



## غنی‌سازی محصول تولیدی کیک خوراکی با استفاده از

### پودر استخوان ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)

#### به منظور تامین عناصر معدنی ضروری مورد نیاز روزانه انسان

محدثه هاشمی<sup>۱</sup>، کبری ضیایی<sup>۲</sup>، سید ولی حسینی<sup>۳\*</sup>

۱. دانش آموخته کارشناسی شیلات، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳. دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۲۷

تاریخ ارسال: ۱۳۹۶/۰۸/۲۲

### چکیده

امروزه فقر ریزمغذی‌ها و اثرات نامطلوب بهداشتی و اجتماعی آن، جزو مسائل مهم جوامع بشری به حساب می‌آید که بهبود وضعیت تغذیه‌ای با افزودن ترکیبات ارزشمند و سرشار از این ریزمغذی‌ها می‌تواند باعث رفع این نقیصه گردد. از همین‌رو در پژوهش حاضر پودر استخوان ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) در چهار سطح ۰، ۲، ۴ و ۶ درصد (وزنی/وزنی) جایگزین آرد گندم در فرمولاسیون کیک شد و سپس تغییرات برخی از مهمترین مواد معدنی مورد نیاز انسان مانند منیزیم، روی، سدیم، منگنز، مس، آهن و پتاسیم مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج بدست آمده با افزایش سهم پودر استخوان ماهی در فرمولاسیون کیک، میزان عناصر معدنی شامل منیزیم، روی، منگنز، مس و پتاسیم به طور معنی داری افزایش یافت ( $p < 0.05$ ) و مقدار آنها در تیمار حاوی ۶ درصد پودر استخوان به ترتیب به ۴۱/۰۸، ۲/۱۴، ۴/۷۲، ۳/۰۷ و ۱۰۴ میلی‌گرم در هر صد گرم کیک رسید. در حالی که میزان سدیم و آهن روند کاهشی داشت و میزان آن به ۱۱۳/۴۶ و ۱/۳ میلی‌گرم در صد گرم کیک کاهش یافت ( $p < 0.05$ ). با توجه به اهمیت ریزمغذی‌ها در سلامت بدن و همچنین با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش، کیک حاوی ۶ درصد پودر استخوان ماهی، به دلیل تامین حداکثری نیاز بدن انسان به مواد معدنی مورد اشاره، به عنوان یک میان وعده‌ی مناسب برای سنین مختلف، مانند کودکان و نوجوانان و بویژه تغذیه‌ی مدارس، معرفی می‌گردد. لذا پیشنهاد می‌گردد که جهت غنی‌سازی و تولید کیک‌های خوراکی از این میزان جایگزینی، در فرمولاسیون کیک‌ها استفاده گردد.

**کلمات کلیدی:** تغذیه انسانی، پودر استخوان ماهی، مواد معدنی ماهی.



## **Replacement of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) bone powder in the cake formation: Evaluation the amount of minerals changes in produced cake**

**Mohadese Hashemi<sup>1</sup>, Kobra Ziyaei<sup>2</sup>, Seyed Vali Hosseini<sup>3\*</sup>**

1. B.Sc. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2. M.Sc. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3. Associate Professor. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

**Received: 18-Jan-2020**

**Accepted: 25-Feb-2020**

### **Abstract**

Deficiency of micronutrients in the diet and their impacts on human health, is an emerging issue in the world. Therefore, fortification of human's diet could be viable solution to this issue. In this study, silver carp's bone powder (SCBP) at different levels (0, 2, 4 and 6%; w/w) were used for partial replacement of wheat flour in the cake. Results showed that incorporation of SCBP in the cake, increased the content of Cu, K, Mg, Mn and Zn ( $P < 0.05$ ) in the cake. The content of Cu, K, Mg, Mn and Zn in the treatment with 6% replacement was 3.07, 104, 4.72, 41.08 and 2.14 mg 100 g<sup>-1</sup> cake, respectively. However, the content of Fe and Na was reduced, and their contents were reported as 113.46 and 1.30 mg 100 g<sup>-1</sup> cake, respectively in the same treatment. These reductions were significantly different compared to control treatment. According to the results, replacement of wheat flour with 6% SCBP is recommended to use in the cake. Thus, this fortified cake could be a logical vehicle of nutrients for preschool children and adolescents.

**Keywords:** Human nutrition, Fish bone powder, Fish minerals.

## ۱. مقدمه

(Logesh *et al.*, 2012) و ۲۰ درصد کلاژن تشکیل شده است. بسیاری از مطالعات نشان داده است که استخوان ماهی کپور نقره‌ای سرشار از مواد معدنی مانند کلسیم، پروتئین واسید آمینه است. بنابراین استفاده از استخوان ماهی، از جمله استخوان ماهی کپور نقره‌ای، به شکل خرد و پودر شده در غذاهای حیوانی و انسانی جهت تامین مواد معدنی مورد نیاز، می‌تواند مناسب باشد (Wu *et al.*, 2012). محققان دریافتند که می‌توان از استخوان ماهی در غنی‌سازی برخی از محصولات غذایی و به عنوان مکمل‌های غذایی معدنی مانند غنی‌سازی کلسیم و سایر مواد معدنی استفاده کرد (Yin *et al.*, 2015).

محصولات تولید شده با آرد گندم، ارزان‌ترین ماده غذایی در الگوی غذایی روزانه افراد به شمار می‌روند که اکثر افراد جامعه بدون توجه به وضعیت اقتصادی و اجتماعی آنها را مصرف می‌کنند. افزایش مصرف این محصولات خطری را به دنبال ندارد و می‌تواند به عنوان ماده اصلی در هر سه وعده و یا میان وعده‌ها مصرف شوند (Berenji *et al.*, 2008).

