

بررسی تأثیر صمغ اسفرزه بر ماندگاری و کیفیت کیک روغنی ترکیبی (گندم - سورگوم)

فریبا نقی پور¹، بهاره صحرائیان^{2*}، محمد باقر حبیبی نجفی³، محمد حسین حداد خداپرست³

¹ دانش آموخته دکترای علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

² دانشجوی دکترای علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

³ عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: 92/2/16

تاریخ دریافت: 91/2/18

چکیده

بهبود محصولات غله‌ای و کاهش ضایعات آن از اهمیت ویژه‌ای در اقتصاد ملی برخوردار است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر افزودن صمغ اسفرزه در پنج سطح 0، 0/25، 0/50، 0/75 و 1/0 درصد (براساس وزن آرد) بر خواص کمی و کیفی کیک ترکیبی (گندم - سورگوم) بود. در این تحقیق به منظور اندازه‌گیری میزان مؤلفه‌های رنگی پوسته و مغز ($L^* a^* b$) و تخلخل، نرم افزار Image J مورد استفاده قرار گرفت. بر مبنای نتایج بدست آمده، افزودن صمغ اسفرزه بر سرعت بیاتی کیک در سطح $P < 0.05$ اثرگذار بود. با توجه به نتایج این بخش مشخص گردید که افزایش میزان صمغ تا سطح 0/75 درصد سبب کاهش سرعت بیاتی کیک ترکیبی در طی 72 ساعت پس از پخت شد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش درصد صمغ اسفرزه تا سطح 1/0 درصد، حجم مخصوص، تخلخل، فعالیت آبی، رطوبت و مؤلفه L^* و b^* پوسته افزایش یافت. این در حالی بود که افزایش میزان صمغ تا سطح 0/75 درصد سبب افزایش مؤلفه L^* مغز شد و بطور کل صمغ اسفرزه بر روی دو مؤلفه a^* و b^* مغز کیک ترکیبی (گندم - سورگوم) اثر معنی‌داری در سطح اطمینان 95 درصد نداشت. از سوی دیگر نتایج ارزیابی حسی حاکی از آن بود که افزودن صمغ اسفرزه به فرمولاسیون کیک ترکیبی سبب بهبود پذیرش کلی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد (نمونه فاقد صمغ) شد.

واژه‌های کلیدی: کیک ترکیبی (گندم - سورگوم)، صمغ اسفرزه، بیاتی، پردازش تصویر.

1- مقدمه

کیک به عنوان یک محصول پرطرفدار در بین اقشار مختلف جامعه، نوعی شیرینی با بافت¹ و نرمی مخصوص است که به لحاظ کالری زایی حد واسط نان و بیسکوئیت می باشد. این محصول پرانرژی باستی دارای بافت متخلخل³، حفره های ریز با دیواره نازک باشد تا از بازار پسندی قابل قبولی برخوردار باشد. بنابراین انجام تحقیقات و سرمایه گذاری جهت رسیدن به کیفیت مطلوب، افزایش ماندگاری و تولید انواع متنوع کیک لازم است. با توجه به مطالعات صورت گرفته در زمینه محصولات صنایع آردبر، یکی از دلایل افزایش سفتی و کاهش بازار پسندی اینگونه محصولات در طی مدت زمان ماندگاری، افزایش از دست دادن رطوبت در دوره نگهداری و بیات شدن آن ها می باشد. به همین دلیل محققان زیادی به دنبال بررسی چالش های موجود در زمینه محصولات صنایع پخت و ارائه راهکارهای مناسب در این زمینه بوده اند. یکی از راهکارهای ارائه شده توسط محققین جهت کاهش سفتی بافت، حفظ رطوبت و ویژگی های حسی در طی مدت زمان ماندگاری این نوع محصولات، استفاده از افزودنی هایی نظیر صمغ های سنتیک و بومی است. این دسته از افزودنی ها به دلیل داشتن ویژگی های مطلوب مانند قابلیت تشکیل ژل، افزایش ویسکوزیته، قدرت تثبیت کنندگی، حجیم کنندگی و غیره کاربرد وسیعی در بهبود کمیت و کیفیت محصولات نظیر نان و کیک دارند. در همین راستا ایوبی و همکاران (1387) در پژوهشی به مطالعه اثر پودر آب پنیر و صمغ های گوار و زانتان بر خصوصیات کیفی و شیمیایی کیک روغنی پرداختند. نتایج تحقیق آن ها نشان داده است که افزودن پودر آب پنیر در نسبت های 25 و 50 درصد به همراه صمغ گوار (سطوح 0/1 و 0/3) و صمغ گزانتان (سطوح 0/1 و 0/15) ضمن حفظ خصوصیات حسی کیک روغنی در طی مدت زمان ماندگاری اغلب خواص فیزیکی شیمیایی آن بهبود یافت (2). در پژوهشی دیگر کیهانی و همکاران (1390) اثر عصاره چوبک و امولسیفایر E471 را بر ویژگی های کمی و کیفی کیک روغنی مورد ارزیابی قرار داد. نتایج بدست آمده نشان داد که افزودن عصاره چوبک و امولسیفایر E471 باعث کاهش دانسیته خمیر و سفتی بافت محصول نهایی گردید. همچنین نتایج پژوهش این محقق حاکی از آن بود که افزودن عصاره چوبک قادر به افزایش مؤلفه رنگی *L و بالطبع بهبود رنگ مغز نمونه های حاوی این عصاره

