

## Evaluation of lead, calcium, and iron in manually and mechanically deboned chicken meat to discover the type of chicken paste in meat products

Ahmadi, M.<sup>1\*</sup>, Akbari-Adergani, B.<sup>2</sup>, Dehghani, E.<sup>3</sup>, Shirkhan, F.<sup>3</sup>

1. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, Iran
2. Professor of Food and Drug Laboratory Research Center, Food and Drug Organization, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran
3. MS.c Graduate of Food Science and Technology, Pharmacy Faculty, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran

\*Corresponding Author: m.ahmadi@iauamol.ac.ir  
(Received: 2019/9/27 Accepted: 2019/12/19)

### Abstract

Heavy metal contamination of foods is an issue of global concern. This study was conducted to determine the concentration of Lead, Calcium, and Iron in chicken paste prepared by manual and mechanical methods. For this, eight chickens were bought from the daily market and four samples deboned by hand and the other four chicken were minced completely. The concentration of the elements was performed through dry-ashing and flame atomic absorption spectroscopy. According to the results, the average amount of lead in the manual method was 2.94 mg/kg and the mechanical method was 3.79 mg/kg. The average amount of calcium by the manual and mechanical method was 65.78 and 275.83 mg/kg, respectively. In the case of iron, it was estimated as 4.21 and 23.05 mg/kg, respectively. A significant ( $P < 0.05$ ) difference was observed between the average concentrations of lead, calcium, and iron achieved from manual and mechanical methods. The results revealed that the lead contents in all of the analyzed chicken paste samples and calcium content in mechanically deboned ones exceeded the approved limits set by International Codex and WHO (0.1 and 100 mg/kg). Moreover, the iron content in all of the samples was lower than the limit recommended by WHO/FAO. The concentration of these elements and their difference in the two chicken pastes can be used in discovering the type of chicken paste in meat products.

**Conflict of interest:** None declared.

**Keywords:** Chicken paste, Lead, Calcium, Iron, Manually and mechanically method

DOI:10.30495/JFH.2019.669672

«مقاله پژوهشی»

## ارزیابی میزان سرب، کلسیم و آهن در خمیرهای مرغ تهیه شده به روش دستی و مکانیکی باهدف کشف نوع خمیر مرغ به کاررفته در فرآورده‌های گوشتی

محمد احمدی<sup>۱\*</sup>، بهروز اکبری آدرگانی<sup>۲</sup>، المیرا دهقانی<sup>۳</sup>، فائزه شیرخان<sup>۲</sup>

۱. استادیار گروه صنایع غذایی، واحد آیت‌الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

۲. مرکز تحقیقات آزمایشگاهی غذا و دارو، سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران

۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

\*نویسنده مسئول مکاتبات: m.ahmadi@iauamol.ac.ir

(دریافت مقاله: ۹۸/۷/۵ پذیرش نهایی: ۹۸/۹/۲۸)

### چکیده

آلودگی مواد غذایی با فلزات سنگین یک نگرانی جهانی است. هدف از انجام این مطالعه تعیین میزان فلز سنگین سرب و برخی از عناصر مغذی مانند کلسیم و آهن در خمیر مرغ تهیه شده به روش دستی و مکانیکی می‌باشد. بدین منظور چهار لاشه مرغ به‌طور دستی و چهار لاشه به‌صورت مکانیکی کاملاً استخوان‌زدایی شد. اندازه‌گیری غلظت عناصر در این نمونه‌ها به روش هضم خشک و توسط دستگاه جذب اتمی انجام شد. میانگین غلظت عناصر سرب، کلسیم و آهن به‌صورت میلی‌گرم بر کیلوگرم خمیر مرغ محاسبه و گزارش گردید. میانگین غلظت سرب در خمیر مرغ تهیه شده به روش دستی ۲/۹۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در خمیر مرغ تهیه شده به روش مکانیکی ۳/۷۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است. میانگین غلظت کلسیم در خمیر مرغ دستی و مکانیکی به ترتیب ۶۵/۷۸ و ۲۷۵/۸۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. هم‌چنین میانگین مقدار آهن در خمیر مرغ دستی و مکانیکی به ترتیب ۴/۲۱ و ۲۳/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. در مجموع، اختلاف معنی‌داری بین میانگین غلظت سرب، کلسیم و آهن در خمیر مرغ تهیه شده از کل لاشه وجود داشت ( $p < 0/05$ ). میانگین عناصر سرب، کلسیم در تمام خمیر مرغ‌های مورد مطالعه از حد مجاز ۰/۱ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در نظر گرفته شده بر اساس ضوابط بین‌المللی کدکس و سازمان بهداشت جهانی بیشتر است. مقادیر این عناصر و اختلاف آن‌ها در دو نوع خمیر مرغ مورد مطالعه می‌تواند در کشف نوع خمیر مرغ به‌کاررفته در فرآورده‌های گوشتی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: خمیر مرغ، سرب، کلسیم، آهن، روش دستی و مکانیکی

## مقدمه

امروزه با افزایش آگاهی عمومی، اغلب مصرف‌کنندگان از مواد غذایی به‌عنوان وسیله‌ای به‌منظور تأمین سلامت خود استفاده می‌کنند. از این‌رو مصرف گوشت مرغ و فرآورده‌های گوشتی حاصل از آن عمدتاً به‌دلیل ترکیبات شیمیایی ایده آل آن از جمله اسیدهای چرب اشباع‌نشده غیرضروری، اسیدهای آمینه ضروری، قابلیت هضم آسان، در دسترس بودن و پذیرش آن رشد چشمگیری داشته است به‌طوری‌که مردم مصرف این نوع گوشت را در مقایسه با سایر گوشت‌ها بیشتر ترجیح می‌دهند (Yuste et al., 1999; El Bayomi et al., 2018). این تمایل و اقبال عمومی مصرف‌کنندگان و توجه تولیدکنندگان برای افزایش راندمان تولید، باعث ارتقاء فن‌آوری‌های نوین و استفاده حداکثری و بهینه از این ماده غذایی پروتئینی شده است به‌صورتی که امروزه از گوشت مرغ جداسازی شده به‌روش مکانیکی (Mechanically deboned chicken meat) استفاده می‌شود. گوشت جداسازی شده به‌روش مکانیکی، همان گوشت‌های چسبیده به استخوان می‌باشد که در فرآوری بازیافت شده و در فرآورده‌های گوشتی مورد استفاده است (Andersen et al., 2016; Khalili et al., 2017). گوشت مرغ جداسازی شده به‌روش مکانیکی که به‌اصطلاح خمیر مرغ گفته می‌شود در ساخت فرآورده‌های گوشتی به‌عنوان یک پروتئین کمکی مورد استفاده قرار می‌گیرد و به‌دلیل مقرون‌به‌صرفه بودن، تولیدکنندگان از آن در فرمولاسیون فرآورده‌های گوشتی استفاده می‌کنند با این حال مشکلاتی مانند رنگ، طعم، بافت نامطلوب و بار میکروبی بالا باعث شده است که خمیر مرغ در صنعت غذا به‌عنوان

