

بررسی اثر صمغ های گوار و گزانتان بر خصوصیات کیفی و کمی کیک سورگوم بدون گلوتن

فریبا نقی پور^۱، محمد باقر حبیبی نجفی^۱، مهدی کریمی^۲، محمد حسین حداد خداپرست^۱،
زهرا شیخ الاسلامی^۲، بهاره صحرائیان^۱

۱- دانشگاه فردوسی مشهد، گروه علوم و صنایع غذایی

۲- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

چکیده

سلیاک بیماری مزمنی است که در اثر دریافت پروتئین گلوتن از منابع غذایی مانند گندم، چاودار، جو و یولاف حاصل شده و یکی از رایج ترین حساسیت های غذایی محسوب می گردد. بیش از یک درصد از جمعیت کل جهان مبتلا به بیماری سلیاک هستند. این بیماری با علائم روده ای و خارج روده ای همراه است و تنها راه درمان آن استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن در تمام طول عمر بیمار است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثر صمغ های گوار و گزانتان (هر کدام در سه سطح ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ درصد) بر خصوصیات کیفی و کمی کیک سورگوم بدون گلوتن بود. نتایج نشان داد که افزودن صمغ گوار و گزانتان در هر سه سطح به طور معناداری ($P < 0.05$) قادر به کاهش سفتی بافت کیک (۲۴ و ۷۲ ساعت پس از پخت) نسبت به نمونه شاهد (فاقد صمغ) هستند. این در حالی است که بین سطوح ۱/۰ صمغ گوار و ۱/۵ درصد صمغ گزانتان اختلاف معنادار ($P < 0.05$) در کاهش سفتی بافت کیک در هر دو بازه زمانی وجود ندارد. از سوی دیگر افزایش درصد صمغ (گوار و گزانتان) علاوه بر بهبود حجم مخصوص و میزان تخلخل بافت محصول نهایی، سبب افزایش میزان مؤلفه *L (روشنایی)، *b (زردی) و کاهش مؤلفه *a (قرمزی) پوسته کیک که از طریق آزمون پردازش تصویر (با استفاده از نرم افزار Image J) محاسبه گردید، شد.

کلید واژه: سورگوم، کیک بدون گلوتن، گوار، گزانتان، پردازش تصویر.

^۱ کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد، ۰۹۳۶۵۰۳۸۵۰۹، naghipoor_f@yahoo.com

^۲ کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد، ۰۹۱۷۱۰۲۸۸۶۲، baharehsahraian@yahoo.com

۱- مقدمه

سلیاک رایج ترین بیماری است که در اثر مصرف گلوتن ایجاد می شود و تنها راه درمان آن استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن در تمام طول عمر بیمار است (۳). گلوتن (پروتئین گندم و برخی از غلات) پزهای روده (ویلی) به مانند سم عمل می کند. این بیماران علاوه بر فقر تغذیه ای، در طولانی مدت مستعد ابتلا به بدخیمی هایی نظیر لنفوم روده می گردند. ویلی ها در برخورد با گلوتن یا اجزای تشکیل دهنده ی آن کوتاه تر، پهن تر و صاف می شوند و تولید آنزیم آن ها کاهش یافته و مختل می گردد. از آن جایی که تنها معالجه مؤثر این بیماران، رژیم بدون گلوتن در تمام عمر می باشد که می تواند به بهبود بالینی آن ها کمک نماید، تقاضا برای مصرف محصولات بدون گلوتن به موازات افزایش بیماران مبتلا به سلیاک یا دیگر حساسیت های مربوط به مصرف گلوتن، افزایش یافته است (۱)

