



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک فراسودمند غنی شده با آرد جو جوانه زده و پودر تفاله انگور قرمز

رقیه کاظمی کلاکی^۱، لیلا نجفیان^{۲*}، رضا دین پناه^۳

۱- دانش آموخته زیست فناوری مواد غذایی، دانشکده علوم و صنایع غذایی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و صنایع غذایی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

۳- دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۲/۲۲

کلمات کلیدی:

آرد جو جوانه زده،

پودر تفاله انگور،

ویژگی های فیزیکوشیمیایی،

کیک

DOI: 10.22034/FSCT.22.166.192.

* مسئول مکاتبات:

najafian_5828@yahoo.com

در این تحقیق ویژگی های فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبی کیک های غنی شده با آرد جو جوانه زده (۰/۵ و ۱ درصد) و پودر تفاله انگور (۳ و ۶ درصد) و ترکیب ۱٪ آرد جو جوانه زده و ۶٪ پودر تفاله انگور مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزودن این ترکیبات سبب افزایش رطوبت، خاکستر و فیبر کیک ها می شود درحالی که تاثیر معنی داری بر میزان چربی و pH نداشت. با افزودن هر دو ترکیب به کیک، میزان ترکیبات فنلی کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی آنها به صورت معنی داری افزایش یافت و این افزایش در نمونه های حاوی تفاله انگور بالاتر بود ($P < 0/05$). ترکیب ۱٪ آرد جو جوانه زده با ۳٪ پودر تفاله انگور، سفتی بالاتری داشته و افزودن پودر تفاله انگور به نمونه ها سبب تیره تر شدن کیک ها شد. کمترین میزان تخلخل در کیک های تهیه شده با پودر تفاله انگور مشاهده شد و بالاترین حجم کیک نیز در تیمار ترکیبی مشاهده شد. تعداد کل میکروارگانیسم ها در روز اول نگهداری و کپک و مخمر تا روز ۷ نگهداری صفر بود با این حال با افزایش زمان نگهداری، رشد باکتری و کپک و مخمر در تمامی نمونه ها مشاهده شد که بالاترین مقدار آن در تیمار ۳٪ پودر تفاله انگور با $2/50 \log CFU/g$ و کمترین مقدار آن در تیمار ۱٪ آرد جو جوانه زده با $1/75 \log CFU/g$ بود ($P < 0/05$). آنالیز حسی نیز نشان داد که تیمار ۱٪ آرد جو جوانه زده + ۳٪ پودر تفاله انگور از نظر ارزیابان بهترین تیمار بوده و بالاترین امتیاز را دریافت کرد. نتایج این مطالعه تأیید کرد که آرد جو جوانه زده و پودر تفاله انگور ترکیباتی مناسب برای غنی سازی کیک ها از نظر ترکیبات زیست فعال هستند. با توجه به تأثیر مثبت این ترکیبات بر ویژگی های بافتی، حسی، کیفیت میکروبی و آنتی اکسیدانی کیک ها، می توان از آن ها برای غنی سازی محصولات نانوائی در صنعت بهره برداری کرد.

۱-مقدمه

صنعت نانوائی یکی از بزرگترین صنایع غذایی در تمام جهان است و فرآورده‌هایی چون بیسکویت‌ها، کلوچه‌ها و کیک‌ها از پرتعدادترین فرآورده‌ها، به علت راحتی مصرف و ماندگاری طولانی می‌باشند. به دلیل مصرف بالای این محصولات خصوصاً کیک در بین طیف وسیعی از افراد جامعه با رنج سنی مختلف، این محصولات یکی از بهترین کاندیدهای غنی سازی با مواد مغذی و تولید محصولات فراسودمند می باشند [۱]. منظور از غذای فراسودمند، غذاهایی است که فواید سلامتی را فراتر از اهداف صرفاً تغذیه‌ای فراهم می کنند. به بیان بهتر، غذاهای فراسودمند غذاهایی هستند که در ظاهر شبیه به غذای معمولی بوده و به عنوان بخشی از یک رژیم غذایی نرمال مصرف می‌شوند اما برای انجام نقش های فیزیولوژیکی تغییر یافته اند، به طوری که فوایدی بیش از برطرف کردن نیازهای تغذیه‌ای ساده افراد داشته باشند [۲].

بسیاری از غذاهای فراسودمند به وسیله ترکیب کردن غذا با داروهای گیاهی، یا ترکیبات زیست فعال جداسازی شده از گیاهان فراهم می شوند. از جمله این ترکیبات زیست فعال می توان به آنتی اکسیدان ها و ترکیبات پلی فنلی و همچنین فیبرهای رژیمی اشاره کرد. در سیستمهای بیولوژیکی عبارت از هر ماده ای است که در غلظت پایین تر از ماده (مثل کربوهیدراتها، پروتئینها، لیپدها) اکسید شده و با اثر احیا کنندگی خود، به طور معنی داری از اکسایش این مواد جلوگیری کرده یا آن را به تاخیر اندازد [۳]. آنتی اکسیدان های مورد استفاده در مواد غذایی می توانند انواع مصنوعی یا طبیعی باشند. ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و.. که به صورت طبیعی در گیاهان یافت می شوند دارای اثرات آنتی اکسیدانی هستند و می توانند مانع از تخریب یا تاخیر در تخریب ماده غذایی شده و همچنین پس از مصرف در بدن انسان نیز رفتار مشابهی داشته باشند و بدین طریق اثر مثبتی بر کاهش یا درمان بیماریهای کرونری، سرطان و بیماری های دژنراتیو مغز وابسته به سن ایفا کنند [۴]. فیبر رژیمی نیز از جمله

ترکیباتی است که در جهت فراسودمند کردن محصولات غذایی استفاده می شود. فیبر رژیمی اجزای غیر قابل هضم دیواره سلول های گیاهان شامل سلولز، همی سلولز و لیگنین هستند. فیبرهای رژیمی توسط بدن جذب نمی شوند و بنابراین کالری آنها صفر است [۵]. اعتقاد بر این است که محتوای بالایی فیبرهای رژیمی غلات کامل نقش قابل توجهی در سلامت دارد که از جمله آنها میتوان به اثر محافظتی بر سلامت قلب و عروق و روده، کاهش وزن، کاهش کلسترول سرم، فشار خون، کنترل قند خون، آسان شدن حرکات روده ای و منظم شدن آن و در نتیجه پیشگیری از یبوست اشاره کرد [۶].

جو یکی از چهار غله مهم در دنیا است که به عنوان منبع مناسبی جهت تأمین فیبر شناخته شده است [۷]. جو جوانه زده منبع طبیعی و بسیار خوبی برای فراسودمند کردن مواد غذایی به شمار می آید چرا که جوانه های غلات نسبت به خود دانه های غلات مواد مغذی بیشتری دارند. منظور از آرد جو جوانه زده، دانه های جو جوانه زده، خشک، و آسیاب شده است. آرد جو جوانه زده یک مکمل غذایی پرارزش بوده و حاوی مواد مختلفی مانند پروتئین، قندهای محلول، چربی، املاح و ویتامینها می باشد [۸]. همچنین مشخص شده است که جوانه زنی میزان چربی، پروتئین و محتوای فیبر خام را نیز افزایش داده و ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی غلات در حین جوانه زدن افزایش می یابند [۹].

انگور قرمز یکی از مهمترین محصولات اقتصادی باغی است که ارزش تغذیه ای آن به خوبی شناخته شده است. پسماند انگور محصول جانبی حاصل از فرآوری انگور است که علیرغم دارا بودن ترکیبات با ارزش غذایی بالا، اثرات زیست محیطی منفی دارد. در فصل تولید انگور مقادیر زیادی پسماند در مدت زمان کوتاهی تولید می شود که موجب مشکلات زیست محیطی می شود، زیرا ترکیبات فنلی موجود در پسماند، pH آن را کاهش داده که مانع از تجزیه بیولوژیکی سریع آن شده که در نتیجه منجر به مشکلاتی چون آلودگی آب های سطحی و زیر زمینی، ایجاد بوی نامطبوع، جذب

مورد استفاده نیز شامل پترلیوم اتر (کیان کاوه آزما)، اسید سولفوریک، اسید کلریدریک، هیدروکسید سدیم، اسید بوریک، کاتالیزور کلدال از شرکت مرک تهیه شدند.

۲-۱- تهیه آرد جو جوانه زده

این فرآورده از آسیاب کردن دانه های جو جوانه زده (مالت) تولید شدند. برای تهیه آرد مالت با رنگ روشن، مالت رنگ روشن با فعالیت دیاستاتیک قوی را آسیاب و از الک با مش ریز گذرانده شدند تا کاملاً یکنواخت شوند.

۲-۲- تهیه آرد تفال انگور

مواد اولیه مورد نیاز جهت تهیه کیک شامل روغن، شکر، تخم مرغ، آرد سفید، بیکنگ پودر، وانیل، روغن، شکر، تخم مرغ، بیکنگ پودر و وانیل (گرید خوراکی) از فروشگاه- های مواد غذایی خریداری شد. برای انجام این تحقیق، دانه های جو جوانه زده (مالت) از شرکت کشت و صنعت گیاه اسانس تهیه شد. انگور قرمز بدون دانه شاهرود از واریته ریش بابا از بازار خریداری شد. این واریته بومی از ارقام محلی متعلق به گونه *Vitis vinifera L.* بومی با کد ۳.۴.۲.۶ (طبق گزارش موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال) می باشد. مواد شیمیایی و حلال های مورد استفاده نیز شامل پترلیوم اتر (کیان کاوه آزما، فوق خالص)، اسید سولفوریک ۹۸٪، اسید کلریدریک ۳۷٪، هیدروکسید سدیم، اسید بوریک ۵/۹۹٪، کاتالیزور کلدال (گرید آزمایشگاهی) از شرکت مرک تهیه شدند.

۲-۳- تهیه کیک

تخم مرغ های شکسته شده به دو قسمت سفیده و زرده تقسیم شدند. سفیده تخم مرغ (۱۰۰ گرم) به مدت ۱ دقیقه با سرعت ۳ با همزن زده شد. شکر (۱۰۰ گرم) و زرده (۷۰ گرم) اضافه شد و ۱ دقیقه با سرعت ۲ مخلوط شد. آرد گندم (۱۰۰ گرم) و بکینگ پودر (۲ گرم) با هم الک و سپس اضافه شد و به مدت ۵۰ ثانیه مخلوط شدند. ژل کیک یعنی مخلوط امولسیفایر با روغن آفتابگردان تصفیه شده (۱/۵ گرم) سپس

حشرات و انگل ها، گسترش بیماری ها و کاهش اکسیژن خاک و آب زیرزمینی می گردد [۱۰]. با توجه به این که تفال انگور قرمز منبع غنی از ترکیبات با ارزشی چون اسید سیتریک، تارتارات، فیبر غذایی (ترکیبات لیگنوسلولوزیک) و ترکیبات فنولیک، آنتوسیانین (مالویدین، پئونیدین)، فلاونول (کوئرستین و مریستین)، استیلین و اسیدهای فنولیک می باشد، استفاده از آن جهت غنی سازی غذاها می تواند همزمان در جهت کاهش مشکلات محیط زیستی و تولید غذاهای فراسودمند موثر عمل کند [۱۱]. با توجه به گرایش روزافزون بشر به مصرف مواد غذایی فراسودمند و سالم، تحقیقات گسترده ای روی انواع ترکیبات مغذی قابل اضافه شدن به فرمولاسیون های معمول غذاها انجام گرفته است. به همین دلیل، در این مطالعه امکان تغییر فرمولاسیون کیک با استفاده از ترکیبات زیست فعال و بررسی تأثیر نهایی آن بر خصوصیات حسی، فیزیکوشیمیایی و میکروبی مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش، کیک به عنوان یک دسر پرمصرف در میان تمامی گروه های سنی، به ویژه کودکان و نوجوانان، انتخاب شد و امکان غنی سازی فرمولاسیون آن با درصدهای مختلف آرد جو جوانه زده و تفال انگور ارزیابی گردید. تاکنون، بر اساس بررسی های ما، هیچ مطالعه منسجمی روی استفاده از این دو ترکیب، به ویژه به صورت همزمان، در فرمولاسیون کیک انجام نشده است. به ویژه، استفاده از تفال انگور به عنوان یک پسماند غنی از آنتی اکسیدان می تواند ارزش افزوده بالقوه ای را برای محصولات غذایی فراهم آورد.