تولید فزاینده‌ی انواع محصولات تولیدی از غلات جزو عادات تغذیه‌ی انسان امروزی است، بدین معنی که علاوه بر نقش و اهمیت اشان در تغذیه انسان‌ها و حیوانات پرورشی، قابلیت غنی شدن با بسیاری از ترکیبات و بهبود کیفیت غذایی را نیز دارند و به سهولت هم توسط مصرف کننده مورد پذیرش قرار می‌گیرند (Mashayekh *et al.*, 2008). به طور کلی یکی از مشکلات فرآورده‌های غلات کمبود برخی از مواد معدنی و فیبرهای رژیمی است که استفاده راهبردی از منابع غنی از مواد معدنی باعث رفع این مشکل می‌گردد. لذا می‌توان از پودر استخوان ماهی به عنوان مکمل در فرآورده‌های حاصل از غلات مانند نان، ماکارونی، بیسکویت‌ها و کیک‌ها استفاده نمود. کیک‌ها به دلیل قیمت مناسب، به عنوان میان وعده غذایی مصرف زیادی دارند و ارزش غذایی آنها به مواد تشکیل دهنده و نوع فراوری اشان بستگی دارد. بنابراین تلاش‌های زیادی برای بهبود و ارتقاء ارزش غذایی این محصول با تغییر ترکیب آنها صورت گرفته است (Abdel-Moemin, 2015).

آبزی پروری جهانی در طی پنجاه سال گذشته رشد بالایی داشته است (Bochi *et al.*, 2008) و تولیدات شیلاتی، شامل صید و آبزی‌پروری یکی از منابع مهم غذا، اشتغال و درآمد در اکثر جوامع و کشورها محسوب می‌شود. تولیدات شیلات در سال ۲۰۱۲ به حدود ۱۵۸ میلیون تن رسید و حدود ۷۰ تن آن فراوری و به محصولات مختلف تبدیل شد که از این مقدار حدود ۲۰ تن از آن به عنوان ضایعات دور ریخته شد (Moffitt and Cajas-Cano, 2014). یکی از نگرانی‌های مهم برای این صنعت، چگونگی استفاده از این ضایعات باقی‌مانده است (Yin, *et al.*, 2015). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ضایعات غذاهای دریایی نشان دهنده‌ی یک منبع ارزشمند از مواد فعال زیستی است و محصولات حاصل از آنها پتانسیل‌های قابل توجهی در زمینه‌های مختلف از جمله تغذیه‌ای و بهداشتی، دارویی، آرایشی - بهداشتی و مهندسی بافت دارد (Pal and Suresh, 2016).

ماهی کپور نقره‌ای یکی از مهمترین گونه‌های کپور ماهیان و دارای مقادیر بالایی از آمینواسیدها، مواد معدنی، ایکوزوپنتانوئیک اسید (EPA) و دکوزوهگزانوئیک اسید (DHA) است. به همین دلیل گوشت این ماهی را می‌توان با فراوری مناسب به انواع فرآورده‌های شیلاتی مانند چیپس ماهی، کنسرو و سوریمی با فراوری تبدیل کرد (Wu *et al.*, 2012). در حین فراوری، استخوان این ماهی به عنوان یکی از مواد دورریز جامد صنایع فراوری آبزیان دور ریخته می‌شود. تخمین زده می‌شود که هر صد گرم از وزن ماهی، ۶ تا ۱۰ گرم استخوان دارد. در حال حاضر، استخوان ماهی به همراه سایر زائدات حاصل از فرآوری ماهی، برای تولید پودر ماهی (fish meal)، که دارای ارزش اقتصادی کمی است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. استخوان این ماهی یا به عبارتی دور ریز آن به طور عمده از ۶۰ تا ۷۰ درصد مواد معدنی

<sup>1</sup> Eicosapentaenoic acid

<sup>2</sup> Docosahexaenoic acid

حاضر، اثر غنی‌سازی کیک‌ها با پودر استخوان ماهی کپور نقره‌ای و تغییرات مواد معدنی موجود در آنها مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲.۱. آماده‌سازی پودر استخوان ماهی کپور نقره‌ای

در این پروژه از استخوان ماهی کپور نقره‌ای در فرمولاسیون کیک استفاده گردید. استخوان‌ها در ابتدا همراه با اجزاء گوشتی متصل به آن، شسته و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در آبی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. آنگاه به وسیله برس، اجزاء گوشتی متصل، جدا گردید و در نهایت جهت خشک کردن، به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از آن، استخوان‌ها به وسیله یک آسیاب‌کن خانگی تا حد ممکن پودر شدند (Yin et al., 2015)

### ۲.۲. آماده‌سازی کیک حاوی پودر استخوان ماهی

برای تهیه کیک‌های غنی شده، پودر استخوان ماهی بدست آمده از مرحله قبل با درصد‌های مختلف ۰، ۲، ۴ و ۶ درصد جایگزین آرد سفید در فرمولاسیون کیک (با وزن تقریبی ۵۰۰ گرم در ابعاد کوچک (کاپ کیک) وارد گردید. میزان و نوع مواد پایه‌ی تشکیل دهنده کیک‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

