2015;6:818-22.
7. Hunter B, Johnson M, Thompson D. Ecotoxicology of copper and cadmium in a contaminated grassland ecosystem. II. Invertebrates. J Appl Ecol. 1987;24(2):587-599.
8. VarolM, Sünbül MR. Biomonitoring of trace metals in the Keban dam reservoir (Turkey) using mussels (Unio elongatulus eucirrus) and crayfish (Astacus leptodactylus). Biol trace elem res. 2018;185(1):216-24.
9. Tuzen M, Soylak M. Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey. Food Chem. 2007;101(4):1378-82.
10. Celik U, Oehlenschläger J. Determination of zinc and copper in fish samples collected from Northeast Atlantic by DPSAV. Food Chem. 2004;87(3):343-7.
11. Vos G, Lammers H, Van Delft W. Arsenic, cadmium, lead and mercury in meat, livers and kidneys of sheep slaughtered in the Netherlands. Eur Food Res Technol. 1988;187(1):1-7.
12. Vos G, Hovens J, Delft W. Arsenic, cadmium, lead and mercury in meat, livers and kidneys of cattle slaughtered in the Netherlands during 1980–1985. Food Add Cont. 1987;4(1):73-88.
13. Watson D. Food Chemical Safety. Volume 1.New York Washington: Woodhead Publishing; 2001.P.37-58.
14. Deshpande S. Hand Book of Food Toxicology. New York:Marcel Dekker; 2002:783-810.
15. Mansouri B, Salehi J, Etebari B, Moghaddam HK. Metal concentrations in the groundwater in Birjandflood plain, Iran. Bull Environ Contam Toxicol. 2012;89(1):138-42.
16. Demirezen D, Uruç K. Comparative study of trace elements in certain fish, meat and meat products. Meat scie. 2006;74(2):255-60.
17. Mansouri B, Ariyaee M ,Rezaei Z. Evaluation of bioaccumulation of lead and cadmium in the muscle tissue of slaughtered cow in Sanandaj City. Zanco J Med Sci. 2014;15(46):1-7.
18. Curtis K. Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons. 9nded.New York :cGraw-Hill Education; 2019,P.175-177.
19. Kalay M, Canli M. Elimination of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) metals from tissues of a freshwater fish Tilapia zilli. Turk J Zool. 2000;24(4):429-36.
20. Leland HV, Luoma SN, Elder JF, Wilkes DJ. Heavy metals and related trace elements. J Water Pollut Control Fed. 1978;50(6):1469-1514.
21. Mance G. Pollution threat of heavy metals in aquatic environments: Springer Science & Business Media; 2012.
22. Filazi A, Baskaya R, Kum C, HismiogullariSE. Metal concentrations in tissues of the Black Sea fish Mugil auratus from Sinop-Icliman, Turkey. Hum Exp Toxicol. 2003;22(2):85-7.
23. Karadede H, Oymak SA, Unlu E. Heavy metals in mullet, Liza abu, and catfish, Silurus triostegus, from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. EnvironInter. 2004;30(2):183-188.
24. Basha AM, Yasovardhan N, Satyanarayana SV, Reddy GVS, Kumar AV. Assessment of heavy metal content of hen eggs in the surroundings of uranium mining area, India. Ann Food Sci Technol. 2013;14(2): 344:349.
25. Abdulkhaliq A, Swaileh K, 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. 2012.
26. 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.
27. Ki SA, Khaniki GJ, Shariatifar N, Nazmara S, Akbarzadeh A. Contamination of chicken eggs supplied in Tehran by heavy metals and calculation of their daily intake. JHeal Field. 2017; 2(4):44-51.
28. Alkhalaf NA, Osman AK, Salama KA. Monitoring of aflatoxins and heavy metals in some poultry feeds. Afr J Food Sci. 2010;4(4):192-9.
29. Miri M, Akbari E, Amrane A, Jafari SJ, Eslami H, Hoseinzadeh E, et al. Health risk assessment of heavy metal intake due to fish consumption in the Sistan region, Iran. Environ Monit Assess. 2017;189(11):583.
30. Abou-Arab A. Heavy metal contents in Egyptian meat and the role of detergent washing on their levels. Food chem Toxicol. 2001;39(6):593-9.
31. Morgan JN. Effects of processing on heavy metal content of foods. Impact of processing on food safety: Springer; 1999. p. 195-211.
32. Nwude D, Babayemi J, Abhulimen I. Metal quantification in cattle: A case of cattle at slaughter at Ota Abattoir, Nigeria. J Toxicol Environ Health Scie. 2011;3(5):271-4.

