مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال پانزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، صفحات ۹۳-۸۳

تولید کیک اسفنجی حاوی پودر سیاه‌دانه و بررسی برخی از ویژگی‌های کیفی آن طی نگهداری

مهدیه دالاندار کوهی[۱]، صدیف آزادمرد دمیرچی[۲،۳]، مهدی قره خانی[۴]

۱- کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز، ایران
۲- نویسنده مسئول: استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران پست الکترونیکی: sodeifazadmard@yahoo.com
۳- مرکز تحقیقات ایمنی غذا و دارو، پژوهشکده مدیریت سلامت و ارتقای ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
۴- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۵

چکیده

سابقه و هدف: کیک به واسطه ویژگی‌های ارگانولپتیکی مناسب، مورد استقبال مصرف کنندگان است. اصلاح ویژگی‌های این محصولات و استفاده از اجزای با ویژگی‌های زیست‌فعالی می‌تواند در حفظ سلامتی جامعه مؤثر باشد. سیاه‌دانه با توجه به خواص سلامت بخش فراوان آن می‌تواند گزینه مناسبی برای استفاده در فرمولاسیون محصولات غذایی باشد.

مواد و روش‌ها: پودر سیاه‌دانه به عنوان منبع غنی از ترکیبات زیست فعال، در ۴ سطح مختلف (صفر (نمونه کنترل)، ۱/۵٪، ۳٪ و ۴/۵٪ وزنی/وزنی آرد) به فرمول کیک سنتی اضافه و آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی، حسی و میکروبی در طول نگهداری به مدت ۲۱ روز انجام شد.

یافته‌ها: با افزایش درصد پودر سیاه‌دانه کیک‌های تولید شده، دارای وزن مخصوص و قوام بیشتری بودند. حجم، رطوبت و سفتی کیک‌ها با افزایش درصد پودر سیاه‌دانه کاهش یافت. در مورد شاخص‌های رنگ، تفاوت معنی‌داری نسبت به نمونه کنترل در اندیس‌های L^*، a^* و b^* وجود داشت، با گذشت زمان و افزایش درصد پودر سیاه‌دانه شاخص‌های رنگی نسبت به نمونه کنترل کاهش نشان دادند. در طی نگهداری نیز اسیدیته و پراکسید در کیک‌ها افزایش نشان داد، که بیشترین آن مقدار مربوط به کیک حاوی ۴/۵٪ پودر سیاه‌دانه بود. در ارزیابی حسی نیز کیک حاوی ۳٪ پودر سیاه‌دانه بالاترین پذیرش را داشت. نتایج میکروبی نیز حاکی از کاهش معنی‌دار رشد کپک و مخمر با افزایش درصد پودر سیاه‌دانه بود و نمونه حاوی ۴/۵٪ پودر سیاه‌دانه کمترین تعداد کپک مخمر را طی زمان نگهداری نشان داد.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که استفاده از پودر سیاه‌دانه در تولید کیک باعث بهبود خواص ارگانولپتیکی و تغذیه‌ای و افزایش مدت ماندگاری محصول می‌شود. تولید کیک با افزودن پودر سیاه‌دانه می‌تواند محصول فراسودمند جدیدی در بازار باشد. بررسی بیشتر برای ابعاد سایر ویژگی‌های عملکردی و تغذیه‌ای آن ضروری به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: سیاه‌دانه، کیک اسفنجی، آنتی اکسیدان، خواص حسی، فراسودمند، ترکیبات زیست فعال

• مقدمه

سیاه‌دانه با نام علمی *Nigella Sativa*، در رده خانواده آلاله (*Ranunculaceae*) قرار می‌گیرد. سیاه‌دانه گیاهی است علفی و یکساله به ارتفاع ۴۰ سانتی‌مترکه گاه از کرک‌های ظریف پوشیده شده است. سیاه‌دانه در جنوب اروپا، برخی نواحی آسیا و نقاط مختلفی از ایران می‌روید. قسمت مهم و مورد استفاده آن دانه‌ها هستند (۱). دانه‌های این گیاه حاوی روغن فرار (حدود ۱۶ درصد)، روغن ثابت (۴۱/۶-۳۵/۶ درصد)، پروتئین (حدود ۲۲/۷ درصد)، کربوهیدرات (۳۳/۲-۲۳/۵)، اسیدهای آمینه، فیبر خام، مواد معدنی نظیر فسفر، آهن، روی، پتاسیم، کلسیم، سدیم، ویتامین‌ها نظیر اسید آسکوربیک، تیامین، نیاسین، پیریدوکسین و اسید فولیک است (۲).

ترکیبات فعال موجود در روغن فرار این گیاه شامل تیموکینون (thymoquinone)، دی تیموکینون (dithymoquinone)، تیموهیدروکینون (thymohydroquinone) و تیمول (thymol) است. دانه این گیاه منبع غنی از اسیدهای چرب ضروری و غیر اشباع است

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-02]

(۳). عصاره سیاه‌دانه و ترکیبات آن، برای اثر ضدمیکروبی شان در برابر طیف گسترده ای از باکتری‌ها، قارچ‌ها و ارگانیسم‌های انگلی مورد مطالعات گسترده قرار گرفته اند. یکی از مهم‌ترین خواص سیاه‌دانه تأثیر مطلوب آن بر سیستم روده ای معده ای است. این گیاه ضد نفخ بوده و در رفع کولیک مؤثر می‌باشد. همچنین در درمان اسهال، رفع یبوست و تسکین بواسیر مؤثر است. طی مطالعات فراوان تأثیر سیاه‌دانه در بالا بردن مقاومت و ایمنی بدن و اثرات ضد سرطانی آن به اثبات رسیده است (۱). به علاوه دارای فعالیت ضد توموری، ضد التهابی، شبه آنتی هیستامینی و تحریک‌کننده سیستم ایمنی می‌باشد و برای درمان مشکلات تنفسی مثل احتقان، برونشیت، آسم و آمفیزم و برای سلامت و فعالیت مناسب دستگاه گوارش و بهبود عملکرد کلیه وکبد استفاده می‌شود لازم به ذکر است که سیاه‌دانه از سوی سازمان غذا و داروی آمریکا به عنوان GRAS (Generally recognized as safe) طبقه بندی شده است (۳).

معمولاً از گیاهان و ادویه‌ها برای بهبود عطر و طعم مواد غذایی استفاده می‌شود ولی برخی پیشنهادات دیگر برای استفاده از آن‌ها به دلیل محتوای بالای آنتی‌اکسیدانی و نگهدارندگی آن‌هاست به همین دلیل بسیاری از گیاهان و ادویه‌ها به طور گسترده ای در صنعت غذا از جمله صنایع گوشت، لبنیات، صنایع پخت و روغن‌های گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۵، ۴). کیک جزو محبوبترین محصولات پخت است که تقریباً توسط تمام سطوح جامعه مصرف می‌شود. این عمدتا به دلیل ماهیت آماده مصرف بودن آن، در دسترس بودن در انواع مختلف و هزینه مقرون به صرفه آن است. ولی با توجه به محتوای چربی بالا، کیک‌ها همواره مستعد اکسیداسیون طی نگهداری هستند از طرفی احتمال آلودگی با انواع کپک و مخمر را دارند. از سوی دیگر مصرف کنندگان ترجیح می‌دهند به جای استفاده از انواع نگهدارنده‌ها و افزودنی‌های سنتزی از نگهدارنده‌های طبیعی با منشاء گیاهی استفاده کنند پس بهره‌گیری از انواع دانه گیاهان و ادویه‌ها می‌تواند جایگزین مناسبی برای این مواد در تولید کیک باشد، از جمله مزایای غنی‌سازی کیک با گیاهان دارویی و ادویه‌ها می‌توان به بهبود فعالیت زیستی از جمله آنتی‌اکسیدانی و خواص ضد التهابی آن‌ها اشاره نمود (۶).