با توجه به اینکه با فراوری محصولات شیلاتی تنها ۲۰ تا ۵۰ درصد آنها به عنوان بخش خوراکی بازیابی می‌شود و مقدار باقی مانده به عنوان ضایعات دوریخته می‌شود. لذا، استفاده از ضایعات غذاهای دریایی، به عنوان مواد غذایی فراسودمند (functional food) و شناخت آنها به عنوان مواد غذایی-دارویی (nutraceutical food)، توسعه یافته است. علاوه بر این، افزایش تقاضا برای خرید و استفاده از محصولات با کیفیت مناسب‌تر، همراه با خواص غذایی-دارویی باعث شده است که در جهت بهبود کیفیت محصولات مختلف تلاش‌های زیادی صورت گیرد. امروزه کودکان و نوجوانان به دلیل رژیم غذایی نامناسب بیشتر در معرض کمبود انواع ریزمغذی‌ها قرار دارند. سوء تغذیه‌ی ناشی از ریز مغذی‌ها در گروه‌های آسیب‌پذیر و کم درآمد جامعه با مختل نمودن سلامتی و کاهش توانایی‌های ذهنی و یادگیری باعث کاهش توانمندی اقتصادی و قطع رشد اقتصادی و توسعه اجتماعی شده است.

کیک‌ها به دلیل وجود خواص منحصر به فرد ساختاری ناشی از به کار گیری پروتئین گندم در آنها، قابلیت این را دارند تا با طیف وسیعی از پروتئین، ویتامین‌ها و مواد معدنی غنی‌سازی شوند. از طرف دیگر، مطالعات صورت گرفته روی استخوان ماهی نشان می‌دهد که این ماده ارزشمند، به دلیل دارا بودن میزان بالای مواد معدنی، می‌تواند جهت بهبود ارزش غذایی فرآورده‌های تولیدی از غلات مورد استفاده قرار گیرد. لذا، در پژوهش

جدول ۱- فرمولاسیون پایه کیک و مقادیر آنها برحسب درصد

مقدار	مواد اولیه کیک
۳۰	آرد سفید
۲۰	شکر
۱۸	روغن
۱۵	ماست
۱۲	تخم‌مرغ
۵	بکینگ پودر و هل

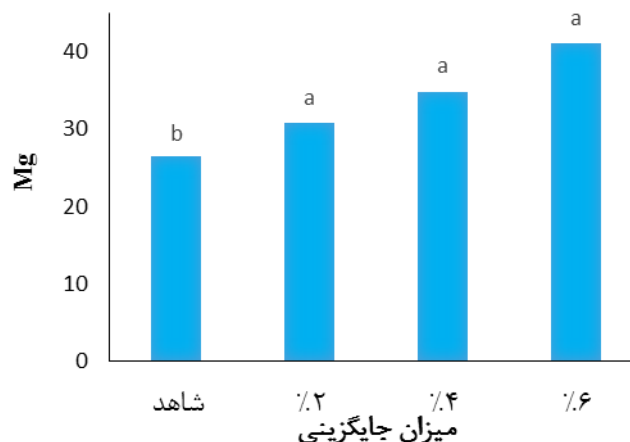
### ۲.۳. اندازه‌گیری‌ها

#### ۲.۳.۱. اندازه‌گیری عناصر معدنی

جهت بررسی تاثیر و تغییرات استفاده از پودر استخوان ماهی کپور نقره‌ای در مقادیر عناصر Zn, Mg, Cu, Mn, Na و Fe موجود در کیک، میزان غلظت عناصر معدنی به روش هضم اسیدی اندازه‌گیری شد (Türkmen *et al.*, 2009). به این صورت که به ۱ گرم از نمونه‌ها ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه گردید و تا نزدیک خشک شدن، در بن ماری در حال جوش قرار گرفت. سپس نمونه‌ها را از بن ماری خارج کرده و بعد از سرد شدن، اسید نیتریک ۱۰ درصد به آنها اضافه شد. در مرحله‌ی بعد، پس از عبور از صافی با آب مقطر دو بار تقطیر به حجم مورد نظر رسانیده و سپس توسط دستگاه Optima 2100 DV, Perkin Elmer Inc, ) ICP-OES (Walthman, MA, USA مقدار عناصر Zn, Mg, Na, Cu, Mn و Fe اندازه‌گیری شدند.

#### ۲.۴. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، از نرم افزار SPSS نسخه ۱۵ استفاده گردید. از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) برای تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارهای مختلف و از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.



شکل ۱- نمودار مقدار منیزیم (Mg) موجود در تیمارهای مختلف مورد آزمون برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کیک خوراکی (حروف انگلیسی مشابه در بالای ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است).

### ۳. نتایج

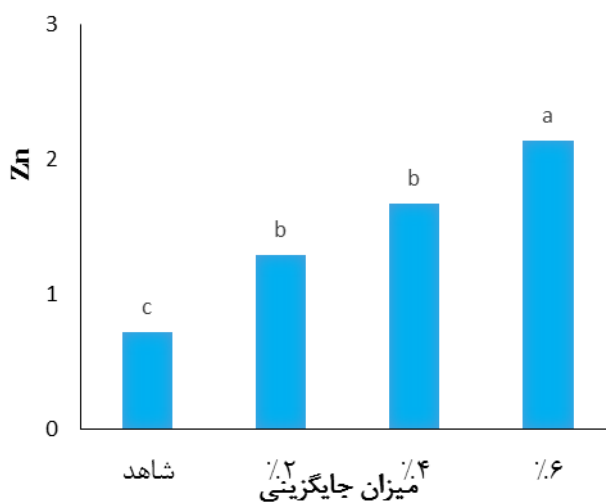
#### ۳.۱. نتایج حاصل از تعیین مقدار عناصر معدنی