33. Kazemeini H, Rahimi E, Kharrattaherdel A, Nozarpour N, Ebadi A. Cadmium concentration in muscle, liver and kidney of sheep slaughtered in Falavarjan abattoir, Iran. Toxicol indust health. 2010;26(5):259-63.
34. Rahimi E, Rokni N. Measurement of cadmium residues in muscle, liver and kidney of cattle slaughtered in Isfahan abattoir using grafite furnace atomic absorption spectrometry (GFAAS): a preliminary study. Iran J Vet Res. 2008;9(2):174-7.
35. Dacera DDM, Babel S. Removal of heavy metals from contaminated sewage sludge using Aspergillus niger fermented raw liquid from pineapple wastes. Bioresour technol. 2008;99(6):1682-9.
36. Norouzi M, Mansouri B, Hamidian AH, Ebrahimi T, Kardoni F. Comparison of the metal concentrations in the feathers of three bird species from southern Iran. Bull Environ Contam Toxicol. 2012;89(5):1082-6.
37. Hoshyari E, Pourkhabbaz A, Mansouri B. Contaminations of metal in tissues of Siberian gull Larusheuglini: gender, age, andtissue differences. Bull Environ Contam Toxicol. 2012;89(1):102-6.
38. Hosseini SS, Nikoukar A, Dourandish A. Price transmission analysis in Iran chicken market. Int J Agri Manag Dev. 2012;2(1047-2016-85467):243-53.
39. Dadar M, Adel M, Nasrollahzadeh Saravi H, Fakhri Y. Trace element concentration and its risk assessment in common kilka (Clupeonella cultriventris caspia Bordin, 1904) from southern basin of Caspian Sea. ToxinRev. 2017;36(3):222-7.
40. Fakhri Y, Mousavi Khaneghah A, Hadiani MR, Keramati H, Hosseini Pouya R, Moradi B, et al. Non-carcinogenic risk assessment induced by heavy metals content of the bottled water in Iran. Toxin Rev. 2017;36(4):313-21.
41. Fathabad AE, Shariatifar N, Moazzen M, Nazmara S, Fakhri Y, Alimohammadi M, et al. Determination of heavy metal content of processed fruit products from Tehran's market using ICP-OES: a risk assessment study. Food chem toxicol. 2018;115:436-46.
42. 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):982-7.
43. Sadeghirad M, Aminiranjbar G, Arshad A, Jushide H. Compared to the accumulation ofheavy 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. IranSci Fish J. 2005;3(53):79-100.
44. Committee on Specifications, Food Chemicals Codex, of the Committee on Food Protection National Research Council. Food chemicals codex.2nd ed. Washington: National Academy Press; 1972. P.222-250.
45. Authority EFS. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain on a request from the European Commission on cadmium in food. Eur Food Saf Aut. 2009;980:1-139.
46. Iwegbue C, Nwajei G, Iyoha E. Heavy metal residues of chicken meat and gizzard and turkey meat consumed in southern Nigeria. Bulg J Vet Med. 2008;11(4):275-80.
47. 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 Qual Hazards Control. 2015;2(4):134-8.
48. Ismail SA, Abolghait SK. Estimation of Lead and Cadmium residual levels in chicken giblets at retail markets in Ismailia city, Egypt. Inter J Vet Scie Med. 2013;1(2):109-12.
49. Sinkakarimi MH, Mansouri B, Azadi NA, Maleki A, Davari B. Assessment of heavy metals in chicken meat distributed in Sanandaj, Iran, and calculating thefood consumption risk. J Mazan Uni Med Scie. 2017;26(146):128-38. [in Persian]
50. Council NR, Committee FP. Food chemicals codex. 7 ed. Twinbrook Parkway: National AcademiesUS Pharmacopeia Conv; 2010, 20.1700-1720.
51. Mahmoud M, Abdel-Mohsein H. Health risk assessment of heavy metals for Egyptian population via consumption of poultry edibles. Adv Anim Vet Sci. 2015;3(1):58-70.
52. Akan J, Abdulrahman F, Sodipo O, Chiroma Y. Distribution of heavy metals in the liver, kidney and meat of beef, mutton, caprine and chicken from Kasuwan Shanu market in Maiduguri Metropolis, Borno State, Nigeria. ResJ Appl Scie, Engineering and Technology. 2010;2(8):743-8.
53. Hussain RT. Assessment of heavy metals (Cd, Pb and Zn) contents in livers of chicken available in the local markets ofBasrah city, IRAQ. Basrah J Vet Res. 2012;11(1):43-51.
54. Lasky T, Sun W, Kadry A, Hoffman MK. Mean total arsenic concentrations in chicken 1989-2000 and estimated exposures for consumers of chicken. Envir Health Perspect. 2004;112(1):18-21.