است (7). ریوتو و همکاران (2004) اثر امولسیفایر داتم و صمغ گوار را بر ساختار میکرو، عملکرد رئولوژیکی و پخت خمیر نان منجمد مورد بررسی قرار دادند. طی پژوهش این محققین مشخص گردید که امولسیفایر داتم و صمغ گوار هر دو قادر به افزایش حجم و بهبود بافت نان شدند (17). همچنین صحرائیان و همکاران (1390) به مطالعه اثر صمغ بالنگو شیرازی در چهار سطح 0، 0/3، 0/6 و 1/0 درصد (بر اساس وزن آرد) بر بافت و رنگ نان سورگوم پرداختند. نتایج این پژوهشگران نشان داد که با افزودن این صمغ بومی تا سطح 0/6 درصد سفتی بافت نان روندی نزولی داشت. این در حالی بود که با افزایش سطح این صمغ در فرمولاسیون نان مؤلفه های رنگی پوسته بهبود یافت (4). از سوی دیگر آرون پان لوپ و همکاران (1996) اثرات جایگزینی پروتئین های سفیده تخم مرغ با ایزوله پروتئین آب پنیر و صمغ گزانتان، متیل سلولز، سولفات مس و فسفات سدیم را بر ظاهر، ساختار، بافت و خواص حسی کیک آژل بررسی نمودند. نتایج پژوهش این محققین نشان داد که در بین کیک هایی که در آنها جایگزینی انجام شده بود کیک های حاوی صمغ گزانتان بیشترین شباهت را به لحاظ کمی و کیفی به نمونه شاهد داشتند (10). علاوه بر این ترابی و همکاران (2010) ساختمان داخلی کیک برنجی بدون گلوتن در حضور صمغ های گزانتان، گوار، دانه ی لوکاست، کاراگینان و ترکیبی از گوار و گزانتان مورد بررسی قرار دادند. این محققین مشاهده نمودند که افزودن انواع صمغ ها بر خلل و فرج مغز کیک تاثیر معنی داری داشت و بیشترین آن متعلق به گزانتان و ترکیب گزانتان و گوار بود (19). بنابراین با توجه به بررسی های انجام شده، هدف از انجام این پژوهش ارزیابی استفاده از صمغ اسفرزه (پلانتاگو)¹ در پنج سطح 0، 0/25، 0/50، 0/75 و 1/0 درصد (بر اساس وزن آرد) بر بهبود کیفیت و ماندگاری کیک روغنی ترکیبی (گندم - سورگوم) است.

2- مواد و روش ها

آرد گندم (ستاره) با درجه استخراج 83 درصد از کارخانه ی آرد گلکمان مشهد و آرد سورگوم از شهرستان زابل تهیه گردید. در این تحقیق از آرد گندم و سورگوم به ترتیب به میزان 80 و 20 درصد استفاده گردید. سایر مواد مصرفی (بر اساس درصد آرد) در تولید کیک شامل پودر شکر (50 درصد)، روغن نباتی مایع

¹ *Plantago ovata L.*

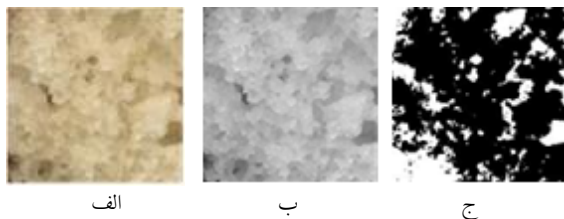
آزمون که براساس میزان فشردگی بافت² بود در فاصله زمانی 3، 24 و 72 ساعت پس از پخت در دمای اتاق (25 درجه سانتیگراد) انجام شد و پارامتر اندازه‌گیری شده در این آزمون، سفتی مغز کیک بود (14).

2-2- آزمون ارزیابی حجم مخصوص کیک

حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی سه ساعت پس از پخت، به روش جایگزینی دانه (AACC, 2000) اندازه‌گیری شد.

2-3- آزمون ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز نمونه‌های کیک از تکنیک پردازش استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد 2 در 2 سانتی‌متر از مغز کیک تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح 300 پیکسل تصویربرداری شد (شکل 1 الف). تصویر تهیه شده در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن قسمت 8 بیت³، تصاویر سطح خاکستری⁴ (شکل 1 ب) ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی⁵، قسمت دودویی نرم افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است (شکل 1 ج) که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد می‌شود. بدیهی است که هر چقدر این نسبت بیشتر باشد بدین معناست که میزان حفرات موجود در بافت کیک (میزان تخلخل) بیشتر است. در عمل با فعال کردن قسمت آنالیز نرم افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که این آزمون سه ساعت پس از پخت انجام گرفت (12).



