

بررسی اثر جایگزینی روغن با صمغ دانه شبلیله بر ویژگی‌های کیفی کیک شیفون کم چرب (بر پایه آرد گندم-ارزن)

سارا نیاستی^۱، فاطمه پورحاجی^۱، بهاره صحرائیان^{۱*}

۱- دانش آموخته دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۱۱)

چکیده

این تحقیق با هدف تولید کیک کم چرب بر پایه آرد گندم و ارزن انجام شد. بدین منظور، صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد روغن موجود در فرمولاسیون کیک شیفون به ترتیب با صفر، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱ درصد صمغ دانه شبلیله جایگزین شد و وزن مخصوص و قوام خمیر و رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، سفتی بافت در دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت، شاخص‌های رنگی پوسته و ویژگی‌های حسی کیک بررسی شد. نتایج نشان داد، نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شبلیله از کمترین وزن مخصوص و سفتی بافت در هر دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت و بیشترین حجم مخصوص، تخلخل، مؤلفه رنگی L^* و امتیاز پذیرش کلی در مقایسه با سایر نمونه‌ها برخوردار بود. این در حالی بود که نمونه حاوی ۰/۵۰ درصد به لحاظ خصوصیات تکنولوژیکی و حسی با نمونه شاهد مشابهت داشتند. همچنین نتایج نشان داد، با افزایش جایگزینی روغن با صمغ دانه شبلیله بر میزان رطوبت و مؤلفه رنگی a^* افزوده و از مؤلفه رنگی و b^* پوسته کاسته شد. در نهایت می‌توان گفت، امکان حذف حداکثر ۵۰ درصد روغن موجود در فرمولاسیون کیک شیفون با صمغ دانه شبلیله امکانپذیر بود.

کلید واژگان: ارزن، پردازش تصویر، صمغ دانه شبلیله، کم کالری، کیک شیفون.

*مسئول مکاتبات: Baharehsahraian@yahoo.com

۱- مقدمه

کیک شیفون، در دسته‌ای مابین کیک‌های اسفنجی (حاوی سفیده تخم مرغ زده) و کیک‌های روغنی (حاوی روغن و بیکنگ پودر) قرار دارد [۱]. کیفیت کیک وابسته به ترکیبات اولیه موجود در فرمولاسیون نظیر آرد گندم، روغن، شکر، تخم مرغ و انواع افزودنی‌ها و بهبوددهنده‌هاست. آرد گندم به دلیل داشتن گلوتن از اهمیت زیادی در تولید محصولات نانویی از جمله کیک برخوردارست و در واقع حضور پروتئین گلوتن در آرد گندم و غلات حاوی آن مسئول خصوصیات تکنولوژیکی محصولات صنایع پخت هستند. اما برخی از غلات با وجود عدم حضور پروتئین گلوتن در بین ترکیبات خود از ویژگی‌های تغذیه‌ای مطلوب‌تری برخوردارند. آرد ارزن از نظر ارزش غذایی در مقایسه با سایر دانه‌های غلات منبع غنی از پروتئین، اسیدهای آمینه ضروری، ویتامین‌ها (نیاسین، B6 و اسید فولیک) و مواد معدنی (کلسیم، آهن، پتاسیم، فسفر، منیزیم و روی) است. هضم ارزن خیلی آسان است و با توجه به اینکه سرعت هضم آن کم است باعث ایجاد سیری می‌شود و از پرخوری و چاقی جلوگیری می‌کند [۲]. لیگان‌ها و لوتونین فیتونوترینت‌های ضروری در ارزن هستند که به عنوان آنتی‌اکسیدان عمل کرده و در مقابل سرطان‌ها مانند مری و سینه مؤثر بوده و به کاهش ناراحتی‌های قلبی-عروقی کمک می‌کند. مصرف منظم آن به دلیل داشتن منیزیم که به عنوان کوفاکتور برای تعدادی از واکنش‌های آنزیمی عمل می‌کند، باعث تنظیم ترشح گلوکز و انسولین می‌شود و کاهش خطر ابتلا به دیابت نوع ۲ و تعداد حملات میگرنی را به دنبال دارد [۳، ۲، ۴]. طبیعت قلبی‌ای آن برای افرادی که مبتلا به اسیدوز و زخم معده هستند مناسب است و به عنوان سوبسترا برای مواد غذایی پروبیوتیک استفاده می‌شود و طعم، بافت و پذیرش کلی محصولات نانویی را بهبود می‌دهد [۴].

از طرفی باید گفت، گرایش عموم مردم به بهبود تغذیه و سلامت باعث شده است که تمایل به استفاده از مواد غذایی کم چرب افزایش یابد. کاهش چربی در فرآورده‌های غذایی بسیار دشوار است، زیرا چربی باعث ایجاد ظاهر، عطر، مزه، احساس دهانی و بافت مطلوب در ماده غذایی می‌شود. کاهش یا جایگزینی قسمتی از چربی موجود در فرمول فرآورده‌های نانویی بر طعم، بافت و حجم آن‌ها اثر نامطلوب دارد [۵ و ۶] در زمینه محصولات غله‌ای

کم چرب مطالعات چندی صورت گرفته است. زولپاس و همکاران (۲۰۰۲) از رافتلین^۱ در شیرینی کم چرب [۷]، گالاگر و همکاران (۲۰۰۳) از سیم پلس^۲ در بیسکوئیت کم چرب [۸]، دیلک و همکاران (۲۰۰۷) از پلی دکستروز در کیک کم چرب [۹]، سودها و همکاران (۲۰۰۷) از امولسیفایر داتم در بیسکوئیت کم چرب [۱۰]، رافائل و همکاران (۲۰۱۰) از ژل چیا در کیک کم چرب [۱۱]، و افا و همکاران (۲۰۱۱) از میکروکریستالین، پکتین و سفیده تخم مرغ در کیک کم چرب [۶]، ژولیا و همکاران (۲۰۱۴) از اینولین در کیک کم چرب [۵]، لورا و همکاران (۲۰۱۴) از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و اینولین در کیک کم چرب [۱۲] و مانلی (۲۰۰۰) از امولسیفایر داتم در کیک کم چرب [۱۳] استفاده کردند.

یکی از مهم‌ترین جایگزین‌های چربی، هیدروکلونیدها هستند. این ترکیبات بیوپلیمرهایی آبدوست حاصل از گیاه، حیوان، میکروب و یا مواد سنتتیک می‌باشند که شامل تعداد زیادی گروه‌های هیدروکسیلی هستند. این احتمال وجود دارد صمغ دانه شنبلیله بتواند گزینه مناسبی به عنوان جایگزین بخشی از چربی موجود در کیک شیفون باشد. دانه شنبلیله حاوی ۷/۴۹ درصد رطوبت، ۷/۲۴ درصد چربی، ۳۴/۱۰ درصد پروتئین، ۳۳/۳۸ درصد خاکستر و ۴۷/۷۹ درصد کربوهیدرات است که از این مقدار ۸/۰۶ درصد آن را قندهای محلول در اتانول و ۳۹/۷۳ درصد آن را صمغ تشکیل می‌دهد [۱۴]. با توجه به اینکه حدود ۷۵ درصد صمغ شنبلیله را گالاتومانان تشکیل می‌دهد [۱۵]، میزان گالاتومانان دانه شنبلیله را می‌توان حدود ۳۰ درصد برآورد نمود. به علاوه صمغ دانه شنبلیله دارای خصوصیات درمانی است. به عنوان مثال سطح گلوکز خون را کاهش می‌دهد و تولید کلسترول در کبد را تنظیم می‌کند. همچنین پائین آورنده قند خون در بیماران دیابتی نوع ۱ و ۲ است [۱۶].