یک ماده اولیه پرخطر و فاسدشدنی معرفی گردد (Karimi et al., 2010). مطابق تعریف استاندارد ملی ایران، خمیر مرغ عبارت است از فرآورده یکنواخت متشکل از گوشت مرغ (گوشتی، تخم‌گذار و مادر) که مناسب برای مصرف انسان است که با استفاده از وسایل مکانیکی از لاشه کامل فاقد پوست و اندرونه و یا استخوان‌های حاوی گوشت مرغ حاصل می‌شود به‌گونه‌ای که استخوان تحت فشار از گوشت جدا شده و ساختمان فیبر عضلانی از دست‌رفته یا تغییر می‌کند. دستگاه مذکور مجهز به سیستم‌های کنترل الکترونیک بوده که ضمن دقت بالا در تولید، بیشترین بازده و کمترین تغییر را فراهم می‌آورد (ISIRI, 8065/2005; 9529/2007). از آن‌جا که ورود تکه‌های استخوان و سایر امعاواحشا طیور و همچنین افزایش فشار مکش در دستگاه استخوان‌گیر در تهیه خمیر مرغ به‌عنوان یک تقلب، سبب افزایش وزن و کاهش قیمت تمام‌شده خمیر مرغ می‌شود، این عمل باعث تغییر در میزان بیشینه کلسیم موجود در خمیر استحصالی شده و با اندازه‌گیری این عنصر در خمیر مرغ و مقایسه آن با استانداردها می‌توان به تقلبات و همچنین روش تهیه (دستی و مکانیکی) پی برد. همچنین وجود مقادیر بیش‌ازحد مجاز آهن در خمیر مرغ نشان‌دهنده استفاده از احشایی مثل کلیه و طحال که دارای مقادیری هموگلوبین بوده می‌باشد. با توجه به این‌که آلودگی گوشت با فلزات سنگین به‌دلیل سمیت و تجمع بیولوژیکی در مواد غذایی یک خطر جدی است (El Bayomi et al., 2018) و قرارگیری مرغداری‌ها در نواحی صنعتی، احتمال آلوده شدن به فلزات سنگین را ممکن می‌سازد این مسئله باعث تجمع فلزات سنگین

چرخ شد. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری و قرارگیری در کنار یخ، جهت جلوگیری از تماس بر هر نوع فلز در داخل جعبه‌های یونولیتی به آزمایشگاه منتقل شد و تا زمان انجام آزمایش در یخچال نگه‌داری گردیدند. در آزمایشگاه بخش اعظم گوشت از نیمی از مرغ‌ها جدا شد، به طوری که نمونه‌های پیش رو شامل چهار لاشه مرغ گردد. چهار لاشه مرغ دیگر به همان صورت در دستگاه استخوان‌گیر (بدر S1000، ایران) وارد و خمیر مرغ به روش مکانیکی به دست آمد. با این روش در این مرحله چهار نمونه مرغ جداسازی شده از هر دو روش در اختیار قرار گرفت. از هریک از نمونه‌های خمیر مرغ دستی و مکانیکی تهیه‌شده به شیوه فوق بعد از همگن‌سازی، سه نمونه آزمایشگاهی برداشت شد و مراحل استخراج و آنالیز عناصر به‌ترتیبی که در بخش آماده‌سازی نمونه ذکر شده انجام شد.

- آماده‌سازی نمونه و اندازه‌گیری عناصر در دستگاه جذب اتمی شعله

جهت آماده‌سازی نمونه، ۱ گرم از هر نمونه خمیر مرغ توزین و سپس خرد شد و در داخل آون با دمای تنظیم شده ( $100 \pm 5$ ) درجه سلسیوس به مدت ۷۵ دقیقه کاملاً خشک گردید. جهت اندازه‌گیری عناصر از روش خاکسترگیری خشک و هضم اسیدی (مرطوب) در محیط باز استفاده شد. لازم به ذکر است قبل از شروع کار تمام ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی به‌منظور جلوگیری از آلودگی فلزی، به‌دقت با نیتریک اسید یا کلریدریک اسید شستشو داده شدند. نمونه‌های خشک‌شده داخل آسیاب پودر شد سپس ۱ گرم از هر نمونه را داخل بوتله چینی ریخته و روی هات پلیت قرار داده شد و با افزایش تدریجی دما (به ازای هر ساعت

به‌خصوص سرب به‌دلیل تنفس هوای آلوده و تجمع در بافت‌ها و ارگان‌های بدن مرغ می‌شود (Sinkakarimi *et al.*, 2017) هم‌چنین با توجه به این‌که فرآوری در حین تولید یکی از علل آلودگی مواد غذایی به فلزات سنگین گزارش شده است (Abbasi Kia *et al.*, 2015) لذا احتمال آلودگی خمیر مرغ به فلزات سنگین در طول فرآیند تولید وجود دارد به طوری که خمیر مرغ نیز با مقادیر بالای فلزاتی همچون سرب در محیط می‌تواند آلوده می‌شود و یا امکان انتقال سرب از تجهیزات دستی و مکانیکی به فرمولاسیون خمیر وجود دارد (Sadeghzadeh *et al.*, 2014). لذا هدف این مقاله بررسی میزان سرب، کلسیم و آهن در خمیرهای مرغ تهیه‌شده به روش دستی و مکانیکی باهدف کشف نوع خمیر مرغ به‌کاررفته در فرآورده‌های گوشتی است.

## مواد و روش‌ها

### - مواد شیمیایی و واکنشگرها

تمامی مواد شیمیایی و واکنش‌گرهای مورد استفاده برای انجام این تحقیق نظیر استاندارد سرب، کلسیم، آهن و اسید نیتریک ۶۵ درصد از کشور آلمان (Merk, Germany) تهیه گردید که همگی از خلوص تجزیه‌ای بالا برخوردار بودند.

