



بررسی تاثیر جایگزینی آرد کنجاله کنجد و آرد جوانه ذرت بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و تصویری کیک قالبی

مژگان احسانی<sup>۱</sup>، نرگس رحیمی<sup>۲</sup>، الهام انصاری فر<sup>۳</sup>، سمیه امانی<sup>۴</sup>

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند، بیرجند.

۲- استاده، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند، بیرجند.

۳- دکتری تخصصی، استادیار علوم و صنایع غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند.

۴- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه تبریز، تبریز.

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۹

تاریخ داوری: ۱۴۰۴/۰۵/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۶

کلمات کلیدی:

کنجاله کنجد،

جوانه ذرت،

کیک قالبی

DOI: 10.48311/fsct.2026.83768.0

\* مسئول مکاتبات:

n.zamindar@iau.ac.ir

صنعت غلات از صنایع رو به رشد بوده و فرمولاسیون محصولات رژیمی و فراسودمند در آن رو به گسترش می باشد. در این تحقیق از آرد کنجاله کنجد در مقادیر ۱۰ و ۲۰ درصد و آرد جوانه ذرت در مقادیر ۱۰ و ۲۰ درصد، و آرد جوانه ذرت و آرد کنجاله کنجد هر کدام ۱۰ درصد، به جای آرد گندم در فرمولاسیون کیک استفاده گردید. برای این منظور پس از تهیه آرد گندم و آرد کردن کنجاله کنجد و جوانه ذرت نمونه‌های کیک با تیمارهای مشخص تولید شد. برای نمونه های کیک آزمون های درصد رطوبت، درصد چربی، درصد پروتئین، درصد فیبر، خصوصیات تصویری، بافت سنجی و همچنین با روش هدونیک ۵ نقطه ای نیز ارزیابی خصوصیات حسی انجام شد. نتایج آزمون ها با روش دانکن در بازه های زمانی روزتولید، روز هفتم و روز چهاردهم در سطح معنی دارای (۰/۰۵)  $\alpha$  تجزیه و تحلیل شد. آرد جوانه ذرت و کنجاله کنجد سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (رطوبت، چربی، پروتئین، فیبر)، ویژگی‌های حسی (طعم و مزه، رنگ، بافت و پذیرش کلی) و شاخص‌های سنجش بافت دستگاهی (سفتی، قابلیت ارتجاع، پیوستگی، قابلیت جویدن) کیک غنی شده گردید. همچنین طبق نتایج افزودن آرد کنجاله کنجد و آرد جوانه ذرت باعث زیاد شدن میانگین حفرات کیک اسفنجی شد که در ابتدا شیب تند و سپس شیب ملایم مشاهده گردید. بررسی نتایج ارزیابی شاخص روشنایی ( $L^*$ )، نشان داد با افزایش میزان آرد کنجاله کنجد، شاخص روشنایی به طور معنی داری کاهش یافت. بررسی شاخص زردی نیز نشان داد که میزان شاخص زردی تیمارهای کیک با افزایش میزان استفاده از کنجاله کنجد و آرد جوانه ذرت افزایش یافت. با افزایش شاخص زردی ( $b^*$ )، میزان شاخص قرمزی ( $a^*$ ) در تیمارها کاهش یافت. به طور کلی نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از آرد کنجاله کنجد و آرد جوانه ذرت در فرمولاسیون تیمارهای کیک می تواند علیرغم بالا بردن محتوی پروتئینی خصوصیات کیک ایده آل را داشته باشد.

## ۱-مقدمه

امروزه تمایل مصرف‌کنندگان به مصرف محصولات غذایی فراسودمند مانند محصولات پخت رو به افزایش است. غذاهای فراسودمند اثرات مفیدی بر سلامت میزبان دارند و علاوه بر ارزش تغذیه‌ای آنها، خطر بیماری‌های مزمن را هم کاهش می‌دهند [۱]. نسل غذاهای فراسودمند بر پایه غنی‌سازی با ویتامین‌ها و مواد معدنی مطرح گردید. ترکیبات فراسودمند اغلب شامل پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، اسیدهای چرب چند غیر اشباع، امگا۳، لینولئیک اسید مزدوج، آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی، ویتامین‌ها، مواد معدنی، برخی پروتئین‌ها، پپتیدها و اسیدهای آمینه می‌باشد [۲]. محصولات غلات در ایران و بسیاری از کشورهای بخش عمده‌ای از سبد کالای مصرفی مردم را تشکیل می‌دهد. با توجه به این که قسمت عمده محصولات تهیه شده در کشور ما از آرد گندم می‌باشد و با در نظر گرفتن این که پروتئین گندم به دلیل عدم تعادل اسیدهای آمینه از جمله لیزین از نظر تغذیه‌ای غنی نمی‌باشد، لذا در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در ارتباط با جبران کمبودهای تغذیه‌ای این محصولات انجام شده است [۳].

کیک جزء تنقلاتی است که به یک میان‌وعده غذایی تبدیل شده و ارزش غذایی آن نیز در سبد غذایی خانواده‌ها مهم تلقی می‌شود. بسیاری از اصلاحات و تغییرات انجام شده در فرمولاسیون کیک با هدف بهبود کیفیت و ارزش تغذیه‌ای این محصول صورت می‌گیرد. به‌طور کلی صنعت کیک سازی طی سال‌های اخیر و در سراسر دنیا به سرعت توسعه پیدا کرده است و از آن جایی که تغییر و دست‌کاری مواد اولیه جهت بهبود ارزش تغذیه‌ای محصول ابزاری نیرومند در دستان تولیدکنندگان است، تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه اصلاح و تغییر ترکیبات تشکیل دهنده ترکیبات کیک صورت گرفته است [۴]. تاکنون، اکثر غنی‌سازی‌های صورت گرفته در این زمینه توسط ویتامین‌ها، مواد معدنی و اخیراً سبوس و فیبرهای مختلف بوده است و در رابطه با غنی‌سازی توسط مواد دارای

ارزش پروتئینی بالا، تحقیقات اندکی انجام شده است. لذا استفاده از موادی با ارزش پروتئینی بالا همراه با داشتن سایر مواد مغذی می‌تواند باعث بهبود ویژگی‌های کیفی محصول، بالا رفتن ارزش غذایی، جذب بیشتر مشتری و در نهایت جبران کمبودهای موجود در جامعه و کشور شود [۵]. با توجه به افزایش بیماری‌های ناشی از رژیم غذایی نامناسب، استفاده از غذاهای سالم با ویژگی‌های عملکردی مطلوب مورد توجه قرار گرفته است و بسیاری از تولیدکنندگان مواد غذایی به تولید فرآورده‌های غذایی سودمند مخصوصاً از گیاهان خوراکی علاقمند گردیده‌اند. جهت غنی‌سازی محصولات و تولید مواد غذایی فراسودمند از ترکیبات حاوی املاح، ویتامین‌ها، پروتئین و فیبر استفاده می‌شود. گسترش غذاهای غنی از مواد گیاهی که حاوی انواع ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنتی‌اکسیدان‌ها بوده، می‌تواند یک نقش اساسی در تضمین سلامت مطلوب داشته باشد [۶]. در میان منابع گیاهی، کنجد یکی از بهترین منابع ترکیبات ریز مغذی محسوب می‌شود و در بسیاری از کشورها بویژه در آسیا به عنوان یک ماده غذایی فراسودمند مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف این پژوهش بررسی امکان استفاده از آرد یا کنجاله کنجد به عنوان مکمل غذایی جهت بهبود ویژگی‌های کیک لایه‌ای و جبران کمبودهای موجود در این ماده غذایی از طریق غنی‌سازی و همچنین تولید فرآورده غذایی با ویژگی‌های مطلوب از نظر بافت، ویژگی‌های شیمیایی، طعم و مزه، خواص حسی و ارزش تغذیه‌ای می‌باشد. کنجاله کنجد محصول جامد بدست از دانه کنجد است که معمولاً با استفاده از روش پرس سرد، روغن آن حذف شده باشد. کنجاله کنجد حاوی ۳۵.۶ درصد پروتئین، ۷.۶ درصد فیبر خام ۱۱.۸ درصد خاکستر و ۸۳.۲ درصد ماده خشک است. از این رو به نظر میرسد کنجاله مغزها نظیر کنجد بتواند منبع مناسبی جهت غنی‌سازی محصولات نانوائی باشد. با توجه به تولید بالای روغن کنجد در سراسر جهان که در مجموع یک میلیون در تن سال تخمین زده می‌شود، تولید کنجاله کنجد بسیار [۷] بالا است. جوانه ذرت، حدود ۱۲ درصد دانه ذرت را تشکیل می‌دهد که این میزان در ذرت، خیلی بیشتر از سایر غلات است. پروتئین

شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از نمایندگی های معتبر شرکت مرک خریداری شدند.

## ۲-۲- روش تهیه کیک قالبی

در ابتدا مواد خام کیک (شامل: آرد تهیه شده از کارخانه آرد رضوی، شکر، تخم مرغ، بکینگ پودر، وانیل روغن و شیر) آماده و سپس دو نوع آرد جایگزین که شامل کنجاله کنجد (۰٪، ۱۰٪، ۲۰٪) و آرد جوانه ذرت (۰٪، ۱۰٪، ۲۰٪) بود، در فرمولاسیون به کار برده شدند. ابتدا ۳ عدد تخم مرغ و ۱ لیوان شکر را در یک کاسه مخلوط کرده و با همزن برقی مخلوط شدند تا کش دار شود. سپس نصف لیوان روغن مایع و ۱ لیوان شیر را اضافه شد. دو و نیم لیوان آرد و ۱ قاشق غذاخوری بکینگ پودر درون کاسه ای دیگر مخلوط شده و روی مخلوط تخم مرغ الک گردید. مایه کیک با لیسک یکدست شد، فر گرم شده و مایه در یک قالب چرب شده ریخته شد. کیک ۴۰ تا ۵۰ دقیقه در فر پخته شد، سپس با خلال دندان تست گردید از فر خارج شد. پس از خنک شدن، کیک از قالب خارج شد. نمونه های تهیه شده پس از آماده سازی در روز یک مورد بررسی و نمونه برداری قرار گرفتند.