بنابراین با توجه به مزایای آرد ارزن و صمغ دانه شنبلیله و عدم کاربرد این دو ترکیب در کیک، این تحقیق با هدف تولید کیک شیفون رژیمی (مغذی و کم چرب) انجام شد که بدین منظور ۲۰ درصد از آرد گندم با آرد ارزن جایگزین شد. همچنین ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از روغن موجود در کیک به ترتیب با ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱ درصد صمغ دانه شنبلیله و ۹، ۱۸، ۲۷ و ۳۶

1. Raffiline
2. Simplese

گرفت. پس از طی زمان لازم دانه ها به کمک قیف بوخنر متصل به پمپ خلأ از محلول هیدروکلئیدی جدا شدند. محلول تهیه شده به مدت یک شبانه روز در یخچال نگهداری شد و پس از آن با افزودن استون به میزان ۳ برابر حجم، رسوب داده شد. صمغ حاصل به وسیله صافی جداسازی و به منظور حذف استون و رطوبت در آون با دمای ۳۵ درجه سانتی گراد خشک شد. عصاره خشک شده با آسیاب خشک و از الک با مش ۸۰ عبور داده شد و کیسه‌های پلی اتیلنی نگهداری شد [۱۷]. لازم به ذکر است نمونه استخراج شده فاقد چربی، ۲/۱۹ درصد پروتئین و ۸۷/۸۱ درصد بود.

۲-۲-۴-تهیه کیک شیفون

در تهیه کیک شیفون از آرد گندم (۱۰۰ گرم)، روغن مایع (۳۶ گرم)، آب (۵۰ گرم)، شکر (۷۱ گرم)، تخم مرغ کامل (۱۳۳ گرم)، بیکنینگ پودر (۳/۳ گرم)، وانیل (۰/۴۵ گرم)، کرم تارتار (۰/۸ گرم) و اسانس کره (۶ گرم) استفاده شد. لازم به ذکر است در این تحقیق ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد روغن حذف و به ترتیب میزان روغن حذفی با ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد صمغ دانه شنبليله و ۹، ۱۸، ۲۷ و ۳۶ درصد آب اضافی جایگزین شد [۱۸ و ۱۹].

به منظور تهیه خمیر کیک شیفون، ابتدا تمام مواد اولیه توزین و سپس تمام مواد خشک (آرد، شکر، بیکنینگ پودر، وانیل و صمغ دانه شنبليله) با هم مخلوط و سه مرتبه الک شد. زرده و سفیده تخم مرغ جدا و سفیده تخم مرغ با دور ۵ همزن خانگی به مدت ۹۰ ثانیه تا شکل گرفتن سفیده زده و در انتها مقداری از شکر و کرم تارتار به سفیده اضافه شد. زرده تخم مرغ، آب، روغن و اسانس کره با هم به مدت ۲۰ ثانیه با دور ۱ همزن خانگی مخلوط شدند و در چند مرحله در مواد خشک اضافه و کل مواد اولیه به مدت ۹۰ ثانیه با یکدیگر مخلوط گردیدند. در نهایت سفیده شکل گرفته در چند مرحله به سایر مواد اضافه و تا رسیدن به مخلوطی یکنواخت با هم مخلوط شدند. سپس ۱۰۰ گرم از خمیر در قالب مخصوص کیک ریخته شد و در فر با دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه پخت گردید و به مدت ۱ ساعت در دمای محیط ۳۰ درجه سانتی‌گراد خنک شد و در کیسه های پلی اتیلنی تا انجام آزمایشات نگهداری گردید [۱].

درصد آب اضافی جایگزین شد و ویژگی های خمیر و خصوصیات بافتی و حسی محصول تولیدی بررسی شد.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

آرد گندم با ۸/۵ درصد پروتئین، ۱۰/۱ درصد رطوبت و ۰/۸۳ درصد خاکستر از کارخانه گل‌مکان (مشهد-ایران) و دانه ارزن و شنبليله از بازار محلی مشهد خریداری شد. همچنین شکر، روغن نباتی مایع، اسانس کره، کرم تارتار، وانیل و بیکنینگ پودر از یک فروشگاه عرضه‌کننده مواد اولیه قنادی خریداری و تخم مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید کیک‌ها تهیه و در یخچال نگهداری شد.

۲-۲-روش‌ها

۲-۲-۱-تهیه آرد ارزن

به منظور تهیه آرد ارزن، دانه‌ها بوجاری شدند، سپس عملیات نم‌زنی صورت گرفت. مقدار رطوبت لازم که به سختی و رطوبت اولیه دانه بستگی داشت، به دانه‌های خشک اضافه شد و دانه‌ها به هم زده شدند تا رطوبت جذب شد. این عمل سه بار به فاصله ۱۵ دقیقه انجام گرفت. دانه‌ها به مدت یک روز به حال خود گذاشته شدند تا رطوبت به داخل دانه‌ها نفوذ کرد و به تعادل رسید. سپس دانه‌ها به وسیله آسیاب quardrumat senior (Brabender GmbH&Co. KG) آرد شدند. ترکیبات شیمیایی آرد ارزن شامل ۱۰/۳۵ درصد رطوبت، ۲/۱۷ درصد خاکستر و ۸/۹۵ درصد پروتئین بود.

۲-۲-۳-استخراج صمغ از دانه شنبليله

دانه شنبليله پس از خریداری، ابتدا تمیز شد و مواد خارجی آن به صورت دستی خارج شد. سپس توسط آسیاب خرد و از الک با مش ۳۰ عبور داده شد. جهت استخراج صمغ از دانه شنبليله، دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، زمان ۳ ساعت و ۴۵ میلی لیتر آب به ازای هر گرم دانه در pH ثابت ۷ اعمال شد. برای تثبیت pH از محلول سود یا اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال استفاده شد. قبل از افزودن دانه های خرد شده، آب تا دمای مورد نظر حرارت داده شد. مخلوط آب و دانه با استفاده از همزن با سرعت ثابت ۱۵۰۰ دور در دقیقه مخلوط گردید. برای ثابت نگه داشتن دما طی زمان استخراج، ظرف آب و دانه درون بن ماری با دمای ثابت قرار

۲-۲-۵- قوام خمیر

در ادامه تصاویر دودویی^۶، با فعال کردن قسمت آنالیز نرم‌افزار، درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۲۱ و ۲۲].

۲-۲-۱۰- رنگ پوسته

برای اندازه‌گیری سه شاخص L^* ، a^* و b^* ابتدا برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از پوسته و بافت نان با استفاده از چاقو اره‌ای برقی ۱۲۰ وات مدل ۴۱۶۰۰ تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد. سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد [۲۳].

۲-۲-۱۱- بافت

ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج QTS مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۶۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز کیک، به‌عنوان شاخص سفتی^۷ محاسبه گردید. نقطه شروع^۸ و نقطه هدف^۹ به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۲۵ میلی‌متر بود [۲۴].

۲-۲-۱۲- ارزیابی حسی

جهت ارزیابی ویژگی‌های حسی ۵ داور از بین ۳۰ نفر مطابق با آزمون مثلثی انتخاب گردیدند [۲۵] و ارزیابی صفات براساس هدونیک پنج نقطه‌ای از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. ویژگی‌های حسی کیک از نظر فرم و شکل، ویژگی‌های سطح بالایی و پائینی، تخلخل، سفتی بافت، قابلیت جویدن و بو و مزه ارزیابی شدند. ویژگی‌های بررسی شده به ترتیب دارای ضریب رتبه‌ای ۴، ۲، ۱، ۲، ۲، ۳ و ۳ بودند. در نهایت، پذیرش کلی با استفاده از رابطه ذیل محاسبه گردید. [۲۶].

$$Q = \frac{\sum(P \times G)}{\sum P}$$

Q = پذیرش کلی، P = ضریب رتبه صفات و G = ضریب ارزیابی صفات.

جهت اندازه‌گیری این کمیت از قوام‌سنج بوستویک (چین) استفاده شد. این دستگاه دارای محفظه‌ای مکعب مستطیل شکل یا نیمه استوانه‌ای با دو خانه کوچک و بزرگ بود که خمیر درون خانه کوچک ریخته شد و بعد از آزاد کردن تیغه بین دو خانه مسیر طی شده توسط خمیر در زمان معین قرائت و عکس مسافت طی شده توسط خمیر به عنوان قوام گزارش شد [۱۹].

