

Research Article
Vol. 22, No. 2, May-June, 2026, p. 157-173

Evaluation of Nutritional and Physicochemical Properties of Biscuits Enriched with Roasted Lentil Flour and Rice Bran Powder

A. Ayoubi^{1*}, M. Balvardi¹

1- Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

(* - Corresponding Author Email: mayoubi92@uk.ac.ir)

Received: 26.11.2025	How to cite this article:
Revised: 19.01.2026	Ayoubi, A., & Balvardi, M. (2026). Evaluation of nutritional and physicochemical properties of biscuits enriched with roasted lentil flour and rice bran powder. <i>Iranian Food Science and Technology Research Journal</i> , 22(2), 157-173. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/ifstrj.2026.96693.1523
Accepted: 14.02.2026	
Available Online: 09.05.2026	

Introduction

Addition of dietary fiber sources to high-consumption food products is a smart way to increase the amount of fiber intake through the daily diet. Biscuits are one of the most popular bakery products. Wheat flour is the most significant ingredient for biscuit production in terms of quantity, its quality plays a major role in the quality of the final product, especially in terms of nutritional value and texture. Fiber sources such as cereals, legumes, and other plant products such as nuts, fruits, and vegetables can be used to enrich the wheat flour with the aim of improving the nutritional properties of wheat flour-based products.

Lentils are one of the most important legumes with high nutritional value and low anti-nutritional factors, traditionally consumed as a minimally processed product. The functional properties of lentil proteins are one of the reasons for their special potential application in the production of various types of food products. Due to the presence of various essential amino acids such as leucine, isoleucine, lysine, phenylalanine, and valine, as well as high levels of fiber, B group of vitamins, and minerals, the addition of lentil flour, even flour prepared from low-grade lentils, aids in improving wheat flour and increasing the quality of bakery products.

In recent years, attention of many manufacturers and researchers has been directed towards the use of various cereal bran as a source of fiber in the production of bakery products. Rice bran is a by-product of rice processing and milling and, as a cheap source of fiber, can be included in the human diet. Considering the importance and benefits of using dietary fibers in bakery products, in the present study, the effects of using roasted lentil flour and rice bran powder (at 0, 3, 6, 9, 12 and 15% l) as natural sources of dietary fiber, on the physicochemical and sensory properties of biscuits were studied.

Materials and Methods

To prepare the biscuit dough, 350 gr flour, 105 gr f sugar, 105 gr shortening, one egg, 3.5 gr vanilla, 1.75 gr salt, and 10.5 gr baking powder were used. After molding, baking was done at 160 °C for 15 minutes.

The moisture of biscuit was measured using AACC 44-19 method and pH was measured using a digital pH meter (3020, Jenway, UK). Ash was measured according to AACC 08-01 standard method (2000), protein was measured according to AACC 46-18 standard method (1999), and the raw fiber was measured after acid and alkaline digestion according to AACC 32-10 standard method (2000). The Folin-Ciocalteu method was used to measure the total phenolic content, and free radical scavenging capacity was measured using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method. Dimensions of biscuit (diameter and thickness) were measured using calipers, biscuit texture firmness was measured using a Brookfield texture analyzer (Brookfield, CT3, USA), and biscuit color (a* (red-green), b* (yellow-blue), and L* (lightness or whiteness) indices were measured using a colorimeter (TES-135A, Taiwan). Evaluation of sensory characteristics including color, taste, crispness and firmness of



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/ifstrj.2026.96693.1523>

texture, and overall acceptance was performed using the five-point hedonic scale method. Data were analyzed by one-way ANOVA (SPSS 26, Duncan, $P < 0.05$).

Results and Discussion

The results of statistical analysis showed that partial replacement of wheat flour in the biscuit formula with roasted lentil flour and rice bran powder increased the contents of fiber (to 1.39%), protein (to 8.62%), ash (to 1.97%), total phenols (to 131.27 mg GAE/kg), diameter (to 4.4 cm), expansion coefficient (to 8.23), yellowness (to 26.79), redness (to 6.92) and browning index (to 58.07) of the biscuit. Following the increase in the level of total phenols, the antioxidant activity (to 31.9%) of the biscuit also increased. Although using roasted lentil flour decreased fat content of the biscuit but rice bran powder retrieve it (to 23.65%). By reducing the amount of wheat flour and increasing the amount of roasted lentil flour and rice bran powder, the pH (to 6.62), moisture (to 2.95%), thickness (to 0.54 cm), texture firmness (to 1686 gf), and lightness (to 66.13) of the biscuit reduced. The scores of sensory attributes decreased with increasing the level of replacement of wheat flour with studied additives. However, the results indicated the overall acceptability of biscuits containing low levels (3-9%) of roasted lentil flour and rice bran powder.

Conclusion

Given that roasted lentil flour and rice bran powder are rich in fiber and contain appropriate amounts of vitamins and minerals, and considering the growing consumer demand for such nutrients, replacing these items with wheat flour (at 3-9%) in production of high-consumption products such as biscuits will contribute significantly to health-related issues, especially in terms of obtaining the recommended amounts of fiber.

Keywords: Antioxidant activity, Cereal bran, Functional properties, Lentil flour, Wheat flour

مقاله پژوهشی

جلد ۲۲، شماره ۲، خرداد- تیر ۱۴۰۵، ص. ۱۷۳-۱۵۷

ارزیابی خواص تغذیه‌ای و فیزیکوشیمیایی بیسکویت غنی‌شده با آرد عدس برشته‌شده و پودر سبوس برنج

اعظم ایوبی^۱ - محمد بلوردی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۵

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از منابع فیبری در تولید فرآورده‌های غذایی عملکردی مورد توجه قرار گرفته است. علی‌رغم تولید و مصرف گسترده فرآورده‌های غلات، محتوای فیبر بیشتر آنها پایین است. در پژوهش حاضر آرد عدس برشته‌شده و پودر سبوس برنج به‌عنوان منابع طبیعی فیبر خوراکی در تولید بیسکویت به کار رفت. بدین‌منظور با جایگزین کردن بخشی از آرد گندم با آرد عدس برشته‌شده و پودر سبوس برنج در سطوح ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد، نمونه‌های بیسکویت تولید شد و خواص فیزیکوشیمیایی (pH، رطوبت، فیبر، پروتئین، چربی، خاکستر، فنل کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، قطر، ضخامت، ضریب پخش، سفتی و رنگ) و حسی (رنگ، عطر و طعم، بافت و پذیرش کلی) آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آنالیز آماری نشان داد این جایگزینی سبب افزایش محتوای فیبر (تا ۱/۳۹ درصد)، پروتئین (تا ۸/۶۲ درصد)، خاکستر (تا ۱/۹۷ درصد)، فنل کل (تا ۱۳۱/۲۷ میلی‌گرم اسید گالیک در کیلوگرم)، قطر (تا ۴/۴ سانتی‌متر)، ضریب پخش (تا ۸/۲۳)، زردی (تا ۲۶/۷۹)، قرمزی (تا ۶/۹۲)، شاخص قهوه‌ای شدن (تا ۵۸/۰۷) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (تا ۳۱/۹ درصد) و کاهش pH (تا ۶/۶۲)، رطوبت (تا ۲/۹۵ درصد)، ضخامت (تا ۰/۵۴ سانتی‌متر)، سفتی بافت (تا ۱۶۸۹ gf) و روشنی (تا ۶۶/۱۳) بیسکویت شد. اگرچه آرد عدس برشته‌شده چربی را کاهش داد، اما سبوس برنج سبب افزایش چربی شد. نتایج ارزیابی حسی نیز بر مقبولیت مصرف بیسکویت‌های حاوی سطوح پایین (۳ تا ۹ درصد) آرد عدس برشته‌شده و سبوس برنج دلالت داشت. با توجه به این که آرد عدس برشته‌شده و پودر سبوس برنج غنی از فیبر و حاوی مقادیر مناسبی از ویتامین‌ها و مواد معدنی هستند و با در نظر گرفتن تقاضای رو به رشد مصرف‌کننده، گنجاندن آنها در ترکیب محصولات پرمصرف نظیر بیسکویت به تحقق موضوعات مرتبط به سلامتی به‌ویژه در جهت دریافت مقادیر توصیه شده فیبر کمک می‌کند.

واژه‌های کلیدی: آرد گندم، آرد عدس، خواص عملکردی، سبوس غلات، فعالیت ضداکسایشی

مقدمه

میکروفلور روده تخمیر شوند. فیبرهای محلول نظیر صمغ و لیگنین در روده بزرگ تخمیر می‌شوند، اما در بین فیبرهای غیرمحلول فقط برخی همی‌سلولزهای موجود در سبزی‌ها توسط فلور میکروبی قابل تخمیر هستند. میوه‌ها، سبزیجات، حبوبات، دانه‌های اسفرزه و سبوس جوی دوسر منابع خوب فیبرهای محلول می‌باشند، در حالی که غلات کامل منابع خوبی از فیبر نامحلول هستند (Sharif, Butt, Anjum, & Khan, 2014). طبق نتایج تحقیقات مصرف فیبرهای رژیمی در بهبود عملکرد دستگاه گوارش و سیستم ایمنی بدن و همچنین کاهش سطح

در سال‌های اخیر مصرف فیبر به‌عنوان یکی از اجزای اصلی غذاهای عملکردی مورد توجه قرار گرفته است. فیبرهای رژیمی، پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول یا نامحلولی هستند که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر هورمون‌های پانکراتیک، قند هپاتیک و متابولیسم چربی‌ها تأثیر می‌گذارند (Fathollahi Aghaei & Gharakhani, 2019). فیبرهای غذایی توسط آنزیم‌های ترشح شده توسط دستگاه گوارش انسان هیدرولیز نمی‌شوند، اما ممکن است توسط

۱- بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
(*) - نویسنده مسئول: mayoubi92@uk.ac.ir (Email:)

استفاده شد. تأثیر افزودن سبوس جوی دوسر به فرمول خمیر بیسکویت بر خواص رئولوژیکی خمیر و خواص فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکویت در نتایج تحقیق مجذوبی و همکاران (Majzoobi, Koshani, & Farahnaky, 2013) گزارش شده است. انواع سبوس برنج نیز به عنوان جایگزین بخشی از آرد گندم در تولید نان مورد استفاده قرار گرفته است (Phimolsiripol, Mukprasirt, & Schoenlechner, 2012; Irakli, Katsantonis, & Kleisaris, 2015; Dewi & Tjahjono, 2022). در پژوهش فتح‌الهی آقای و قره‌خانی (Fathollahi Aghaei & Gharakhani, 2019) سبوس گندم به عنوان فیبر رژیمی در تولید بیسکویت بر پایه آرد برنج مورد استفاده قرار گرفت.