جوانه ذرت، از آلبومین و گلوبولین تشکیل شده و از نظر کمی و کیفی نسبت به پروتئین های آندوسپرم برتری دارد و محدودیت برخی از اسیدهای آمینه (به ویژه لیزین و متیونین) در پروتئین ذرت، مربوط به پروتئین های بخش آندوسپرم آن است. به عبارتی پروتئین جوانه ذرت، از الگوی اسید آمینه بهتری در مقایسه با آندوسپرم آن برخوردار می باشد. به عبارتی جوانه ذرت که یکی از مواد مورد استفاده در کارخانه های تولید آرد، نشاسته و روغن ذرت است [۳]. غنی از مواد معدنی و پروتئین ها بوده و دارای اسید آمینه ضروری لیزین می باشد که مقدار آن در جوانه ذرت، دو برابر آرد ذرت و آرد گندم است، به عبارت دیگر ضمن آن که جوانه ذرت ماده مناسبی برای استحصال روغن می باشد، کنجاله آن ماده مناسبی برای تهیه آرد جوانه ذرت است.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد

کلیه مواد مورد نیاز برای طرح شامل مواد اولیه کیک، کنجاله کنجد و جوانه ذرت از بازار تهیه شدند. همچنین مواد

Table 1. Treatments studied in the study

Treatments	Sesame flour	Corn sprouts
C	0	0
S1	10	20
S2	20	20
S3	0	20
S4	0	20
S5	10	10

### ۲-۳-۲- اندازه گیری حجم مخصوص

حجم مخصوص کیک از طریق محاسبه نسبت وزن ۲۴۰ میلی لیتر از خمیر کیک به وزن ۲۴۰ میلی لیتر آب اندازه گیری شد [۹].

### ۲-۳-۲- آزمون های تحقیق

۲-۳-۱- اندازه گیری دانسیته  
دانسیته کیک با اندازه گیری نسبت وزن به حجم کیک به روش پیکنومتری اندازه گیری شد [۸].

## ۲-۳-۳- اندازه‌گیری رطوبت کیک

رطوبت نمونه‌ها با روش (AACC 44-151999) اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۱۰ گرم از نمونه خردشده در پلیت‌هایی با وزن مشخص توزین و به مدت ۳ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده شد. خشک کردن نمونه‌ها تا رسیدن به وزن ثابت انجام گرفت. پس از خشک شدن و خنک شدن در دیسکاتور پلیت‌ها توزین شده و رطوبت از رابطه زیر در روز بعد از پخت محاسبه شد.

$$\text{درصد رطوبت} = 100 * (B-C) / (B-A)$$

A: وزن بوته خالی، B: وزن نمونه با ظرف قبل از خشک کردن، C: وزن نمونه با ظرف بعد از خشک کردن

## ۲-۳-۴- اندازه‌گیری چربی

برای اندازه‌گیری چربی از روش (AACC 30-10) (2010) استفاده شد. ابتدا حدوداً ۱۵ گرم از نمونه‌ها را بر روی کاغذ صافی وزن کرده سپس داخل کارتوش ریخته و در آن را با پنبه پوشانده و به دستگاه استخراج چربی وصل شد. ظرف مخصوص چربی که قبلاً حرارت دیده و توزین شده حاوی دی اتیل اتر و سنگ جوش به دستگاه وصل و با روشن کردن دستگاه (۱۵۰ درجه سانتی‌گراد) فرآیند استخراج آغاز و بعد از چهار ساعت اتمام فرآیند استخراج و جمع‌آوری دایلاتر، دستگاه خاموش و بعد از خنک شدن، ظرف مخصوص چربی از زیر دستگاه خارج گردید. دایلاتر مازاد توسط روتاری اوپراتور جداسازی و ظرف حاوی چربی در آون با حرارت ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت دیده و بعد از خنک شدن داخل دیسکاتور، توزین و سپس جهت محاسبه درصد چربی کل از رابطه زیر استفاده گردید:

$$\text{درصد چربی کل} = 100 * (A-B) / C$$

A: وزن بالن با چربی، B: وزن بالن خالی، C: وزن نمونه مصرفی

## ۲-۳-۵- اندازه‌گیری پروتئین

اندازه‌گیری پروتئین با روش ۱۳-۴۶ (AACC 2010) و با استفاده از میکروکلدال انجام شد. به این ترتیب که یک گرم از نمونه روی کاغذ صافی وزن شده و در لوله هضم قرار داده شد. ۱۰ گرم سولفات پتاسیم، یک گرم سولفات مس و ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به لوله هضم اضافه گردید. لوله هضم به دستگاه هضم کلدال متصل به دستگاه ساکشن حاوی تانک‌هایی با محلول سود ۱۰٪ و آب مقطر وصل گردید و با روشن کردن اجاق حرارتی با درجه حرارت متوسط لوله هضم به مدت ۱۵ دقیقه حرارت داده شد. درجه حرارت به حداکثر (۴۳۰ درجه سلسیوس) رسانده شد تا زمانی که محلول داخل لوله هضم به رنگ سبز شفاف درآید. سپس اجاق حرارتی خاموش گردید و لوله هضم خنک می‌شود. لوله هضم به دستگاه تقطیر انتقال یافته و با اجرای برنامه مربوطه به مدت زمان ۶ ثانیه اسید بوریک در داخل ارلن مایر حاوی چند قطره معرف متیل رد قرار داده شد و در محل مربوطه، ۷ ثانیه آب مقطر و ۱۰ ثانیه سود ۳۲٪ داخل لوله هضم ریخته و پس از ۳/۵ دقیقه مرحله تقطیر پایان یافت. محتویات ارلن مایر با تیترازول اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیترا شد تا زمانی که رنگ زرد محلول به ارغوانی تغییر رنگ دهد. رنگ ارغوانی خاتمه عمل تیتراسیون می‌باشد. ضریب تبدیل ترکیبات نیتروژنی به پروتئین ۶/۲۵ در نظر گرفته شد.

## ۲-۳-۶- بررسی بافت کیک قالبی

آزمون TPA<sup>1</sup> و سختی کیک لایه‌ای با استفاده از دستگاه Analyzer Texture در ۱۰ درجه سانتیگراد انجام شد. برای آزمون TPA با استفاده از پروب استوانه‌ای ۶ میلیمتری در سرعت ۰.۵ s/mm تا عمق ۴ میلی متر انجام شد. برای

1 - Texture Profile Analysis

الف. در این پژوهش جهت نورپردازی یکنواخت، نیازمند یک محفظه تاریک می‌باشد. در محفظه تاریک که جعبه ای با دیوارهای تیره شده با رنگ سیاه است (تا نور پس زمینه را به حداقل برساند)، یک رشته لامپ LED تامین کننده نور بود. نمونه‌ها روی صفحه سفیدی قرار گرفتند و دوربین موبایل (Apple, pro13) به طور عمودی و در فاصله ۱۰ سانتی متر از نمونه قرار داشت. تمامی تصاویر در حالتی گرفته شد که عدسی در حالت دستی و دهانه لنز با اندازه ۴ و سرعت یک دهم ثانیه تنظیم شده بود. در نهایت تصاویر با دوربین دیجیتال مذکور با  $2592 \times 3888$  پیکسل گرفته شده با پورت USB به رایانه انتقال یافت و با فرمت JPEG تصاویر ذخیره شدند.

ب. پیش پردازش تصاویر: تقطیع<sup>۲</sup> تصاویر (جدا نمودن تصویر حقیقی نمونه های کیک از پس زمینه) با استفاده از نرم افزار فتوشاپ (Adobe, v.8.0) انجام گرفت و عکس‌ها با فرمت BMP ذخیره شدند.

ج. تغییر فضای رنگی از RGB به  $L^*a^*b^*$ : از آنجا که پارامترهای رنگی  $L^*a^*b^*$  وابسته به ابزار اندازه‌گیری نبوده، بدون توجه به خروجی یا ورودی، رنگ یکنواختی را فراهم می‌کنند (یام و پاپاداکیس، ۲۰۰۴)، تصاویر به دست آمده به فضای رنگی  $L^*a^*b^*$  تبدیل شدند. یک نمونه تبدیل تصویر از فضای رنگی RGB به  $L^*a^*b^*$  در شکل (۲) آورده شده است. در این مطالعه، پردازش تصویر با استفاده از نرم افزار ایمج جی<sup>۳</sup> نسخه ۱/۴۳۲ انجام شد.  $L^*$  نشانگر روشنایی است که بین مقادیر صفر (معادل مشکی) و ۱۰۰ (معادل انعکاس کامل نور) می‌باشد، درحالی‌که مقادیر مثبت  $a^*$  نشانگر رنگ قرمز و منفی معادل رنگ سبز است. مقادیر مثبت مؤلفه  $b^*$  نشانگر رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است [۱۱].

آزمون فشار ابتدا پروب سیمی برش به دستگاه متصل و پس از برش کیک در شکل‌های مربعی به طوری که ابعاد آن کمی بزرگ‌تر از عرض پروب برش باشد در محل نمونه قرار داده شد [۱۰].

### ۷-۳-۲- پردازش تصویر

برای اندازه‌گیری تخلخل و پارامترهای رنگی، از روش پردازش تصویر استفاده شد. برای این منظور، نمونه های کیک برای اندازه‌گیری تخلخل ابتدا به وسیله ی چاقوی تیز با احتیاط به صورت طولی به دو نیم تقسیم شدند. تصویربرداری با استفاده از دوربین CANON مدل Canon Eos 1000D در اتاقک مخصوص این کار که دارای دیواره های سیاه بود انجام شد. تصاویر گرفته شده به نرم افزار فتوشاپ CS5 منتقل و برش قسمت دلخواه انجام شد و بعد از حذف layer از قسمت پشت زمینه، تصویر با فرمت JPG ذخیره شد. سپس تصویر به نرم افزار Image J انتقال یافت.

