علمی پژوهشی

فرمولاسیون کیک فنجانی کم چرب با استفاده از صمغ دانه بارهنگ (ذنب الفار)

شیرین رحیمی[۱]، زهرا شیخ الاسلامی[۲*]، سید مهدی سیدین اردبیلی[۳]

۱- کارشناس ارشد مهندسی کشاورزی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.
۲- دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲۳)

چکیده

هدف از انجام این تحقیق تولید کیک فنجانی کم چرب بود. بدین منظور صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد روغن موجود در فرمولاسیون کیک به ترتیب با (صفر-صفر)، (۱/۵-۷/۵)، (۳-۱۵)، (۴/۵-۲۲/۵) و (۶-۳۰) درصد صمغ دانه ذنب الفار (بارهنگ کبیر)-آب جایگزین شد و پارامترهای pH، چگالی و ویسکوزیته خمیر و رطوبت، حجم مخصوص، سفتی بافت، شاخص‌های رنگی پوسته و پذیرش کلی کیک بررسی شد. نتایج به وضوح نشان داد با افزایش صمغ بارهنگ در فرمولاسیون از میزان pH خمیر و مؤلفه رنگی b^* پوسته کاسته و بر میزان رطوبت و مؤلفه رنگی a^* پوسته افزوده شد. کمترین میزان وزن مخصوص خمیر و بیشترین میزان حجم مخصوص و مؤلفه رنگی L^* کیک در نمونه حاوی ۱/۵ و ۳ درصد صمغ بارهنگ مشاهده شد. همچنین خمیر حاوی ۳ درصد صمغ بارهنگ دارای بیشترین ویسکوزیته بود. نمونه حاوی ۳ درصد صمغ بارهنگ دارای کمترین میزان سفتی بافت در هر دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت بود. در نهایت مشخص شد نمونه حاوی ۱/۵ و ۳ درصد صمغ دانه ذنب الفار دارای بیشترین امتیاز پذیرش کلی بودند. از این رو می‌توان گفت، جایگزینی حداکثر ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون کیک فنجانی با صمغ ۳ درصد صمغ دانه بارهنگ کبیر و ۱۵ درصد آب براساس وزن آرد با موفقیت انجام شد.

کلید واژگان: بارهنگ کبیر، پردازش تصویر، بافت‌سنج، کیک کم چرب، ویسکوزیته.

*مسئول مکاتبات: Shivasheikholeslami@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

۱- مقدمه

کره، مارگارین، چربی گاو و روغن‌های هیدروژنه از جمله انواع چربی و روغن‌هایی است که در فرمولاسیون کیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ترکیبات با پروتئین‌های آرد به ویژه گلوتن وارد عمل شده و از تشکیل شبکه گلوتنی سفت ممانعت به عمل می‌آورند و در نتیجه باعث ترد شدن محصول می‌شوند. چربی به صورت لایه‌هایی در بافت خمیر قرار گرفته و باعث تضعیف ساختار گلوتنی خمیر شده و آن را ترد می‌کند. از سوی دیگر یکی از مهم‌ترین خواص عملکردی روغن‌ها و چربی‌ها، نگه داشتن حباب‌های هوا در طول مرحله مخلوط کردن خمیر می‌باشد که در بهبود حجم و بافت کیک تأثیر به سزایی دارد. در برخی از فرآورده‌ها از جمله کیک‌های لایه لایه[1] و برخی از کلوچه‌های پفی[2] وجود چربی یا روغن در ایجاد خصوصیت مورد نظر نهایی محصول حائز اهمیت است. در این فرآورده‌ها روغن یا چربی به صورت لایه‌هایی در لابه لای بافت خمیر قرار می‌گیرد. چربی مناسب برای این عمل باید خاصیت پلاستیسیته خوبی در یک درجه حرارت متوسط داشته باشد، طوری که نه به حدی نرم باشد که به سهولت ذوب و جذب خمیر گردد و نه فقط ذوب آن به حدی بالا باشد که هضم آن دشوار و نامطلوب شود [۱ و ۲].

اما امروزه مصرف‌کنندگان مواد غذایی به میزان قابل توجهی نگران بیماری‌های ناشی از رژیم غذایی حاوی چربی بالا هستند. افراد دارای اضافه وزن و کسانی که میزان کلسترول خون آن‌ها بالاست، باید میزان چربی مصرفی خود را کاهش دهند. از این رو با افزایش آگاهی عمومی افراد جامعه در مورد سلامتی و تغذیه، تمایل افراد برای خرید محصولات کم چرب، کم کالری و کم کلسترول بیشتر شده است [۳]. در زمینه محصولات غله‌ای کم چرب مطالعات چندی صورت گرفته است. مانلی (۲۰۰۰) از امولسیفایر داتم در کیک کم چرب، زولیاس و همکاران (۲۰۰۲) از رافتلین[3] در شیرینی کم چرب، دیلیک و همکاران (۲۰۰۷) از پلی دکستروز در کیک کم چرب، سودها و همکاران (۲۰۰۷) از امولسیفایر داتم در بیسکوئیت کم چرب، رافائل و همکاران (۲۰۱۰) از ژل چیا در کیک کم چرب، وافا و همکاران (۲۰۱۱) از میکروکریستالین، پکتین و سفیده تخم مرغ در کیک کم چرب، ژولیا و همکاران (۲۰۱٤) از اینولین در کیک کم چرب و لورا و همکاران (۲۰۱٤) از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و اینولین در کیک کم چرب در کیک استفاده کردند و نتایج مثبتی گزارش کردند [٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠ و ١١]. در سال‌های اخیر کاربرد صمغ و موسیلاژ بذرهای بومی به عنوان جایگزین چربی مورد توجه قرار گرفته‌اند. بی تقصیر و همکاران (۱۳۹۱) از موسیلاژ بزرک در کیک کم چرب و بذرافشان (۱۳۹۳) از صمغ ریحان در کیک کم چرب استفاده نمودند [۱۲ و ۱۳]. بارهنگ کبیر(*Plantago major L.*) که طب سنتی ذنب الفار یا لسان الحمل نامیده می‌شود و نام هندی آن بارتنگ است، گیاه چند ساله‌ای از تیره بارهنگیان است. از بارهنگ به همراه قدومه و به دانه می‌توان موسیلاژی درست نمود که به عنوان نرم‌کننده سینه و برطرف‌کننده سرفه و خارش‌های گلو مصرف سنتی دارد. ریشه، برگ و دانه این گیاه اثر نرم‌کننده داشته و از آن‌ها به عنوان تصفیه‌کننده خون، آرام‌کننده ناراحتی‌های آسم مرطوب، اسهال‌های ساده و ورم مخاط دهان استفاده می‌شود. جوشانده دانه بارهنگ در رفع بیماری‌های التهابی کلیه و مثانه مؤثر است. برگ تازه بارهنگ در درمان و التیام زخم‌ها اثر مثبت دارد. این گیاه نه تنها زخم را از آلودگی‌ها محافظت می‌نماید بلکه سرعت درمان را نیز تسریع می‌کند. این گیاه در منطقه وسیعی از دو قاره اروپا و آسیا و همچنین شمال آفریقا و آمریکای شمالی می‌روید. همچنین در ایران تقریباً در تمام نقاط رشد می‌کند [١٤]. لازم به ذکر است بر پایه تحقیقات پزشکی نیز گزارش شده است گیاهان خانواده پلانتاژیناسه در کاهش کلسترول و تری‌گلیسرید هم مؤثرهستند [۱۵].

از این رو هدف از انجام تحقیق حاضر، استخراج صمغ از دانه ذنب الفار یا بارهنگ کبیر و استفاده از آن به عنوان جایگزین سطوح مختلف روغن موجود در فرمولاسیون کیک فنجانی بود تا ضمن کاهش مصرف چربی و بررسی اثر این جایگزینی بر خصوصیات تکنولوژیکی و حسی کیک از مزایای تغذیه‌ای آن که منجر به کاهش کلسترول و تری‌گلیسرید می شود، بهره برد.