### - روش جمع‌آوری نمونه‌ها و تولید خمیر مرغ

نمونه‌برداری بر اساس روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انجام گرفت. روش نمونه‌گیری به‌گونه‌ای بود که هشت لاشه مرغ از بازار روز تهران خریداری شد که چهار لاشه پوست‌گیری و استخوان‌گیری کامل بدون امعاواحشا و چهار لاشه دیگر به‌صورت لاشه کامل بدون پوست‌گیری و همراه امعاواحشا بود که هر یک جداگانه

نمونه‌ها با کاغذ صافی واتمن ۱ صاف گردید. پس از آن نمونه‌ها جهت تعیین مقدار عناصر به دستگاه طیف‌سنجی جذب اتمی شعله (AA-670, Japan Shimadzu) تزریق شد (Akbari-adergani *et al.*, 2017). شرایط آنالیز دستگاه برای هر عنصر در جدول (۱) آمده است.

افزایش ۵۰ درجه سلسیوس یا بیشتر) نهایتاً در محدوده دمای (۵۰۰ ± ۵۰) درجه سلسیوس و مدت زمان حداقل ۸ ساعت مواد آلی کاملاً از بین رفت و تبدیل به خاکستر شد. خاکستر حاصل با ۲ میلی‌لیتر نیتریک اسید رقیق ۱ مولار آغشته شده و پس از گذشت مدت زمان ۲۴ الی ۴۸ ساعت در داخل بوتله چینی مخلوط شد تا محتویات داخل بوتله چینی کاملاً در اسید حل شوند. تمامی

جدول (۱) - شرایط آنالیز دستگاه جذب اتمی برای اندازه‌گیری سرب، کلسیم و آهن در خمیر مرغ

عنصر	استیلن (L/min)	هوا (L/min)	طول موج (nm)	پهنای شکاف (nm)
سرب	۳/۰	۵/۳	۲۱۷/۰	۰/۳
کلسیم	۲/۲	۶/۰	۲۲۸/۸	۰/۳
آهن	۳/۷	۴/۱	۲۳۴/۸	۰/۵

نمونه‌ای از خمیر مرغ کاملاً همگن شده و آلوده کردن آن در سطح غلظتی ۰/۱ mg/Kg و سپس استفاده از فرمول محاسباتی  $100 \times$  (مقدار اسپایک شده + میانگین مقدار اولیه / میانگین مقدار اندازه‌گیری شده) به دست آمد. به منظور ثبت میزان دقت اندازه‌گیری از تکرار اندازه‌گیری برای سه نمونه خمیر مرغ کاملاً همگن شده و محاسبه انحراف استاندارد اندازه‌گیری و گزارش آن استفاده شده است. صحت اندازه‌گیری نیز با به‌کارگیری یک فرآورده پروتئینی مشابه (استاندارد مرجع گواهی شده به شماره BOVM-1 مربوط به میزان عناصر گواهی شده در گوشت گاو، تهیه شده از آزمایشگاه‌های مرجع غذا و دارو) و گزارش درصد خطای نسبی با استفاده از فرمول زیر انجام شده است:

$$100 \times (\text{مقدار مرجع} / \text{مقدار به دست آمده} - \text{مقدار مرجع})$$

جهت تهیه محلول‌های استاندارد و رسم منحنی کالیبراسیون از محلول‌های سرب، آهن و کلسیم با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد. برای آنالیز نمونه، محلول‌های استاندارد کاری در غلظت‌های ۰/۱، ۰/۵، ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر و از رقیق‌سازی حجم مناسبی از محلول استوک در بالن حجمی شستشو شده با اسید تهیه گردید (Akbari-adergani *et al.*, 2017). مشخصات مربوط به صحنه‌گذاری روش اندازه‌گیری عناصر به روش جذب اتمی در جدول (۲) ارائه شده است. بر اساس نتایج مندرج در این جدول، حد تشخیص دستگاه برای اندازه‌گیری عناصر سرب، آهن و کلسیم در نمونه‌های خمیر مرغ از حاصل ضرب سه برابر انحراف استاندارد محلول شاهد تقسیم بر شیب منحنی کالیبراسیون برای هریک از عناصر به دست آمده است. هم‌چنین میزان بازیابی عناصر از طریق آلوده کردن

جدول (۲) - مشخصات صحنه‌گذاری روش اندازه‌گیری عناصر به روش جذب اتمی

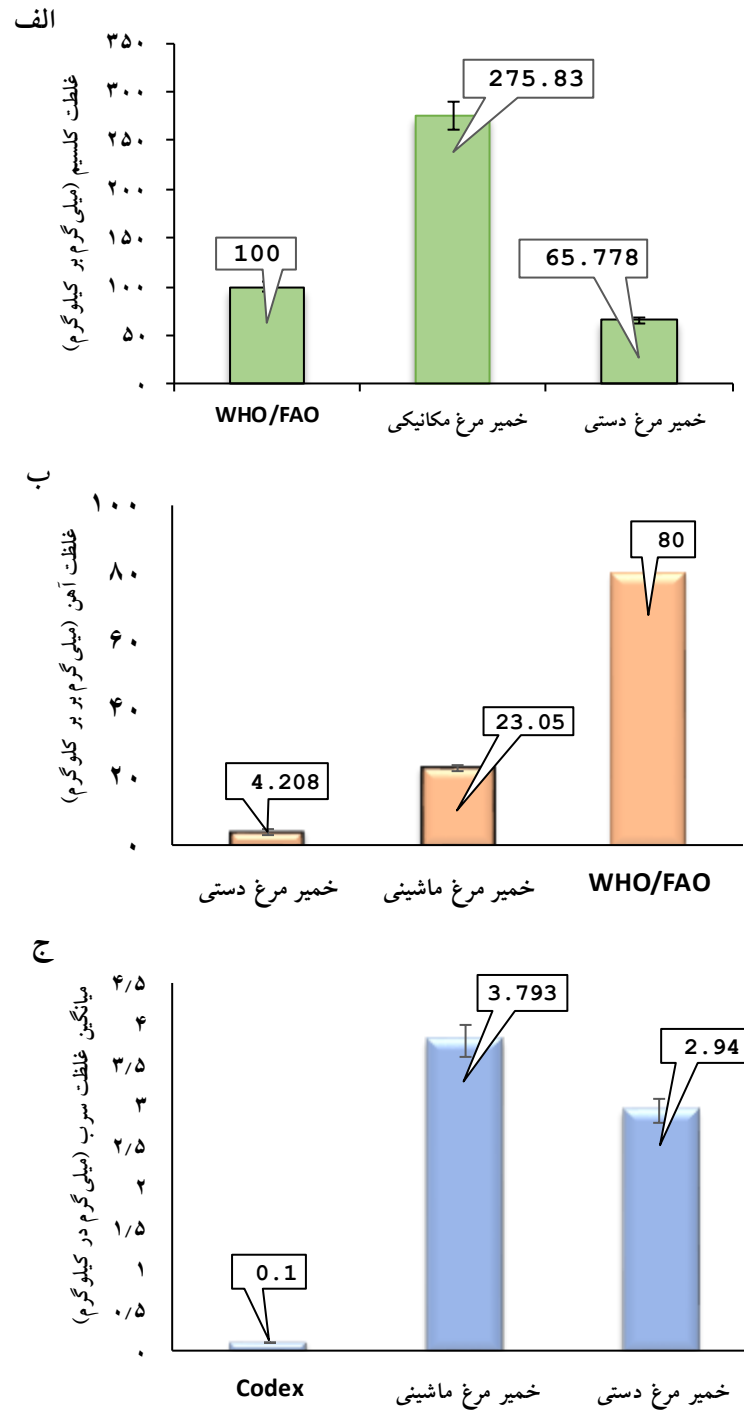
نام عنصر	حد تشخیص دستگاه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	میزان بازیابی (درصد)	دقت اندازه‌گیری n=۳ (RSD%)	صحت اندازه‌گیری (درصد خطای نسبی)
سرب	۰/۰۷۵	۹۴	۳/۲	۱/۵
آهن	۰/۰۵۵	۹۹	۲/۹	۱/۹
کلسیم	۰/۰۹۰	۹۶	۳/۵	۲/۸

## - روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی برای داده‌های کمی و به صورت میانگین و انحراف معیار با استفاده از نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۰ انجام شد. برای مقایسه عناصر خمیر مرغ با روش دستی و مکانیکی با یکدیگر از آزمون تی مستقل (با سطح اطمینان ۹۵) استفاده شد (SPSS نسخه ۱۴).

## یافته‌ها

نتایج میانگین اندازه‌گیری غلظت سرب، کلسیم و آهن در نمونه‌های خمیر مرغ به روش دستی و مکانیکی و مقایسه نتایج میانگین غلظت عناصر در نمونه‌های خمیر مرغ در نمودار (۱) ارائه شده است.



نمودار (۱) - مقایسه میانگین غلظت کلسیم (الف)، آهن (ب) و سرب (ج) در نمونه‌های خمیر مرغ (روش دستی و مکانیکی) با حدود مجاز اعلام‌شده از سوی استانداردهای بین‌المللی

مکانیکی اختلاف معناداری ( $p < 0.05$ ) وجود داشت، اما مقایسه این مقادیر با حدود مجاز اعلام شده از سوی استاندارد غذایی بین‌المللی کدکس و بیشینه رواداری فلزات سنگین ( $0.1$  میلی‌گرم در کیلوگرم) حاکی از بالا بودن مقدار سرب در انواع نمونه‌های خمیر مرغ می‌باشد (ISIRI, 12968/2010). در این راستا، در یکی از مطالعات نمونه‌های گوشت مرغ و گوشت گاو به‌روشن مکانیکی جداسازی شده از نظر میزان کادمیوم و سرب مورد بررسی قرار گرفتند؛ نتایج نشان داد غلظت این عناصر در حد مجاز قرار دارند (Gonçalves *et al.*, 2009). هم‌چنین در پژوهش دیگری میزان سرب و کادمیوم در مرغ و بوقلمون‌هایی که به‌روشن مکانیکی جداسازی شده مورد بررسی قرار گرفت. اگرچه یافته‌های این تحقیق میزان غلظت سرب را در حد بسیار کم ( $0.06-0.01$  میلی‌گرم بر کیلوگرم) نشان داد اما غلظت کادمیوم در نمونه‌ها به نسبت زیاد بود. بین غلظت بالای کادمیوم با سن طیور رابطه‌ای مشاهده شد ولی هیچ ارتباط مشخصی بین سن و سطح سرب گزارش نشد (Vos *et al.*, 1990). اگرچه مقایسه نتایج مطالعه حاضر مبنی بر بالا بودن میزان سرب در نمونه‌های مرغ به‌روشن دستی و مکانیکی جداسازی شده با دو مطالعه بالا هم‌خوانی نداشت اما بالا بودن سطح سرب در نمونه‌های خمیر مرغ علاوه بر شرایط فعلی آلودگی‌های محیطی می‌تواند ناشی از انتقال سرب از تجهیزات دستی و مکانیکی تهیه خمیر مرغ، تفاوت و آلودگی در شرایط اولیه (آب آشامیدنی، خوراک مرغ)، رشد و تغییرات ژنتیکی مرغ‌ها، استفاده از آفت‌کش‌ها و قرارگیری در نواحی صنعتی در نمونه‌های مورد بررسی باشد (Sinkakarimi *et al.*, 2017). نتایج مطالعه حاضر

همان‌طور که از نمودار (۱) مشاهده می‌شود میزان سرب، کلسیم و آهن در خمیر مرغ تهیه شده به‌روشن مکانیکی بالاتر از میزان سرب، کلسیم و آهن در خمیر مرغ تهیه شده به‌روشن دستی می‌باشد. هم‌چنین میانگین غلظت سرب در نمونه‌های خمیر مرغ تهیه شده به‌روشن دستی و مکانیکی به ترتیب  $2/94$  و  $3/79$  میلی‌گرم در کیلوگرم است که این مقادیر هر دو از حد مجاز اعلام شده از سوی کدکس ( $0.1$  میلی‌گرم در کیلوگرم) بیشتر می‌باشد (Codex, 193/2013). در مورد عنصر کلسیم مقادیر میانگین غلظت کلسیم در نمونه‌های خمیر مرغ تهیه شده به‌روشن دستی  $65/78$  میلی‌گرم در کیلوگرم محاسبه شد که از حد مجاز  $100$  میلی‌گرم در کیلوگرم کم‌تر است ولی این میزان در نمونه‌های خمیر مرغ تهیه شده به‌روشن مکانیکی  $275/82$  میلی‌گرم در کیلوگرم بوده که بیش از سه برابر میزان مجاز اعلام توسط سازمان بهداشت جهانی و خواروبار کشاورزی شده است. میانگین غلظت آهن آن در نمونه‌های خمیر مرغ تهیه شده به‌روشن دستی  $4/21$  میلی‌گرم در کیلوگرم و در نمونه‌های تهیه شده به‌روشن مکانیکی  $23/05$  میلی‌گرم در کیلوگرم است که از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی و خواروبار کشاورزی ( $80$  میلی‌گرم در کیلوگرم) کم‌تر است (Ravindran, 2013).