حبوبات، منابعی سرشار از فیبر رژیمی، پروتئین، پلی‌فنل‌ها و انواع ریزمغذی‌ها به‌ویژه ویتامین‌های گروه B و نیز عناصر معدنی می‌باشند. با توجه به محتوای بالای اسید آمینه لیزین در حبوبات و اسیدهای آمینه گوگردار نظیر متیونین در غلات، استفاده هم‌زمان این محصولات در تولید فرآورده غذایی به تکمیل کیفیت پروتئین دریافتی کمک می‌کند (Salem, Alehosseini, & Jafari, 2021). از طرفی بهره‌برداری از اجزای ترکیبی حبوبات به‌ویژه حبوبات آسیب‌دیده با عواملی نظیر سرمازدگی به عنوان یک مکمل غذایی در تولید فرآورده‌های غذایی مبتنی بر گندم می‌تواند به افزایش بازده تولید کشاورزان و کاهش هزینه‌های تولید کمک کند (Portman et al., 2019; Gharekhani & Mostafazadeh, 2021). در مطالعات محققین مختلف از آرد انواع حبوبات مانند نخود (Rostamian, Milani, & Maleki, 2012; Mohammad, Ahmad, & Senge, 2012; Ouazib, Dura, Ziadi, & Rosell, 2016; Alaei, Movahhed, & Ahmadi Nateghi, 2018; Hesarinejad, 2018; Chenarbon, 2018)، لوبیا (Siyar, & Rezaiyan Attar, 2019; El-Gohery, 2021) و سویا (Sahraiyani, Mazaheri Tehrani, Naghipour, Ghiafeh & Davoodi, & Soleimani, 2013; Milani, Sedighi, & Mirzaei, 2018; Shahsavan Tabrizi, Ataye Salehi, & Turfani, Narducci, 2020) و عدس (Sheikholesalami, 2020) و عدس (Durazzo, Galli, & Carcea, 2017) جهت بهبود کیفیت تغذیه‌ای فرآورده‌های نانوائی استفاده شده است. مشخص شده است با افزودن آرد حبوبات (نخود، ماش و عدس) به آرد گندم مورد استفاده در تولید نان مسطح (چاپاتی)، ظرفیت جذب آب آرد افزایش و ظرفیت جذب روغن آن کاهش یافته و ضمن حفظ طعم مطلوب در نان کیفیت تغذیه‌ای (به‌ویژه از نظر سطح اسید آمینه لیزین، فیبر خام و مواد معدنی) بهبود یافته است (Parveen, Pasha, Abrar, Khan, & Jamil, 2024). نتایج تحقیق پورتمن و همکاران (Portman et al., 2019) بر امکان افزایش ارزش غذایی و خواص عملکردی کوکی با استفاده از آرد عدس دلالت داشت. مطالعه پتانسیل پنج نوع عدس با رنگ‌های مختلف در تولید کوکی‌های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج نشان داد

کلسترول مضر، ایجاد احساس سیری و در نتیجه کنترل وزن مؤثر هستند (Lebesi & Tzia, 2011). طبق توصیه سازمان‌های بهداشتی مقدار مصرف فیبر غذایی روزانه بین ۲۵ تا ۳۸ گرم می‌باشد. این در حالی است که میزان مصرف فیبر در اغلب افراد کمتر از میزان توصیه شده می‌باشد (Martínez-Cervera, Salvador, Muguerza, Moulay, & Fiszman, 2011). افزودن منابع فیبر خوراکی به فرآورده‌های غذایی پرمصرف راهکار هوشمندانه‌ای جهت افزایش سطح فیبر دریافتی از طریق رژیم غذایی روزانه است. بیسکویت یکی از محبوب‌ترین فرآورده‌های پخت به شمار می‌رود. با توجه به قیمت پایین، سهولت تهیه، ماندگاری بالا، تنوع فرمولاسیون و طعم مطلوب، بسیاری از بزرگسالان و کودکان انواع مختلف این فرآورده را مصرف می‌کنند و لذا صنعت تولید بیسکویت در اکثر کشورها در حال توسعه روزافزون است (Azami & Roufegari-Nejad, 2019). کمیت و کیفیت ترکیبات مورد استفاده در تولید بیسکویت از جمله مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر کیفیت آن است. نظر به اینکه بیسکویت غالباً از آرد، شکر و شورتینگ یا کره تهیه می‌شود محتوای کربوهیدرات با درجه هضم بالا و چربی آن زیاد بوده و محتوای فیبر، پروتئین، ترکیبات معدنی و ویتامین‌های آن کم است. لذا تولید بیسکوئیت با محتوای فیبر، پروتئین و ریزمغذی‌های بالا خصوصاً در جوامع محروم، چالشی سودمند در جهت ارتقای سطح سلامت به شمار می‌رود (Aminpour Daphchahi, Zakipour Rahimabadi, Rostamzad, & Nejat Pirsaraii, 2021).

با توجه به اینکه از لحاظ کمیت آرد گندم فراوان‌ترین ترکیب فرمول بیسکویت است، لذا کیفیت آن نقش اصلی را در کیفیت فرآورده نهایی به‌ویژه از نظر ارزش غذایی، ساختار و بافت ایفا می‌کند. منابع فیبری غلات، حبوبات و دیگر محصولات گیاهی نظیر آجیل‌ها، میوه‌ها و سبزیجات می‌توانند به عنوان جایگزین بخشی از آرد گندم مصرفی، با هدف بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای در تولید فرآورده‌های مبتنی بر آرد گندم مورد استفاده قرار گیرند. در سال‌های اخیر توجه بسیاری از تولیدکنندگان و محققین به سمت بهره‌گیری از انواع سبوس غلات به عنوان منابع سرشار فیبر در تولید فرآورده‌های پخت معطوف شده است. نتایج مطالعه لبسی و تزیا (Lebesi & Tzia, 2011) بر تأثیر استفاده از سبوس جو، ذرت و برنج بر پارامترهای کیفی کیک شامل افزایش ویسکوزیته خمیر و تخلخل و حجم ویژه کیک دلالت داشت. نتایج پژوهش ریز-پرز و همکاران (Reyes-Pérez, Salazar-García, Romero-Baranzini, Islas-Rubio, & Wong, 2013) نشان داد افزودن سبوس گندم اکستروده شده به فرمول کوکی سبب افزایش محتوای فیبر رژیمی و کاهش شاخص گلیسمی شد. در مطالعه سودها و همکاران (Sudha, Vetrimani, & Leelavathi, 2007) از سبوس گندم، برنج، جو و جوی دو سر به عنوان منابع فیبر در تولید بیسکویت

فنی و خواص عملکردی نظیر ظرفیت تورم، جذب رطوبت، جذب روغن، قابلیت تشکیل ژل و کف و پایدار نمودن امولسیون آنها را نیز به دنبال دارد (Ozolina, Sarenkova, & Muizniece-Brasava, 2024). حرارت برشته کردن سبب دنا توره شدن پروتئین‌ها و آزاد شدن اسیدهای آمینه قطبی و قرار گرفتن آنها در معرض روغن و آب می‌شود (Hatamian, Noshad, Abdanan-Mehdizadeh, & Barzegar, 2020). به علاوه حرارت بالای برشته کردن، سبب تشدید واکنش‌های میلارد و تشکیل محصولاتی نظیر ملانوئیدین‌ها شده و لذا رنگ حبوبات برشته شده، تیره‌تر می‌گردد (Zhang et al., 2023).

با توجه به اهمیت و مزایای فیبرهای خوراکی در فرآورده‌های نانوائی، در پژوهش حاضر اثرات استفاده از سطوح مختلف آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج (۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد) به عنوان منابع طبیعی فیبر خوراکی، بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکویت مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد

آرد گندم (آرد نول) مورد استفاده در تهیه بیسکویت از کارخانه آرد دانه‌سایان کرمان و آرد عدس برشته شده (سویق عدس) و پودر سبوس برنج از شرکت صنایع غذایی ۱۱۱ مازندران تهیه شد. با استفاده از روش‌های استاندارد، ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم، آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج، شامل فیبر ((AACC ۱۰-۳۲(۲۰۰۰)، رطوبت ((AACC 44-19 (۱۹۹۹)، چربی ((AACC ۲۵-۳۰(۲۰۰۰)، پروتئین ((AACC 46-18 (۱۹۹۹) و خاکستر ((AACC 08-01(۲۰۰۰) تعیین گردید. سایر مواد مورد استفاده در تهیه بیسکویت شامل روغن صاف قنادی (دیاموند)، نمک طعام (کمند)، شکر، وانیل (گل‌ها) و بکینگ پودر (مهسا) از فروشگاه‌های سطح شهر کرمان خریداری شد. معرف DPPH مورد استفاده جهت اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی از شرکت سیگما-آلد ریج آمریکا و سایر مواد شیمیایی از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

تهیه بیسکویت

برای تهیه بیسکویت ابتدا تمام مواد اولیه شامل ۳۵۰ گرم آرد، ۱۰۵ گرم شکر، ۱۰۵ گرم روغن صاف قنادی، یک عدد تخم مرغ، ۳/۵ گرم وانیل، ۱/۷۵ گرم نمک و ۱۰/۵ گرم بکینگ پودر برای هر خمیر توزین شد. در مرحله اول روغن و شکر به خوبی با دور متوسط هم‌زن Eurolux (مدل EU-HM3816DSB ساخت انگلستان) به مدت پنج دقیقه مخلوط شدند تا بافتی سبک و کرمی شکل ایجاد شود. سپس

کوکی‌های حاوی عدس، محتوای پروتئین خام، فنل کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و قابلیت پذیرش مصرف بالاتری داشتند (Hajas et al., 2022).

سبوس برنج فرآورده جانبی فرآوری و آسیاب برنج بوده و به عنوان یک منبع ارزان قیمت غنی از فیبر در تغذیه انسان مورد توجه قرار گرفته است. سبوس برنج شامل لایه بیرونی قهوه‌ای دانه برنج می‌باشد که عمدتاً از پریکارپ، آلرون، لایه زیر آلرون و جوانه تشکیل شده است. سبوس برنج علاوه بر مقادیر بالای فیبر (۲۵ تا ۴۰ درصد)، حاوی مقادیر قابل توجهی کربوهیدرات (۵۱ تا ۵۵ درصد)، پروتئین (۱۱ تا ۱۷ درصد) و چربی (۱۵ تا ۲۲ درصد) بوده و منبعی سرشار از ویتامین‌های گروه ب، ای و مواد معدنی نظیر کلسیم، منیزیم، پتاسیم، آهن و فسفر است. از آنجا که وجود روغن در فرمول بیسکویت از افزایش بیش از حد ویسکوزیته خمیر و تشکیل کامل شبکه گلوته‌ای جلوگیری نموده و میزان تورم و ژلاتینه شدن نشاسته را کاهش می‌دهد سبب تردی، نرمی و قابلیت جویدن بهتر بیسکویت می‌شود (Payan, 2001). لذا انتظار می‌رود وجود مقادیر قابل توجه چربی در سبوس برنج به بهبود بافت بیسکویت کمک کند. وجود آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند توکوفرول‌ها، توکوترینول‌ها و ۷-اوریزانول، چشم‌انداز استفاده از سبوس برنج را برای انسان به عنوان یک ماده عملکردی برای کاهش اختلالات تهدیدکننده سلامتی روشن می‌کند (Esmaili, Rafe, Shahidi, & Ghorbani Hasan Saraei, 2016).