##### ۳.۱.۱. منیزیم

میزان منیزیم موجود در تیمارهای مختلف کیک خوراکی در نمودار شکل ۱ ارائه شده است. میزان منیزیم بطور میانگین در تیمار شاهد ۲۶/۴ میلی‌گرم در صد گرم کیک اندازه‌گیری شد که نسبت به سایر نمونه‌ها کمتر است و میزان میانگین منیزیم در تیمارهای ۲، ۴ و ۶ درصد، به ترتیب ۳۰/۷۳، ۳۴/۸۴ و ۴۱/۰۸ میلی‌گرم در صد گرم کیک بود و افزودن پودر استخوان ماهی کپور نقره‌ای به فرمولاسیون کیک، موجب افزایش معنی‌داری در مقدار منیزیم آن شد ( $P \leq 0.05$ ).

##### ۳.۱.۲. روی

نمودار شکل ۲ نشان‌دهنده‌ی میزان روی موجود در تیمارهای مختلف کیک خوراکی است. میزان روی بطور میانگین در تیمار شاهد ۰/۷۲ میلی‌گرم در صد گرم کیک گزارش گردید و در تیمارهای ۲، ۴ و ۶ درصد، به ترتیب ۱/۲۹، ۱/۶۷ و ۲/۱۴ میلی‌گرم در صد گرم کیک رسید. بر اساس نتایج بدست آمده، بین تیمار شاهد و تیمارهای ۲، ۴ و ۶ درصد از نظر آماری تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ( $P \leq 0.05$ ).

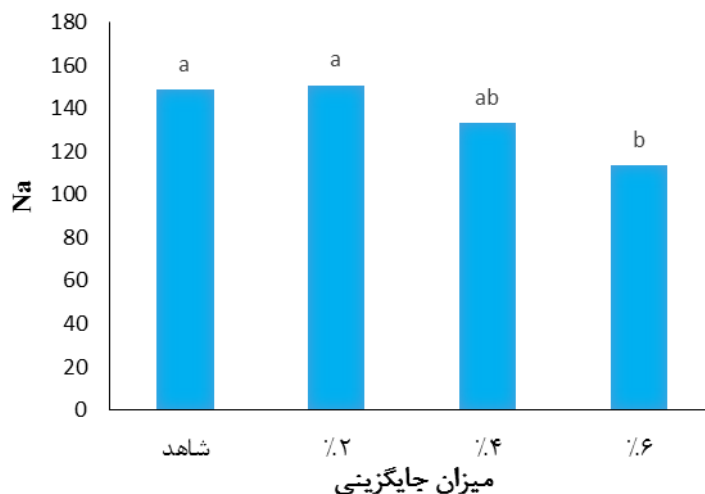


شکل ۲- نمودار مقدار روی (Zn) موجود در تیمارهای مختلف مورد آزمون برحسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم کیک خوراکی (حروف انگلیسی مشابه در بالای ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است).

میلی گرم در صد گرم کیک می‌باشد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، بین تیمارهای شاهد، ۲ و ۴ درصد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ) در حالی تیمار ۶ درصد دارای تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها است ( $P < 0.05$ ).

### ۳،۱،۳. سدیم

نتایج مربوط به میزان سدیم موجود در کیک‌های مورد بررسی در نمودار شکل ۳ گزارش شده است. میزان میانگین سدیم تیمار شاهد ۱۴۸/۴۲ و در تیمارهای ۲، ۴ و ۶ درصد، به ترتیب ۱۵۰/۷۱، ۱۳۳/۲۳ و ۱۱۳/۴۶



شکل ۳- نمودار مقدار سدیم (Na) موجود در تیمارهای مختلف مورد آزمون برحسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم کیک خوراکی (حروف انگلیسی مشابه در بالای ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است).

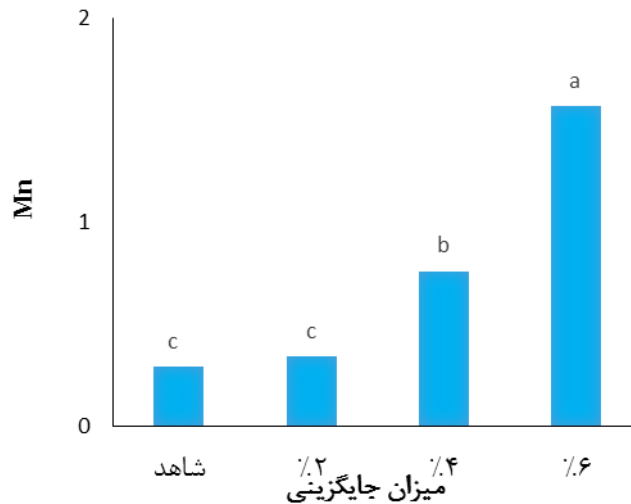
مختلف کیک خوراکی را نشان می‌دهد که بطور میانگین در تیمار شاهد ۰/۲۶ میلی گرم در صد گرم کیک

### ۳،۱،۴. منگنز

نمودار شکل ۴ میزان منگنز موجود در تیمارهای

بین تیمارهای شاهد و ۲ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ) در حالی که این دو تیمار با تیمارهای ۴ و ۶ درصد دارای اختلاف معنی‌داری هستند ( $P < 0/05$ ).