### ۲-۷-۳-۲- تخلخل

جهت بررسی میزان تخلخل نمونه های کیک از روش نوشاد و همکاران (۲۰۲۲) و با استفاده از تصویری از برش عرضی کیک (شکل ۱) و نرم افزار image J نسخه ۱۴/۲ استفاده گردید. میزان تخلخل برحسب درصد که حاصل نسبت مجموع سطح حفرات هوا به سطح کل کیک بود، محاسبه شد.

### ۲-۷-۳-۲- پارامترهای رنگی

در پردازش تصویر برای بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر تغییرات رنگ سطح نمونه‌های کیک، به صورت زیر عمل شد: الف. سیستم تصویرگیری: این سیستم به طور کلی از ۴ جز تشکیل شده است که عبارتند از منابع نوری، دوربین، سخت افزار و نرم افزار رایانه.

## ۸-۳-۲- ویژگی‌های حسی کیک قالبی

خصوصیات حسی کیک پخته شده مانند رنگ، طعم، بافت و مقبولیت کلی توسط ۱۰ نفر ارزیاب با روش هدونیک ۵ نقطه‌ای انجام شد. نمونه‌ها قبل از آزمون کددهی شدند. سپس جهت ارزیابی و امتیازدهی در اختیار ارزیاب قرار گرفت. امتیاز داده شده توسط هر ارزیاب گزارش شد [۴].

## ۹-۳-۲- ویژگی‌های آماری

در این پژوهش پس از طراحی تیمارها (با هدف جایگزینی آرد کیک با این انواع آرد) با توجه به درصدهای مختلف جایگزینی دونوع آرد کنجاله کنجد (۰٪، ۱۰٪، ۲۰٪) و آرد جوانه ذرت (۰٪، ۱۰٪، ۲۰٪)، داده‌های تجربی حاصل با نرم افزار spss نسخه ۲۶، مورد تحلیل قرار گرفت.

## ۳- بحث و نتایج

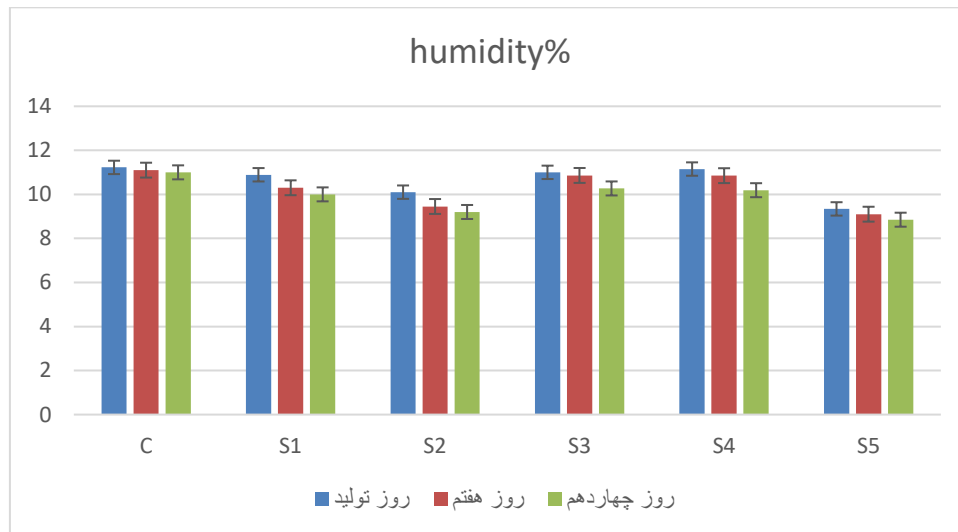


Chart 1. The results of checking the humidity of the treatments (percentage).

روغن باقیمانده در کنجاله کنجد به میزان کم و درصد چربی آرد جوانه ذرت، با چربی اختلافات معنی داری ندارد و تنها در مقادیر درصد های ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد و ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت، اندک تغییرات معنی داری با تیمار شاهد مشاهده شد که دور از انتظار نیز نبود. در این راستا نیز تحقیقات مشابهی نیز وجود داشت. در یک بررسی روحانیان و همکاران (۱۳۹۸) از کنجاله کنجد و آرد پوست نارنگی بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی و حسی شکلات تیره استفاده

## ۲-۳-۳- نتایج آزمون اندازه‌گیری چربی

طبق نتایج نمودار ۲، بیشترین درصد چربی مربوط به نمونه دارای ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد و ده درصد آرد جوانه ذرت در روز اول آزمایش و کمترین مربوط به نمونه شاهد در روز چهاردهم آزمایش بود. به طور کلی یکی از دلایل مشاهده چنین تغییراتی به این جهت می باشد که درصد

نمودند و دریافتند که آرد کنجاله کنجد تاثیرات معنی داری بر میزان درصد چربی شکلات نداشت که با یافته های تحقیق حاضر نیز در توافق بود.

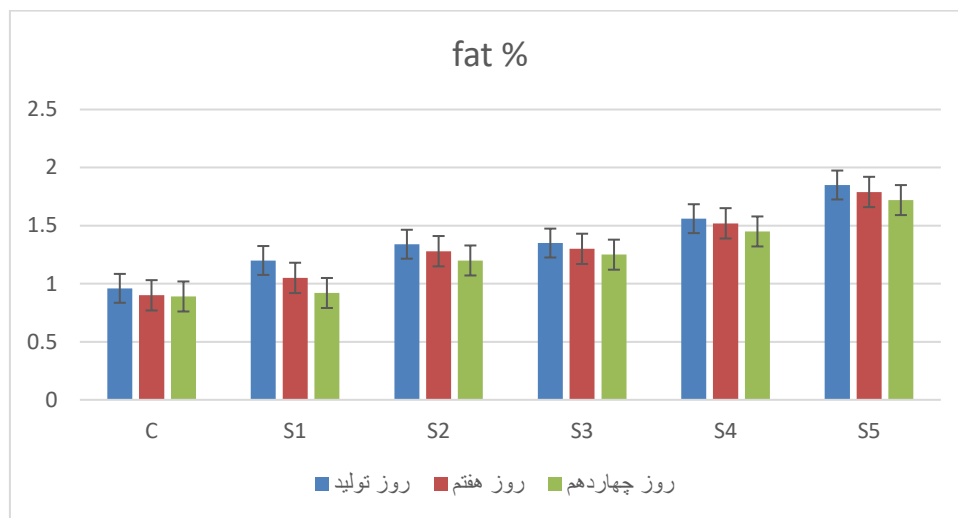


Chart 2. The results of the treatment fat examination (percentage).

چهاردهم آزمایش بود. در یک مطالعه نیز توسط Alogo در سال ۲۰۰۱ طی مطالعه ای در مورد استفاده از آرد دانه کنجد بر روی خصوصیات بیسکوئیت ارزن به نتایج مشابهی دست یافتند. آن ها دریافتند که استفاده از آرد کنجاله کنجد درصد پروتئین تیمارهای بیسکوئیت را به طور معنی داری افزایش داد که با یافته های تحقیق حاضر در توافق بود. Makinde و Akinoso (۲۰۱۴) در یک بررسی بر خصوصیات فیزیکی، تغذیه ای و حسی نمونه های نان تهیه شده با آردهای گندم و کنجد سیاه اذعان داشتند که استفاده از آرد کنجد میزان محتوی پروتئینی تیمارهای نان را افزایش داد که با یافته های تحقیق حاضر در توافق بود.

### ۳-۳- نتایج آزمون اندازه گیری پروتئین

طبق نتایج نمودار ۳، مشاهده شد که اختلافات معنی داری بین میزان درصد پروتئین تیمارهای کیک در مقادیر استفاده از آرد کنجاله کنجد و آرد جوانه ذرت به میزان ۱۰ و ۲۰ درصد در مقایسه با تیمار شاهد وجود داشت. استفاده از آرد کنجاله کنجد و آرد جوانه ذرت در فرمولاسیون تیمارهای کیک به طور معنی داری میزان محتوی پروتئینی را افزایش می دهد که بیشترین درصد پروتئین مربوط به نمونه دارای ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد و ده درصد آرد جوانه ذرت در روز اول آزمایش و کمترین مربوط به نمونه شاهد در روز

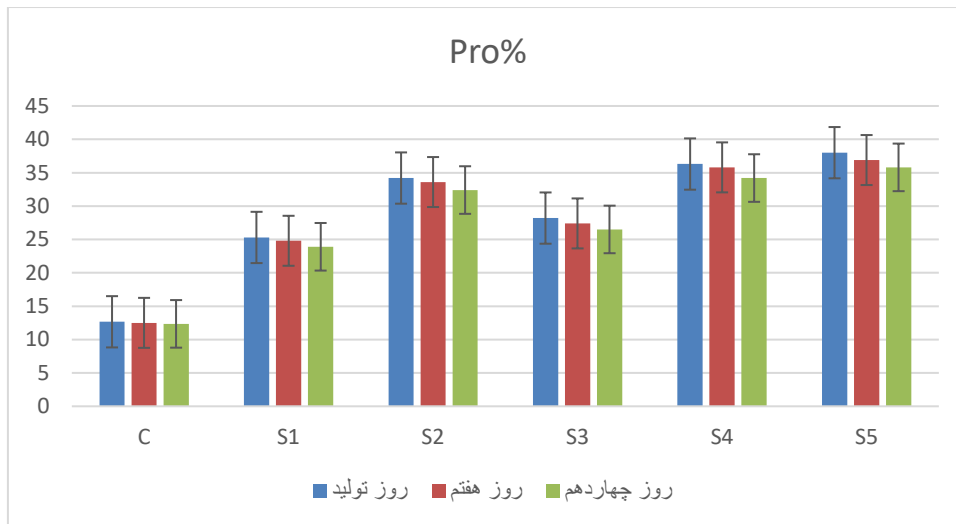


Chart 3. The results of protein analysis of the treatments (percentage).

