ارزیابی سرب، آرسنیک و کادمیوم در گوشت طیور عرضه‌شده در شهرستان تهران

مهدی جعفری[۱]، ابراهیم رحیمی*[۲]

۱- کارشناسی ارشد، گروه بهداشت موادغذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

۲- استاد، گروه بهداشت موادغذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: ebrahimrahimi55@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۷/۳۰، پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۳

چکیده

گوشت طیور به‌عنوان منابع اصلی پروتئین‌های حیوانی، اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی و ویتامین‌ها در نظر گرفته می‌شوند، با این حال آلودگی گوشت طیور به فلزات سنگین می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری به مصرف‌کنندگان وارد کند. در همین راستا هدف از مطالعه حاضر ارزیابی سرب، آرسنیک و کادمیوم در گوشت طیور عرضه شده در شهرستان تهران می‌باشد. تعداد ۴۵ نمونه گوشت سینه شامل ۱۵ نمونه گوشت مرغ، ۱۵ نمونه گوشت بوقلمون و ۱۵ نمونه گوشت بلدرچین به صورت تصادفی ساده از مراکز عرضه این محصول در شهرستان تهران نمونه‌گیری و پس از انتقال به آزمایشگاه توسط دستگاه جذب اتمی میزان فلزات سنگین آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میانگین فلزات سنگین در ۱۵ نمونه گوشت بلدرچین برای کادمیوم ۰۰/۰۴، آرسنیک ۰۰/۰۷ و سرب ۰/۱۰۸، در گوشت مرغ برای کادمیوم ۰۰/۷۴۸، آرسنیک ۰۰/۴۳و سرب ۰/۷۱۷ در گوشت بوقلمون برای کادمیوم ۰۰/۵۶۹، آرسنیک ۰۰/۰۸ و سرب ۱/۱۸۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. آنالیزهای آماری نشان داد که بین میزان فلزات سنگین با نوع ماده غذایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p<0/05$). نتایج نشان داد غلظت فلزات سنگین در تمام نمونه‌ها از استاندارد ملی فراتر بود و لذا می‌تواند سبب مخاطراتی برای مصرف‌کنندگان شود.

واژه‌های کلیدی: سرب، کادمیوم، آرسنیک، موادغذایی، گوشت

مقدمه

امنیت غذایی در سطوح فردی، خانگی، ملی، منطقه‌ای و جهانی زمانی حاصل می‌شود که همه مردم در همه زمان‌ها به موادغذایی کافی، ایمن و مغذی دسترسی فیزیکی و اقتصادی داشته باشند تا نیازها و احتیاجات غذایی خود را برای یک زندگی فعال و سالم برآورده کنند (۱). علیرغم وجود اختلاف‌نظر در مورد مفهوم امنیت غذایی، هر عنصر غیرضروری در غذا باید در غلظت‌هایی وجود داشته باشد که خطری برای سلامتی انسان نداشته باشد. در واقع، ایمنی غذا یکی از ابعاد پنج‌گانه امنیت غذایی است که هنوز فاقد مجموعه‌ای از شاخص‌های مناسب برای ارزیابی است (۲) برخی از عناصر کمیاب (TEs) برای عملکردهای حیاتی انسان ضروری هستند، درحالی‌که برخی دیگر عملکرد بیولوژیکی مفیدی ندارند و ممکن است در صورت وجود در غلظت‌های بالا در غذا و محیط، برای سلامت انسان مضر باشند. مصرف غذا منبع اصلی قرار گرفتن انسان در معرض TE های غیرضروری مانند آرسنیک (As)، سرب (Pb) و کادمیوم (Cd) است که به آن‌ها فلزات سنگین می‌گویند (۳).آرسنیک، سرب و کادمیوم دارای اثرات سمی زیادی در انسان هستند و به ترتیب در رتبه‌های اول، دوم و هفتم در فهرست اولویت‌بندی مواد خطرناک که توسط آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات‌متحده (USEPA) تهیه شده است، قرار دارند. افراد در معرض آرسنیک ممکن است دچار ضایعات پوستی، نوروپاتی، بیماری‌های گوارشی، بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان و سایر بیماری‌ها شوند. قرار گرفتن طولانی‌مدت با آرسنیک سبب کم‌خونی حاد می‌شود (۴، ۵).

