تأثیر افزودن آرد سورگوم و صمغ زانتان بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی کیک بدون گلوتن

الهه خاتمی[۱]، مهران اعلمی[۲*]، یحیی مقصودلو[۳]، مهدی کدیور[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
٤- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

(تاریخ دریافت: ۹۵ /۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۹)

چکیده

بیماری سلیاک، بیماری شایع دستگاه گوارش است که با نام بیماری انتروپاتی حساس به گلوتن نیز بیان می‌شود و تنها راه درمان آن، اجتناب مادم العمر از مصرف مواد غذایی حاوی گلوتن می‌باشد. هدف از این پژوهش، بررسی اثر افزودن آرد سورگوم در چهار سطح (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) و صمغ زانتان در سه سطح (۰، ۰/۱و ۰/۲ درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی بر پایه فاکتوریل، بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (رطوبت، خاکستر، پروتئین، حجم مخصوص، تخلخل، سفتی، رنگ پوسته) نمونه‌های کیک فاقد گلوتن حاصل از آرد برنج می‌باشد. نتایج نشان داد که افزایش سطح آرد سورگوم سبب افزایش مقدار پارامترهای پروتئین و خاکستر و کاهش رطوبت کیک شد. هم‌چنین، در شاخص روشنایی کیک (L) با افزودن آرد سورگوم رنگ پوسته تیره‌تر شد. نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد سورگوم و ۰/۲ درصد صمغ زانتان کمترین حجم و نمونه شاهد با ۰/۲ درصد صمغ زانتان بیشترین حجم را نشان داد. براساس نتایج به دست آمده بیشترین سفتی بافت مربوط به نمونه حاوی ۳۰ درصد سورگوم و ۰/۲ درصد زانتان می‌باشد و نمونه شاهد کمترین سفتی را نشان داد. در این پژوهش اثر مثبت صمغ زانتان به‌عنوان مقلد رفتار گلوتن در محصولات بدون گلوتن، به‌خوبی مشاهده شد. براساس نتایج به دست آمده نمونه حاوی ٪ ۲۰ سورگوم و ٪ ۰/۱ زانتان به‌دلیل بهبود خصوصیات فیزیکی کیک به‌عنوان بهترین ترکیب افزودن صمغ و آرد سورگوم پیشنهاد می‌شود.

کلید واژگان: آرد برنج، سلیاک، سورگوم، صمغ زانتان، کیک بدون گلوتن.

* مسئول مکاتبات: mehranalami@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۱- مقدمه

سلیاک یک بیماری خود ایمنی ژنتیکی و مزمن است که در اثر مصرف پروتئین گلوتن از منابعی نظیر گندم، جو و چاودار بروز می‌کند [۱]. این بیماری یکی از معمول‌ترین حساسیت‌های غذایی در کل دنیاست و تنها راه درمان بیماری سلیاک، رعایت مداوم رژیم غذایی بدون گلوتن می‌باشد [۲]. این بیماران باید از مصرف برخی پروتئین‌های ذخیره‌ای (پرولامین‌ها) که در گندم (گلایدین)، چاودار (سکالین) و جو (هوردئین) وجود دارند اجتناب کنند [۳]. مطالعات پیرامون تولید مواد غذایی بدون گلوتن به‌ویژه محصولات صنایع نانوایی که قوت غالب افراد جامعه را تشکیل می‌دهد، از اهمیت زیادی برخوردار است. گلوتن، پروتئین اصلی تشکیل‌دهنده ساختار خمیر است که فقدان آن در محصولات بدون گلوتن، سبب تولید فرآورده‌ای با بافت شکننده، کم‌حجم و تخلخل پایین می‌شود [٤]. بنابراین پلی ساکاریدها، هیدروکلوئیدها و پروتئین از منابع گوناگون، از جمله مواد اولیه‌ای هستند که به‌منظور ارائه ویژگی‌های ساختاری مشابه گلوتن در خمیر و بافت محصول نهایی استفاده می‌شوند. صمغ زانتان به‌عنوان مناسب‌ترین جایگزین گلوتن توسط محققین انتخاب شده است. در خمیر آبکی، زانتان موجب کاهش رسوب آرد، بهبود نگهداری گازها و ایجاد یک پوشش یکنواخت می‌شود. در محصولاتی مانند محصولات صنایع پخت، موجب ایجاد نرمی و نگهداری حباب‌های هوا می‌گردد [۵]. به‌منظور تولید مواد غذایی بدون گلوتن، از انواع مختلف نشاسته و آرد غلات بدون گلوتن نظیر ذرت، برنج و یا باکویت استفاده می‌شود. آرد برنج یکی از مناسب‌ترین آردهای غلات برای تهیه غذا ویژه بیماران سلیاک می‌باشد [٦]. برنج با ویژگی‌های غذایی منحصربه‌فرد خود شامل عدم آلرژی‌زایی، عدم رنگ و ویژگی‌های طعمی مطلوب، مورد استفاده در غذای کودک و پودینگ‌ها؛ و هم‌چنین دارای سطوح پایین سدیم، حاوی پروتئین، چربی و فیبر بوده و دارای مقادیر بالایی کربوهیدرات با قابلیت هضم آسان است و برای توسعه و پیشرفت مواد غذایی ویژه بیماران سلیاک مناسب می‌باشد [۷]. در بین غلات بدون گلوتن، سورگوم نیز دارای جایگاه ویژه‌ای است. سورگوم به‌دلیل مقاومت به خشک‌سالی پایه‌ی غذایی بسیار مهم در بسیاری از مناطق جهان محسوب می‌شود و به‌دلیل ارزش تغذیه‌ای و منبع ترکیبات فنولیک، مورد توجه می‌باشد [۸]. برپایه مطالعات و گزارشات بالینی، سورگوم غذایی امن برای بیماران سلیاک معرفی شده است؛ بنابراین از این دانه می‌توان به‌عنوان یک پایه غذایی مناسب برای تولید نان‌های بدون گلوتن و دیگر محصولات صنایع پخت نظیر کیک، بیسکویت، پاستا و اسنک بهره برد [۹]. نقی پور و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی بر روی کاربرد صمغ‌های گوار و زانتان در کیک بدون گلوتن سورگوم، بیان داشتند که استفاده ترکیبی از این دو صمغ علاوه‌بر رطوبت؛ شاخصه‌های حجم مخصوص، تخلخل و میزان روشنایی پوسته را نیز افزایش داد [۱۰]. گال و همکاران (۲۰۱۲) بر روی اثر اگزوپلی ساکاریدهای سنتز شده بر کیفیت نان تخمیری و بدون گلوتن سورگوم پژوهشی انجام دادند. اگزوپلی ساکارید سنتز شده در طی تخمیر، به‌طور قابل توجهی الاستیسیته و مقاومت خمیر نان را کاهش داد. هم‌چنین به‌دلیل پوشش‌دهی اثر اسیدهای آلی، سبب ایجاد بافت نرم‌تر در مغز نان تازه و نگه‌داری شده گردید. از انواع اگزوپلی ساکاریدهای کاربردی در این پژوهش، دکستران به‌عنوان بهترین بهبود دهنده ماندگاری انتخاب گردید. براساس نتایج کلی، اگزوپلی ساکاریدها با هدف بهبود ویژگی‌های حسی نان بدون گلوتن سورگوم قابلیت کاربرد دارد [۱۱]. طی بررسی‌های انجام گرفته تاکنون هیچ گزارشی مبنی بر جایگزینی کامل آرد گندم با آرد برنج و بررسی اثرات صمغ زانتان و هم‌چنین آرد سورگوم در فرمولاسیون کیک به‌منظور تولید محصولی بدون گلوتن ارائه نشده است. هدف از این پژوهش، ارائه فرمولاسیونی مناسب برای تولید کیک بدون گلوتن بر پایه آرد برنج می‌باشد که در آن مقادیری مشخص از آرد سورگوم جایگزین آرد برنج شده است و جنبه اقتصادی برای تولید را دارا بوده و هم‌چنین نیاز تغذیه‌ای بیماران سلیاکی را برطرف نماید.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