از سوی دیگر گلوتن ضروری ترین پروتئین سازنده بافت محصولات آردی نظیر کیک است، که در ساختمان مغز و ظاهر بسیاری از محصولات آردی تهیه شده از آرد گندم از جمله نان، کیک و غیره دخالت دارد (۹). به همین علت حذف و جایگزینی گلوتن در کیک یکی از بزرگترین چالش های تکنولوژی پیش روی تکنولوژیست های غلات است (۱۰). برای غلبه بر چالش های مذکور می توان از هیدروکلوئیدها به جای گلوتن استفاده کرد. در همین راستا ترابی و همکاران (۲۰۱۰) 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 و مشاهده نمودند که افزودن انواع صمغ ها بر خلل و فرج تاثیر معنی داری دارد و بیشترین آن متعلق به گزانتان و ترکیب گزانتان و گوار می باشد (۱۲). در تحقیقی دیگر ترابی و همکاران (۲۰۰۸) خصوصیات کیک برنجی بدون گلوتن را در حضور صمغ زانتان و ترکیب گزانتان - گوار که در ماکروفر مادون قرمز پخت شد مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که بیاتی کیک ها بطرز معنی داری تحت تاثیر قرار می گیرد و به تأخیر افتاد (۱۳). همچنین دمیوکسن و همکاران (۲۰۱۰) اثر صمغ های گوار، گزانتان، دانه ی لوکاست، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، پکتین، گزانتان-گوار، دانه ی لوکاست- گزانتان و امولسیفایر داتم را بر خصوصیات رئولوژیکی نان بدون گلوتن بر پایه ی آرد برنج مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج این پژوهش، بیشترین میزان الاستیسیته در نمونه های حاوی صمغ گزانتان، گزانتان-گوار و گزانتان- دانه ی لوکاست مشاهده شد (۵).

با توجه به اهمیت و نیاز اقشار مختلف جامعه (علی الخصوص افراد مبتلا به بیماری سلیاک) به محصولات صنایع آردبر نظیر کیک، هدف از انجام پژوهش حاضر، تهیه کیک سورگوم بدون گلوتن با ویژگی های کیفی و کمی مطلوب بعنوان یک منبع کالری زا و حد واسط نان و بیسکویت بود که بدین منظور از صمغ های گوار و گزانتان (هر کدام در سه سطح ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ درصد) در فرمولاسیون این نوع کیک استفاده گردید.

۲- مواد و روش ها

۲.۱- مواد

آرد سورگوم با ویژگی های شیمیایی شامل رطوبت ۱۱/۶ درصد، پروتئین ۹/۶ درصد، چربی ۳/۲۵ درصد، کربوهیدرات ۷۱/۲ درصد، فیبر ۱/۸۳ درصد و میزان گلوتن صفر درصد، از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه گردید. به منظور تعیین ویژگی های شیمیایی آرد از آزمون (۲۰۰۰) AACC استفاده شد (۴).

سایر مواد مصرفی (بر اساس درصد آرد) در تولید کیک شامل پودر شکر (۵۰ درصد)، روغن نباتی مایع (۳۰ درصد)، بیکنگ پودر (۲ درصد)، وانیل (۰/۲ درصد) و تخم مرغ (۳۶ درصد) از فروشگاه عرضه کننده مواد اولیه قنادی و صمغ گوار و زانتان مورد استفاده از شرکت رودیا (کشور فرانسه) خریداری شدند.

همچنین شربت اینورت که به میزان ۱۲ درصد در فرمولاسیون کیک لازم است، مطابق با دستورالعمل موجود در استاندارد ملی ایران به شماره ۸۰۲۵ تدوین شده در سال ۱۳۸۳ تهیه گردید.

۲.۲- روش ها

۲.۲.۱- تهیه خمیر و پخت کیک

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 هم زن دستی (Moulinex 727 150W) ساخت فرانسه انجام پذیرفت. بدین ترتیب ابتدا روغن و شکر به مدت ۲ دقیقه مخلوط شد و سپس تخم مرغ افزوده شد و به مدت ۳۰ ثانیه زده شد. در ادامه سایر مواد به همراه صمغ به خمیر اضافه گردید. سپس خمیر آماده شده با وزن های مساوی در ظرف مخصوص تهیه کیک، قالب گیری شد و در فر آزمایشگاهی گردادن (Zuccheli Froni) ساخت کشور ایتالیا) در ۱۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه پخته شد. در ادامه هر یک از نمونه ها پس از سرد شدن، در کیسه های پلی اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کیفی و کمی، بسته بندی و در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند. لازم به ذکر است که به منظور تهیه نمونه شاهد کیک سورگوم بدون گلوتن از صمغ استفاده نگردید.