در بررسی خواص ضدمیکروبی روغن پرس سرد سیاه‌دانه علیه گونه‌های میکروبی متفاوت از قبیل *اشریشیاکلی*، *سودوموناس آئروژنس*، *استافیلوکوکوس‌اورئوس*، *باسیلوس سوبتلیس*، *آسپرژیلوس نایجر*، *آسپرژیلوس فلاووس*، *کاندیدا آلبیکانس* و *ساکارومایسس سرویزیه* مشخص شده است که روغن سیاه‌دانه علیه همه این میکروارگانیسم‌ها به جز *آسپرژیلوس نایجر* و *آسپرژیلوس فلاووس* اثر بازدارندگی داشته است (۷). طی بررسی از روغن سیاه‌دانه جهت بهبود عملکرد تغذیه‌ای و مقدار تیموکینون در کوکی استفاده کردند (۸). طی مطالعه ای پودر دانه‌های روغن‌گیری شده سیاه‌دانه در سطوح مختلف به آرد گندم کامل جهت پخت به نان مسطح افزوده شد و سپس مقادیر دریافت روزانه روی، پتاسیم، فسفر، آهن و مس در مقایسه با نمونه کنترل بررسی شد. (۹). با توجه به مصرف بالای کیک و همچنین خواص فراسودمند سیاه‌دانه، هدف از تحقیق حاضر بررسی با هدف اثرات کاربرد پودر سیاه‌دانه در کیک اسفنجی و بررسی خواص فیزیکی شیمیایی، حسی و میکروبی آن انجام شد.

• مواد و روش‌ها

مواد اولیه: آرد نول با درجه استخراج ۶۴ درصد و ویژگی‌های شیمیایی شامل رطوبت ۱۴/۴۴ درصد، پروتئین ۸/۲۸ درصد، خاکستر ۰/۴۴ درصد، گلوتن مرطوب ۲۶ درصد، عدد زلنی ۱۷/۶ و pH ۵/۷۹ از کارخانه ارس مهر تبریز خریداری گردید، پودر سیاه‌دانه، شکر آسیاب شده، روغن نباتی از شرکت لادن، وانیل با نام تجاری Vanilla از شرکت Aroma، بیکینگ‌پودر، شیرخشک و تخم مرغ از فروشگاه‌های مواد غذایی شهر تبریز تهیه شد. برای حفظ تازگی محصول، تخم مرغ به‌صورت روزانه خریداری گردید.

سیاه‌دانه از بازار محلی (تبریز- ایران) خریداری و پس از پاک شدن در دمای خنک در آسیاب آزمایشگاهی آسیاب شد. پودر حاصل توسط الک با مش ۵۰ غربال شد و تا زمان اختلاط با آرد و پخت در کیسه‌های پلاستیکی در سرمای ۱۸°C- نگهداری شد. ویژگی‌های سیاه‌دانه مصرفی در جدول ۱ آمده است.

جدول۱. ویژگی‌های سیاه‌دانه مورد استفاده در تهیه کیک

ویژگی‌ها (٪)	مقادیر اندازه گیری شده
رطوبت	۷/۰±۰/۵*
پروتئین خام	۲۰/۸±۱/۱
روغن محلول در اتر	۳۴/۸±۱/۹
خاکستر	۳/۷±۰/۷
کربوهیدرات کل	۳۳/۷±۰/۵

* مقادیر بر اساس میانگین± انحراف معیار گزارش شده است.

روش تولید کیک: روشی که جهت اختلاط مورد استفاده قرار گرفت، روش شکر خمیر بود (۱۰). در ابتدا روغن و شکر مخلوط شدند تا کرم روشنی بدست آمد. سپس تخم مرغ در ۴ یا ۵ نوبت در فواصل زمانی اضافه شد و بعد از هر مرحله

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-02]

افزودن، مخلوط هم زده شد. مرحله بعد الک کردن و اضافه کردن مواد پودری که سیاه‌دانه نیز شامل آن‌ها می‌شود در درصدهای تعیین شده (w/w ٪۱/۵، ۳٪ و ٪۴/۵) افزوده به مدت ۲ دقیقه مخلوط شد و در آخر آب به تیمارها اضافه شد و مخلوط به مدت ۱دقیقه با همزن مخلوط شد. سپس در قالب‌های مورد نظر به مقدار مساوی خمیر کیک اضافه شد و در فر که قبلاً دمای آن به حدود ۲۵۰°C رسیده بود به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت. پس از خنک شدن و بسته‌بندی، کیک‌ها در دمای اتاق نگهداری شدند تا در ۱، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز پس از تولید آنالیزهای فیزیکی شیمیایی، حسی و میکروبی بر روی آن‌ها صورت گیرد. کلیه آزمایش‌ها در ۳ تکرار انجام شد.

آزمون‌های خمیر کیک

وزن مخصوص (Spacific Gravity): وزن مخصوص خمیر کیک از طریق محاسبه نسبت وزن ۲۴۰ گرم از خمیر کیک به وزن ۲۴۰ گرم آب اندازه‌گیری شد (۱۳-۱۱).

قوام خمیر کیک: بر اساس روش پیرس و همکاران خمیر کیک در قیفی با قطر داخلی دهانه گشاد ۱۰ سانتی‌متر، قطر داخلی دهانه باریک ۱/۶ سانتی‌متر ریخته شد. قیف به طور کامل با استفاده از خمیر پر شده، سپس وزن خمیر خارج شده از قیف در مدت زمان ۱۵ ثانیه اندازه‌گیری و قوام خمیر برحسب گرم/ ثانیه گزارش شد (۱۴).

آزمون‌های کیک

رطوبت کیک: این ویژگی با استفاده از روش AACC44-15(۱۹۹۹) اندازه‌گیری شد. رطوبت از رابطه زیر در روزهای (۲۱، ۱۴، ۷، ۱) محاسبه گردید (۱۵).

$$\text{٪رطوبت} = \frac{\text{کاهش رطوبت بر حسب گرم}}{\text{وزن نمونه}}$$

حجم کیک: با استفاده از روش جابجایی دانه (Seed displacement) کلزا اندازه‌گیری شد (۱۲).

سفتی بافت کیک (Seed displacement): سفتی به عنوان حداکثر مقاومت در مقابل تغییر شکل به میزان ۴۰ درصد فشردگی در بافت در نظر گرفته شد. به این منظور میزان سفتی بافت نمونه‌های کیک با استفاده از ماشین آزمون عمومی (اینستران) مدل ۱۱۴۰ با اصلاح روش پیشنهاد شده توسط Hess و Setser اندازه‌گیری شد (۱۶). برای این‌کار قطعه مکعبی به ابعاد ۲/۵۴ سانتی‌متر از بافت مغز کیک بدون پوسته جدا شده و پروب دستگاه به اندازه ۱ سانتی‌متر (۴۰٪) از بافت را فشرده کرد. نیروی وارد شده توسط سل بارگذاری دستگاه (Load cell) ۵ الی ۵۰ نیوتن، سرعت پروب دستگاه ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه و سرعت چارت ۲۵۰ میلی‌متر بر دقیقه (نسبت چارت به پروب ۵ به ۱) در نظر گرفته شد. بیشترین نیروی فشاری وارد شده به نمونه بر حسب نیوتن به صورت F_{max} در روزهای (۱، ۷، ۱۴ و ۲۱) گزارش شد.

رنگ کیک: رنگ به عنوان یک فاکتور مهم در پذیرش محصول می‌باشد. در این پژوهش، ویژگی مذکور توسط دوربین دیجیتالی در محفظه قرارگیری نمونه‌ها که حاوی دو عدد لامپ مهتابی برای ایجاد نور و طول موج مناسب برای تصویر برداری از نمونه‌ها تعبیه شده بود مورد سنجش قرار گرفت. به این صورت که ابتدا نمونه کیک داخل محفظه گذاشته شد و سپس در حضور نور مناسب، عمل تصویر برداری با دوربین دیجیتال در ۳ تکرار انجام پذیرفت. سپس تصویر نمونه برای آنالیز و اندازه گیری شاخص‌های L^*، a^*، b^* در نرم افزار فتوشاپ به کامپیوتر انتقال داده شد.