اندازه‌گیری شده است و کمترین مقدار را نسبت به سایر تیمارها دارد و مقدار میانگین آن در تیمارهای ۲، ۴ و ۶ درصد، به ترتیب ۰/۳۴، ۰/۷۶ و ۴/۷۲ میلی‌گرم در صد گرم کیک می‌باشد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها،

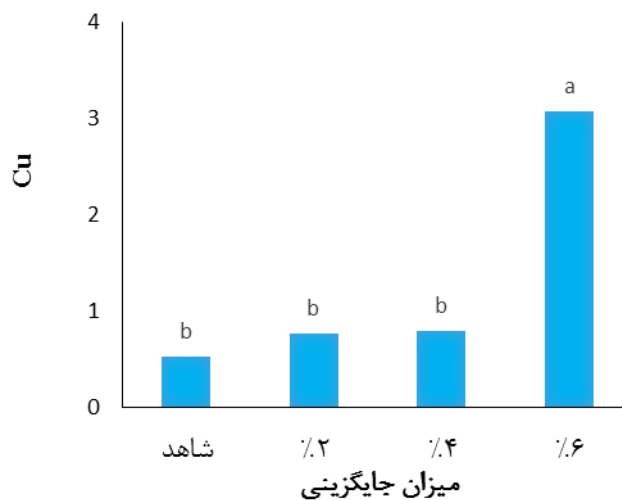


شکل - نمودار مقدار منگنز (Mn) موجود در تیمارهای مختلف مورد آزمون برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کیک خوراکی (حروف انگلیسی مشابه در بالای ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است).

درصد، به ترتیب ۰/۷۷، ۰/۷۹ و ۳/۰۷ میلی‌گرم در صد گرم می‌باشد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، بین تیمار ۶ درصد و سایر تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).

### ۳,۱,۵. مس

نمودار شکل ۵ بیانگر نتایج حاصل از آنالیز عنصر مس در کیک‌های غنی شده می‌باشد. میزان مس بطور میانگین در تیمار شاهد ۰/۵۲ میلی‌گرم در صد گرم کیک اندازه‌گیری شده است و مقدار آن در تیمارهای ۲، ۴ و ۶

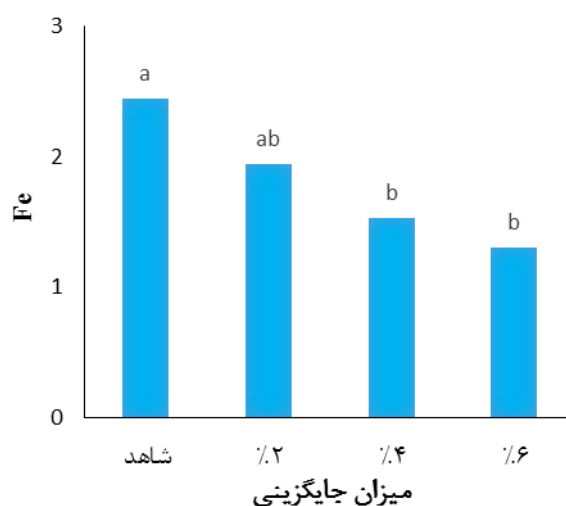


شکل ۵- نمودار مقدار مس (Cu) موجود در تیمارهای مختلف مورد آزمون برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کیک خوراکی (حروف انگلیسی مشابه در بالای ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است).

## ۳,۱,۶. آهن

نمودار شکل ۶ نشان دهنده‌ی میزان آهن موجود در کیک‌های غنی شده است. میزان آهن، بطور میانگین در تیمار شاهد ۲/۴۴ میلی‌گرم در صد گرم کیک گزارش گردید که نسبت به سایر نمونه‌ها دارای بیشترین مقدار

آهن بود و در تیمارهای ۲، ۴ و ۶ درصد، به ترتیب ۱/۹۴، ۱/۵۳ و ۱/۳ میلی‌گرم در صد گرم کیک بود. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، بین سه تیمار ۲، ۴ و ۶ درصد، در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

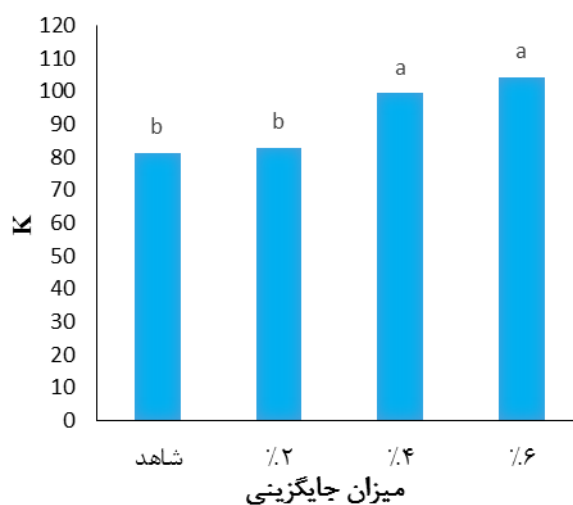


شکل ۶- نمودار مقدار آهن (Fe) موجود در تیمارهای مختلف مورد آزمون برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کیک خوراکی (حروف انگلیسی مشابه در بالای ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است).

## ۳,۱,۷. پتاسیم

نمودار شکل ۷ بیانگر میزان پتاسیم موجود در کیک‌های غنی شده است. میزان پتاسیم بطور میانگین در

تیمار شاهد ۸۱/۳۹ میلی‌گرم در صد گرم کیک اندازه‌گیری شد و کمترین مقدار را نسبت به سایر تیمارها داشت.



شکل ۷- نمودار مقدار پتاسیم (K) موجود در تیمارهای مختلف مورد آزمون برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کیک خوراکی (حروف انگلیسی مشابه در بالای ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است).