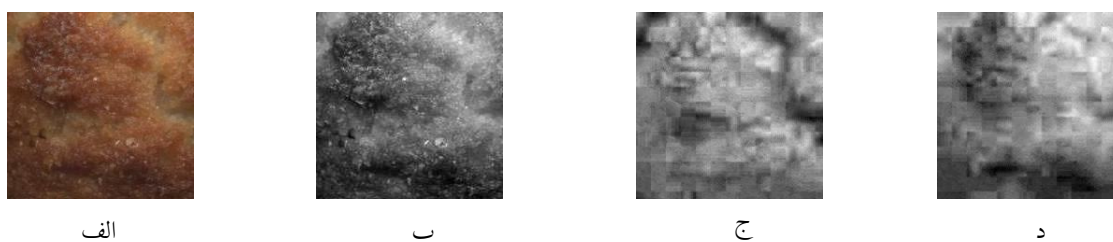
۲.۲.۲- آزمون بافت سنجی کیک

به منظور ارزیابی بافت کیک بدون گلوتن از بافت سنج QTS مدل CNS Farnell, Hertfordshire, UK استفاده گردید. بدین طریق نیروی لازم برای نفوذ یک پروب استوانه ای با انتهای صاف (۲/۵ سانتیمتر عرض در ۱/۸ سانتیمتر ارتفاع) با سرعت ۶۰ میلیمتر در دقیقه به داخل بافت کیک محاسبه گردید (Trigger Value: 0.05 N) و (Target Value: 25 mm) (۹). این آزمون در فواصل زمانی ۲۴، ۷۲ ساعت پس از پخت به منظور اندازه گیری سفتی مغز کیک انجام شد.

۳.۲.۲- آزمون رنگ سنجی کیک

آنالیز رنگ پوسته کیک از طریق تعیین سه شاخص L^* ، a^* و b^* صورت پذیرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است (شکل ۱ ب). شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ های سبز و قرمز را نشان می دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است (شکل ۱ ج). شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ های آبی و زرد را نشان می دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می باشد (شکل ۱ د). جهت اندازه گیری این شاخص ها ابتدا برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی متر از کیک تهیه گردید (شکل ۱ الف) و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet

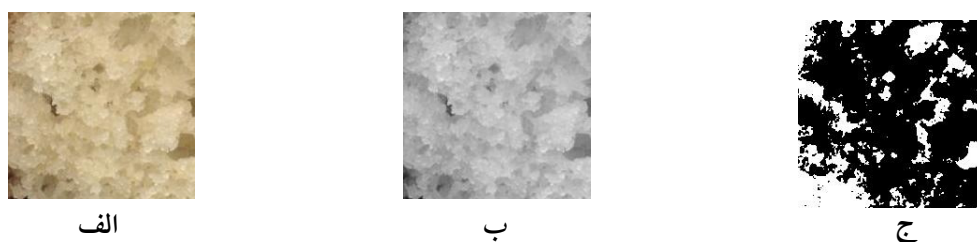
G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد سپس تصاویر در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص های فوق محاسبه شد (۱۱).



شکل ۱: نمونه تصویر تبدیل شده: الف: نمونه تصویر پوسته کیک، ب: مولفه *L تصویر، ج: مولفه *a تصویر، د: مولفه *b تصویر.

۴.۲.۲- آزمون ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک از تکنیک پردازش استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی متر از مغز کیک تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد (شکل ۲ الف). تصویر تهیه شده در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت^۲، تصاویر سطح خاکستری^۳ (شکل ۲ ب) ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی^۴، قسمت دودویی نرم افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه ای از نقاط روشن و تاریک است (شکل ۲ ج) که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه ها بر آورد می شود. 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 نمونه ها اندازه گیری شد (۶).



شکل ۲- نمونه تصویر تبدیل شده: الف: نمونه تصویر مغز کیک، ب: نمونه تصویر خاکستری، ج: نمونه تصویر دودویی.

² Bit

³ Gray Level Images

⁴ Binary Images

۴.۲.۲- آزمون ارزیابی حجم مخصوص کیک

حجم کیک های تولیدی دو ساعت پس از پخت، به روش جایگزینی دانه‌ی کلزا (بر اساس استاندارد A-A-20126E METRIC) تعیین گردید. نمونه‌های مورد استفاده دارای ابعاد یکسان بوده و از مرکز هندسی کیک تهیه شدند.