استخراج چربی: استخراج چربی به روش سرد اندازه‌گیری شد (۱۷). روغن بدست آمده برای اندازه‌گیری اسیدیته و عدد پراکسید مورد استفاده قرار گرفت.

اندازه‌گیری عدد اسیدی: اسیدیته‌ی نمونه‌های روغن به دست آمده مطابق روش AOAC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد. ۱۵ گرم روغن توزین شد. سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر مخلوط کلروفرم - اتانول به نسبت ۱:۱ به آن اضافه شده و با پتاس ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی روشن تیتر شد (۱۸).

اندازه گیری عدد پراکسید: عدد پراکسید بر اساس روش AOAC (۲۰۰۰) اندازه گیری شد. پنج گرم نمونه وزن شده در داخل ارلن با ۳۰ میلی‌لیتر محلول اسید استیک-کلروفرم به نسبت ۲:۳ به همراه ۰/۵ میلی‌لیتر محلول یدید پتاسیم اشباع به مدت یک دقیقه درتاریکی نگهداری شد. بعد از گذشت یک دقیقه ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به همراه ۰/۵ میلی‌لیتر شناساگر نشاسته ۰/۰۱ به نمونه فوق اضافه شد تا رنگ آبی در صورت وجود پراکسید در نمونه ظاهر شود. سپس تیتراسیون توسط تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تا زمان ناپدید شدن رنگ آبی انجام گرفت و عدد پراکسید محاسبه شد (۱۸).

بررسی کپک مخمر در کیک: انتقال ۱۰ گرم از کیک هر بسته، به ارلن مایر حاوی ۹۰ میلی‌لیتر محلول رینگر، محلول رقت 10^{-1} (۱٪ وزنی-حجمی) تهیه شد. سپس ۱ میلی‌لیتر از آن به لوله حاوی ۹ میلی‌لیتر اضافه شد تا محلول 10^{-2} تهیه شود و بدین ترتیب رقت‌های بعدی به دست آمد. شمارش کپک و مخمر به روش کشت سطحی و به وسیله محیط کشت YGC (Scharlau Chemie, SA., Spain) صورت گرفت. ۲۰-

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-02]

۱۵ میلی‌لیتر از محیط کشت موردنظر به هر پتری استریل شده افزوده شد پس از جامد شدن محیط کشت مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول‌های 10^{-6}-10^{-1} توسط سمپلر به سطح محیط کشت منتقل شد و به وسیله اسپریدر پخش شد. پس از خشک شدن پتری‌ها در گرمخانه ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵-۳ روز قرار گرفت (۱۹).

ارزیابی حسی (Sensory evaluation)**:** ارزیابی حسی توسط ۱۵ نفر ارزیاب آموزش دیده براساس روش Ronda و همکاران مورد ارزیابی قرار گرفت. به همین دلیل از فرم ارزیابی هدونیک ۵ نقطه جهت بررسی ویژگی رنگ، طعم، بافت، شکل ظاهری، بو و مقبولیت کلی انجام گرفت. ارزیابی با روش امتیازبندی هدونیک ۵ نقطه‌ای (بالاترین امتیاز: ۵، پایین‌ترین امتیاز:۱) انجام گرفت. نتایج بر اساس طرح کاملاً تصادفی تفسیر شد (۱۴).

آنالیز آماری: آنالیز آماری با طرح بلوک‌های کاملا تصادفی و با استفاده از روش آنالیز واریانس بین گروه‌ها ANOVA (Analysis of variance between groups) یک‌طرفه جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر حاصل از شاخص در زمان‌های ۱، ۷، ۱۴و ۲۱ روز به کار رفت. جهت بررسی اثرات متقابل اثر پودر سیاه‌دانه و زمان رویه مدل خطی عام GLM (General Linear Model) بکار رفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ٪۵ انجام پذیرفت. به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی، شرط نرمال بودن قبل از آزمون آنالیز واریانس با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov- Smirnov) بررسی شد. برای مقایسه داده‌های ارزیابی حسی از روش آماری کروسکال والیس (kruskal wallis) استفاده شد. داده‌های حاصله با نرم‌افزار SPSS 19 انجام و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

• یافته‌ها

قوام خمیر کیک: نتایج اندازه‌گیری قوام خمیر کیک در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین قوام خمیر کیک متعلق به نمونه کنترل و کمترین مقدار مربوط به نمونه ٪۴/۵ بود ($p<۰/۰۵$).

وزن مخصوص خمیر کیک: نتایج اندازه‌گیری وزن مخصوص در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین وزن مخصوص خمیر کیک متعلق به نمونه‌های ٪۴/۵ و کمترین مقدار مربوط به نمونه کنترل بود ($p<۰/۰۵$).

حجم کیک: نتایج اندازه‌گیری حجم کیک در جدول ۲ نشان می‌دهد اثر افزودن پودر سیاه‌دانه بر روی حجم کیک معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود، بطوری‌که بیشترین حجم کیک مربوط به نمونه کنترل و کمترین مقدار مربوط به نمونه ٪۴/۵ پودر سیاه‌دانه بود.

رنگ کیک: تأثیر مقدار پودر سیاه‌دانه بر روی شاخص‌های رنگ کیک در هر زمان و همچنین تأثیر مدت زمان نگهداری بر روی شاخص‌های رنگ کیک در مورد هر تیمار جداگانه مورد آنالیز قرار گرفت. نتایج رنگ سنجی بوسیله دوربین دیجیتالی و نرم افزار فتوشاپ در جدول ۳ آمده است. نتایج آنالیز واریانس رنگ نشان داد که اثر افزودن سیاه‌دانه و زمان بر روی نمونه‌ها معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) می‌باشد. نتایج اندیس L^* نشان داد بیشترین مقدار مربوط به تیمار کنترل در روز اول و کمترین مقدار مربوط به نمونه ٪۴/۵ در روز ۲۱ ام نگهداری بود ($p<۰/۰۵$). در مورد اندیس a^* نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارها و با گذشت زمان مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). نتایج اندیس b^* نشان داد بیشترین مقدار اندیس b^* مربوط به تیمار کنترل در روز اول و کمترین مقدار مربوط به نمونه ٪۴/۵ در روز ۲۱ام بود ($p<۰/۰۵$).

جدول ۲. اثر سطوح مختلف پودر سیاه دانه بر خصوصیات کمی و کیفی کیک و خمیر کیک

تیمار	قوام خمیر کیک (g/s)	وزن مخصوص خمیر کیک (g/ml)	حجم کیک
کنترل	۱۴/۹۰±۰/۴۰ ^{a*}	۱/۳۳±۰/۰۶^{b**}	۶۹/۸۳±۱/۳۶^{a}
٪۱/۵	۱۲/۴۸±۰/۲۲ ^{a}	۱/۲۸±۰/۰۲^{ab}	۶۸/۳۵±۲/۰۸^{ab}
٪۳	۱۱/۴۷±۰/۱۶ ^{ab}	۱/۲۲±۰/۰۵^{a}	۶۷/۳۰±۱/۳۸^{b}
٪۴/۵	۱۰/۳۵±۰/۳۶ ^{b}	۱/۰۵±۰/۰۴^{a}	۶۱/۶۸±۱/۰۱^{c}

* مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

** حروف مختلف نشان از وجود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-02]

جدول ۳. تأثیر زمان و تیمار بر شاخص‌های رنگ کیک‌های تهیه شده با درصدهای مختلف پودر سیاه‌دانه