شکل 1- نمونه تصویر تبدیل شده: الف: نمونه تصویر مغز کیک، ب: نمونه تصویر خاکستری، ج: نمونه تصویر دودویی.

(30 درصد)، بیکنینگ پودر (2 درصد)، وانیل (0/2 درصد) و تخم مرغ (36 درصد) از فروشگاه عرضه کننده مواد اولیه قنادی و صمغ اسفرزه (در سطوح 0، 0/25، 0/50، 0/75 و 1/0 درصد) از دانشگاه فردوسی مشهد، گروه علوم و صنایع غذایی تهیه گردید. همچنین شربت اینورت که به میزان 12 درصد در فرمولاسیون کیک لازم بود، مطابق با دستورالعمل موجود در استاندارد ملی ایران به شماره 8025 تدوین شده در سال 1383 مورد استفاده قرار گرفت. جهت تهیه کیک، مواد طبق فرمولاسیون در نظر گرفته شده با استفاده از ترازو دیجیتال (AND EK-200i) ساخت ژاپن توزین گردید و طبق روش کرم کردن، مخلوط شدن اجزا کیک با استفاده از همزن دستی (150W Moulinex 727) ساخت فرانسه با سرعت 128 دور در دقیقه انجام پذیرفت. بدین ترتیب ابتدا روغن و شکر به مدت 2 دقیقه مخلوط شدند و سپس تخم مرغ افزوده گردید و به مدت 30 ثانیه زده شد. در ادامه سایر مواد به همراه صمغ اسفرزه در چهار سطح 0/25، 0/5، 0/75 و 1/0 درصد براساس وزن آرد به خمیر اضافه گردید. سپس خمیر آماده شده با وزن‌های مساوی (50 گرم) در ظرف مخصوص تهیه کیک، قرار گرفت و در فر آزمایشگاهی گردان (Zuccheli Froni، ساخت کشور ایتالیا) در دمای 170 درجه سانتیگراد به مدت 20 دقیقه پخته شد. در ادامه هر یک از نمونه‌ها پس از سرد شدن (2 ساعت پس از پخت)، در کیسه‌های پلی‌اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای اتاق (25 درجه سانتیگراد) نگهداری شدند (8). لازم به ذکر است که به منظور تهیه نمونه شاهد کیک روغنی ترکیبی (گندم - سورگوم) از صمغ استفاده نگردید.

1-2- آزمون ارزیابی بافت

به منظور ارزیابی بافت کیک ترکیبی (گندم-سورگوم) از بافت‌سنج¹ QTS1 مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان استفاده گردید. بدین طریق نیروی لازم توسط یک پروب استوانه‌ای (2/5 سانتی‌متر عرض در 1/8 سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت 60 میلی‌متر در دقیقه و عمق نفوذ 25 میلی‌متر به داخل نمونه‌های کیک با ضخامت 20 میلی‌متر محاسبه گردید (Target Value: 30 mm و Trigger Value: 0.05 N). این

² Compression Test

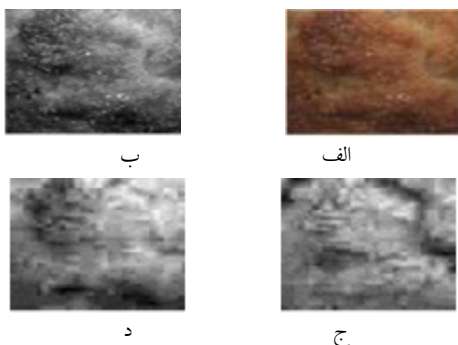
³ Bit

⁴ Gray level images

⁵ Binary images

¹ Texture Analyzer

Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد (18).



شکل 2- نمونه تصویر تبدیل شده: الف: نمونه تصویر پوسته

کیک، ب: مولفه *L تصویر، ج: مولفه *a تصویر، د: مولفه *b تصویر.

7-2- آزمون ارزیابی خصوصیات حسی کیک

آزمون حسی با استفاده از روش پیشنهادی رجب‌زاده (1991) انجام شد. 10 داور از بین افراد آموزش دیده انتخاب گردیدند و سپس خصوصیات حسی کیک از نظر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پائینی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه که به ترتیب دارای ضریب رتبه 4، 2، 1، 2، 2، 3 و 3 بودند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (1) تا بسیار خوب (5) بود. با داشتن این معلومات، پذیرش کلی (عدد کیفیت کیک) با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (16).

$$Q = \sum(P \times G) / \sum P$$

Q = پذیرش کلی (عدد کیفیت کیک)

P = ضریب رتبه صفات و

G = ضریب ارزیابی صفات.