زمان در شاخص قابلیت ارتجاع تیمارهای کیک در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ معنی‌دار بود ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به جدول مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری بین میزان شاخص قابلیت ارتجاع بافت تیمارهای کیک در مقادیر استفاده از آرد کنجاله کنجد به میزان ۱۰ درصد و ۲۰ درصد، و آرد جوانه ذرت ۱۰ درصد و ۲۰ درصد و تیمار ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد و ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت در مقایسه با تیمار شاهد وجود نداشت ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به جدول مشاهده شد که استفاده از آرد کنجاله کنجد و جوانه ذرت در فرمولاسیون تیمارهای کیک میزان شاخص قابلیت ارتجاع را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد ( $p \leq 0/05$ ). به طوری که بالاترین میزان قابلیت ارتجاع بافت در تیمار کیک با میزان تیمار ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). به طور کلی در طی زمان نگهداری میزان شاخص قابلیت ارتجاع تیمارهای کیک به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ( $p \leq 0/05$ ). کمترین میزان شاخص قابلیت ارتجاع در روز چهاردهم نگهداری برای نمونه شاهد و بیشترین آن در روز تولید برای نمونه ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به نتایج بررسی خواص بافتی کیک نمودارها ۵ مشاهده شد که تاثیر تیمار، زمان و اثرات متقابل تیمار در زمان در شاخص پیوستگی تیمارهای کیک در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ معنی‌دار بود ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به جدول مشاهده شد که

#### ۳-۴- نتایج آزمون بررسی خواص بافتی کیک

با توجه به نتایج بررسی خواص بافتی کیک نمودار ۴ مشاهده شد که تاثیر تیمار، زمان و اثرات متقابل تیمار در زمان در شاخص سفتی تیمارهای کیک در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ معنی‌دار بود ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به جدول مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری بین میزان شاخص سفتی بافت تیمارهای کیک در مقادیر استفاده از آرد کنجاله کنجد به میزان ۱۰ درصد و ۲۰ درصد، و آرد جوانه ذرت ۱۰ درصد و ۲۰ درصد و تیمار ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد و ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت در مقایسه با تیمار شاهد وجود نداشت ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به جدول مشاهده شد که استفاده از آرد کنجاله کنجد در فرمولاسیون تیمارهای کیک میزان شاخص سفتی را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد ( $p \leq 0/05$ ). به طوری که بالاترین میزان سفتی بافت در تیمار کیک با میزان ۲۰ درصد آرد کنجاله کنجد مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). به طور کلی در طی زمان نگهداری میزان شاخص سفتی تیمارهای کیک به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد ( $p \leq 0/05$ ). بالاترین میزان شاخص سفتی در روز چهاردهم نگهداری و کمترین آن در روز تولید برای نمونه شاهد مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ).

با توجه به نتایج بررسی خواص بافتی کیک نمودارهای ۵ الی ۷ مشاهده شد که تاثیر تیمار، زمان و اثرات متقابل تیمار در

جویدن در روز اول نگهداری برای نمونه دارای شاهد و کمترین آن در روز چهاردهم نگهداری برای نمونه شاهد مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). محتوای پروتئینی در فرمولاسیون محصولات نانوايي به ویژه کیک که به شبکه ای نسبتاً ضعیف جهت ایجاد حجم مطلوب نیاز ( دارد) از طریق افزایش بیش از حد استحکام خمیر و ساختار آن، در نگهداری و پذیرش حباب های هوای ورودی به خمیر در طی بهم زدن اختلال ایجاد می کند که در نتیجه آن بسیاری از خصوصیات تکنولوژیکی محصول نهایی از جمله حجم و تخلخل کاهش و فشردگی و سفتی بافت افزایش می یابد [۱۲].

همچنین این هرا و همکاران (۲۰۱۰)، نیز با افزودن آرد عدس (منبع پروتئین) به فرمولاسیون کیک افزایش میزان سفتی بافت را گزارش نمودند. این محققین علت را به تغییرات ساختار داخلی کیک در اثر اختلاف در میزان نشاسته موجود در فرمولاسیون دانستند. همچنین در این راستا لو و همکاران (۲۰۱۰) و گومز و همکاران (۲۰۰۸)، در مطالعه خود به این نکته اشاره نمودند که با افزایش میزان صمغیت نمونه های تولیدی بر میزان نیروی لازم برای ج ویدن افزوده شد که با نتایج پیشرو مطابقت داشت. نتایج این پژوهشگران چنین بود که با افزایش جایگزینی آرد گندم با پودر چای سبز و آرد نخود نیروی لازم برای جویدن کیک افزایش یافت و کیکهای تهیه شده با آرد سفید در مقایسه با کیک های تهیه شده با آرد سبوس دار، حالت صمغی بیشتری داشت و در نتیجه نیروی لازم برای جویدن آنها افزایش یافت [۱۳، ۱۴].

اختلافات معنی داری بین میزان شاخص پیوستگی بافت تیمارهای کیک در مقادیر استفاده از آرد کنجاله کنجد به میزان ۲۰ درصد، و آرد جوانه ذرت ۲۰ درصد در مقایسه با سایر تیمارها وجود دارد ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به جدول مشاهده شد که استفاده از آرد کنجاله کنجد و جوانه ذرت در مقدار ۲۰ درصد در فرمولاسیون تیمارهای کیک میزان شاخص پیوستگی را به طور معنی داری افزایش می دهد ( $p \leq 0/05$ ). به طوری که بالاترین میزان قابلیت پیوستگی بافت در تیمار کیک با میزان تیمار ۲۰ درصد آرد جوانه ذرت مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). همچنین در طی زمان نگهداری میزان شاخص پیوستگی تیمارهای کیک به طور معنی داری افزایش می یابد ( $p \leq 0/05$ ). بیشترین میزان شاخص پیوستگی در روز چهاردهم نگهداری برای نمونه دارای ۲۰ درصد آرد جوانه ذرت و کمترین آن در روز تولید برای نمونه شاهد مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به نتایج بررسی خواص بافتی کیک نمودارهای ۷-۳ مشاهده شد که تاثیر تیمار، زمان و اثرات متقابل تیمار در زمان در شاخص قابلیت جویدن تیمارهای کیک در سطح معنی داری ۰/۰۵ معنی دار بود ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به جدول مشاهده شد که اختلافات معنی داری بین میزان شاخص قابلیت جویدن بافت تیمارهای کیک در مقادیر استفاده از آرد کنجاله کنجد به میزان ۲۰ درصد، و آرد جوانه ذرت ۲۰ درصد در مقایسه با سایر تیمارها وجود دارد ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به جدول مشاهده شد که استفاده از آرد کنجاله کنجد و جوانه ذرت به مقدار ۲۰ درصد در فرمولاسیون تیمارهای کیک میزان شاخص قابلیت جویدن را به طور معنی داری کاهش می دهد ( $p \leq 0/05$ ). به طوری که بالاترین میزان قابلیت جویدن بافت در تیمار شاهد مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). همچنین در طی زمان نگهداری میزان شاخص قابلیت جویدن تیمارهای کیک به طور معنی داری کاهش می یابد ( $p \leq 0/05$ ). بیشترین میزان شاخص قابلیت

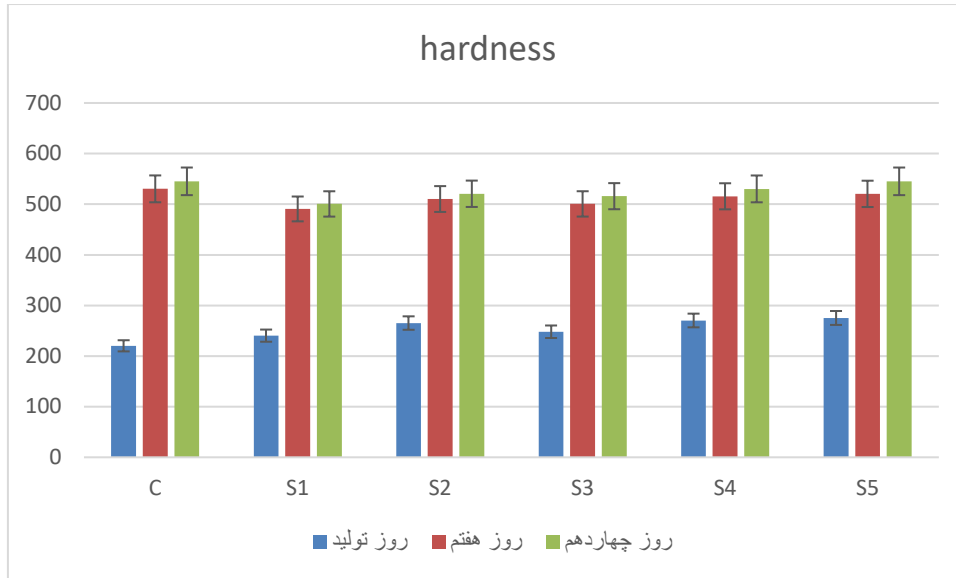


Chart 4. The results of cake texture hardness index investigation.