تیمار	طول انبارداری (روز)	L*	a*	b*
کنترل	۱	۵۷٫۵۶ ± ۵٫۵۰ ^{Aa*}	۲۷٫۸۹ ± ۲٫۶۷ ^{Aa**}	۵۳٫۶۷ ± ۴٫۳۶ ^{Aa}
	۷	۵۶٫۶۶ ± ۵٫۶۱ ^{Aa}	۲۵٫۱۱ ± ۰٫۷۸ ^{Aba}	۴۵٫۱۱ ± ۳٫۲۶ ^{Ba}
	۱۴	۵۰٫۴۵ ± ۴٫۹۵ ^{Ba}	۲۱٫۱۱ ± ۱٫۹۶ ^{Ba}	۴۱٫۴۴ ± ۵٫۲۹ ^{Ca}
	۲۱	۴۴٫۵۶ ±۴٫۵۶ ^{Ca}	۱۹٫۳۳ ±۱٫۵۸ ^{BCa}	۴۱٫۳۳ ±۲٫۰ ^{Ca}
۱/۵٪	۱	۵۴٫۵۵ ± ۷/۱۷ ^{Ab}	۱۵٫۷۸ ± ۲/۵۴ ^{Ab}	۴۱٫۷۸ ± ۲/۷۷ ^{Ab}
	۷	۵۲٫۶۷ ± ۸٫۴۳ ^{Ab}	۱۴٫۳۳ ± ۱٫۰ ^{Ab}	۳۲٫۴۴ ± ۳٫۲۸ ^{Bb}
	۱۴	۴۱٫۱۱ ± ۲٫۳۳ ^{Bb}	۱۰٫۶۷ ± ۲٫۰۶ ^{Bb}	۳۰٫۱۱ ± ۳٫۳۷ ^{BCb}
	۲۱	۳۹٫۸۹ ±۴٫۶۵ ^{Bb}	۹٫۵۶ ±۳٫۷۹ ^{Bb}	۲۹٫۳۳ ±۳٫۴۳ ^{Cb}
۳٪	۱	۴۸٫۲۲ ± ۷/۲۱ ^{Ac}	۱۳٫۳۳ ± ۱/۶۶ ^{Abc}	۲۹٫۰ ± ۳/۸۴ ^{Ac}
	۷	۴۱٫۵۶ ± ۵٫۳۹ ^{Bc}	۱۰٫۰ ± ۱٫۵۸ ^{Bc}	۲۶٫۸۹ ± ۳٫۲۲ ^{Bc}
	۱۴	۳۴٫۶۷ ± ۶٫۶۳ ^{Cc}	۸٫۴۴ ± ۱٫۴۲ ^{BCbc}	۲۴٫۶۷ ± ۳٫۴۶ ^{Bc}
	۲۱	۳۲٫۸۹ ± ۵٫۳۷ ^{Cc}	۷٫۷۸ ± ۳٫۲۳ ^{Cbc}	۲۰٫۶۷ ± ۲٫۰ ^{Cc}
۴/۵٪	۱	۴۸٫۴۴ ± ۴٫۳۲ ^{Ac}	۹٫۶۷ ± ۱٫۲۲ ^{Ac}	۲۰٫۲۲ ± ۲٫۶۳ ^{Ad}
	۷	۴۱٫۷۸ ± ۳٫۶۱ ^{Bc}	۷٫۷۸ ± ۱٫۳۹ ^{Ad}	۱۸٫۸۹ ± ۲٫۵۲ ^{ABd}
	۱۴	۳۵٫۶۷ ± ۴٫۸۵ ^{Cc}	۶٫۴۴ ± ۲٫۳۵ ^{ABc}	۱۸٫۷۵ ± ۲٫۶۱ ^{ABcd}
	۲۱	۲۹٫۱۱ ± ۵٫۴۰ ^{Dcd}	۳٫۱۱ ± ۱٫۶۱ ^{Cc}	۱۷٫۰ ± ۲٫۳۴ ^{Bd}

* مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

** حروف لاتین بزرگ مختلف نشان از وجود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف و حروف لاتین کوچک مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) است.

رطوبت کیک: نتایج آنالیز واریانس رطوبت کیک نشان داد که اثر زمان در این ویژگی معنی‌دار ($p<۰/۰۵$). است. جدول ۴ اثر زمان نگهداری را بر رطوبت کیک کنترل و کیک‌های تهیه شده از پودر سیاه‌دانه نشان می‌دهد. بررسی رطوبت کیک نشان داد که زمان نگهداری اثر معنی‌داری بر رطوبت کیک داشته و به طور کلی می‌توان گفت با گذشت زمان رطوبت نمونه‌های کیک کاهش یافته است ($p<۰/۰۵$). بررسی اثر درصدهای مختلف بر این ویژگی نشان داد که با افزایش میزان پودر سیاه‌دانه در ترکیب کیک میزان رطوبت نیز کاهش یافت. نمونه‌های دارای ۴/۵٪ سیاه‌دانه کمترین رطوبت بودند و کیک کنترل بیشترین رطوبت را داشت ($p<۰/۰۵$).

ارزیابی بافت کیک با روش دستگاهی: تأثیر مقدار سیاه‌دانه بر روی آنالیز بافت کیک به روش دستگاهی در هر زمان و همچنین تأثیر مدت زمان نگهداری بر روی سفتی بافت کیک در مورد هر تیمار جداگانه مورد آنالیز قرار گرفت. همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، روند تغییرات سفتی در ۴ تیمار مورد بررسی افزایشی است. نتایج نشان داد در تمام زمان‌های نگهداری (۲۷، ۱۴، ۷، ۱) تفاوت معنی‌داری بین کیک‌ها مشاهده شد به‌طوری‌که بیشترین مقدار سفتی مربوط به نمونه کنترل و کمترین مقدار مربوط به نمونه ۴/۵٪ بود ($p<۰/۰۵$). همچنین نتایج نشان داد کلیه نمونه‌ها در زمان‌های نگهداری دارای تفاوت کاملا معنی‌داری بودند و بیشترین مقدار سفتی نمونه‌ها در روز ۲۱ام و کمترین مقدار در روز اول بود ($p<۰/۰۵$).

اسیدیته کیک: نتایج به‌دست آمده در جدول ۴ نشان داد که اثر متقابل پودر سیاه‌دانه و روز نگهداری در این ویژگی معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$). بررسی تأثیر تیمار بر اسیدیته کیک نشان داد که بیشترین عدد اسیدی مربوط به کیک ۴/۵٪ سیاه‌دانه در روز ۲۱ و کمترین اسیدیته مربوط به کیک کنترل در روز ۱ بود.

پراکسید کیک: در بررسی نتایج جدول ۴ بیشترین عدد پراکسید مربوط به کیک ٪ ۴/۵ در روز ۲۱ و کمترین آن مربوط به کیک کنترل در روز ۱ بود ($p<۰/۰۵$).

کپک و مخمر: تأثیر نوع تیمار بر روی کپک مخمر در هر زمان و همچنین تأثیر مدت زمان نگهداری بر روی کپک مخمر در مورد هر تیمار مورد آنالیز قرار گرفت. همان طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، روند تغییرات کپک مخمر در تیمارها روند افزایشی داشت. این روند افزایشی به مراتب در نمونه کنترل نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. بجز نمونه کیک کنترل بقیه کیک‌ها (حاوی سیاه‌دانه) هیچ آلودگی کپک مخمری در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ نشان ندادند ($p<۰/۰۵$).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-02]

جدول ۴. تأثیر زمان و تیمار بر درصد رطوبت، سفتی، اسیدیته و عدد پراکسید کیک‌های تهیه شده با درصدهای مختلف پودر سیاه‌دانه