قرار گرفتن در معرض سرب ممکن است باعث تغییراتی در سیستم عصبی شود که منجر به از دست دادن عملکرد عصبی می‌شود. درگیری بدن با سرب باعث از دست دادن حالت عملکرد طبیعی چندین سیستم سیگنالینگ سلولی می‌شود. اندام‌های هدف اولیه کلیه‌ها، خون و سیستم عصبی هستند. سقط‌جنین، ناباروری مردان، عوارض و مرگ‌ومیر نوزادان همگی از عوارض جانبی احتمالی با سرب هستند. اختلال عملکرد سیستم ایمنی نیز ممکن است درنتیجه علائم مفصلی نقرس و همچنین فیبروز قلب و میوکاردیت ظاهر شود (۵, ۶). مصرف زیاد کادمیوم از طریق غذا یا آب آلوده به کادمیوم می‌تواند باعث تحریک معده و درنتیجه استفراغ و اسهال شود، درحالی‌که مصرف طولانی‌مدت سطوح کم کادمیوم می‌تواند باعث بیماری کلیوی و شکنندگی استخوان شود. (۷).تعداد سایت‌های آلوده در اتحادیه اروپا و مناطقی که تحت تأثیر انواع مختلف آلودگی قرار گرفته‌اند، که اصلاح آن سالانه ۱۷/۳ میلیارد یورو هزینه خواهد داشت، که نشان‌دهنده گستردگی این مشکل در این قاره است (۸). طیور از طریق جیره آلوده، آب آشامیدنی و بستر نامناسب در معرض مجموعه عظیمی از فلزات قرار می‌گیرند که می‌تواند ایمنی محصولات غذایی آن‌ها را کاهش دهد (۹). بیشتر مصرف روزانه انسان از TEهای غیرضروری به دلیل مصرف سبزیجات، غلات، استفاده از منابع آب و استفاده از منابع ناایمن غذایی است. محصولاتی مانند ذرت، گندم و سویا به‌طور گسترده در غذا و خوراک استفاده می‌شود. این محصولات اساس رژیم غذایی انسان در بسیاری از کشورها هستند و می‌توانند منبع مهم آلودگی TEهای غیرضروری در رژیم غذایی انسان و حیوان باشند. این امر به‌ویژه در مورد برنج صادق است، محصولی که ظرفیت بالایی برای جذب As و Cd دارد که درنهایت تمام موادغذایی ذکر شده جزو نهاده‌های دام و طیور بوده و به مصرف مستقیم پرندگان و حیوانات گوشتی می‌رسد (۱۰، ۱۱). طی ۱۵ سال گذشته، پرورش طیور به گسترده‌ترین شاخه درحال‌توسعه دامپروری تبدیل شده است. یکی از باارزش‌ترین موادغذایی موردنیاز انسان گوشت مرغ است که مصرف آن در بین سایر موادغذایی به دلیل در دسترس بودن برای تمام اقشار جامعه و رشد افسارگسیخته مرغداری‌های گوشتی، بالاتر است. علی‌رغم دارا بودن اکثر مواد مغذی موردنیاز بدن، آلودگی این ماده غذایی به فلزات سنگین دور از ذهن نخواهد بود. از مزایای گوشت مرغ نسبت به سایر گوشت‌ها این است که گوشت مرغ ازنظر ترکیب پروتئین و تناسب و تعادل اسیدهای آمینه ضروری کمبودی نسبت به گوشت‌های قرمز مانند گوشت گاو و گوسفند و خوک ندارد، با این تفاوت که میزان کلسترول آن کمتر بوده و هضم آن برای بدن راحت‌تر از سایر گوشت‌ها می‌باشد. بعلاوه طعم و مزه گوشت مرغ نیز مناسب‌تر از سایر گوشت‌ها است ازنظر اقتصادی و سهولت تهیه نیز نگهداری و پرورش طیور برای تولید گوشت بخصوص در شرایط خاص کشورها قابل توصیه می‌باشد (۱۲). در همین راستا هدف از مطالعه حاضر ارزیابی سرب، آرسنیک و کادمیوم در گوشت طیور عرضه شده در شهرستان تهران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌گیری و جمع‌آوری

ابتدا تعداد ۴۵ نمونه گوشت شامل ۱۵ نمونه گوشت مرغ، ۱۵ نمونه گوشت بوقلمون و ۱۵ نمونه گوشت بلدرچین از مراکز عرضه این محصولات در شهرستان تهران به صورت تصادفی ساده جمع‌آوری شد. نمونه‌ها فقط شامل قسمت سینه بود. تعداد مراکز نمونه‌گیری ۵ مرکز در منطقه ۱۲ تهران بود. هر نمونه در کیسه پلی‌اتیلن به صورت جداگانه نمونه‌گیری و تا زمان انجام آزمایش، جهت حفظ کیفیت بافت و شرایط بهداشتی در دمای ۱۸- سانتی‌گراد نگهداری و سپس به آزمایشگاه بهداشت موادغذایی دانشگاه آزاد شهرکرد انتقال داده شد.

اندازه‌گیری فلزات سنگین (کادمیوم، سرب و آرسنیک)

غلظت فلزات کادمیوم، آرسنیک و سرب بر اساس وزن مرطوب تعیین شد. برای هضم نمونه‌های بافتی، ۲۰۰ گرم نمونه مورد آزمایش با حجم مساوی از اسید نیتریک ۶۵ درصد و هیدروژن پراکسید ۳۵ درصد مخلوط و به مدت ۴

ساعت در دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس انکوبه شد. هدف از انجام این کار حل کردن تمام نمونه‌ها به صورت کامل بود. پس از سردسازی، محلول از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ عبور داده شد. سپس محلول فیلتر شده با ۱۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر استریل رقیق شد. سنجش کادمیوم، آرسنیک و سرب در نمونه‌های مورد آزمایش با دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی انجام شد. محلول استاندارد از شرکت سیگما به میزان ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه شد. برای اندازه‌گیری حد تشخیص دستگاه، از استانداردهای مختلف سرب، کادمیوم و آرسنیک در حد ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ پیکوگرم استفاده شد. هر استاندارد در ۳ نوبت به دستگاه تزریق شد. درنهایت حد تشخیص دستگاه برای فلز سرب و آرسنیک برابر با ۴ و ۶ پیکوگرم و برای فلز کادمیوم برابر ۵/۰ پیکوگرم به دست آمد (۱۳).