صد گرم کیک شد که در تیمارهای ۲، ۴ و ۶ درصد به ترتیب به ۳۰/۷۳، ۳۴/۸۴ و ۴۱/۰۸ گرم در صد گرم کیک افزایش یافت. به طور کلی میزان منیزیم بدن انسان در مردان و زنان با دامنه سنی ۱۹ تا ۳۰ سال به ترتیب ۴۰۰ و ۳۱۰ میلی‌گرم در روز تعیین شده است و به دلیل حفظ عملکرد سیستم‌های عضلانی و عصبی بدن و همچنین ساخت پروتئین جدید، از اهمیت خاصی برخوردار است. در این پژوهش با افزایش سهم جایگزینی پودر استخوان، میزان منیزیم افزایش یافت و نشان داده شد که با مصرف یک میان وعده از این کیک و حاوی این میزان منیزیم، می‌توان مقدار منیزیم مورد نیاز یک انسان را در یک شبانه روز تامین کرد (WHO, 2005).

در این بررسی میزان تغییرات عنصر روی نیز سیر صعودی داشت، به طوری که در تیمار شاهد ۰/۷۲ میلی‌گرم در صد گرم برآورد شد و با افزایش درصد جایگزینی پودر استخوان در کیک، میزان آن نیز افزایش یافت و به ۲/۱۴ میلی‌گرم در صد گرم، در تیمار ۶ درصد، رسید روی از جمله عناصر مورد نیاز بدن است و ساختار ملکولی اجزای سلولی را حفظ می‌کند و از این طریق به حفظ و نگهداری سلول کمک می‌کند. میزان روی مورد نیاز در بدن حدود ۲ گرم یا ۳۰ میلی‌مول برآورد شده است و کمبود آن باعث عقب ماندگی رشدی، تاخیر در بلوغ جنسی و تغییرات رفتاری می‌شود. میزان مصرف و جذب عناصر معدنی از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا علاوه بر اثرات مختلفی که بر عملکرد بدن دارد می‌تواند میزان جذب و دفع سایر عناصر معدنی را نیز تحت تاثیر قرار دهد. به عنوان مثال طبق مطالعات انجام شده مصرف زیاد روی (۱۴۲ میلی‌گرم در روز) می‌تواند جذب منیزیم را در بدن کاهش دهد (WHO, 2005).

یکی دیگر از عناصر مورد مطالعه در این پژوهش، سدیم است. طبق نتایج بدست آمده، میزان عنصر سدیم دارای یک روند کاهشی است، به گونه‌ای که با افزایش درصد جایگزینی پودر استخوان ماهی در کیک، میزان آن نیز کاهش خواهد یافت و به ۱۱۳/۴۶ میلی‌گرم در صد گرم کیک خوراکی، در تیمار ۶ درصد رسید. این در حالی

میزان میانگین پتاسیم در تیمارهای ۲، ۴ و ۶ درصد، به ترتیب ۸۲/۹۳، ۹۹/۶۵ و ۱۰۴/۳۷ میلی‌گرم در صد گرم کیک بود که با افزایش سهم جایگزینی مقدار پتاسیم هم افزایش یافت. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تیمارهای ۴ و ۶ درصد با گروه‌های شاهد و ۲ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بودند ( $P < 0/05$ ).

#### ۴. بحث

ریز مغذی‌ها به موادی گفته می‌شود که کمتر از ۰/۰۱ درصد از وزن بدن را تشکیل می‌دهد و شامل ویتامین‌ها و عناصر کمیاب است که این عناصر دارای عملکرد ضروری در بدن اند و کمبود ناشی از آنها اثرات نامطلوبی را بر سلامت و رفتارهای اجتماعی افراد جامعه وارد می‌کند (Ghaemi et al., 2012). در بسیاری از افراد اصلی‌ترین راه دریافت ریز مغذی‌ها داشتن برنامه غذایی مناسب است (Elsagh, 2012) بنابراین، داشتن یک رژیم غذایی مناسب و آگاهی از این رژیم دریافتی حائز نقش مهمی را در تضمین سلامت جسمی افراد جامعه خواهد داشت. امروزه کودکان و نوجوانان به دلیل رژیم غذایی نامناسب بیشتر در معرض کمبود انواع ریزمغذی‌ها قرار دارند. سوء تغذیه‌ی ناشی از ریز مغذی‌ها در گروه‌های آسیب‌پذیر و کم درآمد جامعه با مختل نمودن سلامتی و کاهش توانایی‌های ذهنی و یادگیری آنها، باعث کاهش توانمندی اقتصادی و توسعه اجتماعی آنان می‌شود. لذا، غنی‌سازی مواد خوراکی که دارای میزان اندکی از این موادمند بویژه در بین این گروه‌های سنی پایین، می‌تواند راهکار مناسبی جهت جلوگیری از مشکلات ناشی از این کمبودها باشد.

در پژوهش حاضر بعد از غنی‌سازی کیک‌ها با پودر استخوان ماهی کپور نقره‌ای، به بررسی میزان تغییرات مواد معدنی موجود در کیک‌های تولید شده، پرداخته شد. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های عناصر معدنی، میزان منیزیم کیک‌های ۲، ۴ و ۶ درصد به ترتیب ۴/۳۳، ۸/۴۴ و ۱۴/۶۸ گرم بیشتر از کیک شاهد بود به گونه‌ای که میزان منیزیم تیمار شاهد ۲۶/۴ گرم در

تحقیقات با افزایش میزان پودر استخوان در محصول، میزان مواد معدنی نیز به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. به عنوان مثال در تحقیق انجام شده توسط Prapasuwannakul (۲۰۱۹)، بعد از غنی‌سازی کراکر ماهی با استخوان ماهی تیلایپای نیل، میزان مواد معدنی نیز افزایش یافت. همچنین Tiwari و همکاران (۲۰۲۰) با پودر ماهیان استخوانی کوچک بدون حذف استخوان از این ماهیان غنی‌سازی ویفر را انجام دادند و طبق نتایج حاصل افزایش میزان مواد معدنی (به ویژه آهن، کلسیم و فسفر) را گزارش کردند.