تیمار	طول انبارداری (روز)	درصد رطوبت	سفتی بافت کیک	اسیدیته کیک	عدد پراکسید کیک
کنترل	۱	۱۹٫۹۱ ± ۰٫۹۴ ^{Aa}*	۱٫۸۳ ± ۰٫۱۱ ^{Cab}**	۰٫۰۲۳ ± ۰٫۰۰۱ ^{Cc}	۱٫۶۵۰ ± ۰٫۰ ^{Dc}
	۷	۱۸٫۰۴ ± ۰٫۲۴ ^{Ba}	۲٫۳۵ ± ۰٫۲۴ ^{Ba}	۰٫۰۷۶ ± ۰٫۰ ^{Bd}	۳٫۱۳۰ ± ۰٫۰۷۱ ^{Cb}
	۱۴	۱۷٫۰۷ ± ۰٫۳۰ ^{Ca}	۲٫۸۵ ± ۰/۳۸ ^{ABa}	۰٫۱۱۵ ± ۰/۰۰۷ ^{Ac}	۳٫۳۹۵ ± ۰/۰۰۷ ^{Ba}
	۲۱	۱۵٫۹۴ ± ۰٫۶۵ ^{Da}	۳٫۱۵ ± ۰٫۸۰ ^{Aa}	۰٫۱۲۷ ± ۰٫۰۰۱ ^{Ac}	۳٫۸۱۵ ± ۰٫۰۶۴ ^{Aa}
۱/۵٪	۱	۱۹٫۴۷ ± ۰٫۹۱ ^{Aa}	۲٫۰۶ ± ۰٫۰۳ ^{Ca}	۰٫۰۹۴ ± ۰٫۰۳۲ ^{Bb}	۱٫۷۴۰ ± ۰٫۰ ^{Dc}
	۷	۱۷٫۴۸ ± ۰٫۵۵ ^{Bab}	۲٫۱۲ ± ۰٫۱۶ ^{Ba}	۰٫۱۰۵ ± ۰٫۰۰۵ ^{Bc}	۲٫۳۷۵ ± ۰٫۲۱۹ ^{Cbc}
	۱۴	۱۶٫۹۳ ± ۰٫۵۸ ^{Ca}	۲٫۲۶ ± ۰/۷۱ ^{Bb}	۰٫۱۳۰ ± ۰٫۰۰۶ ^{Ac}	۳٫۳۲۵ ± ۰/۰۲۱ ^{Ba}
	۲۱	۱۵٫۸۰ ± ۰٫۲۹ ^{Da}	۲٫۹۴ ± ۰٫۲۷ ^{Aa}	۰٫۱۲۷ ± ۰٫۰۰۱ ^{Ac}	۳٫۵۲۰ ± ۰٫۱۱۳ ^{Ab}
۳٪	۱	۱۹٫۳۹ ± ۰٫۸۹ ^{Aa}	۲٫۰۱ ± ۰٫۳۰ ^{Ba}	۰٫۱۲۷ ± ۰٫۰۰۳ ^{Ca}	۲٫۰۵۵ ± ۰٫۰۰۱ ^{Cb}
	۷	۱۶٫۹۵ ± ۰٫۷۶ ^{Bb}	۲٫۱۹ ± ۰٫۱۰ ^{ABa}	۰٫۱۳۸ ± ۰٫۰۰۲ ^{Cb}	۳٫۳۳۵ ± ۰٫۱۲۰ ^{Aa}
	۱۴	۱۵٫۳۵ ± ۰٫۳۱ ^{Cb}	۲٫۳۷ ± ۰/۴۶ ^{Ab}	۰٫۲۶۲ ± ۰٫۰ ^{Bb}	۲٫۵۰۵ ± ۰/۰۵۰ ^{Bb}
	۲۱	۱۴٫۷۹ ± ۰٫۴۰ ^{Db}	۲٫۶۶ ± ۰٫۳۲ ^{Ab}	۰٫۴۵۵ ± ۰٫۰۲۱ ^{Ab}	۳٫۱۴۰ ± ۰٫۰۵۶ ^{Ac}
۴/۵٪	۱	۱۷٫۰۷ ± ۰٫۴۹ ^{Ab}	۱٫۴۱ ± ۰٫۲۶ ^{Bb}	۰٫۱۳۸ ± ۰٫۰۳۲ ^{Da}	۲٫۶۵۰ ± ۰٫۰ ^{Ca}
	۷	۱۶٫۵۹ ± ۰٫۲۵ ^{Bb}	۲٫۰ ± ۰٫۶۰ ^{Ab}	۰٫۲۲۸ ± ۰٫۰۱۶ ^{Ca}	۳٫۵۱۵ ± ۰٫۷۷۸ ^{Ba}
	۱۴	۱۴٫۸۱ ± ۰٫۶۴ ^{Cb}	۲٫۴ ± ۰/۵۶ ^{Ab}	۰٫۳۷۵ ± ۰٫۰۰۵ ^{Ba}	۳٫۲۲۵ ± ۰/۰۰۷ ^{Ba}
	۲۱	۱۴٫۵۷ ± ۰٫۵۹ ^{Cb}	۲٫۴۸ ± ۰٫۳۲ ^{Ab}	۰٫۴۹۵ ± ۰٫۰۰۵ ^{Aa}	۴٫۰۳۵ ± ۰٫۰۵۰ ^{Aa}

* مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

** حروف لاتین بزرگ مختلف نشان از وجود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف و حروف لاتین کوچک مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) است.

جدول ۵. تأثیر زمان و تیمار بر کپک و مخمر کیک‌های تهیه شده با درصدهای مختلف پودر سیاه‌دانه

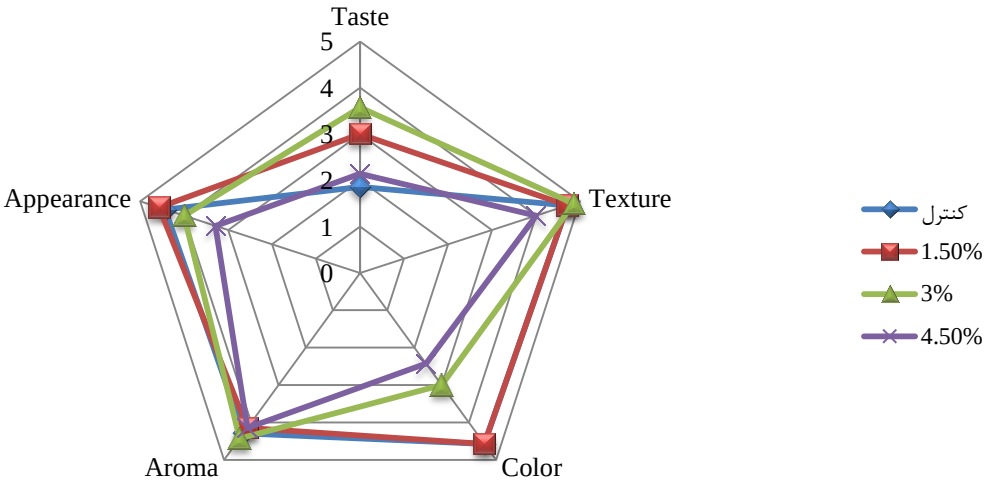
تیمارها	زمان نگهداری (روز) ۱	۷	۱۴	۲۱
کنترل	۲٫۱۵ ± ۰٫۲۱ ^{Ba}	۲٫۲۳ ± ۰٫۳۴ ^{Ba}	۲٫۳۹ ± ۰٫۱۲ ^{ABa}	۲٫۹۲ ± ۰٫۰۴ ^{Aa}
۱/۵٪	۰ ^{Bb}*	۰ ^{Bb}**	۱٫۵ ± ۰٫۰۷ ^{Ab}	۲٫۱۵ ± ۰٫۲۱ ^{Ab}
۳٪	۰ ^{Bb}	۰ ^{Bb}	۰ ^{Bc}	۲٫۰ ± ۰٫۰ ^{Ac}
۴/۵٪	۰ ^{Bb}	۰ ^{Bb}	۰ ^{Bc}	۱٫۴۱ ± ۱٫۴۱ ^{Ad}

* مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

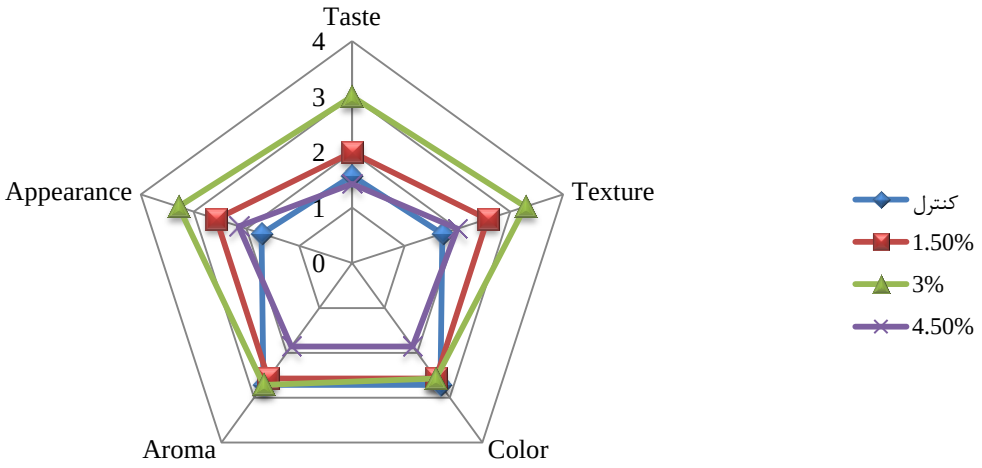
** حروف لاتین بزرگ مختلف نشان از وجود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف و حروف لاتین کوچک مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) است.