آنالیز آماری

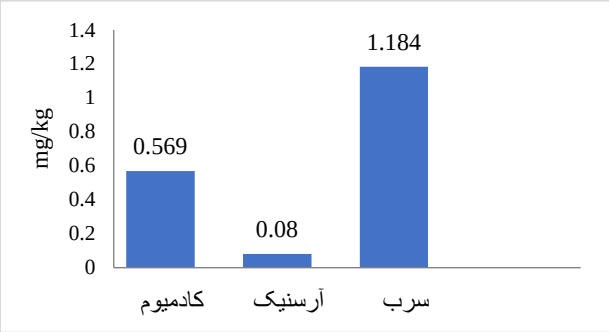
میانگین غلظت فلزات مورد بررسی در گوشت‌های مختلف با نرم‌افزار آماری(SPSS 16.0 (Chicago, IL و با روش آنالیز واریانس یک‌طرفه داده‌ها (One away ANOVA) مورد بررسی قرار گرفت. در صورت وجود اختلاف آماری، میزان اختلاف با آزمون توکی در سطح اطمینان P<۰/۰۵ مشخص شد.

نتایج

مطابق نتایج ارائه شده در جدول (۱)، میانگین فلزات سنگین در ۱۵ نمونه گوشت بوقلمون برای کادمیوم ۰۰/۵۶۹، آرسنیک ۰۰/۰۸ و سرب ۱/۱۸۴ می‌باشد. آنالیزهای آماری نشان داد که بین میزان فلزات سنگین اختلاف معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۰۱).

جدول ۱- میانگین غلظت کادمیوم، آرسنیک و سرب در نمونه‌های گوشت بوقلمون (میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg))

فلزات سنگین	میانگین	کمینه	پیشینه	SEM	P-value
کادمیوم	۰۰/۵۶۹[a]	۰/۱۲	۱/۳۰	۰۰/۰۵	۰/۱۲۱
آرسنیک	۰۰/۰۸[b]	۰۰/۰۴	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۵
سرب	۱/۱۸۴[a]	۰/۷	۲/۱۲	۰/۱۶	۰/۸۲۶



نمودار ۱- میانگین غلظت کادمیوم، آرسنیک و سرب در نمونه‌های گوشت بوقلمون (میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg))

طبق آنالیزهای انجام شده در جدول (۲)، میانگین فلزات سنگین در ۱۵ نمونه گوشت مرغ برای کادمیوم ۰۰/۷۴۸، آرسنیک ۰۰/۴۳و سرب ۰/۷۱۷ می‌باشد. آنالیزهای آماری نشان داد که بین میزان فلزات سنگین اختلاف معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۰۱).

جدول (۲). میانگین غلظت کادمیوم، آرسنیک و سرب در نمونه‌های گوشت مرغ (میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg))

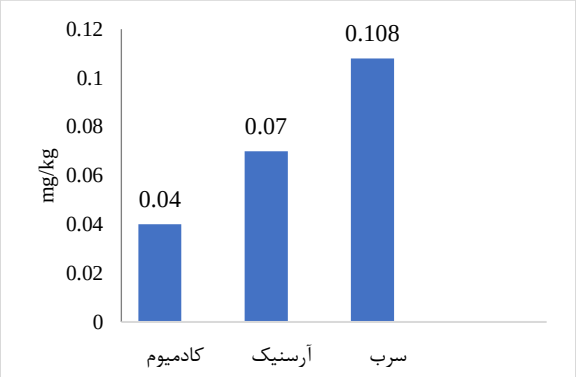
فلزات سنگین	میانگین	کمینه	پیشینه	SEM	P-value
کادمیوم	۰۰/۷۴۸[a]	۰۰/۱۷	۱/۷۰	۰/۹	۰/۰۸۸
آرسنیک	۰۰/۴۳[b]	۰۰/۰۴	۱/۰۱	/۱	۰/۰۲۹
سرب	۰/۷۱۷[a]	۰/۴	۲/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۹۱

نمودار ۲- میانگین غلظت کادمیوم، آرسنیک و سرب در نمونه‌های گوشت مرغ (میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg))

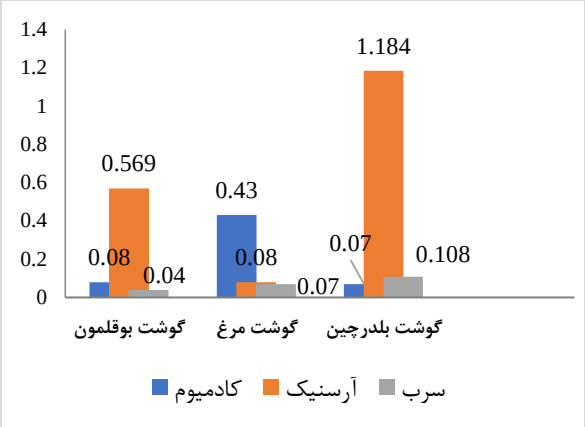
نتایج جدول (۳)، نشان داد که میانگین فلزات سنگین در ۱۵ نمونه گوشت بلدرچین برای کادمیوم ۰۰/۰۴، آرسنیک ۰۰/۰۷ و سرب ۰/۱۰۸ می‌باشد. آنالیزهای آماری نشان داد که بین میزان فلزات سنگین اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p<0/001$).