۲-۲-۶- وزن مخصوص

جهت اندازه‌گیری این کمیت حجم مشابهی از خمیر کیک و آب دوبر تقطیر در یک درجه حرارت یکسان وزن شد. با تقسیم وزن خمیر کیک به وزن آب دوبر تقطیر، وزن مخصوص خمیر کیک محاسبه شد [۱۹].

۲-۲-۷- رطوبت

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید [۲۰]. برای این منظور نمونه‌ها در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت در آون (مارک Jeto Tech، مدل OF-O2G، ساخت کشور کره جنوبی) با حرارت ۱۰۰-۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

۲-۲-۸- حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا^۳ مطابق با استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد. برای این منظور در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، قطعه‌ای به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر از مرکز هندسی کیک تهیه گردید و حجم مخصوص آن تعیین شد [۲۰].

۲-۲-۹- تخلخل

بررسی تخلخل بافت درونی کیک (برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر) در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت با استفاده از تکنیک پردازش تصویر انجام شد. تصویربرداری از بافت درونی نان به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل انجام شد. سپس تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J^۴ قرار گرفت و پس از تهیه تصاویر سطح خاکستری^۵ و

6. Binary Images
7. Hardness
8. Trigger Point
9. Target Value

3. Rape seed displacement
4. Image Processing and Analysis in Java
5. Gray level images

همکاران (۲۰۱۲) عنوان داشتند افزایش سطح تماس قطرات روغن با یکدیگر منجر به افزایش نیروی اصطکاک بین ذرات در امولسیون‌های آب در روغن می‌گردد و حضور امولسیفایر در بین ترکیبات امولسیون‌ها می‌تواند، تأثیر به سزایی بر میزان ویسکوزیته و قوام خواهد داشت [۲۷].

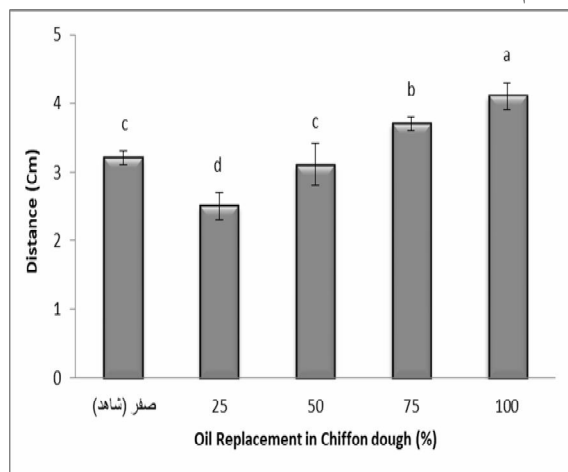


Fig 1 The effect of oil replacement by Fenugreek seed gum on consistency of dough.

Different letters show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

۳-۲-وزن مخصوص خمیر

شکل ۲ نشان دهنده وزن مخصوص خمیر کیک‌های شیفون است. همانطور که نتایج نشان داد، وزن مخصوص خمیر نمونه‌های که ۲۵ و ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن‌ها حذف شده بود، کمتر از سایر نمونه‌ها و حتی نمونه شاهد بود.

وزن مخصوص خمیر کیک به معنای هوادهی بهتر خمیر و حفظ و نگهداری هر چه بیشتر و مطلوب‌تر حباب‌های هوا در خمیر کیک است که این مسئله بر افزایش حجم مخصوص و تخلخل نمونه‌های کیک و حتی کاهش میزان سفتی بافت آن اثرگذار است [۲۸]. چند عامل بر وزن مخصوص خمیر اثرگذار است یکی از مهمترین عوامل ترکیبات موجود در فرمولاسیون و تغییرات آن می‌باشد. همانطور که اشاره شد در صمغ شنبلیله به دلیل داشتن پروتئین به احتمال زیاد خاصیت امولسیفایری دارد که می‌تواند بر کاهش وزن مخصوص خمیر و بهبود بافت آن مؤثر باشد. رحیمی و همکاران (۱۳۹۸) بیان نمود با بهره‌مندی از خواص امولسیون‌کنندگی هیدروکلوئیدها می‌توان گرانروی فاز آبی

۳-۲-۱۳-تجزیه و تحلیل آماری

طرح آماری مورد استفاده یک طرح کاملاً تصادفی و نرم‌افزار استفاده شده Mstat-c نسخه ۱/۴۲ بود که جهت تجزیه و تحلیل آماری نتایج استفاده شد. بدین ترتیب میانگین تکرارها (سه تکرار برای بافت خمیر، رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، بافت و رنگ پوسته و بافت درونی و پانزده تکرار برای ویژگی‌های حسی) با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه گردید. همچنین نرم‌افزار Excel جهت رسم نمودارها و ارائه مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-قوام خمیر

شکل ۱ نشان‌دهنده قوام خمیر است. لازم به ذکر است هر چه مسافت طی شده بر حسب سانتی‌متر کمتر باشد، قوام خمیر بیشتر است. همانطور که نتایج نشان داد، خمیر نمونه‌ای که ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن‌ها حذف شده بود، با قوام نمونه شاهد مشابهت داشتند. نکته قابل توجه این بود نمونه‌ای که ۲۵ درصد از روغن آن حذف شده بود و با ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شنبلیله و ۹ درصد آب اضافی جایگزین شده بود، قوامی بیشتر از نمونه شاهد داشت. به نظر می‌رسد میزان صمغ موجود در فرمولاسیون این نمونه علاوه بر نقش اصلی خود به عنوان جایگزین روغن موجود در فرمولاسیون، توانسته به تقویت شبکه گلوتهی کمک کند و فقدان گلوتهن موجود در آرد ارزن که بخشی از آرد موجود در فرمولاسیون را تشکیل داده است، نماید. به طور کل افزایش قوام توسط صمغ‌ها را می‌توان چنین توجیه کرد که صمغ‌ها در حضور آب شبکه ژل‌مانندی ایجاد می‌کنند و از این طریق سبب افزایش قوام محصول تولیدی می‌شوند. نتایج رحیمی و همکاران (۱۳۹۸) که به بررسی اثر صمغ بارهنگ به عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون کیک روغنی پرداختند، مشابهت داشت [۱۹]. البته با توجه به اینکه در بین ترکیبات صمغ دانه شنبلیله، حدود ۲ درصد پروتئین وجود داشت، می‌توان احتمال خاصیت امولسیفایری این صمغ را داد. با این احتمال می‌توان گفت که این صمغ از طریق خاصیت امولسیفایری خود نیز بر افزایش قوام مؤثر بوده است. در این زمینه نیک زاده و

شد که با توجه به نتایج بدست آمده از بخش قوام می‌توان گفت، میزان افزودن آب اضافی به فرمولاسیون نمونه‌هایی با ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی بیش از حد نیاز فرمولاسیون بود و با کاهش قوام، بافت خمیر را با مشکل و عدم نگهداری تعداد مناسب هوا در خود مواجه نموده است.

۳-۳-۳-رطوبت کیک

شکل ۳ نشان‌دهنده رطوبت کیک‌های تولیدی است. همانطور که نتایج نشان داد، با افزایش درصد حذف روغن و جایگزینی آن با صمغ دانه شنبلیله بر میزان رطوبت کیک شیفتون افزوده شد.