مواد اولیه جهت تولید خمیر کیک شامل آرد برنج (رطوبت ۱۰/۱۸ درصد، پروتئین ۸/۲٤ درصد ، خاکستر ۰/۳٤ درصد)، روغن گیاهی، شکر، تخم مرغ، آب، پودر آب پنیر، صمغ زانتان، بیکینگ پودر و آرد سورگوم (رطوبت ۱۰/٦۱ درصد، پروتئین ۹/٤٦ درصد، خاکستر ۲/۰٤ درصد) بود.

دانه برنج از شهر گرگان خریداری شده و بعد از آماده‌سازی شرایط آرد کردن، به‌وسیله آسیاب چکشی مرحله آردسازی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

انجام شد. دانه سورگوم از شهر اصفهان و از شرکت پاکان بذر خریداری گردید و بعد از تمیز کردن، توسط آسیاب چکشی آسیاب شد. سایر مواد اولیه کیک شامل روغن، تخم‌مرغ، پودر قند، بکینگ پودر از مغازه سطح شهر گرگان خریداری شد و شیر خشک و پودر آب پنیر از کارخانه پگاه استان گلستان دریافت گردید. صمغ زانتان نیز از شرکت Rodia Food فرانسه خریداری شد.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- آماده سازی خمیر کیک

خمیر کیک به روش عوض‌صوفیان و همکاران (۲۰۱٤) با تغییراتی اندک در مقدار مواد اولیه که حاوی ۱۰۰ گرم آرد، ۷۲ گرم تخم‌مرغ، ۷۲ گرم پودر قند، ۵۷ گرم روغن، ۲ گرم بکینگ پودر، ٤ گرم پودر آب پنیر، ۲ گرم شیر خشک، ۰/۲ گرم امولسیفایر و ۳۰ گرم آب می‌باشد، تهیه شد [۱۲]. آرد سورگوم با سطوح ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد و صمغ زانتان با سطوح ۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد به‌عنوان سطوح متغیر در این پژوهش انتخاب گردید. کیک فاقد آرد سورگوم و صمغ زانتان به‌عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد. برای آماده کردن خمیر کیک ابتدا پودر قند و روغن توسط همزن با سرعت پایین مخلوط شده، سپس تخم‌مرغ اضافه کرده و با سرعت بالا هم زده می‌شود. سپس مقداری از آب فرمول را اضافه نموده و سپس جزء آرد و سایر مواد خشک به‌آرامی اضافه کرده و مخلوط می‌کنیم و در پایان آب باقی‌مانده را اضافه می‌نماییم.

۲-۲-۲- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی کیک

۲-۲-۲-۱- آزمون‌های شیمیایی

رطوبت مطابق روش AACC 14-15 (2000) ، خاکستر مطابق روش AACC 08-01 (2000) و پروتئین مطابق روش AACC-46-10 (2000) اندازه‌گیری شد [۱۳].