8-2- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده از پژوهش با استفاده از نرم افزار Mstat-c نسخه ی 1/42 بر پایه طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین سه تکرار هر یک از نمونه‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان 95 درصد ($P < 0.05$) مورد مقایسه قرار گرفتند.

4-2- آزمون رطوبت سنجی

رطوبت مغز هر یک از نمونه‌ها سه ساعت پس از پخت با استفاده از دستگاه رطوبت سنج¹ مدل MX-50A&D Co. Limited, (Tokyo, Japan) محاسبه گردید (8).

5-2- آزمون اندازه‌گیری فعالیت آبی

فعالیت آبی هر یک از نمونه‌ها سه ساعت پس از پخت با استفاده از فعالیت آب سنج² مدل Novasina ms1-aw Axair Ltd ساخت کشور سوئیس در دمای 25 درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید (8).

6-2- آزمون ارزیابی رنگ پوسته مغز کیک

پردازش تصویر روشی غیر تخریبی و علمی برای اندازه‌گیری الگوی رنگ در سطوح رنگی غیریکنواخت است. روش‌های سنتی ارزیابی حسی در تعیین کیفیت مواد غذایی کاربرد زیادی دارند اما این روش‌ها زمان‌بر و پرهزینه هستند. این عوامل سبب ایجاد انگیزه برای توسعه روش‌های جانشین است که در زمان کمتر و با دقت بیشتر خصوصیات کلیدی محصول را ارزیابی کند. پردازش تصویر یکی از این روش‌ها است. در واقع می‌توان گفت که کاربرد پردازش تصویر در اندازه‌گیری خصوصیات کیفی نظیر رنگ یکی از امید بخش‌ترین موضوعات تحقیقاتی است. از این رو در این پژوهش به منظور آنالیز رنگ پوسته و مغز نمونه‌های کیک (سه شاخص *L، *a و *b) از روش پردازش تصویر در فاصله زمانی سه ساعت پس از پخت استفاده گردید. شاخص *L معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا 100 (سفید خالص) متغیر است (شکل 2 ب). شاخص *a میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از 120- (سبز خالص) تا 120+ (قرمز خالص) متغیر می‌باشد (شکل 2 ج). شاخص *b میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از 120- (آبی خالص) تا 120+ (زرد خالص) متغیر است (شکل 2 د). جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد 2 در 2 سانتی‌متر از پوسته و مغز نمونه‌های کیک تهیه گردید (شکل 2 الف) و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح 300 پیکسل تصویربرداری شد سپس تصاویر در اختیار نرم افزار

¹ Moisture Analysis

² Water activity meter

(در سطح آماری $p < 0.05$) وجود دارد. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش میزان صمغ اسفرزه تا سطح 0/75 درصد، سفتی مغز کیک در طی 72 ساعت به طور معنی‌دار در سطح اطمینان 95 درصد کاهش یافت. در زمینه اثر صمغ‌ها بویژه صمغ‌های بومی بر میزان سفتی بافت محصولات صنایع آردبر، کوچکی و همکاران (1390) به مطالعه تأثیر صمغ دانه قدومه شیرازی و گزانتان در سه سطح 0/3، 0/6 و 1/0 بر خواص کیفی نان پرداختند و در نهایت بیان نمودند که افزایش غلظت این صمغ‌ها باعث کاهش میزان سفتی و نیروی لازم جهت نفوذ به بافت نان می‌گردد. بنابراین با توجه به این امر که میزان سفتی و بیابانی بافت این دسته از محصولات (نظیر کیک و نان) در ارتباط مستقیم با پدیده رتروگراداسیون نشاسته می‌باشد (5). به نظر می‌رسد که این صمغ‌ها به‌ویژه صمغ اسفرزه می‌تواند نقش کلیدی در واکنش با نشاسته و در نتیجه ممانعت از پدیده رتروگراداسیون و بالطبع سفت و چسبنده شدن محصول نهایی داشته باشد.