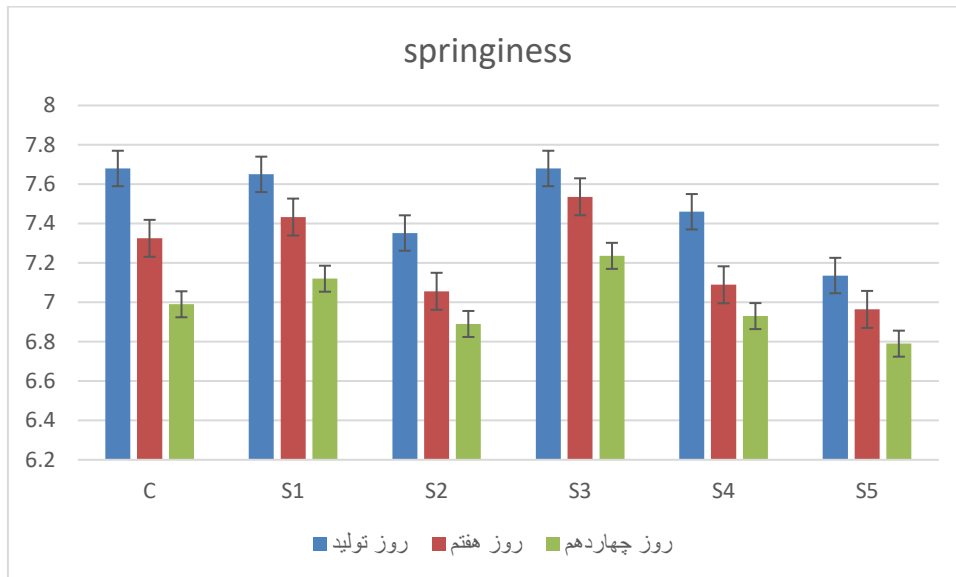


Chart 5. The results of checking the cake texture springiness index.

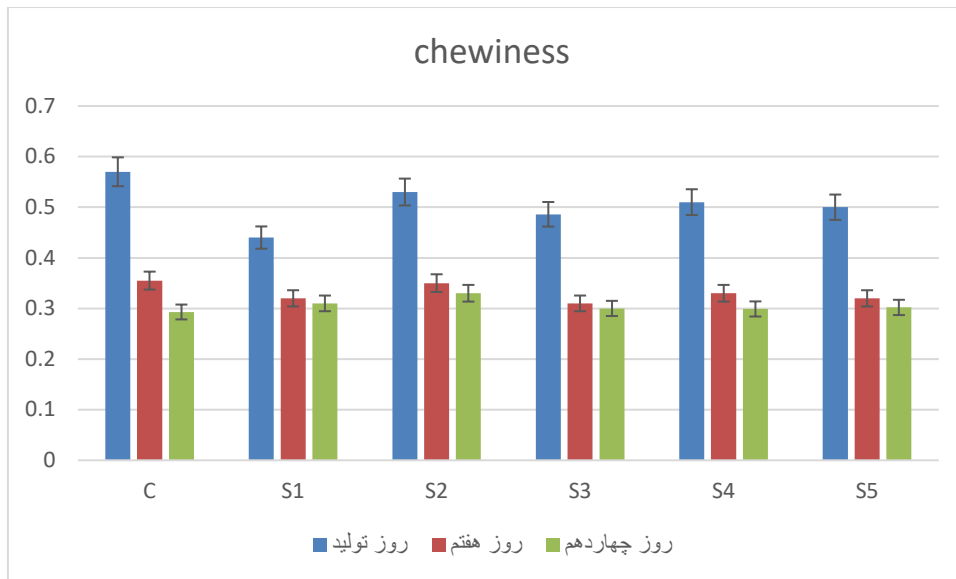


Chart 6. The results of checking the chewiness property index of the cake texture.

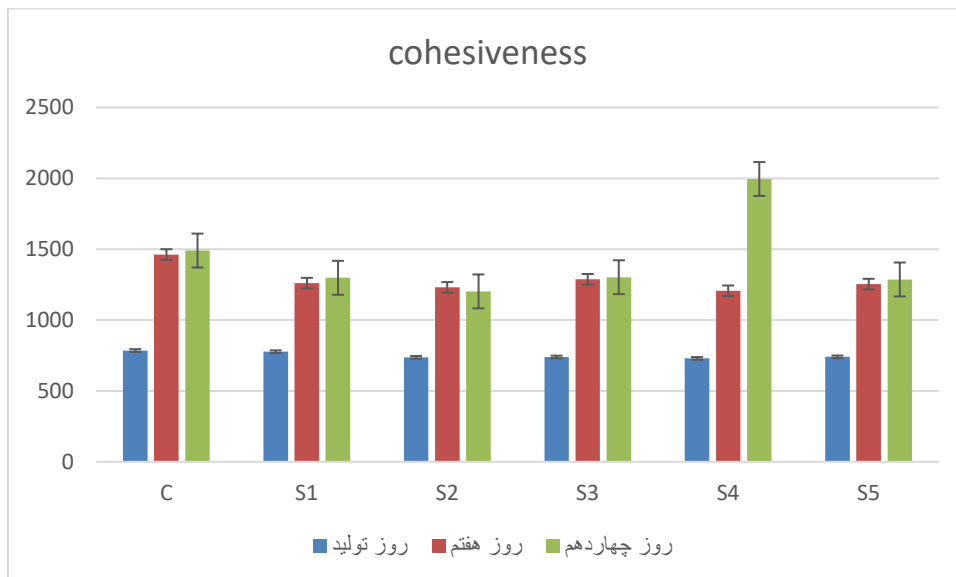


Chart 7. The results of cake texture cohesiveness index investigation.

بر اساس نتایج ارزیابی حسی رنگ ظاهری ارزیاب ها در مقادیر ۲۰ درصد آرد کنجاله کنجد و ۱۰ درصد و ۲۰ درصد جوانه ذرت و ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت و ۱۰ درصد کنجاله کنجد از میزان مطلوبیت حسی رنگ تیمارهای کیک به طور معنی داری کاسته شد ( $p \leq 0/05$ ). در طی زمان نگهداری نیز به طور معنی داری از میزان مطلوبیت حسی رنگ ظاهری تیمارهای کیک کاسته شد و در پایان روز چهاردهم نگهداری کمترین میزان مطلوبیت حسی رنگ ظاهری در مقایسه با روز هفتم و روز تولید مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به نمودار ۹ مشاهده شد که تاثیر تیمار، زمان و اثرات متقابل تیمار در

### ۳-۵ بررسی ویژگی های حسی

با توجه به نمودار ۸ الی ۱۰ مشاهده شد که تاثیر تیمار، زمان و اثرات متقابل تیمار در زمان در میزان شاخص حسی رنگ ظاهری تیمارهای کیک در سطح معنی داری ۰/۰۵ معنی دار بود ( $p \leq 0/05$ ). با توجه به نتایج مشاهده شد که ارزیاب ها اختلافات معنی داری را در میزان مطلوبیت حسی رنگ ظاهری تیمارهای کیک بین تیمار شاهد با تیمار پاستا داری ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد تشخیص ندادند ( $p > 0/05$ ). اما

۱۰ درصد آرد جوانه ذرت و ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد تشخیص ندادند ( $p > 0.05$ ). اما بر اساس نتایج ارزیابی حسی پذیرش کلی ارزیاب ها در مقادیر ۲۰ درصد آرد کنجاله کنجد و ۱۰ درصد و ۲۰ درصد جوانه ذرت از میزان مطلوبیت حسی پذیرش کلی تیمارهای کیک به طور معنی داری کاسته شد ( $p \leq 0.05$ ). در طی زمان نگهداری نیز به طور معنی داری از میزان مطلوبیت حسی پذیرش کلی تیمارهای پاستا کاسته شد و در پایان روز چهاردهم نگهداری کمترین میزان مطلوبیت حسی پذیرش کلی در مقایسه با روز هفتم و روز تولید مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). Animashaun و همکاران (۲۰۱۷) در یک بررسی در مورد تهیه پاستا با آرد کنجد بوده به نتایج مشابهی دست یافتند. آن ها دریافتند که آرد کنجد درصد در مقادیر بالا میزان مطلوبیت طعم تیمارهای پاستا را به طور معنی داری کاهش می دهد که با یافته های تحقیق حاضر در توافق بود. در یک بررسی روحانیان و همکاران (۱۳۹۸) از کنجاله کنجد و آرد پوست نارنگی بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی و حسی شکلات تیره استفاده نمودند و دریافتند که آرد کنجاله کنجد در مقادیر بالای ۱۰ درصد میزان مطلوبیت بافت شکلات داشت که با یافته های تحقیق حاضر نیز در توافق بود.

زمان در میزان شاخص حسی طعم و مزه تیمارهای کیک در سطح معنی داری ۰/۰۵ معنی دار بود ( $p \leq 0.05$ ). با توجه به نمودار مشاهده شد که ارزیاب ها اختلافات معنی داری را در میزان مطلوبیت حسی طعم و مزه تیمارهای کیک بین تیمار شاهد با تیمار پاستا داری ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد تشخیص ندادند ( $p > 0.05$ ). اما بر اساس نتایج ارزیابی حسی طعم و مزه ارزیاب ها در مقادیر ۲۰ درصد آرد کنجاله کنجد و ۱۰ درصد و ۲۰ درصد جوانه ذرت و ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت و ۱۰ درصد کنجاله کنجد از میزان مطلوبیت حسی طعم و مزه تیمارهای کیک به طور معنی داری کاسته شد ( $p \leq 0.05$ ). در طی زمان نگهداری نیز به طور معنی داری از میزان مطلوبیت حسی طعم و مزه تیمارهای پاستا کاسته شد و در پایان روز چهاردهم نگهداری کمترین میزان مطلوبیت حسی طعم و مزه در مقایسه با روز هفتم و روز تولید مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). با توجه به نمودار ۱۰ مشاهده شد که تاثیر تیمار، زمان و اثرات متقابل تیمار در زمان در میزان شاخص حسی پذیرش کلی تیمارهای کیک در سطح معنی داری ۰/۰۵ معنی دار بود ( $p \leq 0.05$ ). با توجه به نتایج مشاهده شد که ارزیاب ها اختلافات معنی داری را در میزان مطلوبیت حسی پذیرش کلی تیمارهای کیک بین تیمار شاهد با تیمار پاستا داری ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد و تیمار دارای