۲- مواد و روش ها

مواد اولیه مورد نیاز جهت تهیه کیک شامل روغن، شکر، تخم مرغ، آرد سفید، بیکنگ پودر، وانیل، روغن، شکر، تخم مرغ، بیکنگ پودر و وانیل نیز از یکی از فروشگاه های مواد غذایی خریداری شد. برای انجام این تحقیق، دانه های جو جوانه زده (مالت) از شرکت کشت و صنعت گیاه اسانس تهیه شد. انگور قرمز بدون دانه شاهرود از واریته ریش بابا از بازار خریداری شد. مواد شیمیایی و حلال های

گرفته شد و به طور گسترده در آنالیز مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفت [۱۷].

۶-۲- اندازه گیری محتوای فنل کل

محتوای فنل کل با معرف فولین سیوکالیتو اندازه گیری شد. میزان جذب در ۷۶۰ نانومتر در اسپکتوفتومتر UV-Visible اندازه گیری شد. نتایج بر حسب میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه گزارش شد (mg GAV/100g) [۱۸].

۷-۲- اندازه گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی کل

محلول فیلم (قبل از خشک شدن در آون) به ۱ میلی لیتر از محلول ۰.۱ میلی مولار DPPH اضافه شد. مخلوط به دست آمده کاملاً همزده و به مدت ۱۵ دقیقه در یک اتاق تاریک قرار داده شد. میزان جذب نور نمونه ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه گیری شد. محلول اسید اسکوربیک و حلال + (نمونه بدون DPPH) به ترتیب به عنوان کنترل مثبت و کنترل منفی استفاده شدند. این مراحل همچنین بر روی BHA انجام شد که به عنوان یک آنتی اکسیدان استاندارد عمل می کرد [۱۹]. درصد فعالیت DPPH که به عنوان فعالیت مهار رادیکال نیز شناخته می شود، با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

(رابطه ۵) $Radical\ scavenging\ activity =$

$$\left[\left(\frac{A_{control} - A_{sample}}{A_{control}} \right) \right] \times 100$$

در این فرمول، $A_{control}$ نشان دهنده جذب نمونه کنترل و A_{sample} نشان دهنده جذب نمونه فیلم است.

۸-۲- اندازه گیری حجم کیک

اندازه گیری حجم کیک با استفاده از روش جابجایی دانه کلزا محاسبه می گردد. به این صورت که داخل جعبه ای را با دانه کلزا پر کرده و سر آن را صاف می کنیم. سپس دانه های کلزا را داخل استوانه مدرج ریخته و به این ترتیب حجم جعبه را به دست می آوریم. نمونه کیک مورد نظر را داخل جعبه گذاشته و دوباره دانه های کلزا را داخل جعبه ریخته و سر

اضافه شد و دوباره به مدت ۱ دقیقه با سرعت کم مخلوط شدند. خمیر کیک به قالب های پخت در ابعاد دایره منتقل شدند و در ۲۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه در فر پخته شد. پس از خروج کیک ها از فر و سرد شدن در دمای محیط با سلفون کاملاً پوشانده و برای آزمایشات آماده گردید (نمونه شاهد). جهت تولید کیک فراسومند آرد جو جوانه زده در ۳ سطح (۰، ۵/۰ و ۱ درصد) پودر تفاله انگور قرمز در ۳ سطح (۰، ۳ و ۶ درصد) جایگزین آرد گردید. تمامی نمونه ها در ۳ تکرار تهیه شدند. در طی دوره نگهداری در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ آزمایشات ماندگاری روی نمونه های تولیدی انجام گردید [۱۲].

۴-۲- اندازه گیری ترکیبات کلی کیک

درصد رطوبت کیک بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۳ [۱۳]، درصد خاکستر بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۳۷ [۱۴]، درصد پروتئین کیک بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۰۵۲ [۱۵]، درصد چربی نمونه ها بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۶۹۱ [۱۶] و مقدار pH نیز بر مبنای استاندارد ملی ایران شماره ۳۷ اندازه گیری شد [۱۴].

۵-۲- اندازه گیری مقدار فیبر

برای تعیین محتوای فیبر در کیک، از روش استاندارد آزمون فیبر خام استفاده شد. در این روش، ابتدا مقدار مشخصی از نمونه کیک به دقت وزن شد و سپس تحت هضم های متوالی با اسید سولفوریک ۱.۲۵ درصد و سدیم هیدروکسید ۱/۲۵ درصد قرار گرفت. این فرآیند هضم باعث حذف پروتئین ها، چربی ها، و کربوهیدرات های محلول در آب شد. پس از هضم، باقیمانده جامد که حاوی فیبر خام بود، با آب شسته و سپس خشک شد. وزن خشک شده باقیمانده، بیانگر محتوای فیبر خام کیک بود. این مقدار به صورت درصد وزنی نسبت به وزن اولیه نمونه گزارش شد. این روش برای اندازه گیری فیبر خام که شامل سلولز و لیگنین است، به کار

معرف کیفیت زرد - آبی است و مقادیر مثبت، زرد و مقادیر منفی، آبی بودن را نشان می دهد [۲۳].

۱۲-۲- ارزیابی حسی

پس از آموزش های مقدماتی جهت آزمون حسی، ۱۰ نفر (شامل مرد و زن، با سنین ۲۰ تا ۴۰ سال) به عنوان ارزیاب انتخاب شدند. برای ارزیابی حسی نمونه های کیک، از روش هدونیک ۵ نقطه ای و بر اساس روش Ataei و همکاران (۲۰۱۷) استفاده شد. در این مرحله به هر ارزیاب یک نمونه کدگذاری شده به همراه یک لیوان آب و یک فرم امتیازدهی داده شد. داورها تمام نمونه ها را به صورت تصادفی ارزیابی کرده و بین هر نمونه آب نوشیده شد. به این ترتیب فاکتورهای تأثیرگذار کیک شامل بافت، تخلخل، عطر و طعم و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند [۲۴].

۱۳-۲- شمارش کلی میکروارگانیزم های زنده

جهت شمارش های میکروبی تهیه رقت های اعشاری ضروری است، اولین رقت، رقت ۰/۱ بود که به صورت 10^{-1} نشان داده شد. برای تهیه رقت ۰/۱ حدود ۱۰ گرم از نمونه توزین و خرد شده و ۹۰ میلی لیتر محلول رقیق کننده پپتون واتر اضافه شد. بدین ترتیب مخلوط یکنواختی از نمونه با رقت ۰/۱ به دست آمد. جهت رقیق کردن این نمونه، به تعداد لازم لوله های حاوی ۹ میلی لیتر مایع رقیق کننده را به ترتیب با ۰/۱، ۰/۰۱، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۰۱ مشخص شد، سپس به کمک یک پیپت یک میلی لیتری سترون یک میلی لیتر از رقت ۰/۱ برداشته و به اولین لوله حاوی مایع رقیق کننده که با ۰/۰۱ مشخص شده بود افزوده شد و به این ترتیب عمل رقیق کردن ادامه یافت. کلیه عملیات بالا در کنار شعله و با رعایت شرایط سترونی انجام گرفت. سپس به روش کشت آمیختگی و به صورت دوتایی کشت داده شد. روش کشت در این آزمایش روش (PCA) بود. سپس برای مخلوط شدن نمونه با محیط کشت، ظروف پتری به طور واژگون در دمای ۳۲ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور

جعبه را صاف می کنیم. دانه های کلزا را داخل استوانه مدرج ریخته تا حجم جعبه در حالت دوم را به دست آوریم. از اختلاف این دو عدد می توان حجم کیک را به دست آورد [۲۰].

۹-۲- اندازه گیری خصوصیات بافتی

سفتی دستگاهی بافت کیک به معنی بیشترین مقاومت کیک در برابر تغییر شکل بافت است. برای این منظور، سفتی بافت نمونه های کیک با استفاده از دستگاه بافت سنج و به روش Goranova و همکاران (۲۰۱۵) اندازه گیری شد. برای این کار قطعه مکعبی ۲/۵ سانتی متری از بافت مغز کیک بدون پوسته جدا شده و پروب دستگاه به اندازه یک سانتی متر (۴۰ درصد) از بافت را فشرده کرد. سرعت نیروی وارد شده قبل و هنگام آزمون یک میلی متر بر ثانیه و پس از آزمون ۱۰ میلی متر بر ثانیه گزارش شد. بیشترین نیروی وارد شده به نمونه در پایان عمل فشردن بر حسب نیوتن گزارش شد [۲۱].

۱۰-۲- اندازه گیری میزان تخلخل بافت کیک

بدین منظور بوسیله چاقوی اره ای برشی از برش عرضی کیک تهیه و عکس آن را بوسیله اسکنر گرفته شد. تخلخل با استفاده از نرم افزار ImageJ و محاسبه و نسبت نقاط روشن به نقاط تیره به عنوان شاخص از میزان تخلخل اندازه گیری شد [۲۲].

۱۱-۲- اندازه گیری رنگ کیک

خصوصیات رنگی نظیر a^* ، L^* ، b^* نمونه های کیک توسط روش پردازش تصویر با استفاده از دستگاه پردازش تصویر و به روش اسفندیاری و همکاران (۲۰۲۱) ارزیابی شد. L^* شاخص روشنایی است که مقدار ۱۰۰ برای نمونه کاملاً سفید و صفر برای نمونه کاملاً سیاه مدنظر قرار گرفته شد. A کیفیت قرمز - سبز رنگ را نشان می دهد. مقادیر مثبت قرمزی و مقادیر منفی، سبزی را نشان می دهد. B

قرارگرفت و سپس شمارش انجام شد. شمارش کلی بر مبنای $\log \text{cfu/g}$ بیان شد [۲۵].

۱۴-۲- شمارش کپک و مخمر

برای اندازه‌گیری کپک و مخمر از رقیق‌کننده پیتون واتر استفاده شد. ابتدا رقت ۰/۱ نمونه در پیتون واتر تهیه گردید، سپس ۰/۱ میلی‌لیتر آن را به پلیت حاوی محیط کشت DRBC انتقال داده با Spreaders پخش شد. پلیت‌های کشت داده‌شده به صورت هوازی با درپوش بالا و ایستاده در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ روز گرمخانه‌گذاری گردید. پلیت‌های آماده‌شده سریعاً مورد استفاده قرار گرفت (نباید در معرض نور باشند) [۲۵].

۳- آنالیز آماری

کلیه آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام و نتایج بدست آمده با استفاده از روش آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. آنالیز آماری داده‌ها حسی بر اساس ۶ تیمار مورد استفاده انجام شد. بدین جهت، ارزیابان حسی به عنوان تکرار در نظر گرفته شدند و از طرح آماری مقایسه میانگین ساده استفاده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS

و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۱۰ انجام گرفت. کلیه آزمایشات در سه تکرار انجام شد.

۴- نتایج و بحث

۴-۱- تعیین ترکیب شیمیایی آرد و تفاله انگور

محتوای رطوبت، خاکستر، چربی، پروتئین و فیبر تفاله انگور، آرد سفید و آرد جو جوانه‌زده در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که آرد جو جوانه‌زده در مقایسه با آرد سفید دارای مقدار پروتئین بالایی بر اساس وزن تر است و همچنین محتوای فیبر آرد جو جوانه‌زده (۹/۸۸٪) بسیار بالاتر از آرد سفید است. از طرف دیگر، تفاله انگور دارای محتوای فیبر (۲۷/۶۱٪) و پروتئین (۲۲/۶۶٪) نسبتاً بالایی است. وجود این دو ترکیب هم در آرد جو جوانه زده و هم در تفاله انگور می‌تواند منابع غنی سازی مناسبی به شمار رفته و علاوه بر افزایش محتوای پروتئینی، با افزایش فیبر سبب بهبود عملکرد گوارشی شود [۶، ۲۶، ۲۷]. همچنین در مطالعه انجام شده توسط Abdullah و همکاران (۲۰۲۲)، تایید شد که آرد جو جوانه‌زده حاوی مقادیر قابل توجهی فیبر و پروتئین است که با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت دارد [۷].

Table 1. The chemical composition of grape pomace (GP), white flour (WF), and malted barley flour (MB) (%wet weight basis).

treatment	Fat	Protein	Moisture	Ash	Fiber	Carbohydrate
Grape pomace powder	3.81±0.001	22.66±0.33	5.38±0.42	8.57±1	27.61±0.87	31.97±0.44
Wheat flour	0.86±0.35	8.22±0.72	13.07±0.79	0.43±0.92	1.23±0.1	77.32±0.69
malted barley flour	0.75±0.15	31.4±0.21	9.88±0.33	4.66±0.17	0.56±0.05	52.8±0.49

۲-۴- ویژگی‌های شیمیایی کیک

۱-۲-۴- رطوبت

می‌تواند باعث کاهش عمر مفید و افزایش احتمال فساد میکروبی شود، در حالی که رطوبت کمتر می‌تواند منجر به خشکی و کاهش پذیرش محصول توسط مصرف‌کننده گردد. رطوبت کیک در تیمار کنترل حدود ۱۷/۵٪ بود. افزودن آرد

آزمون رطوبت کیک یکی از مهم‌ترین معیارها برای تعیین کیفیت و ماندگاری محصول نهایی است. رطوبت بیش از حد

به طور کلی، نتایج رطوبت کیک در این پژوهش به طور قابل توجهی با نتایج مطالعات مشابه همخوانی دارد.