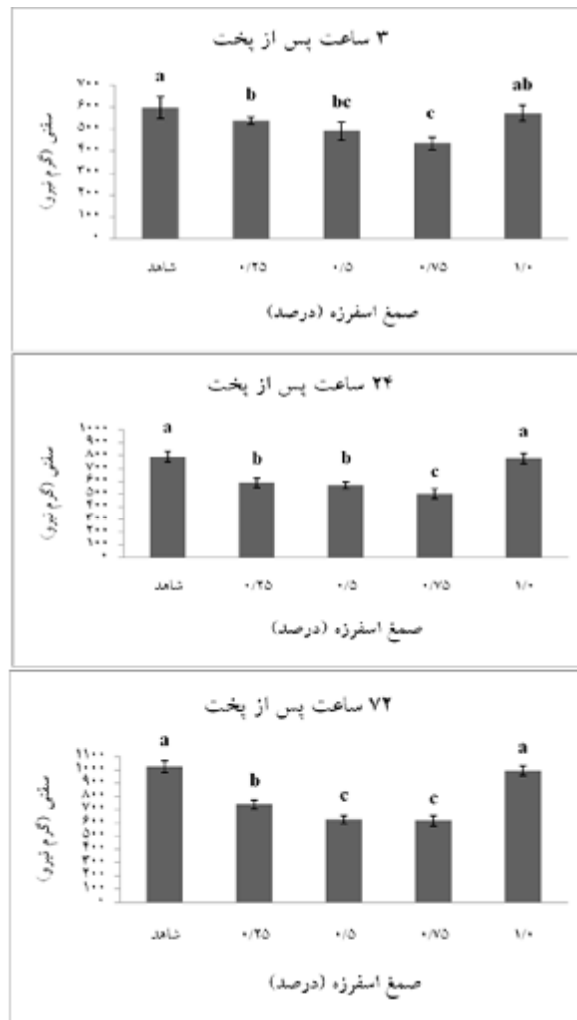
3-3- نتایج آزمون ارزیابی میزان رطوبت و فعالیت آبی

با توجه به بررسی‌های انجام شده و نتایج بدست آمده از آنالیز آماری (جدول 1) مشخص گردید که با افزایش میزان صمغ اسفرزه در سطوح مورد آزمایش، میزان رطوبت و فعالیت آبی محصول نهایی به طور معنی‌داری (در سطح اطمینان 95 درصد) افزایش یافت. این امر بدان دلیل است که صمغ‌ها سبب بهبود قابلیت مرطوب شدن و کمک به حفظ رطوبت در طی مدت زمان نگهداری می‌شوند که به عنوان مثال در محصولات نظیر انواع کیک، صمغ‌ها این توانایی را به خوبی بروز می‌دهند و این حفظ رطوبت در نرم‌تر شدن مغز کیک نیز کاملاً تأثیرگذار است (3). همچنین این خصوصیت صمغ‌ها را می‌توان به توانایی بالای آن‌ها در برقراری اتصال با مولکول‌های آب ربط داد (6). از سوی دیگر کیم و والکر (1992) عنوان کردند که سرعت از دست دادن رطوبت کیک در طی فرآیند پخت به طبیعت مواد فعال سطحی به کار رفته در محصول وابسته است که در نتیجه آن با به کارگیری این ترکیبات، محصول نهایی نظیر کیک از رطوبت و فعالیت آبی بالاتری برخوردارست و ابقای این میزان رطوبت در طی دوره‌ی انبارمانی نیز بیشتر خواهد بود (13). از طرفی با توجه به رابطه مثبتی که میزان رطوبت با میزان فعالیت آبی دارد، انتظار

3- نتایج و بحث

3-1- نتایج خصوصیات شیمیایی آرد

ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم شامل رطوبت (13/6 درصد)، پروتئین (10/3 درصد)، خاکستر (0/64 درصد)، گلوتن خشک (9/3 درصد) و عدد فالینگ (402 ثانیه) و آرد سورگوم با خصوصیات شیمیایی رطوبت (11/6 درصد)، پروتئین (9/5 درصد)، چربی (3/25 درصد)، کربوهیدرات (71/2 درصد)، فیبر (1/83 درصد) و گلوتن (صفر درصد) بود.



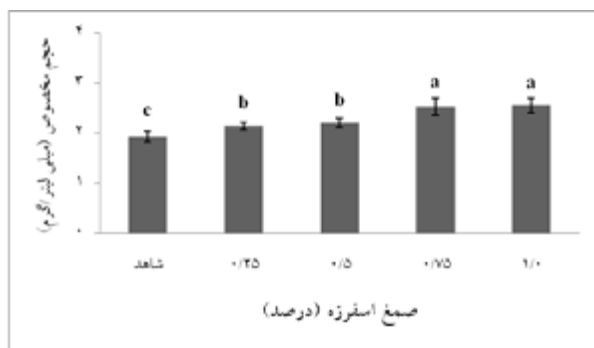
شکل 3- نتایج ارزیابی سفتی مغز نمونه های حاوی صمغ اسفرزه ($P < 0.05$). * حروف مشابه در هر بازه زمانی از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند.

3-2- نتایج آزمون ارزیابی بافت

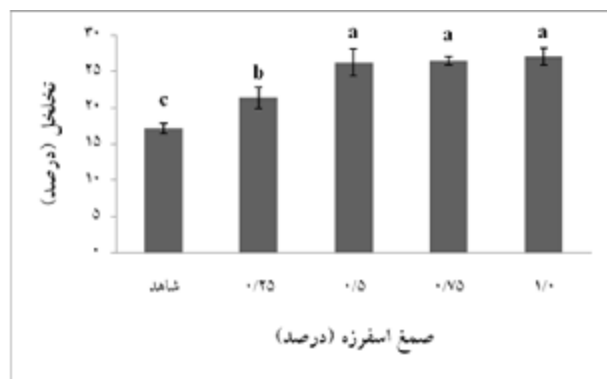
بررسی آماری نتایج حاصل از آزمون بافت سنجی که در شکل 3 آورده شده است، نشان داد که در بین تیمارها اختلاف معنی‌دار

3-5- نتایج ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک

بررسی آماری نتایج حاصل از این آزمون که در شکل 5 آورده شده است، نشان داد که با افزایش میزان صمغ در فرمولاسیون نمونه‌ها، میزان تخلخل مغز کیک نسبت به نمونه شاهد افزایش می‌یابد.