جدول ۳- میانگین غلظت کادمیوم، آرسنیک و سرب در نمونه‌های گوشت بلدرچین (میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg))

فلزات سنگین	میانگین	کمینه	بیشینه	SEM	P-value
کادمیوم	۰۰/۰۴[a]	/۰۲	۱/۲۱	۰/۹	۰/۰۰۷
آرسنیک	۰۰/۰۷[a]	۰/۰۶	۱/۱۱	/۱	۰/۰۱۴
سرب	۰/۱۰۸[b]	۰/۱	۰/۵۱۲	۰/۱۱	۰/۰۱۲



نمودار ۳- میانگین غلظت کادمیوم، آرسنیک و سرب در نمونه‌های گوشت مرغ (میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg))



نمودار ۴- میانگین غلظت کادمیوم، آرسنیک و سرب در نمونه‌های گوشت بوقلمون، مرغ و بلدرچین (میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg))

جدول (۴). میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های گوشت طیور بر حسب استانداردهای جهانی (میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg))

استاندارد/ کشور	سرب	کادمیوم	آرسنیک	منبع
استرالیا و نیوزیلند ۲۰۱۵	۰/۵ تا ۰/۱	–	–	(۱۴)
کدکس ۲۰۰۹	۰/۵	–	–	(۱۴, ۱۵)
هندوستان ۲۰۱۷	۰/۵ تا ۰/۱	۰/۵	–	(۱۴, ۱۶)
اروپا ۲۰۰۶	۰/۵ تا ۰/۱	۰/۵	۰/۱	(۱۴, ۱۷)
ایمنی و استاندارد غذایی هند ۲۰۱۱	۰/۵ تا ۰/۱	۰/۵ تا ۰/۱		(۱۴, ۱۸)
استاندارد ایرلند ۲۰۰۹	۰/۵ تا ۰/۱	–	–	(۱۴, ۱۹)
سازمان بهداشت جهانی ۲۰۰۲	۰/۱	۰/۵	–	(۱۴, ۲۰)
JFCA	۰/۱	۰/۱	۰/۱	(۱۴, ۲۱)

بحث

فلزات سنگین از طریق مصرف بالای سوخت‌های فسیلی همچون زغال‌سنگ، فعالیت کارخانجات ذوب فلزات و سایر کارخانجات وارد هوا و محیط اطراف می‌شوند. ازنظر زیست‌محیطی، فرآیندهای طبیعی می‌توانند در آلوده شدن جانوران به فلزات سنگین تأثیرگذار باشند، به‌عنوان‌مثال همواره بخشی از آرسنیک موجود در پوسته زمین همراه با آب باران شسته شده و وارد ذخایر آب‌های زیرزمینی می‌شود. وقتی یکی از فلزات سنگین وارد بخش آلی طبیعت می‌شود، برای مدت‌های طولانی در این بخش باقی‌مانده و شانس زیادی برای ورود به بدن انسان و دام دارد. کادمیوم در خاک و آب پراکنده می‌شود، جایی که در گونه‌های زیستی از طریق زنجیره‌های غذایی تجمع می‌یابد و تهدیدی برای سلامت طیور است. کادمیوم می‌تواند به مقدار کمی از طریق غذا و آب آشامیدنی وارد بدن طیور شود (۲۲). مصرف کادمیوم با سرعت بالا منجر به کاهش تولید تخم‌مرغ درنتیجه آسیب هیستوپاتولوژیک، کاهش مصرف خوراک و افزایش حساسیت به استرس می‌شود. علاوه بر این، جذب کادمیوم در دستگاه گوارش کمبود مواد معدنی مانند آهن و کلسیم را که معمولاً از طریق رژیم غذایی به دست می‌آیند، افزایش می‌دهد. قرار گرفتن در معرض کادمیوم ممکن است غلظت پروتئین موردنیاز برای جذب و انتقال را کاهش دهد و درنتیجه فعالیت دفعی در مجرای تخمک را در طیور کاهش دهد (۲۳-۲۵). سرب و کادمیوم به ترتیب در رتبه-های دوم و هفتم از بین ۲۷۵ ماده خطرناک محیط‌زیست برای انسان قرار گرفتند. قرار گرفتن حیوانات در معرض این فلزات سمی عمدتاً از طریق رژیم غذایی انجام می‌شود. علاوه بر این، تجمع مقادیر ناچیز در طول یک دوره طولانی در انسان نگرانی خاصی را برای کودکان ایجاد می‌کند که ممکن است در معرض اثرات نوروتوکسیک یا رشد عصبی غیرطبیعی در مصرف طولانی‌مدت سرب قرار گیرند (۲۶). مطابق استاندارد ایران پیشینه رواداری فلزات سنگین در گوشت ماکیان برای سرب حداکثر ۰/۱، کادمیوم و آرسنیک منفی (صفر) می‌باشد؛ لذا با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر مشخص شد در تمامی نمونه‌ها میانگین آلودگی کادمیوم و آرسنیک فراتر از استاندارد ایران است. همچنین نتایج نشان داد که میزان سرب در گوشت بوقلمون، مرغ و بلدرچین (۱/۱۸۴، ۰/۷۱۷ و ۰/۱۰۸) نیز در تمامی نمونه‌ها فراتر از استاندارد ملی ایران بود. همچنین در این مطالعه میزان آلودگی به سرب، کادمیوم و آرسنیک از استانداردهای بین‌المللی فراتر بود.مطالعه آهنگران و دستگردی در سال ۱۳۹۸ بر روی سنجش برخی فلزات سنگین در گوشت مرغ عرضه شده در استان اصفهان دریافتند که میانگین غلظت کادمیوم در نمونه‌های گوشت ران ۰/۰۵۵، سینه ۰/۰۴۸، کبد ۰۰/۰۷۴ و قلب ۰۰/۰۱۲ میلی‌گرم در هر کیلوگرم بوده است. آن‌ها گزارش دادند که میزان کادمیوم و روی در همه نمونه‌های مورد آزمایش کمتر از حد مجاز بین‌المللی بوده است (۲۷)، که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت ندارد. در این مطالعه میانگین میزان آلودگی به کادمیوم در گوشت سینه مرغ ۰۰/۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که فراتر از حد مجاز استاندارد بود. سینکاکریمی و همکاران در سال ۱۳۹۵ در تحقیقی بر روی ارزیابی فلزات سنگین در گوشت مرغ توزیع شده در شهر سنندج و محاسبه ریسک مصرف غذایی گزارش دادند که مطالعه از نوع مقطعی (توصیفی-تحلیلی) بوده است، به‌طوری‌که ۲۰ نمونه از هر یک از بافت‌های جگر، ران و سینه مرغ‌های سطح شهر سنندج جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده با روش هضم اسیدی آماده و توسط دستگاه جذب اتمی قرائت گردید. نتایج آن‌ها نشان داد که به ترتیب بافت‌های جگر و سینه مرغ‌های مورد مطالعه بیشترین و کم‌ترین میزان تجمع فلزات روی، سرب و کادمیوم را داشتند. میزان سرب و کادمیوم در مطالعه نامبرده به ترتیب ۰۰۰۷/ و ۰/۱۶۲ بود. در بین فلزات مورد مطالعه، فلز روی و سرب به ترتیب بیشترین و کمترین میزان تجمع را داشتند. میزان جذب روزانه و هفتگی از فلزات سنگین در بافت‌های خوراکی نشان داد که میزان اندازه‌گیری شده جذب فلزات پایین‌تر از حداکثر میزان قابل‌قبول ارائه شده توسط کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و فائو بوده است (۲۸)، بنابراین با مطالعه نامبرده مطابقتی ندارد. میزان سرب و کادمیوم در گوشت سینه مرغ در مطالعه حاضر به ترتیب ۰/۷۱۷ و ۰/۴۳ بود. Okoye و همکاران (۲۰۱۱) در یک

تحقیق بر روی ارزیابی فلزات سنگین در گوشت مرغ گزارش دادند که نمونه‌های کبد، سنگدان، ماهیچه‌ها و همچنین خوراک طیور برای آنالیز فلزات سنگین به روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی تهیه شد. غلظت فلزات سنگین به ترتیب در محدوده ۱/۷۸ تا ۱۵/۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای کادمیوم، ۹/۷ تا ۱۴۷/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای سرب، ۱۵/۸۲ تا ۴۷/۷۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای مس و ۰۰/۰۳ تا ۲/۲۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای روی را گزارش دادند. غلظت بالای فلزات به‌دست‌آمده سطح بالایی از آلودگی محیط را نشان می‌دهد (۲۹)، که با نتایج مطالعه حاضر مطابقتی ندارد. مطالعه Chen و همکاران در سال ۲۰۱۲ بر روی عناصر کمیاب و فلزات سنگین در گوشت طیور و دام در تایوان انجام دادند. آن‌ها نمونه‌ها را از بازارهای تایوان جمع‌آوری کردند و شامل گوشت گاو (۲۰)، گوشت گوسفند (۲۰)، گوشت خوک (۳۰)، مرغ (۳۰)، اردک (۱۰) و غاز (۱۰) بود. میانگین غلظت Mn، Co، As، Se، Mo، Cd، Sb و Pb در گوشت نمونه‌ها ۰/۱۰۶ تا ۰/۳۶۵ µg/g،۰/۰۳۳ تا ۰/۰۰۲ µg/g، ۰/۰۳۵ تا ۰/۰۰۵ µg/g، ۰/۳۴۹ تا ۰/۱۰۸ µg/g، ۰/۱۴۰ تا ۰/۰۲۹ µg/g، ۰/۰۰۲ > ۰/۰۰۲ µg/g، بودند. غلظت آرسنیک در هر دو گوشت خوک و مرغ بیشتر از سایر گوشت‌ها بود. غلظت سرب در اردک بیشتر بود. ارزیابی خطر از این داده‌ها نشان‌دهنده آسیب برای سلامت عمومی نیست (۳۰). در مطالعه حاضر غلظت سرب فراتر از استاندارد بود و همچنین، بیشترین میزان آلودگی در بین فلزات سنگین مربوط به گوشت بوقلمون به سرب بود که با نتایج تحقیق نامبرده تا حدودی مطابقت دارد.مطالعه Imran و همکاران در سال ۲۰۱۵ بر روی برآورد غلظت فلزات سنگین در گوشت طیور در حال تولید در شهرستان کسور، پاکستان دریافتند که نمونه‌های گوشتی مختلف که شامل ۱۱ نمونه قلب مرغ، ۶ نمونه کلیه مرغ و ۱۲ نمونه بافت ساق پا، بافت بال، استخوان ساق پا، استخوان بال، ستون فقرات، قفسه سینه و استخوان گردن بود و هر کدام از شهرستان کسور که به احتمال آلودگی داده شد، جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد که در مقایسه با استانداردهای مرجع تعیین شده توسط WHO و اتحادیه اروپا، کادمیوم و سرب در تمام نمونه‌های گوشت، جگر و استخوان مرغ از استانداردهای مرجع فراتر رفتند. سرب و جیوه نیز از حد تعیین شده توسط Anzfa (Australia New Zealand Food Authority اداره غذای استرالیا نیوزیلند) فراتر رفتند. تمامی نمونه‌های گوشت زیر حد مجاز تعیین شده برای آرسنیک، مس و روی توسط ANZFA و کروم تعیین شده توسط اتحادیه اروپا بودند. منگنز از حد مجاز تعیین شده توسط WHO فقط در استخوان بال و ستون فقرات فراتر رفت، درحالی‌که نیکل در تمام قسمت‌های مرغ بیش‌ازحد قابل‌تحمل تعیین شده توسط WHO بود (۳۱). درحالی‌که در این مطالعه میزان کادمیوم، سرب و آرسنیک فراتر از استاندارد ملی ایران بود، بنابراین بین این تحقیق با مطالعه نامبرده ارتباطی وجود ندارد.گزارش Wegbue و همکاران بر روی غلظت آهن (Fe)، مس، روی، نیکل (Ni)، منگنز (Mn)، کادمیوم (Cd)، سرب (Pb) و کروم (Cr) در گوشت مرغ، سنگدان مرغ و بوقلمون و سایر گوشت‌های مصرف شده در جنوب نیجریه پس از هضم اسید نیتریک / اسید پرکلریک با استفاده از اسپکتروفتومتری جذب اتمی کوره گرافیت تعیین شد. ترتیب عناصر موجود در گوشت مرغ، سنگدان مرغ و گوشت بوقلمون به صورت زیر بود: Fe>Zn>Ni>Cu>Cr>Pb>Cd>Mn. به این ترتیب محدوده غلظت عناصر: Fe ۹۲/۷۹-۲۳/۵۹ mg.kg-1، ۴۸/۲۳-۴/۹۵ mg.kg-1 روی، Cu ۵/۱۵-۰/۰۱ mg.kg-1، ۷/۹۳- ۰/۱۳ mg.kg-1 Ni و برای سرب (Pb) ۱/۳۷ تا ۰/۰۱ و برای کادمیوم ۴/۶۰ تا ۰/۰۱ بود. غلظت آهن، منگنز، مس، روی کمتر از حد مجاز و غلظت کادمیوم، نیکل، کروم و سرب در برخی از نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز بود (۳۲). که تا حدودی با مطالعه حاضر مطابقت دارد. در این تحقیق میزان آلودگی به سرب، کادمیوم و آرسنیک در تمامی نمونه‌ها بالاتر از استاندارد ایران بود .در مطالعه‌ای که توسط Hang و همکاران در خصوص توزیع و ارزیابی ایمنی فلزات سنگین در گوشت تازه از ژجیانگ، چین در سال ۲۰۲۱انجام گرفت به این صورت گزارش دادند که: سطوح As، Cd، Cr، Cu، Hg، Ni و Pb را در ۱۰۶۶ نمونه گوشت تازه شامل گوشت خوک، گوشت گاو، گوسفند، مرغ و اردک از استان ژجیانگ، جنوب شرقی چین، تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. میانگین سطوح As، Cd، Cr، Cu، Hg، Ni و Pb به ترتیب ۰/۰۱۸،

۰/۰۰۲، ۰/۶۱۰، ۰/۸۰۱، ۰/۰۰۳۸، ۰/۰۵۵ و ۰/۰۲۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. آن‌ها گزارش دادند که همبستگی مثبت و معناداری بین کادمیوم، جیوه و سرب (P<۰/۰۵) و همبستگی منفی برای Cu-Pb یا Cu-Cd (P<۰/۰۵) وجود دارد (۳۳)، که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. در تحقیق حاضر میزان کادمیوم در گوشت بوقلمون ۰/۰۸، گوشت مرغ ۰/۴۳ و در گوشت بلدرچین ۰/۰۷ بود.مطالعه Kim و همکاران (۲۰۱۸)، بر روی ارزیابی آلودگی آرسنیک، کادمیوم، سرب و جیوه در گوشت قرمز، مرغ و ماهی نشان دادند که میزان آلودگی به فلزات سنگین در گوشت مرغ برای سرب، کادمیوم و آرسنیک به ترتیب ۰/۰۱۹، ۰/۰۱۵ و ۰/۰۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (۳۴)، که بسیار پایین‌تر از مطالعه حاضر است. در مطالعه‌ای بر روی ارزیابی غلظت سرب، کادمیوم، و جیوه در قسمت‌های خوراکی جوجه‌های گوشتی در هند که توسط Mathayian و همکاران (۲۰۲۱) انجام شد، که در آن میانگین آلودگی از مجموع ۷۸ نمونه برای سرب ۱/۲۹، کادمیوم ۰/۰۱۹۱ و آرسنیک ۰/۰۵۸۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (۱۴)، که پایین‌تر از نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر می‌باشد.تحقیقی توسط Pappuswamy و همکاران در شمال هندوستان بر روی آلودگی به فلزات سنگین در گوشت طیور عرضه شده انجام گرفت که گزارش دادند میزان آلودگی در گوشت مرغ در خصوص سرب ۶/۴۲، و کادمیوم ۰/۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (۳۵)، که در خصوص میزان سرب آلودگی بسیار بالا و برای کادمیوم آلودگی قابل‌قبولی گزارش دادند. که متفاوت‌تر از نتایج مطالعه حاضر است. در مطالعه Naseri و همکاران (۲۰۲۱)، بر روی آلودگی گوشت مرغ به فلزات سنگین دریافتند که میانگین آلودگی برای سرب ۰/۰۹۱ و کادمیوم ۰/۰۰۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (۳۶).

نتیجه‌گیری

بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، ۲۵ درصد از بیماری‌هایی که برای انسان ایجاد می‌شود از طریق قرار گرفتن طولانی‌مدت در معرض آلودگی‌های محیطی است.تولید بیش‌ازحد فلزات سنگین منجر به استرس اکسیداتیو در طیور می‌شود. درنتیجه تجمع فلزات سنگین، تغییرات ناخالص و هیستوپاتولوژیک رخ می‌دهد که منجر به رشد ضعیف و تولید اندام‌های متعدد در طیور می‌شود. در پایان، وجود بقایای مواد سمی در موادغذایی یک مشکل بزرگ برای بهداشت موادغذایی است، زیرا این مواد می‌توانند وضعیت سلامت مصرف‌کنندگان در سنین مختلف را تغییر دهند. فلزات سنگین مانند کادمیوم (Cd)، کروم (Cr)، آرسنیک (As)، نیکل (Ni)، جیوه (Hg) و سرب (Pb)، گروهی از ترکیبات بالقوه سمی (PTC) هستند که در مواردی نگران‌کننده هستند. رسیدگی به کیفیت خوراک دام عرضه محصولات خوراکی ایمن به حیوانات نه‌تنها برای حفظ سلامت و رفاه حیوانات بلکه برای کاهش قرار گرفتن انسان در معرض فلزات سنگین و آلاینده‌های آلی بسیار مهم است. بنابراین، برای بهبود کیفیت محصولات طیور برای مصرف انسانی، قوانین مناسب برای نظارت بر کیفیت محصولات طیور، و همچنین خوراک/غذا و بستر جوجه‌ها موردنیاز است.نتایج مطالعاتی که تاکنون در ایران در خصوص آلودگی فلزات سنگین در گوشت طیور انجام شده است بیانگر آلودگی قابل‌قبول و نه‌چندان زیاد است. آگاهی از منشأ و منبع آلودگی در این نوع موادغذایی می‌توان کمک بسیاری به پیشگیری از ورود فلزات سنگین شود. این مطالعه نشان داد که میزان فلزات سنگین موجود در نمونه‌ها فراتر از استاندارد ملی است و لذا تهدید برای سلامت انسان می‌باشد که در همین راستا مسئولان و دستگاه‌های ذیربط برای ورود به این مسئله باید بیش از پیش اهتمام بورزند. همچنین با توجه به بررسی‌های اندک در این زمینه لزوم مطالعات بیشتر ضروری به نظر می‌رسد. نظارت بر بررسی موادغذایی و جیره مصرفی دام و طیور که عمدتاً وارداتی هستند به کاهش چشمگیر آلودگی فلزات سنگین کمک شایانی می‌کند.

References

1. Pinstrup-Andersen P. Food security: definition and measurement. Food security. 2009;1(1):5-7.
2. Coates J. Build it back better: Deconstructing food security for improved

11. Corguinha APB, de Souza GA, Gonçalves VC, de Andrade Carvalho C, de Lima WEA, Martins FAD, et al. Assessing arsenic, cadmium, and lead contents in major crops in Brazil for food safety purposes. Journal of food composition and analysis. 2015;37:143-50.
12. Selle PH, de Paula Dorigam JC, Lemme A, Chrystal PV, Liu SY. Synthetic and crystalline amino acids: alternatives to soybean meal in chicken-meat production. Animals. 2020;10(4):729.
13. Khodabakhshi A, Sedehi M, Shakeri K. Investigation of heavy metals in edible mushrooms consumed in Shahrekord. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences. 2016;18(1):54-62.
14. Mathaiyan M, Natarajan A, Rajarathinam X, Rajeshkumar S. Assessment of Pb, Cd, As and Hg concentration in edible parts of broiler in major metropolitan cities of Tamil Nadu, India. Toxicology Reports. 2021;8:668-75.
15. Malomo GA, Ihegwuagu NE. Some aspects of animal feed sampling and analysis. Ideas and applications toward sample preparation for food and beverage analysis. 2017;77.
16. Moudgil P, Bedi J, Moudgil AD, Gill J, Aulakh R. Emerging issue of antibiotic resistance from food producing animals in India: Perspective and legal framework. Food reviews international. 2018;34(5):447-62.
17. Cheli F, Battaglia D, Gallo R, Dell'Orto V. EU legislation on cereal safety: An update with a focus on mycotoxins. Food Control. 2014;37:315-25.
18. FSSAI I. Food Safety and Standards (Contaminants, Toxins and residues) Regulations, 2011. Ministry of health and family Welfare, India. 2011:2.
19. Milićević DR, Škrinjar M, Baltić T. Real and perceived risks for mycotoxin contamination in foods and feeds: measurement and action. Global Food Security. 2013;2(3):188-94.
3. Schulin R, Johnson A, Frossard E. Trace Element-Deficient Soils. Trace elements in soils. 2010:175-97.
4. Darwish WS, Chiba H, Elhelaly AE, Hui S-P. Estimation of cadmium content in Egyptian foodstuffs: health risk assessment, biological responses of human HepG2 cells to food-relevant concentrations of cadmium, and protection trials using rosmarinic and ascorbic acids. Environmental Science and Pollution Research. 2019;26:15443-57.
5. Darwish W, Elsawey AA. An overview on the contamination of poultry meat with heavy metals: A Review. Journal of Advanced Veterinary Research. 2023;13(7):1469-73.
6. Darwish WS, Ikenaka Y, Nakayama SM, Mizukawa H, Ishizuka M. Constitutive effects of Lead on aryl hydrocarbon receptor gene battery and protection by β-carotene and ascorbic acid in human HepG2 cells. Journal of food science. 2016;81(1):T275-T81.
7. Atsdr T. Atsdr (Agency for toxic substances and disease registry). Prepared by clement international corp, under contract. 2000;205:88-0608.
8. Tóth G, Hermann T, Da Silva MR, Montanarella L. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety. Environment international. 2016;88:299-309.
9. Kamaly HF, Sharkawy AA. Health risk assessment of metals in chicken meat and liver in Egypt. Environmental Monitoring and Assessment. 2023;195(7):802.
10. Peralta-Videa JR, Lopez ML, Narayan M, Saupe G, Gardea-Torresdey J. The biochemistry of environmental heavy metal uptake by plants: implications for the food chain. The international journal of biochemistry & cell biology. 2009;41(8-9):1665-77.

Sanandaj, Iran, and calculating the food consumption risk. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2017;26(146):128-38.
29. Okoye C, Aneke A, Ibeto C, Ihedioha I. Heavy metals analysis of local and exotic poultry meat. 2011.
30. Chen S-S, Lin Y-W, Kao Y-M, Shih Y-C. Trace elements and heavy metals in poultry and livestock meat in Taiwan. Food Additives & Contaminants: Part B. 2013;6(4):231-6.
31. Imran R, Hamid A, Amjad R. Estimation of the heavy metal concentration in the poultry meat being produced in Kasur. J Bio and Env Sci. 2015;7(4):62-75.
32. Iwegbue C, Nwajei G, Iyoha E. Heavy metal residues of chicken meat and gizzard and turkey meat consumed in southern Nigeria. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine. 2008;11(4):275-80.
32. Han JL, Pan XD, Chen Q. Distribution and safety assessment of heavy metals in fresh meat from Zhejiang, China. Scientific Reports. 2022;12(1):3241.
33. Kim H-T, Loftus JP, Mann S, Wakshlag JJ. Evaluation of arsenic, cadmium, lead and mercury contamination in over-the-counter available dry dog foods with different animal ingredients (red meat, poultry, and fish). Frontiers in veterinary science. 2018;5:264.
34. Pappuswamy M, Meyyazhagan A, Balasubramanian B, Bhotla HK, Pushparaj K, Easwaran M, et al. Carcinogens in food: evaluating the presence of cadmium, lead, in poultry meat in south India. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention: APJCP. 2021;22(11):3507.
35. Naseri K, Salmani F, Zeinali M, Zeinali T. Health risk assessment of Cd, Cr, Cu, Ni and Pb in the muscle, liver and gizzard of hen's marketed in East of Iran. Toxicology reports. 2021;8:53-9.
challenges for food safety control. Toxins. 2010;2(4):572-92.
20. Commission CA. Schedule 1 of the proposed draft codex general standard for contaminants and toxins in food. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Food Additives and Contaminants, Thirty-fifth Session, Arusha, Tanzania. 2003.
21. Joint F, Commission FWCA. General standard for contaminants and toxins in foods.
22. Zakanova A, Yerzhanov N, Litvinov Y. The impact of industrial pollution on the populations of small mammals in Northern Kazakhstan. Environmental Science and Pollution Research. 2023;30(17):49980-9.١
23. Genchi G, Lauria G, Catalano A, Carocci A, Sinicropi MS. Arsenic: A review on a great health issue worldwide. Applied Sciences. 2022;12(12):6184.
24. Wang H, Zhang R, Song Y, Li T, Ge M. Protective effect of ganoderma triterpenoids on cadmium-induced testicular toxicity in chickens. Biological trace element research. 2019;187:281-90.
25. Oraby M, Baraka T, Rakha G. Hazardous effects of lead intoxication on health status, rumen functions, hematological and serum biochemical parameters in Egyptian Ossimi sheep. Adv Anim Vet Sci. 2021;9.(٥٤-٤٨)
26. Kim J, Koo T-H. Heavy metal concentrations in diet and livers of Black-crowned Night Heron Nycticorax nycticorax and Grey Heron Ardea cinerea chicks from Pyeongtaek, Korea. Ecotoxicology. 2007;16:411-6.
27. Gholami-Ahangaran M, Ahmadi A. Measurement of some heavy metals in chicken meat supplied in Isfahan province. journal of veterinary clinical research. 2019;10(1):51-8.
28. Sinkakarimi MH, Mansouri B, Azadi NA, Maleki A, Davari B. Assessment of heavy metals in chicken meat distributed in

Evaluation of lead, arsenic and cadmium in poultry meat sold in Tehran city

Mahdi Jafari[1], Ebrahim Rahimi[2*]

1- M.Sc., Department of Food Hygiene, Shahrekord branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

2- Professor, Department of Food Hygiene, Islamic Azad University, Shahrekord Branch, Shahrekord, Iran.

Corresponding Author: ebrahimrahimi55@yahoo.com

Received: 22/11/2023, Accepted: 24/12/2023

Abstract

Poultry meat is considered as the main sources of animal proteins, essential amino acids, minerals and vitamins, however, contamination of poultry meat with heavy metals can cause irreparable damage to consumers. In this regard, the aim of the present study is to evaluate lead, arsenic and cadmium in poultry meat offered in Tehran city. The number of 45 samples of breast meat, including 15 samples of chicken meat, 15 samples of turkey meat and 15 samples of quail meat, were randomly sampled from the supply centers of this product in Tehran, and after being transferred to the laboratory, the number of heavy metals was determined by the atomic absorption device. Were measured. The results showed that the average heavy metals in 15 samples of quail meat were 0.04 cadmium, 0.07 arsenic and 0.108 lead, in chicken meat 0.748 cadmium, 0.43 arsenic and 0.717 lead in turkey meat for Cadmium was 0.569, arsenic was 0.08 and lead was 1.184 mg/kg. Statistical analyzes showed that there is a significant difference between the number of heavy metals and the type of food ($p<0.05$). The results showed that the concentration of heavy metals in all samples exceeded the national standard, and therefore it can cause risks for consumers.

Keywords: Lead, Cadmium, Arsenic, Food, Meat