عدس با نام علمی *لنس کولیناریس*^۱ یکی از مهم‌ترین حبوبات با ارزش تغذیه‌ای بالا و عوامل ضدتغذیه‌ای پایین است که به طور سنتی به عنوان محصولی با حداقل فرآوری مصرف می‌شود. خصوصیات عملکردی پروتئین‌های عدس از قبیل نگهداری آب، اتصال به چربی و ایجاد ژل از دلایل پتانسیل ویژه آن برای استفاده در تولید انواع مختلف فرآورده‌های غذایی است. با توجه به حضور اسیدهای آمینه ضروری مختلف نظیر لوسین، ایزولوسین، لیزین، فنیل آلانین و والین و همچنین مقادیر بالای فیبر، ویتامین‌های گروه ب و مواد معدنی افزودن آرد عدس حتی آرد تهیه شده از عدس درجه پایین به تکمیل آرد گندم و افزایش کیفیت خوراکی فرآورده‌های پخت کمک می‌کند (Portman et al., 2019; Gharekhani & Mostafazadeh, 2021). حضور عوامل ضد تغذیه‌ای نظیر اسید فیتیک، تانن‌ها و مهارکننده‌های تریپسین در حبوبات فراهمی زیستی پروتئین‌ها و عناصر کمیاب را کاهش می‌دهد. روش‌های معمول فرآوری نظیر خیساندن، پوست‌کندن، پختن و برشته کردن سبب غیرفعال کردن یا حذف این عوامل شده و به بهبود کیفیت تغذیه‌ای و استفاده مؤثر از آنها کمک می‌کند (El-Gohery, 2021). برشته کردن به عنوان یک روش مهم فرآوری حبوبات تغییر ترکیبات

پلی اتیلنی زیپ بگ در یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند (El-Gohery, 2021). برای تهیه خمیر تیمارهای حاوی آرد عدس برشته شده و پودر سیوس برنج، ابتدا آرد عدس برشته شده و پودر سیوس برنج با الک مش ۴۰ الک شدند و سپس در سطوح ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد جایگزین آرد مصرفی در تهیه خمیر بیسکویت شدند. درصد آردهای به کار رفته در تولید نمونه‌های مختلف بیسکویت در جدول ۱ نشان داده شده است.

تخم مرغ و وانیل اضافه شده و به مدت ۳ دقیقه فرآیند اختلاط ادامه یافت. پس از آن آرد همراه با نمک طعام و بکینگ پودر به تدریج به سایر مواد خمیر اضافه و به خوبی مخلوط شد. در مرحله بعدی خمیر بیسکویت به کمک قالب استیل به قطعات دایره‌ای شکل با ضخامت ۳/۵ میلی‌متر و قطر ۳۵ میلی‌متر برش داده شد. پخت بیسکویت در فر آلتون مدل MX5W با دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه انجام گرفت. نمونه‌های بیسکویت پس از پخت به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق خنک شدند و سپس تا زمان آزمون‌های بعدی در کیسه‌های

جدول ۱- سطوح آرد گندم، آرد عدس برشته شده و پودر سیوس برنج در فرمولاسیون نمونه‌های مختلف بیسکویت
Table 1- Wheat flour, roasted lentil flour, and rice bran powder levels in the formulations of different biscuit samples

تیمار	آرد گندم	آرد عدس برشته شده	پودر سیوس برنج
Treatment	Wheat flour (%)	Roasted lentil flour (%)	Rice bran powder (%)
Control	100	0	0
RLF3	97	3	0
RLF6	94	6	0
RLF9	91	9	0
RLF12	88	12	0
RLF15	85	15	0
RBP3	97	0	3
RBP6	94	0	6
RBP9	91	0	9
RBP12	88	0	12
RBP15	85	0	15

با استفاده از روش ۲،۲-دی-فیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) اندازه‌گیری شد و در نهایت فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر حسب درصد مهارکنندگی از رابطه ۱ به‌دست آمد (Hajimohammadi Farimani, 2021):

$$(1) \quad 100 \times ((\text{جذب شاهد} / \text{جذب نمونه}) - 1) = \text{فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)}$$

ابعاد بیسکویت (قطر و ضخامت) با استفاده از کولیس پس از نمونه‌برداری تصادفی و قرار دادن ۱۰ نمونه روی هم و محاسبه میانگین‌ها تعیین شد (Savitha, Indrani, & Prakash, 2008). ضریب پخش بیسکویت از نسبت قطر به ضخامت به‌دست آمد (Krishnan, Dharmaraj, Manohar, & Malleshi, 2011).

سفتی بافت بیسکویت با استفاده از دستگاه بافت‌سنج بروکفیلد (Brookfield, CT3, USA) با آزمون خمش به‌وسیله پروب تیغه‌ای شکل مدل TA7 با سرعت حرکت ۱۰ میلی‌متر در ثانیه تا لحظه شکست نمونه و ثبت نیرو در زمان شکست به‌عنوان سفتی اندازه‌گیری گردید (Tavakoli, Ayoubi, & Khorasany, 2025). تعیین رنگ بیسکویت (شاخص‌های a^* (قرمز-سبزی)، b^* (زردی-آبی) و L^* (روشنی یا سفیدی) توسط دستگاه رنگ‌سنج (TES-135A, Taiwan) صورت گرفت.

آزمون‌های بیسکویت

رطوبت بیسکویت با استفاده از روش AACC 44-19 (۱۹۹۹) توسط آون UF75 Memmert ساخت آلمان و pH محلول آبی ۱۰ درصد بیسکویت با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی (Jenway, UK) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری خاکستر نمونه‌ها طبق روش استاندارد AACC 08-01 (۲۰۰۰) و به کمک کوره الکتریکی مارک اکسیشن، مدل آتش ۱۲۰۰، ساخت ایران، اندازه‌گیری پروتئین طبق روش استاندارد AACC 46-18 (۱۹۹۹) و با استفاده از دستگاه میکروکلدال مارک آرتور و توماس، مدل ۱۹۱۰۵، ساخت آمریکا، اندازه‌گیری چربی از روش سوکسله طبق روش استاندارد AACC ۲۵-۳۰ (۲۰۰۰) و اندازه‌گیری فیبر خام پس از انجام مراحل هضم اسیدی و قلیایی طبق روش استاندارد AACC ۱۰-۳۲ (۲۰۰۰) صورت گرفت. برای اندازه‌گیری محتوای فنل کل موجود در نمونه‌ها از روش فولین سیوکالتیو استفاده شد و میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICO, 2802, China) در طول موج ۷۵۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. میزان ترکیبات فنلی موجود در نمونه‌ها، با استفاده از معادله به دست آمده از منحنی استاندارد (استفاده از اسید گالیک به‌عنوان استاندارد)، محاسبه شد (Ayoubi, Balvardi, Hajimohammadi, Farimani, & Akhavan, 2023). ظرفیت مهارکنندگی رادیکال آزاد

ارزیابی حسی

ارزیابی ویژگی‌های حسی تیمارهای مختلف، شامل رنگ ظاهری، طعم و مزه، تردی و سفتی بافت و پذیرش کلی یک روز پس از پخت توسط ۲۰ نفر ارزیاب آموزش دیده به روش هدونیک پنج نقطه‌ای (امتیاز ۱ برای خیلی بد و امتیاز ۵ برای خیلی خوب) صورت پذیرفت. شاخص پذیرش (AI) نیز بر اساس رابطه ۲ محاسبه شد، که در آن X میانگین نمرات به‌دست آمده برای پذیرش کلی است (Lucas, de Morais, Santos, & Costa, 2018)

$$AI (\%) = \frac{X}{5} \times 100 \quad (2)$$

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی یک طرفه با روش تجزیه واریانس (ANOVA)، با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ انجام شد. تمامی آزمایشات در ۳ تکرار صورت گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد و برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel 2016 استفاده گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم، آرد عدس برشته‌شده و

سیوس برنج

نتایج آنالیز ترکیبات شیمیایی آرد گندم، آرد عدس برشته‌شده و پودر سیوس برنج در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیشترین محتوای خاکستر، فیبر، چربی، فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به سیوس برنج بوده و کمترین مقادیر خاکستر، پروتئین، فیبر، فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در آرد گندم به‌دست آمده است. آرد عدس برشته‌شده نیز حاوی بیشترین محتوای پروتئین و کمترین مقدار چربی بود. پروین و همکاران (Parveen et al., 2024) نتایج مشابهی را در مقایسه ترکیب شیمیایی آرد عدس و آرد گندم گزارش نمودند.

ویژگی‌های شیمیایی بیسکویت

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، جایگزین کردن آرد گندم با آرد عدس برشته‌شده و پودر سیوس برنج به‌طور معنی‌داری بر pH، رطوبت، فیبر، پروتئین، چربی و خاکستر بیسکویت تأثیر گذاشته است.

نتایج تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد عدس برشته‌شده و پودر سیوس برنج بر pH بیسکویت در جدول ۳ ملاحظه می‌شود. طبق این نتایج جایگزین کردن آرد گندم با آرد عدس برشته‌شده و پودر سیوس برنج باعث کاهش pH بیسکویت شد. با افزایش سطح آرد عدس برشته‌شده و پودر سیوس برنج از pH فرآورده کاسته شد.

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی آرد گندم، آرد عدس برشته‌شده و پودر سیوس برنج

Table 2- The chemical composition of wheat flour, roasted lentil flour, and rice bran powder

ترکیب شیمیایی Chemical composition	آرد گندم Wheat flour	آرد عدس برشته‌شده Roasted lentil flour	پودر سیوس برنج Rice bran powder
خاکستر Ash (%)	0.50±0.03 ^c	2.93±0.11 ^b	10.21±0.54 ^a
پروتئین Protein (%)	11.41±1.02 ^c	24.56±2.01 ^a	15.68±1.01 ^b
فیبر Fiber (%)	1.68±0.05 ^c	5.39±0.41 ^b	14.00±0.98 ^a
چربی Fat (%)	8.59±0.43 ^b	6.66±0.16 ^c	22.77±1.20 ^a
فنل Phenol (mgGAE.kg ⁻¹)	36.29±2.11 ^c	112.28±5.13 ^b	146.87±6.05 ^a
آنتی‌اکسیدان Antioxidant (%)	39.10±1.10 ^c	42.20±0.80 ^b	49.80±1.40 ^a

در هر ردیف حروف مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد (آزمون دانکن، $P \leq 0.05$).

In each row, different letters indicate significant differences (Duncan's test, $P \leq 0.05$).

جدول ۳- اثر آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج بر ویژگی‌های شیمیایی بیسکویت

Table 3- Effect of roasted lentil flour and rice bran powder on the chemical properties of biscuits

تیمار Treatment	pH	رطوبت Moisture (%)	فیبر Fiber (%)	پروتئین Protein (%)	چربی Fat (%)	خاکستر Ash (%)
Control	7.09±0.15 ^a	4.65±0.10 ^a	0.23±0.02 ^g	7.12±0.50 ^d	20.78±1.12 ^{bc}	0.68±0.05 ^f
RLF3	6.85±0.11 ^b	3.94±0.12 ^b	0.28±0.03 ^g	7.63±0.37 ^{bcd}	20.30±1.37 ^c	0.77±0.06 ^{ef}
RLF6	6.82±0.10 ^{bc}	3.66±0.08 ^c	0.57±0.02 ^e	8.13±0.21 ^{abc}	20.14±1.15 ^c	0.88±0.06 ^e
RLF9	6.78±0.05 ^{bcd}	3.62±0.13 ^c	0.68±0.06 ^d	8.24±0.44 ^{abc}	20.09±1.11 ^c	0.89±0.09 ^e
RLF12	6.75±0.07 ^{bcd}	2.98±0.03 ^d	0.78±0.05 ^c	8.34±0.56 ^{ab}	20.05±1.51 ^c	1.08±0.04 ^d
RLF15	6.73±0.09 ^{bcd}	2.97±0.05 ^d	0.94±0.07 ^b	8.62±0.63 ^a	19.89±1.72 ^c	1.16±0.08 ^d
RBP3	6.86±0.12 ^b	3.93±0.07 ^b	0.47±0.01 ^f	7.52±0.25 ^{cd}	22.11±2.03 ^{abc}	1.21±0.10 ^d
RBP6	6.74±0.04 ^{bcd}	3.60±0.10 ^c	0.49±0.01 ^{ef}	7.55±0.34 ^{cd}	23.17±1.40 ^{ab}	1.43±0.09 ^c
RBP9	6.69±0.06 ^{bcd}	3.00±0.02 ^d	0.79±0.02 ^c	7.66±0.14 ^{bcd}	23.01±1.21 ^{ab}	1.66±0.12 ^b
RBP12	6.64±0.13 ^{cd}	2.99±0.01 ^d	1.36±0.08 ^a	7.70±0.43 ^{bcd}	23.23±1.17 ^{ab}	1.74±0.10 ^b
RBP15	6.62±0.05 ^d	2.95±0.04 ^d	1.39±0.10 ^a	7.80±0.36 ^{bcd}	23.65±1.50 ^a	1.97±0.07 ^a

در هر ستون حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد (آزمون دانکن، $P \leq 0.05$).In each column, different letters indicate significant differences (Duncan's test, $P \leq 0.05$).

است. این محققین بالا بودن مقدار سیستین و توانایی اسیدهای آمینه قطبی برای ایجاد اتصالات جانبی را علت بالاتر بودن محتوای رطوبت کیک حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم نسبت به کیک دارای مقادیر مختلف آرد لوبیاجیتی عنوان کردند. این در حالی است که ال گوهری (El-Gohery, 2021) افزایش محتوای رطوبت بیسکویت با جایگزین کردن آرد گندم با آرد لوبیای خام و فرآوری شده را به علت اختلاف در ترکیب و ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها گزارش نمود.

با جایگزین کردن آرد گندم با آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج محتوای فیبر بیسکویت بین ۱/۲۲ تا ۴/۹۱ برابر افزایش یافت. تأثیر استفاده از سبوس برنج بر افزایش محتوای فیبر بیسکویت بیشتر بود؛ به طوری که بیشترین محتوای فیبر در بیسکویت‌های حاوی ۱۲ و ۱۵ درصد سبوس برنج مشاهده شد. همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است محتوای فیبر پودر سبوس برنج بیشتر از آرد عدس برشته شده بود و لذا این نتیجه دور از انتظار نمی‌باشد. افزایش محتوای فیبر کیک با افزودن آرد نخود (Alaei et al., 2017)، سبوس جوی دوسر (Jamehdor, Movahhed, & Ghiassi Tarazi, 2019) و سبوس گندم (Milani, Hashemi, Golimovahed, & Davari, 2021) در مطالعات سایر محققین گزارش شده است. نتایج مطالعه پورتمن و همکاران (Portman et al., 2019) نیز بر افزایش محتوای فیبر کل کوکی به دلیل جایگزین کردن آرد گندم با آرد عدس دلالت داشت. این محققین بیان کردند افزایش فیبر ناشی از افزودن آرد عدس به فرمول کوکی عمدتاً به دلیل افزودن مواد پوسته دانه عدس است که حاوی سلولز، همی سلولز و فیبرهای لیگنین است. نتایج مشابهی در اثر جایگزینی بخشی از آرد گندم مورد استفاده در تولید بیسکویت با آرد اکارا توسط زمانی و عباسی (Zamani & Abbasi, 2017) گزارش شده است. طبق نتایج مطالعه فتح‌الهی آقایی و قره‌خانی (Fathollahi Aghaei & Gharakhani, 2019) نیز در اثر افزودن پوسته گندم به

در بین نمونه‌های مورد مطالعه شاهد بیشترین (۷/۰۹) و بیسکویت حاوی ۱۵ درصد سبوس برنج کمترین (۶/۶۲) مقدار pH را داشت. لازم به ذکر است از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین مقدار pH نمونه بیسکویت حاوی ۱۵ درصد سبوس برنج و سطوح ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد آرد عدس برشته شده و ۶، ۹ و ۱۲ درصد سبوس برنج مشاهده نشد. کاهش pH کوکی بدون گلوتن در اثر افزودن آرد عدس به فرمولاسیون آن در نتایج پژوهش هاجاز و همکاران (Hajas et al., 2022) نیز گزارش شده است.

استفاده از آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج در تولید بیسکویت سبب کاهش رطوبت بیسکویت شد. با افزایش سطح جایگزینی، مقدار کاهش رطوبت نمونه‌های بیسکویت نسبت به شاهد بیشتر شد، به گونه‌ای که بیسکویت‌های حاوی ۱۵ درصد آرد عدس برشته شده و نیز نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد پودر سبوس برنج کمترین مقدار رطوبت را داشتند؛ اگرچه از نظر آماری اختلاف محتوای رطوبت این نمونه‌ها با سطوح ۱۲ درصد آرد عدس برشته شده و ۹ و ۱۲ درصد سبوس برنج معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد کاهش سطح گلوتن سبب کم شدن نواحی آب‌دوست جهت اتصال با آب در بیسکویت‌های حاوی آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج شده و لذا رطوبت این نمونه‌ها کمتر شده است (Portman et al., 2019). نتایج مطالعه فتح‌الهی آقایی و قره‌خانی (Fathollahi Aghaei & Gharakhani, 2019) نیز بر کاهش رطوبت بیسکویت بر پایه آرد برنج در اثر افزودن پوسته گندم به عنوان منبع فیبر رژیمی دلالت داشت. روند کاهشی محتوای رطوبت مغز نان با افزایش مقدار سبوس از صفر تا ۹ درصد در پژوهش طایفه و همکاران (Tayefe, Shahidi, Mohammadzadeh Milani, & Sadeghi, 2021) نیز مشاهده شده است. کاهش معنی‌دار رطوبت کیک در اثر جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد لوبیاجیتی از نتایج پژوهش حصاری نژاد و همکاران (Hesarinejad et al., 2019) بوده

فرمول بیسکویت بر پایه آرد برنج مقدار فیبر فرآورده نهایی افزایش یافت.

افزودن آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج به فرمول خمیر بیسکویت سبب افزایش محتوای پروتئین فرآورده نهایی شد. با توجه به این که محتوای پروتئین آرد عدس برشته شده از آرد گندم و سبوس برنج بیشتر بود، بیسکویت‌های حاوی آرد عدس برشته شده پروتئین بیشتری داشتند. این نتایج با نتایج بررسی هاجاز و همکاران (Hajas *et al.*, 2022) که نشان‌دهنده افزایش محتوای پروتئین خام کوکی بدون گلوتن بر پایه آرد برنج با افزودن آرد عدس بود مطابقت دارد. نتایج مشابهی نیز در مطالعه زمانی و عباسی (Zamani & Abbasi, 2017) مبتنی بر افزایش مقدار پروتئین بیسکویت در اثر جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد اکارا به دست آمده است.

محتوای چربی بیسکویت تحت تأثیر مقادیر آرد گندم، آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج قرار گرفت. مقدار چربی بیسکویت شاهد ۲۰/۷۸ درصد بود؛ اگرچه استفاده از آرد عدس برشته شده محتوای چربی را کاهش داد، اما افزودن پودر سبوس برنج سبب افزایش ۶/۴ تا ۱۳/۸۱ درصدی محتوای چربی بیسکویت شد. همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است محتوای چربی آرد عدس برشته شده کمتر از آرد گندم و پودر سبوس برنج بود و لذا نمونه‌های بیسکویت دارای آرد عدس برشته حاوی مقدار چربی کمتری بودند.

طبق نتایج مربوط به محتوای خاکستر بیسکویت در جدول ۳، جایگزینی آرد گندم بر مقدار خاکستر بیسکویت تأثیر داشت. با کاهش مقدار آرد گندم و افزایش مقدار مکمل‌های فیبر خوراکی مورد استفاده در این مطالعه (آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج)، بر میزان خاکستر بیسکویت افزوده شد. با توجه به محتوای خاکستر بالای سبوس برنج (جدول ۲)، تأثیر این افزودنی بر افزایش مقدار خاکستر بیشتر بود؛ به‌طوری که بیسکویت حاوی ۱۵ درصد سبوس برنج بیشترین (۱/۹۷ درصد) مقدار خاکستر را داشت. این نتایج، با نتایج پژوهش زمانی و عباسی (Zamani & Abbasi, 2017) مطابقت دارد. با در نظر گرفتن این موضوع که آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج منابعی سرشار از ترکیبات معدنی به شمار می‌روند، افزایش محتوای خاکستر به موازات افزایش میزان جایگزینی قابل انتظار می‌باشد.

فنل کل

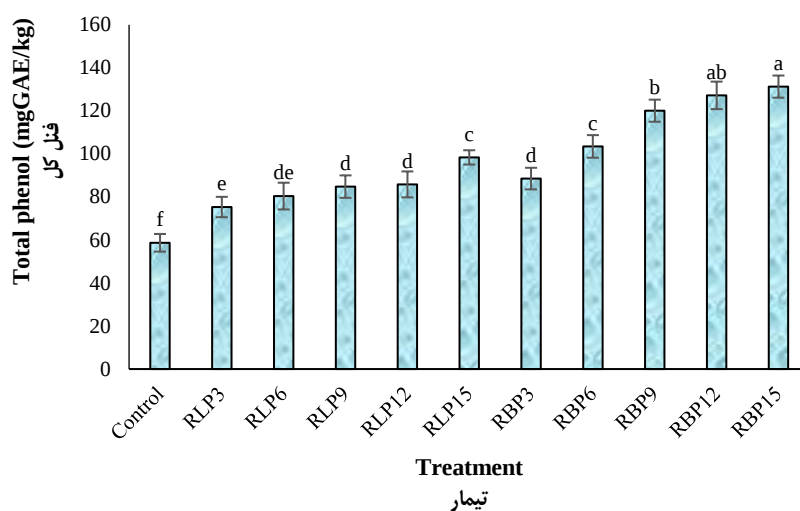
بر اساس نتایج ارزیابی آماری، جایگزین کردن آرد گندم با آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج میزان فنل کل بیسکویت را افزایش داد (شکل ۱). با توجه به این که محتوای فنل کل آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج از آرد گندم بیشتر بود، لذا بیسکویت‌های دارای آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج نیز مقدار فنل کل

بیشتری نسبت به شاهد داشتند. با افزایش سطح جایگزینی، محتوای فنل کل نمونه‌های بیسکویت افزایش یافت. تأثیر سبوس برنج در افزایش محتوای فنل کل بیسکویت بیشتر بود و لذا بالاترین مقدار فنل کل (۱۳۱/۲۷ میلی گرم اسید گالیک در کیلوگرم) مربوط به نمونه بیسکویت دارای ۱۵ درصد سبوس برنج بود. افزایش میزان ترکیبات فنلی کوکی بدون گلوتن با جایگزینی آرد برنج با آرد عدس در نتایج مطالعه هاجاز و همکاران (Hajas *et al.*, 2022) نیز گزارش شده است. نتایج مشابهی در پژوهش زمانی و عباسی (Zamani & Abbasi, 2017) به دست آمده است. طبق نتایج گزارش پورتمن و همکاران (Portman *et al.*, 2019) سه ترکیب فنلی کامپفرول تری‌هگزوز و کامپفرول گلیکوزید و همچنین فلاونوئید پروسیانیدین در کوکی‌های حاوی آرد عدس شناسایی شدند که در نمونه کوکی تولید شده با ۱۰ درصد آرد گندم موجود نبودند. مطالعات اپیدمیولوژیک، ارتباط بالای بین مصرف میوه‌ها و حبوبات حاوی مشتقات کامپفرول و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌هایی از جمله سرطان ریه، معده و تخمدان و بیماری‌های قلبی عروقی را نشان داده‌اند (Cui *et al.*, 2008; Calderon-Montano, Burgos-Morón, Pérez-Guerrero, & López-ázaro, 2011).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

روغن به‌عنوان یکی از اجزای مهم فرمولاسیون بیسکویت، اغلب پس از آرد و شکر بیشترین مقدار مواد اولیه خمیر این فرآورده را به خود اختصاص می‌دهد. با توجه به زمان ماندگاری بالا و احتمال اکسیداسیون چربی طی دوره انبارداری، امکان ایجاد طعم و عطر تند و کاهش کیفیت در زمان مصرف پس از دوره نگهداری طولانی مدت وجود دارد. لذا افزایش سطح ترکیبات آنتی‌اکسیدان در فرآورده، در جلوگیری از وقوع واکنش‌های اکسیداسیون چربی و کاهش میزان این تغییرات نامطلوب مؤثر می‌باشد (Arabshahi Delouee, Mardani Ghahfarokhi, & Aalami, 2014).

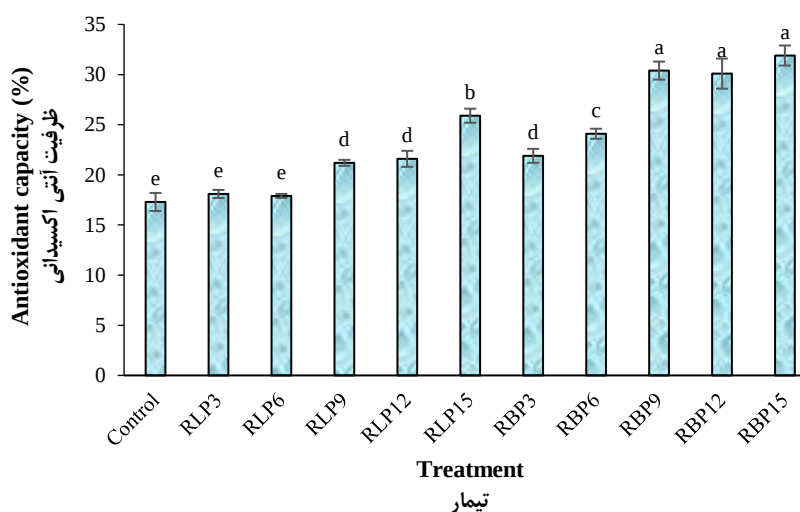
نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن بود که تأثیر کاربرد آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج در تولید بیسکویت با افزایش معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی فرآورده همراه است (شکل ۲). استفاده از سطوح مختلف آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج با افزایش ۳/۵ تا ۸۴/۴ درصدی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همراه بود. طبق نتایج جدول ۲ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آرد عدس برشته شده و سبوس برنج از آرد گندم بیشتر است و لذا این مسئله سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیسکویت‌های حاوی این افزودنی‌ها شده است.



شکل ۱- اثر آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج بر فنل کل بیسکویت

حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار است ($p < 0.05$).

Fig. 1. The effect of roasted lentil flour and rice bran powder on total phenolic content of biscuits
Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$).



شکل ۲- اثر آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج بر ظرفیت آنتی اکسیدانی بیسکویت

حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار است ($p < 0.05$).

Fig. 2. The effect of roasted lentil flour and rice bran powder on antioxidant capacity of biscuits
Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$).

خصوصیات فیزیکی بیسکویت

نتایج مربوط به ارزیابی خصوصیات فیزیکی نمونه‌های بیسکویت در جدول ۴ ارائه گردیده است. نتایج آنالیز واریانس قطر، ضخامت و ضریب پخش بیسکویت نشان داد تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج بر این ویژگی‌ها معنی دار بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش مقدار آرد عدس برشته شده و پودر

نتایج این تحقیق با نتایج مطالعه پورتمن و همکاران (Portman et al., 2019) که بر افزایش قابل توجه فعالیت آنتی اکسیدانی کوکی با افزایش سطح آرد عدس دلالت داشت، مطابقت دارد. به علاوه، طبق گزارش هاجاز و همکاران (Hajas et al., 2022) جایگزین کردن آرد برنج با آرد عدس در فرمولاسیون کوکی بدون گلوتن، سبب برتری سطح فعالیت آنتی اکسیدانی کوکی در مقایسه با نمونه شاهد شد.

با آرد عدس در کوکی بدون گلوتن مشابهت دارد. اثر تغییرات قطر و ضخامت بین بیسکویت‌های حاوی آرد عدس برشته‌شده و پودر سبوس برنج و بیسکویت شاهد در ضریب پخش که نشان‌دهنده نسبت قطر به ارتفاع است، منعکس شده است. ضریب پخش به‌عنوان یک پارامتر مهم برای تعیین کیفیت آرد مصرف شده در تولید بیسکویت استفاده می‌شود. بیسکویت با مقدار بالاتر ضریب پخش مطلوب‌تر از بیسکویت‌هایی با مقدار پایین‌تر این پارامتر فیزیکی است.

سبوس برنج در فرمولاسیون بیسکویت از ضخامت فرآورده بین ۱۱/۱ تا ۴۰ درصد کاسته شد، مقدار قطر آن بین ۲/۱ تا ۱۳/۹ درصد افزایش یافت و ضریب پخش ۱/۱۵ تا ۱/۹۱ برابر بیشتر شد. روند تغییرات مشخصات هندسی بیسکویت در مطالعه فتح‌الهی آقایی و قره‌خانی (Fathollahi Aghaei & Gharakhani, 2019) بر تأثیر افزودن پوسته گندم به‌عنوان فیبر رژیمی در ترکیب بیسکویت بر پایه آرد برنج، مشابه نتایج پژوهش حاضر بود. به علاوه این نتایج، با نتایج مطالعه هاجاز و همکاران (Hajas et al., 2022) در جایگزین کردن آرد برنج

جدول ۴- اثر آرد عدس برشته‌شده و سبوس برنج بر ویژگی‌های فیزیکی بیسکویت
Table 4- Effect of roasted lentil flour and rice bran on the physical properties of biscuits

تیمار	ضخامت	قطر	ضریب پخش
Treatment	Thickness (cm)	Diameter (cm)	Expansion coefficient
Control	0.90±0.05 ^a	3.89±0.03 ^f	4.30±0.21 ^f
RLF3	0.80±0.01 ^b	3.97±0.03 ^e	4.96±0.03 ^e
RLF6	0.80±0.03 ^b	4.11±0.05 ^d	5.14±0.13 ^e
RLF9	0.75±0.01 ^c	4.21±0.05 ^c	5.61±0.01 ^d
RLF12	0.62±0.03 ^d	4.30±0.07 ^b	6.94±0.23 ^b
RLF15	0.62±0.02 ^d	4.44±0.02 ^a	7.17±0.20 ^b
RBP3	0.64±0.01 ^d	4.07±0.01 ^d	6.36±0.08 ^c
RBP6	0.64±0.03 ^d	4.19±0.04 ^c	6.55±0.25 ^c
RBP9	0.60±0.03 ^d	4.21±0.02 ^c	7.03±0.32 ^b
RBP12	0.55±0.02 ^e	4.34±0.03 ^b	7.90±0.23 ^a
RBP15	0.54±0.02 ^e	4.44±0.05 ^a	8.23±0.21 ^a

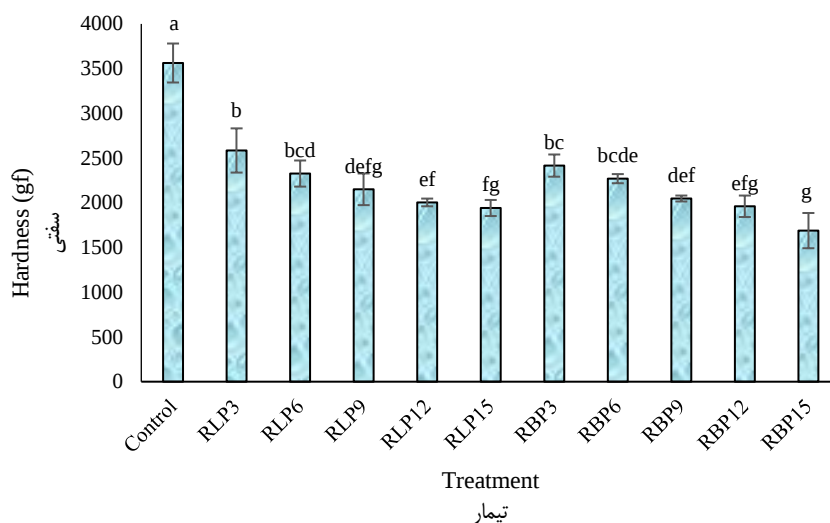
در هر ستون حروف مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد. (آزمون دانکن، $P \leq 0.05$).

In each column, different letters indicate significant differences (Duncan's test, $P \leq 0.05$).

ویژگی‌های بافتی یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در قابلیت پذیرش هر محصول غذایی فرآیند شده محسوب می‌شوند. از طرفی شرایط فرآوری و فرمولاسیون فرآورده غذایی نیز به‌طور مستقیم بر رفتار بافتی آن تأثیر می‌گذارد (Tayefe et al., 2021). نتایج ارزیابی آماری سفتی بافت بیسکویت بر تأثیر معنی‌دار افزودن آرد عدس برشته‌شده و پودر سبوس برنج به فرمول بیسکویت بر سفتی بافت فرآورده دلالت داشت (شکل ۳). به‌دنبال استفاده از آرد عدس برشته‌شده و پودر سبوس برنج در فرمولاسیون بیسکویت از سفتی بافت فرآورده نهایی کاسته شد؛ به‌طوری‌که نمونه شاهد بیشترین مقدار سفتی (۳۵۶۳ گرم نیرو) را داشت و کمترین مقدار سفتی (۱۶۸۹ گرم نیرو) برای بیسکویت دارای ۱۵ درصد سبوس برنج به‌دست آمد. مشخص شده است، یکی از اثرات غنی‌سازی محصولات مبتنی بر آرد گندم، رقیق شدن پروتئین‌های گلوته‌نی و به‌دنبال آن تغییر در رفتار رئولوژیکی خمیر می‌باشد که این تغییر موجب تضعیف شبکه پروتئینی و تغییر ویژگی‌های تکنولوژیکی فرآورده می‌شود (Salem et al., 2021).

افزایش قطر و کاهش ضخامت در کوکی‌های حاوی آرد عدس در نتایج پژوهش پورتمن و همکاران (Portman et al., 2019) نیز گزارش شده است. علت کاهش ضخامت بیسکویت با افزودن منابع فیبر خوراکی به فرمول آن، کاهش مقدار گلوته‌نی و عدم توانایی خمیر در نگهداری گازها و بخارات آب در زمان پخت بیان شده است (Azami & Roufegari-Nejad, 2019). نتایج مطالعه ال گوهری (El-Gohery, 2021) نشان داد جایگزین کردن بخشی از آرد گندم با آرد لوبیا در فرمول بیسکویت منجر به افزایش قطر، ضخامت و ضریب پخش شد. این محقق اظهار کرد علی‌رغم محتوای پروتئین بالا در آرد لوبیا، احتمالاً کاهش محتوای گلوته‌نی و ویسکوزیته خمیر بیسکویت، در نتیجه افزودن لوبیای خام یا فرآوری شده به فرمول، سبب تغییرات ویژگی‌های فیزیکی بیسکویت شده است.

سفتی بافت



شکل ۳- اثر آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج بر سفتی بافت بیسکویت
حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار است ($p < 0.05$).

Fig. 3. The effect of roasted lentil flour and rice bran powder on hardness of biscuits
Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$).

نتایج ارزیابی تغییرات شاخص‌های رنگی بیسکویت در جدول ۵ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج بر شاخص‌های رنگی روشنی (L^*)، قرمزی (a^*)، زردی (b^*) و شاخص قهوه‌ای شدن بیسکویت معنی‌دار است. با استفاده از آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج کاهش ۴/۱ تا ۱۶/۱ درصدی روشنی مشاهده شد و قرمزی ۱/۲۳ تا ۲/۳۹ برابر افزایش یافت. افزایش ۱/۱۴ تا ۱/۳۴ برابری زردی و ۱/۲۳ تا ۱/۸۶ برابری شاخص قهوه‌ای شدن از دیگر تأثیرات این جایگزینی بر شاخص‌های رنگی بیسکویت بود. با توجه به اینکه با افزایش سطح جایگزینی، شاخص‌های رنگی تغییر کرد، کمترین مقدار روشنی و بیشترین مقدار قرمزی، زردی و شاخص قهوه‌ای شدن، در نمونه‌های بیسکویت حاوی بالاترین سطح (۱۵ درصد) آرد عدس برشته شده و سبوس برنج مشاهده شد.

طی فرآیند پخت فراورده‌های نانوائی، وقوع واکنش‌های قهوه‌ای شدن به‌ویژه واکنش میلارد رنگ فرآورده را تغییر می‌دهد. شدت این واکنش‌ها به عواملی نظیر غلظت عوامل شرکت‌کننده در واکنش (نظیر قند، نشاسته و پروتئین) و شرایط فرآیند به‌ویژه دما و میزان کاهش رطوبت وابسته است (Milani et al., 2021). از طرفی ماهیت شیمیایی و نوع و مقدار رنگدانه‌های طبیعی موجود در فرآورده‌های غذایی بر شدت تغییرات رنگ آنها تأثیر می‌گذارد (Laddomada, Caretto, & Mita, 2015). لذا به نظر می‌رسد تأثیر ترکیبات تشکیل دهنده آرد عدس برشته شده و سبوس برنج علت تغییرات رنگ بیسکویت‌های حاوی آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج نسبت به نمونه شاهد

لذا به نظر می‌رسد تضعیف شبکه گلوتنی علت کاهش سفتی و انسجام کمتر و تردتر شدن بافت بیسکویت‌های حاوی آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج بوده است. کاهش سفتی نان برآیند با افزایش مقدار آرد عدس در نتایج مطالعه قره‌خانی و مصطفی‌زاده (Gharekhani & Mostafazadeh, 2021) گزارش شده است. نتایج مشابهی در پژوهش رستمیان و همکاران (Rostamian et al., 2012) در زمینه تولید نان بدون گلوتن با استفاده از ترکیب آرد ذرت و آرد نخود به‌دست آمده است. این در حالی است که در برخی تحقیقات مشابه عدم تغییر معنی‌دار بافت یا افزایش سفتی محصولات پخت در اثر افزودن آرد حبوبات و انواع سبوس گزارش شده است که این تفاوت‌ها می‌تواند به عواملی هم‌چون فرمولاسیون و فرآیند مرتبط باشد. برای مثال خورسند و همکاران (Khorsand, Aliabadi, & Jarrahiferiz, 2018) گزارش کردند آرد سویا سفتی بافت دونات را کاهش داد اما آرد عدس موجب افزایش سفتی بافت آن شد. افزایش سفتی بافت بیسکویت با افزودن آرد اکارا در مطالعه زمانی و عباسی (Zamani & Abbasi, 2017) گزارش شد. ال گوهری (El-Gohery, 2021) نیز افزایش سفتی بافت بیسکویت حاوی آرد لوبیا را به‌دلیل افزایش محتوای فیبر و پروتئین و تعامل بین ترکیبات مختلف گزارش نمود. در مطالعه دیگری که توسط فتح‌الهی آقایی و قره‌خانی (Fathollahi Aghaei & Gharakhani, 2019) انجام شد، افزودن فیبر گندم تأثیر معنی‌داری بر سفتی بافت بیسکویت بر پایه آرد برنج نگذاشت.

رنگ

بوده است. نتایج پژوهش پورتمن و همکاران (Portman et al., 2019) نیز بر تیره‌تر شدن رنگ کوکی در اثر جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد عدس دلالت داشت.

جدول ۵- اثر آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج بر رنگ بیسکویت
Table 5- Effect of roasted lentil flour and rice bran powder on biscuit color indices

تیمار	روشنی	قرمزی	زردی	شاخص قهوه‌ای شدن
Treatment	Lightness (L^*)	Redness (a^*)	Yellowness (b^*)	Browning index
Control	78.84±1.01 ^a	2.89±0.08 ^g	19.94±0.22 ^f	31.26±0.63 ^h
RLF3	74.13±0.68 ^c	3.55±0.33 ^f	23.18±0.47 ^d	39.62±0.62 ^g
RLF6	71.25±0.59 ^d	4.31±0.15 ^e	23.62±0.26 ^{cd}	43.91±0.42 ^{ef}
RLF9	70.71±0.74 ^d	4.99±0.27 ^d	24.60±0.22 ^c	47.51±0.77 ^d
RLF12	68.31±0.95 ^e	5.65±0.27 ^c	26.27±0.34 ^b	53.57±0.15 ^b
RLF15	66.21±1.00 ^f	6.61±0.19 ^{ab}	26.79±0.22 ^a	58.07±1.39 ^a
RBP3	75.61±0.25 ^b	3.65±0.31 ^f	22.65±0.42 ^e	38.48±0.81 ^g
RBP6	73.80±0.35 ^c	4.95±0.16 ^d	23.69±0.18 ^c	42.91±0.75 ^f
RBP9	72.77±1.16 ^c	5.49±0.18 ^c	24.31±0.25 ^c	45.10±0.89 ^e
RBP12	70.79±0.28 ^d	6.28±0.12 ^b	25.95±0.23 ^b	51.27±0.12 ^c
RBP15	66.13±0.77 ^f	6.92±0.17 ^a	26.29±0.37 ^b	57.32±1.83 ^a

در هر ستون حروف مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد (آزمون دانکن، $P \leq 0.05$).

In each column, different letters indicate significant differences (Duncan's test, $P \leq 0.05$).

ارزیابی آماری صفات حسی بر تأثیر معنی‌دار افزودن آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج بر خواص حسی بیسکویت دلالت داشت. امتیاز حسی رنگ تیمارهای آرد عدس برشته شده در سطح ۳ درصد و پودر سبوس برنج در سطوح ۳ و ۶ درصد تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت؛ اما در سطوح بالاتر این ترکیبات، کاهش معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۶). از نظر ویژگی حسی عطر و طعم، امتیازات داده شده به نمونه‌های دارای آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج تا سطح ۱۲ درصد اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. طبق نتایج مطالعه هاجز و همکاران (Hajas et al., 2022) از نظر ارزیابان حسی مطلوبیت مصرف کوکی‌های بدون گلوتن حاوی آرد عدس به‌ویژه از نظر طعم بیشتر از نمونه شاهد تهیه شده با ۱۰۰ درصد آرد برنج بود.

امتیاز بافت بیسکویت‌های حاوی سطح ۳ درصد آرد عدس برشته شده تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان نداد؛ اما از آنجاکه با افزایش سطح جایگزینی آرد گندم از سفتی بافت بیسکویت کاسته شد، امتیاز حسی بافت در سطوح بالای جایگزینی کاهش یافت. امتیاز بافت تمامی نمونه‌های دارای سبوس برنج نیز کمتر از شاهد بود. از نظر ارزیابان حسی، نمونه‌های بیسکویت حاوی آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج تا سطح ۹ درصد، مطلوبیت مصرف بیشتری نسبت به سایر سطوح جایگزینی داشته و لذا امتیاز پذیرش کلی بالاتری را به‌دست آوردند؛ اما از نظر امتیاز پذیرش کلی، تیمارهای حاوی ۱۲ و ۱۵ درصد آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج مقبولیت حسی کمتری را دریافت نمودند.

به علاوه کاهش شاخص روشنی نان بروتچن با افزایش مقدار آرد عدس در نتایج بررسی قره‌خانی و مصطفی‌زاده (Gharekhani & Mostafazadeh, 2021) نیز گزارش شده است. حصارى‌نژاد و همکاران (Hesarinejad et al., 2019) کاهش روشنی و افزایش قرمزی و زردی پوسته و مغز کیک در اثر جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد لوبیاجیتی را گزارش کردند. نتایج مطالعه فتح‌الهی آقایی و قره‌خانی (Fathollahi Aghaei & Gharakhani, 2019) نیز بر کاهش روشنی و عدم تغییر معنی‌دار قرمزی و زردی بیسکویت بر پایه آرد برنج در اثر افزودن آرد پوسته گندم به‌عنوان منبع فیبر رژیمی دلالت داشت. افزایش تیرگی رنگ نان با افزودن سبوس برنج در بررسی طایفه و همکاران (Tayefe et al., 2021) نیز مشاهده شده است. کاهش شاخص رنگی L^* و افزایش شاخص‌های رنگی a^* و b^* در اثر جایگزینی بخشی از آرد اکارا با آرد گندم در بیسکویت، در نتایج بررسی زمانی و عباسی (Zamani & Abbasi, 2017) گزارش شده است. خورسند و همکاران (Khorsand et al., 2018) افزایش زردی و تیرگی دونات حاوی آرد عدس را به تشدید واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد به‌دلیل حضور مقادیر زیاد اسید آمینه لیزین در آرد عدس و همچنین وجود رنگدانه‌های طبیعی این آرد نسبت دادند.

ویژگی‌های حسی

در صنعت غذا، میزان مطلوبیت مصرف و پذیرش فرآورده از طرف مصرف‌کننده، تداوم تولید و عرضه آن در بازار را تضمین می‌کند. نتایج

جدول ۶- اثر آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج بر خواص حسی بیسکویت

Table 6- The effect of roasted lentil flour and rice bran powder on the sensory properties of biscuits

تیمار	رنگ	عطر و طعم	بافت	پذیرش کلی	شاخص پذیرش
Treatment	Color	Flavor and taste	Texture	Total acceptability	Acceptance index (%)
Control	4.9 ^a	4.7 ^a	4.8 ^a	4.8 ^a	96
RLF3	4.8 ^{ab}	4.6 ^a	4.6 ^{ab}	4.7 ^a	94
RLF6	4.6 ^{bc}	4.6 ^a	4.4 ^{bc}	4.5 ^{abc}	90
RLF9	4.3 ^{de}	4.6 ^a	4.1 ^{de}	4.5 ^{abc}	90
RLF12	3.9 ^{fg}	4.4 ^{ab}	4.0 ^e	4.2 ^c	84
RLF15	3.7 ^g	4.1 ^b	3.7 ^f	3.8 ^d	76
RBP3	4.8 ^{ab}	4.7 ^a	4.5 ^{bc}	4.7 ^a	94
RBP6	4.7 ^{ab}	4.7 ^a	4.3 ^{cd}	4.6 ^{ab}	92
RBP9	4.4 ^{cd}	4.6 ^a	4.1 ^{de}	4.5 ^{abc}	90
RBP12	4.1 ^{ef}	4.4 ^{ab}	3.9 ^e	4.3 ^{bc}	86
RBP15	4.0 ^f	4.1 ^b	3.6 ^f	3.9 ^d	78

در هر ستون حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشد (آزمون دانکن، $P \leq 0.05$).In each column, different letters indicate significant differences (Duncan's test, $P \leq 0.05$).

پیشنهاد شد. نتایج مشابهی در ارتباط با افزودن سبوس برنج به فرمول نان در پژوهش طایفه و همکاران (Tayefe et al., 2021) نیز به دست آمده است.

نتیجه گیری

به دلیل مزایای سلامت بخش بالا و ویژگی های حسی مطلوب فرآورده های پخت، امروزه غنی سازی این فرآورده ها، توجه بسیاری از تولیدکنندگان را به خود جلب نموده است. در این پژوهش جهت ارتقای ارزش تغذیه ای بیسکویت با تأکید بر افزایش سطح فیبر خوراکی، آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج جایگزین بخشی از آرد گندم مصرفی در تولید بیسکویت شد. نتایج ارزیابی خصوصیات کیفی بیسکویت بر افزایش محتوای فیبر، پروتئین، چربی، خاکستر و فنل کل بیسکویت دلالت داشت. به دنبال افزایش سطح فنل کل، فعالیت آنتی اکسیدانی بیسکویت نیز افزایش یافت. با کاهش مقدار آرد گندم و افزایش مقدار آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج از سفتی بافت کاسته شده، رنگ بیسکویت تیره تر، قرمزتر و زردتر شد. با توجه به عدم تأثیر نامطلوب آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج در سطوح پایین تر بر صفات حسی، این نمونه ها مطلوبیت مصرف بالاتری داشتند. به طور کلی با در نظر گرفتن پایین بودن ارزش غذایی آرد مورد استفاده در تولید بیسکویت، رونق گرفتن بازار این فرآورده به دلیل تغییر الگوی زندگی و نیز مناسب بودن این ماده غذایی برای پذیرش مکمل ها، استفاده از آرد عدس برشته شده و پودر سبوس برنج به عنوان افزودنی در جهت ارتقای کیفیت خوراکی و بهبود خواص عملکردی بیسکویت توصیه می گردد.

در مطالعات مشابه در زمینه استفاده از منابع فیبر خوراکی نیز علی رغم تأثیر سطوح بالای این منابع بر مقدار ترکیبات سلامتی بخش و عملکرد، به دلیل تأثیر منفی بر خصوصیات حسی فرآورده نهایی، این سطوح کاربرد پیشنهاد نشده است. برای مثال طبق نتایج مطالعه پروین و همکاران (Parveen et al., 2024) استفاده از سطوح بالای آرد حبوبات (نخود، ماش و عدس) به عنوان جایگزین بخشی از آرد گندم در تولید نان مسطح (چاپاتا) سبب کاهش امتیازات صفات حسی (رنگ، طعم و مزه، بافت و پذیرش کلی) شد. این محققین گزارش نمودند در بین نان های تولید شده با سطوح مختلف آرد عدس (۱۰ تا ۵۰ درصد)، سطح ۱۰ درصد بیشترین امتیاز پذیرش کلی را کسب کرد. مشخص شده است، در بین سطوح مختلف آرد لوبیایی خام و فرآوری شده (خیسانده شده، پخته شده و برشته شده و پوست گیری شده در سطح های ۱۰ تا ۵۰ درصد)، سطح متوسط (۳۰ درصد)، بیسکویتی تولید کرد که از نظر ویژگی های حسی (ظاهر، رنگ، عطر، طعم، بافت و پذیرش کلی) تفاوت معنی داری با بیسکویت تولید شده با ۱۰۰ درصد آرد گندم نداشت (El-Gohery, 2021). کاهش امتیاز پذیرش کلی دونات حاوی سطوح بالای آرد عدس نسبت به نمونه شاهد در نتایج پژوهش خورسند و همکاران (Khorsand et al., 2018) نیز به چشم می خورد.

طبق نتایج بررسی حصارنی ژاد و همکاران (Hesarinejad et al., 2019) سطح پایین جایگزینی آرد گندم با آرد لوبیایی از جذابیت های خوراکی کیک نکاست و بر ذائقه ارزیاب ها تأثیر نامطلوب نگذاشت؛ اما در سطوح بالاتر امتیازهای طعم، بافت، رنگ، ظاهر، بو و پذیرش کلی به طور معنی داری کاهش یافت. در گزارش فتح الهی آقایی و قره خانی (Fathollahi Aghaei & Gharakhani, 2019) نیز نمونه بیسکویت آرد برنج با درصد سبوس گندم کم (۱۵ درصد) با بیشترین امتیاز ارزیابی های حسی به عنوان بهترین نمونه بیسکویت حاوی فیبر رژیمی

میزان مشارکت نویسندگان

منابع تأمین مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی خاصی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیر انتفاعی دریافت نکرد.

ایوبی: مفهوم‌سازی، مدیریت داده‌ها، تحلیل رسمی، تأمین مالی، تحقیق و بررسی، روش‌شناسی، مدیریت پروژه، منابع، نرم‌افزار، نظارت، نوشتن. **بلوردی:** مدیریت داده‌ها، تأمین مالی، نوشتن (بررسی و ویرایش)، نظارت، اعتبارسنجی.