شکل 4- نتایج ارزیابی میزان حجم مخصوص نمونه‌های حاوی صمغ اسفرزه ($P < 0.05$).



شکل 5- نتایج ارزیابی میزان تخلخل نمونه‌های حاوی صمغ اسفرزه ($P < 0.05$).

این درحالیست که بین سطوح 0/5 تا 1/0 درصد این صمغ اختلاف معنی‌دار در سطح $p < 0.05$ در میزان تخلخل بافت نمونه‌ها مشاهده نمی‌گردد. علت این امر می‌تواند چنین باشد که با بکارگیری صمغ در فرمولاسیون کیک ترکیبی (گندم-سورگوم) خروج هوا از حباب‌های موجود در بافت محصول به شکل مناسبی در طول زمان پخت رخ می‌دهد و در نتیجه کیک بدست آمده از تخلخل مناسبی برخوردار خواهد بود و حفراتی ریز و با اندازه یکسان در آن بوجود می‌آید.

می‌رود که با افزایش میزان رطوبت کیک ترکیبی (گندم-سورگوم)، میزان فعالیت آبی نیز بیشتر شود که نتایج این پژوهش گواهی بر این امر است البته به لحاظ آماری در سطح اطمینان 95 درصد، اختلاف معنی‌داری در این افزایش مشاهده نشد. در نهایت می‌توان گفت که نتایج این بخش با نتایج کیهانی و همکاران (1390) و نتایج صحرائیان و همکاران (1390) که به ترتیب بیان نمودند افزایش میزان عصاره چوبک و صمغ بالنگو شیرازی از صفر تا یک درصد در فرمولاسیون کیک روغنی و نان بدون گلوتن سبب افزایش میزان رطوبت و فعالیت آبی می‌گردد، تطابق دارد (4 و 7).

جدول 1- نتایج ارزیابی میزان رطوبت و فعالیت آبی نمونه‌های حاوی صمغ اسفرزه ($P < 0.05$).

صمغ اسفرزه (درصد)	رطوبت (درصد)	فعالیت آبی ^{ns}
صفر (شاهد)	17/3 ± 0/3 ^d	0/784 ± 0/01
0/25	18/1 ± 0/5 ^c	0/790 ± 0/04
0/50	19/7 ± 0/0 ^d	0/795 ± 0/05
0/75	19/9 ± 0/4 ^d	0/804 ± 0/02
1/0	21/3 ± 0/2 ^d	0/806 ± 0/07

*حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند.

ns: اختلاف معنی‌دار در سطح ($P < 0.05$) مشاهده نشد.

3-4- نتایج ارزیابی حجم مخصوص

با توجه به نتایج بدست آمده در این بخش (شکل 4) مشاهده می‌گردد که با افزایش میزان صمغ اسفرزه میزان حجم مخصوص محصول نهایی به طور معنی‌داری در سطح اطمینان 95 درصد افزایش یافت. به نظر می‌رسد افزایش حجم مخصوص نمونه‌های کیک حاوی صمغ اسفرزه به دلیل قابلیت صمغ‌ها در نگهداری و احتباس حباب‌های هوا در این محصول باشد ضمن اینکه صمغ‌ها قادرند پایداری حباب‌های موجود در بافت محصول نهایی را افزایش دهند و از به هم چسبیدن و اتلاف آن‌ها در طی فرآیند پخت جلوگیری نمایند و در نهایت باعث افزایش حجم مخصوص محصول نهایی گردند. نتایج این بخش با نتایج سلیک و همکاران (2007) که عنوان نمودند با افزودن صمغ (بدست آمده از گیاه سوآپورت) به فرمولاسیون کیک، حجم مخصوص نسبت به نمونه شاهد افزایش می‌یابد، مطابقت دارد (11).

جدول 1- نتایج ارزیابی میزان رطوبت و فعالیت آبی نمونه‌های حاوی صمغ اسفرزه ($P < 0.05$).