۵.۲.۲- طرح آماری و تحلیل داده ها

نتایج بدست آمده از پژوهش با استفاده از نرم افزار Mstat-c نسخه ی ۱/۴۲ بر پایه طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. هریک از نمونه ها در سه تکرار تهیه و آزمون های مربوطه در مورد آن ها انجام شد. میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی داری ۰/۹۵ درصد ($P < 0.05$) مورد مقایسه قرار گرفتند.

۳- نتایج و بحث

۱.۳- نتایج آزمون بافت سنجی کیک بدون گلوتن

نتایج حاصل از ارزیابی بافت کیک بدون گلوتن در هر دو بازه زمانی (۲۴، ۷۲ ساعت پس از پخت) در جدول ۱ آورده شده است. همانگونه که مشاهده می شود، افزودن صمغ گوار و گزانتان در هر سه سطح به طور معناداری ($P < 0.05$) قادر به کاهش سفتی بافت کیک (در هر دو بازه زمانی) نسبت به نمونه شاهد (فاقد صمغ) است. این امر بدان علت است که صمغ ها به دلیل دارا بودن ساختار هیدروفیل قادر به جذب آب می باشند، که این خود سبب کاهش میزان نیروی لازم جهت پارگی بافت کیک، به تعویق انداختن بیاتی و افزایش ماندگاری آن می گردد (۲). از سوی دیگر نتایج بیانگر آن است که بین سطوح ۱/۰ صمغ گوار و ۱/۵ درصد صمغ گزانتان اختلاف معنادار ($P < 0.05$) در کاهش سفتی بافت کیک در هر دو بازه زمانی وجود ندارد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که استفاده از صمغ گوار به منظور افزایش ماندگاری محصولات بدون گلوتن صرفه اقتصادی بیشتری نسبت به صمغ گزانتان دارد.

جدول ۱- اثر سطوح مختلف صمغ های گوار و گزانتان بر میزان سفتی کیک بدون گلوتن.

تیمار	غلظت (درصد)	سفتی مغز کیک بدون گلوتن (گرم)	
		۲۴ ساعت پس از پخت	۷۲ ساعت پس از پخت
شاهد	-	۷۶۵/۷±۱۰/۲۴ ^a	۱۳۲۶/۰±۱۱/۱۴ ^a
	۰/۵	۶۷۲/۵±۸/۰۲ ^b	۹۰۷/۳±۹/۸۶ ^c
	۱/۰	۵۶۴/۳±۹/۶۵ ^c	۸۷۱/۳±۸/۱۹ ^c
گوار	۱/۵	۴۸۹/۳±۱۰/۰۳ ^d	۶۵۴/۷±۱۴/۲۶ ^c
	۰/۵	۷۵۵/۸±۱۲/۳۱ ^a	۱۱۰۸/۴±۲۴/۱۴ ^b
	۱/۰	۶۷۲/۰±۸/۶۲ ^b	۱۰۹۶/۰±۳۲/۶۶ ^b
	۱/۵	۵۴۷/۰±۹/۲۱ ^c	۸۷۶/۹±۱۲/۱۹ ^c

۲.۳- نتایج آزمون رنگ سنجی کیک

نتایج بدست آمده از پردازش تصویر رنگ پوسته کیک بدون گلوتن (جدول ۲) نشان می دهد که افزایش درصد صمغ (گوار و گزانتان) سبب افزایش میزان مؤلفه L^* (روشنایی)، b^* (زردی) و کاهش مؤلفه a^* (قرمزی) پوسته کیک به طور معنادار در سطح ۹۵ درصد می گردد. از سوی دیگر با مقایسه نتایج می توان دریافت که، اثر صمغ گوار در بهبود رنگ پوسته کیک به مراتب بیشتر از صمغ گزانتان می باشد. علت بهبود رنگ پوسته کیک سورگوم بدون گلوتن را می توان به نگهداری متناسب رطوبت توسط صمغ گوار و گزانتان و از دست ندادن آن در طی فرایند پخت و در نتیجه کاهش تغییرات سطح پوسته کیک نسبت داد. که نتایج این بخش با یافته های پورلیس و سالوادوری (۲۰۰۹) که بیان نمودند، تغییرات سطح بافت ممکن است مسئول روشنایی سطح محصولات صنایع آردبر باشد و سطوح منظم و صاف توانایی انعکاس بیشتر روشنایی نسبت به سطح چین دار را دارد (۱۰)، مطابقت می کند.