ارزیابی حسی: تأثیر نوع تیمارها بر روی آنالیز حسی شامل طعم، بافت، رنگ، عطر و بو و شکل ظاهری در هر زمان و همچنین تأثیر مدت زمان نگهداری بر روی شاخص‌های آنالیز حسی در مورد هر تیمار جداگانه مورد آنالیز قرار گرفت. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، کیک حاوی ۱/۵٪ سیاه‌دانه کلا از نظر ویژگی‌های حسی توانست بالاترین امتیازات را در روز اول نشان دهد ($p<۰/۰۵$). نتایج حسی در روز بیست و یکم نگهداری کیک در شکل ۲ آمده است نتایج حاکی از این است که، کیک حاوی ۳٪ سیاه‌دانه کلا از نظر ویژگی‌های حسی توانست بالاترین امتیازات و کیک کنترل پایین‌ترین امتیازات را در روز بیست و یکم نشان دهند ($p<۰/۰۵$).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-02]



شکل ۱. مقایسه میانگین پارامترهای ارزیابی حسی روز اول کیک‌های حاوی پودر سیاه‌دانه



شکل ۲. مقایسه میانگین پارامترهای ارزیابی حسی روز بیست و یکم کیک‌های حاوی پودر سیاه‌دانه

• بحث

قوام خمیر کیک در حفظ فیزیکی هوا که به صورت اولیه در خمیر در طی مخلوط کردن ترکیب شده مهم است (۲۰) و در تعیین سرعت بالا آمدن حباب‌های هوا به سمت سطح کیک مؤثر است. در خمیرهای با قوام کمتر سرعت حرکت حباب‌های هوا به سمت سطح بالاتر است. در این خمیرها پوسته قبل از قسمت‌های داخلی کیک تشکیل شده و توسط این پوسته از خروج حباب‌های هوایی که در حال حرکت به سمت سطح کیک هستند ممانعت می‌شود. بنابراین در این شرایط سلول‌های هوا بین پوسته و قسمت‌های مرکزی کیک تشکیل می‌گردند. به گزارش lee و همکاران (۲۰۰۸) خمیر مناسب باید به اندازه کافی ویسکوز باشد تا در مرحله حرارت‌دهی از خروج حباب‌های هوایی که در طول مخلوط کردن وارد خمیر شده‌اند ممانعت شود. نتایج بدست آمده نشانگر بالاترین قوام خمیر کیک در تیمار کنترل و ۱/۵٪ حاوی پودر سیاه‌دانه و کمترین قوام در تیمار ۴/۵٪ در خمیر کیک بود. قوام خمیر کیک‌های تهیه شده با حجم کیک‌های تهیه شده نسبت مستقیم داشت و هرچه قوام خمیر بیشتر، در نتیجه خروج حباب‌های هوا کمتر و نهایتا حجم بیشتری مشاهده شد. نتایج به دست آمده با یافته‌های پورسید و همکاران (۱۳۹۶) مطابقت دارد (۲۱). در پژوهش‌های دیگر Oflet و همکاران (۱۹۴۰) در قرص نان و همچنین Berry و همکاران (۲۰۰۹) در کیک اسفنجی نیز به نتایج مشابهی دست یافتند (۲۳، ۲۲).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-02]

وزن مخصوص خمیر کیک به عنوان فاکتوری برای بررسی میزان ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری هوا در طول مخلوط کردن خمیر اندازه‌گیری شد. این ویژگی اطلاعات محدودی در مورد اندازه حباب‌های هوا و یا نحوه پخش شدن آن‌ها در اختیار ما قرار می‌دهد (۲۴). می‌توان گفت هر قدر وزن مخصوص خمیر کیک بیشتر باشد خمیر حاوی حباب‌های هوای کمتری خواهد بود. با توجه به رابطه معکوس میان وزن مخصوص خمیر کیک و قابلیت ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری حباب‌های هوا در بافت خمیر کیک، می‌توان نتیجه گرفت که افزودن پودر سیاه‌دانه به خمیر کیک باعث کاهش قابلیت نگهداری گاز در خمیر کیک و بنابراین افزایش در وزن مخصوص خمیر کیک شد. بنظر می‌رسد با توجه به افزایش میزان مقاومت کشش و مقاومت نسبی در خمیر کیک، با افزودن پودر سیاه‌دانه قابلیت نگهداری و جذب هوا کاهش یافته، بنابراین وزن مخصوص خمیر کیک به ترتیب با افزایش درصد پودر سیاه‌دانه نسبت به تیمار کنترل بیشتر است.

حجم کیک نشان‌دهنده میزان گاز دی‌اکسیدکربن و آمونیاک تولید شده در اثر افزودن عوامل حجم‌دهنده شیمیایی مورد استفاده در فرمول خمیر و گستره تغییرات آن‌ها در مغز کیک در طول پخت می‌باشد. ترکیبات جاذب‌الرطوبه و افزودنی‌های شرکت کننده در فرایند پخت کیک تعیین‌کننده این ویژگی هستند (۲۴). Frye و Sester (۱۹۹۲) گزارش کردند که حجم کیک از طریق افزایش دادن زمان مخلوط کردن و مخلوط کردن امولسیفایرها با مواد اولیه پودری افزوده شده به خمیر کیک قابل افزایش می‌باشد (۲۵). کاهش حجم کیک در تیمارها ممکن است به دلیل افزایش جایگزینی آرد با سلولز باشد که باعث می‌شود شبکه گلوتنی که مسئول نگهداشتن گاز درمحصولات نانوایی می‌باشد ضعیف شود (۲۶). Sultan و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزودن پودر سیاه‌دانه سبب کاهش حجم محصولات پخت شد که دلیل آن کاهش تولید حفرات در این محصولات بوده است که احتمالاً سفتی آن‌ها را در پی خواهد داشت (۸). دلیل دیگر کاهش حجم احتمالاً ناشی از کاهش مقدار گلوتن و در نتیجه کاهش قدرت نگهداری گاز در خمیر می‌باشد. با توجه به کاهش قابلیت ورود هوا به خمیر و میزان نگهداری حباب‌های هوا (۲۴) می‌توان نتیجه گرفت که افزودن پودر سیاه‌دانه سبب کاهش تولید حباب‌های گاز و در نتیجه کاهش در حجم نمونه‌ها شد، که این اثر با افزایش در مقدار پودر آن بیشتر شد.

علت تغییرات رنگ در نمونه‌های حاوی سیاه‌دانه به علت رنگدانه‌ها و ترکیبات پلی فنولی که تحت اکسیداسیون قرار گرفته اند و همچنین ساکارز که در کاراملیزاسیون در حین پخت تأثیر داشته است، می‌باشد. گذشت زمان شاخصه L^* کاهش می‌یابد و کیک‌ها تیره‌تر می‌گردند. نتایج به دست آمده با یافته‌های بهادران و همکاران (۱۳۹۷) و صالحی و همکاران (۱۳۹۵) نقوی و سیدالنگی (۱۳۹۶) مطابقت دارد (۲۸-۲۶). بنظر می‌رسد تیرگی رنگ پودر سیاه‌دانه سبب کاهش قرمزی در نمونه‌ها باشد. نتایج به دست آمده با یافته‌های بهادران و همکاران (۱۳۹۷) مطابقت دارد (۲۶). با افزایش پودر سیاه‌دانه در تیمارها میزان خاکستر افزایش می‌یابد و همین امر می‌تواند سبب کاهش زردی در نمونه‌های حاوی سیاه‌دانه باشد. نتایج به دست آمده با یافته‌های بهادران و همکاران (۱۳۹۷) و نقوی و سیدالنگی (۱۳۹۶) مطابقت دارد (۲۸-۲۶).