از طرف دیگر، با افزایش مدت زمان نگهداری، میزان رطوبت نسبت به روز اول به صورت معنی داری کاهش یافت و کمترین رطوبت پس از ۱۴ روز نگهداری به دست آمد (جدول ۲). به طور کلی، با گذشت زمان، رطوبت موجود در کیک به محیط اطراف منتقل می شود، به ویژه اگر کیک در شرایط نگهداری مناسبی مانند بسته بندی هوا بندی نشده باشد [۳۰]. این انتقال رطوبت می تواند باعث کاهش رطوبت داخلی کیک شود. همچنین، تغییرات در ساختار بافت کیک طی نگهداری ممکن است منجر به کاهش ظرفیت نگهداری رطوبت شود، که این نیز می تواند به کاهش رطوبت کمک کند [۳۱]. با این حال، مطابق با نتایج، فرمولاسیون حاوی ترکیب تفاله انگور و آرد جو حتی پس از ۱۴ روز نگهداری رطوبت بالاتری نسبت به نمونه کنترل داشت که می توان آن را به وجود ترکیبات فیبری و جاذب آب بالاتر این تیمار مرتبط دانست (جدول ۱).

جو جوانه زده و تفاله انگور به فرمولاسیون کیک در ابتدای دوره نگهداری موجب افزایش رطوبت شد که با افزایش درصد این ترکیبات، رطوبت نیز افزایش یافت. (جدول ۲) ($P < 0.05$). دلیل افزایش رطوبت با افزودن آرد جو می تواند به دلیل خواص بالای جذب آب باشد، که به سبب تغییرات در ساختار گلو تن و فیبر موجود در آن، توانایی بالاتری در جذب و نگهداری رطوبت نسبت به آرد گندم معمولی دارد. به علاوه، ترکیب آرد جو جوانه زده با دیگر مواد می تواند بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی کیک تأثیر بگذارد که در نهایت به افزایش رطوبت منجر می شود. از طرف دیگر، اضافه کردن پودر تفاله انگور به کیک نیز منجر به افزایش رطوبت شد که می تواند به دلیل محتوای بالای فیبر و ترکیبات فنولی آن باشد که قابلیت جذب آب بالایی دارند. مطالعات پیشین نشان داده اند که افزودن آرد جوانه زده به کیک منجر به افزایش رطوبت کیک می شود و رطوبت کیک های تهیه شده با آرد جوانه زده معمولاً در محدوده ۱۸ تا ۲۰ درصد است [۲۸]. همچنین مطالعات پیشین نشان داده است که استفاده از پودر تفاله میوه ها مانند تفاله سیب و پرتقال باعث افزایش رطوبت کیک ها به محدوده ۱۷ تا ۱۹ درصد شده است [۲۹].

Table 2. The chemical composition (wet weight basis), total phenolic content (TPC), and antioxidant activity (AA) of cakes enriched with different levels of GP and MB

parameter	Storage day	treatments					
		Control	0.5% MB	1% MB	3% GP	6% GP	1% MB+3%GP
moisture	0	17.57±0.2 ^{aA}	18.06±0.4 ^{bA}	18.53±0.3 ^{cA}	18.27±0.7 ^{bcA}	18.81±0.1 ^{dA}	18.32±0.4 ^{cdA}
	7	15.94±0.5 ^{aB}	15.89±0.4 ^{bB}	15.55±0.2 ^{cB}	15.65±0.5 ^{cB}	15.33±0.4 ^{dB}	15.35±0.5 ^{cdB}
	14	13.57±0.2 ^{aC}	14.06±0.4 ^{bC}	14.53±0.3 ^{cC}	14.28±0.7 ^{bcC}	14.81±0.1 ^{dC}	14.32±0.4 ^{cdC}
Protein	0	10.41±0.2 ^{aA}	11.32±0.1 ^{bA}	12.03±0.1 ^{bA}	9.33±0.1 ^{cA}	8.52±0.04 ^{dA}	10.23±0.2 ^{aA}
	7	10.48±0.2 ^{aA}	11.37±0.1 ^{bA}	11.97±0.2 ^{bA}	9.20±0.3 ^{cA}	8.50±0.03 ^{dA}	10.23±0.11 ^{aA}
	14	10.41±0.2 ^{aA}	11.32±0.1 ^{bA}	12.02±0.1 ^{bA}	9.31±0.1 ^{cA}	8.49±0.05 ^{dA}	10.23±0.2 ^{aA}
Fat	0	46.49±0.3 ^{aA}	45.86±0.1 ^{bA}	46.03±0.1 ^{bA}	47.21±0.1 ^{cA}	46.65±0.1 ^{dA}	46.93±0.1 ^{aA}
	7	46.51±0.3 ^{aA}	45.91±0.2 ^{bA}	46.06±0.1 ^{bA}	47.23±0.1 ^{cA}	46.70±0.2 ^{dA}	46.92±0.1 ^{aA}
	14	46.46±0.3 ^{aA}	45.84±0.2 ^{bA}	46.02±0.1 ^{bA}	47.18±0.1 ^{cA}	46.64±0.2 ^{dA}	46.94±0.2 ^{aA}
pH	0	6.85±0.05 ^{aA}	6.75±0.05 ^{bA}	6.82±0.1 ^{bA}	6.90±0.05 ^{cA}	6.90±0.05 ^{dA}	6.85±0.05 ^{aA}
	7	6.78±0.1 ^{aA}	6.75±0.05 ^{bA}	6.83±0.1 ^{bA}	6.90±0.1 ^{cA}	6.90±0.05 ^{dA}	6.87±0.05 ^{aA}
	14	6.84±0.1 ^{aA}	6.76±0.1 ^{bA}	6.80±0.1 ^{bA}	6.91±0.04 ^{cA}	6.90±0.05 ^{dA}	6.86±0.04 ^{aA}
Ash	0	3.2±0.05 ^{aA}	3.15±0.05 ^{bA}	3.25±0.05 ^{bA}	2.8±0.05 ^{cA}	3.05±0.05 ^{dA}	3.35±0.05 ^{aA}
	7	3.19±0.1 ^{aA}	3.18±0.04 ^{bA}	3.25±0.04 ^{bA}	2.79±0.1 ^{cA}	3.08±0.1 ^{dA}	3.34±0.1 ^{aA}
	14	3.20±0.1 ^{aA}	3.15±0.05 ^{bA}	3.25±0.05 ^{bA}	2.80±0.04 ^{cA}	3.07±0.1 ^{dA}	3.33±0.1 ^{aA}
	0	0.87±0.3 ^{aA}	1.11±0.4 ^{bA}	1.42±0.9 ^{bA}	2.57±1.1 ^{cA}	3.05±0.05 ^{dA}	3.90±0.8 ^{dA}

Fiber	7	0.87±0.3 ^{aA}	1.12±0.5 ^{bA}	1.40±0.9 ^{bA}	2.55±1 ^{cA}	3.13±0.2 ^{dA}	3.21±1.6 ^{dA}
	14	0.86±0.3 ^{aA}	1.13±0.4 ^{bA}	1.41±0.9 ^{bA}	2.58±1 ^{cA}	3.12±0.1 ^{dA}	3.25±1.6 ^{dA}
	0	12.5±0.3 ^{aA}	14.3±0.4 ^{bA}	17.2±0.5 ^{bA}	22.6±0.5 ^{cA}	25.3±0.6 ^{dA}	27.1±0.7 ^{dA}
TPC	7	12.37±0.5 ^{aA}	13.87±0.3 ^{bA}	17.00±0.1 ^{bA}	22.73±0.6 ^{cA}	25.54±0.5 ^{dA}	26.80±0.6 ^{dA}
	14	12.35±0.5 ^{aA}	13.71±0.5 ^{bA}	16.94±0.08 ^{bA}	22.69±0.6 ^{cA}	25.34±0.5 ^{dA}	26.94±0.1 ^{dA}
	0	12.54±1 ^{aA}	14.29±0.8 ^{abA}	15.64±1.5 ^{abA}	16.76±0.4 ^{bcA}	18.77±0.4 ^{cdA}	20.58±0.5 ^{eA}
AA	7	12.42±1 ^{aA}	14.26±0.8 ^{abA}	15.60±1.5 ^{abA}	16.73±0.4 ^{bcA}	18.71±0.4 ^{cdA}	20.51±0.6 ^{eA}
	14	12.49±1.1 ^{aA}	14.25±0.8 ^{abA}	15.64±1.5 ^{abA}	16.74±0.4 ^{bcA}	18.75±0.4 ^{cdA}	20.58±0.6 ^{eA}

Different lowercase letters indicate significant differences between treatments and different uppercase letters indicate significant differences in storage days at the significant level of 0.05%.

۲-۲-۴- پروتئین

به بهبود بافت و افزایش حجم کیک گردد، در حالی که افزودنی‌های با پروتئین پایین ممکن است تأثیر منفی بر کیفیت کیک داشته باشند. Yaqoob و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که کیک‌های تولید شده با آرد جوانه زده گندم منجر به تولید کیک‌هایی با پروتئین بالاتر شد [۶]. همچنین Aksu و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه ای مروری به بررسی کیک‌های تولید شده با آرد های مختلف و آرد های جوانه زده پرداختند و گزارش کردند کیک‌های تولید شده با آرد جوانه زده پروتئین بالاتری داشتند [۳۵]. همچنین نتایج میزان پروتئین کیک در طی نگهداری و روزهای هفتم و چهاردهم نشان داد که اختلاف معنی داری بین روزهای نگهداری در هیچ تیماری دیده نشد.

۳-۲-۴- چربی

نتایج نشان می‌دهد که افزودن آرد جو جوانه زده و پودر تفاله انگور به فرمولاسیون کیک تأثیر معناداری بر روی میزان چربی کیک نداشت. در تیمار کنترل، چربی ۶۷/۲۲ درصد بود که در تیمار ۱ درصد آرد جو جوانه زده به ۴۵/۹۳ و در تیمار ۳ و ۶ درصد پودر تفاله انگور به ترتیب به ۴۷/۰۷ و ۴۶/۵۰ درصد رسید. همچنین میزان چربی کیک در طی نگهداری و روزهای هفتم و چهاردهم نیز اختلاف معنی داری با هم نداشت. مقادیر اندک بالاتر نمونه های حاوی تفاله انگور می تواند به دلیل وجود مقادیر بالاتر چربی در این ماده باشد که سبب افزایش مقدار چربی در فرمول نهایی کیک شده است (جدول ۱). به طور کلی، چربی یکی از اجزای کلیدی در تهیه کیک است که نقش مهمی در بافت، طعم، و ویژگی‌های حسی آن دارد. در فرآیند پخت کیک، چربی

بر اساس داده‌های شکل ۴-۲، بالاترین میزان پروتئین مربوط به تیمار ۱ درصد آرد جو جوانه زده با مقدار ۱۲ درصد و پایین‌ترین میزان پروتئین مربوط به تیمار ۶ درصد پودر تفاله انگور با مقدار ۸/۵ درصد است (جدول ۲). مقدار پروتئین تیمار کنترل نیز ۱۰/۲۱ درصد بود ($P < 0.05$). افزایش درصد پروتئین در فرمول های حاوی آرد جو جوانه زده به دلیل محتوای پروتئین بالاتر این آرد نسبت به آرد سفید می باشد. از طرف دیگر، مقدار پروتئین در تیمار ۳ و ۶ درصد پودر تفاله انگور به ترتیب به ۹/۰۷ و ۸/۵۲ درصد کاهش یافت که به دلیل جایگزینی بخشی از آرد با تفاله انگور باشد. همچنین، ترکیبات فیبری پودر تفاله انگور می تواند روی دسترسی و قابلیت اندازه گیری پروتئین ها تأثیر گذاشته، باعث تغییرات در توزیع آب و مواد دیگر در کیک شده و به نوبه خود باعث کاهش نسبی درصد پروتئین اندازه گیری شده در مقایسه با نمونه شاهد شود [۳۲]. به طور کلی، میزان پروتئین در کیک معمولاً در محدوده ۸ تا ۱۳ درصد است. پروتئین های موجود در آرد، به ویژه گلوتن، با آب ترکیب شده و شبکه ای را تشکیل می دهند که باعث ایجاد ساختار مناسب و حجیم شدن کیک می شود [۳۳]. افزایش یا کاهش میزان پروتئین در کیک می تواند تأثیرات متفاوتی بر روی خصوصیات محصول داشته باشد. پروتئین زیاد می تواند منجر به بافت سفت تر و افزایش حجم شود، در حالی که پروتئین کم ممکن است منجر به بافت نرم تر و کاهش حجم کیک گردد [۳۴]. بررسی های گذشته نشان می دهند که استفاده از مواد افزودنی با محتوای پروتئین بالا می تواند منجر