۲-۲-۲-۲- آزمون‌های فیزیکی

۲-۲-۲-۲-۱- ارزیابی شاخص حجم

شاخص حجم نمونه‌های کیک با روش کوکر و همکاران (۲۰۰۷) اندازه‌گیری شد. در این روش یک قطعه کیک توزین شد و داخل ظرف دارای حجم مشخص (Vt) قرار گرفت. بقیه فضای خالی ظرف توسط دانه‌های کلزا پر شد. سپس کیک خارج و حجم دانه‌های کلزا یادداشت شده (Vs) و حجم کیک از محاسبه Vt-Vs به دست آمد [١٤].

۲-۲-۲-۲-۲- ارزیابی شاخص تخلخل

به‌منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش تصویر استفاده گردید. بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از مغز کیک تهیه گردید و به‌وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ٦۰۰ پیکسل تصویربرداری شد. تصویر تهیه‌شده در اختیار نرم‌افزار image J قرار گفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت، تصاویر سطح خاکستری ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی، قسمت دودویی نرم‌افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به‌عنوان 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 analysis نرم‌افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۱۵].

۲-۲-۲-۲-۳- ارزیابی رنگ پوسته

آنالیز رنگ پوسته کیک از طریق تعیین سه شاخص L^*،a^*،b^* توسط نرم‌افزار image j صورت پذیرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنایی رنگ پوسته 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 رنگ‌ای آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد [١٦].

۲-۲-۲-۲-٤- ارزیابی شاخص سفتی

به‌منظور تعیین سفتی بافت نمونه‌های کیک در فاصله زمانی ٢٤ ساعت پس از پخت، از دستگاه بافت‌سنج مدل TA.XT plus (شرکت استیبل میکروسیستم) ساخت کشور انگلستان استفاده گردید. برای این‌کار قطعه مکعبی شکل ۲ سانتی‌متری از بافت مغز کیک بدون پوسته جدا شد پروب P/36R (قطر ٣٦ میلی‌متر) به اندازه ۱ سانتی‌متر (۵۰ درصد) از بافت را فشرده کرد. سرعت نیروی وارد شده قبل، حین و بعد از آزمون به ترتیب ۲، ۱ و ۲ میلی‌متر بر ثانیه بود. بیش‌ترین نیروی وارد شده به نمونه در پایان عمل فشردن بر حسب نیوتن گزارش شد [١٦].

۲-۲-۳- آنالیز آماری

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

نتایج به دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSSمورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. اثر صمغ زانتان در سطوح ۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد بر خصوصیات خمیر و کیک بدون گلوتن حاصل از آرد برنج و آرد سورگوم در چهار سطح ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد برپایه طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل انجام گرفت. هر یک از نمونه‌ها در سه تکرار تهیه و آزمون‌های مربوطه در مورد آن‌ها انجام گرفت. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، مقدار رطوبت بین نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که با افزایش میزان درصد آرد سورگوم و صمغ زانتان در کیک، از میزان رطوبت کیک در سطح اطمینان ۹۵٪ کاسته شد. کیک فاقد آرد سورگوم و حاوی ٪ ۰/۲ صمغ زانتان دارای بالاترین میزان رطوبت می‌باشد. با توجه به نتایج، افزایش صمغ سبب افزایش رطوبت کیک گردید. زانتان از قدرت جذب و قابلیت نگهداری بالایی برخوردار است که این ویژگی می‌تواند دلیل عمده افزایش معنی‌دار در رطوبت کیک با افزایش سطح صمغ باشد [۱۲]. گوئاردا و همکاران (۲۰۰٤) و ایوبی و همکاران (۲۰۰۹) نیز در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که با افزودن زانتان در محصولات فاقد گلوتن، رطوبت نمونه افزایش می‌یابد [۱۷و۱۸]. جذب آب به میزان ترکیبات هیدروفیلیک و قاعدتاً پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌های موجود در فرمولاسیون بستگی دارد. پروتئین آرد گندم قابلیت اتصال آبی بالا دارد [۱۹]. در مقابل، پروتئین سورگوم حاوی گلوتن نبوده و قسمت اعظم پروتئین آن (کافیرین) هیدروفوبیک می‌باشد [۲۰]. در این مطالعه با افزایش جایگزینی آرد سورگوم، بر میزان ترکیبات آب‌گریز افزوده شده و همین عامل سبب کاهش قابلیت نگهداری رطوبت در بافت کیک گردید. عوض‌صوفیان و همکاران (۲۰۱٤) در مطالعه خود بر روی تولید کیک بدون گلوتن حاوی کنجاله بادام شیرین گزارش کردند که مقادیر بالای رطوبت در نمونه‌های حاوی کنجاله بادام ناشی از قدرت جذب آب ترکیبات دارای گروه‌های آب‌دوست موجود در ساختار بادام است [۱۲].

Table 1 Effect of adding sorghum and xanthan gum in rice cake on the moisture content of cake samples (Percentage based on fresh weight)

		Xanthan gum (percent)		
		0	0.1	0.2
Sorghum flour (percent)	0	16.34 ± 0.37^{fg}	16.54 ± 0.22^{fg}	16.57 ± 0.34^{g}
	10	15.70 ± 0.09^{cd}	15.88 ± 0.19^{de}	16.18 ± 0.06^{ef}
	20	15.32 ± 0.14^{c}	15.42 ± 0.12^{c}	15.56 ± 0.02^{cd}
	30	14.14 ± 0.11^{a}	14.39 ± 0.12^{ab}	14.67 ± 0.04^{b}

* Different letters in the same column mean significantly different ($p<0.05$).