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر حاکی از وجود مقادیر بالای سرب در تمامی انواع نمونه‌های خمیر مرغ بود هم‌چنین میانگین غلظت فلز سرب در همه نمونه‌های خمیر مرغ به‌روشن دستی و مکانیکی در سطح بالایی قرار داشت (نمودار ۱). اگرچه از نظر آماری بین نمونه‌های دستی و



ایالات متحده آمریکا، گوشت جداسازی شده به روش مکانیکی نباید بیش از یک درصد ذرات استخوانی را داشته باشد؛ به همین دلیل، جداسازی مکانیکی به گونه‌ای باید تنظیم شود تا محصولی را تولید کند که بیش از ۱ درصد کلسیم نداشته باشد (Sözen and Hecer, 2013). از این رو اتحادیه اروپا از نظر ایمنی مواد غذایی، کلسیم را مناسب‌ترین شاخص برای طبقه‌بندی این محصول معرفی نموده است (EFSA, 3137/2013). نتایج حاصل از تحقیق حاضر در زمینه کلسیم حاکی از میزان بالای کلسیم در تمامی نمونه‌ها شامل نمونه‌ها به تفکیک روش فرآوری دستی و مکانیکی (نمودار ۱) می‌باشد؛ بنابراین بین میانگین غلظت عنصر کلسیم در نمونه دستی و مکانیکی تفاوت معناداری ( $p < 0.05$ ) وجود دارد و با توجه به میانگین‌های مشاهده شده می‌توان گفت که میزان این عنصر در نمونه مکانیکی بیشتر است. مطالعات محدودی در زمینه میزان کلسیم در گوشت‌های مرغ جداسازی شده به روش مکانیکی انجام شده که در این مطالعات تأثیر روش‌های مختلفی برای سنجش میزان کلسیم در گوشت‌های به روش مکانیکی قابل مشاهده می‌باشد. در مطالعه‌ای، کلسیم در نمونه‌های خمیر مرغ جداسازی شده به روش مکانیکی مورد بررسی قرار گرفت و اندازه‌گیری کلسیم به روش تیتراسیون غیرمستقیم انجام شد. در این تحقیق از سه شاخص مختلف نغزول برای ردیابی نقطه پایانی تیتراسیون استفاده شد. با این شاخص‌ها، میزان کلسیم موجود در نمونه‌ها با موفقیت انجام گرفت. میزان کلسیم نمونه‌های مورد مطالعه در محدوده ۰/۰۵۰ تا ۰/۱۰۰ درصد قرار داشت که بالاترین میزان مربوط به گوشت گاو بود (Tasić et al., 2017). در مطالعه دیگری برای

مبنی بر اثر فرایند مکانیکی بر میزان غلظت سرب در نمونه‌های مورد بررسی در مقایسه با پژوهشی که اثر فرایند بر میزان سرب فرآورده روغن انجام شده بود مقایسه شد و نتایج مشابهی حاصل شد. به طوری که به رغم تفاوت بودن میزان تأثیر مراحل فرایند در مقایسه با سرب، ولی اثرگذاری در میزان سرب مشهود بود. لذا الگوی مشابهی میان نتایج حاصل از این مطالعه با پژوهش ذکر شده در زمینه اثر روش فرایند بر روی میزان سرب وجود دارد (Akbari-adergani et al., 2015). بدین جهت نتایج داده‌های حاصل از مطالعه حاضر در فرایند تولید می‌تواند منابع احتمالی آلودگی سطوح فلزی در تماس با مواد و موارد موجود در هوا و تأثیر نوع محیط بر بقای فلز سنگین سرب را توجیه نماید (Divanian et al., 2016).

عنصر کلسیم به عنوان یکی از املاح معدنی از عناصر مهم در بافت‌های استخوانی مانند اسکلت و دندان در بدن انسان است (Ebeledike et al., 2010). مقدار کلسیم برای گوشت جداسازی شده به روش مکانیکی یکی از مهم‌ترین پارامترهای کنترلی است که نشان‌دهنده وجود استخوان در بافت فرآوری شده است (Tasić et al., 2017). در صورت سطوح غیرطبیعی این عنصر در بدن امکان بیماری‌هایی نظیر ریکتس در کودکان، استومالاسی در بالغین، آتروفی، ضعف و بیماری وجود دارد (Ebeledike et al., 2010). لذا امروزه اهمیت توجه به نظارت این عنصر در فرآورده‌های گوشتی جداسازی شده به روش دستی و مکانیکی را دوچندان نموده است تا جایی که در بعضی از کشورها، لازم است مقدار کلسیم گوشت بررسی شود تا مقدار استخوان موجود در آن به وضوح مشخص گردد. طبق مقررات موجود در

تحقیق ترکیب تقریبی (چربی، رطوبت، ازت، خاکستر و کلاژن)، میزان کلسیم، آهن و پورین در نمونه‌های گوشت گاو، بره، خوک، مرغ و بوقلمون جداسازی شده به روش مکانیکی مورد بررسی قرار گرفته است و مشخص شد محصول تولید شده با استفاده از دستگاه Yieldmaster به نسبت تولید با استفاده از دستگاه Protecon حاوی غلظت بالاتری از خاکستر و کلسیم می‌باشد و نتایج تحقیق نشان داد تنوع در ترکیب گوشت جداسازی شده به روش مکانیکی ناشی از گونه‌های گوشت‌های مختلف به کار گرفته شده می‌باشد و اثر یک نسبت بالا از استخوان حاوی مغز استخوان در مواد اولیه، اثر نوع دستگاه بازیابی و اثر به کارگیری شرایط عملیاتی مختلف می‌باشد (Crosland et al., 1995). هم‌چنین استفاده از شاخص میزان کلسیم بافت پروتئینی در سال‌های اخیر با به کارگیری روش‌های جدید تجزیه‌ای همراه بوده است. در پژوهشی محققین جهت نظارت سریع بر میزان کلسیم موجود در گوشت جداسازی شده به روش مکانیکی در طول تولید، از طیف‌سنجی با استفاده از لیزر به عنوان یک روش سریع و امکان تشخیص مستقیم مواد معدنی در نمونه با حداقل آماده‌سازی نمونه استفاده کردند. کلسیم در نمونه گوشت جداسازی شده به روش مکانیکی و نمونه جداسازی شده به روش دستی اندازه‌گیری شد. نتایج به سه صورت بسیار کم (کمتر از ۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کلسیم)، متوسط (۲۰ تا ۹۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کلسیم) و بالا (بیشتر از ۹۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کلسیم) گزارش شد (Andersen et al., 2016). هم‌چنین در پژوهشی دیگر جهت توسعه ابزارهای نوین و مقرون به صرفه از طیف‌سنجی