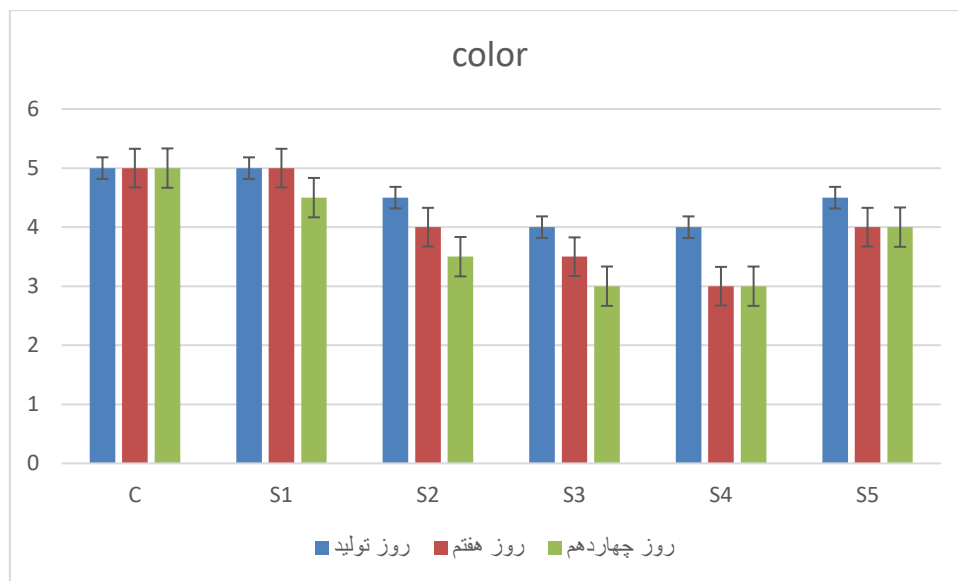


Chart 8. Investigating sensory characteristics of treatments (color index).

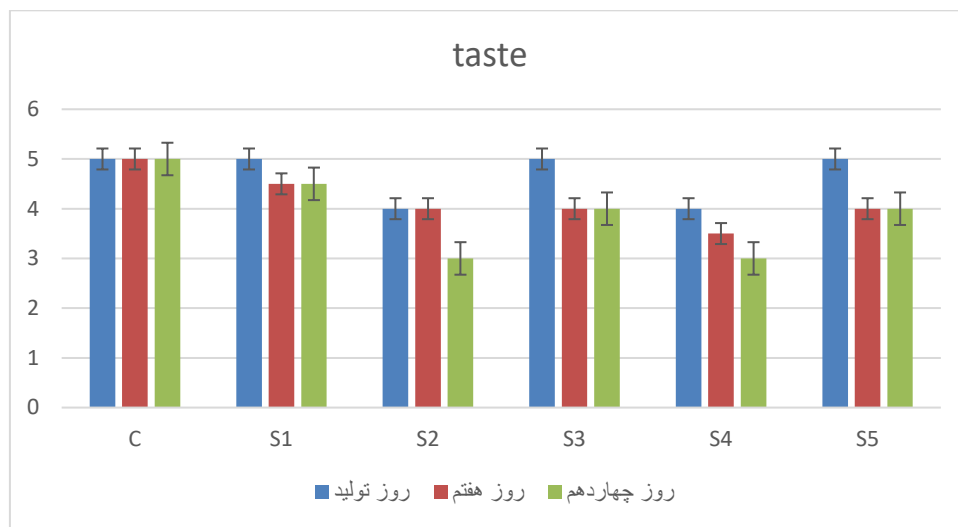


Chart 9. Investigating sensory characteristics of treatments (taste index).

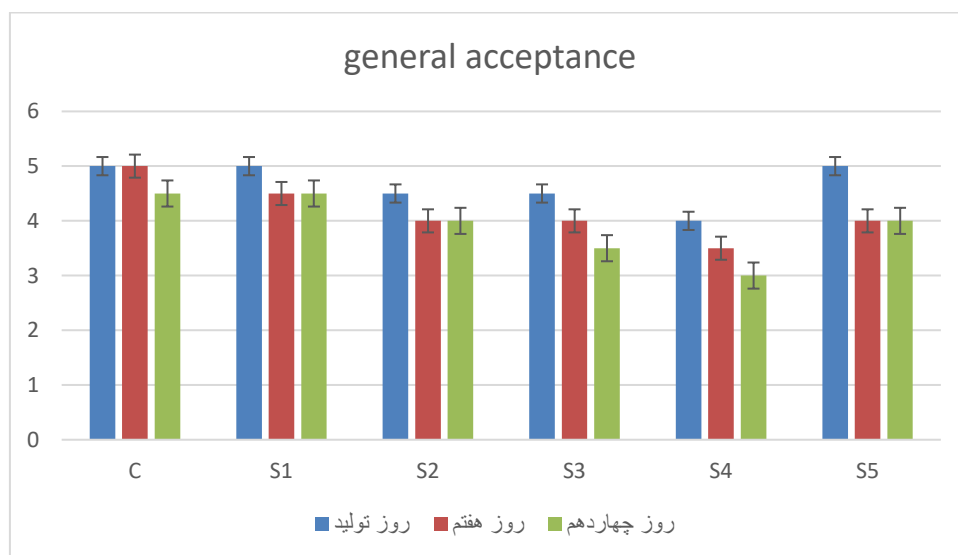


Chart 10. Investigating sensory characteristics of treatments (general acceptance index).

طور معنی داری افزایش می دهد که با یافته های تحقیق حاضر در توافق بود. همچنین نتایج حاصل با نتایج موحد و همکاران در سال ۱۳۹۶ مطابقت داشت که میزان فیبر در نمونه های مافین غنی شده با فیبر پرتقال به طور قابل توجهی افزایش پیدا کرد. مددی و عزیز (۱۳۹۸) نیز با بررسی درصد فیبر نمونه های ماکارونی دارای آرد ذرت به این نتیجه رسیدند که درصد فیبر نمونه های دارای آرد ذرت با نمونه شاهد اختلاف معنی داری دارد که با نتایج تحقیق حاضر نیز همسو بود.

۳-۶ فیبر تیمارها

طبق نتایج ذکر شده در نمودار ۱۱، کمترین درصد فیبر مربوط به نمونه شاهد در روز اول آزمایش و بیشترین مربوط به نمونه دارای ۱۰ درصد آرد کنجاله کنجد و ده درصد آرد جوانه ذرت در روز چهاردهم آزمایش بود. Animashaun و همکاران (۲۰۱۷) در یک بررسی در مورد تهیه پاستا با آرد کنجد بوداده به نتایج مشابهی دست یافتند که استفاده از آرد کنجد در فرمولاسیون پاستا به نتایج مشابهی رسیدند. آن ها دریافتند که آرد کنجد درصد فیبر خام تیمارهای پاستا را به

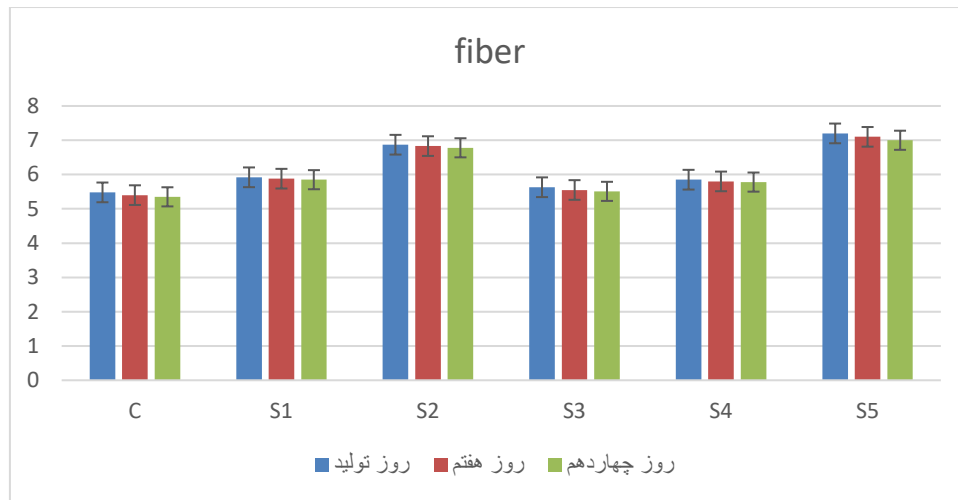


Chart 11. Investigating the properties of the amount of fiber in the treatments (percentage).

۳-۷ بررسی رنگ پوسته و هسته

روشنایی ( $L^*$ ) تیمارهای آرد کامل سویا گردید که با نتایج تحقیق حاضر در توافق بود.