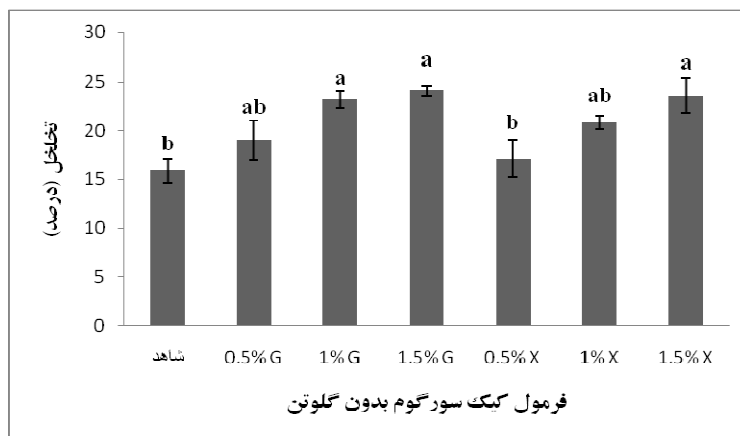
جدول ۲- اثر سطوح مختلف صمغ های گوار و گزانتان بر میزان رنگ پوسته کیک بدون گلوتن.

بیمار	غلظت (درصد)	L^*	a^*	b^*
شاهد	-	$38/98 \pm 1/86^d$	$3/93 \pm 0/10^a$	$17/53 \pm 3/21^d$
گوار	۰/۵	$52/81 \pm 0/89^c$	$2/15 \pm 0/06^c$	$20/98 \pm 1/1^c$
	۱/۰	$58/32 \pm 1/24^b$	$1/22 \pm 0/01^{de}$	$24/84 \pm 1/51^b$
	۱/۵	$65/29 \pm 2/09^a$	$0/65 \pm 0/02^f$	$26/68 \pm 1/85^a$
گزانتان	۰/۵	$42/88 \pm 2/95^d$	$3/09 \pm 0/05^b$	$19/52 \pm 2/21^c$
	۱/۰	$52/94 \pm 0/24^c$	$1/59 \pm 0/01^d$	$21/66 \pm 1/32^c$
	۱/۵	$60/33 \pm 1/35^b$	$0/98 \pm 0/00^{ef}$	$24/62 \pm 1/65^b$

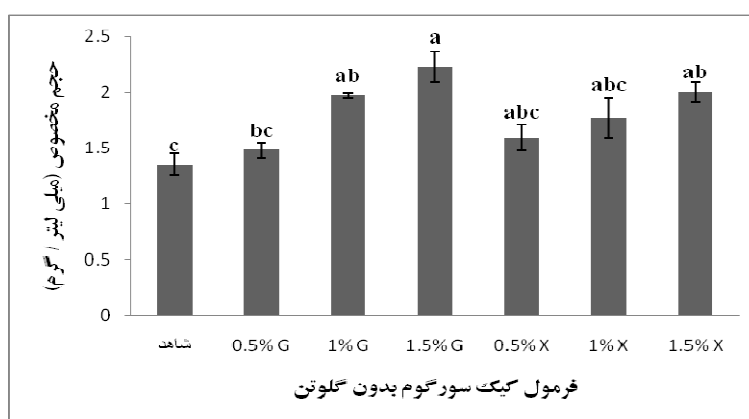
ns: اختلاف معنی دار در سطح $p < 0/05$ مشاهده نشد.