تعیین کلسیم در گوشت مرغ و گاو جداسازی شده به روش مکانیکی از روش تیتراسیون با EDTA استفاده شد و غلظت کلسیم در نمونه‌های مورد مطالعه در دامنه ۰/۰۴ تا ۰/۸۲ درصد قرار داشت (Corrao et al., 1983) و مشاهده شد در مقایسه میزان محتوای کلسیم در این مطالعات با محتوای کلسیم مطالعه حاضر هم‌خوانی وجود ندارد که علت آن را می‌توان به نوع روش فرآوری، نوع گوشت مورد مطالعه مرتبط دانست. در بررسی محتوای کلسیم در پژوهشی دیگر، میزان کلسیم نمونه‌های گوشت گاو و بوقلمون جداسازی شده به روش دستی و مکانیکی مورد سنجش قرار گرفت. به طوری که در روش دستی محتوای کلسیم در گوشت گاو ۵۳/۹ و بوقلمون ۱۷/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. این در حالی است در گوشت گاو جداسازی شده به روش مکانیکی محتوای کلسیم (۱۳۶۰/۹ و بوقلمون ۲۰۲/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود که نشان‌دهنده افزایش محتوای کلسیم در اثر روش جداسازی مکانیکی می‌باشد (Serदारoglu et al., 2005). مقایسه نتایج مطالعه اخیر با داده‌های حاصل از مطالعه حاضر مبنی بر تأثیر روش جداسازی بر محتوای کلسیم هم‌خوانی خوبی را نشان می‌دهد. همان‌طور که از نتایج تحقیق مشاهده شد میانگین مقدار کلسیم در تمام نمونه‌ها بالاتر از حدود مجاز اعلام شده بود. هم‌چنین در بررسی تأثیر روش تهیه خمیر مرغ نیز مشاهده شد که در روش دستی میزان کلسیم کمتر از حد مجاز قرار داشت. مقایسه داده‌ها محتوای کلسیم در مطالعه حاضر و مطالعه ذکر شده نشان داد که نوع روش در میزان غلظت کلسیم مؤثر است. این موضوع در مطالعه‌ای دیگر در انواع گوشت مورد بررسی قرار گرفت به طوری که در این

بافت‌هایی مانند مغز یا غضروف مرتبط با استخوان و وضعیت استخوان متفاوت است (Field, 2000).

نتایج بررسی میزان آهن در نمونه‌های مورد بررسی در تحقیق حاضر نشان داد که میانگین غلظت آهن در نمونه‌های خمیر مرغ تهیه‌شده به روش دستی کمتر از نمونه‌های تهیه‌شده به روش مکانیکی می‌باشد به طوری که بین میانگین غلظت عنصر آهن در نمونه دستی و مکانیکی تفاوتی معناداری وجود دارد ( $p < 0/05$ ). در صورتی که مقایسه میان این نتیجه با نتایج پژوهش برخی از محققین مبنی بر بالا بودن میزان محتوای آهن در گوشت گاو و بوقلمون که بدون هرگونه فرآوری تهیه‌شده بودند هم‌خوانی مشاهده نشد و بالا بودن میزان غلظت آهن در مطالعه مذکور در نمونه‌های گوشت گاو و بوقلمون جداسازی شده مکانیکی حاصل از ترکیب استخوان در طی فرآوری می‌باشد. مقایسه نتایج این مطالعات با نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که فرآوری مکانیکی می‌تواند مقدار قابل توجهی از آهن موجود در مغز استخوان را به محصول فرآوری شده خمیر مرغ منتقل کند. هم‌چنین فرآیند استخوان‌زدایی میزان قابل توجهی آهن را در گوشت گاو تحت تأثیر قرار داد اما تأثیری بر میزان آهن گوشت بوقلمون نداشت (Serdaroğlu, et al., 2005). مقایسه مقدار عنصر آهن در مطالعه حاضر با حد مجاز اعلام‌شده از سوی سازمان بهداشت و خواروبار کشاورزی جهان نشان داد که مقدار مذکور از حد مجاز این استاندارد کمتر است. لذا کمبود عنصر آهن در هر دو نمونه (دستی و مکانیکی) در مقایسه با اعداد مجاز استاندارد احتمالاً می‌تواند به دلیل کیفیت پایین و خصوصیت مرغ‌های پرورش‌یافته در شرایط آب و هوایی و تغذیه‌ای ایران باشد. هم‌چنین

فلورسانس اشعه ایکس بازتابی استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که کلسیم، پتاسیم و آهن از نشانگرهای مهم برای تمایز گوشت جداسازی شده به روش مکانیکی از گوشت تازه هستند لذا کلسیم علاوه بر شناسایی میزان استخوان در بافت گوشتی می‌تواند در تشخیص تازگی گوشت مؤثر واقع گردد (Dalipi et al., 2018). در مطالعه‌ای دیگر برای تشخیص میزان کلسیم و خاکستر در گوشت مرغ جداسازی شده مکانیکی از طیف‌سنجی رامان استفاده شد. مقدار کلسیم ۰/۷ درصد محاسبه شد. این مطالعه نشان داد برای تخمین کمی مواد معدنی استخوان در مخلوط‌های پیچیده گوشت از روش مکانیکی به‌عنوان یک ابزار کارآمد برای کنترل کیفیت گوشت مرغ جداسازی شده مکانیکی یا ماتریس‌های غذایی مشابه می‌تواند در کنترل صنعتی استفاده شود (Wubshet et al., 2019). با توجه مطالعات اخیر مبنی بر استفاده از روش‌های نوین، مطابق نظر برخی محققین استفاده از روش‌های آنالیتیکی حساس وقت‌گیر می‌باشد بنابراین، روش‌های موجود نمی‌توانند به‌طور مستقیم برای کنترل میزان کلسیم و خاکستر در یک تولید صنعتی در مقیاس بزرگ استفاده شوند (Wubshet et al., 2019) و از آنجایی که محتوای استخوان گوشت‌های جداسازی شده مکانیکی معمولاً با تعیین میزان کلسیم کنترل می‌شود، اما این روش ممکن است باعث افزایش استخوان در برخی محصولات شود. به دلیل این که محتوای کلسیم استخوان تازه متغیر است. از سوی دیگر مطالعات مربوط به انرژی، مواد مغذی و مواد معدنی نیز برای تعیین میزان استخوان لاشه‌ها به خاکستر یا کلسیم بستگی دارد. با این حال، خاکستر و کلسیم با توجه به سن حیوان، وجود یا عدم وجود