هرچند روغن موجود در مواد غذایی قادرست با احاطه کردن مولکول‌های آب از تبخیر شدن آن‌ها به خصوص در حین فرایند پخت جلوگیری به عمل می‌آورد و خود به عنوان عامل ممانعت‌کننده خروج رطوبت عمل کند، ولی به نظر می‌رسد قدرت صمغ دانه شنبلیله (به دلیل خاصیت آبدوستی) در حفظ و نگهداری آب بیش از روغن بوده است، زیرا با کاهش میزان روغن موجود در فرمولاسیون، میزان رطوبت نمونه‌های کیک کم چرب افزایش یافته است. صحرانیان و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند صمغ‌ها قابلیت تشکیل یک بافت ژل مانند پیوسته را دارند و با این توانایی می‌تواند در حفظ رطوبت طی مدت زمان ماندگاری موفق عمل کنند. همچنین این محققان بیان نمودند ترکیباتی که توانایی تشکیل ژل دارند، با تشکیل یک سری از پیوندهای عرضی که زنجیره‌های پلیمری را بهم وصل می‌کنند، یک شبکه سه بعدی تولید کرده و در شکاف‌های خود، آب را به دام می‌اندازند و از این طریق سبب حفظ رطوبت محصول طی انبارداری می‌شوند [۳۱]. استلا و ماریا (۲۰۱۵) اثر زمان نگهداری را بر پذیرش نان حاوی پروتئین ایزوله لوبین و صمغ brea مطالعه نمودند. در این تحقیق سه نمونه تولید شد. نمونه اول حاوی آرد گندم (شاهد)، نمونه دوم حاوی ۹۰ درصد آرد گندم و ۱۰ درصد پروتئین ایزوله شده لوبین و نمونه سوم حاوی ۹۰ درصد آرد گندم، ۱۰ درصد پروتئین ایزوله شده لوبین و صمغ brea بود. در این پژوهش پروفایل بافت نمونه‌های تولیدی،

محلول‌های دیسپرسیونی را کاهش داد و از بهم پیوستن قطرات روغن جلوگیری نمود و باعث پایدار شدن سیستم‌های امولسیون شد و از طریق پایدار شدن سیستم می‌توان هوادهی خمیر کیک را افزایش و وزن مخصوص خمیر کیک را کاهش داد [۱۹]. همچنین ساهی و آلاوا (۲۰۰۳) عنوان کردند ترکیباتی که دارای ویژگی امولسیون‌کنندگی هستند با کاهش کشش سطحی، سبب کاهش میزان انرژی مورد نیاز برای ایجاد یک فضای بین سطحی بزرگتر می‌گردد و در نتیجه با تشکیل کف‌های پایدار به بهبود عمل هوادهی در خمیر کیک کمک می‌کنند [۲۹].

همچنین می‌توان گفت، صمغ و موسیلاژ بذره‌های بومی که جزء دسته هیدروکلوئیدها محسوب می‌شوند، بجز اثرات مفید دارویی و تغذیه‌ای و مزایای اقتصادی آن‌ها، به دلیل حضور ترکیبات بیوپلیمری آبدوست و تعداد زیاد گروه‌های هیدروکسیلی (جاذب الرطوبه بودن)، خواص پایدارکنندگی و امولسیون‌کنندگی کاربرد فراوان دارند [۳۰].

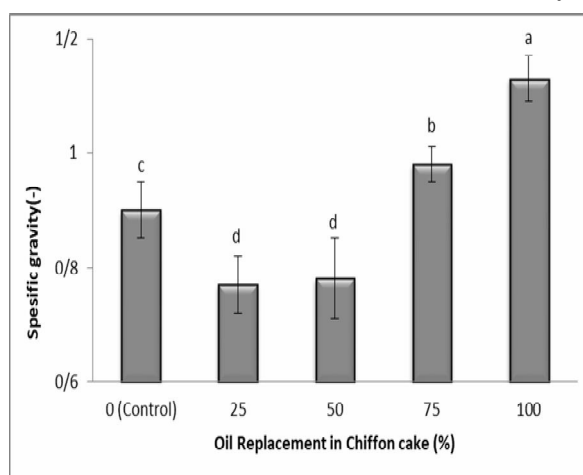


Fig 2 The effect of oil replacement by Fenugreek seed gum on specific gravity of dough. Different letters show the statistically significant differences ($P<0.05$).

از آنجا که نمونه‌های تولیدی حاوی آرد ارزن هستند و بخشی از آرد گندم موجود در فرمولاسیون با این آرد جایگزین شده است، حضور صمغ با خاصیت آبدوستی و تشکیل ژل و در نهایت بهبود شبکه گلولتی سبب کاهش وزن مخصوص خمیر و حفظ و نگهداری تعداد بیشتری حباب هوا در خمیر شده است. البته لازم به ذکر که با حذف روغن به میزان برابر آب به فرمولاسیون اضافه

چند طریق سبب بهبود حجم مخصوص نمونه شده است. بدین صورت که صمغ موجود جایگزین بخشی از روغن و گلوتن حذف شده در فرمولاسیون گردیده است (به دلیل وجود آرد ارزن در فرمولاسیون، سطح گلوتن کل کاهش یافته است) و از طرفی این احتمال وجود دارد که بخشی از صمغ در استحکام بخشیدن به دیواره سلول های هوای موجود در کیک نقش داشته و از پاره شدن آن حین فرآیند پخت جلوگیری نموده است. صحرائیان و همکاران (۲۰۱۳) با افزودن صمغ شاهی به نان ترکیبی (گندم-برنج) به این نکته اشاره کردند، حضور ترکیبات ژل دهنده نظیر صمغ ها در فرمولاسیون محصولات نانوائی عاملی بر استحکام دیواره سلول های گازی بوده که چنانچه سطح مصرف این ترکیبات صحیح انتخاب شود، نه تنها ضعف ناشی از کمبود گلوتن در آردهای ضعیف و بدون گلوتن جبران می شود، بلکه حجم بهبود می یابد [۳۱]. همچنین ایوا و همکاران (۲۰۱۷) با افزودن صمغ chios mastic به نان حاوی آرد برنج، هجرانی و همکاران (۲۰۱۷) با کاربرد صمغ گزانتان و گوار را در کنار آنزیم آمیلاز و لیپاز در فرمولاسیون نان بربری نیم پز منجمد، نتایج مشابهی را گزارش نمودند [۳۳ و ۳۴].

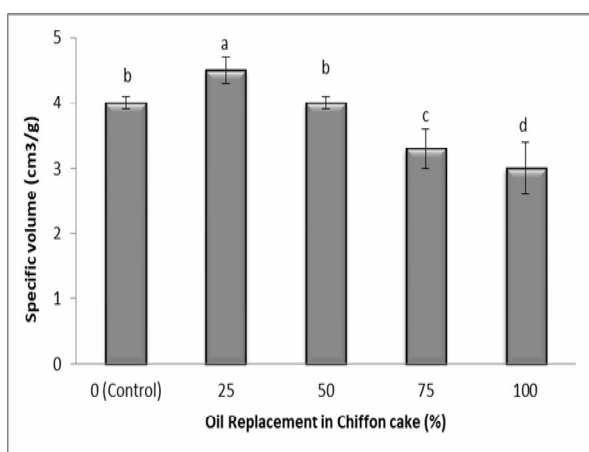


Fig 4 The effect of oil replacement by Fenugreek seed gum on specific volume of chiffon cake. Different letters show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

رطوبت، رنگ و پذیرش کلی بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت بررسی شد. نتایج نشان داد نمونه حاوی ترکیب هر دو آرد دارای بیشترین رطوبت در کل مدت انبارمانی بود. این در حالی بود که با افزودن صمغ به این نمونه اختلاف میزان رطوبت با نمونه شاهد افزایش یافت [۳۲].

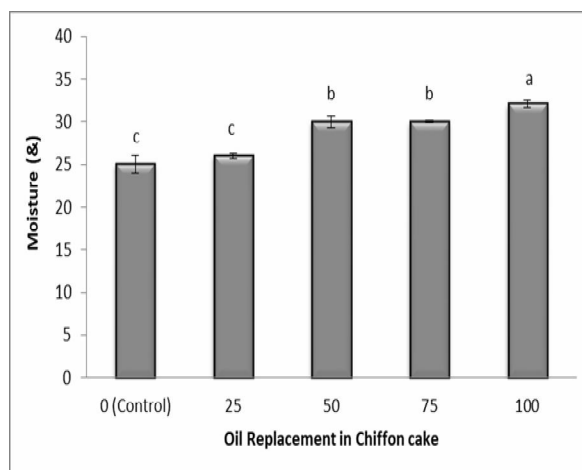


Fig 3 The effect of oil replacement by Fenugreek seed gum on moisture of chiffon cake.

۳-۴- حجم مخصوص کیک

شکل ۴ نشان دهنده حجم مخصوص خمیر کیک های تولیدی است. همانطور که نتایج نشان داد، حجم مخصوص نمونه ای که ۲۵ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن ها حذف شده بود، بیشتر از سایر نمونه ها و حتی نمونه شاهد بود. این در حالی بود که حجم مخصوص نمونه ای که ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن ها حذف شده بود با نمونه شاهد مشابهت داشت. حجم فرآورده های نانوائی فاکتور مهمی است که در ظاهر و بازاری پسندهای محصول نقش مهمی دارد و ویژگی مهمی در ارزیابی کیک است. افزایش حجم مخصوص کیک تحت تأثیر تعداد حباب های هوای ورودی به خمیر کیک، حفظ و نگهداری آن ها در خمیر و حین پخت و همچنین تبخیر مناسب آب بستگی دارد و اگر در یک مورد اختلالی ایجاد شود، حجم کاهش می یابد. این احتمال وجود دارد صمغ دانه شنبلیله موجود در نمونه ای که ۲۵ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن ها حذف شده بود از

۳-۵- تخلخل کیک

باقی مانده و اندازه آن کوچکتر است که این موضوع خود بر افزایش تخلخل تأثیر چشمگیری دارد [۳۷].

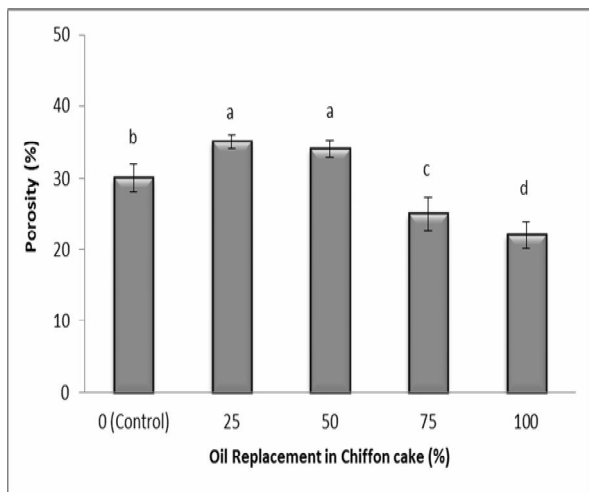


Fig 5 The effect of oil replacement by Fenugreek seed gum on porosity of chiffon cake. Different letters show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

۴-۶- بافت کیک

جدول ۱، نشان‌دهنده بافت کیک در دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت است. همانطور که نتایج نشان داد، نمونه‌ای که ۲۵ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن حذف شده بود، از بافت نرم‌تری در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت برخوردار بود. این در حالی بود که در همین بازه زمانی، بافت نمونه‌ای که ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن حذف شده بود، با نمونه شاهد به لحاظ سفتی بافت مشابهت داشت. همچنین نتایج بافت کیک در بازه زمانی یک هفته پس از پخت نشان داد، نمونه‌ای که ۲۵ و ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن حذف شده بود، دارای بافت نرم‌تری در مقایسه با بافت سایر نمونه‌ها و تولیدی بودند و حتی بافت نمونه شاهد از یافت این دو نمونه (نمونه حاوی ۲۵٪ و ۵۰٪ درصد صمغ دانه شاهی) در بازه زمانی یک هفته پس از پخت سفت‌تر بود.

روغن به دلیل خاصیت امولسیون‌کنندگی به راحتی در خمیر پخش شده و بر ویژگی‌های محصول از جمله بافت اثر خوبی به جا می‌گذارد و ضمن بهبود ساختار مغز محصولات نانوائی تا حدود زیادی از بیاتی محصول تولیدی با جلوگیری از خروج رطوبت به خصوص طی مدت زمان نگهداری جلوگیری به عمل

شکل ۵ نشان دهنده تخلخل کیک‌های شیفون است. همانطور که نتایج نشان داد، تخلخل نمونه‌هایی که ۲۵ و ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن‌ها حذف شده بود، بیشتر از سایر نمونه‌ها و حتی نمونه شاهد بود. حصول چنین نتیجه‌ای با توجه به نتایج بدست آمده از وزن مخصوص خمیر کیک دور از انتظار نبود. در واقع نمونه‌هایی با کمترین وزن مخصوص از بیشترین میزان تخلخل برخوردار بودند. خمیرهایی با وزن مخصوص کمتر و هوادهی بهتر این خمیرها، در پخش حباب‌های هوای موجود در خمیر کیک موفق‌تر هستند که در نهایت منجر به افزایش میزان تخلخل محصول می‌شود. ماندالا (۲۰۰۵) اثر صمغ گوار، گزانتان و مخلوط گوار و گزانتان را بر ماکرو و میکرو ساختار نان‌های نیم پز و منجمد بررسی کردند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که ترکیب صمغ‌های گوار و گزانتان در فرمولاسیون نان نیم منجمد سبب ایجاد ساختاری منظم در بافت نان شد و محصولی حجیم و متخلخل‌تر در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه فاقد صمغ) تولید شد [۳۵].

به طور کل می‌توان گفت، تخلخل به ساختار منافذ بافت درونی محصولات نانوائی اشاره دارد. از طرفی میزان تخلخل مغز بافت تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در مغز بافت و همچنین نحوه توزیع و پخش این حفرات است، که هرچه تعداد حفرات و سلول‌های گازی بیشتر باشد و توزیع و پخش آن‌ها یکنواخت‌تر صورت گرفته باشد، میزان تخلخل محصول نهایی بیشتر خواهد بود [۳۶]. اوزاک و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه خود بیان نمودند، چنانچه افزودنی‌هایی با هدف افزایش قوام و ویسکوزیته در فرمولاسیون مواد غذایی البته در سطوح مناسب استفاده شوند به طوری که در پخش حباب‌های هوای موجود در نمونه اختلالی ایجاد نکنند، از طریق کاهش بهم پیوستن سلول‌های گازی به دلیل ایجاد یک لایه ضمیم در سطح سلول‌ها، موجب پایداری سلول‌های گازی گشته، بنابراین هر سلول به طور مجزا و جداگانه

این توانایی می‌تواند در حفظ رطوبت طی مدت زمان ماندگاری و کند کردن فرایند بیاتی نمونه‌های تولیدی موفق عمل کنند. از طرفی ترکیباتی که توانایی تشکیل ژل دارند، با تشکیل یک سری از پیوندهای عرضی که زنجیره‌های پلیمری را بهم وصل می‌کنند، یک شبکه سه بعدی تولید کرده و در شکاف‌های خود، آب را به دام می‌اندازند و از این طریق سبب حفظ رطوبت محصول طی انبارداری و به تأخیر انداختن پدیده بیاتی می‌شوند [۳۱]. بی‌تقصیر و همکاران (۱۳۹۲) به ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کیک کم کالری حاوی موسیلاژ بزرک به عنوان جایگزین چربی پرداختند. در این تحقیق نمونه بهینه حاوی ۷۱/۵۳ درصد آب، ۱/۶۰ درصد موسیلاژ و ۱۰/۳۸ درصد چربی بود. نتایج نشان داد ویسکوزیته و چگالی نسبی خمیر و حجم و محتوای رطوبتی کیک بهینه نسبت به نمونه شاهد بیشتر بود. همچنین یافته‌ها بیانگر آن بود که میزان سفتی نمونه بهینه با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت که این امر نشان‌دهنده آن موسیلاژ دانه بزرک به خوبی توانسته نقش روغن در فرمولاسیون کیک را بازی کند و از اثر منفی ناشی از کاهش روغن بر بافت محصول جلوگیری کند [۳۸].

می‌آورد [۱۹]. بنابراین زمان حذف یا جایگزینی بخشی از روغن موجود در این دسته از محصولات با سایر ترکیبات باید در نظر گرفت که صرفاً هدف تولید یک محصول رژیمی نیست، بلکه بافت آن محصول، جهت پذیرش از جانب مصرف‌کنندگان به لحاظ ویژگی‌های بافتی نظیر حجم، تخلخل و سفتی یا نرمی بافت دارای اهمیت است. شاید به همین دلیل است که در نمونه‌هایی با حداکثر جایگزینی روغن با صمغ دانه شاهی با وجود آنکه صمغ بیشتری در فرمولاسیون است ولی بافت محصولی تولیدی در هر دو بازه زمانی سفت‌تر است.

پدیده بیاتی به دو دسته تقسیم می‌شود، یکی بیاتی پوسته و دیگری بیاتی مغز (بخش درونی بافت) است. بیاتی پوسته معمولاً به علت انتقال رطوبت از مغز به پوسته صورت می‌گیرد که منجر به ایجاد بافتی چرمی شده و معمولاً در مقایسه با بیاتی مغز کمتر مورد اعتراض مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد. سفتی مغز یا بافت درونی بر حسب محل مغز متفاوت بوده و حداکثر در مرکز بافت محصول قرار دارد و به هر حال از لحظه خروج از فر یا تنور اتفاق می‌افتد و با گذشت زمان نگهداری شدت می‌یابد [۳۶]. صمغ‌ها قابلیت تشکیل یک بافت ژل مانند پیوسته را دارند و با

Table 1 The effect of oil replacement by Fenugreek seed gum on texture of chiffon cake.

Oil Replacement (%)	Firmness (N)	
	2 hours	1 week
0 (Control)	10.1±0.3 ^b	14.9±0.6 ^b
25	8.9±0.9 ^c	10.9±0.2 ^c
50	10.5±0.9 ^b	11.5±1.1 ^c
75	14.1±0.2 ^a	17.5±0.7 ^a
100	14.5±0.7 ^a	16.9±0.9 ^a

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد افزوده و از مؤلفه رنگی ^b کاسته شد.

یکی از وظایف روغن در فرمولاسیون کیک یا سایر محصولات نانوایی ایجاد براقیت یا درخشندگی پوسته (سطح خارجی) نمونه است که با کاهش میزان چربی، روغن و یا شورتنینگ مصرفی در فرمولاسیون اولیه این دسته از محصولات، شاخص رنگی ^{L*} کاسته می‌شود. اما دلیل اینکه نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شنبلیله (نمونه‌ای که ۲۵ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن حذف شده بود) از روشنایی بیشتری حتی در مقایسه با نمونه شاهد، برخوردار است، به احتمال زیاد تحت تأثیر ویژگی‌های ظاهری پوسته نظیر سطح یکنواخت آن بود. زیرا هرچه سطح

۳-۷-رنگ پوسته کیک

جدول ۲ نشان‌دهنده سه مؤلفه رنگی (^{L*} ^{a*} ^b) است. همانطور که نتایج نشان داد، نمونه‌ای که ۲۵ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن حذف شده بود، از مؤلفه رنگی ^{L*} بیشتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها برخوردار بود. علاوه بر این نتایج بیانگر آن بود، نمونه‌ای که ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن حذف شده بود به لحاظ میزان روشنایی با نمونه شاهد مشابهت داشت. همچنین نتایج نشان داد، با افزایش درصد جایگزینی روغن با صمغ دانه شنبلیله بر میزان مؤلفه رنگی ^{a*} به

مؤثر در ایجاد رنگ است، جلوگیری به عمل آورد [۴۰]. از این رو هرچند روغن در سطوح بالا بر میزان روشنایی و شاخص رنگی L^* نقش دارد، ولی می‌تواند عامل ممانعت‌کننده در ایجاد قرمزی یا شاخص a^* باشد. البته افزایش بیش از اندازه این شاخص رنگی خود می‌تواند در مصرف‌کننده حس سوختگی القاء کند. بنابراین در این پژوهش افزایش قرمزی پوسته به احتمال زیاد تحت تأثیر افزایش شدت واکنش مایلارد و تولید رنگدانه‌های قهوه‌ای طی زمان پخت بوده است. همچنین کاهش میزان زردی نمونه‌های تولیدی را تحت تأثیر کاهش روغن موجود در فرمولاسیون دانست. رحیمی و همکاران (۱۳۹۸) با مطالعه اثر به صمغ بارهنگ به عنوان جایگزین روغن در کیک، نتیجه مشابهی را گزارش کرد و بیان نمود کاهش میزان زردی یا شاخص رنگی b^* تحت تأثیر رنگدانه‌های موجود در روغن و کاهش یا حذف آن‌ها از فرمولاسیون اولیه کیک بود [۱۹].

Table 1 The effect of oil replacement by Fenugreek seed gum on crust of chiffon cake.

Oil Replacement (%)	Firmness (N)		
	L^*	a^*	b^*
0 (Control)	44.2±0.9 ^b	4.9±0.2 ^d	22.7±0.2 ^a
25	48.5±1.4 ^a	5.4±0.1 ^c	22.5±0.2 ^a
50	43.7±0.7 ^b	6.2±0.1 ^b	21.7±0.1 ^b
75	39.2±1.1 ^c	8.2±0.5 ^a	20.9±0.2 ^c
100	40.5±1.4 ^c	7.8±0.2 ^a	21.1±0.4 ^c

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

زیادی جهت بررسی عوامل مؤثر بر رهاپش طعم صورت گرفته است. اغلب محققان معتقدند که درک شدت طعم و رهاپش مواد طعم‌زا بستگی به نوع بافت محصول نهایی دارد [۴۱]. به‌طور مثال در بافت‌هایی که انسجام، پیوستگی و سفتی مطلوبی دارند، درک طعم شیرین‌تر گزارش شده است. بلند و همکاران (۲۰۰۴) علت این رخداد را برهمکنش‌های متفاوت بین مواد طعم‌زا و ساختار بافت بیان نمودند [۴۲]. خصوصیات سطح بالایی و پایینی کیک‌های تولیدی نیز تا حد زیادی وابسته به رنگ محصول بود و همانطور که در بخش ارزیابی شاخص‌های رنگی پوسته اشاره شد، نمونه‌هایی که در آن‌ها روغن حذف گردید یا مقدار کمی روغن داشتند، رنگ بسیار تیره و کدر داشتند که این احساس را برای داوران چشایی القاء نمود که این نمونه‌ها دارای مدت زمان یا دمای پخت بیشتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها بودند و این امر باعث سوختگی آن‌ها شده است، در حالی که دما و زمان پخت برای تمام نمونه‌ها ثابت بود. در راستای استفاده از صمغ‌ها در محصولات نانوائی کم چرب گزارشاتی مبنی بر اثرات مثبت این

محصولی یکنواخت و صاف باشد، انعکاس نور بیشتر و مؤلفه رنگی L^* بیشتر خواهد شد. در واقع صمغ موجود در فرمولاسیون کیک شیفون کم چرب علاوه بر جبران بخشی از روغن حذف شده در فرمولاسیون، بخشی از آن سبب بهبود بافت محصول شده و با حفظ رطوبت و به احتمال زیاد ممانعت از مهاجرت رطوبت از بافت درونی نان به سطح پوسته، سبب ایجاد سطحی هموار گردیده است. محمدی و همکاران (۲۰۱۴) با افزودن صمغ زانتان به نان و صحرائیان و همکاران (۲۰۱۳) با افزودن صمغ شاهی به نان ترکیبی حاوی آرد برنج و گندم نتایج مشابهی را در راستای افزایش روشنایی گزارش نمودند [۳۹ و ۳۱].

از سوی دیگر باید گفت روغن موجود در فرمولاسیون محصولات نانوائی نظیر کیک، تا حدودی توانایی احاطه کردن پروتئین موجود در مواد اولیه کیک را دارد و از این طریق می‌تواند، واکنش قهوه‌ای شدن (مایلارد) که یکی از واکنش‌های

۳-۸- خصوصیات حسی کیک

شکل ۶ نشان دهنده خصوصیات حسی کیک‌های شیفون کم چرب است. همانطور که نتایج نشان داد، نمونه‌های که ۲۵ و ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن حذف شده بود، به لحاظ امتیاز ویژگی‌های حسی با نمونه شاهد مشابهت داشتند و حتی امتیاز برخی از ویژگی‌های نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شنبلیله (نمونه‌ای که ۲۵ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون آن حذف شده بود) بیشتر از نمونه شاهد بود و همین امر سبب افزایش امتیاز پذیرش کلی این نمونه که میانگین امتیاز ویژگی‌های حسی بعد از اعمال ضرایب مؤثره آن‌ها بود، شد.

به احتمال زیاد برتری بو و مزه نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شنبلیله تحت تأثیر برتری نرمی و سفتی بافت و قابلیت جویدن این نمونه نسبت به نمونه شاهد بود. لازم به ذکر است که ارزیابان چشایی گزارش کردند، نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شنبلیله شیرین‌تر از سایر نمونه‌ها بود، در حالی که میزان شکر برای کل نمونه‌ها کاملاً برابر بود. در این راستا مطالعات

همکاران (۲۰۱۴) اثر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز را به عنوان جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات در فرمولاسیون بیسکوئیت بررسی کردند. براساس نتایج این محققان مشخص گردید که تنها جایگزینی ۱۵ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون توانست بیسکوئیت قابل پذیرش از نظر داوران چشایی ایجاد نماید [۴۴].

مقلد چربی و روغن بر خصوصیات حسی وجود دارد. رافائل و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی ژل چیا (ترکیبی پروتئینی) به عنوان جایگزین چربی در کیک اذعان داشتند که با جایگزینی ۲۵ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون خمیر کیک با ژل چیا رنگ، مزه، بافت و پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی بهبود یافت [۴۳]. لورا و

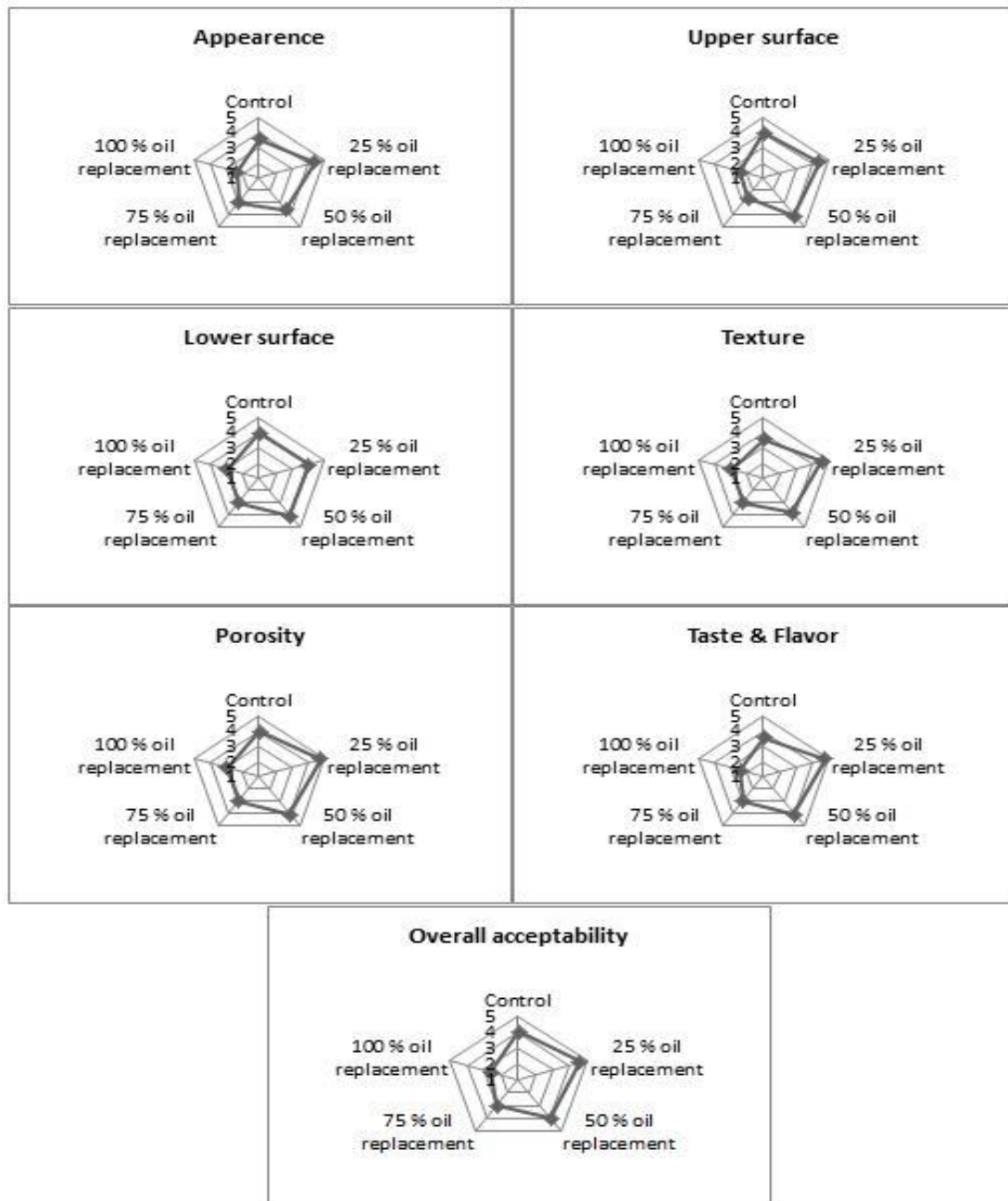


Fig 6 The effect of oil replacement by Fenugreek seed gum on sensory properties of chiffon cake.

cookie properties. *Science and food agriculture*, 82(14): 1637-1644.

- [8] Gallagher, E., Gormley, T. R., and Arendt, E. K. 2004. Recent advances in the formulation of gluten free cereal based. *Food Science and Technology*, 15: 143-152.
- [9] Dilek, K., Zeynep, H., Alev., B. and Sinan, K. 2007. Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar and fat replacement. *Journal of Food Engineering*, 78(3): 953-964.
- [10] Sudha, M.L., Srivastava, A.K., Vetrmani, R., and Leelavathi, k. 2007. Fat replacement in soft dough biscuits: It's implications on dough rheology and biscuits quality. *Journal of Food Engineering*, 80: 922-930.
- [11] Rafael, B., Alicia, A., and Alberto, E. 2010. Chia (*Salvia hispanica* L) Gel Can Be Used as Egg or oil Replacer in cake formulations. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(6): 946-949.
- [12] Laura, L., Cristina, P., Paula, V., Ana, S. and Teresa, S. 2014. HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental evaluation. *LWT- Food science and technology*, 56(2): 494-501.
- [13] Manley, D. 2001. Biscuit, cracker and cookies recipes for food industry. In: CRC., p. 151-159, 178-182.
- [14] Brummer, Y., Cui, W. and Wang, Q. (2003). Extraction, purification and physicochemical characterization of fenugreek gum. *Food Hydrocolloids*, 17(3): 229-36.
- [15] Jiang, J.X., Zhu, L. W., Zhang, W. M. & Sun, R.C. (2007). Characteristics of galactomannan gum from fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seeds and its rheological properties. *Int. J. Polym. Mater*, 56: 1145-1154.
- [16] Srinivasan, K. (2006). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): A review of health beneficial physicochemical effects. *Food Rev. Int*, 22: 203-224.
- [17] Singthong, J., Ningsanond, S. & Cui, S. W. (2009). Extraction and physicochemical characterization of polysaccharide gum from Yanang (*Tiliacora rtiandra*) leaves. *Food Chemistry*, 114: 1301-1307.
- [18] Naghipour, F., Tabatabaei Yazdi, F., Karimi, M. Mortazavi, S. A. & Mohebbi, M. (2017). Effect of sorghum β -Glucan as fat

۴- نتیجه گیری

این پژوهش با هدف تولید کیک شیفون کم چرب و جایگزین نمودن روغن موجود در فرمولاسیون با صمغ دانه شنبلیله به دلیل تقاضای مصرف‌کنندگان به محصولات رژیمی و استفاده از افزودنی‌های طبیعی انجام شد. نتایج به وضوح نشان داد، امکان

حذف حداکثر ۵۰ درصد روغن موجود در فرمولاسیون کیک شیفون با صمغ دانه شنبلیله امکانپذیر است و می‌توان محصولی با بافت نرم، ماندگاری بالا و ویژگی‌های حسی مطلوب و قابل پذیرش تولید نمود و به بازار محصولات رژیمی و کم کالری ورود کرد.

۵- منابع

- [1] Amirabadi, S., Koocheki, A. & Mohebbi, M. (2015). Effect of Xanthan and Lepidium perfoliatum seed gums on quality and shelf-life of Chiffon cake. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 10(4): 375-386. [In Persian].
- [2] Chappalwar, V. M., Peter, D., Bobde, H. & John, S. M. (2013). Quality characteristics of cookies prepared from oats and finger millet based composite flour. *IRACST-Engineering Science and Technology: An International Journal (ESTIJ)*, 3: 677-683.
- [3] Chhavi, A. and Sarita, S. (2012). Evaluation of composite millet breads for sensory and nutritional qualities and gly-cemic response. *Malaysian journal of Nutrition*, 18 (1): 89-101.
- [4] Naas, (2012). Integration of millets in fortified foods, National Academy of Agricultural Sciences, New Delhi. Policy Paper NO. 54: 15P.
- [5] Julia, R., Sarabjit, S., Sahi. And Isabel, H. 2014. Functionality of lipase and emulsifiers in low-fat cakes with inulin. *LWT-Food Science and Technology*, 58(1): 173-182.
- [6] Wafaa, M.M., Abozeid, M., Manal, F., Salama. And Moawad, R.K. 2011. Utilization of fat replacer in production of reduced cakes and cookies. *Australian Journal of Basic and Applied Science*, 5(12):2833-2840.
- [7] Zoulias, E.I., Oreopoulou, V. and Kounalaki, E. 2002. Effect of fat and sugar replacement on

- S.A., Mohebbi, M. 2017. Plantago major seed mucilage: Optimization of extraction and some physicochemical and rheological aspects. *Carbohydrate Polymers*, 155: 68-77.
- [31] Sahraiyani, B., Naghipour, F., Karimi, M. and Ghiafeh Davoodi, M. 2013. Evaluation of Lepidium sativum seed and guar gum to improve dough rheology and quality parameters in composite rice-wheat bread. *Food Hydrocolloid*, 30, 698-703.
- [32] Estela, P. L. & Maria, C. G. 2015. Influence of storage time for the acceptability of bread formulated with lupin protein isolate and added brea gum. *LWT- Food Science and Technology*, 64 (2): 1171-1178.
- [33] Iva, B., Richardos, N. S., Erika, V., Lucie, M. & David, B. (2017). The effect of Chios mastic gum addition on characteristics of rice dough and bread. *LWT-Food science and Technology*, 81: 299-305.
- [34] Hejrani, T., Sheikholeslami, Z., Mortazavi, A. & Ghiafeh Davoodi, M. (2017). The properties of part baked frozen bread with guar and xanthan gums. *Food Hydrocolloids*, 71: 252-257.
- [35] Mandala, I.G. (2005). Effect of frozen storage and microwave reheating on some physical attributes of fresh containing hydrocolloids. *Food Hydrocolloids*, 19: 709-719.
- [36] Sahraiyani, B. 2016. Production of sorghum malt powder by using microwaves and its evaluation as a sugar replacer in gluten free cup cake. Ph.D. thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Department of Food Science and Technology. [in Persian].
- [37] Ozkoc Ozge, S., Summe, G. and Sahin, S. (2009). The effect of gums on macro and micro-structure of breads baked in different ovens. *Food hydrocolloids*, 23: 2182-2189.
- [38] Bitaghsir, M., Kadivar, M. & Shahedi, M. (2014). Investigation of the possibility of producing low-calorie cake containing flaxseed mucilage fat replacer. *Iranian Journal of Nutrition Science & Food Technology*, 9(3): 83-82. [in Persian].
- [39] Mohammadi, M., Sadeghnia, M., Azizi, M. H., Neyestani, T. R. and Morta Zavian, A. M. (2014). Development of Gluten-free flat bread using by hydrocolloids. Xanthan and CMC replacer in low- fat gluten-free cup cake production. *JFST*, 61(13): 163-176. . [In Persian].
- [19] Rahimi, SH., Sheikholeslami, Z. and Seyedain Ardebili, S. M. (2019). The effect of Barhang (*Plantago major*. L) gum quality and sensory characteristics of composite low-fat cup cake (Wheat-Quinoa). *Food Science and Technology*, 88(16): 123-134. [In Persian].
- [20] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [21] Sabanis, D., Tzia, C. and Papadakis, S. 2008. Effect of different raisin juice preparations on selected properties of gluten-free bread. *Food and Bioprocess Technology*, 1(4): 374-383.
- [22] Barcenas, M. E. and Rosell, M. 2003. Effect of freezing and frozen storage on the staling of part-baked bread. *Food Research International*, 36:863-869.
- [23] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
- [24] Ronda, F., Oliete, B., Gomez, M., Caballero, P., and Pando, V. 2011. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *Journal of Food Engineering*, 112: 272-277.
- [25] Gacula, J.R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.
- [26] Yaseen, A.A., Shouk, A.H., and Ramadan, M.T. 2010. Corn-wheat pan bread quality as affected by hydrocolloids. *Journal of American Science*, 6(10): 684-690.
- [27] Nikzae, V., Mazaheri Tehrani, M. and Saadatmand, M. 2012. Optimization of low cholesterol- low fat mayonnaise formulation. *Food Hydrocolloids*, 28: 344-352.
- [28] Arunepanlop, B., Morr, C. V., Karleskind, D., and Laye, I. 1996. Patial replacement of egg with proteins with whey in angel food cake. *Food Science*, 61(5): 1085-1093.
- [29] Sahi, S. S. and Avala, J. M. 2003. Functionality of emulsifiers in spong cake production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(11): 1419-1429.
- [30] Alizadeh Behbahani, B.A., Yazdi, F.T., Shahidi, F., Hesarinejad, M.A., Mortazavi,

- pectin and artificial saliva on the release of 11 flavor compounds from model gel systems. *Food Chemistry*, 86: 401–411.
- [43] Rafael, B., Alicia, A., and Alberto, E. 2010. Chia (*Salvia hispanica* L) Gel Can Be Used as Egg or oil Replacer in cake formulations. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(6): 946-949.
- [44] Laura, L., Cristina, P., Paula, V., Ana, S. and Teresa, S. 2014. HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental evaluation. *LWT- Food science and technology*, 56(2): 494-50.
- Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20 (4): 1812-1818.
- [40] Gujral, H., Haros, M., and Rosell, M. 2004. Improving the texture and delaying staling in rice flour chapatti with hydrocolloids and α -amylase. *Journal of Food Engineering*, 65: 89-94.
- [41] Koliandris, A., Lee, A., Ferry, A., Hill, S., and Mitchell, J. 2008. Relationship between structure of hydrocolloid gels and solutions and flavor release. *Food Hydrocolloids*, 22: 623–630.
- [42] Boland, B., Buhr, K., Giannouli, P. and van Ruth, S. M. 2004. Influence of gelatin, starch,

Evaluation of replacement of oil by Fenugreek seed gum on quality properties of low-fat chiffon cake (wheat-millet)

Niasti, S.¹, Pourhaji, F.¹, Sahraiyani, B.^{1*}

1. PhD, Food Science & Technology, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: 2019/10/01 Accepted:2019/12/02)

In this project, low-fat composite (wheat-millet) cup cake was produced. Fenugreek seed gum (0.25, 0.50, 0.75 and 1%) was used as a fat replacer in levels of 0, 25, 50, 75 and 100 %. specific gravity and consistency of batter and moisture, specific volume, porosity, firmness (2 hours and 1 week after baking), crust color and sensory properties of chiffon cake were measured. The sample containing 0.25% Fenugreek seed gum had the lowest specific gravity and firmness and the highest specific volume, porosity, L* value and overall acceptability score. Also, the result showed the technological and sensory properties of sample containing 0.25% Fenugreek seed gum was similar to control. Moisture and a* value were increased and b* value was decreased by increasing Fenugreek seed gum. Finally, the removal of 50% of oil in chiffon cake formulation was performed successfully.

Keywords: Millet, Image Processing, Fenugreek seed gum, Low-calorie, Chiffon cake.

* Corresponding Author E-Mail Address: Baharehsahraiyani@yahoo.com