References

1. AACC. (1999). Approved Methods of the AACC. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. (Methods 46-18, 44-19).
2. AACC. (2000). Approved Methods of the AACC. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. (Methods 08-01).
3. AACC. (2000). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed. American Association of Cereal Chemists, ST. Paul, (Methods 32-10) Minnesota, USA. <https://doi.org/10.1002/star.19890411114>
4. AACC. (2000). Approved Methods of the AACC (10th ed). American Association of cereal Chemists, st Paul, (Methods 30-25).
5. Alaei, M., Movahhed, S., & Ahmadi Chenarbon, H. (2018). Evaluation of adding chickpea flour on quality properties of oil and sponge cakes. *Journal of Food Science and Technology*, 73(14), 279-287.
6. Aminpour Daphchahi, E., Zakipour Rahimabadi, E., Rostamzad, H., & Nejat Pirsaraii, E. (2021). The effect of enrichment with silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) protein powder on amino acid profile, proximate analysis and sensory characteristic of biscuit. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 17(4), 559-568. <https://doi.org/10.22067/ifstrj.v17i5.87661>
7. Arabshahi Delouee, S., Mardani Ghahfarokhi, V., & Aalami, M. (2014). A functional biscuit prepared by addition of phenolic extracts of mint (*Mentha spicata* L.) and mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *Journal of Food Research*, 24(3), 375-386. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.013>
8. Ayoubi, A., Balvardi, M., Hajimohammadi-Farimani, R., & Akhavan, H.R. (2023). Response surface optimization of cupcake formula fortified with date seed powder, *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 42(2), 638-651. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05016-5>
9. Azami, S., & Roufegari-Nejad, L. (2019). The effect of red grape pomace powder replacement on physical characteristics and acrylamide content of biscuit. *Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology*, 14(1), 109-117.
10. Calderon-Montano, J., Burgos-Morón, E., Pérez-Guerrero, C., & López-ázaro, M. (2011). A review on the dietary flavonoid kaempferol. *Mini Rreviews in Medicinal Chemistry*, 11(4), 298-344. <https://doi.org/10.2174/138955711795305335>
11. Cui, Y., Morgenstern, H., Greenland, S., Tashkin, D.P., Mao, J.T., Cai, L., Cozen, W., Mack, T.M., Lu, Q.Y., & Zhang, Z.F. (2008). Dietary flavonoid intake and lung cancer—A population based case control study. *Cancer*, 112(10), 2241-2248. <https://doi.org/10.1002/cncr.23398>
12. Dewi, A.D.R., & Tjahjono, A. (2022) The making of rice bran flour-based sourdough bread. *Journal Pangan dan Agroindustri*, 10(1), 28-37. <https://doi.org/10.21776/ub.jp.a.2022.010.01.4>
13. El-Gohery, S. (2021) Effect of different treatments on nutritionalv of lima bean (*Phaseolus lunatus*) and its utilization in biscuit manufacture. *Food and Nutrition Sciences*, 12, 372-391. <https://doi.org/10.4236/fns.2021.124029>
14. Esmaeili, M., Rafe, A., Shahidi, S.A., & Ghorbani Hasan Saraei, A. (2016). Functional properties of rice bran protein isolate at different pH levels. *Cereal Chemistry*, 93(1), 58-63. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-04-15-0078-R>
15. Fathollahi Aghaei, M., & Gharakhani, M. (2019). Effect of adding wheat flour as dietary fiber in rice flour based biscuit composition and its quality assessment. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 11(3), 59-72. <https://doi.org/10.30495/JFST.2019.544968>
16. Gharekhani, M., & Mostafazadeh, B. (2021). Optimization of producing gluten free brotchen bread based on corn containing lentils flour and mucilage to the quince seeds. *Innovation in Food Science and Technology*, 13(2), 119-133.
17. Hajas, L., Sipos, L., Csobod, É.C., Bálint, M.V., Juhász, R., & Benedek, C. (2022). Lentil (*Lens culinaris* Medik.) flour varieties as promising new ingredients for gluten-free cookies. *Foods*, 11, 2028. <https://doi.org/10.3390/foods11142028>

18. Hajimohammadi Farimani, R., & Balvardi, M. (2021). Investigation of physicochemical properties and identification of dominant bacteria in several samples of traditional date vinegar. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 18(110), 165-176.
19. Hatamian, M., Noshad, M., Abdanan-Mehdizadeh, S., & Barzegar, H. (2020). Effect of roasting treatment on functional and antioxidant properties of chia seed flours. *Nutrition and Food Science Journal*, 21, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.07.004>
20. Hesarinejad, M.A., Siyar, Z., & Rezaian Attar, F. (2019). Investigating the effect of wheat flour enrichment with *Phaseolus vulgaris* flour on the physical, sensory and shelf-life characteristics of sponge cake. *Journal of Food Science and Technology*, 16(86), 213-222. <https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i3.81666>
21. Irakli, M., Katsantonis, D., & Kleisiaris, F. (2015). Evaluation of quality attributes, nutraceutical components and antioxidant potential of wheat bread substituted with rice bran. *Journal of Cereal Science*, 65, 74-80. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.06.010>
22. Jamehdor, S., Movahhed, S., & Ghiassi Tarazi, B. (2019). Determining the qualitative, textural and sensory characteristics of oil cakes made with flaxseed and oat bran as a fat replacement. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 14(5), 715-724.
23. Khorsand, M., Aliabadi, M., & Jarraiferiz, J. (2018). The effect of adding flour soy and lentil to doughnut on its physicochemical properties. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 7(2), 197-212. <https://doi.org/10.22101/JRIFST.2018.07.17.726>
24. Krishnan, R., Dharmaraj, U., Manohar, R.S., & Malleshi, N.G. (2011). Quality characteristics of biscuits prepared from finger millet seed coat based composite flour. *Food Chemistry*, 129, 499-506. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.107>
25. Laddomada, B., Caretto, S., & Mita, G. (2015). Wheat bran phenolic acids: bioavailability and stability in whole wheat-based foods. *Molecules*, 20(9), 15666-15685. <https://doi.org/10.3390/molecules200915666>
26. Lebesi, D.M., & Tzia, C. (2011). Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. *Journal of Food and Bioprocess Technology*, 4(5), 710-722. <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0181-3>
27. Lucas, B.F., de Moraes, M.G., Santos, T.D., & Costa, J.A.V. (2018). Spirulina for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. *LWT - Food Science and Technology Journal*, 90, 270-276. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.032>
28. Majzoobi, M., Koshani, R., & Farahnaky, A. (2013). Determination of some characteristics of dough and biscuit enriched with oat bran. *Journal of Food Research*, 23(1), 37-45.
29. Martínez-Cervera, S., Salvador, A., Muguera, B., Moulay, L., & Fiszman, S.M. (2011). Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. *LWT-Food Science and Technology*, 44, 729-736. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.06.035>
30. Milani, E., Hashemi, N., Golimovahed, A., & Davari, F. (2021). Properties assessment of muffin cakes enriched with composite dietary fibers from wheat bran coffee processing byproducts. *Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology*, 16(1), 85-94. <https://doi.org/10.52547/nsft.16.1.85>
31. Milani, J.M., Sedighi, N., & Mirzaei, H. (2018). Effect of germinated and non-germinated soybean flour on quality of Barbari bread. *Food Processing and Preservation Journal*, 10(1), 73-84. <https://doi.org/10.22069/efpp.2018.10294.1315>
32. Mohammad, I., Ahmad, A.R., & Senge, B. (2012). Effect of chickpea flour on wheat pasting properties and bread making quality. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 1902-1910. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0733-9>
33. Nateghi, L. (2018). The effect of carboxymethyl cellulose and diethyl tartaric acid on physicochemical, sensory, and shelf- life of toasted enriched by chickpea and bean flour. *Innovation in Food Science and Technology*, 9(2), 41-59.
34. Ouazib, M., Dura, A., Ziadi, F., & Rosell, C.M. (2016). Effect of partial substitution of wheat flour by processed (germinated, toasted, cooked) chickpea on bread quality. *International Journal of Agricultural Science and Technology*, 4, 8-18. <https://doi.org/10.12783/ijast.2016.0401.02>
35. Ozolina, K., Sarenkova, I., & Muizniece-Brasava, S. (2024) Estimation of roasted and raw faba bean and lentil flour functional properties. *Food and Nutrition Journal*, 9, 283. <https://doi.org/10.29011/2575-7091.100183>
36. Parveen, S., Pasha, A.I., Abrar, M., Khan, M.R., & Jamil, J. (2024). Application of chickpea, mung bean and lentil as sustainable protein source for the formulation of pulse based composite flour chapatti. *Journal of Tianjin University Science and Technology*, 57(4).281-295. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4923830>
37. Payan, R. (2001). *Introduction to thechnology of cereal products*. Noorpardazan press. Tehran. 190.
38. Phimolsiripol, Y., Mukprasirt, A., & Schoenlechner, R. (2012). Quality improvement of rice-based gluten-free bread using different dietary fiber fractions of rice bran. *Journal of Cereal Science*, 56, 389-395. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.06.001>

39. Portman, D., Maharjan, P., McDonald, L., Laskovska, S., Walker, C., Irvin, H., Blanchard, C., Naiker, M., & Panozzo, J.F. (2019). Nutritional and functional properties of cookies made using down-graded lentil – A candidate for novel food production and crop utilization. *Cereal Chemistry*, 00, 1–9. <https://doi.org/10.1002/cche.10232>
40. Reyes-Pérez, F., Salazar-García, M.G., Romero-Baranzini, A.L., Islas-Rubio, A.R., & Wong, B.R. (2013). Estimated glycemic index and dietary fiber content of cookies elaborated with extruded wheat bran. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68(1), 52-56. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0338-0>
41. Rostamian, M., Milani, J., & Maleki, G. (2012). Utilization of maize and chickpea flour for gluten-free bread making. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 1(2), 117-128. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2013-0004>
42. Sahraiyani, B., Mazaheri Tehrani, M., Naghipour, F., Ghiafeh Davoodi, M., & Soleimani, M. (2013). The effect of mixing wheat flour with rice bran and soybean flour on physicochemical and sensory properties of baguettes. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(3), 229-240.
43. Salem, A., Alehosseini, E., & Jafari, S.M. (2021). Enrichment of biscuits with protein to improve health effects. *Journal of Food Science and Technology*, 18(113), 377-387. <https://doi.org/10.52547/fsct.18.113.377>
44. Savitha, Y.S., Indrani, M., & Prakash, J. (2008). Effect of replacement of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough and quality of soft dough biscuits. *Journal of Texture Studies*, 39, 605- 616. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2008.00160.x>
45. Shahsavan Tabrizi, A., Ataye Salehi, E., & Sheikholesalami, Z. (2020). The effect of activated soy flour on the physicochemical, textural and sensory properties of pan bread. *Journal of Food Researches*, 30(3), 89-105.
46. Sharif, M.K., Butt, M.S., Anjum, F.M., & Khan, S.H. (2014). Rice Bran: A novel functional ingredient. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(6), 807-816. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.608586>
47. Sudha, M.L., Vetrimani, R., & Leelavathi, K. (2007). Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*, 100, 1365-1370. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.013>
48. Tavakoli, F., Ayoubi, A., & Khorasany, S. (2025). Formulation and production of functional cookies based on roasted flour mixture (savigh) and jujube. *Food Processing and Preservation Journal*, 17(2), 65-90. <https://doi.org/10.22069/fppj.2025.23818.1891>
49. Tayefe, M., Shahidi, S., Mohammadzadeh Milani, J., & Sadeghi, M. (2021). Effect of hydrothermally treated rice bran addition on bread physical, textural and sensory characteristics. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 18(112), 43-52. <https://doi.org/10.52547/fsct.18.112.43>
50. Turfani, V., Narducci, V., Durazzo, A., Galli, V., & Carcea, M. (2017). Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours. *LWT- Food Science and Technology*, 78, 361-6. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.030>
51. Zamani, S., & Abbasi, H. (2017). Investigation the effect of okara flour and protease enzyme on physicochemical and sensorial properties of semi-sweet biscuit. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 6(3), 261-276. <https://doi.org/10.22101/JRIFST.2017.11.18.634>
52. Zhang, C., Guo, X., Guo, R., Zhu, L., Qiu, X., et al. (2023). Insights into the effects of extractable phenolic compounds and Maillard reaction products on the antioxidant activity of roasted wheat flours with different maturities. *Food Chemistry*, 17, 100548. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.100548>