۳-۲- خاکستر

نتایج آنالیز مقدار خاکستر نمونه‌های کیک در جدول ۲ آورده شده است. افزایش درصد جایگزینی آرد سورگوم سبب افزایش معنی‌دار (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) محتوای خاکستر در نمونه‌ها نسبت به تیمار شاهد گردید که علت این امر بالا بودن مواد معدنی در ساختار آرد سورگوم است. کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد و بیشترین مقدار خاکستر در نمونه حاوی ٪۳۰ آرد سورگوم و ٪۰/۲ صمغ زانتان بود. الدمری و همکاران (۲۰۱۱) بر روی تولید نان برشته با استفاده از آرد تخم کدو مطالعه‌ای انجام دادند. براساس نتایج این محققین با افزایش درصد جایگزینی آرد تخم کدو میزان خاکستر نمونه نیز افزایش یافت [۲۱]. لونت و بیلگیزلی (۲۰۱۱) با مطالعه بر روی تولید کیک با استفاده از آرد لوبیای لوپین و آرد باکویت بیان داشتند که آرد لوبیای لوپین سبب افزایش محتوای پروتئینی، چربی، کلسیم، آهن و روی؛ و آرد باکویت موجب افزایش مقادیر خاکستر، پتاسیم و منیزیم نمونه‌های آزمایشی می‌گردد [۲۲]. براساس مطالعات کروپا کزاک و همکاران (۲۰۱۱) بر روی تولید نان بدون گلوتن برپایه نشاسته ذرت با جایگزینی آرد باکویت، با افزایش درصد جایگزینی میزان خاکستر و پروتئین نمونه‌های نان تولیدی نیز افزایش نشان داد [۲۳].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Table 1 Effect of adding sorghum flour and xanthan gum in rice cake on the percentage of ash cake samples (percentage based on dry weight)

		Xanthan gum (percent)		
		0	0.1	0.2
Sorghum flour (percent)	0	0.999±0.006[a]	1.017±0.003[b]	1.053±0.011[c]
	10	1.106±0.003[d]	1.127±0.002[e]	1.148±0.002[f]
	20	1.184±0.001[g]	1.209±0.002[h]	1.241±0.002[i]
	30	1.269±0.013[j]	1.296±0.007[k]	1.334±0.011[l]

* Different letters in the same column mean significantly different ($p<0.05$).

۳-۳- پروتئین

طبق نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی نمونه‌های کیک تهیه شده (جدول ۳)، با افزایش درصد جایگزینی آرد سورگوم و افزودن صمغ زانتان، محتوای پروتئینی نمونه‌ها افزایش یافت، همان‌گونه که انتظار می‌رفت با انجام آنالیز آماری به‌صورت طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی در سطح اطمینان ۹۵ درصد برای میزان پروتئین نمونه‌های آزمایشی، اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی مشاهده شد (p<۰/۰۵). به‌طورکلی افزایش صمغ زانتان در هر سطح جایگزینی، تأثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین نمونه نداشت. براساس مطالعات کروپا کزاک و همکاران (۲۰۱۱) بر روی تولید نان بدون گلوتن برپایه نشاسته ذرت با جایگزینی آرد باکویت، با افزایش درصد جایگزینی، میزان خاکستر و پروتئین نمونه‌های نان تولیدی نیز افزایش نشان داد [۲۳]. لونت و بیلگیزلی (۲۰۱۱) در مطالعه خود بر روی تولید کیک بدون گلوتن با استفاده از آرد لوبیای لوپین و آرد باکویت بیان داشتند که آرد لوبیای لوپین سبب افزایش محتوای پروتئین، چربی، کلسیم و آهن نمونه‌های آزمایشی می‌گردد [۲۲].

Table 2 Effect of adding sorghum flour and xanthan gum in rice cake on protein percentage of cake samples (percentage based on dry weight)

		Xanthan gum (percent)		
		0	0.1	0.2
Sorghum flour (percent)	0	6.694±0.029[a]	6.757±0.001[ab]	6.841±0.019[b]
	10	7.162±0.139[c]	7.304±0.025[d]	7.396±0.011[d]
	20	7.599±0.028[e]	7.726±0.069[f]	7.804±0.035[f]
	30	7.925±0.014[g]	7.989±0.028[gh]	8.068±0.004[h]

* Different letters in the same column mean significantly different ($p<0.05$).

۳-٤- حجم

با بررسی نتایج حاصل از اثر متقابل افزودن صمغ زانتان و آرد سورگوم بر شاخص حجم مخصوص کیک مشخص شد که نمونه حاوی ٪ ۳۰ آرد سورگوم فاقد صمغ زانتان اختلاف معنی‌داری با سایر نمونه‌ها داشت. بر طبق نتایج جدول٤، به‌طورکلی نمونه‌های حاوی آرد سورگوم نسبت به نمونه شاهد حجم کمتری را داشتند و نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد سورگوم و فاقد صمغ زانتان کمترین حجم و نمونه فاقد آرد سورگوم و ۰/۲ درصد صمغ زانتان بیشترین حجم را نشان داد. افزایش شاخص حجم ناشی از میزان ویسکوزیته بالای خمیر نمونه‌های حاوی زانتان نسبت به نمونه شاهد می‌باشد که در مرحله پخت حباب‌های گاز را نگه‌داشته و باعث افزایش حجم گردیده است. گومز و همکاران (۲۰۰۷) اثر هیدروکلوئیدهای مختلف را بر روی حجم کیک ارزیابی کردند و کیک تهیه شده با زانتان حجم ویژه بالایی را نشان داد. آن‌ها حجم ویژه بالای کیک در حضور زانتان را به ویسکوزیته بالای خمیر این نمونه‌ها نسبت دادند که از انتشار بیشتر حباب‌های گاز در مرحله پخت جلوگیری می‌کند [٢٤]. با افزایش آرد سورگوم و به‌تبع آن افزایش بیش از اندازه ویسکوزیته خمیر، به حباب‌های هوا اجازه ورود به داخل خمیر در حین مخلوط کردن را نمی‌دهد و درنتیجه حجم کاهش می‌یابد. حجم کیک به فاکتورهای متعددی از جمله ویسکوزیته خمیر، نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین، حضور ترکیبات فعال سطحی و تجمع پروتئین‌ها در اثر حرارت بستگی دارد [۲۵]. هم‌چنین بیان شده است که حضور لیپیدهای قطبی در ترکیب سبب پایداری حباب‌های گازی در طی فرایند پخت می‌گردد [۲۵و۲٦]. آلوارز جوبت و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

همکاران (۲۰۱۰) با مطالعه بر روی اثر افزودن شبه غلات بر نان بدون گلوتن به این نتیجه رسیدند که جایگزینی آرد باکویت سبب افزایش حجم نان می‌گردد که علت آن به محتوای بالای آمیلوزی و درنتیجه پیک ویسکوزیته بالاتر نسبت داده شد. براساس میکروگراف اسکن لیزری حقیقی، نشان داده شده است که در آرد شبه غلات لیپیدها به‌عنوان ترکیبات فعال سطحی فعالیت داشته و قبل از ژلاتینه شدن نشاسته سبب پایداری سلول‌های گازی می‌شود [۲۷]. آرد سورگوم در سطوح بالا به دلیل محتوای پروتئینی بیشتر، افزایش بیش از اندازه ویسکوزیته، دمای ژلاتینه شدن نشاسته بالاتر از برنج و هم‌چنین به دلیل عدم حضور لیپیدهای قطبی، سبب کاهش حجم کیک می‌گردد.

Table 3 Effect of adding sorghum flour and xanthan gum in rice cake on the volume index (cm^3/g) of cake samples

		Xanthan gum (percent)		
		0	0.1	0.2
Sorghum flour (percent)	0	1.61 ± 0.02^{g}	1.64 ± 0.03^{g}	1.69 ± 0.01^{h}
	10	1.39 ± 0.01^{d}	1.45 ± 0.02^{ef}	1.47 ± 0.01^{f}
	20	1.34 ± 0.02^{e}	1.41 ± 0.04^{de}	1.47 ± 0.01^{f}
	30	1.21 ± 0.01^{a}	1.24 ± 0.02^{ab}	1.27 ± 0.01^{b}

* Different letters in the same column mean significantly different ($p<0.05$).

۳-۵- تخلخل

نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان تخلخل نمونه‌های آزمایشی در جدول ۵ آورده شده است. براساس داده‌های حاصل بین نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد سورگوم با سایر نمونه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در بین نمونه‌های فاقد آرد سورگوم، با افزایش صمغ زانتان، تخلخل بافت نیز افزایش یافت. نتایج حاصل از ارزیابی تخلخل بافت کیک با داده‌های حاصل از اندازه‌گیری وزن مخصوص خمیر هم‌خوانی داشت. به دلیل ویسکوزیته بسیار پایین، نمونه ۱۰ درصد سورگوم فشرده‌ترین بافت را داشت و کیک حاوی ۳۰ درصد سورگوم با وجود درصد پروتئین بالاتر، تخلخل کمتری را نسبت به نمونه شاهد از خود نشان داد. افزایش نسبی آرد سورگوم در خمیر کیک، به‌دلیل حضور پروتئین و ایجاد انسجام در بافت کیک و درنتیجه توانایی خمیر در نگه‌داری حباب‌های هوا، سبب افزایش نسبی تخلخل می‌گردد؛ اما افزودن ۳۰٪ آرد سورگوم به‌دلیل افزایش محتوای پروتئین و به‌تبع آن افزایش بیش از حد ویسکوزیته خمیر، مانع از تشکیل شبکه‌ای قوی در بافت کیک شده و درنتیجه امکان توزیع حباب‌های گازی در بافت وجود ندارد و سبب فشرده شدن آن می‌گردد. افزایش صمغ زانتان در تمام سطوح جایگزینی سبب افزایش تخلخل گردید. حضور صمغ زانتان با تشکیل شبکه شبه گلوتن، سبب حفظ ساختار خمیر در حین مرحله پخت می‌گردد و از خروج حباب‌های گاز جلوگیری می‌کند. عوض‌صوفیان و همکاران (۲۰۱٤) با بررسی اثر افزودن زانتان و کنجاله بادام شیرین بر کیک بدون گلوتن، به این نتیجه رسیدند که افزودن کنجاله بادام شیرین سبب افزایش معنی‌دار تخلخل در کیک گردید. هم‌چنین اثر متقابل زانتان و کنجاله بادام شیرین باعث افزایش این فاکتور می‌شود. با افزایش مقادیر صمغ به‌دلیل ویسکوزیته زیاد خمیر، امکان توزیع یکنواخت و افزایش سلول‌های گازی وجود ندارد و بالاتر از ۰/۳ درصد زانتان تخلخل کاهش می‌یابد [۱۲].

Table 4 Effect of adding sorghum flour and xanthan gum in rice cake on the porosity of cake samples

		Xanthan gum (percent)		
		0	0.1	0.2
Sorghum flour (percent)	0	32.76 ± 0.32^{g}	33.97 ± 0.03^{g}	1.69 ± 0.01^{h}
	10	27.69 ± 0.34^{d}	1.45 ± 0.02^{ef}	1.47 ± 0.01^{f}
	20	31.28 ± 0.30^{c}	1.41 ± 0.04^{de}	1.47 ± 0.01^{f}
	30	33.64 ± 0.19^{a}	1.24 ± 0.02^{ab}	1.27 ± 0.01^{b}

* Different letters in the same column mean significantly different ($p<0.05$).

۳-٦- رنگ

نتایج حاصل از ارزیابی میزان روشنایی نمونه‌های آزمایشی در جدول ٦ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود نمونه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۳۰ درصد سورگوم بدون صمغ اختلاف معنی‌داری را با سایر نمونه‌ها نشان داد و تیره‌ترین رنگ پوسته را دارا بود. با افزایش درصد پروتئین کیک و مشارکت آن در واکنش قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی یا میلارد همراه با شکر موجود در فرمولاسیون، پوسته کیک تیره‌تر شد. در نمونه فاقد سورگوم و ٪ ۰/۲ صمغ زانتان نیز به دلیل حضور صمغ بر میزان روشنایی رنگ پوسته افزوده شد. با افزایش درصد سورگوم در فرمولاسیون بر رنگ پوسته افزوده شده و از میزان روشنایی یا مؤلفه L^* کاسته شد. حضور صمغ نیز با محدود کردن سرعت واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد، سبب افزایش روشنایی پوسته گردید. هم‌چنین هیدروکلوئیدها با حفظ رطوبت و ممانعت از خروج آب در حین فرایند پخت، سبب کاهش تغییرات سطح پوسته محصول نهایی می‌شوند که این امر می‌تواند در افزایش مؤلفه L^* مؤثر باشد [۱۰]. در بررسی مؤلفه a^* (جدول ٤-۷) تیمارهای آزمایشی مشخص شد که نمونه‌های حاوی سورگوم در سطوح ۰/۱ و ۰ درصد صمغ، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت. به‌طورکلی حضور آرد سورگوم در فرمولاسیون سبب قرمزی رنگ پوسته می‌شود و حضور صمغ از شدت این فاکتور می‌کاهد. مؤلفه b^* در نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد سورگوم بدون صمغ و ۳۰ درصد سورگوم و ۰/۲ درصد، اختلاف معنی‌داری با سایر نمونه‌ها نشان دادند. همان‌طور که در نمودار ٤-٤ آورده شده است. نمونه فاقد سورگوم حاوی ۰/۲ درصد زانتان بیشترین میزان زردی را نشان داد که حاکی از این است که حضور هیدروکلوئیدها سبب افزایش زردی رنگ پوسته کیک می‌گردد. افزایش سورگوم در نمونه‌های آزمایشی سبب افزایش مؤلفه b^* شد. لونت و بیلگیزلی (۲۰۱۱) گزارش کردند که افزودن آرد لوبیای لوپین و باکویت به دلیل محتوای بالای پروتئینی و سرعت بخشیدن به واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد سبب تیره‌تر شدن رنگ پوسته کیک می‌گردد [۲۲]. ریخته‌گری و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی که بر روی اثر افزودن زانتان بر نان داشتند، به این نتیجه رسیدند که با افزودن زانتان، سبب افزایش معنی‌دار روشنایی و زردی پوسته می‌گردد [۲۸].

Table 5 Effect of adding sorghum flour and xanthan gum on colored components of cake shell samples

Sorghum flour (percent)	Xanthan gum (percent)	Factor a*	Factor b*	Factor L*
0	0	14.37 ± 0.76^{a}	33.22 ± 0.14^{c}	61.54 ± 1.71^{bcd}
0	0.1	15.72 ± 0.41^{b}	35.65 ± 0.36^{d}	66.11 ± 1.46^{fg}
0	0.2	13.76 ± 0.31^{b}	27.93 ± 0.68^{a}	69.47 ± 0.22^{h}
10	0	13.34 ± 0.19^{cd}	42.63 ± 0.15^{h}	60.88 ± 1.62^{bc}
10	0.1	12.44 ± 0.48^{bc}	29.78 ± 0.73^{b}	64.08 ± 1.49^{def}
10	0.2	11.75 ± 0.13^{d}	33.75 ± 0.64^{c}	67.15 ± 1.76^{gh}
20	0	12.27 ± 0.82^{d}	33.39 ± 0.55^{c}	59.28 ± 0.28^{b}
20	0.1	12.63 ± 0.05^{d}	37.59 ± 0.42^{e}	63.35 ± 0.49^{cdef}
20	0.2	13.94 ± 0.21^{d}	43.14 ± 0.18^{h}	59.45 ± 1.60^{b}
30	0	17.75 ± 0.11^{d}	38.63 ± 0.18^{f}	64.77 ± 0.36^{efg}
30	0.1	14.94 ± 0.18^{d}	40.95 ± 0.03^{g}	62.39 ± 0.72^{cde}
30	0.2	13.82 ± 0.27^{d}	33.59 ± 0.13^{c}	55.38 ± 0.68^{a}

* Different letters in the same column mean significantly different ($p<0.05$).

۳-۷- سفتی

نتایج حاصل از تعیین سفتی نمونه‌های آزمایشی بعد از ۲٤ ساعت پخت در نمودار ٤-۷ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود نمونه حاوی ۳۰٪ آرد سورگوم و ۰/۲ ٪ صمغ زانتان بالاترین سفتی را داشت و نرم‌ترین بافت کیک به نمونه شاهد اختصاص یافت. علت سفتی بافت را می‌توان به محتوای رطوبتی کیک نسبت داد. همان‌طور که در بخش‌های قبلی ذکر شد، در نمونه‌های آزمایشی با افزایش درصد جایگزینی آرد سورگوم در فرمولاسیون از میزان درصد رطوبت بافت کیک کاسته شد که آن‌هم به علت ماهیت پروتئین آرد سورگوم می‌باشد. افزایش صمغ زانتان نیز سفتی بافت را افزایش می‌دهد که علت آن ضخیم شدن دیواره‌های حفرات گازی در مغز کیک عنوان شده است. ایوبی و همکاران (۲۰۰۹) نیز در تحقیقی که بر روی اثر صمغ زانتان بر روی خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی داشتند، به این نتیجه رسیدند که افزودن صمغ زانتان سبب افزایش سفتی بافت کیک می‌شود

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[۱۸] و لازاریـدو و همکـاران (۲۰۰۷) و گوئـاردا و همکـاران (۲۰۰٤) دریافتند که افزودن صمغ زانتان به نان بـدون گلـوتن سبب افزایش سفتی آن می‌شود [۲۹ و ۱۷]. عـوض‌صـوفیان و همکاران (۲۰۱٤) با بررسی اثر افزودن کنجاله بادام شـیرین بـه کیک بدون گلوتن بیان داشتند که میزان سفتی نمونه‌های حاوی صمغ زانتان و کنجاله بادام به‌طور معنی‌داری نـسبت بـه نمونـه شاهد افزایش یافت. صمغ زانتان منجر به افزایش تعداد حفرات موجود در ساختمان کیک و ریز و یکنواخت شدن این حفرات می‌شود که از انبساط بیشتر هـوای داخـل حفـرات جلـوگیری می‌کنـد [۱۲]. وجـود ایـن حفـرات کوچـک سـبب مـی‌شـود ساختمان کیک در برابر نیروی وارده توسط دستگاه بافت‌سنج، به‌راحتی تخریب نـشوند [۱۸]. گـومز و همکـاران (۲۰۰۸) در بررسی خود در تولید کیک با استفاده از آرد نخود به این نتایج رسیدند که افزودن آرد نخود به کیک گندم سبب افزایش سفتی بافت مغز کیک می‌گردد [۳۰].

Table 6 Effect of adding sorghum flour and xanthan gum in rice cake on the texture stiffness of cake samples after 24 hours of baking

		Xanthan gum (percent)		
		0	0.1	0.2
Sorghum flour (percent)	0	3.45±0.07[a]	3.95±0.11[b]	4.14±0.14[b]
	10	4.28±0.07[bcd]	4.45±0.09[cde]	4.79±0.30[e]
	20	4.76±0.36[de]	5.42±0.24[f]	5.57±0.21[f]
	30	5.63±0.10[f]	6.31±0.26[g]	7.15±0.28[h]

* Different letters in the same column mean significantly different ($p<0.05$).

٤- نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، در آزمایش‌هـای انجـام‌شـده بـر روی کیـک بـدون گلوتن، تأثیر مثبت زانتان و آرد سورگوم بر روی ویژگـی‌هـای فیزیکی محصول نمایان است. افزایش سطح آرد سورگوم سبب بالا رفتن محتوای پروتئین و مواد معدنی کیـک گردیـد. نتـایج نشان داد آرد سورگوم به‌طور نـسبی مـی‌توانـد سـبب افـزایش حجم و تخلخل کیک گردد. براسـاس نتـایج بـه دسـت آمـده بیشترین سفتی بافت مربوط به نمونـه حـاوی ٪۳۰ سـورگوم و ٪۰/۲ زانتان بود. جایگزینی آرد سورگوم در کیک بـرنج باعـث افزایش زردی و قرمـزی رنـگ پوسـته و کـاهش روشـنایی آن می‌گردد. در این پژوهش اثر مثبت صمغ زانتان به‌عنـوان مقلـد رفتار گلوتن در محصولات بدون گلوتن، به‌خوبی مشاهده شد. براساس نتایج به دست آمده نمونه حاوی ٪ ۲۰ سـورگوم و ٪ ۰/۱ زانتان به دلیل بهبود خصوصیات فیزیکـی کیـک بـه‌عنـوان بهترین ترکیب افزودن صمغ و آرد سورگوم پیشنهاد می‌شود.

۵- منابع

[1] Kupper, C. 2005. Dietary guidelines and implementation for celiac disease. *Gastroenterology*, 128(4): 121-127.

[2] Catassi, C. and A. Fasano. 2008. Celiac disease. Current Opinion in Gastroenterology. 24(6): 687-691.

[3] Turabi, E., G. Sumnu & S. Sahin. 2008. Rheological properties and quality of rice cake formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 22: 305-312.

[4] Gallagher, E., Gormley, T.R., and Arendt, E.K. 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. Trends Food Sci. Technol. 15: 143-152.

[5] GarcõÂa-Ochoaa, F., Santosa, V.E., Casasb, J.A., and GoÂmeza, E. 2000 .Xanthan gum: production, recovery, and properties. Biotech. Adv. 18: 549-579.

[6] Ying, J.i., Zhu, K., Qian, H., Zhou, H. 2007. Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. Food Chem. 104: 53-58.

[7] Gujral, H.S. & Rosell, C.M. (2004). Improvement of the bread making quality of rice flour by glucose oxidase. Food Research International, 37, 75–81.

[8] Taylor, K.J.R.N. and G. Duodu. 2010. *Cereal Grains: Assessing and Managing Quality (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition):* Sorghum and millets: characteristics and quality requirements. CRC Press. Monterrey. 752 pp.

[9] Taylor, J. R., Schober, T. J., & Bean, S. R. (2006). Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science*, *44*(3), 252-271.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[10] Naghipour, F., HabibiNajafi, M.B., Karimi, M., Haddad Khodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z. and Sahraiyan, B., 2012. Application sorghum flour in free gluten cake production. *In National Conference of*. 41(10): 127-139.

[11] Galle, S., Schwab, C., Dal Bello, F., Coffey, A., Gänzle, M.G. , and Arendt, E.K. 2012. Influence of in-situ synthesized exopolysaccharides on the quality of gluten-free sorghum sourdough bread. Int. J. Food Microbiol. 155: 105-112.

[12] Avazsufian, A., Aalami, M., Sadeghi Mahoonak, A., Ghorbani, M., and Ziaiifar A.M. 2014. Application Of Sweet Almond Meal And Xanthan Gum In The Production Of Gluten-Free Cake. *Journal Of Research And Innovation In Food Science And Technology*, 3(2): 185-196.

[13] AACC. 2000. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC, (10thed).

[14] Kocer, D., Hicsasmaz, Z., and Katnas, S. 2007. Bubble and pore formation of the high ratio cake formulation with poly-dextrose as a sugar and fat replacer. *J. Food Eng,* 78, 953-964.

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

[16] Zheng, C., Sun, D.W., and Zheng, L. 2006. Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection - a review. *Trends Food Science, Technology*, 17: 642-655.

[17] Guarda, A., Rosell, C.M., Beneditob, C. and Galottoc, M.J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers & anti-staling agents. Food Hydr. 18: 241-247.

[18] Ayoubi, A., Habibi Najafi, M.B., and Karimi, M. 2009. Effect Of Whey Protein Concentrate, Guar And Xanthan Gums On The Quality And Physicochemical Properties Of Muffin Cake. *Iranian Food Science And Technology Research Journal*, 4(2): 32-46.

[19] Damodaran, S. 2008. Amino acids, peptides and proteins. In S. Damodaran, K. Parkin, and S. Nielsen (Eds.), Food Chem. (4th ed. London: CRC Press.).

[20] Belton, P.S., Delgadillo, I., Halford, N.G., and Shewry, P.R. 2006. Kafirin structure and functionality. J. Cereal Sci. 44(3): 272-286.

[21] El-Demery, M.E. 2011. Evaluation of 21rabic-chemical properties of toast breads fortified with pumpkin (Cucurbita moschata) flour. Faculty of Specific Education.Mansoura University – Egypt April. 13-14: 2146-2161.

[22] Levent, H., and Bilgiçli, N. 2011. Effect of Gluten-Free Flours on Physical Properties of Cakes. J. Food Sci. Eng. 1: 354-360.

[23] Krupa-Kozak ,U., Wronkowska, M. and Soral-Śmietan, M. 2011. Effect of Buckwheat Flour on Microelements and Proteins Contents in Gluten-Free Bread. Czech J. Food Sci. 29(2): 103-108.

[24] Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A., and Rosell, C.M. 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. Food Hydr. 21 (2): 167-173.

[25] Schober, T. 2009. In: Gallagher E (ed) Gluten-free food science and technology. Wiley-lackwell, Oxford.

[26] Gan, Z., Ellis, P.R., and Schoweld, J.D. 1995. Gas cell stabilisation and gas retention in wheat bread dough. J. Cereal Sci. 21:215-230.

[27] Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., and Gallagher, E. 2010. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. Trends Food Sci. Technol. 21(2), 106-113.

[28] Rikhtegari, S,. Ghanbarzadeh, B,. And Ghiasi, B. 2012. The Effect Of Xanthan Hydrocolloid On Improvement Of Physical And Sensory Properties Of Barbary Dough And Bread. *Iranian Journal Of Biosystem Engineering*. 42(2): 205-213.

[29] Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., and Biliaderis, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. J. Food Eng. 79: 1033-1047.

[30] Gomez, M., Oliete, B., Rosell, C.M., Pando, V., and Fernåndez, E. 2008. Studies on cake quality made of wheat- chickpea flour blends, LWT-Food Sci. Technol. 41: 1701-1709.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Effect of sorghum flour and xanthan gum on the physicochemical properties of gluten-free cake

, Maghsuodlou, Y. [3], Kadivar, M. [4*]Khatami, E. [1], Alami, M. [2]

1. MSc. Graduated, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3. Professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
4. Professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

(Received: 2016/04/30 Accepted:2016/09/19)

Celiac disease (gluten susceptible enteropathy), is a common disease of the gastrointestinal tract and the only effective treatment is to use a diet free of gluten. Here we studied the effect of adding malt millet flour and xanthan gum in four levels (0, 10, 20 and 30 %) and three levels (0, 0.1 and 0.2%) respectively. Physico-chemical properties (such as moisture, ash, protein, specific volume, porosity, stiffness, crust color) and sensory samples of gluten-free cake of the rice flour assessed in a completely randomized design factorial. Results showed when levels of sorghum flour increased, the value of the parameters like as protein and ash cake were improved and moisture was decreased. In addition, Color measurement of cake samples revealed that the crust color became darker. the lowest cake volume belonged to the cake sample containing 30% sorghum flour and 0.2% xanthan gum, while the blank sample had the maximum volume among the samples. Measurement of cakes hardness showed that the cake sample containing 30% sorghum flour and 0.2% xanthan gum had the highest hardness value, while the blank sample showed the minimum hardness. In this study, the positive effect of xanthan gum to mimic the behavior of gluten in a gluten-free product was well observed. Based on the results obtained, to improve the cake physical characteristics, the best recommended combination of xanthan gum and sorghum flour was 0.1% and 20%, respectively.

Keywords: Rice flour, Celiac, Sorghum, Xanthan gum, Gluten-free cake.

*Corresponding Author E-Mail Address: mehranalami@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]