کاهش رطوبت با نتایج تحقیقات Sudha و همکاران (۲۰۰۷) که در مورد تأثیر غلات مختلف بر روی کیفیت خمیر بیسکوئیت بررسی کردند مطابقت دارند (۲۹). همچنین یافته‌های Cauvain و Young (۲۰۰۰) موید این مطلب است که با گذشت زمان رطوبت کیک کاهش می‌یابد این روند کاهشی سبب ایجاد بافتی سفت‌تر و خشک‌تر در کیک خواهد بود (۳۰).

علت اصلی سفت شدن بافت کیک را می‌توان در کریستال شدن اجزای نشاسته به‌ویژه آمیلوپکتین در طول دوره نگهداری کیک جستجو کرد. به علاوه رطوبت محصول از مغز بافت به سمت قسمت‌های سطحی و پوسته کیک مهاجرت کرده و منجر به ایجاد مغز سفت و پوسته چرمی در کیک می‌گردد (۳۱). طبق یافته‌های بهادران و همکاران (۱۳۹۷) گذشت زمان و در طی انبارداری نمونه‌های کیک حاوی آرد بزرگ نرمتر می‌باشد. علت نرمتر بودن نمونه‌ها نسبت به نمونه کنترل وجود کمی صمغ و فیبر در ترکیب شیمیایی بزرگ می باشد(۲۶). زارع نژاد و همکاران (۱۳۹۳) نیز ضمن افزودن پودر جوانه گندم در فرمولاسیون کیک به نتایج مشابهی دست یافتند. این پژوهشگران دلیل این امر را بالا بودن مقدار فیبر رژیمی در پودر جوانه گندم عنوان کردند (۳۲). بدین علت که وجود مقادیر زیاد گروه هیدروکسیل در فیبرهای رژیمی موجب افزایش برهم کنش‌های آبی از طریق پیوند هیدروژنی می‌شود و همین افزایش پیوند موجب بالا رفتن سفتی نمونه‌ها می‌شود. این دلیل قابل تعمیم به نتایج حاصل از این تحقیق است. نتایج حاصله با یافته‌های عطای صالحی و سرداریان (۱۳۹۵) نیز سازگاری دارد (۳۳).

اسیدیته اندازه‌گیری محتوای اسیدچرب آزاد موجود در روغن است و از این رو شاخص تازگی روغن و محصولات

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-02]

حاوی روغن است. اسیدیته بالاتر افزایش استعداد روغن به رنسیدیتی را نشان می‌دهد (۳۴). نتایج به دست آمده با مطالعه Sabouri و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. که در آن مطالعه پژوهشگران مشاهده کردند، درصد اسید چرب آزاد در نمونه‌های کیک کنترل نسبت به نمونه‌های کیک حاوی عصاره گیاه *اکی‌تاسه پورپورا* کمتر بود (۳۵). همچنین زارع نژاد و همکاران (۱۳۹۲) مشاهده کردند کیک غنی شده با جوانه گندم تا روز ۳۰ ام افزایش اسیدیته نشان می‌دهد که با یافته‌های این پژوهش همخوانی دارد (۳۲).

عدد پراکسید، پراکسیدهای تولید شده توسط واکنش‌های اکسیداسیون اسیدهای چرب را تخمین می‌زند. پراکسیدها به کندی در مراحل اولیه افزایش می‌یابند ولی در پایان دوره القا غلظت پراکسیدها به سرعت افزایش می‌یابد. عدد پراکسید برای اندازه‌گیری رنسیدیتی اکسیداتیو روغن استفاده می‌شوند و یکی از مهمترین پارامترها برای ارزیابی درجه فساد لیپیدهاست. روغن‌های تازه تصفیه شده باید عدد پراکسید صفر داشته باشند. اما برای پایداری نگهداری قابل قبول، عدد پراکسید باید کمتر از $mmol.Kg^{-1}$ ۵ نمونه باشد (۳۳). یافته‌های این پژوهش با مطالعه عطای صالحی و همکاران (۱۳۹۵) همخوانی دارد. به نحوی که این محققان طی ازمایشی اثرات افزودن عصاره کدو تنبل در سطوح مختلف در کیک اسفنجی را مورد مطالعه قرار دادند و متوجه شدند، به طور کلی افزایش درصد عصاره میزان این اندیس را کاهش ولی افزایش مدت زمان نگهداری اثر منفی روی این اندیس دارد و میزان آن را افزایش می‌دهد (۳۳). همچنین Sabouri و همکاران (۲۰۱۲) نیز نتایج مشابه این مطالعه به دست آوردند (۳۵).

نتایج حاصل از بررسی کپک و مخمردر کیک با یافته‌های Hanafy & Hatam (۱۹۹۱) مبنی بر اثرات ضدمیکروبی و ضد قارچی سیاه‌دانه سازگاری دارد (۳۶). Ramadan Hassanien و همکاران (۲۰۱۲) نیز در پژوهشی دیگر بر اثرات ضدمیکروبی و ضد قارچی روغن سیاه‌دانه تاکید داشتند (۳۷).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، با افزایش پودر سیاه‌دانه در تیمارهای مختلف کیک، مقدار وزن مخصوص افزایش یافت. بالاترین مقبولیت کیک غنی شده با ٪۳ پودر سیاه‌دانه بعد از ۲۱ روز می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان داد که استفاده از پودر سیاه‌دانه باعث کاهش در قوام خمیر کیک شد. نمونه ٪۴/۵ پودر سیاه‌دانه پایین‌ترین اندیس‌های رنگی را در آزمون رنگ به خود اختصاص داد. نتایج ارزیابی رطوبت نیز حاکی از کاهش رطوبت با افزایش درصد پودر سیاه‌دانه بود. ارزیابی روند تغییرات سفتی بافت کیک‌ها افزایش در سفتی کیک‌ها با گذشت زمان را نشان داد. همچنین شمارش کپک مخمر حاکی از اثر ضدقارچی پودر سیاه‌دانه در کیک است به نحوی‌که نمونه دارای ٪۴/۵ پودر سیاه‌دانه کمترین تعداد کپک مخمر را بعد از ۲۱ روز نگهداری نشان داد. ارزیابی اندیس اسیدی و پراکسید نیز مؤید روند افزایشی آن‌ها با گذشت زمان و درصد پودر سیاه‌دانه بود. در کل پودر سیاه‌دانه غنی از ویتامین‌ها، فیبر رژیمی و آنتی‌اکسیدان بوده و می‌توان از آن در جهت غنی‌سازی کیک در صنعت به عنوان ماده ای با قیمت مقرون به صرفه و ارزش افزوده بالا استفاده نمود.