مؤلفه‌های رنگی پوسته کیک			صمغ اسفرزه (درصد)
b*	a*	L*	
27/50 ± 0/54 ^c	14/47 ± 0/22 ^a	46/39 ± 0/37 ^c	صفر (شاهد)
27/61 ± 0/92 ^c	14/19 ± 0/41 ^a	46/97 ± 0/72 ^c	0/25
32/21 ± 1/37 ^b	12/78 ± 0/09 ^b	48/24 ± 1/04 ^b	0/50
32/40 ± 2/01 ^b	12/39 ± 0/25 ^b	49/91 ± 0/65 ^a	0/75
36/14 ± 1/59 ^a	12/28 ± 0/17 ^b	50/11 ± 1/12 ^a	1/0

مؤلفه‌های رنگی مغز کیک			صمغ اسفرزه (درصد)
b* ^{ns}	a* ^{ns}	L*	
40/62 ± 1/28	4/67 ± 0/31	71/70 ± 2/11 ^c	صفر (شاهد)
40/70 ± 0/97	4/69 ± 0/25	75/03 ± 1/29 ^b	0/25
40/92 ± 0/44	4/75 ± 0/97	75/15 ± 1/74 ^b	0/50
41/08 ± 1/43	4/91 ± 0/80	79/87 ± 2/25 ^a	0/75
40/65 ± 1/20	4/69 ± 0/39	72/32 ± 3/01 ^c	1/0

*حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند. ns: اختلاف معنی‌دار در سطح ($P < 0.05$) مشاهده نشد.

صاف توانایی انعکاس بیشتر روشنایی نسبت به سطح چین‌دار را دارد (15)، مطابقت می‌کند.

از سوی دیگر میزان روشنایی و یکنواختی رنگ مغز کیک در تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد بهبود یافت. این در حالی بود که در اثر افزودن سطوح 0/25 تا 0/75 درصد صمغ اسفرزه به فرمولاسیون کیک ترکیبی (گندم - سورگوم)، میزان روشنایی (مؤلفه L*) مغز کیک، روند صعودی از خود نشان داد و از سطح 0/75 تا 1/0 درصد روند میزان روشنایی و یکنواختی رنگ مغز کیک به صورت نزولی بود. همچنین با افزودن صمغ اسفرزه در تمامی سطوح، اختلاف معناداری در سطح $P < 0.05$ در میزان مؤلفه‌های a* و b* مغز کیک در مقایسه با نمونه شاهد مشاهده نگردید.

3-7- نتایج آزمون ارزیابی خصوصیات حسی کیک

نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی (پذیرش کلی) در شکل 6 آورده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، پذیرش کلی تمامی تیمارها در مقایسه با نمونه شاهد دارای اختلاف معنی‌دار در سطح معناداری $P < 0.05$ می‌باشند، این در حالی است که این اختلاف بین سطوح متفاوت صمغ اسفرزه مشاهده نمی‌گردد.

نتایج این بخش با نتایج پژوهش کیهانی و همکاران (1390) که بیان کردند، میزان تخلخل بافت کیک روغنی با افزودن عصاره چوبک تا سطح 1/0 درصد افزایش می‌یابد که به دلیل نقش صمغ‌ها یا عصاره‌ها در پخش یکنواخت حباب‌های هوا در بافت کیک و تولید محصولی با حفرات ریز، متعدد و یکنواخت و به عبارتی کاملاً متخلخل است، مطابقت دارد (7).

3-6- نتایج آزمون ارزیابی رنگ پوسته و مغز کیک

نتایج بدست آمده از پردازش تصویر رنگ پوسته و مغز کیک ترکیبی (گندم - سورگوم) (جدول 2) نشان می‌دهد که افزایش درصد صمغ اسفرزه از صفر تا 1/0 درصد سبب افزایش میزان مؤلفه L* (روشنایی)، b* (زردی) و کاهش مؤلفه a* (قرمزی) پوسته کیک می‌گردد. علت این امر را می‌توان به حفظ متناسب رطوبت در بافت کیک توسط صمغ اسفرزه و از دست ندادن آن در طی فرایند پخت و در نتیجه کاهش تغییرات سطح پوسته و جلوگیری از ایجاد سطوح غیریکنواخت نسبت داد که این امر خود در انعکاس بیشتر و بهتر نور مؤثر است. نتایج این بخش با یافته‌های پورلیسس و سالوادوری (2009) که بیان نمودند، تغییرات سطح بافت مسئول روشنایی سطح است و سطوح منظم و

سلولز (CMC) و بالنگوشیرازی. همایش ملی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان، زمستان 1390.

5- کوچکی، ا.، شهیدی، ف.، مرتضوی، ع.، کریمی، م. و میلانی، ا. 1390. بررسی اثر صمغ های دانه قدومه شیرازی (*Alyssum homolocarpum*) و گزانتان بر خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان حاصل از آرد گندم. نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران. شماره 1، صفحه 9-16.

6- کوچکی، آ. 1383. مدلسازی عوامل موثر بر ماندگاری نان مسطح ایرانی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

7- کیهانی، و.، مرتضوی، ع.، کریمی، م.، کارازیان، ح. و شیخ الاسلامی، ز. بررسی تاثیر عصاره گیاه چوبک و امولسیفایر منو و دی گلیسرید بر ویژگیهای کیفی خمیر کیک روغنی. بیستمین کنگره علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی شریف، پاییز 1390.