55. Chowdhury MZA, Siddique ZA, Hossain SA, Kazi AI, Ahsan AA, Ahmed S, et al. Determination of essential and toxic metals in meats, meat products and eggs by spectrophotometric method. J Bangladesh Chem Soc. 2011;24(2):165-72.
56. Coogan TP, Latta DM, Snow ET, Costa M, Lawrence A. Toxicity and carcinogenicity of nickel compounds. Crit. Rev. Toxicol. 1989;19(4):341-84.
57. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants.57 Reoprt. Hong Kong:World Health Organization;2002, 25:110-171.
58. Rehman F, Rehman A, Ullah F. Comparative study of heavy metals in different parts of domestic and broiler chickens. Inter J Pharm Scie. 2013;23(2):151-4.
59. Korfali SI, Hamdan WA. Essentail and toxic metals in lebanese marketed canned food: impact of metal cans. J Food Res. 2013;2(1):19.
60. Ahmadi RA, Amani S. Synthesis, spectroscopy, thermalanalysis, magnetic properties and biological activity studies of Cu (II) and Co (II) complexes with Schiff base dye ligands. Molecules. 2012;17(6):6434-48.

Original Article

# Comparison of Heavy Metal Concentrations in Liver, Thigh, Breast and Gizzard Chicken Distributed in Shiraz, Iran: Risk Assessment

**Nejati R[1], Nematollahi A[1],Hasan Zadeh M[2],KhaniJeihooni A[3], Sayadi M[1*]**

1. Department of Food Safety and Hygiene, Faculty of Health, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Iran
2. Department of Analytical Chemistry, Faculty of Chemistry, Urmia University, Urmia, Iran
3. Department of Public Health, Faculty of Health, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Iran

Received: 08 Jul 2019 Accepted: 24 Dec 2019

## Abstract

**Background & Objective:** Today in the world, environmental pollution due to heavy metals, their accumulation in the food chain and their dietary exposure are considered as a serious danger. The purpose of this study was to measure the amount of nickel, arsenic, lead, zinc and cadmium in liver, thigh, breast and gizzard parts of chicken distributed in Shiraz.

**Materials & Methods:** In this cross-sectional study, ten different brands of liver, thigh, breast and gizzard of chicken in Shiraz were collected from local markets and transferred to the laboratory with the cooling system. The concentration of heavy metals was measured by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-OES).

**Results:** The mean concentrations of arsenic, cadmium, nickel, lead and zinc in liver tissues were 0.017, 0.061, 0.031, 0.057 and 15.15 µg/kg, in thigh muscles 5, 6, 28, 46 and 3310 µg/kg, in the breast muscles were 6, 8, 180, 50 and 4510 µg/kg and in the gizzard were 7, 29, 9, 19 and 12810 µg/kg, respectively. Heavy metals concentration was higher in liver tissue than other tissues.

**Conclusion:** The results indicated that the amount of heavy metals studied in chicken tissues are lower than world regulation standards. Also the results of risk assessment indicated that non-carcinogenic risk of these heavy metals due to chicken consumption is negligible while, the risk of carcinogenicity in the case of arsenic is higher compared to lead (relatively potential risk).

**Keywords:** Heavy metals, Chicken, Inductivelys coupled plasma atomic emission spectroscopy, Risk assessment

***Corresponding Author: Sayadi Mehran,** Department of Food Safety and Hygiene, Faculty of Health, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Iran
Email: mehransayadi62@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-7761-361X