1. Layered cakes
2. Puff pastry
3. Raftiline

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

آرد گندم با درجه استخراج ۷۸ درصد از کارخانه گلمکان (مشهد-ایران) و کینوآ و دانه ذنب الفار یا بارهنگ کبیر از بازار محلی تهیه شد. همچنین سایر مواد شامل مواد شیمیایی از شرکت مرک (آلمان)، شکر، روغن نباتی مایع، تخم مرغ و بیکینگ پودر از یک فروشگاه معتبر خریداری شد. شربت اینورت نیز مطابق با دستورالعمل استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۵۳ تهیه شد. وانیل با نام تجاری Rhovanilla از شرکت رودیا (فرانسه) خریداری گردید.

۲-۲-روش‌ها

۲-۲-۱-استخراج صمغ دانه ذنب الفار یا بارهنگ کبیر

صمغ دانه بارهنگ کبیر مطابق با روش علیزاده بهبهانی و همکاران (۲۰۱۷) تهیه شد. نسبت آب به دانه ٦۰ به ۱ و pH معادل ٦/۸ بود. مخلوط آب و دانه به مدت ۱۵ دقیقه در درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد، به طور مداوم هم‌زده شد. جداسازی صمغ از دانه‌های متورم با عبور دادن دانه‌ها از یک اکستراکتور مجهز به صفحه چرخنده (استخراج کننده آزمایشگاهی، شرکت پارس خزر) صورت گرفت. محلول بدست آمده پس از عبور از صافی خلأ، به منظور حذف ذرات اضافی صاف شد و سپس در آون (گروک ساخت کشور آلمان) تنظیم شده در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید [١٤].

۲-۲-۲-تهیه خمیر و کیک روغنی

خمیر کیک براساس فرمولاسیون رحیمی و همکاران (۱۳۹۷) تهیه شد. این خمیر حاوی ۹۰ درصد آرد گندم و ۱۰ درصد آرد کینوآ، ۲۵ درصد پودر شکر، ۳٦ درصد تخم مرغ، ۵۰ درصد آب، ۱۲درصد شربت اینورت، ۲ درصد بیکینگ پودر و ۰/۲ درصد وانیل بود [١٦]. در ابتدا به منظور تهیه خمیر، روغن، پودر شکر و تخم مرغ با استفاده از یک همزن برقی (Electra EK-230M, Japan) با سرعت ۱۲۸ دور در دقیقه و در مدت زمان ٦ دقیقه مخلوط شدند تا یک کرم حاوی حباب‌های هوا ایجاد شد. سپس آب و شربت اینورت به این کرم اضافه گردید و عمل همزدن به مدت ٤ دقیقه ادامه یافت. در مرحله بعد سایر مواد خشک به آرد اضافه شد و مخلوط حاصل به صورت تدریجی به کرم اضافه گردید. لازم به ذکر است که در این پژوهش صمغ بارهنگ کبیر مطابق با جدول ۱ به عنوان جایگزین چربی در نظر گرفته شد. در ادامه ۵۵ گرم از خمیر تهیه شده با استفاده از یک قیف پارچه‌ای درون کاغذهای مخصوص کیک که درون قالب ها قرار گرفتند، ریخته شد. سپس عمل پخت در فر آزمایشگاهی گردان با هوای داغ (Zucchelli Forni, Italy) در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۲۰ دقیقه انجام شد. پس از سرد شدن، هر یک از نمونه‌ها تا انجام آزمایشات در کیسه‌های پلی‌اتیلنی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند [۱۷]. لازم به ذکر است سطوح مصرفی صمغ و آب براساس تحقیق رحیمی (۱۳۹۷) و پس از آزمون و خطا انتخاب شد (جدول ۱).

Table 1 Treatments (Different levels of oil replacement by different levels of Barhang gum and water)

Component (%)	Oil reduction				
	Control	25	50	75	100
Oil	36	27	18	9	0
Water	50	50	50	50	50
Barhang gum	0	1.5	3	4.5	6
Excess water	0	7.5	15	22.5	30

۲-۲-۳-pH خمیر

pH خمیر کیک توسط pH متر (Metrohm 691, Switzerland) اندازه‌گیری شد [۱۷].

۲-۲-٤-چگالی خمیر

جهت اندازه‌گیری این کمیت حجم مشابهی از خمیر کیک و آب دوبار تقطیر در یک درجه حرارت یکسان وزن شد. با تقسیم وزن خمیر کیک به وزن آب دوبار تقطیر، وزن مخصوص خمیر کیک محاسبه می گردد [۱۸].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

۲-۲-۵- ویسکوزیته خمیر

ویسکوزیته خمیر کیک با استفاده از دستگاه ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (Brookfield, model RVDV-ıı+pro, USA) در سرعت برشی برابر $60S^{-1}$ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، با استفاده از اسپیندل شماره S07 اندازه‌گیری شد [۱۷].

۲-۲-۶- رطوبت کیک

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید. برای این منظور نمونه‌ها در فاصله زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت در آون (مارک Jeto Tech، مدل OF-O2G، ساخت کشور کره جنوبی) با حرارت ۱۰۵-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند [۱۹].

۲-۲-۷- حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا[4] 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. پس از اندازه‌گیری وزن و حجم قطعه مورد نظر، از تقسیم حجم بر وزن، حجم مخصوص نمونه‌ها تعیین شد [۱۹].

۲-۲-۸- رنگ پوسته کیک

برای اندازه‌گیری سه شاخص L^*، a^* و b^* ابتدا برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از پوسته کیک با استفاده از چاقو اره‌ای برقی ۱۲۰ وات مدل ٤١٦٠٠ 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 [۲۰].

۲-۲-۹- بافت کیک

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 ٦٠ میلی‌متر در دقیقه از مرکز کیک، به‌عنوان شاخص سفتی[5] محاسبه گردید. نقطه شروع[6] و نقطه هدف[7] به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۲۵ میلی‌متر بود [۲۱].

۲-۲-۱۰- ویژگی‌های حسی

جهت ارزیابی ویژگی های حسی ۵ داور از بین ۳۰ نفر مطابق با آزمون مثلثی و روش Gacula & Singh (۱۹۸٤) انتخاب گردیدند [۲۲] و ارزیابی صفات براساس هدونیک پنج نقطه ای از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. آزمون مثلثی بدین صورت بود که سه نمونه آب نمک که دو نمونه آن دارای غلظت مشابه بودند، در اختیار داوران چشایی قرار گرفت و در نهایت پنج داور که در تشخیص نمونه های مشابه موفق شدند، به عنوان داور انتخاب شدند. ویژگی‌های حسی کیک از نظر فرم و شکل، ویژگی‌های سطح بالایی و پائینی، تخلخل، سفتی بافت، قابلیت جویدن و بو و مزه ارزیابی شدند. ویژگی های بررسی شده به ترتیب دارای ضریب رتبه‌ای ٤، ۲، ۱، ۲، ۲، ۳ و ۳ بودند. در نهایت، پذیرش کلی با استفاده از رابطه ذیل محاسبه گردید [۲۳].

Q= پذیرش‌کلی (عدد کیفیت کیک)، P= ضریب رتبه صفات و G= ضریب ارزیابی صفات.

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

۲-۲-۱۱-تجزیه و تحلیل آماری

طرح آماری مورد استفاده در این پژوهش، طرح کاملاً تصادفی بود. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار Mini-Tab استفاده شد. بدین ترتیب میانگین تکرارها (سه تکرار برای ویسکوزیته خمیر، رطوبت، حجم مخصوص، بافت و رنگ پوسته و پانزده تکرار برای ویژگی‌های حسی) با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد مقایسه گردید. لازم به ذکر است تعداد تکرارها در ارزیابی حسی در تعداد داورها ضرب می‌گردد و در نهایت به عنوان تکرار جهت ارزیابی حسی گزارش می‌شود. همچنین نرم‌افزار Excel جهت رسم نمودارها و ارائه مقایسه میانگین ها استفاده شد.