۳.۳- نتایج آزمون ارزیابی میزان تخلخل و حجم مخصوص کیک بدون گلوتن

نتایج بدست آمده از ارزیابی میزان تخلخل و حجم مخصوص به ترتیب در شکل های ۳ و ۴ آورده شده است. همانگونه که مشاهده می شود، با افزایش درصد افزودن صمغ به فرمولاسیون کیک، میزان تخلخل و حجم مخصوص افزایش می یابد که به مراتب تأثیر صمغ گوار بر هر دو پارامتر بیشتر از صمغ گزانتان است. افزایش میزان تخلخل و حجم مخصوص نمونه های حاوی هر دو صمغ بدان علت است که صمغ ها به دلیل ساختار خاص خود قادر به تقویت شبکه موجود در خمیر به منظور نگهداری حباب های هوای ورودی در طی فرایند هم زدن و مخلوط کردن مواد اولیه، می باشند که این امر مانع از فشردگی بیش از حد بافت کیک سورگوم بدون گلوتن می گردد. از سوی دیگر صمغ ها با داشتن ساختار هیدروفیل و توانایی در افزایش جذب آب، از ایجاد بافت متراکم در محصول نهایی جلوگیری می کند که این امر خود در افزایش میزان تخلخل و حجم مخصوص محصولات بدون گلوتن دخیل است.



شکل ۳- اثر سطوح مختلف صمغ گوار و گزانتان بر میزان تخلخل مغز کیک بدون گلوتن (G: صمغ گوار و X: صمغ گزانتان).



شکل ۴- اثر سطوح مختلف صمغ گوار و گزانتان بر حجم مخصوص کیک بدون گلوتن (G: صمغ گوار و X: صمغ گزانتان).

۴- نتیجه گیری

- با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق، می توان گفت که:
- صمغ های گوار و گزانتان می توانند بعنوان جایگزین های مناسب گلوتن در کیک سورگوم باشند که اثر صمغ گوار در بهبود خصوصیات کیفی و کمی آن به مراتب بیشتر از صمغ گزانتان است.
 - صرفه اقتصادی استفاده از صمغ گوار نسبت به صمغ گزانتان در فرمولاسیون محصولات بدون گلوتن به دلیل توانایی بیشتر آن در افزایش ماندگاری، حجم مخصوص، میزان تخلخل و بهبود مؤلفه های رنگ پوسته، بیشتر است.

۵- منابع

- (۱) ابراهیم پور، ن، پیغمبر دوست، ه، آزاد مرد دمیرچی، ص. و قنبرزاده، ب. ۱۳۸۹. تاثیر افزودن هیدرو کلئید های مختلف روی ویژگی های حسی و بیاتی نان بدون گلوتن. مجله پژوهش های صنایع غذایی، جلد ۲۰/۳، شماره ۱
- (۲) کریمی، م، شیخ الاسلامی، ز، فتحی، م، صحرائیان، ب. و نقی پور، ف. تعیین مقادیر استفاده از امولسیفایرها جهت تقویت ترکیب پذیری گلوتن با نشاسته در تهیه خمیر و نان نیمه حجیم. ۱۳۸۹. گزارش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی.

۳) صادق نیا، ن. ۱۳۸۹. فرمولاسیون و تولید نان مسطح فاقد گلوتن با استفاده از هیدروکلوئیدهای زانتان و CMC. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.

- 4) AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN.
- 5) Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., and Sahin, S. 2010. Rheological properties of gluten-free bread formulation. *Journal of Food Engineering*, 96 : 295-303.
- 6) Haralick, R. M., K. Shanmugam., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6):1995-2005.
- 7) 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.
- 8) Moore, M.M., Schober, T.J., Dockery, P., and Arendt, E.K. 2004. Textural comparisons of gluten – free breads and wheat – based dough, batters and breads. *Cereal Chemistry*, 81 : 567-575.
- 9) Pourfarzad, A., Khodaparast, M. H., Karimi, M., Mortazavi, S. A., Ghiafeh Davoodi, M., Hematian Sourki, A., et al. 2009. Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with soy flour. *Journal of Food Process Engineering*, Doi: 10.1111/j.1745-4530.2009.00541.x.
- 10) Purlis, E and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
- 11) Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
- 12) 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.
- 13) Turabi, E., Sumnu, G., and Sahin, S. 2008. Optimization of baking of rice cakes in infrared-microwave combination oven by response surface methodology. *Food and Bioprocess Technology*, 1 : 64-73.