۵-۲-۴- خاکستر

مقدار خاکستر در کیک نشان‌دهنده میزان مواد معدنی غیرمحلول در آب است که از مواد اولیه به محصول نهایی منتقل می‌شود. این ویژگی می‌تواند تحت تأثیر نوع و مقدار مواد افزودنی، کیفیت آرد، و فرآیندهای پخت و پز قرار گیرد. مقدار این پارامتر در تیمارهای مختلف تفاوت‌های معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). در تیمار کنترل، مقدار خاکستر ۳/۲۰ درصد بود که با افزودن ۰/۵ و ۱٪ آرد جو جوانه‌زده، به ترتیب به ۳/۵۰ و ۳/۷۰ درصد افزایش یافت. در مقابل مقدار خاکستر تیمار حاوی ۳٪ و ۶٪ پودر تفاله انگور به ۲/۹۰ و ۳ درصد کاهش داد که کمترین مقدار نیز مربوط به نمونه حاوی ۳٪ تفاله بود. با این حال میزان خاکستر کیک در طی نگهداری اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نداشت. دلیل افزایش خاکستر با افزودن آرد جو جوانه زده می‌تواند مربوط به مقدار بیشتر مواد معدنی در آن باشد. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که افزودن آردهای غنی‌کننده مانند آرد جوانه‌زده به کیک معمولاً باعث افزایش میزان خاکستر به دلیل محتوای معدنی بالاتر می‌شود [۲۸]. در مقابل، کاهش خاکستر با افزودن تفاله انگور می‌تواند به دلیل مقادیر بالاتر ترکیبات آلی و مقدار کمتر ترکیبات معدنی در آن باشد. در همین راستا، Aydın و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه خود نشان داد که افزودن پودر تفاله میوه‌ها به طور کلی باعث افزایش میزان خاکستر کیک می‌شود، ولی این افزایش کمتر از آردهای غنی‌کننده است [۳۸].

۶-۲-۴- فیبر

فیبر یکی از اجزای کلیدی در تغذیه است که تأثیرات مهمی بر روی سلامت و کیفیت محصولات غذایی دارد. در کیک‌ها، فیبر می‌تواند به بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و ساختاری کمک کند. فیبرها می‌توانند باعث افزایش حجم کیک، بهبود بافت و افزایش قابلیت نگهداری رطوبت شوند. میزان فیبر در کیک‌ها معمولاً به دلیل استفاده از مواد افزودنی مختلف، نظیر آردهای کامل یا مواد افزودنی فیبردار، تغییر می‌کند. میزان مناسب فیبر در کیک‌ها به بهبود خاصیت سیرکنندگی و

به‌عنوان یک عامل نرم‌کننده عمل کرده و به نرمی و لطافت بافت کیک کمک می‌کند. چربی‌ها همچنین به توزیع یکنواخت گرما در طول پخت کیک و ایجاد ساختار مناسب درون بافت کمک می‌کنند. مقدار چربی در کیک معمولاً بین ۴۰ تا ۵۰ درصد بر مبنای وزن تر متغیر است. این میزان چربی به حفظ رطوبت و کاهش سختی کیک کمک می‌کند و در نتیجه باعث می‌شود که کیک نرمی و لطافت مطلوبی داشته باشد [۳۶].

۴-۲-۴- pH

میزان pH در کیک معمولاً در محدوده ۶/۵ تا ۶/۹۸ است. pH مناسب برای کیک می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر روی فعالیت آنزیم‌ها، عملکرد مواد اولیه، و ویژگی‌های حسی محصول نهایی داشته باشد. به‌عنوان مثال، pH بالا می‌تواند منجر به افزایش حجم کیک و کاهش کیفیت بافت شود، در حالی که pH پایین ممکن است منجر به چسبندگی و کاهش حجم کیک گردد. لذا، کنترل pH در محدوده مناسب برای به دست آوردن کیک با کیفیت مطلوب ضروری است [۷].

نتایج آنالیز این مطالعه نشان داد که مقدار pH کیک در تیمارهای مختلف با یکدیگر تغییر معناداری ندارند. در تیمار کنترل، pH برابر با ۶/۸۵ بود و حداکثر مقدار تغییر با افزودن آرد جو یا تفاله انگور بیش از ۰/۱ تا ۰/۲ pH نبود. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که pH کیک در محدوده مشابهی قرار دارد و تغییرات در pH می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر روی کیفیت نهایی محصول داشته باشد. بررسی‌ها نشان داده‌اند که استفاده از افزودنی‌های مختلف می‌تواند pH کیک را تحت تأثیر قرار دهد و تغییرات در pH می‌تواند به تغییرات در بافت و ویژگی‌های حسی کیک منجر شود [۳۷]. با این حال این پارامتر در این مطالعه چندان تحت تأثیر افزودنی‌های مختلف قرار نگرفت که می‌تواند به دلیل مقدار اندک آنها در فرمولاسیون باشد.

کاهش شاخص گلیسمی کمک می‌کند و به طور کلی ویژگی‌های تغذیه‌ای محصول نهایی را بهبود می‌بخشد. اما باید توجه داشت که افزودن مقادیر زیاد فیبر ممکن است بر روی بافت و طعم کیک تأثیر منفی بگذارد و منجر به بافتی متراکم و طعمی متفاوت گردد [۳۹].

در این مطالعه، مقدار فیبر در کیک‌های مختلف تفاوت‌های معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). در تیمار کنترل مقدار فیبر ۰/۸۷ درصد بود که با افزودن ۰/۵ و ۱٪ آرد جو جوانه‌زده به ۱/۱۱ و ۱/۱۴٪ و پس از افزودن تفاله انگور به میزان ۳ و ۶٪ به ترتیب به ۲/۵۷ و ۳/۰۵٪ افزایش یافتند؛ همچنین در کیک تهیه شده با ترکیب آرد جو و تفاله، مقدار خاکستر به ۳/۹٪ افزایش یافت که بیشترین مقدار در بین تیمارها بود ($P < 0.05$). افزایش میزان فیبر در تیمارهایی که تفاله انگور اضافه شده، به دلیل محتوای بالای فیبر در تفاله انگور است که به کیک‌ها فیبر اضافه می‌کند. در حالی که تیمارهایی که آرد جو به آن‌ها اضافه شده، افزایش متعادل‌تری در میزان فیبر نشان می‌دهند، که به دلیل محتوای فیبر کمتر در آرد جو نسبت به تفاله انگور است (جدول ۱). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که افزودن فیبر به محصولات نانویی می‌تواند به بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و ساختاری کمک کند، اما میزان و نوع فیبر اضافه شده باید به دقت تنظیم شود تا از تأثیرات منفی بر کیفیت محصول جلوگیری شود. نتایج این تحقیق با یافته‌های قبلی که نشان‌دهنده تأثیر مثبت فیبر بر ویژگی‌های تغذیه‌ای محصولات نانویی هستند، هم‌راستا است [۴۰].

۷-۲-۴- فنول کل

فنول‌ها گروهی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی هستند که استفاده از آنها در محصولات غذایی به دلیل خواص سلامت‌بخش و قابلیت‌های آنتی‌اکسیدانی‌شان بسیار مورد توجه است. این ترکیبات در کاهش آسیب‌های اکسیداتیو و پیشگیری از بیماری‌های مزمن نقش دارند. میزان فنول کل در کیک به شدت تحت تأثیر افزودنی‌های مختلف مانند آرد جو جوانه‌زده و پودر تفاله انگور قرار گرفت ($P < 0.05$). در

تیمار کنترل کمترین میزان ترکیبات فنولی را داشت (۱۲/۵ میلی‌گرم معادل اسید گالیک بر گرم) در مقایسه آرد جو و تفاله انگور، افزودن تفاله انگور باعث افزایش بیشتر محتوی فنل در مقایسه با آرد جو شد. بالاترین مقدار فنول نیز در تیمار حاوی ترکیب آرد جو جوانه زده و تفاله انگور مشاهده گردید ($P < 0.05$). پودر تفاله انگور قرمز حاوی ترکیبات فنولی، به ویژه رزوراترول، فلاونوئیدها، پلی‌فنول‌ها، تانین‌ها و کومارین‌ها است. رزوراترول، یکی از شناخته‌شده‌ترین ترکیبات فنولی در انگور قرمز است که به خاطر خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی‌اش اهمیت دارد. فلاونوئیدها، که شامل آنتوسیانین‌ها، کاتچین‌ها و اپیکاچین‌ها هستند، رنگ خاص انگور قرمز را به آن می‌دهند و دارای خواص قوی آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی می‌باشند [۴۱]. تانن‌ها، به خاطر خواص قابض و ضد میکروبی‌شان می‌توانند به کاهش باکتری‌ها و بهبود دوام مواد غذایی کمک کنند. کومارین‌ها نیز با خواص ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی، به کاهش خطر بیماری‌های مزمن مانند دیابت و سرطان کمک می‌کنند. ترکیبات فنولی موجود در پودر تفاله انگور قرمز نه تنها به بهبود کیفیت تغذیه‌ای مواد غذایی کمک می‌کنند بلکه می‌توانند به افزایش مدت نگهداری و بهبود طعم و خواص بهداشتی محصولات غذایی نیز کمک کنند [۴۲، ۴۳]. تأثیر افزودن تفاله انگور قرمز بر محتوای فنولی فرآورده‌های غلاتی توسط محققان مختلفی بررسی شده است. Rainero و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر غنی‌سازی نان با تفاله انگور قرمز پرداختند. در این مطالعه، نمونه‌های نان غنی‌شده با جایگزینی آرد گندم با مقادیر ۵ و ۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم از پودر تفاله انگور (GPP) تهیه شدند و نتایج تایید کرد که میزان ترکیبات فنولیک کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در نان‌های غنی‌شده نسبت به نمونه شاهد افزایش داشت [۴۴]. همچنین Tolve و همکاران (۲۰۲۱) نیز به بررسی غنی‌سازی نان گندم با پودر تفاله انگور (GPP) پرداختند و گزارش دادند که افزودن GPP باعث افزایش ترکیبات فنولیک کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شد [۲۶]. این محققان با آنچه که در این مطالعه به دست آمد مشابهت داشت. از طرف

۸-۲-۴- حجم کیک

حجم کیک یکی از ویژگی های کلیدی در تعیین کیفیت نهایی محصول است. حجم بیشتر کیک معمولاً با بافت نرم تر و مطلوب تر مرتبط است و نشان دهنده عملکرد خوب خمیر در طول فرآیند پخت است. عوامل مختلفی نظیر نوع آرد، میزان چربی و شکر، و نوع عامل پف دهنده بر حجم نهایی کیک تأثیر می گذارند. همچنین این پارامتر می تواند شاخصی جهت بررسی تأثیر مواد افزودنی مانند فیبر، پروتئین یا تفاله های میوه بر ساختار و ویژگی های فیزیکی محصول باشد [۵۲].

نتایج نشان می دهند که میزان و نوع افزودنی ها تأثیر معناداری بر حجم کیک داشتند. تیمار کنترل (شاهد) و تیمارهای حاوی ۰/۵ درصد آرد جو جوانه زده یا ۳ درصد پودر تفاله انگور تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. تیمار حاوی ۱ درصد آرد جو جوانه زده افزایش اندک ولی معنی دار نسبت به دو تیمار قبل نشان داد که احتمالاً به دلیل تعادل مناسب بین مواد و بهبود در ویژگی های رئولوژیکی خمیر است. در مقابل، کمترین حجم مربوط به تیمار حاوی ۶ درصد پودر تفاله انگور بود. بالاترین حجم کیک نیز در تیمار ترکیبی با ۱ درصد آرد جو جوانه زده و ۳ درصد پودر تفاله انگور مشاهده شد که حجم آن ۱۰۷ سانتی متر مکعب اندازه گیری شد که ناشی از تأثیر فیبر زیاد تفاله بر ساختار خمیر و کاهش توانایی آن برای حفظ گازها در طول پخت باشد. مطالعات مشابه نشان داده اند که افزودن فیبر به خمیر کیک می تواند به دلیل اثراتش بر روی شبکه گلوآنی، موجب کاهش حجم شود. این نتایج با مطالعات پیشین که نشان دهنده تأثیر منفی فیبر بالا بر روی حجم کیک هستند، همخوانی دارد. با این حال، ترکیب های متعادل تری از آرد جو و تفاله انگور می توانند به افزایش حجم کیک کمک کنند، که این موضوع در تیمار ترکیبی این تحقیق به وضوح مشاهده می شود. نتایج نشان داد که حجم کیک در طی نگهداری به مدت ۱۴ روز کاهش می یابد. یکی از عوامل اصلی که ممکن است حجم کیک را طی زمان تغییر دهد، از دست دادن رطوبت است. با کاهش رطوبت، کیک ممکن است کمی جمع شود و حجم آن کاهش

دیگر، آرد جو جوانه زده نیز منبع غنی از ترکیبات فنولی مانند اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها، و تانن ها می باشد [۴۵]. مطالعات نشان می دهد که اسیدهای فنولیک از جمله مهم ترین ترکیبات فنولی در آرد جو جوانه زده هستند [۴۶]. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان فنول کل را در طی روزهای هفتم و چهاردهم نگهداری کاهش اندکی یافت اما این کاهش معنی دار نبود به این معنی است که زمان نگهداری تأثیر چندانی بر تخریب ترکیبات فنولی نداشت. کاهش ترکیبات فنولی در طول نگهداری به دلایل مختلفی رخ می دهد که از جمله این موارد می توان به اکسیداسیون، ترکیب با پروتئین، چربی، و قند موجود در کیک، و دمای بالای محیط نگهداری که اکسیداسیون را تسریع می کند اشاره کرد [۴۷، ۴۸]. علیرغم این عوامل مخرب، ترکیبات فنولی موجود در نمونه های در این تحقیق کاهش معنی دار نداشت که می توان دلیل آن را نگهداری منایب نمونه ها در طول زمان دانست.

یکی از مهم ترین ویژگی های کیک های غنی شده با افزودنی های طبیعی فعالیت آنتی اکسیدانی کل آن است که نتایج آن ارتباط تنگاتنگی با میزان ترکیبات فنولی آن دارد. نتایج فعالیت آنتی اکسیدانی کل در تیمارهای مختلف کیک نشان می دهد که افزایش مقادیر آرد جو جوانه زده و پودر تفاله انگور تأثیر معناداری بر فعالیت آنتی اکسیدانی کل داشته است که با توجه به نتایج ترکیبات فنولی کل قابل انتظار بود ($P < 0.05$). همانند نتایج فنل کل، افزودن تفاله انگور نسبت به آرد جو سبب فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری شد و تیمار حاوی این دو ترکیب بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی را بین تمامی نمونه ها داشت (۲۰/۵ میلی گرم). همچنین، همانند نتایج ترکیبات فنولی، فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه ها در طول نگهداری نیز کاهش معنی داری نداشت. نتایج این تحقیق مطابق با یافته های قبلی است که تأثیر مثبت ترکیبات طبیعی بر فعالیت آنتی اکسیدانی را تأیید می کند [۴۹-۵۱].

یابد. همچنین در طول نگهداری، بافت کیک ممکن است سفت تر شود یا تغییراتی در توزیع هوا و گازها در بافت رخ دهد که می تواند بر حجم کلی آن تأثیر بگذارد [۵۳].

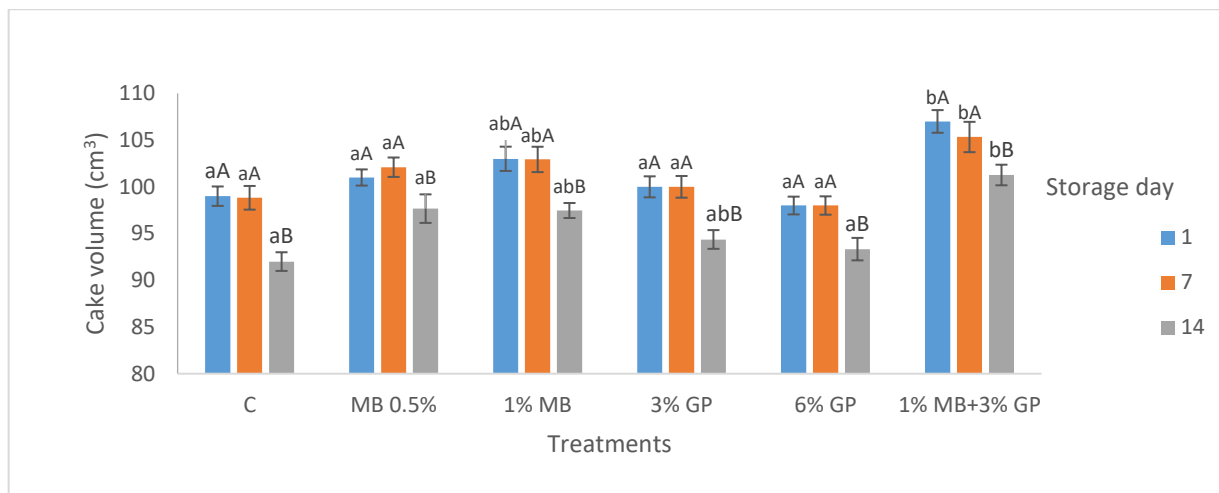


Figure 1. Volume of cakes enriched with different levels of GP and MB during the storage period

درصد پودر تفاله انگور با کمترین سفتی (۲۳/۹۹) مشاهده

۹-۲-۴- بافت کیک

گردید. این روند در تمامی روز های نگهداری ثابت بود و بین تیمارها در روزهای مختلف نگهداری تفاوت معنی داری وجود داشت.

در همین راستا، مطالعات پیشین نشان داده اند که افزودن غلات و فیبرهای غذایی می تواند تأثیر قابل توجهی بر بافت کیک داشته باشد [۵۲، ۵۵]. به طور خاص، افزودن آرد جو که دارای پروتئین و فیبر بالا است، به طور مثبت بر ساختار کیک تأثیر می گذارد و باعث افزایش سفتی بافت می شود. در مقابل، افزودن تفاله انگور که منبعی از فیبر و رطوبت است، می تواند باعث نرمی و کاهش سفتی بافت کیک شود.

مطالعه ای از Sempio و همکاران (۲۰۲۴) نشان داده است که افزودن آردهای غنی از فیبر می تواند باعث افزایش سفتی و کاهش رطوبت کیک شود که با نتایج تیمارهای آرد جو در این تحقیق مطابقت دارد [۵۶]. همچنین، مطالعه Salehi و همکاران (۲۰۲۰) در زمینه استفاده از افزودنی های طبیعی در کیک ها نشان داده اند که مواد افزودنی می توانند تأثیرات مختلفی بر ویژگی های بافتی کیک داشته باشند که این مطالعه نیز این موضوع را تایید می کند [۵۷].

پامتر کلیدی دیگر که به طور مستقیم بر کیفیت محصول نهایی تأثیر می گذارد سفتی بافت کیک است. سفتی به عنوان یکی از شاخص های اصلی ارزیابی بافت، به توانایی کیک در حفظ شکل و ساختار خود در مقابل فشار یا تغییرات مکانیکی اشاره دارد. این ویژگی بر اساس مقاومت کیک در برابر تغییرات در طی زمان و شرایط ذخیره سازی اندازه گیری می شود [۵۴]. سفتی بافت کیک باید با سایر ویژگی های کیک مانند رطوبت، نرم بودن و تخمیر متعادل باشد. سفتی بافت کیک به عنوان یک شاخص از دوام و ماندگاری محصول عمل نموده و می تواند بر روی طول عمر فروشگاه و انبار کیک تأثیر بگذارد [۵۳]. به طور کلی، سفتی بافت کیک در روزهای نگهداری (۱، ۷ و ۱۴) افزایش یافت که قابل انتظار بود و به دلیل فرآیندهای مختلف مانند خشک شدن بافت و تغییرات شیمیایی و فیزیکی در طول زمان ذخیره سازی رخ داد. در روز اول نگهداری، تیمار ترکیبی و تیمار ۱ درصد آرد جو جوانه زده بالاترین سفتی (به ترتیب ۲۶/۵۵ و ۲۸) به دست آمد که به طور معنی داری بالاتر از سایر تیمارها بود. همچنین کمترین سفتی نیز در تیمار ۶

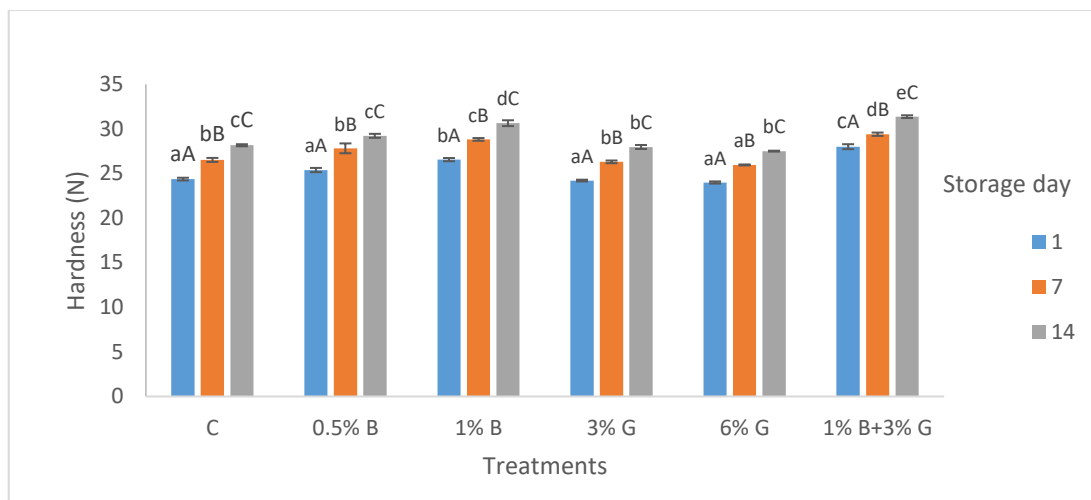


Figure 2. Hardness of cakes enriched with different levels of GP and MB during the storage period

[۶۰]. به طور کلی، مطالعات پیشین نشان داده‌اند که

افزودنی‌های مختلف به‌طور قابل‌توجهی بر تخلخل کیک تأثیر می‌گذارند. به‌عنوان مثال، Salamon و همکاران (۲۰۲۴) و گزارش کرده‌اند که افزودنی‌هایی مانند آرد جو جوانه زده و دیگر مواد غنی از فیبر می‌توانند بهبود در ساختار تخلخل کیک را فراهم کنند [۶۱]. نتایج ما نیز نشان‌دهنده این است که استفاده از آرد جو جوانه‌زده می‌تواند به افزایش تخلخل کمک کند، در حالی که استفاده از پودر تفاله انگور ممکن است تخلخل کیک را کاهش دهد، که این نتایج با مطالعات پیشین هماهنگ است.

در رابطه با تأثیر زمان نگهداری، بین روز تولید و روز هفتم نگهداری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد درحالی که در روز ۱۴ روز نگهداری در کلیه تیمارها، تخلخل به‌طور معناداری کاهش یافت ($P < 0.05$). همان‌طور که رطوبت کیک در طول زمان کاهش می‌یابد، بافت کیک ممکن است خشک‌تر و سفت‌تر شود. این تغییر در بافت می‌تواند باعث تغییر در تخلخل شود، به ویژه اگر فضاهای هوایی داخل کیک کوچک‌تر شوند یا دچار فشردگی شوند. علاوه بر این، در طی زمان، ساختار بافتی کیک ممکن است به دلیل نیروی گرانش، یا تغییرات دمایی دچار تغییراتی شود که به نوبه خود می‌تواند باعث تغییر در توزیع و اندازه حباب‌های هوا یا فضاهای خالی در کیک شود [۶۲، ۶۳].

۱۰-۲-۴- تخلخل کیک

تخلخل کیک به میزان فضای خالی درون بافت کیک اشاره دارد که بر جنبه‌های مختلفی از جمله حجم، نرمی و بافت کیک تأثیر می‌گذارد. تخلخل مناسب نشان‌دهنده یکنواختی و نرمی بافت کیک است و به‌طور کلی باعث بهبود پذیرش حسی محصول نهایی می‌شود. تخلخل بیش از حد می‌تواند منجر به بافت شکننده و خشک شود، در حالی که تخلخل کمتر ممکن است به بافت متراکم و غیرقابل قبول منجر شود. نتایج به‌دست‌آمده از تیمارهای مختلف نشان می‌دهد اختلاف معنی‌داری را بین آنها نشان می‌دهد: تیمار ۱ درصد آرد جو جوانه‌زده و تیمار ترکیبی آرد جو تفاله انگور بالاترین میزان تخلخل (به ترتیب ۴۰/۸۳ و ۴۰/۷۰٪) را داشته در حالی که تیمار ۶ درصد پودر تفاله انگور کمترین میزان تخلخل ۳۶/۶۰ را نشان داد. این تفاوت‌های قابل‌توجه نشان می‌دهد که استفاده از آرد جو جوانه‌زده به‌طور مؤثری ساختار بافتی کیک را بهبود می‌بخشد، در حالی که افزایش میزان تفاله انگور به دلیل افزایش تراکم بافت، موجب کاهش تخلخل کیک می‌شود [۵۸]. در همین راستا، Nazari و همکاران (۲۰۲۱) در تولید نان با آرد جوانه‌زده ماش گزارش دادند نان بدون گلوتن حاصله تخلخل بالاتری نسبت به شاهد دارا بود [۵۹]. همچنین Ruan و همکاران (۲۰۱۹) در تولید کیک شیفون با آرد گندم جوانه‌زده، تخلخل بالاتر کیک را گزارش دادند

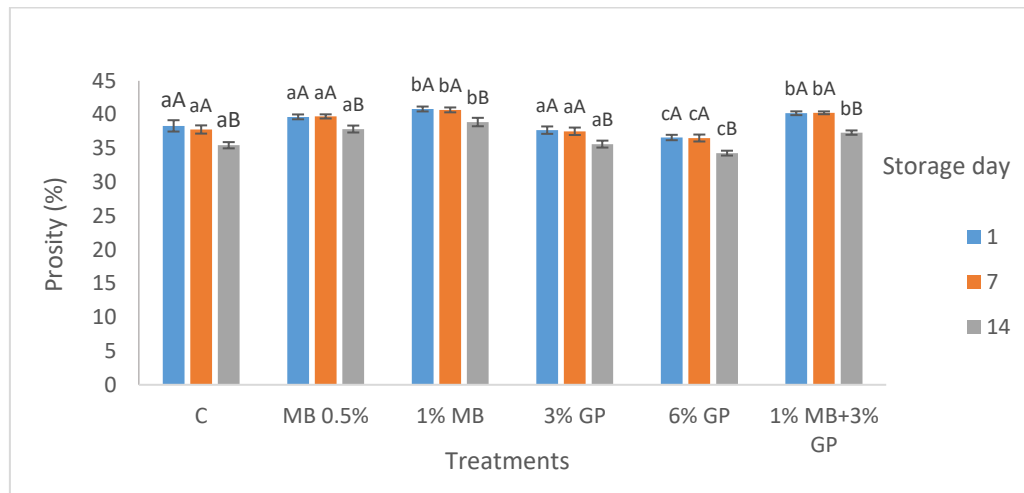


Figure 2. Porosity of cakes enriched with different levels of GP and MB during the storage period

تدریج با افزایش درصد آرد جو جوانه زده و پودر تفاله انگور در فرمولاسیون کیک کاهش یافت. کمترین مقدار شاخص b^* نیز مربوط به تیمار حاوی ۶ درصد پودر تفاله انگور (۱۷/۸۹) بود که نشان دهنده کمترین زردی در این نمونه است. اضافه کردن جو جوانه زده می تواند به دلیل دارا بودن ترکیبات فنولیک موجود در آن، زردی کیک را کاهش دهد. تغییر رنگ نمونه ها در طول نگهداری تنها وجود اختلاف معنی دار در شاخص روشنایی نمونه ها را نشان داد در حالی که اختلاف معنی داری بین داده های شاخص رنگی a^* و b^* نگهداری در روز هفتم و چهاردهم مشاهده نشد. میزان شاخص روشنایی در کلیه تیمارها در روز هفتم و چهاردهم نگهداری کاهش معناداری نشان داد و پس از ۱۴ روز نگهداری مشاهده شد و کمترین میزان شاخص روشنایی در تیمار ترکیبی تفاله انگور و آرد جو جوانه زده بود ($P < 0.05$). کاهش روشنایی در طول زمان می تواند به دلیل قرار گرفتن کیک در معرض هوا باشد که منجر به اکسیداسیون برخی از ترکیبات موجود در سطح کیک و تیره تر شدن آن شود. همچنین کاهش رطوبت در طول زمان نیز می تواند سطح کیک را خشک تر و تیره تر کند که منجر به کاهش مقدار L^* می گردد. علاوه بر این، نگهداری کیک در دماهای مختلف نیز می تواند بر تغییر رنگ آن تأثیر بگذارد. دماهای بالاتر ممکن است منجر به افزایش واکنش های قهوه ای شدن

۱۱-۲-۴- رنگ کیک

از جمله پارامترهایی که روی نظر مصرف کننده و در نتیجه افزایش بازار مصرف فراورده های نانوائی مانند کیک موثر است، رنگ آنها می باشد. شاخص رنگی L^* نشان دهنده روشنایی کیک است و مقادیر بالاتر L^* کیک به معنی رنگ روشن تر آن است. در این مطالعه، تیمارهای کنترل، ۱ درصد آرد جو جوانه زده و ترکیب ۱ درصد آرد جو جوانه زده + ۳ درصد پودر تفاله انگور دارای مقادیر L^* بالاتر بوده، در حالی که کیک های حاوی ۳ درصد و ۶ درصد پودر تفاله انگور روشنایی کمتر و رنگ تیره تر داشتند. این کاهش در روشنایی به دلیل حضور بیشتر رنگدانه های طبیعی در پودر تفاله انگور است که به رنگ تیره تر منجر می شود. بالاترین شاخص رنگی a^* (قرمزی-سبزی) مربوط به تیمار ۱ درصد آرد جو جوانه زده با مقدار ۲/۷۰ بود که نشان دهنده بیشترین قرمزی در این تیمار است. در مقابل، کمترین شاخص a^* در تیمار ۶ درصد پودر تفاله انگور با مقدار ۲/۱۲ مشاهده شد، که نشان دهنده کمترین قرمزی و به طور کلی تمایل به سبز بودن در این تیمار است. این تغییرات در شاخص a^* به تفاوت های رنگدانه های موجود در مواد افزودنی مختلف برمی گردد. شاخص رنگی b^* که نشان دهنده زردی نمونه هاست، در کلیه تیمارهای کیک بررسی شده تفاوت های معنی داری داشت ($P < 0.05$). بالاترین مقدار b^* برابر با ۲۱/۴۵ در نمونه کنترل بود که به

غیرآنزیمی (مانند واکنش مایلارد) شود که می تواند رنگ کیک را تیره تر نماید [۶۴].

Table 3. Color parameters of cakes enriched with different levels of GP and MB

parameter	Storage day	treatments					
		Control	0.5% MB	1% MB	3% GP	6% GP	1% MB+3%GP
L*	0	77.18±3.1 ^{aA}	78.05±5.02 ^{aA}	78.53±4.2 ^{aA}	76.43±3.25 ^{bA}	76.45±8.1 ^{bA}	75.85±9 ^{bA}
	7	77.17±4.02 ^{aA}	78.05±4.31 ^{aA}	78.52±3.12 ^{aA}	76.42±2.89 ^{bA}	76.43±5.2 ^{bA}	75.88±5.6 ^{bA}
	14	74.8±2.1 ^{aB}	73.74±3.22 ^{aB}	72.7±2.8 ^{aB}	70.53±6.4 ^{bB}	70.53±4.2 ^{bB}	70.27±5.48 ^{bB}
a*	0	2.46±0.05 ^{aA}	2.59±0.07 ^{aA}	2.68±0.1 ^{aA}	2.34±0.03 ^{abA}	2.14±0.01 ^{bA}	2.57±6.24 ^{bA}
	7	2.48±0.01 ^{aA}	2.54±0.06 ^{aA}	2.5±0.02 ^{aA}	2.53±0.1 ^{abA}	2.33±0.002 ^{bA}	2.57±0.15 ^{bA}
	14	2.47±0.05 ^{aA}	2.44±0.1 ^{aA}	2.54±0.09 ^{aA}	2.53±0.8 ^{abA}	2.36±0.03 ^{bA}	2.54±0.34 ^{bA}
b*	0	21.5±0.6 ^{aA}	20.8±0.9 ^{bA}	19.93±1.3 ^{cA}	18.7±3.1 ^{dA}	17.92±1.8 ^{cA}	19.22±4.12 ^{cA}
	7	21.09±0.3 ^{aA}	20.46±0.21 ^{bA}	19.79±2.1 ^{cA}	17.53±1.8 ^{dA}	16.53±0.8 ^{eA}	19.27±5.3 ^{cA}
	14	20.14±0.4 ^{aA}	21.37±0.34 ^{bA}	19.7±0.9 ^{cA}	17.24±3.2 ^{dA}	16.33±0.79 ^{eA}	19.16±1.38 ^{cA}

Different lowercase letters indicate significant differences between treatments and different uppercase letters indicate significant differences in storage days at the significant level of 0.05.

دو تیمار می تواند استفاده از ترکیباتی باشد که تأثیر مثبتی بر بافت و طعم کیک دارند. مثلاً استفاده از مواد غنی از رطوبت یا چربی مناسب در این تیمارها می تواند بافت کیک را نرم تر و خوش طعم تر کند، که به نوبه خود می تواند پذیرش کلی را افزایش دهد. پایین ترین امتیازها نیز متعلق به تیمار ۳٪ و ۶٪ پودر تفاله انگور بود که ممکن است به دلیل استفاده از ترکیباتی با رطوبت و چربی پایین یا مقادیر مواد خشک بالاتری هستند، که می تواند منجر به کاهش کیفیت حسی شود. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات پیشین که نشان می دهند ترکیبات و نسبت های مختلف مواد تشکیل دهنده می توانند تأثیر قابل توجهی بر خواص حسی کیک داشته باشند، همخوانی دارد. Nakov و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تولید کیک فراسودمند حاوی پودر خشک شده تفاله انگور پرداختند و نتایج آزمون های حسی این محققان نشان داد که افزودن پودر تفاله انگور تا سطح ۴ درصد، اثر منفی بر هیچ یک از ویژگی های حسی کیک نگذاشت، بلکه خصوصیات تکنولوژیکی آن را بهبود بخشید [۶۵].

۳-۴- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نقش بسیار مهمی در بررسی کیفیت محصولات غذایی از جمله کیک دارد. این نوع ارزیابی به صورت مستقیم با ادراک مصرف کننده از ویژگی های حسی محصول مانند ظاهر، رنگ، بو، طعم، بافت و پذیرش کلی مرتبط است. ارزیابی حسی در فرآیند توسعه محصول جدید یا بهبود محصولات موجود نیز نقش کلیدی دارد، زیرا نتایج آن می تواند به بهینه سازی فرمولاسیون و فرآیندهای تولید کمک کند. در این مطالعه برای ارزیابی حسی کیک ها ۱۰ ارزیاب حسی شاخص های مختلف مانند ظاهر محصول، تخلخل، عطر و طعم، رنگ، بافت، و پذیرش کلی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف تأثیر قابل توجهی بر کیفیت حسی کیک داشتند. تیمار کنترل و تیمار ترکیبی ۱ درصد آرد جو جوانه زده + ۳ درصد پودر تفاله انگور بالاترین امتیازها را در اکثر شاخص ها به ویژه در شاخص های پذیرش کلی، عطر و طعم، و بافت کسب کردند که نشان می دهد این تیمارها از لحاظ ارزیابی حسی، بهترین عملکرد را داشته اند. یکی از دلایل بالاتر بودن امتیازات این

Table 4. Sensory analysis of cakes enriched with different levels of GP and MB

Sensory parameter	Storage day	treatments					
		Control	0.5% MB	1% MB	3% GP	6% GP	1% MB+3%GP
Appearance	0	4	3	4	3	3	4.1
	14	2	1	3	2	2	3
Porosity	0	4	3	4	3.1	3	4
	14	2	1	2	2	2	4
Flavor	0	4	3	4	3	3	4
	14	2	1	3	2	2	3
Color	0	4	3	4	3	3.1	4
	14	2	1	4	3	2	3
Texture	0	4	3	4	3.1	3	4.1
	14	2	1	2	1	2	3
Overall acceptance	0	4	3	4	3.1	3	4.1
	14	1	1	2	1	2	3

۴-۴- شمارش کلی میکروارگانیسم ها

در تمامی نمونه ها افزایش زمان نگهداری سبب بالا رفتن بار میکروبی شد به طوری که نمونه های با رشد میکروبی صفر در روز تولید، بیشترین میزان بار میکروبی را در روز چهاردهم داشتند. در مقایسه بین تیمارها، نتایج نشان می دهند که تیمار ۳٪ پودر تفاله انگور با مقدار $\log 3/70$ CFU/g بالاترین میزان شمارش کلی میکروارگانیسم ها را داشته و به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بوده است ($P < 0/05$)، در ادامه، شمارش باکتریایی کل تیمارهای کنترل و ۶٪ پودر تفاله انگور به ترتیب با $\log 3/45$ CFU/g و $\log 3/55$ CFU/g قرار داشتند. دلیل این امر را می توان به وجود محتوای بالای فیبر و مواد مغذی در پودر تفاله انگور نسبت داد که می تواند به عنوان محیطی مناسب برای رشد میکروارگانیسم ها عمل کند. تحقیقات نشان داده اند که مواد غنی از فیبر می توانند باعث افزایش فعالیت میکروبی شوند، که این امر در اینجا نیز ممکن است مصداق داشته باشد. در مقابل، تیمار ۱٪ آرد جو جوانه زده کمترین میزان شمارش کلی میکروارگانیسم ها را با $\log 3$ CFU/g داشت که ممکن است به دلیل ویژگی های ضد

میکروبی آرد جو جوانه زده باشد که در مطالعات مختلف به آن اشاره شده است. آرد جو جوانه زده به دلیل محتویات بیواکتیو و ترکیبات ضد میکروبی می تواند در کاهش تعداد میکروارگانیسم های موجود مؤثر واقع شود. مطالعات پیشین نشان داده اند که مواد افزودنی با ویژگی های ضد میکروبی مانند آرد جو جوانه زده می توانند به کاهش تعداد میکروارگانیسم ها در محصولات غذایی کمک کنند [۶۶]. بر اساس مطالعه Gorjanović و همکاران (۲۰۰۷)، اثر ضد میکروبی جوانه جو را می توان به دو پروتئین موجود در آن یعنی پروتئین های شبه توماتین^۲ نسبت داد. این محققان بیان داشتند که ایزوform های این شبه پروتئین ها هم روی باکتری ها و هم قارچ ها اثر بازدارندگی قابل توجهی دارند [۶۷].

نتایج شمارش کپک و مخمر نیز مشابه با شمارش میکروارگانیسم های کل نمونه ها بود با این تفاوت که شمارش کپک و مخمر تا روز ۷ نگهداری صفر بود و تنها در روز ۱۴ نگهداری مشاهده شدند. این اختلاف احتمالا به این دلیل است که کپک و مخمر جهت رشد به زمان طولانی تری نسبت به باکتری ها نیاز دارد. نتایج نشان دادند که بالاترین شمارش کپک و مخمر مربوط به تیمار ۳٪ پودر تفاله انگور

برای رشد میکروارگانیسم ها فراهم می کند. در مقابل، ۱٪ آرد جو جوانه زده با ۱/۷۵ log CFU/g کمترین شمارش کپک و مخمر را داشت که احتمالاً به دلیل خواص ضد میکروبی آرد جو جوانه زده بود.

برابر با ۲/۵۰ log CFU/g که از نظر آماری به طور معنی داری از سایر تیمارها بالاتر بود ($P < 0.05$). همانطور که گفته شد، این افزایش ممکن است به دلیل محتوای بالای مواد مغذی و فیبر در پودر تغاله انگور باشد که شرایط مناسبی

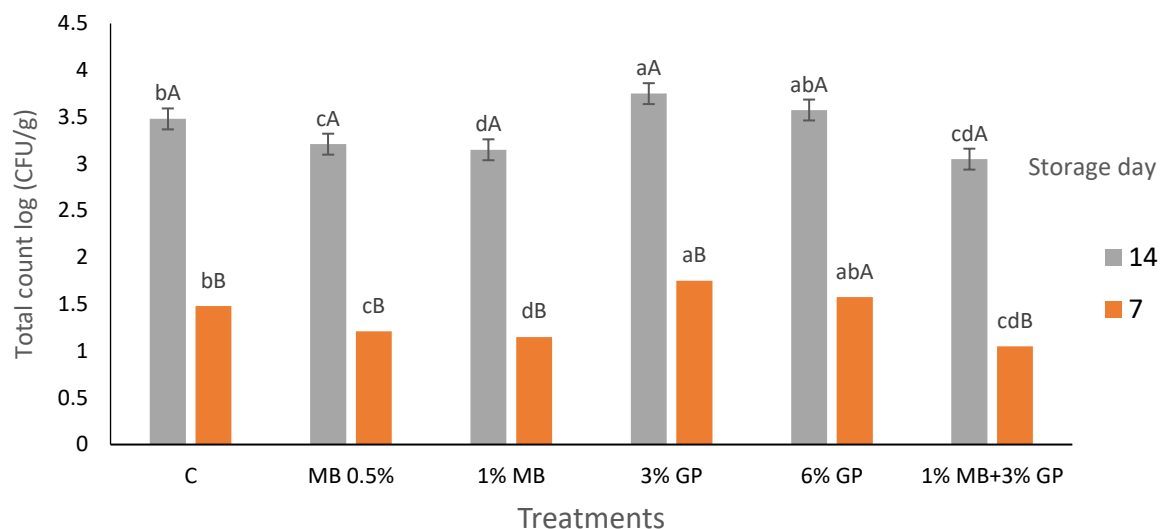


Figure 3. Total count of cake enriched with different levels of GP and MB during the storage period

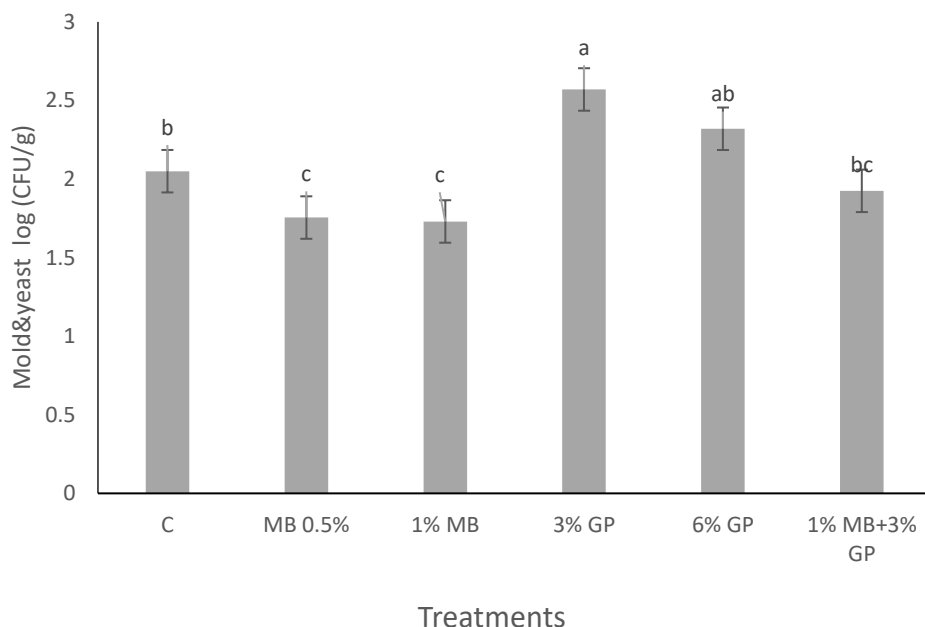


Figure 4. Total mold and yeast count of cake enriched with different levels of GP and MB during the storage period

۵- نتیجه گیری

میکروارگانیزم‌ها در روز اول نگهداری و کپک و مخمر تا روز ۷ نگهداری رشدی نشان ندادند با این حال در انتهای دوره نگهداری کیک حاوی ۳٪ پودر تفاله انگور بالاترین رشد و نمونه حاوی ۱٪ آرد جو جوانه‌زده کمترین رشد میکروبی را نشان داد. این تفاوت‌ها می‌تواند به دلیل ویژگی‌های ضد میکروبی آرد جو جوانه‌زده و محتوای بالای مواد مغذی در پودر تفاله انگور باشد. بر اساس نتایج این پژوهش، تیمار ۱٪ آرد جو جوانه‌زده + ۳٪ پودر تفاله انگور به عنوان بهترین تیمار پیشنهاد می‌شود. این تیمار در اکثر ارزیابی‌ها از جمله سفتی، بافت، و پذیرش کلی بهترین عملکرد را نشان داده است و می‌تواند به عنوان گزینه‌ای مناسب برای بهبود کیفیت کیک‌های پخته شده در نظر گرفته شود. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که افزودن آرد جو جوانه‌زده و پودر تفاله انگور می‌تواند ویژگی‌های کیک را بهبود بخشد و گزینه‌های جالبی برای بهبود کیفیت کیک‌های پخته شده ارائه دهد.

در این پژوهش، تأثیر افزودن آرد جو جوانه‌زده و پودر تفاله انگور بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی کیک مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که افزودن این موارد سبب تأثیر معنادار بر پارامترهای مورد مطالعه شد. از نظر سفتی، تیمار ۱٪ آرد جو جوانه‌زده + ۳٪ پودر تفاله انگور بیشترین و ۶٪ پودر تفاله انگور کمترین سفتی را داشت. درحالی که تیمار ۵٪ آرد جو جوانه‌زده و ۱٪ آرد جو جوانه‌زده تخلخل بالاتری نسبت به تیمارهای با پودر تفاله انگور داشتند که نشان دهنده نرمی و سبکی کیک بود. افزودن پودر تفاله انگور باعث تیره تر شدن و زرد شدن کیک‌ها شد در حالی که آرد جو جوانه‌زده تغییرات کمتری در این شاخص‌ها ایجاد کرد. بالاترین امتیاز حسی به ویژه در شاخص‌های بافت و پذیرش کلی مربوط به کیک حاوی ۱٪ آرد جو جوانه‌زده + ۳٪ پودر تفاله انگور بود. و شمارش کلی

۵-منابع

- [۱] Tabatabaian, A., A. Najafi, and L. Nouri, *Investigating the physicochemical and sensory properties of functional cupcake enriched with the combination of chia seed (Salvia hispanica L.) and psyllium husk (Plantago ovate L.) flour*. Journal of food science and technology (Iran), 2022. **19**(131): p. 261-273.
- [۲] Akharume, F.U., R.E. Aluko, and A.A. Adedeji, *Modification of plant proteins for improved functionality: A review*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2021. **20**(1): p. 198-224.
- [۳] Gulcin, İ., *Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview*. Archives of toxicology, 2020. **94**(3): p. 651-715.
- [۴] Bhuyan, D.J. and A. Basu, *Phenolic compounds potential health benefits and toxicity*, in *Utilisation of bioactive compounds from agricultural and food production waste*. 2017, CRC Press. p. 27-59.
- [۵] Turner, N.D. and J.R. Lupton, *Dietary fiber*. Advances in nutrition, 2011. **2**(2): p. 151-152.
- [۶] Yaqoob, S., et al., *Effect of sprouting on cake quality from wheat-barley flour blends*. Journal of Food Measurement and Characterization, 2018. **12**: p. 1253-1265.
- [۷] Abdullah, M., et al., *Effect of sprouted barley flour on the quality wheat of bread, biscuits and cakes*. Cogent Food & Agriculture, 2022. **8**(1): p. 2122272.
- [۸] Afify, A.E.-M., et al., *Chemical, rheological and physical properties of germinated wheat and naked barley*. International Journal of ChemTech Research, 2016. **9**(9): p. 521-531.
- [۹] Sharma, P. and H.S. Gujral, *Antioxidant and polyphenol oxidase activity of germinated barley and its milling fractions*. Food Chemistry, 2010. **120**(3): p. 673-678.
- [۱۰] Dwyer, K., F. Hosseini, and M. Rod, *The market potential of grape waste alternatives*. Journal of Food Research, 2014. **3**(2): p. 91-106.
- [۱۱] Drosou, C., et al., *A comparative study on different extraction techniques to recover red grape pomace polyphenols from vinification byproducts*. Industrial Crops and Products, 2015. **75**: p. 141-149.
- [۱۲] Sara, J., M. Sara, and T. Babak Ghiassi, *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, 2018. **14**(5): p. 715-724.
- [۱۳] (ISIRI), I.o.S.a.I.R.o.I., *Pasta-Specifications and test methods, No. 213*. Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), 2022.