تفاوت آشکار در میزان آهن در روش دستی و مکانیکی در نتایج پژوهشی قابل مشاهده است که نتایج مطالعات آن‌ها از نظر اثرگذاری روش جداسازی بر میزان آهن با داده‌های حاصل از مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. در پژوهش این محققین تفاوت‌های آشکاری به‌ویژه در نقاط عطف موجود دیده شد که این دو روش (دستی و مکانیکی) را متمایز می‌نمود به‌ویژه این‌که هموگلوبین در روش مکانیکی بیشتر بوده است و از این نظر با مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد (Day and Brown, 2001). با مروری بر مطالعات ذکر شده مشاهده شد که با وجود روش‌های نوین و اخیر جهت ارتقای سطح یافته، هم‌اکنون مطالعات شیمیایی در گوشت به‌روش جداسازی شده مکانیکی به‌عنوان یک ابزار مهم برای تشخیص ماهیت و شناسایی در فرآورده‌های پروتئینی است با این وجود نتایج این مطالعات بسته به نوع ماده اولیه و شرایط فنی مورد استفاده در طی آن، تنوع بسیار زیادی را نشان می‌دهد (Surowiec et al., 2011) که می‌تواند مربوط به نوع دستگاه، شرایط دام، نحوه جداسازی و غیره باشد. لذا لازم است جهت به‌دست آوردن نتایج قابل استناد در فرمولاسیون خمیر مرغ موارد مطرح شده مورد بررسی قرار گیرند. هم‌چنین شایان ذکر است نحوه نمونه‌برداری صحیح، دقت در مراحل هضم، استفاده از ظروف اسیدواش، پیشگیری از ورود آلودگی‌های ثانویه بر صحت نتایج خواهد افزود (Akbari-Adergan 2014).

به‌طور کلی نتایج تحقیق حاکی از بالا بودن عنصر سرب و کلسیم در نمونه‌های خمیر مرغ به‌روش دستی و مکانیکی نشان‌دهنده افزودن مواد زائد در حین تهیه این فرآورده می‌باشد که بالاتر بودن این مقادیر از حدود

مجاز اعلام ذکر شده ناشی از ورود بیش‌از اندازه اسکلت مرغ و کیفیت پایین خمیر مرغ حاصله باشد. هم‌چنین مقایسه نتایج این تحقیق با مطالعات برخی از محققین مبنی بر بالا بودن برخی عناصر در خمیر مرغ به‌روش مکانیکی نسبت به‌روش دستی می‌تواند با دلایل ارائه شده از سوی محققین مبنی بر اثر گذار بودن سن دام، لاشه طیور که استخوان‌گیری می‌شود، نوع تجهیزات به‌کاربرده مرتبط باشد (Khalili, et al., 2017). لازم به ذکر است با توجه به غلظت بالای کلسیم و سرب در بافت‌های استخوانی، انتظار می‌رود در نمونه‌هایی که خمیر مرغ حاصل تبدیل کل لاشه به خمیر توسط دستگاه مکانیکی می‌باشد میانگین غلظت این عناصر در مقایسه با نمونه‌هایی که خمیر مرغ حاصل از جداسازی دستی بافت گوشتی از استخوان است بیشتر باشد. در نتیجه انتظار می‌رود در تولیدات با مقیاس صنعتی که جداسازی گوشت از استخوان توسط دستگاه صورت می‌پذیرد گوشت‌های جداسازی شده و قسمت‌های مفید بافت ماهیچه‌ای مثل ران و سینه نیز در دستگاه قرار بگیرد و کمتر از استخوان‌های نرم لاشه مرغ که تنها حاوی کمی گوشت مرغ چسبیده به این استخوان‌ها هستند استفاده شود که علاوه بر طعم بهتر ارزش غذایی بالاتر و کیفیت بهتر و امنیت غذایی بالاتری داشته باشند. جهت کشف نوع خمیر مرغ و وجود گزارش‌هایی مبنی بر تغییر ترکیب شیمیایی در فرآورده‌های حاوی خمیر مرغ ضروری است مقررات و ضوابط لازم برای استفاده از این ماده خام در فرآورده‌های پروتئینی وضع گردد. هم‌چنین با توجه به تمایل تولیدکنندگان برای استفاده از خمیر مرغ در فرآورده‌های غذایی جهت کاهش هزینه تولید لازم است تحقیقات بیشتری در زمینه سلامت

نموده‌اند به‌ویژه از آزمایشگاه‌های مرجع کنترل غذا و داروی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ابراز می‌دارند.

### تعارض منافع

نویسندگان هیچ تعارض منافی برای اعلام ندارند.

فرمولاسیون و استانداردسازی آن جهت جلوگیری از تقلبات صورت پذیرد. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود مطالعات بافت‌شناسی و کیفی برای تعیین کمیت احتمالی اجزای مواد غذایی در راستای این پژوهش انجام گردد.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خویش را از تمامی افرادی که در این پژوهش مساعدت و همراهی

### منابع

- Abbasi Kia, S., Khaniki, GJ., Shariatfar, N., Nazmara, S. and Akbarzadeh, A. (2015). Contamination of chicken eggs supplied in Tehran by heavy metals and calculation of their daily intake. *Journal of Health in the Field*, 2(4): 44-51. [In Persian]
- Akbari-Adergani B., Rahnama S., Shirkhan, F. (2017). Lead and cadmium contaminations in soil and irrigation water and their accumulation in pith, flesh and skin of kiwifruit in Astara, North of Iran 2015. *Journal of Mazandaran University Medical Sciences*, 27(154): 162-172. [In Persian]
- Akbari-Adergani, B., Ezeddin, M., Hashemi Mogaddam, H. and Shoeibi, S. (2015). Effect of production process on concentration of lead and arsenic in sunflower oil. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 25(127): 38-48. [In Persian]
- Akbari-Adergani, B., Eskandari, S. and Kelarestani Nejad, H. (2014). Bioaccumulation of some metallic elements in edible texture of Shrimp *Penaeus semisulcatus* collected from Persian Gulf. *Iranian South Medical Journal*, 17(3): 345-357. [In Persian]
- Andersen, M.B.S., Frydenvang, J., Henckel, P. and Rinnan, A. (2016). The potential of laser-induced breakdown spectroscopy for industrial at-line monitoring of calcium content in comminuted poultry meat. *Food Control*, 64: 226-233.
- Codex Alimentarius Commission. (2013). Codex general standard for contaminants and toxins in food and feed. CODEX STAN 193, 1995. Food and Agriculture Organization: Rome, Italy.
- Corrao, P.A., Malanoski, A.J., Curry, K.A. and Glover, A. (1983). Titrimetric determination of calcium in mechanically separated poultry and beef: collaborative study. *Journal-Association of Official Analytical Chemists*, 66(4): 989-992.
- Crosland, A.R., Patterson, R.L., Higman, R.C., Stewart, C.A. and Hargin, K.D. (1995). Investigation of methods to detect mechanically recovered meat in meat products-I: Chemical composition. *Meat Science*, 40(3): 289-302.
- Dalipi, R., Berneri, R., Curatolo, M., Borgese, L., Depero, L.E. and Sangiorgi, E. (2018). Total reflection X-ray fluorescence used to distinguish mechanically separated from non-mechanically separated meat. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 148: 16-22.
- Day, L. and Brown, H. (2001). Detection of mechanically recovered chicken meat using capillary gel electrophoresis. *Meat Science*, 58(1): 31-37.
- Divanian, S., Akbari-Adergani, B. and Ziarati, P. (2016). Study on Chemical contamination problem in macaroni and pasta production technology. *Journal of Pharmaceutical and Health Sciences*, 4(3): 227-235.

- Ebeledike, E.U., Nwokedi, G.I., Ndu, O.O., Okoye, F.B. and Ochiogu, I.S. (2010). Calcium and phosphorus contents of body parts of some domestic animals used as meat source in Nigeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 3(5): 395-398.
- EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), (2013). Scientific opinion on the public health risks related to mechanically separated meat (MSM) derived from poultry and swine. *EFSA Journal*, 11(3), EFSA No. 3137.
- El Bayomi, R.M., Darwish, W.S., Elshahat, S.S. and Hafez, A.E. (2018). Human health risk assessment of heavy metals and trace elements residues in poultry meat retailed in Sharkia governorate, Egypt. *Veterinary Medicine In-between Health & Economy*. 55(20-Suppl): 211-230.
- Field, R.A. (2000). Ash and calcium as measures of bone in meat and bone mixtures. *Meat Science*, 55(3): 255-264.
- Gonçalves, R.M., Gonçalves, J.R., de Oliveira, R.R., de Oliveira, R.A. and Lage, M.E. (2009). Physical-chemical evaluation of and heavy metals contents in broiler and beef mechanically deboned meat (MDM) produced in the State of Goiás, Brazil. *Ciência Animal Brasileira*, 10(2): 553-559.
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2010). Food & feed-maximum limit of heavy metals 1<sup>st</sup>edition. ISIRI No. 12986. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2005). Mechanically separated meat and poultry meat Storage and composition-Code of practice, 1<sup>st</sup>edition. ISIRI No. 8065. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2007). Microbiology mechanically deboned chicken Meat - Specification and test methods, 1<sup>st</sup>edition. ISIRI No. 9529. [In Persian]
- Karimi, M., Mehrabian, S., Rafiei, T.R. and Samiai, B. (2010). A study on microbial properties of mechanically deboned chicken meat in meat plan of Tehran, *Food Technology and Nutrition*, 7(3): 52-54.
- Khalili Famenin, B., Hosseini, H., Zayeri, F. and Ghanati, K. (2017). The effect of mechanically deboned chicken on physicochemical properties of producer sausages. *Journal of Food Science and Technology*, 67(14): 232-240.
- Ravindran, V. (2013). Poultry feed availability and nutrition in developing countries. *Poultry development review*: 60-63.
- Sadeghzadeh, F.S. and Akbari-adergani, B. (2014). Bioaccumulation and exposure assessment of lead and cadmium due to consumption of *Penaeus semisulcatus* a post-market surveillance in Tehran 2012. *Journal of Health Systems Research*, 10(3): 628-639. [In Persian]
- Serdaroglu, M., Yildiz, G.T. and Bağdatlioğlu, N. (2005). Effects of deboning methods on chemical composition and some properties of beef and turkey meat. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29(3): 797-802.
- Sinkakarimi, M.H., Mansouri, B., Azadi, N.A., Maleki, A. and Davari, B. (2017). Assessment of heavy metals in chicken meat distributed in Sanandaj, Iran, and calculating the food consumption risk. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 26(146):128-138. [In Persian]
- Sözen, B.U. and Hecer, C. (2013). Potential risks of mechanically separated poultry meat technology. *Akademik Gıda*, 11(1): 59-63.
- Surowiec, I., Fraser, P.D., Patel, R., Halket, J. and Bramley, P.M. (2011). Metabolomic approach for the detection of mechanically recovered meat in food products. *Food Chemistry*, 125(4): 1468-1475.
- Tasić, A., Kureljušić, J., Nešić, K., Rokvić, N., Vićentijević, M., Radović, M. *et al.*, (2017). Determination of calcium content in mechanically separated meat. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 85(1): 02056.

- 
- Vos, G., Lammers, H. and Kan, C.A. (1990). Cadmium and lead in muscle tissue and organs of broilers, turkeys and spent hens and in mechanically deboned poultry meat. *Food Additives & Contaminants*. 7(1): 83-91.
  - Wubshet, S.G., Wold, J.P., Böcker, U., Sanden, K.W. and Afseth, N.K. (2019). Raman spectroscopy for quantification of residual calcium and total ash in mechanically deboned chicken meat. *Food Control*. 95: 267-273.
  - Yuste, J., Mor-Mur, M., Capellas, M., Guamis, B. and Pla, R. (1999). Mechanically recovered poultry meat sausages manufactured with high hydrostatic pressure. *Poultry Science*. 78(6): 914-921.