آهن یکی از مواد معدنی مفید برای حفظ سلامتی بدن انسان است که نقش عمده‌ی آن حمل اکسیژن به تمام نقاط بدن می‌باشد و کمبود آن باعث افزایش خستگی، رنگ پریدگی و به دنبال آن تند مزاجی می‌شود. میزان مجاز آهن برای مردان در سنین ۱۹ سالگی به بالا ۸ میلی‌گرم در روز و برای زنان در این رده‌ی سنی برابر ۱۸ میلی‌گرم در روز تعیین شده است. با این حال در این پژوهش میزان آهن یک روند کاهشی داشت و از ۲/۴۴ میلی‌گرم در صد گرم کیک در تیمار شاهد به ۱/۳۳ میلی‌گرم در صد گرم در تیمار حاوی ۶ درصد پودر استخوان رسید. از آن جهت که آهن یک ماده‌ی ضروری و مورد نیاز انسان است، لذا توصیه می‌شود که در وعده‌های اصلی از مواد غذایی غنی از آهن استفاده شود و همچنین می‌توان استفاده از میان وعده‌های غنی از آهن را، جهت تامین آهن کافی، پیشنهاد داد و یا از مصرف مواد غذایی غنی از کلسیم و آهن در یک وعده غذایی خودداری گردد زیرا مانع از جذب آهن می‌شود. نتایج حاصل از تحقیق Abdel-Moemin (۲۰۱۵) که غنی‌سازی کیک با استخوان پخته شده‌ی ماهی تیلایپای نیل (NTF)، را انجام داد نشان داد که میزان آهن موجود در کیک‌ها با افزایش میزان NTF کاهش می‌یابد. به طوریکه میزان آهن موجود در تیمارها از ۴/۷ میلی‌گرم در صد گرم کیک شاهد با افزایش NTF به ۲۴ درصد به ۳/۴ میلی‌گرم در صد گرم، کاهش یافت. این در حالی است که Tiwari و همکاران (۲۰۲۰) با افزودن پودر ماهیان

است که میزان سدیم تیمار شاهد ۱۴۸/۴۲ گرم در صد گرم کیک گزارش گردید. بنابراین در این محصول با کاهش سدیم در کیک و در نتیجه کمتر شدن جذب آن در بدن میزان جذب کلسیم کهنه عنوان یکی از مهمترین مواد معدنی بدن، افزایش یافت. در واقع سدیم از جمله عناصری است که مصرف آن میزان دفع کلسیم را به دلیل رقابت جهت جذب در توبول‌های کلیوی افزایش می‌دهد (WHO, 2005).

مواد غذایی یکی از مهمترین منابع دریافت عناصر معدنی از جمله منگنز اند. انجمن تغذیه‌ی موسسه‌ی پزشکی (IOM) میزان منگنز مورد نیاز مردان را ۳/۲ و زنان را ۸/۱ میلی‌گرم در روز برآورد کرد که البته در سنین مختلف این مقدار نیز متفاوت است، به طوری که در دوره‌ی نوجوانی میزان منگنز مورد نیاز بدن ۳/۲ تا ۶/۲ میلی‌گرم در روز تعیین شده است (WHO, 2003). در این تحقیق در اثر جایگزینی پودر استخوان ماهی کپور نقره‌ای، میزان منگنز نهایی در آنها از ۰/۲۶ در تیمار شاهد به ۴/۷۲ میلی‌گرم در صد گرم کیک در تیمار ۶ درصد رسید. بنابراین کیک تهیه شده با پودر استخوان ماهی غنی از منگنز است و می‌تواند در رفع نیاز روزمره بدن نقش بسزایی داشته باشد.

مس یک ماده‌ی مغذی ضروری است و غذا و آب از منابع اولیه‌ی تامین کننده‌ی آن در بدن به شمار می‌روند (WHO, 2003)، میزان مس مورد نیاز بدن ۲ تا ۵ میلی‌گرم در روز گزارش شده است (Izah et al., 2016) طبق نتایج بدست آمده از این پژوهش، میزان مس در تیمار حاوی ۶ درصد پودر استخوان، ۳/۰۷ میلی‌گرم در صد گرم مس وجود دارد و نسبت به تیمار شاهد که دارای ۰/۵۲ میلی‌گرم در صد گرم مس بود، بالاترین مقدار مس را داشت.

در دهه‌ی اخیر تحقیقات بسیاری در زمینه غنی‌سازی محصولات غذایی از جمله محصولات غلات (Abdel-Moemin, 2015; Prapasuwannakul, 2019; ) (Tiwari et al., 2020) با پودر استخوان حاصل از ماهیان مختلف صورت گرفته است. طبق نتایج حاصل از این

مطابقت دارد (Abdel-Moemin, 2015). امروزه مصرف‌کنندگان جهت انتخاب یک محصول به موارد زیادی توجه دارند و یکی از این موارد ارزش غذایی محصول است و از اهمیت بالایی نیز برخوردار است چرا که ارزش غذایی یک محصول علاوه بر نقش تغذیه‌ای بر حفظ میزان سلامتی افراد نیز تاثیر بسزایی دارد. با توجه به نتایج بدست آمده، تیمار حاوی ۶ درصد پودر استخوان بالاترین میزان مواد معدنی (منیزیم، روی، منگنز، مس و پتاسیم) را داشت. به دلیل نقش اساسی این مواد در حفظ سلامتی و تامین کافی نیاز بدن، کیک غنی شده با ۶ درصد پودر استخوان، به عنوان یک میان وعده‌ی مناسب و غنی از مواد معدنی، برای سنین مختلف مانند کودکان و نوجوانان و بویژه تغذیه‌ی مدارس پیشنهاد می‌شود. این محصول می‌تواند در تامین مواد معدنی مورد نیاز بدن، با توجه به محدودیت‌های اقتصادی کشور، و نیز ذائقه‌ی عمومی جامعه (مصرف کم آبریان) مطرح باشد.

استخوانی کوچک بدون حذف استخوان، به ویفر افزایش در میزان آهن را گزارش کردند و پس از مقایسه با مطالعات مشابه بیان کردند که افزایش بیشتر مواد معدنی و خاکستر در نمونه‌های آنها به دلیل وجود استخوان در پودر مورد مطالعه است.

با توجه به داده‌های حاصل از بررسی و تعیین عناصر معدنی در این پژوهش، میزان پتاسیم موجود در تیمارها با افزایش پودر استخوان، افزایش یافت به طوری که در تیمار ۶ درصد پودر استخوان، میزان پتاسیم ۱۰۴/۳۷ میلی‌گرم در صد گرم کیک تعیین شد. از آن جهت که پتاسیم عملکرد سیستم‌های عصبی و عضلانی را کنترل می‌کند و همچنین باعث فعال شدن آنزیم‌های درون سلولی می‌شود، لذا مصرف روزانه ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ میلی‌گرم از آن توصیه می‌شود (WHO, 2003). در این پژوهش میزان تمامی عناصر معدنی به جز سدیم و آهن، با افزایش درصد جایگزینی پودر استخوان، افزایش یافت که با نتایج حاصل از تحقیق انجام شده توسط Abdel-Moemin (۲۰۱۵)

## References

## ۵. منابع

- Abdel-Moemin, A.R., 2015. Healthy cookies from cooked fish bones. *Food Bioscience* 12,114-121.
- Berenji, A.S., Azizi Tabrizzad, M.H., Sahari, M.A., 2008. The effect of fortification with iron, folic acid, zinc and calcium on rheology and chemical properties of Setareh wheat flour. *Iranian Journal of Food Science and Technology* 4(4), 33-43. (in Persian)
- Bochi, V.C. Weber, J., Ribeiro, C.P., Victório Ade, M., Emanuelli, T., 2008. Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. *Bioresource Technology* 99(18), 8844-8849.
- Elsagh, A., 2012. Synthesis of silica nano-structure and loading particular lanthanides on them to use in radiotherapy. *Advanced Processes in Materials* 6(3), 37-45. (in Persian)
- Ghaemi, N., Jafarzadeh, M., Bagheri, S., 2012. Relationship between obesity and iron, calcium and phosphorus levels in obese children 2-16 years old. *Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences* 55(3), 134-138. (in Persian)
- Izah, S.C., Inyang, I.R., Angaye, T.C.N., Okowa, I.P., 2016. A review of heavy metal concentration and potential health implications of beverages consumed in Nigeria. *Toxics* 5(1):1-15.
- Logesh, A., Pravinkumar, M., Raffi, S.M., Kalaiselvam, M., 2012. Calcium and phosphorus determination in bones of low value fishes, *Sardinella longiceps* (Valenciennes) and *Trichiurus savala* (Cuvier), from Parangipettai, Southeast Coast of India. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 2(1), S254-S256.

- Mashayekh, M., Mahmoodi, M.R., Entezari, M.H., 2008. Effect of fortification of defatted soy flour on sensory and rheological properties of wheat bread. *International Journal of Food Science and Technol* 43(9),1693-1698. (in Persian)
- Moffitt, C.M., Cajas-Cano, L., 2014. Blue growth: the 2014 FAO state of world fisheries and aquaculture. *Fisheries* 39(11), 552-553.
- Pal, G.K., Suresh, P., 2016. Sustainable valorisation of seafood by-products: recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 37, 201-215.
- Prapasuwannakul, N., 2019. Consumer acceptance of nutritional enrichment of fish crackers used for snacks with fish bones. In book: *Advances in Physical Ergonomics and Human Factors*, 242-250.
- Tiwari, M., Saikia Barooah, M., Bordoloi, P.L., 2020. Quality characterization of wafers enriched with fish powder developed from small bony fish. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 29(8), 775-788.
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Töre, Y., Ates, A., 2009. Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean seas. *Food chemistry* 113(1), 233-237.
- WHO (World Health Organization), 2003. Molybdenum in drinking-water: background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/75372>
- WHO., 2005 . Vitamin and mineral requirements in human nutrition. 2<sup>nd</sup> ed. World Health Organization.
- Wu, G.-c., Zhang, M., Wang, Y., Joseph Mothibe, K., Chen, W., 2012. Production of silver carp bone powder using superfine grinding technology: Suitable production parameters and its properties. *Journal of Food Engineering* 109(4), 730-735.
- Yin, T., Park, J.W., Xiong, S., 2015. Physicochemical properties of nano fish bone prepared by wet media milling. *LWT-Food Science and Technology* 64(1), 367-373.