- [۱۴] Organization, I.N.S., *Biscuit-Specifications and test methods*, No. 37. Iranian National Standards Organization 2024.
- [۱۵] Organization, I.N.S., *Cereals and pulses – Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content – kjeldahl method*, No. 19052. Iranian National Standards Organization 2015.
- [۱۶] Organization, I.N.S., *Cereals, Cereals-based products and animal feeding stuffs - Determination of crude fat and total fat content by the Randall extraction method*, No.11691. Iranian National Standards Organization 2017.
- [۱۷] Majzoobi, M., S. Pashangeh, and A. Farahnaky, *Effect of different particle sizes and levels of wheat bran on the physical and nutritional quality of sponge cake*. International Journal of Food Engineering, 2013. **9**(1): p. 29-38.
- [۱۸] Reshma, M., et al., *Total phenol content, antioxidant activities and α -glucosidase inhibition of sesame cake extracts*. Journal of Food Biochemistry, 2013. **37**(6): p. 723-731.
- [۱۹] Bakkalbasi, E .,R. Meral, and I.S. Dogan, *Bioactive compounds, physical and sensory properties of cake made with walnut press-cake*. Journal of Food Quality, 2015. **38**(6): p. 422-430.
- [۲۰] Moiraghi, M., et al., *Effect of wheat flour characteristics on sponge cake quality* .Journal of the Science of Food and Agriculture, 2013. **93**(3): p. 542-549.
- [۲۱] Goranova, Z., et al., *Sensory characteristics and textural changes during storage of sponge cake with functional ingredients*. Journal of Food physics, 2015. **28**: p. 29.
- [۲۲] Ureta, M.M., D.F. Olivera, and V.O. Salvadori, *Influence of baking conditions on the quality attributes of sponge cake*. Food Science and Technology International, 2017. **23**(2): p. 156-165.
- [۲۳] Bajaj, R., N. Singh, and A. Kaur, *Effect of native and gelatinized starches from various sources on sponge cake making characteristics of wheat flour*. Journal of food science and technology, 2019. **56**: p. 1046-1055.
- [۲۴] Lee, J.-S., et al., *Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added*. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 2009. **38**(9): p. 1222-1228.
- [۲۵] Organization, I.N.S., *Microbiology of the food chain -Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination Part 1:General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions*, No. 8923-1. Iranian National Standardization Organization 2018.
- [۲۶] Tolve, R., et al., *Wheat bread fortification by grape pomace powder: Nutritional, technological, antioxidant, and sensory properties*. Foods, 2021. **10**(1): p. 75.
- [۲۷] Radulescu, C., et al., *Grape by-Products: Potential Sources of Phenolic Compounds for Novel Functional Foods*. 2023.
- [۲۸] Rico, D., et al., *Sprouted barley flour as a nutritious and functional ingredient*. Foods, 2020. **9**(3): p. 296.
- [۲۹] Khanam, T., et al., *Nutritionally enric hed cake using vegetable and fruit waste: A review*. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2019. **8**(3): p. 722-725.
- [۳۰] Kumar, S., et al., *Physicochemical properties, nutritional and sensory quality of low-fat Ashwagandha and Giloy-fortified sponge cakes during storage*. Journal of Food Processing and Preservation, 2022. **46**(2): p. e16280.
- [۳۱] Meng, L.W. and S.M. Kim, *Effects of different hydrocolloids on physicochemical properties of high-moisture fermented rice cake during storage*. Cereal Chemistry, 2020. **97**(6): p. 1183-1192.
- [۳۲] Abdallah, M., et al., *Effect of wheat flour supplemented with some seed sprouts flours on cake qualities*. J. of Biolo. Chem. and Environ. Sci, 2017. **12**(3): p. 113-130.
- [۳۳] Majzoobi, M., et al., *Influence of soy protein isolate on the quality of batter and sponge cake*. Journal of Food Processing and Preservation, 2014. **38**(3): p. 1164-1170.
- [۳۴] Deleu, L.J., et al., *Protein network formation during pound cake making: The role of egg white proteins and wheat flour gliadins*. Food Hydrocolloids, 2016. **61**: p. 409-414.
- [۳۵] Aksu, S. and D. Alkan, *Sensory evaluation of bread, rice pudding and cake incorporating germinated cereal and legume flour*. Food and Health, 2024 : (۲)۱۰ .p. 138-148.
- [۳۶] Bravo-Núñez, Á. and M. Gómez, *Enrichment of cakes and cookies with pulse flours. A review*. Food Reviews International, 2023. **39**(5): p. 2895-2913.
- [۳۷] Uribe, E., et al., *Comparison of chemical composition, bioactive compounds and antioxidant activity of three olive-waste cakes*. Journal of Food Biochemistry, 2015. **39**(2): p. 189-198.
- [۳۸] Aydın, S.S., *The effect of cake waste addition to alfalfa silage on silage quality and fermentation properties*. Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2023. **16**(1): p. 22-26.
- [۳۹] Govindaraju, M., K.V. Sathasivam, and K. Marimuthu, *Waste to wealth: value recovery from bakery wastes*. Sustainability, 2021. **13**(5): p. 2835.
- [۴۰] Jain, R. and S. Naik, *Adding value to the oil cake as a waste from oil processing industry: Production of lipase in solid state fermentation*. Biocatalysis and agricultural biotechnology, 2018. **15**: p. 181-184.
- [۴۱] Tang, G.-Y., et al., *Potential of grape wastes as a natural source of bioactive compounds*. Molecules, 2018. **23**(1 : (۰p. 2598.

- [۴۲] Muhlack, R.A., R. Potumarthi, and D.W. Jeffery, *Sustainable wineries through waste valorisation: A review of grape marc utilisation for value-added products*. Waste management, 2018. **72**: p. 99-118.
- [۴۳] Kumanda, C., V. Mlambo, and C.M. Mnisi, *From landfills to the dinner table: Red grape pomace waste as a nutraceutical for broiler chickens*. Sustainability, 2019. **11**(7): p. 1931.
- [۴۴] Rainero, G., et al., *Breadstick fortification with red grape pomace: Effect on nutritional, technological and sensory properties*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2022. **102**(6): p. 2545-2552.
- [۴۵] Liu, H.-Y., et al., *Antioxidant capacity, phytochemical profiles, and phenolic metabolomics of selected edible seeds and their sprouts*. Frontiers in Nutrition, 2022. **9**: p. 1067597.
- [۴۶] Mahmoudi, T., et al., *Antioxidant activity of Iranian barley grain cultivars and their malts*. African Journal of Food Science, 2015. **9**(11): p. 534-539.
- [۴۷] del Pilar Garcia-Mendoza, M., et al., *Recovery and antioxidant activity of phenolic compounds extracted from walnut press-cake using various methods and conditions*. Industrial Crops and Products, 2021. **167**: p. 113546.
- [۴۸] Zhao, J.-W., W.-X. Hu, and F.-s. Chen, *Effect of polyphenolic compounds on starch retrogradation and in vitro starch digestibility of rice cakes under different storage temperatures*. Food Biophysics, 2021: p. 1-12.
- [۴۹] Ha, K.-S., et al., *Stimulation of phenolics, antioxidant and α -glucosidase inhibitory activities during barley (*Hordeum vulgare* L.) seed germination*. Plant Foods for Human Nutrition, 2016. **71**: p. 211-217.
- [۵۰] Chae, K.S., et al., *Antioxidant activities of ethanol extracts from barley sprouts*. Korean Journal of Food Science and Technology, 2019. **51**(5): p. 486-491.
- [۵۱] García-Castro, A., et al., *Total phenols and flavonoids in germinated barley using different solvents*. Chemistry & Biodiversity, 2023. **20**(10): p. e202300617.
- [۵۲] Aydogdu, A., G. Sumnu, and S. Sahin, *Effects of addition of different fibers on rheological characteristics of cake batter and quality of cakes*. Journal of food science and technology, 2018. **55**: p. 667-677.
- [۵۳] Jahanbakhshi, R. and S. Ansari, *Physicochemical properties of sponge cake fortified by olive stone powder*. Journal of Food Quality, 2020. **2020**(1): p. 1493638.
- [۵۴] Bustillos, M.A., et al., *Rheological and microstructural characterization of batters and sponge cakes fortified with pea proteins*. Food Hydrocolloids, 2020. **101**: p. 105553.
- [۵۵] Sadowska, A., et al., *Functional Properties of Fruit Fibers Preparations and Their Application in Wheat Bakery Products (Kaiser Rolls)*. Agriculture, 2022. **12**(10): p. 1715.
- [۵۶] Sempio, R., et al., *Impact of isolated and chemically modified dietary fiber on bakery products: Current knowledge and future directions*. Cereal Chemistry, 2024. **101**: p. 7-37.
- [۵۷] Salehi, F. and S. Aghajanzadeh, *Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review*. Trends in Food Science & Technology, 2020. **95**: p. 162-172.
- [۵۸] Ledaskar, P.S., et al., *Development of Sprouted Grains Composite Flour and It's Product*. PKV RESEARGH, 2018. **42**: p. 91.
- [۵۹] Nazari, E. and M. Gharekhani, *Effect of replacement of rice flour with raw and sprouted mung bean Flour on phenolic compounds and physicochemical properties of gluten-Free Bread*. Journal of Food Research, 2021. **31**(2): p. 17-33.
- [۶۰] Ruan, Z., et al., *Chiffon cakes made using wheat flour with/without substitution by highland barley powder or mung bean flour: Correlations among ingredient heat absorption enthalpy, batter rheology, and cake porosity*. Food and Bioprocess Technology, 2019. **12**: p. 1232-1243.
- [۶۱] Salamon, A., et al., *Evaluation of the Possibilities of Using Oat Malt in Wheat Breadmaking*. Applied Sciences, 2024. **14**(10): p. 4101.
- [۶۲] Khoshdouni Farahani, Z., *Physicochemical, textural and sensorial properties of cocoa sponge cake formulated with xanthan gum during shelf-life*. Journal of Food and Bioprocess Engineering, 2021. **4**(1): p. 94-98.
- [۶۳] Latil, P., et al., *X-ray microtomography of ice crystal formation and growth in a sponge cake during its freezing and storage*. Journal of Food Engineering, 2022. **325**: p. 110989.
- [۶۴] Singh, N., R. Chawla, and S. Sivakumar, *Studying the properties of edible packaging for milk cake and its effect during refrigerated storage*. Journal of Packaging Technology and Research, 2021. **5**: p. 29-40.
- [۶۵] Nakov, G., et al., *Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes*. LWT, 2020. **134**: p. 109950.
- [۶۶] Hassan, Y.I., et al., *Grape pomace as a promising antimicrobial alternative in feed: A critical review*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2019. **67**(35): p. 9705-9718.
- [۶۷] Gorjanović, S., et al., *Antimicrobial activity of malting barley grain thaumatin-like protein isoforms, S and R*. Journal of the Institute of Brewing, 2007. **113**(2): p. 206-212.



Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage: www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigation of the physicochemical and sensory properties of functional cake enriched with malted barley flour and red grape pomace powder

Roghayeh Kazemi Kalaki^a, Leila Najafian^{b*}, Reza Dinpanah^c

1-M.Sc. in Food Biotechnology, Department of Food Science and Technology, Sar.C., Islamic Azad University, Sari, Iran

2-Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sar.C., Islamic Azad University, Sari, Iran

3-Associate Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Sar.C., Islamic Azad University, Sari, Iran

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History: Received:2025/2/6 Accepted:2025/5/12	In this study the physicochemical, sensory and microbial properties of cakes enriched with malted barley flour (0.5 and 1%) and grape pomace powder (3 and 6%) and 1% malted barley flour and 6% grape pomace powder was investigated. Results showed that incorporating these compounds increased the moisture, ash, and fiber content of the cakes with no significant effect on fat content and pH. The addition of both compounds significantly increased the total phenolic content and antioxidant capacity, with the highest activity observed in samples containing GP ($P < 0.05$). Compared to the control, cakes with 6% GP had less firmness, and the combination of 1% MB and 3% GP had higher firmness. Adding GP also resulted in a darker color in cakes. The lowest porosity was observed in cakes enriched with GP, while MB improved porosity. Additionally, the highest cake volume was observed in the treatment containing 1% MB and 3% GP, while higher levels of GP led to a decrease in volume. No bacterial and mold and yeast growth were observed on the production day and the seventh day of storage, respectively. The highest and lowest total counts were observed in treatments enriched with 3% GP (2.50 log CFU/g) and 1% MB (1.75 log CFU/g), respectively ($P < 0.05$). Sensory analysis also showed that the cake containing 1% MB and 3% GP was the best according to the panelists and received the highest score. The findings of this study confirmed that malted barley flour and red grape pomace powder are suitable components for enriching cakes in terms of bioactive compounds. Given the positive effects of these ingredients on textural, sensory, microbial quality, and antioxidant properties of cakes, they can be effectively utilized to fortify bakery products in the industry.
Keywords: Malted barley flour, Grape pomace powder, Physicochemical properties, Functional cake	
DOI: 10.22034/FSCT.22.166.192.	
*Corresponding Author E- najafian_5828@yahoo.com	