8- نقی پور، ف.، صحرائیان، ب. و شیخ الاسلامی، ز. 1391. بررسی اثر دما و زمان پخت بر ویژگی های کمی و کیفی نان بربری نیمه حجیم. مجله علوم و فناوری غذایی. سال چهارم، شماره ی سوم، 9-16.

9- AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

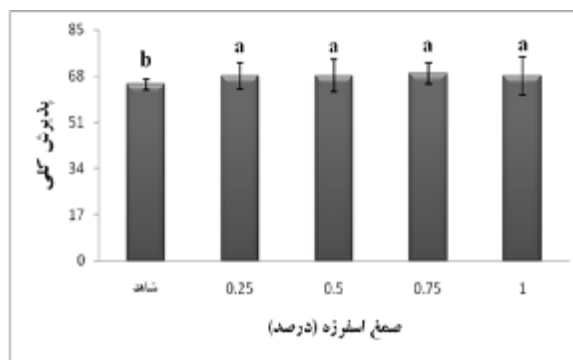
10- Arunepanlop, B., Morr, C. V., Karleskind, D. and Laye, I. 1996. Partial replacement of egg white proteins with whey in angel food cakes. Food Science, 61, pp. 1085-1093.

11- Celik, I., Yilmaz, Y., Isik, F. and Ustun, O. 2007. Effect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. Food Chemistry, 101: 907-911.

12- Haralick, R. M., Shanmugam K. and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. IEEE Transactions of ASAE, 45(6):1995-2005.

13- Kim, C. S. and Walker, C. E. 1992. Effects of sugars and emulsifiers on starch gelatinization evaluated by differential scanning calorimetry. Cereal Chem, 69(2), 1992, pp. 212-217.

14- Pourfarzad, A., Khodaparast, M. H., Karimi, M., Mortazavi, S. A., Ghiafeh Davoodi, M., Hematian Sourki, A. 2009. Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with



شکل 6- نتایج ارزیابی میزان پذیرش کلی نمونه های حاوی صمغ اسفزه ($P < 0.05$).

4- نتیجه گیری

با توجه به بررسی های انجام شده مشخص گردید که افزایش میزان صمغ اسفزه تا سطح 0/75 درصد باعث کاهش سرعت بیاتی کیک ترکیبی (گندم - سورگوم) در طی 72 ساعت پس از پخت و بهبود حجم مخصوص شد. همچنین با افزایش میزان صمغ اسفزه در فرمولاسیون کیک ترکیبی (گندم - سورگوم) میزان رطوبت، فعالیت آبی و رنگ پوسته بهبود یافت این در حالی بود که بهبود رنگ مغز تا سطح 0/75 افزایش یافت. از سوی دیگر با استفاده از این صمغ در فرمولاسیون کیک پذیرش کلی نمونه ها نسبت به نمونه شاهد بیشتر شد. در انتها انتظار می رود که با توجه به اهمیت استفاده از صمغ ها بویژه صمغ های بومی در بهبود کیفیت و ماندگاری انواع محصولات صنایع پخت، بهینه سازی سطوح استفاده از آنها مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

5- منابع

- 1- المدرس، ع.، طاهری، ر. و صفوی، و. 1387. سورگوم، گیاه شناسی، زراعت و بیوتکنولوژی. انتشارات جهاد دانشگاهی.
- 2- ایوبی، ا.، حبیبی نجفی، م. ب. و کریمی، م. 1387. تاثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) و صمغ های گوار و زانتان بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی. مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران. صفحه 33-46.
- 3- ترابی زاده، هما؛ امولسیون غذایی و امولسیفایرها، انتشارات کتاب ایران (آیژ)، تهران، 1381
- 4- صحرائیان، ب.، حبیبی نجفی، م. ب.، کریمی، م.، حداد خداپرست، م. ح.، قیافه داوودی، م. و نقی پور، ف. فرمولاسیون نان سورگوم بدون گلوتن با استفاده از صمغ کربوکسی متیل

performance of frozen bread dough. Food Hydrocolloids, 18: 305-311.

18- Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.

19-Turabi, E., Sumnu, G. and Sahin, S. 2010. Quantitative analysis of macro and micro structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. Food Hydrocolloids, 24 : 755-764.

soy flour. Journal of Food Process Engineering, 34: 1435-1445.

15- Purlis, E and Salvadori, V. 2009. Modeling the browning of bread during baking. Food Research International, 42: 865-870.

16- Rajabzadeh, N. 1991. Iranian Flat Bread Evaluation. Pp. 1-50, Iranian Cereal and Bread Research Institute, Publication no.71, Tehran, Iran.

17- Ribotta, P. D., Perez, G. T., Leon, A. E. and Anon, M. C. 2004. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking