

بررسی امکان تولید کیک بدون گلوتن با استفاده از آرد سورگوم و صمغ‌های گوار و گزانتان

فریبا نقی پور^۱، مهدی کریمی^۲، محمد باقر حبیبی نجفی^۳، محمد حسین حداد
خداپرست^۳، زهرا شیخ الاسلامی^۲، مهدی قیافه داودی^۲، بهاره صحرائیان^{۱*}

۱- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۳- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۲۸)

چکیده

بیماری سلیاک یک بیماری خود ایمن گوارشی است که در اثر هضم پروتئین گلوتن ایجاد می‌شود و تنها راه درمان آن استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن است. بنابراین توجه به تولید مواد غذایی بدون گلوتن با کیفیت مورد پذیرش برای این بیماران، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این رو هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر افزودن صمغ گوار و گزانتان هر یک در چهار سطح ۰، ۰/۳، ۰/۶ و ۱/۰ درصد در قالب یک طرح کاملاً تصادفی بر پایه فاکتوریل بر میزان رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، مؤلفه‌های رنگی پوسته و ویژگی‌های حسی کیک روغنی بدون گلوتن سورگوم بود که به منظور اندازه‌گیری میزان تخلخل و مؤلفه‌های رنگی پوسته، نرم افزار Image J مورد استفاده قرار گرفت. نتایج به وضوح نشان داد که صمغ گزانتان و گوار به خصوص در حالت ترکیبی علاوه بر افزایش میزان رطوبت قادر به افزایش حجم مخصوص، تخلخل و مؤلفه^۱ پوسته، بهبود ویژگی‌های حسی و کاهش سفتی بافت در دو فاصله زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت بودند که بهترین نتیجه در نمونه حاوی صمغ گزانتان و گوار با نسبت ۰/۶:۰/۳ مشاهده گردید.

کلید واژگان: کیک روغنی بدون گلوتن سورگوم، گوار، گزانتان، تخلخل، بافت.

* مسئول مکاتبات: baharehsahraian@yahoo.com

۱- مقدمه

بیماری‌های گوارشی در بین جوامع انسانی به خصوص در کشورهای در حال توسعه از اهمیت فراوانی برخوردار هستند. یکی از این بیماری‌ها، بیماری سیلیاک است. این بیماری نوعی بیماری خود ایمن گوارشی است که در اثر هضم گلوتن در افرادی که از لحاظ ژنتیکی مستعد آن هستند، وجود دارد [۱]. افراد مبتلا به بیماری سیلیاک دارای التهاب مزمن روده کوچک بوده که این امر به صورت مسطح و پهن شدن پرزهای روده در اثر خوردن پروتئین‌های سرشار از پرولین و گلوتامین نظیر پروتئین موجود در گندم، جو، چاودار و یولاف، نمود می‌کند [۲]. بیماری سیلیاک با این که شیوع کمتری نسبت به دیگر بیماری‌های گوارشی دارد ولی کم اهمیت‌تر از آن‌ها نمی‌باشد زیرا تخمین زده می‌شود در ایران حدود هفتصد هزار نفر به آن مبتلا هستند [۳]. از این رو امروزه با توجه به اینکه تنها راه درمان این بیماری استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن است، مطالعات پیرامون تولید مواد غذایی بدون گلوتن به‌ویژه محصولات صنایع پخت که قوت غالب افراد جامعه را تشکیل می‌دهد از اهمیت زیادی برخوردار است. کیک به‌عنوان یکی از محصولات صنایع آردبر دارای تنوع بالایی بوده و در بین افراد جامعه به‌خصوص کودکان و نوجوانان طرفداران زیادی دارد. این محصول نوعی شیرینی با بافت نرمی مخصوص می‌باشد که جزء دسته غذاهای پخته طبقه‌بندی می‌شود و مواد اصلی آن را آرد، روغن (به‌استثنای کیک اسفنجی)، شکر و تخم مرغ تشکیل می‌دهد [۴]. که از آرد به عنوان در برگیرنده اجزای مختلف کیک و شکل دهنده آن استفاده می‌شود. این محصول بایستی دارای بافتی متخلخل، حفره‌های ریز با دیواره نازک و حالت اسفنجی باشد. هرچند که برای ایجاد تخلخل در بافت کیک می‌توان از گازکربنیک، مواد شیمیایی مجازی که گازکربونیک آزاد می‌کنند و یا عمل هوا دادن در اثر گرم کردن روغن، شکر و تخم مرغ استفاده نمود اما حفظ حالت اسفنجی به عهده شبکه گلوتن است. اگرچه گلوتن ترکیب اصلی مسئول تعیین کیفیت کیک می‌باشد و در گندم، جو، چاودار و یولاف به وفور وجود دارد ولی در بیماران سیلیاکی ایجاد مشکل می‌نماید [۵]. بنابراین جهت تولید محصولات بدون گلوتن به گونه‌ای که قابلیت استفاده توسط این دسته از بیماران را داشته باشد، می‌توان از مواد نشاسته‌ای (ذرت، سیب زمینی و برنج)، آرد بعضی از غلات نظیر ارزن [۶]، سورگوم [۷]، کاساوا،

آمارانت، گندم سیاه و گنه گنه که عاری از گلوتن هستند [۱] و ترکیباتی نظیر آنزیم‌ها (لیبوکسی ژناز و ترانس گلوتامیناز)، پروتئین‌ها مثل پروتئین‌های شیر، سویا [۸] و سفیده تخم مرغ [۹] و مهم‌تر از همه هیدروکلوئیدها به منظور تقلید از خواص گلوتن استفاده نمود. در همین راستا سیارانی (Sciarini) و همکاران به بررسی اثر صمغ (گزانتان، کربوکسی متیل سلولوز، آلزینات و کاراگینان)، امولسیفایر (داتم و سدیم استئاروئیل لاکتیلات) و آنزیم‌های گلوکز اکسیداز و آلفا آمیلاز بر یکی از محصولات بدون گلوتن حاوی آرد برنج، آرد سویا و نشاسته کاساوا پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد این افزودنی‌ها باعث بهبود حجم و کاهش سفتی محصول نهایی در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد افزودنی) شد [۱۰]. از سوی دیگر آنیانگو (Onyango) و همکاران به بررسی تولید نان بدون گلوتن با استفاده از نشاسته ذرت، سیب زمینی، کاساوا و برنج پرداختند که جهت انجام این پژوهش از آرد سورگوم به میزان ۱۰ تا ۵۰ درصد استفاده گردید. نتایج مطالعه این محققین نشان داد که افزایش میزان نشاسته در فرمولاسیون، میزان چسبندگی و قابلیت ارتجاع‌پذیری خمیر را افزایش و میزان سفتی، خردشدگی و فرو پاشی مغز و پوسته نان را کاهش داد و در نهایت مشخص شد که نمونه‌های حاوی ترکیبی از نشاسته برنج و سورگوم و نشاسته کاساوا و سورگوم در مقایسه با سایر نمونه‌ها از مقبولیت بیشتری برخوردار بودند [۱۱]. همچنین گولارتا (Gularte) و همکاران با بررسی جایگزینی ۲۰ درصد از آرد برنج با سبوس جو در کیک لایه‌ای بدون گلوتن به این نتیجه دست یافتند که کاربرد سبوس جو در کیک لایه‌ای بدون گلوتن باعث افزایش حجم و سفتی و بهبود رنگ پوسته و مغز محصول نهایی شد [۱۲]. علاوه بر این روندا (Ronda) و همکاران به بررسی اثر آرد برنج و نشاسته ذرت، سیب زمینی و گندم و پروتئین ایزوله شده سویا در سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ بر خواص خمیرکیک بدون گلوتن پرداختند. بیشترین حالت الاستیک مربوط به خمیر حاوی آرد برنج و سطح ۱۰ درصد پروتئین ایزوله شده سویا بود که این نمونه خواص رئولوژیکی مشابه با خمیر حاوی آرد گندم (شاهد) از خود نشان داد و به لحاظ کمیت و کیفیت با نمونه شاهد برابری داشت [۱۳]. بنابراین با توجه به مطالعات صورت گرفته و نیاز جامعه به تولید محصولات بدون گلوتن صنایع پخت هدف از انجام این پژوهش بررسی امکان تولید کیک

گوار (در چهار سطح ۰، ۰/۳، ۰/۶ و ۱/۰ درصد بر اساس وزن آرد سورگوم) و صمغ گزانتان (در چهار سطح ۰، ۰/۳، ۰/۶ و ۱/۰ درصد بر اساس وزن آرد سورگوم) به مخلوط اضافه گردید. در نهایت با استفاده از یک قیف پارچه‌ای (Lebensmittelecht، آلمان) ۵۵ گرم از خمیر تهیه شده، درون کاغذهای مخصوص کیک که درون قالبها قرار گرفته بودند، ریخته شد. سپس عمل پخت در فر آزمایشگاهی گردان با هوای داغ (ZucchiniForni، ایتالیا) در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت زمان ۲۰ دقیقه انجام گردید. پس از سرد شدن، هر یک از نمونه‌ها در کیسه‌های پلی اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند [۱۵ و ۱۶].

۲-۲-۲- آزمون‌های کمی و کیفی کیک روغنی بدون

گلوتن

*آزمون رطوبت سنجی

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC، شماره ۲۰۰۰، ۱۶-۴۴ استفاده گردید. 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 ۱۰۵- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند [۱۷].

*آزمون ارزیابی حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا^۱ مطابق با استاندارد AACC، 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 [۱۷].

*آزمون ارزیابی میزان تخلخل

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش استفاده شد (شکل ۱). بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از مغز کیک تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد. تصویر تهیه شده در اختیار نرم افزار Image J^۲ (ساخت مؤسسه ملی بهداشت^۳، ایالات متحده آمریکا) قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸

روغنی بدون گلوتن آرد سورگوم و اثر صمغ‌های گزانتان و گوار در چهار سطح ۰، ۰/۳، ۰/۶ و ۱/۰ درصد به صورت تک و ترکیبی بر میزان رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، مؤلفه‌های رنگی پوسته و سفتی بافت این محصول بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد سورگوم با ۱۱/۶ درصد رطوبت، ۹/۶ درصد پروتئین، ۳/۲۵ درصد چربی، ۰/۸۶ خاکستر و صفر درصد گلوتن از شهرستان زابل تهیه شد. بدین منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات یکجا تهیه و در سردخانه نگهداری گردید. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر، روغن نباتی مایع (لادن، مازندران) و بیکنینگ پودر از یک فروشگاه عرضه کننده مواد اولیه قنادی خریداری و تخم مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید روزانه کیک‌ها تهیه و در یخچال نگهداری شد. شربت اینورت نیز مطابق با دستورالعمل موجود در استاندارد ملی ایران به شماره ۸۰۲۵ تدوین شده در سال ۱۳۸۳ تهیه گردید. صمغ گوار با نام تجاری MEYPROtm GUAR (E412)، صمغ گزانتان با نام تجاری RHODIGELTM (E 415) و وانیل با نام تجاری (XANTHAN) GUM (E 415) از شرکت رودیا (فرانسه) خریداری شد. RHOVANILLA از شرکت رودیا (فرانسه) خریداری شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه خمیر و تولید کیک

خمیر کیک حاوی ۱۰۰ درصد آرد سورگوم، ۲۵ درصد پودر شکر، ۲۵ درصد روغن، ۳۶ درصد تخم مرغ، ۱۲ درصد شربت اینورت، ۲ درصد بیکنینگ پودر، ۰/۲ درصد وانیل و آب به میزان لازم (براساس جذب آب فارینوگراف) بود [۱۴]. در ابتدا به منظور تهیه خمیر کیک، روغن، پودر شکر و تخم مرغ با استفاده از یک همزن برقی (Electra EK-230M، ژاپن) با سرعت ۱۲۸ دور در دقیقه و در مدت زمان ۶ دقیقه مخلوط شدند تا یک کرم حاوی حباب‌های هوا ایجاد گردد. سپس آب و شربت اینورت به این کرم اضافه شد و عمل همزدن به مدت ۴ دقیقه ادامه یافت. در مرحله بعد بیکنینگ پودر و وانیل به آرد سورگوم اضافه گردید و مخلوط حاصل به صورت تدریجی به کرم افزوده شد. در ادامه با توجه به هر یک از تیمارها صمغ

1. Rape seed displacement
2. Image Processing and Analysis in Java
3. National Institutes of Health

شروع^۸ و نقطه هدف^۹ به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۲۵ میلی متر بود [۱۳].

* آزمون ارزیابی خصوصیات حسی

آزمون حسی با استفاده از روش پیشنهادی رجبزادهانجام شد. بدین منظور ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده مطابق با آزمون مثلثی و روش گاسولا (Gacula) و همکاران انتخاب گردیدند [۲۰] 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 ۴، ۲، ۱، ۲، ۲، ۳ و ۳ بودند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. با داشتن این معلومات، پذیرش کلی (عدد کیفیت کیک) با استفاده از رابطه ۲-۱ محاسبه گردید [۲۱].

رابطه ۲-۱

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

* تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده از اثر صمغ‌های گزانتان و گوار بر ویژگی‌های کمی و کیفی کیک روغنی بدون گلوتن در قالب یک طرح کاملاً تصادفی بر پایه فاکتوریل دو عامله با استفاده از نرم افزار Mstat-c نسخه ۱/۴۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت که در آن فاکتور اول میزان صمغ گوار در چهار سطح (۰، ۰/۳، ۰/۶ و ۱ درصد) و فاکتور دوم نیز در چهار سطح (۰، ۰/۳، ۰/۶ و ۱ درصد) بود. بدین ترتیب میانگین سه تکرار با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ($P < 0.05$) مقایسه گردید و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

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

بیت^۴، تصاویر سطح خاکستری^۵ ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی^۶، قسمت دودویی نرم افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است. که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها بر آرد 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 Analysis نرم افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۱۸].

* آزمون ارزیابی رنگ پوسته

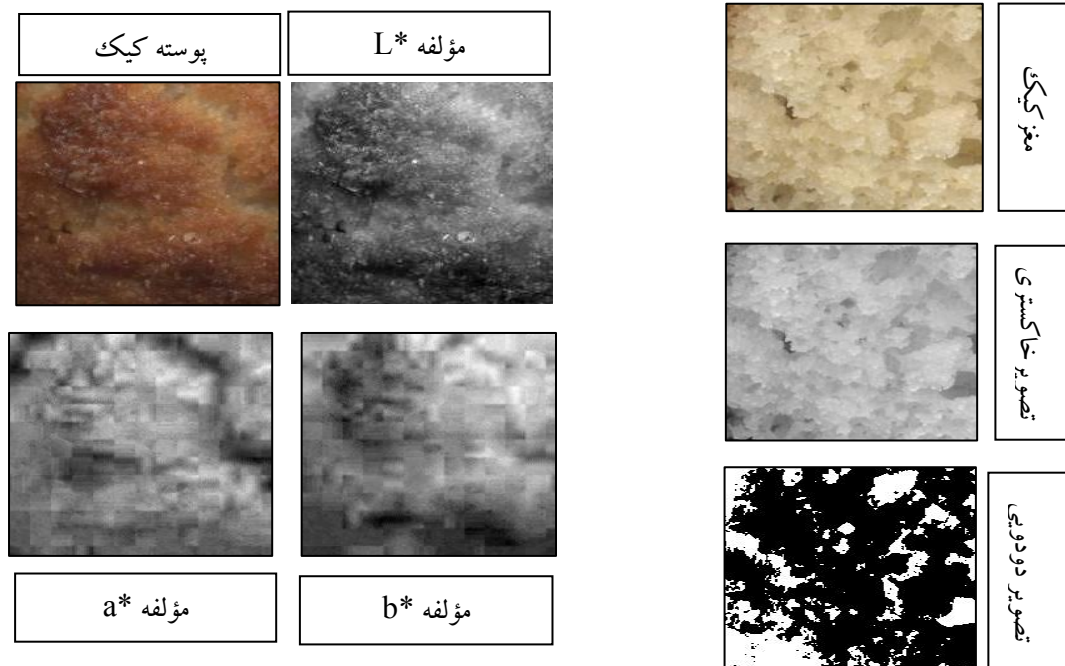
آنالیز رنگ پوسته کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از طریق تعیین سه شاخص L^* ، a^* و b^* صورت پذیرفت (شکل ۱). شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی متر از کیک تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد [۱۹].

* آزمون ارزیابی بافت

ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت سنج QTS مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان و براساس روش روندا و همکاران (۲۰۰۵) انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای (۲ سانتی متر قطر در ۲/۳ سانتی متر ارتفاع) با سرعت ۶۰ میلی متر در دقیقه از مرکز کیک، به‌عنوان شاخص سفتی^۷ محاسبه گردید. نقطه

- 4.Bit
5. Gray level images
6. Binary Images
7. Hardness

8. Trigger Point
9. Target Value



شکل ۱ نمونه تصویر تبدیل شده از پوسته و مغز کیک به روش پردازش تصویر

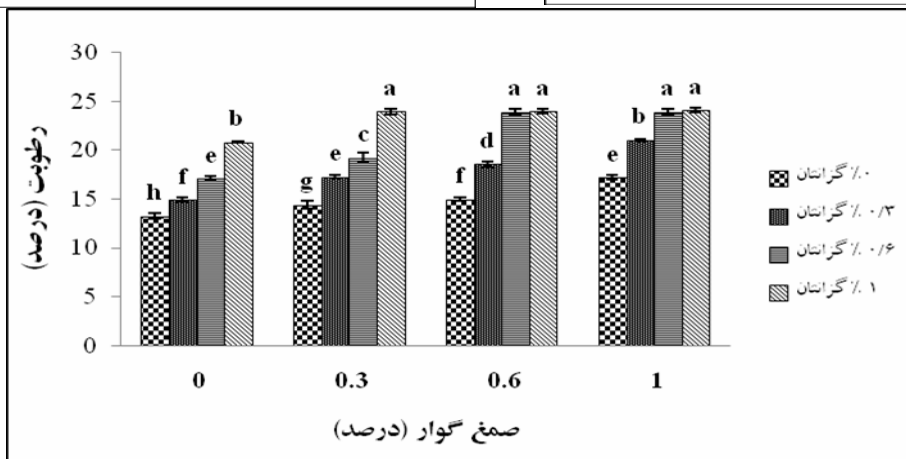
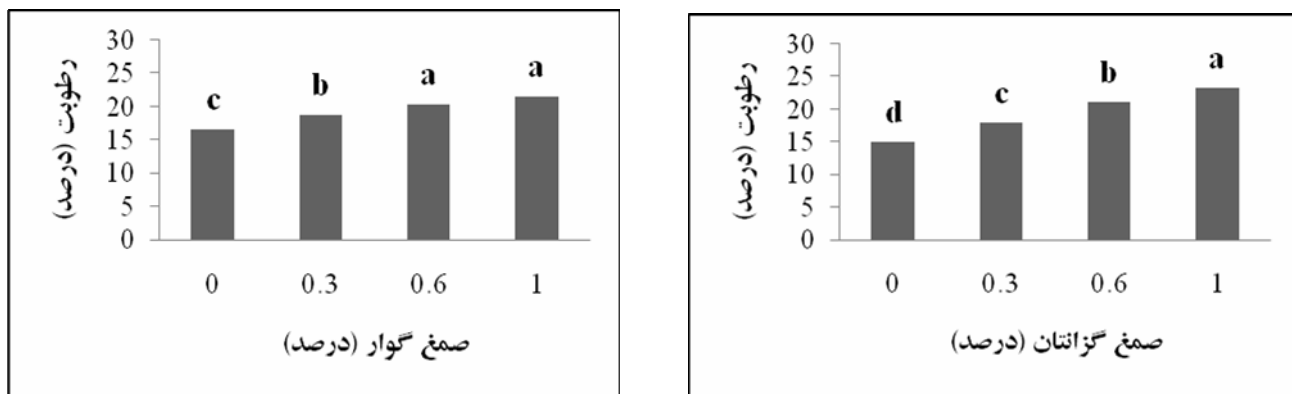
۳-۲- حجم مخصوص

اثر مستقل صمغ گوار و گزانتان (شکل ۳) نشان داد که به جز دو نمونه حاوی ۰/۶ و ۱/۰ درصد صمغ گزانتان میزان حجم مخصوص سایر نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد دارای تفاوت معنی‌داری در سطح $P < 0.05$ بود. از سوی با مشاهده نتایج اثر متقابل این دو صمغ (شکل ۴) مشخص گردید که نمونه‌های حاوی ترکیبی از این دو صمغ به جز نمونه دارای ۱/۰ درصد صمغ گزانتان و گوار سبب افزایش معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) حجم مخصوص نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد شدند به گونه‌ای که نمونه حاوی صمغ گزانتان و گوار با نسبت ۰/۶:۰/۳ (۳/۲۷ ± ۰/۰۲) دارای بیشترین و نمونه شاهد (۰/۰۲ ± ۱/۶۵) دارای کمترین میزان حجم مخصوص در مقایسه با سایر نمونه‌ها بودند. آروزارنا (Arozarena) و همکاران با بررسی اثر صمغ گزانتان بر حجم کیک و سیارانی (Sciarini) و همکاران و دمی‌رکسن (Demirkesen) و همکاران با بررسی اثر صمغ بر میزان حجم محصولات خمیری بدون گلوتن بیان نمودند که استفاده از صمغ در افزایش حجم مؤثر بود و توانست حجم مخصوص را از حدود ۱/۶۴ میلی‌لیتر بر گرم به بیش از ۲ میلی‌لیتر بر گرم برساند [۵، ۱۰ و ۲۳].

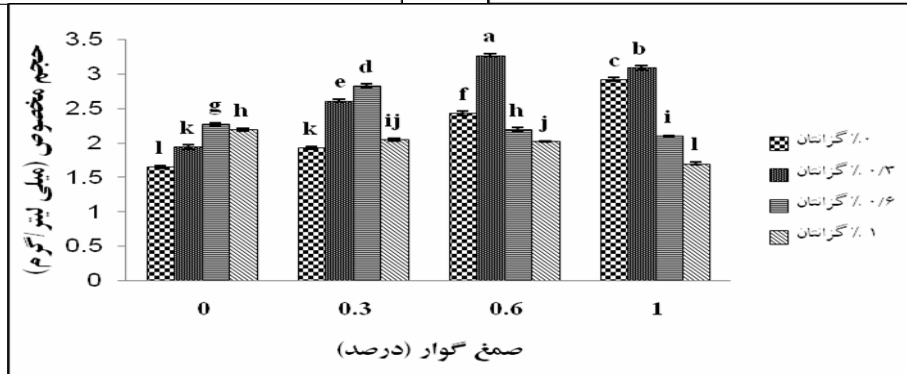
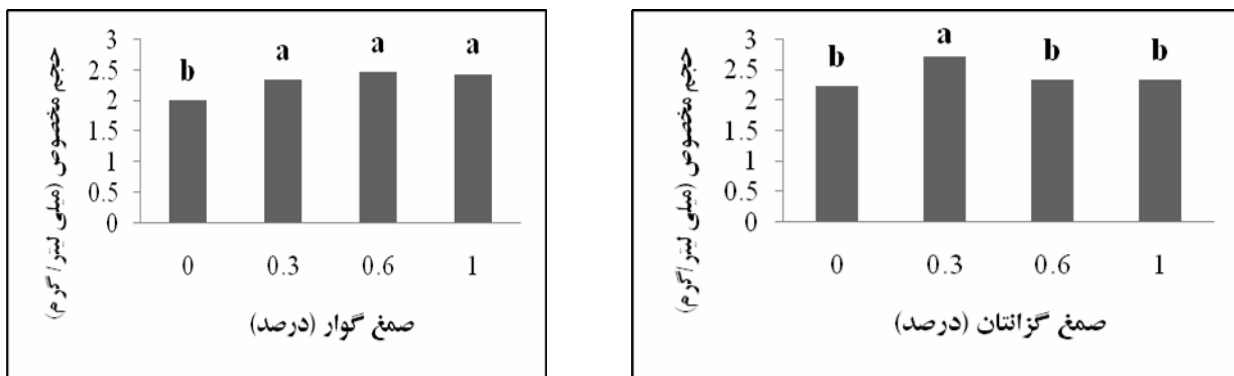
۳- نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت

همانگونه که نتایج اثر مستقل صمغ گوار و گزانتان نشان داد (شکل ۲) با افزایش درصد صمغ، میزان رطوبت کیک روغنی بدون گلوتن نسبت به نمونه شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$). این در حالی بود که بین دو نمونه حاوی ۰/۶ و ۱/۰ درصد صمغ گوار تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نگردید. همچنین براساس نتایج اثر متقابل (شکل ۳) مشخص شد که ترکیب دو صمغ گزانتان و گوار به خصوص با نسبت ۱:۱ (۲۴/۰۶ ± ۰/۲۳) بیشترین اثر معنی‌داری ($P < 0.05$) را در افزایش میزان رطوبت محصول نهایی داشت که البته بین این نمونه و نمونه‌های حاوی این دو صمغ با نسبت ۰/۶:۰/۶، ۰/۳:۱، ۱:۰/۶، ۰/۶:۱ تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نگردید. علت افزایش میزان رطوبت نمونه‌ها نسبت به شاهد قدرت بالای صمغ گزانتان و گوار در جذب و نگهداری آب در حین فرآیند پخت و نگهداری است. در همین راستا ایوبی و همکاران در بررسی اثر صمغ گزانتان و گوار بر میزان رطوبت کیک روغنی به این نتیجه دست یافتند که این دو صمغ به طور معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد قادر به افزایش میزان این پارامتر نسبت به نمونه فاقد صمغ بودند [۲۲].



شکل ۲ اثر مستقل و متقابل افزودن صمغ گزانتان و گوار بر رطوبت کیک روغنی بدون گلوتن سورگوم (حروف مشابه در هر شکل از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی داری ندارند)



شکل ۳ اثر مستقل و متقابل افزودن صمغ گزانتان و گوار بر میزان حجم مخصوص کیک روغنی بدون گلوتن سورگوم (حروف مشابه در هر شکل از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی داری ندارند)

۳-۳-۳- تخلخل

همانگونه که اثر مستقل صمغ گوار و گزانتان (شکل ۴) نشان داد میزان تخلخل تمام نمونه‌های یک بدون گلوتن حاوی صمغ گوار نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$). این در حالی بود که میزان تخلخل نمونه‌های حاوی صمغ گزانتان تا سطح ۰/۳ درصد روند افزایشی و بعد از آن با افزایش میزان صمغ روند کاهشی در میزان تخلخل مشاهده گردید به گونه‌ای که میزان تخلخل نمونه حاوی ۱/۰ درصد صمغ گزانتان نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد کاهش یافت. همچنین با مشاهده نتایج اثر متقابل (شکل ۵) مشخص گردید که نمونه‌های حاوی ترکیبی از این دو صمغ در بهبود میزان تخلخل نسبت به نمونه شاهد نقش مؤثرتری داشتند و نمونه حاوی ترکیب صمغ ۰/۳ درصد صمغ گزانتان و ۰/۶ درصد صمغ گوار دارای بیشترین میزان تخلخل بود. افزایش میزان تخلخل به دلیل کاهش اندازه و افزایش تعداد سلول‌های گازی و توزیع یکنواخت آن‌ها در بافت محصول است [۲۴].

۳-۴- سفتی

با بررسی اثر مستقل صمغ گوار و گزانتان در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت مشاهده گردید که میزان سفتی نمونه‌ها به‌جز نمونه حاوی ۱/۰ درصد صمغ گزانتان نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری ($P < 0.05$) کاهش یافت. این درحالی بود که نتایج در فاصله زمانی یک هفته پس از پخت نشان داد که صمغ گوار در هر سه سطح و صمغ گزانتان فقط در سطح ۰/۳ درصد قادر به کاهش معنی‌دار میزان سفتی بافت در سطح ۵ درصد بود. از سوی دیگر نتایج نشان داد که بر میزان سفتی تمام نمونه‌ها در طی مدت زمان نگهداری افزوده شد (شکل ۵). بیاتی یا سفت شدن بافت محصولات صنایع پخت در طول مدت زمان نگهداری، فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی نظیر رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت و یا توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی در آن دخیل است [۲۵ و ۲۶]. که به نظر می‌رسد علت اصلی بیاتی محصولاتی بدون گلوتن کاهش رطوبت و مهاجرت آسان‌تر آن از مغز به پوسته که در نتیجه عدم حضور گلوتن است، می‌باشد. همچنین با بررسی اثر متقابل این دو صمغ مشخص گردید که نمونه دارای ترکیب ۰/۳ درصد صمغ گزانتان و ۰/۶ درصد صمغ گوار از کمترین میزان سفتی در هر دو بازه زمانی نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بود. در همین راستا سیارانی (Sciarini) و همکاران، موریرا (Moreira) و همکاران، دمیرکسن (Demirkesen) و همکاران، گجرال (Gujral) و همکاران نقی پور و همکاران

بیان نمودند که با افزودن صمغ نظیر گزانتان و گوار به فرمولاسیون محصولات خمیری حاوی آرد بدون گلوتن، سفتی مغز نمونه‌ها نسبت به نمونه فاقد صمغ کاهش یافت [۲، ۵، ۱۰، ۲۷ و ۲۸].

۳-۵- رنگ

همانگونه که اثر مستقل صمغ گوار و گزانتان نشان داد میزان مؤلفه L^* نمونه‌های یک بدون گلوتن نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$). این در حالی بود که بر میزان دو مؤلفه a^* و b^* در حالت مستقل و متقابل تغییر معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نگردید. همچنین با بررسی نتایج اثر متقابل این دو صمغ مشخص شد که بیشترین میزان مؤلفه L^* مربوط به نمونه حاوی صمغ گزانتان و گوار با نسبت ۱:۱ ($52/01 \pm 0/64$) و کمترین میزان این مؤلفه مربوط به شاهد ($34/29 \pm 0/81$) و نمونه حاوی ۰/۳ درصد صمغ گوار ($34/29 \pm 0/81$) بود که بین این ۲ نمونه به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P < 0.05$) (جدول ۱).

جدول ۱ اثر متقابل صمغ گزانتان و گوار بر میزان مؤلفه‌های

رنگی پوسته کیک بدون گلوتن سورگوم

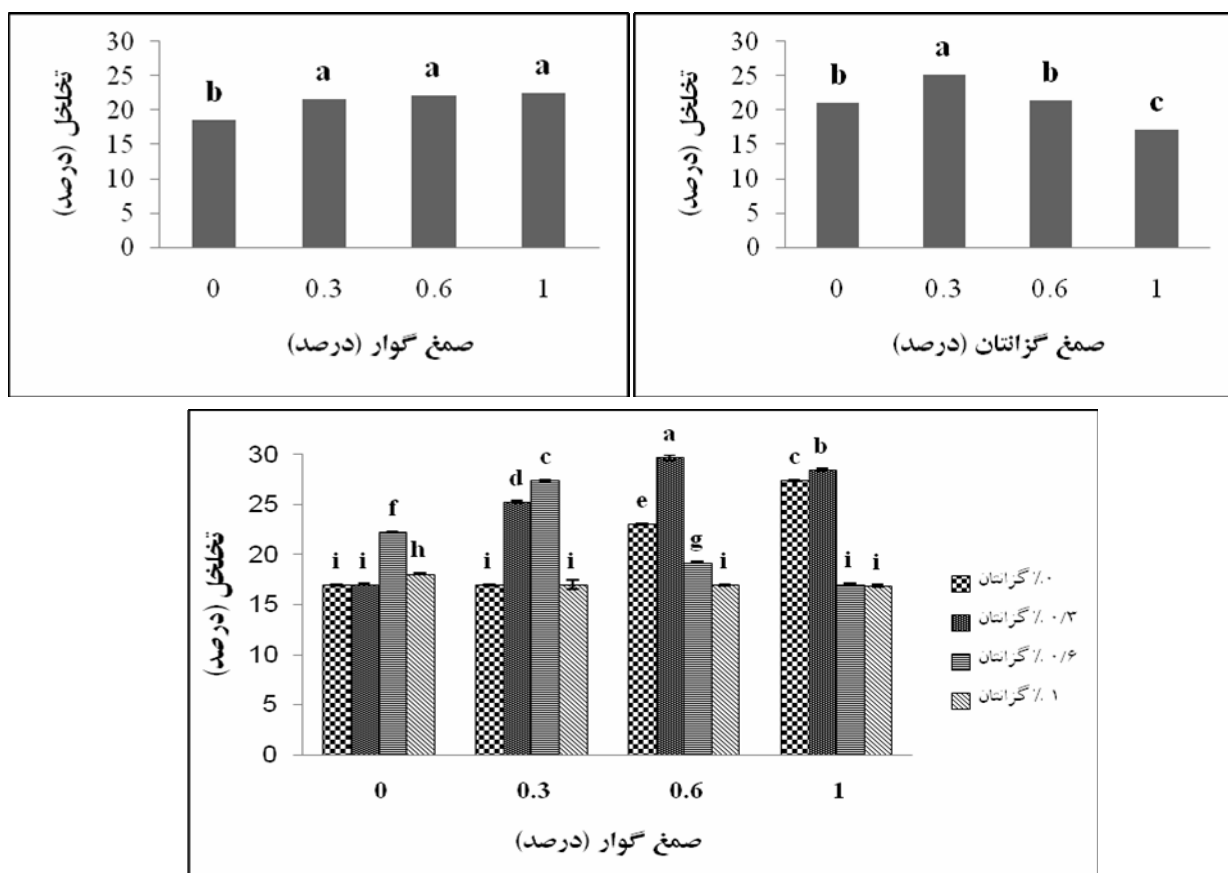
| تیمار | گزانتان | گوار | L^* | a^* ns | b^* ns |
|-------|---------|------|--------------------|------------------|------------------|
| ۱ | ۰ | ۰ | $34/07 \pm 1/01^g$ | $5/133 \pm 0/06$ | $23/87 \pm 3/47$ |
| ۲ | ۰ | ۰/۳ | $34/29 \pm 0/81^g$ | $5/227 \pm 1/65$ | $23/87 \pm 0/68$ |
| ۳ | ۰ | ۰/۶ | $41/06 \pm 0/17^c$ | $5/357 \pm 0/75$ | $24/31 \pm 0/49$ |
| ۴ | ۰ | ۱/۰ | $36/65 \pm 0/51^f$ | $5/390 \pm 2/52$ | $24/48 \pm 1/33$ |
| ۵ | ۰/۳ | ۰ | $41/40 \pm 0/73^c$ | $5/293 \pm 2/45$ | $24/23 \pm 0/20$ |
| ۶ | ۰/۳ | ۰/۳ | $46/33 \pm 0/49^c$ | $5/343 \pm 1/54$ | $24/36 \pm 2/22$ |
| ۷ | ۰/۳ | ۰/۶ | $46/82 \pm 0/53^c$ | $5/397 \pm 0/52$ | $24/53 \pm 4/31$ |
| ۸ | ۰/۳ | ۱/۰ | $41/30 \pm 0/46^c$ | $5/430 \pm 1/45$ | $24/63 \pm 2/01$ |
| ۹ | ۰/۶ | ۰ | $43/34 \pm 0/95^d$ | $5/360 \pm 1/53$ | $24/41 \pm 2/37$ |
| ۱۰ | ۰/۶ | ۰/۳ | $50/78 \pm 0/85^b$ | $5/407 \pm 1/06$ | $24/53 \pm 0/45$ |
| ۱۱ | ۰/۶ | ۰/۶ | $50/80 \pm 0/78^b$ | $5/820 \pm 0/62$ | $24/70 \pm 2/46$ |
| ۱۲ | ۰/۶ | ۱/۰ | $43/26 \pm 0/76^d$ | $5/853 \pm 1/13$ | $24/78 \pm 4/05$ |
| ۱۳ | ۱/۰ | ۰ | $51/27$ | $5/473 \pm 1/93$ | $24/60 \pm 3/98$ |
| ۱۴ | ۱/۰ | ۰/۳ | $51/27$ | $5/847 \pm 2/05$ | $24/93 \pm 1/90$ |
| ۱۵ | ۱/۰ | ۰/۶ | $51/75$ | $5/807 \pm 1/48$ | $25/00 \pm 2/25$ |
| ۱۶ | ۱/۰ | ۱/۰ | $52/01 \pm 0/64^a$ | $6/260 \pm 1/07$ | $25/05 \pm 1/27$ |

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند.

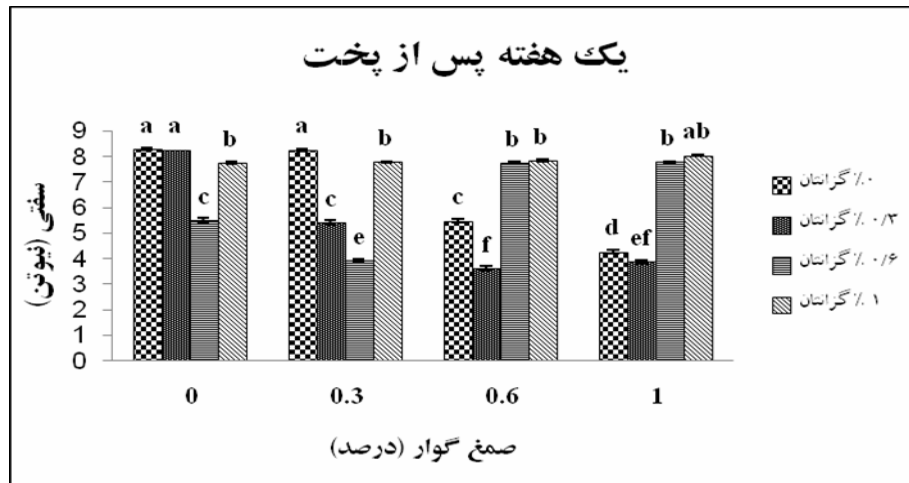
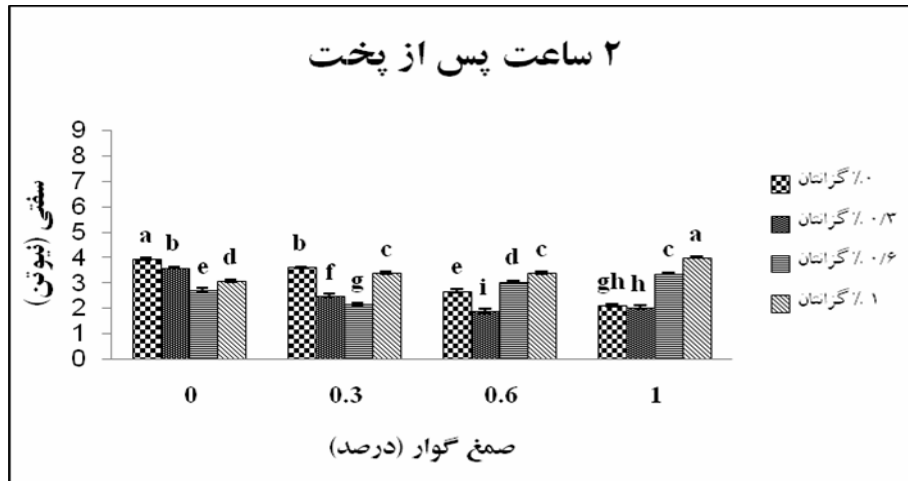
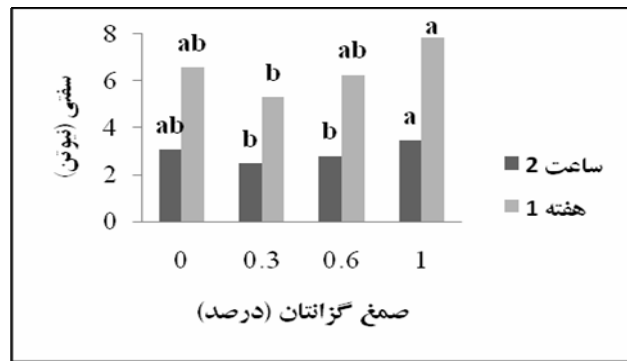
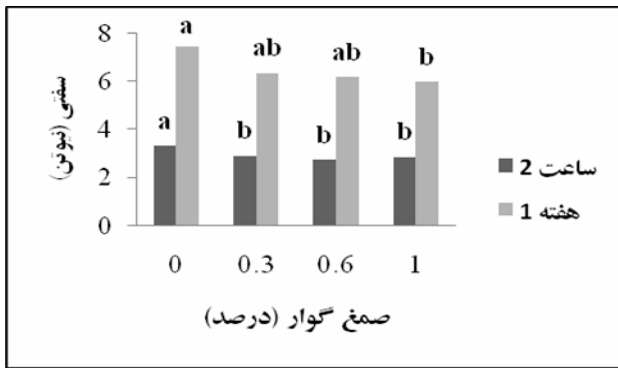
ns: از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند.

این دسته از افزودنی‌ها با حفظ رطوبت و ممانعت از خروج آب در حین فرآیند پخت سبب کاهش تغییرات سطح پوسته محصول نهایی می‌شوند که این امر می‌تواند در افزایش این مؤلفه رنگی مؤثر باشد. در همین راستا پورلیس (Purlis) و سالوادوری (Salvadori) بیان نمودند که تغییرات سطح محصولات صنایع پخت، مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین دار توانایی بیشتری در انعکاس نور و افزایش میزان مؤلفه L^* دارد [۳۰].

در همین راستا لازاریدو (Lazaridou) و همکاران با افزودن صمغ به نان بدون گلوتن حاوی آرد برنج و نشاسته ذرت به این نتیجه دست یافتند که استفاده از صمغ در محصولات خمیری بدون گلوتن سبب روشن‌تر شدن رنگ پوسته می‌گردد [۲۹]. از سوی دیگر نقی پور و همکاراندر پژوهش خود به بررسی اثر صمغ گزانتان و گوار بر مؤلفه‌های رنگی پوسته کیک روغنی بدون گلوتن سورگوم پرداختند. یافته‌های این محققین در مورد مؤلفه L^* با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. افزایش میزان مؤلفه L^* به دلیل ظرفیت بالای نگهداری آب توسط صمغ‌هاست [۲۸].



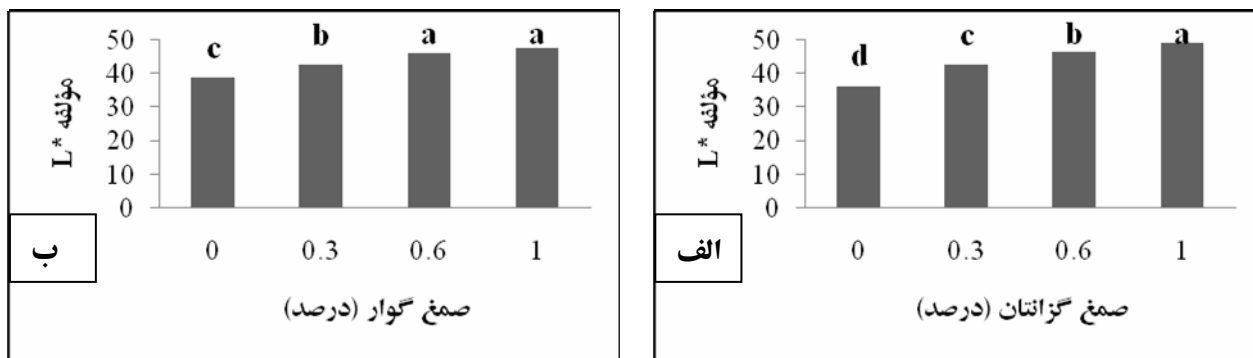
شکل ۴ اثر مستقل و متقابل افزودن صمغ گزانتان و گوار بر میزان تخلخل کیک روغنی بدون گلوتن سورگوم (حروف مشابه در هر شکل از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی داری ندارند)



شکل ۵ اثر مستقل و متقابل افزودن صمغ گزانتان و گوار بر میزان سفتی کیک روغنی بدون گلوتن سورگوم در فاصله

زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت

(حروف مشابه در هر شکل از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی داری ندارند)



شکل ۶ اثر مستقل افزودن صمغ گزانتان (الف) و گوار (ب) بر میزان مؤلفه L* پوسته کیک سورگوم بدون گلوتن (حروف مشابه در هر شکل از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی داری ندارند)

جدول ۲ اثر متقابل صمغ گوار و کربوکسی متیل سلولز بر خصوصیات حسی کیک روغنی بدون گلوتن سورگوم

| بهر | صمغ گزانتان | صمغ گوار | فرم و شکل | سطح لایه خصوصیات | سطح پائینی خصوصیات | پختگی و تفتن | سفتی نرمی | چگالت چسبند | بو، طعم و مزه | پذیرش کلی |
|-----|-------------|----------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ۱ | ۰ | ۰ | ۴/۴۰ ± ۰/۳۹ ^a | ۳/۳۳ ± ۰/۳۱ ^h | ۱/۸۷ ± ۰/۰۶ ^h | ۴/۰۷ ± ۰/۱۲ ^{gh} | ۳/۸۳ ± ۰/۱۲ ^f | ۶/۱۰ ± ۰/۴۶ ^h | ۶/۰۰ ± ۰/۳۰ ^h | ۳۰/۰۷ ± ۰/۲۰ ^g |
| ۲ | ۰/۳ | ۰/۳ | ۷/۸۷ ± ۰/۶۱ ^h | ۴/۰۷ ± ۰/۱۲ ^g | ۲/۰۳ ± ۰/۱۵ ^g | ۴/۶۰ ± ۰/۳۵ ^{gh} | ۳/۹۳ ± ۰/۱۳ ^f | ۷/۸۰ ± ۰/۳۰ ^g | ۷/۵۰ ± ۰/۳۰ ^g | ۳۷/۸۰ ± ۰/۸۹ ^k |
| ۳ | ۰/۶ | ۰/۶ | ۱۶/۳۷ ± ۰/۴۶ ^b | ۷/۸۷ ± ۰/۴۲ ^b | ۳/۸۷ ± ۰/۱۵ ^c | ۷/۴۰ ± ۰/۰۰ ^{bc} | ۶/۸۷ ± ۰/۳۳ ^{cd} | ۱۲/۲۰ ± ۰/۱۷ ^b | ۱۰/۷۰ ± ۰/۱۷ ^c | ۶۵/۲۷ ± ۰/۳۳ ^e |
| ۴ | ۱/۰ | ۱/۰ | ۱۷/۳۳ ± ۰/۶۱ ^{ab} | ۷/۹۳ ± ۰/۱۲ ^b | ۴/۳۳ ± ۰/۰۶ ^b | ۸/۲۰ ± ۰/۲۰ ^{ab} | ۸/۶۰ ± ۰/۰۰ ^b | ۱۳/۷۰ ± ۰/۱۷ ^a | ۱۲/۲۰ ± ۰/۳۵ ^b | ۷۳/۲۰ ± ۰/۶۱ ^c |
| ۵ | ۰ | ۰ | ۸/۰۰ ± ۰/۴۰ ^h | ۴/۲۰ ± ۰/۳۵ ^{gh} | ۲/۱۰ ± ۰/۱۷ ^g | ۴/۶۷ ± ۰/۳۱ ^{gh} | ۴/۰۰ ± ۰/۲۰ ^f | ۷/۹۰ ± ۰/۴۶ ^g | ۷/۷۰ ± ۰/۳۵ ^{gh} | ۳۸/۵۷ ± ۰/۱۵ ^k |
| ۶ | ۰/۳ | ۰/۳ | ۱۶/۳۷ ± ۰/۶۱ ^b | ۷/۹۳ ± ۰/۱۵ ^b | ۳/۹۰ ± ۰/۱۰ ^c | ۷/۴۰ ± ۰/۲۰ ^{bc} | ۷/۶۷ ± ۰/۳۱ ^c | ۱۲/۳۰ ± ۰/۳۰ ^b | ۱۰/۷۰ ± ۰/۳۵ ^c | ۶۷/۵۰ ± ۱/۳۳ ^d |
| ۷ | ۰/۳ | ۰/۶ | ۱۸/۵۳ ± ۰/۶۱ ^a | ۹/۱۳ ± ۰/۳۳ ^{cd} | ۴/۸۰ ± ۰/۱۷ ^a | ۹/۰۷ ± ۰/۱۲ ^a | ۹/۲۷ ± ۰/۳۳ ^{cd} | ۱۳/۸۰ ± ۰/۳۰ ^a | ۱۳/۴۰ ± ۰/۱۷ ^a | ۷۸/۲۳ ± ۰/۱۵ ^a |
| ۸ | ۱/۰ | ۱/۰ | ۱۸/۴۰ ± ۰/۴۰ ^a | ۹/۰۷ ± ۰/۳۳ ^{cd} | ۴/۳۷ ± ۰/۱۵ ^b | ۸/۹۳ ± ۰/۱۲ ^a | ۸/۶۰ ± ۰/۲۰ ^b | ۱۳/۷۰ ± ۰/۱۷ ^a | ۱۳/۴۰ ± ۰/۳۵ ^a | ۷۶/۳۷ ± ۰/۵۱ ^b |
| ۹ | ۰ | ۰ | ۱۴/۴۰ ± ۰/۴۰ ^c | ۸/۰۰ ± ۰/۲۰ ^b | ۳/۴۷ ± ۰/۰۶ ^{cd} | ۶/۶۷ ± ۰/۳۱ ^{cd} | ۶/۸۷ ± ۰/۳۱ ^d | ۱۲/۳۰ ± ۰/۳۰ ^b | ۱۰/۷۰ ± ۰/۴۵ ^c | ۶۲/۴۰ ± ۰/۶۱ ^f |
| ۱۰ | ۰/۳ | ۰/۳ | ۱۷/۳۳ ± ۰/۳۳ ^{gh} | ۸/۹۳ ± ۰/۳۱ ^a | ۴/۳۷ ± ۰/۳۳ ^{gh} | ۸/۱۳ ± ۰/۱۲ ^{gh} | ۸/۵۳ ± ۰/۱۲ ^b | ۱۳/۶۰ ± ۰/۱۷ ^a | ۱۲/۱۰ ± ۰/۱۷ ^b | ۷۲/۹۰ ± ۰/۳۶ ^c |
| ۱۱ | ۰/۶ | ۰/۶ | ۱۳/۳۳ ± ۰/۶۱ ^{cd} | ۷/۱۳ ± ۰/۳۳ ^c | ۳/۳۷ ± ۰/۰۶ ^{cd} | ۶/۱۳ ± ۰/۳۳ ^{gh} | ۶/۸۷ ± ۰/۳۳ ^{cd} | ۱۱/۵۰ ± ۰/۴۶ ^c | ۹/۷۰ ± ۰/۱۷ ^d | ۵۷/۲۷ ± ۱/۳۶ ^g |
| ۱۲ | ۱/۰ | ۱/۰ | ۱۰/۹۳ ± ۰/۳۳ ^{ef} | ۵/۰۷ ± ۰/۳۱ ^e | ۲/۷۰ ± ۰/۱۰ ^f | ۳/۴۷ ± ۰/۲۶ ^{gh} | ۵/۲۰ ± ۰/۲۰ ^c | ۱۰/۱۰ ± ۰/۴۶ ^c | ۸/۵۰ ± ۰/۴۶ ^c | ۴۷/۹۷ ± ۰/۵۵ ⁱ |
| ۱۳ | ۰ | ۰ | ۱۲/۵۳ ± ۰/۳۳ ^{gh} | ۶/۱۳ ± ۰/۳۳ ^{cd} | ۳/۰۷ ± ۰/۱۳ ^e | ۵/۸۷ ± ۰/۳۱ ^{def} | ۵/۳۳ ± ۰/۳۳ ^e | ۱۰/۷۰ ± ۰/۳۵ ^d | ۸/۶۰ ± ۰/۴۶ ^e | ۵۳/۷۰ ± ۱/۵۴ ^h |
| ۱۴ | ۱/۰ | ۰/۳ | ۱۰/۰۰ ± ۰/۴۰ ^{gh} | ۴/۶۰ ± ۰/۲۰ ^f | ۲/۶۷ ± ۰/۲۱ ^f | ۵/۰۷ ± ۰/۱۲ ^{gh} | ۵/۱۳ ± ۰/۳۳ ^e | ۱۰/۰۰ ± ۰/۳۵ ^c | ۸/۴۰ ± ۰/۹۰ ^{ef} | ۴۶/۸۷ ± ۱/۰۴ ⁱ |
| ۱۵ | ۰/۶ | ۰/۶ | ۹/۸۳ ± ۰/۴۶ ^{gh} | ۴/۵۳ ± ۰/۳۳ ^{gh} | ۲/۶۷ ± ۰/۱۵ ^f | ۴/۹۳ ± ۰/۱۲ ^{gh} | ۵/۰۷ ± ۰/۳۳ ^e | ۹/۹۰ ± ۰/۰۰ ^c | ۸/۳۳ ± ۰/۶۷ ^{ef} | ۴۵/۰۷ ± ۱/۰۴ ^j |
| ۱۶ | ۱/۰ | ۱/۰ | ۸/۵۳ ± ۰/۴۶ ^{gh} | ۳/۴۷ ± ۰/۱۲ ^h | ۲/۱۳ ± ۰/۱۵ ^g | ۴/۴۷ ± ۰/۱۲ ^{gh} | ۴/۴۰ ± ۰/۲۰ ^f | ۸/۷۰ ± ۰/۳۰ ^f | ۶/۲۰ ± ۰/۱۷ ^h | ۳۷/۹۰ ± ۰/۸۳ ^k |

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی داری ندارند

۳-۶- خصوصیات حسی

با بررسی نتایج اثر صمغ گوار و گزانتان بر فرم و شکل، پوکی و تخلخل و بو، طعم و مزه (جدول ۲) مشخص گردید که بیشترین امتیاز به ترتیب مربوط به دو نمونه حاوی صمغ گزانتان و گوار با نسبت ۰/۳:۰/۶ و ۱:۰/۳ بود (البته بین این دو نمونه اختلاف معنی داری در سطح $P < 0.05$ وجود نداشتند).

از طرفی نتایج ارزیابی خصوصیات سطح پائینی، سفتی و نرمی بافت و پذیرش کلی نشان داد که نمونه حاوی صمغ گزانتان و گوار با نسبت ۰/۳:۰/۶ دارای بیشترین امتیاز در مقایسه با سایر نمونه‌ها بود. در ارتباط با پارامتر خصوصیات سطح بالایی باید بیان نمود که بیشترین امتیاز مربوط به نمونه‌های حاوی ترکیب این دو صمغ با نسبت ۰/۳:۰/۶، ۰/۶:۰/۳ و ۱:۰/۳ و ۰/۳:۰/۶ بود.

- gluten-free bread formulation. *Journal of Food Engineering*, 96: 295-303.
- [6] Gambus, H., Sikora, M., and Ziobro, R. 2007. The effect of composition of hydrocolloids on properties of gluten free bread. *Acta Scientiarum Polonorum*, 6(3): 61-74.
- [7] Lopez, A. C. B., Pereira, A. J. G., Junqueira, R. G. 2004. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten free white bread. *Braz Arch Biol Technology*, 47: 63-70.
- [8] Curic, D., Gabric, D., Bauman, I., Tusak, D., Novotni, D. 2007. Gluten free bread production by the corn meal and soybean flour extruded blend usage. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72(3): 227-232.
- [9] Ribotta, P. D., Ausar, S. F., Morcillo, M. H., Perez, G. T., Beltramo, D. M., and Leon, A. E. 2004. Production of gluten free bread using soybean flour. *Journal of Science Food Agriculture*, 84: 1969-1974.
- [10] 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.
- [11] Onyango, C., Mutungi, C., Unbehend, G., and Lindhauer, M.G. 2010b. Modification of gluten – free sorghum batter and bread using maize, potato, cassava or rice starch. *Food Science and Technology XXX*, 1-6.
- [12] Gularte, M. A., Hera, E., Gomez., and Rosell, M. 2012. Effect of different fibers on batter and gluten free layer cake properties. *LWT- Food Science and Technology*, 48(2): 209-214.
- [13] 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.
- [14] Turabi, E., Sumnu, G., and Sahin, S. 2008. Rheological properties and quality of rice cake formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 22: 305-312.
- [15] Naghipour, F., HabibiNajafi, M. B., Karimi, M., Haddad Khodaparast, M. H., Sheikholeslami, Z., and Sahraiyani, B. 2012 a. Production of sorghum gluten free cake by guar and xanthan gum for coeliac disease. *Demirkesen (Lazaridou) و همکاران، ابراهیم پور و همکارانو صادق نیا و همکارانبا استفاده از صمغ در محصولات خمیری بدون گلوتن به این نتیجه دست یافتند که کاربرد صمغ‌ها در فرمولاسیون این دسته از محصولات توانایی بهبود خصوصیات حسی و در نتیجه افزایش پذیرش کلی محصول نهایی را در مقایسه با نمونه فاقد صمغ داشتند [۵، ۲۶، ۲۹ و ۳۱].*
- #### ۴- نتیجه گیری
- در این پژوهش با بررسی اثر افزودن صمغ گوار و گزانتان در فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن حاوی ۱۰۰ درصد آرد سورگوم مشخص گردید که صمغ‌های گزانتان و گوار با نسبت ۰/۶:۰/۳ در افزایش میزان حجم مخصوص، تخلخل، کاهش سفتی و بهبود ویژگی‌های حسی بیشترین اثر را داشتند به طوری که نمونه حاوی ۰/۳ درصد صمغ گزانتان و ۰/۶ درصد صمغ گوار توانست به لحاظ خواص کمی و کیفی در حد مطلوب و مورد پذیرش بیماران سیلیاکی و حتی افراد عادی باشد.
- #### ۵- منابع
- [1] Elke, K. A., Dal Bello, F. 2008. The gluten-free cereal products and beverages, Elsevier Inc, pp: 1-394.
- [2] Moreira, R., Chenlo, F., and Torres, M. D. 2012. Effect of chia (*Sativa Hispanica L.*) and hydrocolloids on the rheology of gluten free doughs based on chesnut flour. *LWT- Food Science and Technology*. In Press.
- [3] Akbari, M. R., Mohammadkhania, A., Fakheri, H., Zahedi, M. J., Shahbazkhani, B., Nouraie, M., Sotoudeh, M., Shakeri, R., Malekzadeh, R. 2006. Screening of the adult population in Iran for celiac disease: comparison of the tissue transglutaminase antibody and anti- endomysial antibody tests. *European Journal of gastroenterology and Hepatology*, 18.
- [4] Institute of standards and Industrial Research of Iran, ISIRI NUMBER 2553, Cake - Specification and test methods [in Persian].
- [5] Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., and Sahin, S. 2010a. Rheological properties of

- [24] Ziobro, R., Korus, J., Witzak, M., and Juszcak, L. 2012. Influence of modified starches on properties of gluten free dough and bread. Part II: Quality and staling of gluten free bread. *Food Hydrocolloids*, 29(1): 68-74.
- [25] Ahlborn, G. J., Pike, O. A., Hendrix, S. B., Hess, W. M., and Huber, C, S. 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low protein and gluten free bread. *Cereal Chemistry*, 82: 328-335.
- [26] Ebrahimpour, N., Peighambaroust, SH., Azadmard-Damirchi, S., and Ghanbarzadeh, B. 2010. Effects of incorporating different hydrocolloids on sensory characteristics and staling of gluten free bread. *Journal of Food Research*, Vol. 20.3.No. 1 [in Persian].
- [27] 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.
- [28] Naghipour, F., HabibiNajafi, M. B., Karimi, M., Haddad Khodaparast, M. H., Sheikholeslami, Z., and Sahraiyani, B. 2012. Effect of guar and xanthan gums on quantitative and qualitative on sorghum gluten free cake. *National Conference in Food Industries. Islamic Azad University, Quchan branch* [in Persian].
- [29] Lazaridou, A., Duta, D., Pagageorgiou, M., Belc, N., and Biliaderis, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79: 1033-1047.
- [30] Purlis, E., and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
- [31] Sadeghnia, N., Azizi, M. H., Seyedin, M. 2011. Formulation and production gluten free flat bread by xanthan and CMC. Master's thesis, Islamic Azad University [in Persian].
- National Conference on Biotechnology, Biochemistry and Bioengineering. Yazd* [in Persian].
- [16] Naghipour, F., HabibiNajafi, M. B., Karimi, M., Haddad Khodaparast, M. H., Sheikholeslami, Z., and Sahraiyani, B. 2012. Application sorghum flour in free gluten cake production. *National Conference of Iranian Agricultural Research Strategy. Islamic Azad University, Takestan branch* [in Persian].
- [17] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN.
- [18] Haralick, R. M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
- [19] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
- [20] Gacula, J. R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.
- [21] Rajabzadeh, N. 1991. Iranian Flat Bread Evaluation. Pp. 1-50, *Iranian Cereal and Bread Research Institute*, Publication no.71, Tehran, Iran.
- [22] Ayoubi, A., HabibiNahafi, M. B., Karimi, M. 2011. Effect of different levels of whey protein concentrate on the physicochemical and sensory properties of muffin cake. *JFST* Vol. 8, No. 29 [in Persian].
- [23] Arozarena, I., Bertholo, M, M., Empise, J., Bunger, A., and Sousa, I. D. 2001. Study of the total replacement of egg by white lupine protein, emulsifiers and xanthan gum in yellow cake. *Europe Research Technology*, 213: 312-316.

Investigation on production of gluten free cake utilizing sorghum flour, guar and xanthan gums

Naghipour¹, F. 1, Karimi, M. ², Habibi Najafi, M. B. ³, Hadad Khodaparast, M. H. ³, Sheikholeslami, Z. ², Ghiafeh Davoodi, M. ², Sahraiyani, B. ^{1*}

1. Ph.D Student, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad

2. Assistant Professor, Agriculture and Natural Resource Research Center. Khorasan-e-Razavi, Mashhad.

3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad

(Received: 90/6/12 Accepted: 90/11/28)

Coeliac is an autoimmune digestive disease that is caused by the digestion of gluten and the only treatment of this disease is a gluten-free diet. Therefore the acceptance and quality of gluten-free food production for these patients is important. So the aim of this study was evaluation of adding xanthan and guar gums (0, 0.3, 0.6 and 1%) on moisture content, specific volume, porosity, crust color (L*, a* and b* values) and sensory properties (overall acceptability) of sorghum gluten-free oil cake. Also crust color and porosity were estimated and analyzed by Image J software. The results showed guar gum and xanthan gum especially combination of these gum were able to increase moisture, specific volume, porosity, L* value and overall acceptability in sensory evaluation of sorghum gluten-free oil cake. On the other hand addition of gums to oil cake formulation decreased the firmness of texture during 2hr and 1 week after baking. Also the best result was observed in sample containing 0.3% xanthan and 0.6% guar.

Key words: Sorghum gluten-free cake, Guar, Xanthan, Porosity, Texture.

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