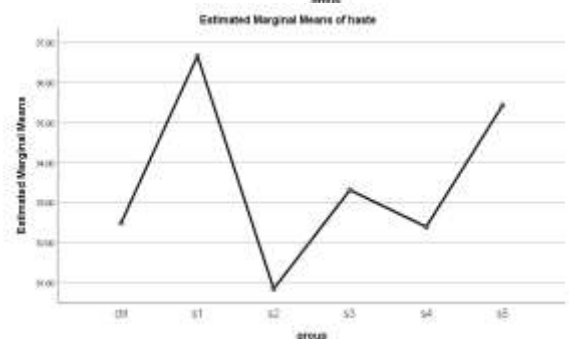
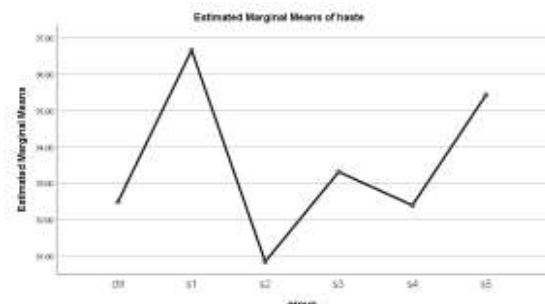
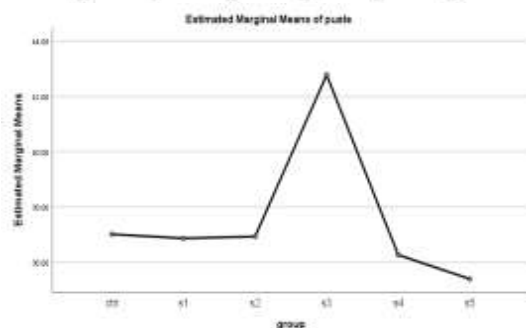
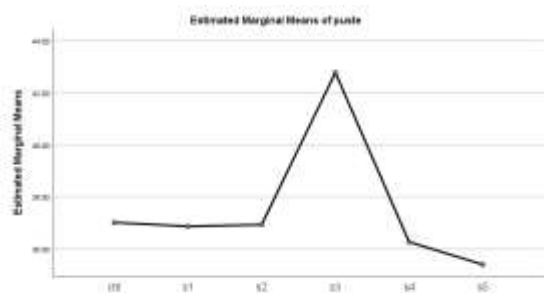
بررسی نتایج ارزیابی شاخص زردی نیز نشان داد که میزان شاخص زردی تیمارهای کیک با افزایش میزان استفاده از کنجاله کنجد و آرد جوانه ذرت افزایش می یابد که به نظر می رسد که به جهت رنگ خود کنجاله کنجد و آرد جوانه ذرت و همچنین حضور رنگدانه های گزانتوفیل موجود در آنها باشد که باعث افزایش زردی ( $b^*$ ) شده و با افزایش درصد میزان کنجاله کنجد و جوانه ذرت مورد استفاده بر میزان شاخص زردی ( $b^*$ ) به طور معنی داری در مقایسه با تیمار شاهد افزوده می شود. در این راستا تحقیقات مشابهی وجود داشت. همچنین در طی مدت زمان نگهداری شاخص زردی ( $b^*$ ) به دلیل اکسیداسیون بتاکاروتن موجود در فرمولاسیون تیمارهای کیک، اندکی بر میزان شاخص زردی ( $b^*$ ) تیمارها افزوده می گردد اما به دلیل این که کنجد و جوانه ذرت ترکیب آنتی اکسیدانی قوی دارند، پس میزان افزایش شاخص زردی در تیمارهای دارای مقادیر بالاتری از کنجاله کنجد و آرد جوانه ذرت به میزان کمتری می باشد. همچنین تحقیقات ناصحی و همکاران (۱۳۹۰) نیز در بررسی تاثیر گلوتن بر ویژگی های اسپاگتی حاوی آرد کامل سویا نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. آن ها دریافتند که افزایش میزان استفاده از آرد سویا به طور معنی داری باعث کاهش میزان شاخص

بررسی نتایج ارزیابی رنگ در نمودار ۱۲ آورده شد. طبق نتایج شاخص روشنایی ( $L^*$ ) با افزایش میزان آرد کنجاله کنجد در فرمولاسیون تیمارهای کیک، میزان شاخص روشنایی ( $L^*$ ) به طور معنی داری کاهش می یابد که به دلیل افزایش تجمع ذرات فیبر و کاهش فضای سلولی و همچنین کاهش حجم حباب های هوا می باشد که باعث کاهش میزان انعکاس حباب های هوا می باشد. از این رو افزایش میزان فیبر نیز شاخص روشنایی ( $L^*$ ) را در تیمارهای با مقادیر ۲۰ درصد آرد کنجاله کنجد به طور موثری بیشتر از سایر تیمارها کاهش می دهد. Abd El-Aziz و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تاثیر استفاده از عصاره زنجبیل در فرمولاسیون پنیر نرم به نتایج مشابهی دست یافتند. آنها دریافتند که افزایش میزان فیبر ریشه زنجبیل به طور معنی داری باعث کاهش شاخص روشنایی تیمارهای پنیر گردید و میزان این کاهش با میزان فیبر ریشه زنجبیل رابطه معنی داری داشت که با نتایج تحقیق حاضر در توافق بود. همچنین تحقیقات ناصحی و همکاران (۱۳۹۰) نیز در بررسی تاثیر گلوتن بر ویژگی های اسپاگتی حاوی آرد کامل سویا نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. آن ها دریافتند که افزایش میزان استفاده از آرد سویا به طور معنی داری باعث کاهش میزان شاخص

کنجد و آرد جوانه ذرت باعث زیاد شدن میانگین حفرات کیک اسفنجی شد که در ابتدا شیب تند و سپس شیب ملایم مشاهده گردید. طبق نتایج افزودن آرد کنجاله کنجد و آرد جوانه ذرت تا ۱۰ درصد باعث زیاد شدن میانگین حفرات کیک اسفنجی شد که در ابتدا شیب تند و سپس شیب ملایم مشاهده گردید. میزان تخلخل نمونه های تولیدی تحت تأثیر پخش یکنواخت حباب های هوای ورودی به خمیر کیک و تعداد آن ها میباشد. حال هرچه تخلخل بیشتر باشد یعنی میزان حباب هوای بیشتری و یا به عبارتی تعداد حفرات بیشتری در خمیر وجود داشته است و از طرفی چون کنجاله کنجد خاصیت کفکنندگی و این امولسیفایری دارد و آرد جوانه ذرت نیز حاوی آنزیم پروتاز است (آنزیم به سست شدن خمیر کیک کمک نموده و پخش حبابهای هوای ورودی را تسهیل می بخشد) پخش حبابهای هوا بهتر و بیشتر صورت گرفته که این امر نیز به نوبه خود در افزایش و میانگین حفرات در هر میلیمتر مربع مؤثر بوده است [۱۵]. فاضل و همکاران (۱۳۹۷)، با بررسی ویژگی های تصویری کیک اسفنجی دارای کنجاله کنجد و آناناس، به این نتیجه رسیدند که افزایش کنجاله کنجد و آناناس باعث زیاد شدن میانگین حفرات کیک اسفنجی شد.

داری افزایش داد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت. عباسی و مهدیخانی (۱۳۹۹) اثرات استفاده از آرد کنجاله کنجد و صمغ لوبیای لوکاست را بر خصوصیات ناگت مرغ بررسی نمودند و اذعان داشتند که استفاده از آرد کنجاله کنجد میزان شاخص زردی ( $b^*$ ) تیمارهای ناگت مرغ را به طور معنی درای افزایش داد که با یافته های تحقیق حاضر در توافق بود.

دلیل کاهش میزان شاخص قرمزی ( $a^*$ ) به دلیل افزایش میزان شاخص زردی ( $b^*$ ) می باشد که به جهت این که این دو رابطه عکس دارند با افزایش شاخص زردی ( $b^*$ )، میزان شاخص قرمزی ( $a^*$ ) کاهش می باید. در این راستا تحقیقات مشابهی نیز وجود داشت. توان و همکاران (۱۳۹۶) تاثیر کنجاله کنجد را بر روی خصوصیات نان بربری بررسی نمودند و در این راستا نیز دریافتند که استفاده از کجاله کنجد میزان شاخص قرمزی را کاهش داد که به دلیل افزایش زردی ناشی از حضور اندک روغن باقیمانده در کنجاله کنجد می باشد که در فرمولاسیون نان بربری میزان شاخص زردی را افزایش می دهد. طبق نتایج افزودن آرد کنجاله



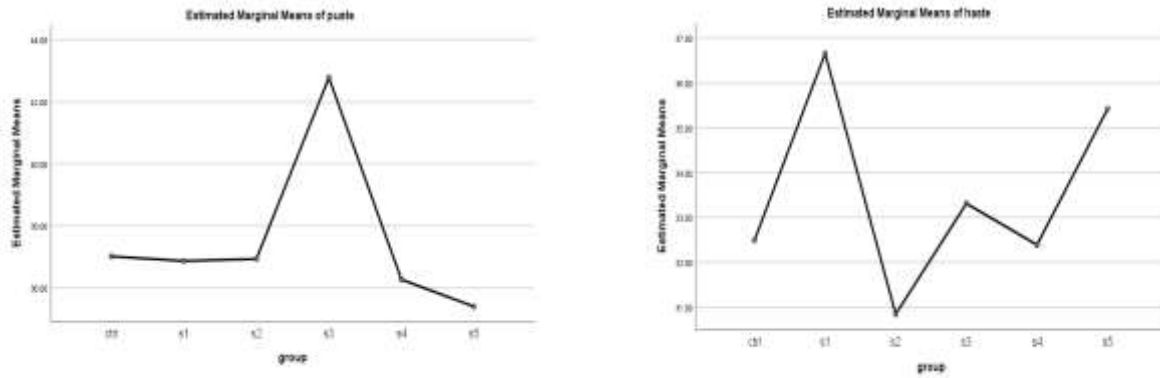
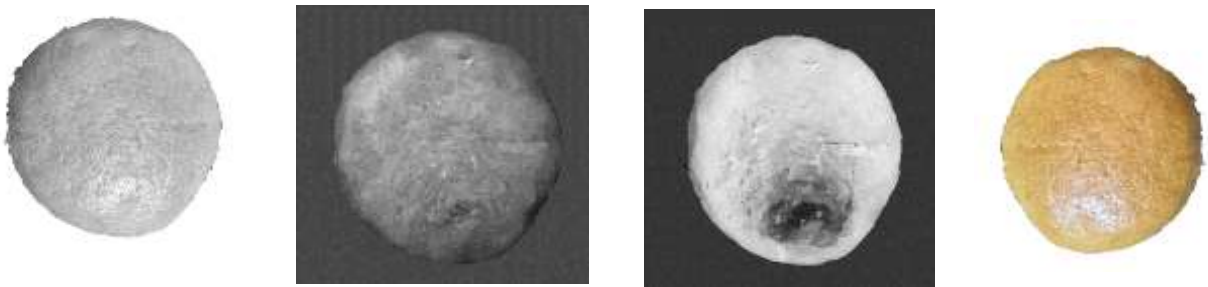


Diagram 13-3. The results of examining the color characteristics of the shell and core of the treatments.



\*Image conversion from RGB color space to L\*a\*b



Chart 12. Cross-section image of the cake (a), binary image (b)

نتیجه مبین اثربخشی درصدهای مختلف آرد جوانه ذرت و کنجاله کنجد بر رطوبت و پروتئین کیک است.

برای متغیرهای چربی و فیبر سطح معنی داری برای تعامل زمان و گروه بیشتر از ۰/۰۵ شده است که نشان می دهد میانگین چربی و فیبر موجود در کیک های مختلف با درصد های مختلف آرد جوانه ذرت و کنجاله کنجد در طول زمان تفاوت معنی داری با هم ندارند. آرد جوانه ذرت و کنجاله کنجد سبب بهبود ویژگی های حسی (طعم و مزه، رنگ، بافت و پذیرش کلی) کیک غنی شده می شود. نشان می دهد که در

#### ۴-جمع بندی

آرد جوانه ذرت و کنجاله کنجد سبب بهبود ویژگی های فیزیکوشیمیایی (رطوبت، چربی، پروتئین، فیبر) کیک غنی شده می شود. در طول زمان (صرف نظر از گروه های مختلف) تفاوت معنی داری بین میانگین متغیرهای مورد مطالعه (رطوبت، چربی، پروتئین و فیبر) وجود دارد. اما منابع مختلف گویای این امر هستند که تعامل زمان در مقابل گروه تنها برای رطوبت و پروتئین معنی دار است ( $p < 0/05$ ). این

مطالعه (سفتی، قابلیت ارتجاع، پیوستگی و قابلیت جویدن) وجود دارد. همچنین منابع مختلف گویای این امر هستند که تعامل زمان در مقابل گروه نیز برای این چهار متغیر معنی دار است ( $p < 0/05$ ). این نتیجه مبین اثربخشی درصدهای مختلف آرد جوانه ذرت و کنجاله کنجد بر سفتی، قابلیت ارتجاع، پیوستگی و قابلیت جویدن کیک است.

#### تأمین مالی

نویسنده اعلام می کند که هیچ بودجه ای دریافت نکرده است.

#### مشارکت نویسندگان

تمام فعالیت ها توسط نویسنده انجام شده است.

#### منافع رقابتی

نویسنده تأیید می کند که هیچ گونه تضاد منافع مالی یا منافع رقابتی در این مطالعه ندارد.

#### ۵- منابع

- [1] Wang, H., Wei, C. X., Min, L., & Zhu, L. Y. (2018). Good or bad: gut bacteria in human health and diseases. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 32(5), 1075-1080.
- [2] Olivares-Tenorio, M. L., Orrego, D., Klotz-Ceberio, B. F., Palanca, C., & Tortajada-Serra, M. (2022). Galactooligosaccharides: Food technological applications, prebiotic health benefits, microbiome modulation, and processing considerations. *JSFA Reports*, 2(12), 578-590.
- [3] Payan, Rasool (2008). *Technology of Cereal Products*, No Pardazhan Publications.
- [4] Catzeddu, P., Fois, S., Tolu, V., Sanna, M., Braca, A., Vitangeli, I., ... & Roggio, T. (2023). Quality evaluation of fresh pasta fortified with sourdough containing wheat

طول زمان (صرف نظر از گروه های مختلف) تفاوت معنی داری بین میانگین متغیرهای مورد مطالعه (طعم و مزه، رنگ، بافت و پذیرش کلی) وجود دارد. همچنین منابع مختلف گویای این امر هستند که تعامل زمان در مقابل گروه نیز برای هر چهار متغیر معنی دار است ( $p < 0/05$ ). این نتیجه مبین اثربخشی درصدهای مختلف آرد جوانه ذرت و کنجاله کنجد بر طعم و مزه، رنگ، بافت و پذیرش کلی کیک است. ویژگی های تکنولوژیکی (پردازش تصویر) در ترکیبات مختلف آرد جوانه ذرت و کنجاله کنجد تفاوت معنی داری با هم دارند. سطح معنی داری متغیر گروه برای متغیرهای رنگ پوسته و رنگ هسته ۰/۹۹۹ گزارش شده است که بیشتر از ۰/۰۵ است و این امر نشان می دهد که میانگین نمرات این دو متغیر در شش گروه مورد مطالعه تفاوت معنی داری با هم ندارد. آرد جوانه ذرت و کنجاله کنجد سبب بهبود شاخص های سنجش بافت دستگامی (سفتی، قابلیت ارتجاع، پیوستگی، قابلیت جویدن) کیک غنی شده می شود. نشان می دهد که در طول زمان (صرف نظر از گروه های مختلف) تفاوت معنی داری بین میانگین متغیرهای مورد

germ and wholemeal semolina. *Foods*, 12(14), 2641.

- [5] Slade, L., Kweon, M., & Levine, H. (2021). Exploration of the functionality of sugars in cake-baking, and effects on cake quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(2), 283-311.
- [6] AOAC. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists, 15<sup>th</sup> ed. Washington, DC; University of Alabama, 1990.
- [7] AACC. 2003, Approved methods of the american association of cereal Chemists.
- [8] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [9] Sadeghi, S. M., Tayefe, M., Eshkiki, L. F., & Ghiasvand41, K. (2023). Evaluation of

- Changes in Some Textured and Qualitative Properties of Cake Enriched with Wheat Germ. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 19(5), 607-616.
- [10] Karimi M, Sheikhol-Islami Z, Sahraian B, Qayafe Davoudi M, Naghipour F. Application of sesame flour in gluten-free baguette bread (rice-corn) containing guar gum and carboxymethyl cellulose to produce a profitable product. *Food sciences and industries*.
- [11] FAO. 2011. Faostat. Food and Agricultural Organization of the United States (<http://www.fao.org>).
- [12] Sadeghizadeh Dehkordi, A., Najafabadi, M., Abbasi, H., (2016). Investigating the technological and image characteristics of sponge cake containing sesame and pineapple flour and determining the optimal level of these two nutrients. *Iran food science and industry*, 14th volume, number 69, pp. 268-225.
- [13] Naghipour, F., Mazaheri Tehrani, M., Sahraiyani, B., Sheikholeslami, Z., and Soleimani, M. 2013. Replacing eggs with soy flour and mixing with wheat flour with wheat germ for oil cake production. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(2): 211 -220 [in Persian]
- [14] Park, B. G., Lee, S. Y., & Lee, M. H. (2017). Quality and antioxidant properties of sponge cake added with flaxseed powder. *Culinary science and hospitality research*, 23(3), 207-215.
- [15] Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C.M., Pando, V., and Fernández, E. 2008. Studies on cake quality made of wheat –chickpea flour blends. *LWT - Food Science and Technology*, 41: 1701 - 1709.



## Scientific Research

## Studying the effect of replacing sesame meal flour and corn germ flour on the physicochemical and visual properties of molded cake

Mojgan Ehsani<sup>1</sup>, Narges Rahimi<sup>2</sup>, Elham Ansarifar<sup>3</sup>, Somayeh Amani<sup>4</sup>

<sup>1</sup> -MSc, Department of Food Science and Engineering, Islamic Azad University, Birjand Branch, Birjand.

<sup>2</sup> -Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Birjand Branch, Birjand.

<sup>3</sup> -PhD, Assistant Professor of Food Science and Technology, Faculty of Health, Birjand University of Medical Sciences.

<sup>4</sup> -MSc, Faculty of Agriculture, Department of Food Science and Engineering, University of Tabriz, Tabriz

## ARTICLE INFO

## ABSTRACT

## Article History:

Received: 2024/04/28

Review: 2025/08/11

Accepted: 2026/04/26

## Keywords:

sesame meal,  
corn germ,  
molded cake

DOI: 10.48311/fsct.2026.83768.0

\*Corresponding Author E-

The cereal industry is a growing industry and the formulation of dietary and functional products is expanding in it. In this study, sesame meal flour in amounts of 10 and 20 percent and corn germ flour in amounts of 10 and 20 percent, and corn germ flour and sesame meal flour in amounts of 10 percent each, were used instead of wheat flour in the cake formulation. For this purpose, after preparing wheat flour and grinding sesame meal and corn germ, cake samples were produced with specific treatments. For the cake samples, moisture percentage, fat percentage, protein percentage, fiber percentage, visual properties, texturizer and also sensory properties were evaluated using the 5-point hedonic method. The test results were analyzed using Duncan's multiple range method at the time intervals of the day of production, the seventh day, and the fourteenth day at a significance level of ( $\alpha = 0.05$ ). Corn germ flour and sesame meal improved the physicochemical properties (moisture, fat, protein, fiber), sensory properties (taste, color, texture and overall acceptance) and mechanical texture measurement indices (hardness, elasticity, cohesion, chewiness) of the enriched cake. Also, according to the results, adding sesame meal flour and corn germ flour increased the average porosity of the sponge cake, which initially had a steep slope and then a gentle slope was observed. The results of evaluating the brightness index ( $L^*$ ) showed that with increasing the amount of sesame meal flour, the brightness index decreased significantly. The yellowness index also showed that the yellowness index of the cake treatments increased with increasing the amount of sesame meal and corn germ flour. With increasing the yellowness index ( $b^*$ ), the redness index ( $a^*$ ) in the treatments decreased. In general, the results of the research showed that the use of sesame meal and corn germ flour in the formulation of cake treatments can have the characteristics of ideal cakes despite increasing the protein content.