• References

1. Salehi Surmaghi MH. Medicinal plants and phytotheraphy. The World of Nutrition. 2014; Vol 2: pp 216-19.
2. Takruri HR, Dameh MA. Study of the nutritional value of black cumin seeds (Nigella sativaL). J. Sci Food Agri 1998; 76(3):404-10.
3. Abbas TE, Ahmed ME. Effect of supplementation of Nigella sativa seeds to the broiler chicks diet on the performance and carcass quality. Inter. J. Agri Sci 2010; 2(2):9.
4. Pawar N, Gandhi K, Purohit A, Arora S, Singh RR. Effect of added herb extracts on oxidative stability of ghee (butter oil) during accelerated oxidation condition. J. Food Sci. Technol 2014; 51(10):2727-33.
5. Saatchi A, Kadivar M, Soleimanian ZS, Abaee MS. Application of some antifungal and antioxidant compounds extracted from some herbs to be used in cakes as biopreservatives. J. Agri SciTechnol 2014; 16(3): 561-68.
6. Jeddou KB, Bouaziz F, Zouari-Ellouzi S, Chaari F, Ellouz-Chaabouni S, Ellouz-Ghorbel R, Nouri-Ellouz O. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. Food Chem 2017; 217:668-77.
7. Hassanien MF, Mahgoub SA, El-Zahar KM. Soft cheese supplemented with black cumin oil: Impact on food borne pathogens and quality during storage. Saudi J. Biol Sci 2014; 21(3):280-8.
8. Sultan MT, Butt MS, Ahmad AN, Ahmad N, Amanullah M, Batool R. Utilization of Nigella sativa L. Essential Oil to Improve the Nutritive Quality and Thymoquinone Contents of Baked Products. Pak J. Nutr 2012; 11(10):812.
9. Osman MA, Alamri MS, Mohamed AA, Hussain S, Gassem MA, Rahman IA. Black cumin-fortified flat bread: formulation, processing, and quality. Qua Assur Saf Crops & Foods 2014; 7(2):233-8.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-02]

10. Peighambardoust SH. Technology of Cereal Products. 1st Ed. J. Tabriz Univ. Med. Sci, Tabriz 2009; Vol. 2. pp 217-219. [In Persian]

11. Lee CC, Wang HF, Lin SD. Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. Cereal Chem 2008; 85(4):515-21.

12. Lin SD, Hwang CF, Yeh CH. Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. J. Food. Sci 2003; 68(6):2107-10.

13. Ronda F, Gómez M, Blanco CA, Caballero PA. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. Food Chem 2005; 90(4):549-55.

14. Pierc MM, Walker CE. Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers to sponges cakes. Cereal Chem. 1987; 64:222-5.

15. AACC. Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. paul: American Association of Cereal Chemists. Ins 1999.

16. Hess DA, Setser CS. Alternative systems for sweetening layer cakes using aspartame with and without fructose. Cereal. Chem 1983.

17. Menteş Ö, Bakkalbaşşi E, Ercan R. Effect of the use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread. Food Sci Technol Int 2008; 14(4):299-306.

18. Horwitz W, Latimer GW, Association of Official Analytical Chemist International. Official Methods of Analysis of AOAC International. Maryland: Gaithersburg MA; 2000.

19. Iranian National Standardization Organization. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds - Part 2: Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0.95 Cereal and cereal products-Wheat-Specification & Test methods. 2008; 1st eddition. 10899-2.

20. Matsakidou A, Blekas G, Paraskevopoulou A. Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. LWT-Food Sci Technol 2010; 43(6):949-57.

21. Poor-seyed SM, Motamedzadegan A, Mohammad zade-Milani J. Effect of skim milk powder on staling properties of yazdi cake. J. Food Sci Technol 2017; 66(14): 49-61. [In Persian]

22. Yang X, Berry TK, Foegeding EA. Foams prepared from whey protein isolate and egg white protein: 1. Physical, microstructural, and interfacial properties. J. Food Sci 2009; 74(5):E259-68.

23. Ofelt CW, Larmour RK. The effect of milk on the bromate requirements of flours. Cereal Chem 1940; 17:1-8.

24. Baeva MR, Pancheve IN and Terzieva VV. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cake. Die Nahrung 2000; 44:242-246.

25. Frye AM, Sester CS. Optimizing texture of reducedcalorie yellow layer cakes. Cereal Chem. 1992; 69:338-4326.

26. Bahadoran S, Keramat J, Hojjatoleslami M. The effect of the addition of flaxseed meal flour on the physical characteristics of sponge cake. Iranian Food Sci Technol Res J 2018; 14: 4, 671-84. [In Persian]

27. Salehi F, Kashani nejhad M. Investigating the Viscoelastic Characteristics of Apple powder Enriched Sponge Cake. Food Technol & Nutr 2019; 16(2): 5-14. [In Persian]

28. Naghavi M, Sayyed-Alangi Z. Effect of Cardamom and Dried Red Pomegranate (*Punica granatum*) Peel Powder on Organoleptic and Rheological Characteristics of Cupcake. Iranian J. Nutr Sci & Food Technol 2018; 94(12): 83-94. [In Persian]

29. Sudha ML, Srivastava AK, Vetrimani R, Leelavathi K. Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality. J. Food Eng. 2007; 80(3):922-30.

30. Cauvain S, Young L. Bakery food manufacture and quality. Oxford: Blackwell Sci; 2000. pp 190-195.

31. Nasehi B, Razavi D. Physicochemical, sensory and microbial characteristics of Baguette containing Aloe vera gel powder during storage. National congress of food science and technology. J Food Res (Agri Sci). 2015;(2):249-254. [In Persian]

32. Zarenejad F, Azadmard DS, Peighambardoust SH, Nemati M, Rafat SA. Functional components and some chemical characteristics changes in cakes fortified with wheat germ. J Res Innov Food Sci Technol. 2013; 2(2): 153-166. [In Persian]

33. Atayi Salehi I, Sardarian A. Formulation of an oily cake using Pumpkin Extract and Characteristics Evaluation Quality of it. J Food Sci and Technol Innov 2017; 8(4): 111-25. [In Persian]

34. Nasir M, Butt MS, Anjum FM, Jamil AM, Ahmad J. Physical and sensory properties of maize germ oil fortified cakes. Int. J. Agric. Biol. 2009; 11:311-5.

35. Sabouri Z, Barzegar M, Sahari MA, Naghdi Badi H. Antioxidant and Antimicrobial Potential of Echinacea purpurea Extract and Its Effect on Extension of Cake Shelf Life. J Med Plants 2012; 11(43): 28-40.

36. Hanafy MS, Hatem ME. Studies on the antimicrobial activity of Nigella sativa seed (black cumin). J. ethnopharmacology. 1991; 34(2-3): 275-8.

37. Ramadan MF, Asker MM, Tadros M. Antiradical and antimicrobial properties of cold-pressed black cumin and cumin oils. Eur Food Res Technol. 2012; 234(5): 833-44.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-02]

Production of Sponge Cakes Incorporated with Black Cumin Seed Powder and Assessment of their Qualitative Properties During Storage

Dalandar Kohi M[1], Azadmard-Damirchi S[2,3], Gharekhani M[4]*

1-MSc, Department of Food Science and Technology,Islamic Azad Universit,Tabriz Branch, Tabriz, Iran

*2- *Corresponding author: Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. Email: sodeifazadmard@yahoo.com*

3- Food and Drug Safety Research Center, Health Management and Safety Promotion Research Institute, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

4- Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Received 20 Jun, 2019 **Accepted 27 Sept, 2019**

Background and Objectives: Cake is the most preferred option by consumers due to their good organoleptic characteristics. Improving quality of these products and using components with bioactive properties can be effective on public health. Black cumin seed, due to its health properties, can be a good option to use in formulations of food products.

Materials & Methods: Black cumin seed powder (BSP), as a rich source of bioactive compounds, was used at four levels of 0 (control sample), 1.5, 3 and 4.5% w/w flours) in cake formulations and cake quality properties were assessed during 21 days of storage.

Results: The produced cakes included higher specific weight, consistency and stiffness of the texture with increased proportion of BSP. Cake volume and moisture content decreased with increases in proportion of BSP. Significant differences were reported in L*, a* and b* indices during storage as well as increased proportion of BSP, compared to control sample. During storage, acidity and peroxide values increased in cakes, with the highest content of cake containing 4.5% of BSP. In sensory evaluation, sample of 3% BSP included the highest score. Microbial results showed significant decreases in growth of molds and yeasts by increasing proportion of BSP. Sample containing 4.5% of BSP showed the least number of yeasts and molds during storage.

Conclusion: Results revealed that use of BSP in production of cakes can improve organoleptic properties of the products, increasing durability of the products. Production of cakes by addition of BSP can be a new functional product in the market. However, assessment of the product functional and nutritive characteristics seems necessary.

Keywords: Black cumin, Sponge cake, Antioxidant, Sensorial properties, Functional, Bioactive compounds

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-02]