4. Rape seed displacement

5. Hardness
6. Trigger Point
7. Target Value

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

۳-نتایج و بحث

۳-۱-pH خمیر

همانطور که نتایج (شکل ۱) نشان داد، با افزایش درصد جایگزینی و سطح مصرف صمغ بارهنگ از میزان pH خمیر کیک کاسته شد. کاهش میزان pH را می‌توان به افزایش میزان آب فرمولاسیون خمیر کیک و از طرفی خاصیت جذب آب توسط صمغ بارهنگ نسبت داد. رحیمی و همکاران (۱۳۹۰) براساس نتایج مطالعه خود گزارش کردند، افزایش جذب آب خمیر بر میزان تحرک یون‌های هیدروژن اثر می‌گذارد و از این طریق سبب کاهش اندک مقدار pH خمیر کیک می‌شود[۱۶]. بذرافشان (۱۳۹۳) با بررسی امکان تولید کیک روغنی کم چرب حاوی پودر دانه ریحان، صمغ گوار و پروتئین ایزوله سویا نتایج مشابهی مبنی بر کاهش میزان pH با افزایش سطح صمغ در فرمولاسیون کیک گزارش کردند [۱۳]. نتایج نقی‌پور و همکاران (۱۳۹۵) که به بررسی اثر سطوح متفاوت بتاگلوکان سورگوم در فرمولاسیون کیک کم چرب پرداختند، مشابهت داشت [۲٤].

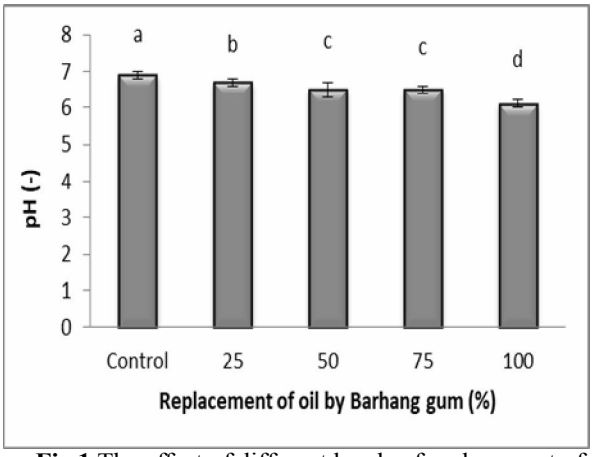

Fig 1 The effect of different levels of replacement of oil by Barhang gum on pH of dough
Different letters show the statistically significant differences (P<0.05)

۳-۲-وزن مخصوص خمیر

شکل ۲ نشان‌دهنده میزان وزن مخصوص نمونه‌های خمیر کیک حاوی صمغ بارهنگ و نمونه شاهد است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد، نمونه‌هایی که در آن‌ها ۲۵ و ۵۰ درصد روغن موجود در فرمولاسیون اولیه خمیر کیک با صمغ بارهنگ جایگزین شده بود، دارای کمترین میزان وزن مخصوص و نمونه‌ای که در آن ۱۰۰ درصد روغن با این صمغ جایگزین شده بود، دارای بیشترین میزان وزن مخصوص بود. جهت تولید کیک با ویژگی‌های مطلوب نظیر حجم و تخلخل بالا، باید وزن مخصوص خمیر کیک پائین باشد، زیرا هرچه مقدار این پارامتر کمتر باشد، نشان‌دهنده آن است که مولکول‌های هوای بیشتری وارد خمیر کیک شده و فرایند هوادهی به گونه مؤثری انجام شده است [۲۵]. ساهی و آوالا (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 می گردد و در نتیجه با تشکیل کف‌های پایدار به بهبود عمل هوادهی در خمیر کیک کمک می‌کنند [۲٦]. علیزاده بهبهانی و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی در زمینه خصوصیات عملکردی صمغ بارهنگ کبیر به خاصیت کف‌کنندکی و پایداری کف حاوی این صمغ اشاره کردند [۱٤]. بنابراین انتظار حضور یک کف پایدار (خمیر کیک یک نوع کف محسوب می‌شود) وجود داشت. از سوی دیگر هیدروکلوئیدها (نظیرصمغ بارهنگ) می‌توانند جایگزین مناسبی برای گلوتن باشند. از آن جا که در فرمولاسیون کیک از ۱۰ درصد آرد کینوآ استفاده شده است و این آرد بدون گلوتن است و موجب ضعف شبکه گلوتنی می‌شود، حضور یک صمغ با خاصیت ژل‌کنندگی می‌تواند نقص حاصل از فقدان گلوتن را پوشش دهد و در حفظ حباب‌های هوای ورودی طی فرایند بهم‌زدن خمیر مؤثر باشد و موجبات کاهش وزن مخصوص را مهیا کند. همچنین لازم به ذکر است که در سطوح بالای جایگزین نمودن روغن با صمغ بارهنگ کبیر (بخصوص سطح ۱۰۰ درصد جایگزینی) وزن مخصوص خمیر افزایش یافت. این امر به احتمال زیاد بدان علت است که علاوه بر آب موجود در فرمولاسیون خمیر (۵۰ درصد)، مقدار ۳۰ درصد آب اضافی نیز در فرمولاسیون موجود است که به احتمال زیاد فرایند هوادهی خمیر را با مشکل مواجه کرده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

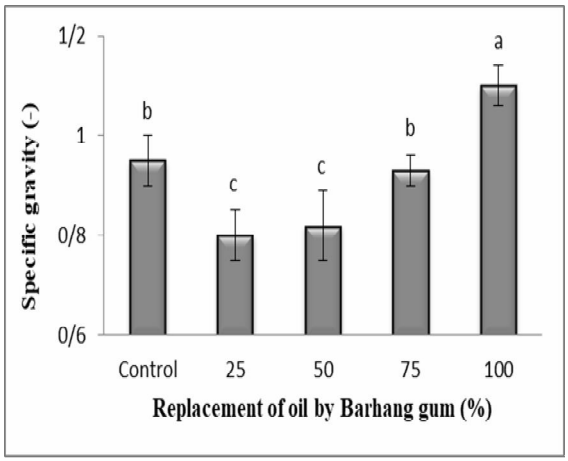

Fig 2 The effect of different levels of replacement of oil by Barhang gum on specific gravity of dough
Different letters show the statistically significant differences (P<0.05)

۳-۳-ویسکوزیته خمیر

نتایج (شکل ۳) نشان داد، نمونه حاوی ۱/۵۰، ۳ و ٤/۵۰ درصد صمغ بارهنگ از ویسکوزیته بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند، اما با وجود ویسکوزیته بیشتر نمونه حاوی ۱/۵۰ درصد صمغ بارهنگ (۲۵ درصد جایگزینی روغن با صمغ) نسبت به ویسکوزیته نمونه شاهد، بین این دو نمونه اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد مشاهد نشد. در نهایت نتایج به وضوح نشان داد بیشترین میزان ویسکوزیته متعلق به نمونه حاوی ۳ درصد صمغ بارهنگ (۵۰ درصد جایگزینی روغن با صمغ) و کمترین میزان آن متعلق به نمونه حاوی ٦ درصد صمغ بارهنگ (۱۰۰ درصد جایگزینی روغن با صمغ) بود.

تشکیل ژل و افزایش ویسکوزیته به علت تشکیل یک سری از پیوندهای عرضی است که زنجیره‌های پلیمری را بهم وصل می‌کنند. در واقع پیوندهای تصادفی تشکیل شده بین پلیمرهای پخش‌شده در محلول (سل)، یک شبکه سه بعدی تولید کرده، در شکاف‌های خود، آب را در بر می‌گیرند و ژل تشکیل می‌شود و ویسکوزیته افزایش می‌یابد. همچنین سعیدی و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش کردند موسیلاژ و صمغ دانه بارهنگ کبیر با ایجاد ژل، توانایی افزایش ویسکوزیته دارد [۲۷]. لازم به ذکر است نمونه با حداکثر جایگزینی یعنی نمونه فاقد روغن، حاوی ٦ درصد صمغ بارهنگ کبیر و ۳۰ درصد آب اضافی، از ویسکوزیته کمتری نسبت به نمونه شاهد و حتی نمونه‌های دارای سطوح پائین‌تر صمغ بارهنگ کبیر برخوردار بود که این امر خلاف انتظار بود و این احتمال داده می‌شد که این نمونه به دلیل سطوح بالای صمغ از میزان ویسکوزیته بیشتر برخوردار باشد که خلاف این امر مشاهده شد. به نظر می‌رسد علت این امر اینست که بین صمغ مصرفی و آب اضافی تعادل خوبی برقرار نشده و ژل حاصل از صمغ بارهنگ کبیر نتوانسته است کل آب موجود در فرمولاسیون رو به دام اندازد. همچنین این نمونه به دلیل عدم حضور روغن در فرمولاسیون آن در تشکیل یک امولسیون پایدار دچار اختلال شده و از این طریق نیز ویسکوزیته و قوام دچار مشکل شده است. البته این اختلال از سطح بیش از ۵۰ درصد جایگزینی روغن با صمغ بارهنگ مشاهده می‌شود، زیرا نمونه با ۷۵ درصد جایگزینی روغن با صمغ بارهنگ (هرچند ویسکوزیته بیشتری نسبت به نمونه شاهد دارد) از ویسکوزیته کمتری نسبت به نمونه با ۵۰ درصد جایگزینی روغن با صمغ بارهنگ کبیر برخوردارست.

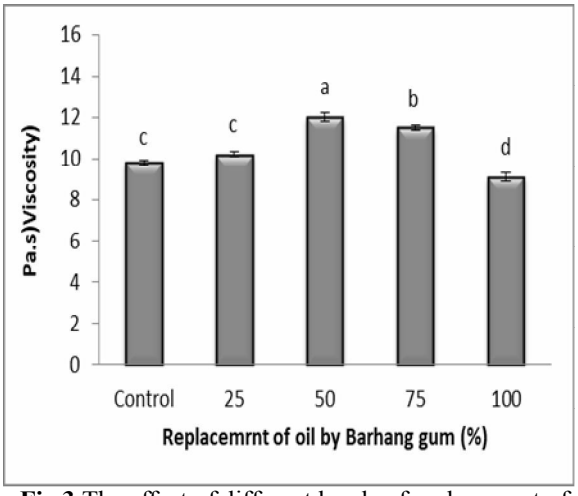

Fig 3 The effect of different levels of replacement of oil by Barhang gum on viscosity of dough
Different letters show the statistically significant differences (P<0.05)

۳-٤-رطوبت کیک

نتایج (شکل ٤) نشان داد با افزایش درصد جایگزینی روغن با صمغ بارهنگ کبیر بر میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی به طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد افزوده شد.

در اینجا باید گفت که هرچند روغن موجود در مواد غذایی قادرست با احاطه کردن مولکول‌های آب از تبخیر شدن آن‌ها به

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

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 بارهنگ 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. در این راستا علیزاده و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند موسیلاژ دانه بارهنگ قابلیت ژل شدن دارد و از این طریق می تواند آب آزاد موجود در محیط را به دام اندازد و سبب افزایش رطوبت نمونه شود [۱٤].

به نظر می‌رسد صمغ بارهنگ کبیر با خاصیت ژل‌کنندگی خود، آب موجود در فرمولاسیون را طی مدت زمان پخت در خود به دام انداخته و از تبخیر شدن آن جلوگیری کرده است. اما نمی‌توان وجود آب اضافی موجود در فرمولاسیون نمونه‌های کم چرب را نسبت به نمونه شاهد نادیده گرفت. با افزایش صمغ بارهنگ کبیر در فرمولاسیون (کاهش روغن)، بر میزان آب فرمولاسیون افزوده شد که این امر خود می‌تواند در افزایش میزان رطوبت دخیل باشد. حال هرچه این آب با گروه های هیدروکسیل موجود در صمغ بارهنگ کبیر پیوند بیشتری برقرار کند، حفظ رطوبت طی پخت و بعد از آن (مدت زمان نگهداری) بیشتر خواهد بود. در زمینه کاربرد صمغ‌ها در افزایش رطوبت محصولات نانوایی مطالعاتی انجام شده است. سیارانی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر صمغ (گزانتان، کربوکسی متیل سلولز، آلژینات و کاراگینان)، امولسیفایر (داتم و سدیم استئاروئیل لاکتیلات) و آنزیم‌های گلوکز اکسیداز و آلفا آمیلاز بر خواص نان حاوی آرد برنج، آرد سویا و نشاسته کاساوا پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد این افزودنی‌ها باعث بهبود حجم، کاهش سفتی مغز نان و افزایش رطوبت در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد افزودنی) شد [۲۸]. کراکت و همکاران (۲۰۱۱) اثر صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (در سه سطح ۱، ۲ و ۳ درصد)، سفیده تخم‌مرغ (در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و پروتئین ایزوله شده سویا (در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) را در نان مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققان نشان داد که دو سطح ۵ و ۱۰ درصد سفیده تخم‌مرغ و پروتئین ایزوله شده سویا در واکنش با صمغ هیدروکسی متیل سلولز باعث کاهش مقاومت خمیر و آب در دسترس آن (کاهش رطوبت) شد. این در حالی بود که در سطح ۱۵ درصد این دو پروتئین هیچ عملکرد منفی در واکنش با صمغ مشاهده نگردید. همچنین نتایج نشان داد حضور صمغ به دلیل ماهیت آبدوست خود و دارا بودن گروه‌های هیدروکسیلی با مولکول‌های آب موجود در فرمولاسیون پیوندهای آبدوست برقرار کرد و در حفظ رطوبت طی پخت مؤثر بود [۲۹].

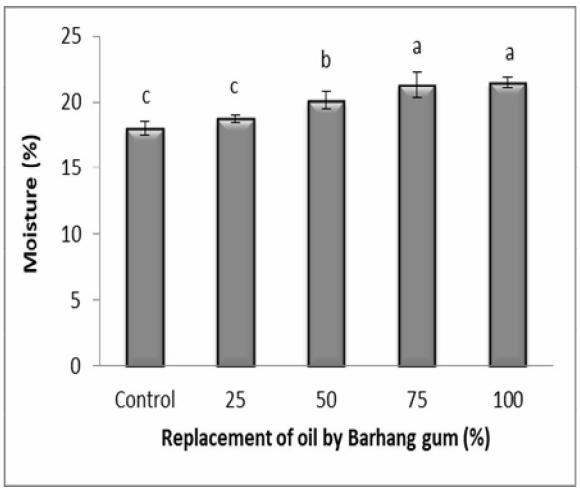

Fig 4 The effect of different levels of replacement of oil by Barhang gum on moisture of cake
Different letters show the statistically significant differences (P<0.05)

۳-۵-حجم مخصوص

نتایج (شکل ۵) نشان داد، نمونه حاوی ۱/۵۰ درصد صمغ بارهنگ (نمونه‌ای که ۲۵ درصد روغن آن با صمغ جایگزین شده) و نمونه حاوی ۳ درصد صمغ بارهنگ (نمونه‌ای که ۵۰ درصد روغن آن با صمغ جایگزین شده) از حجم مخصوص بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند. در اینجا به نظر می‌رسد میزان صمغ بارهنگ استفاده شده در نمونه‌هایی که ۲۵ و ۵۰ درصد روغن موجود در فرمولاسیون آن‌ها کاهش یافته بود، به طور دقیق انتخاب شده است و ضمن آنکه نقص حاصل از کاهش روغن موجود در فرمولاسیون را پوشش داده است، توانسته فقدان گلوتن موجود در آرد کینوآ را که ۱۰ درصد از آرد موجود در فرمولاسیون را تشکیل می‌دهد، جبران کند و در واقع شبکه مناسبی جهت حفظ حباب‌های هوای ورودی به خمیر مهیا کند و از این طریق در افزایش حجم مخصوص دخیل باشد. به طور کل این احتمال وجود دارد صمغ بارهنگ از سه طریق در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

افزایش حجم این دو نمونه مؤثر بوده است که در ذیل مختصرا به آن اشاره می‌شود:

– در وهله اول نقص حاصل از کاهش روغن، توسط بخشی از صمغ بارهنگ برطرف شده است.

– در وهله دوم ضعف شبکه گلوتنی ناشی از حضور آرد کینوآ در فرمولاسیون خمیر کیک برطرف شده است و حفظ و نگهداری حباب های هوای ورودی در خمیر کیک نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است.

– در وهله سوم حضور صمغ توانسته است به دیواره حباب‌های هوای ورودی به خمیر کیک استحکام بخشد و از پاره شدن آن‌ها و ملحق شدن حباب‌ها به یکدیگر بر اثر انبساط طی فرایند پخت جلوگیری کند.

همچنین ذکر این نکته برای سطوح بالای جایگزینی روغن و اثر منفی آن در کاهش حجم مخصوص الزامی است که به هر حال صمغ بارهنگ نتوانسته جایگزین سطوح بالای روغن و حذف کامل آن از فرمولاسیون خمیر کیک باشد. از طرفی این احتمال وجود دارد که سطوح بالای صمغ بارهنگ کبیر با تولید میزان بیشتری ژل چنان به دیواره حباب‌های هوای ورودی به خمیر کیک استحکام بخشیده که این حباب‌ها قابلیت انبساط و افزایش حجم را طی فرایند پخت از دست داده‌اند و از این طریق حتی سبب کاهش حجم مخصوص نسبت به نمونه شاهد شده‌اند. در این راستا صحرائیان و همکاران (۲۰۱۳) با افزودن صمغ شاهی به نان ترکیبی (گندم–برنج) به این نکته اشاره کردند، حضور ترکیبات ژل‌دهنده نظیر صمغ‌ها در فرمولاسیون محصولات نانوایی عاملی بر استحکام دیواره سلول‌های 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 می‌شود، بلکه حجم بهبود می‌یابد [۲۹]. همچنین صحرائیان (۱۳۹۱) با افزودن صمغ بالنگوشیرازی به فرمولاسیون نان حاوی آرد سورگوم، نتایج مشابهی را گزارش نمودند [۳۰].

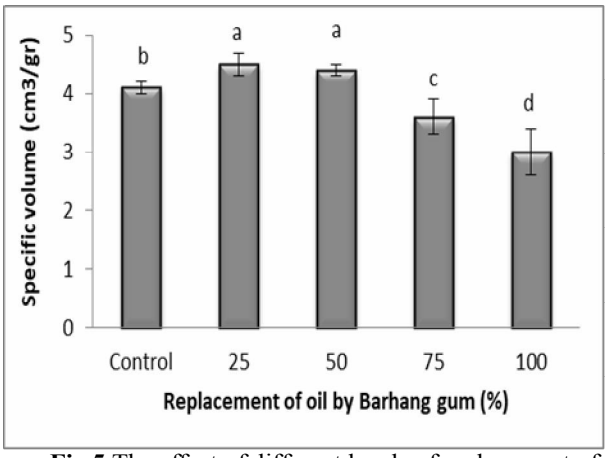

Fig 5 The effect of different levels of replacement of oil by Barhang gum on specific volume of cake Different letters show the statistically significant differences (P<0.05)

۳-٦-بافت

شکل ٦ نشان‌دهنده سفتی بافت نمونه‌های کیک حاوی صمغ بارهنگ و نمونه شاهد در بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت است. همانطور که نتایج سفتی بافت در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت نشان می‌دهد تنها نمونه حاوی ۳ درصد صمغ بارهنگ (نمونه‌ای که ۵۰ درصد روغن آن با صمغ جایگزین شده) از سفتی بافت کمتری نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بود. بنابراین کمترین.سفتی بافت در همین نمونه و بیشترین میزان سفتی بافت در نمونه حاوی ٦ درصد صمغ بارهنگ (نمونه‌ای که ۱۰۰ درصد روغن آن حذف و با ٦ درصد صمغ بارهنگ جایگزین شده، بود) مشاهده شد. همچنین نتایج سفتی بافت در بازه زمانی یک هفته پس از پخت نشان داد تمام نمونه‌های تولیدی بجز نمونه حاوی ٦ درصد صمغ بارهنگ (نمونه‌ای که ۱۰۰ درصد روغن آن حذف و با ٦ درصد صمغ جایگزین شده، بود) از بافت نرم‌تر (سفتی کمتر) نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند. این در حالی است که سفتی بافت نمونه‌ای که فاقد روغن بود (نمونه حاوی ٦ درصد صمغ بارهنگ) با نمونه شاهد مشابهت داشت و بین این دو نمونه اختلاف معنی‌داری ($P<0.05$) مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد کمترین میزان سفتی بافت به صورت مشترک مربوط به نمونه حاوی ۱/۵۰ درصد صمغ بارهنگ (نمونه‌ای که ۲۵ درصد روغن آن با صمغ جایگزین شده) و نمونه حاوی ۳ درصد صمغ بارهنگ (نمونه‌ای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

که ۵۰ درصد روغن آن با صمغ جایگزین شده) بود و بین این دو نمونه تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد.

روغن به دلیل دارا بودن 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 نانوایی تا حدود زیادی از بیاتی محصول تولیدی با جلوگیری از خروج رطوبت به خصوص طی مدت زمان نگهداری جلوگیری به عمل می‌آورد [۱۶]. بنابراین جهت حذف یا جایگزینی بخشی از روغن موجود در این دسته از محصولات با سایر ترکیبات باید در نظر گرفت که صرفا 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. پس باید از جایگزین یا مقلدهای مناسب روغن و چربی در فرمولاسیون اولیه محصولات نانوایی نظیر کیک استفاده شود که میزان سفتی بافت محصول کم چرب را نسبت به نمونه شاهد تغییر ندهد و حتی در مواردی باعث بهبود ویژگی‌های بافت نمونه شود. در اینجا به نظر می‌رسد سطوح ۱/۵۰ و ۳ درصد صمغ بارهنگ کبیر توانسته فقدان چربی موجود در فرمولاسیون را جبران کند و علاوه بر آن با تولید ژل به بهبود و نرمی بافت نسبت به نمونه شاهد در هر دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت کمک کند. میزان تخلخل و حجم مخصوص این دو نمونه (۱/۵ و ۳ درصد صمغ بارهنگ کبیر) نیز تا حدود زیادی بر نرمی بافت نمونه در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت مؤثر بوده است. اما در بازه زمانی یک هفته پس از پخت حفظ رطوبت، طی مدت زمان ماندگاری از مهمترین فاکتورهای اثرگذار است و همانطور که مشاهده می‌شود نمونه‌های حاوی صمغ بارهنگ کبیر در بازه زمانی یک هفته پس از پخت نرم‌تر از نمونه شاهد بودند و حتی نمونه‌ای که فاقد روغن است (نمونه‌ای که ۱۰۰ درصد روغن موجود در فرمولاسیون آن حذف و با ٦ درصد صمغ بارهنگ کبیر جایگزین شده) که از بافت سفت‌تری بلافاصله پس از پخت برخوردار بود، در بازه زمانی یک هفته پس از پخت از میزان سفتی مشابه‌ای با نمونه شاهد برخوردارست که این امر نشان‌دهنده آنست که روند بیاتی در نمونه‌های حاوی صمغ بارهنگ کبیر کندتر صورت گرفته و درصد افزایش سفتی در این نمونه‌ها کمتر از نمونه شاهد بوده است.

به‌طور کل بیات شدن یا سفت شدن بافت محصولات صنایع پخت عبارت است از سفت شدن مغز آن‌ها. این امر پدیده‌ای است که جلوگیری از آن در شرایط عادی امکان‌پذیر نیست و حتی اگر از بهترین مواد و روش‌ها برای تهیه این دسته از محصولات استفاده شود، نمونه پس از خارج شدن از تنور یا فر به تدریج سفت می‌شوند و طعم و رنگ اولیه خود را از دست می‌دهند. حال این پدیده (فرآیند 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. از این‌رو راه حل‌های مختلفی برای کاهش پدیده بیاتی و تازه نگه داشتن محصول تولیدی وجود دارد. یکی از این راهکارها برای افزایش میزان نرمی بافت محصولات نانوایی و یا کاهش سرعت بیاتی در طی مدت زمان نگهداری استفاده از هیدروکلوئیدها به ویژه صمغ‌ها می‌باشد [۱٦؛ ۳۰ و ۳۱]. در این زمینه افزودن صمغ به فرمولاسیون محصولات نانوایی کم چرب و اثر مثبت آن بر بافت مطالعات چندی صورت گرفته است. 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، ۱/٦۰ 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 یافته ها 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

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

در فرمولاسیون کیک را بازی کند و از اثر منفی ناشی از کاهش روغن بر بافت محصول جلوگیری کند [۱۲]. بذرافشان (۱۳۹۳) به بررسی امکان تولید کیک روغنی کم چرب با استفاده از پودر دانه ریحان، صمغ گوار و پروتئین ایزوله سویا پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد نمونه حاوی ۱۰ درصد پروتئین سویا و ۲ درصد پودر دانه ریحان دارای کمترین میزان سفتی، بیشترین تخلخل و حجم مخصوص بود [۱۳].

وافا و همکاران (۲۰۱۱) از میکروکریستالین، پکتین و سفیده تخم مرغ به عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون کیک و شیرینی استفاده نمودند که در نهایت مشخص شد که نمونه‌ای که حاوی ترکیبی از پکتین و سفیده تخم مرغ بوده، ساختاری همسان با نمونه شاهد (بدون حذف روغن) داشت [۹]. 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 تغییر معنی‌داری در رنگ، مزه، بافت و پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد (بدون حذف روغن) صورت نگرفت و در واقع نمونه‌ای مشابه با نمونه شاهد تولید شد. این در حالی بود که با جایگزینی بیش از ۵۰ درصد از روغن با این ترکیب پروتئینی، میزان حجم و تخلخل نمونه‌های تولیدی به شدت کاهش و بر سفتی بافت آن‌ها افزوده شد [۸].

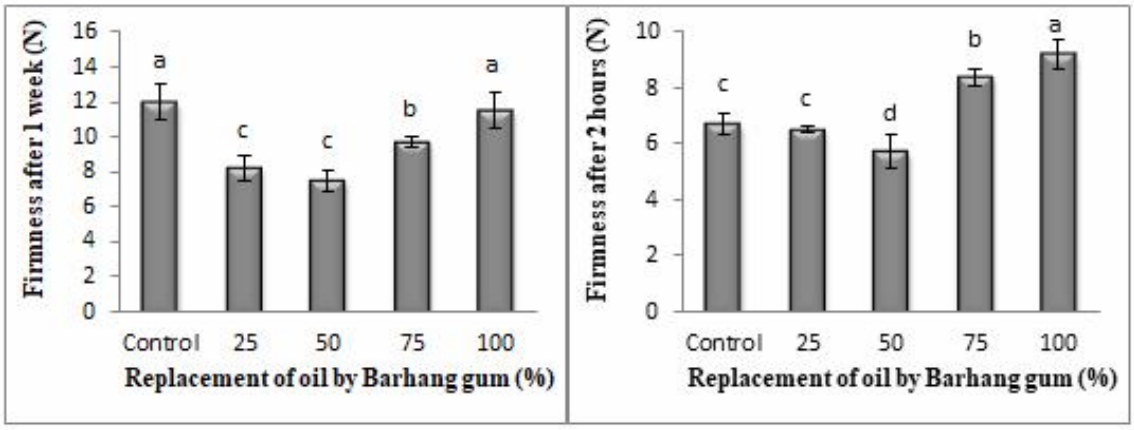

Fig 6 The effect of different levels of replacement of oil by Barhang gum on firmness of cake after 2 hours and 1 week of baking

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

۳-۷-رنگ پوسته

نتایج (شکل ۷) نشان داد نمونه حاوی ۱/۵۰ درصد صمغ بارهنگ (۲۵ درصد جایگزینی روغن با صمغ) و نمونه حاوی ۳ درصد صمغ بارهنگ (۵۰ درصد جایگزینی روغن با صمغ) از بیشترین میزان شاخص L^* در بین نمونه های تولیدی برخوردار بودند. این در حالی بود که با افزایش بیش از ۲۵ درصد جایگزینی روغن با صمغ بارهنگ کبیر، بر میزان شاخص a^* پوسته کیک به طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد افزوده شد. همچنین نتایج حاکی از آن بود که با افزایش درصد جایگزینی روغن با صمغ بارهنگ کبیر از میزان شاخص b^* نمونه‌های تولیدی به طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد کاسته شد. به طوری که بیشترین میزان شاخص b^* در نمونه شاهد و کمترین میزان آن به صورت مشترک در نمونه‌های حاوی ٤/٥٠ و ٦ درصد صمغ بارهنگ کبیر (به ترتیب نمونه‌هایی که ۷۵ و ۱۰۰ درصد روغن آن با صمغ بارهنگ جایگزین شده، بود) مشاهده 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، میزان روشنایی یا درخشندگی یا شاخص رنگی L^* کاسته می‌شود. بنابراین این انتظار وجود داشت که با کاهش یا حذف روغن، میزان روشنایی نمونه‌های تولیدی کاهش یابد. اما در دو نمونه حاوی ۱/۵ و ۳

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

درصد صمغ بارهنگ (به ترتیب نمونه‌هایی که ۲۵ و ۵۰ درصد روغن آن با صمغ بارهنگ جایگزین شده، بود) نه تنها کاهش روشنایی مشاهده نشد، بلکه این دو نمونه از شاخص رنگی L^* بیشتری برخوردار بودند. از این رو به نظر می‌رسد سطح مصرفی ۱/۵ و ۳ درصد صمغ بارهنگ، نه تنها توانسته است، جایگزینی مناسبی به ترتیب برای ۲۵ و ۵۰ درصد از روغن تقلیل یافته باشند، بلکه به احتمال زیاد با نگهداری و حفظ رطوبت بیشتر در محصول نسبت به نمونه شاهد، سطحی هموار و یکنواخت در پوسته ایجاد نموده‌اند که به موجب آن انعکاس نور از سطح محصول تولیدی افزایش یافته و درخشندگی و روشنایی بیشتری ایجاد شده است. در این راستا پورلیس و سالوادوری (۲۰۰۹) بیان نمودند که تغییرات سطح پوسته، مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین‌دار توانایی بیشتری در افزایش میزان مؤلفه رنگی L^* پوسته دارد [۳۲].

از سوی دیگر براساس نتایج پژوهش حاضر شاید این مسئله نیز به ذهن رسد که چرا نمونه‌های حاوی ٤/٥ و ٦ درصد صمغ بارهنگ (به ترتیب نمونه‌هایی که ۷۵ و ۱۰۰ درصد روغن آن با صمغ بارهنگ جایگزین شده، بود) با وجود آنکه از رطوبت بیشتری برخوردارند ولی درخشندگی بیشتری ندارند. باید این نکته را لحاظ کرد که این دو نمونه از بافت سفت‌تر و فشرده‌تری برخوردارند که همین امر اثر خود را بر پوسته نمونه گذاشته و موجبات ناهموار شدن سطح را فراهم کرده است و از این طریق انعکاس نور و شاخص رنگی L^* را کاهش داده است. در این زمینه صحرائیان (۱۳۹۵) گزارش نمود بجز حفظ رطوبت، ویژگی‌های بافتی نظیر حجم، تخلخل و میزان سفتی بافت می‌تواند بر سطح محصول نهایی اثر گذاشته و هرچه تعداد حفرات گازی کمتر (نمونه‌های دارای حجم کمتر)، اندازه حفرات بزرگتر و پخش آن‌ها غیریکنواخت‌تر (نمونه‌های دارای تخلخل کمتر) و سفتی بافت بیشتر باشد، به دلیل فشردگی بیش از حد سطح نمونه و وجود حفرات بزرگ در سطح، انعکاس نور از سطح پوسته کمتر صورت می‌گیرد و درخشندگی نمونه یا همان مؤلفه رنگی L^* کاهش می‌یابد [۳۱]. محمدی و همکاران (۲۰۱٤) 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 [۳۰ و ۳۳].

از سوی دیگر براساس نتایج تحقیق حاضر مشاهده شد، با کاهش میزان روغن و افزایش صمغ بارهنگ کبیر بر میزان شاخص a^*نمونه های تولیدی افزوده شد. در ارتباط با این مسئله و نقش روغن در فرمولاسیون محصولات نانوایی نظیر کیک باید گفت، چنانچه روغن در یک سطح نامناسب و بیش از حد نیاز به فرمولاسیون این دسته از محصولات اضافه شود، تا حدودی توانایی احاطه کردن پروتئین موجود در فرمولاسیون را دارد و از این طریق می‌تواند، واکنش قهوه‌ای شدن (مایلارد) که یکی از واکنش‌های مؤثر در ایجاد رنگ است، جلوگیری به عمل آورد [۳٤]. از این رو هرچند روغن در سطوح بالا بر میزان روشنایی و شاخص رنگی L^* نقش دارد، ولی می تواند عامل ممانعت کننده 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 علت افزایش قرمزی پوسته را می‌توان به واکنش مایلارد و تولید رنگدانه‌های قهوه‌ای طی زمان پخت نسبت داد. همچنین حضور رنگ صمغ بارهنگ و رنگدانه‌های موجود در آن را نیز نباید نادیده گرفت که این مورد به نوبه خود بر این مؤلفه اثرگذارست.

در نهایت در این بخش مشاهده شد، شاخص رنگی b^* تحت تأثیر جایگزینی روغن با صمغ بارهنگ کبیر افزایش یافت. نقی پور و همکاران (۱۳۹۵) با مطالعه اثر بتاگلوکان سورگوم به عنوان جایگزین روغن در کیک بدون گلوتن، 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 [۲٤].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

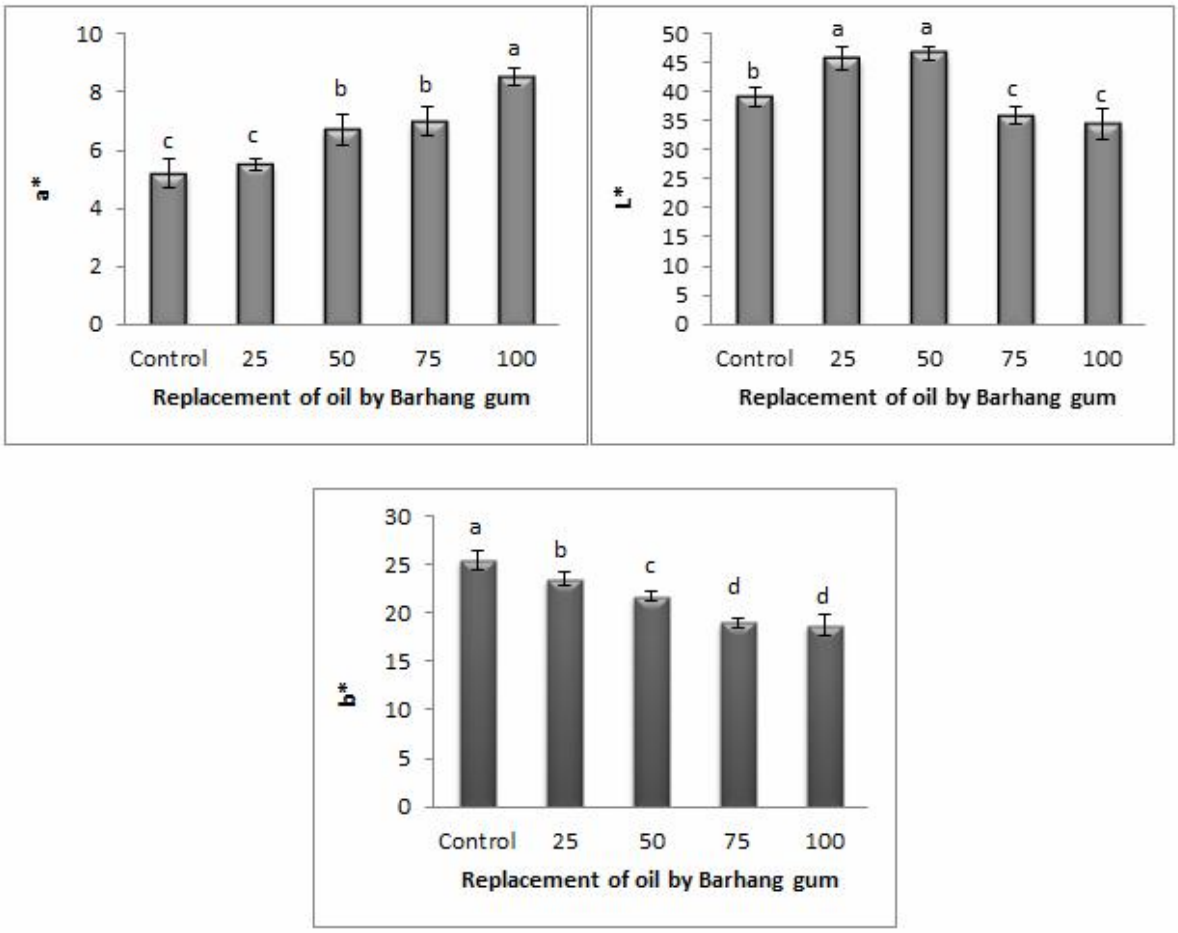

Fig 7 The effect of different levels of replacement of oil by Barhang gum on crust color value
Different letters show the statistically significant differences (P<0.05)

۳-۸-پذیرش کلی

شکل ۸ نشان‌دهنده امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های کیک حاوی صمغ بارهنگ و نمونه شاهد است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی ۱/۵ و ۳ درصد صمغ بارهنگ و نمونه حاوی ۳ درصد صمغ بارهنگ از امتیاز پذیرش کلی بیشتری نسبت شاهد برخوردار بودند. با توجه به نتایج بدست آمده از سایر بخش‌ها نظیر اندازه‌گیری حجم، تخلخل، سفتی بافت و رنگ پوسته حصول چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نبود و پیش‌بینی می‌شد نمونه حاوی ۱/۵ درصد صمغ بارهنگ (نمونه‌ای که در آن ۲۵ درصد روغن با صمغ جایگزین شده، است) و بخصوص نمونه حاوی ۳ درصد صمغ بارهنگ (نمونه‌ای که در آن ۵۰ درصد روغن با صمغ جایگزین شده، است) از بیشترین امتیاز بافت، پوکی و تخلخل، قابلیت جویدن و خصوصیات سطح بالایی و پائینی برخوردار باشد.

در راستای استفاده از صمغ‌ها در محصولات نانوایی کم چرب گزارشاتی مبنی بر اثرات مثبت این 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 [۸]. لورا و همکاران (۲۰۱٤) 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

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]
[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

درصد از روغن موجود در فرمولاسیون توانست بیسکوئیت قابل پذیرش از نظر داوران چشایی ایجاد نماید [۱۱]. 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. یافته ها بیانگر آن بود که میزان سفتی و رنگ نمونه بهینه با شاهد تفاوت معنی داری نداشت. در نهایت این نتیجه حاصل شد که با استفاده از موسیلاژ بزرک می‌توان ۷۶/۴۰ درصد چربی موجود در فرمولاسیون کیک را کاهش داد و نمونه ای با بیشترین امتیاز پذیرش کلی تولید نمود [۱۲]. بذرافشان (۱۳۹۳) به بررسی امکان تولید کیک روغنی کم چرب با استفاده از پودر دانه ریحان، صمغ گوار و پروتئین ایزوله سویا پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد داوران چشایی نمونه حاوی ۱۰ درصد پروتئین سویا و ۲ درصد پودر دانه ریحان و نمونه حاوی ۱۰ درصد پروتئین سویا و ۰/۱۵ صمغ گوار را به عنوان نمونه‌های برتر با بیشترین امتیاز خصوصیات حسی و پذیرش کلی معرفی نمودند [۱۳].

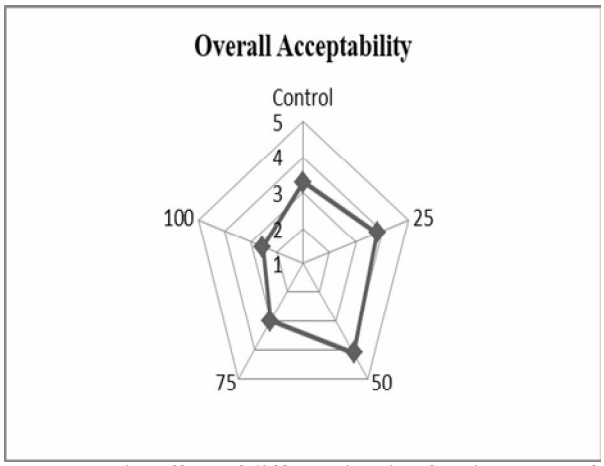

Fig 8 The effect of different levels of replacement of oil by Barhang gum on overall acceptability
Different letters show the statistically significant differences (P<0.05)

٤- نتیجه‌گیری

امروزه به دلیل آگاهی بیشتر افراد جامعه و اهمیت دادن آن‌ها به مصرف غذاهای کم کالری، تولید و توزیع محصولات رژیمی از جمله دسته کم شکر و یا کم روغن رواج یافته است. اما مسئله‌ای که مطرح است و مصرف‌کنندگان را نسبت به آن حساس نموده است، این است که مردم تمایل به استفاده از جایگزین‌های شیمیایی شکر و روغن را ندارند. از طرفی این انتظار وجود دارد که محصول رژیمی و کم کالری عرضه شده به آن‌ها، کیفیت و ماندگاری مشابه با نمونه غیر رژیمی را داشته باشد. از این رو در این پژوهش سعی بر آن شد که از مزایای صمغ دانه بارهنگ کبیر که یک ترکیب گیاهی است به عنوان جایگزین روغن در فرمولاسیون کیک روغنی استفاده شود. خوشبختانه نتایج رضایت‌بخشی مبتنی بر جایگزینی ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون که معادل ۱۸ درصد روغن براساس وزن آرد بود با ۳ درصد صمغ بارهنگ کبیر و ۱۵ درصد آب اضافی (براساس وزن آرد) مشاهده شد و نمونه تولیدی با شرایط ذکر شده دارای ویژگی‌های بافتی، ظاهری و حسی مطلوبی بود.

٥- منابع

[1] Weiss, T.J. 1983. *Food oils and their uses*. Ellis Horwood, Chichester.786.
[2] Arciszewski, H. 1991. *Fat fraction reduction in baked foods*. Inform, 2(4): 392-399.
[3] Inglett, G.E., Chen, D., and Liu, S.X. 2015. Physical properties of gluten-free sugar cookies made from amaranth-oat composites. *LWT- Food Science and Technology*, 63(1): 214-220.
[4] Manley, D. 2001. Biscuit, cracker and cookies recipes for food industry. In: CRC., p. 151-159, 178-182.
[5] Zoulias, E.I., Oreopoulou, V. and Kounalaki, E. 2002. Effect of fat and sugar replacement on cookie properties. Science and food agriculture, 82(14): 1637-1644.
[6] 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.
[7] Sudha, M.L., Srivastava, A.K., Vetrimani, 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.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]
[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

[8] Rafael, B., Alicia, A., and Alberto, E. 2010. Chia (Salvia hispansia L) Gel Can Be Used as Egg or oil Replacer in cake formulations. *Journal of the Americans Dietetic Association*, 110(6): 946-949.

[9] 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.

[10] Julia, R., Sarabjit, S., Sahi. And Isabel, H. 2014. Functionality of lipase and emulsifiers in low-fat cakes with inulin. *LWT-Food Sience and Technology*, 58(1): 173-182.

[11] 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.

[12] Bitaghsir M. 2014.Production and evaluation of physicochemical properties of low-calorie containing bazrak mucilage as fat replacement, master thesis of food science and technology, Isfahan University of Technology [in persian].

[13] Bazrafshan, M. 2015. Production of low-fat cup cake by using Ocimum basilicum powder, guar gum and soy protein isolate. Ph.D. thesis of food science and technology,Islamic Azad University-Sabzevar [in persian].

[14] Alizadeh Behbahani, B.A., Yazdi, F.T., Shahidi, F., Hesarinejad, M.A., Mortazavi, S.A., Mohebbi, M. 2017. Plantago major seed mucilage: Optimization of extraction and some physicochemical and rheological aspects. *Carbohydrate Polymers*, 155: 68-77.

[15] Sola, R., Bruckert, E., Valls, R.M., Narejos, S., Luque, X., Castro-Cabezas, M., Domenech, G., Torres, F., Heras, M., Farres, X., Vaquer, J.V., Martinez, J.M., Almaraz, M.C. and Anguera, A. 2010. Soluble fiber (Platago ovate) reduces plasma low-density lipoprotein (LDL) cholesterol, triglycerides, insulin, oxidized LDL and systolic blood pressure in hypercholesterolemia patient: A randomized trial. Atherosclerosis. 211(2): 630-637.

[16] 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].

[17] Rahimi, Sh. 2018. Evaluation of common plantain (commen plantain Plantago major L.) gum as fat replacer on physicochemical, texture and micro-structural of (Wheat-Quinoa) cup cake. master thesis of food science and technology, Islamic Azad University of Science & Research Branch [in persian].

[18] Ashwini, A., Jyotsna, R. and Indrani, D. 2009. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological charactristicts and quality of flat bread. Lebensm. Wiss.u. Technology, 36: 18-193.

[19] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

[20] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.

[21] 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.

[22] Gacula, J.R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.

[23]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.

[24] Naghipour, F., Tabatabaei Yazdi, F., Karimi, M. Mortazavi, S. A. & Mohebbi, M. (2017). Effect of sorghum ß-Glucan as fat replacer in low- fat gluten-free cup cake production. JFST, 61(13): 163-176. . [In Persian].

[25] 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.

[26] 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.

[27] Saeedi, M., Morteza-Semnani, k. and Sagheb-Doust, M. 2013. Evaluation of Plantago major L. seed mucilage as a rate

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

[31] Sahraiyan, 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].

[32] Purlis, E., and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.

[33] 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. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20 (4): 1812-1818.

[34] 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.

controlling matrix for sustained release of propranolol hydrocolloide. *Acta pharmaceutica*, 63(1): 99-114.

[28] Sciarini, L. S., Ribotta, P. D., Leon, A. E., and Perez, G. T. 2012. Incorporation of several additives into gluten free bread: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering*, 111(4): 590-579.

[29]Crockett, R., Ie, P., and Vodovotz, Y. 2011. Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten free bread. *Food Chemistry*, 1(1): 84-91.

[30] Sahraiyan, B., Naghipour, F., Karimi, M. and Ghiafe 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.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

The formulation of low-fat cupcake by using *Plantago major L.* gum

Rahimi, Sh. [1], Sheikholeslami, Z. [2*], Seyedain Ardebili, S. M. [3]

1. Master of Agricultural Science and Food Technology, College of Agriculture, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2. Associate professor of Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.
3. Associate professor of Agricultural Science and Food Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

(Received: 2019/12/11 Accepted:2020/01/13)

In this project, low-fat composite (wheat-quinoa) cup cake was produced. *Plantago major L.* gum and water (1.5-7.5, 3-15, 4.5-22.5 and 6 -30%) was used as a fat replacer in levels of 0, 25, 50, 75 and 100 % in cup- cake. PH, specific gravity, viscosity, moisture, firmness, crust color and overall acceptability were evaluated. PH and b* value were decrease and moisture and a* value were increased by increasing of Barhang gum. The samples containing 1.5 and 3 % gum had the lowest specific gravity and the highest specific volume and L* value. Also, the highest viscosity was indicated in the sample containing 3 % gum. On the other hand, the sample containing 3 % gum had the lowest firmness in 2 hours and 1 week after baking. Finally, the samples containing 1.5 and 3 % gum had the best overall acceptability. Therefore, it can be said that the removal of 50% of oil in cake formulation was performed successfully.

Keywords: *Plantago major*, Image processing, Texture analyzer, Low-fat cake, Viscosity.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-27]

[DOI: 10.29252/fsct.16.97.13]

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