

# تأثیر جایگزینی آرد برنج با شبه غله آمارانت و افزودن صمغ بومی دانه منداب (*Eruca sativa*) بر بهبود خصوصیات کمی و کیفی کیک بدون گلوتن

بهارک بهمنش<sup>۱</sup>، احمد پدرام‌نیا<sup>۲\*</sup>، سید حسین استیری<sup>۳</sup>، فریبا نقی‌پور<sup>۳</sup>

۱- کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، سبزوار، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

۳- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۶)

## چکیده

امروزه استفاده از آرد شبه غلات در فرمولاسیون مواد غذایی به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا مورد توجه قرار گرفته است. همچنین با توجه به عدم حضور پروتئین گلوتن در این منابع غذایی، رژیم غذایی بیماران مبتلا به عدم تحمل گلوتن، جایگاه مناسبی برای شبه غلات می‌باشد. از این رو در پژوهش حاضر امکان جایگزینی آرد برنج با آرد دانه آمارانت (در سه سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ درصد) و افزودن صمغ بومی دانه منداب (در سه سطح ۰، ۲۵ و ۵۰ درصد) به فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن مورد بررسی قرار گرفت و سپس خصوصیات کمی و کیفی محصول نهایی در قالب یک طرح فاکتوریل با آرایش کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت ( $P \leq 0/05$ ). براساس نتایج مشخص گردید که با افزایش سطح مصرف آرد دانه آمارانت و صمغ دانه منداب رطوبت محصول نهایی افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد دانه آمارانت و ۵۰ درصد صمغ منداب دارای کمترین میزان سفتی بافت در بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت، بیشترین میزان تخلخل و حجم مخصوص در بین نمونه‌های تولیدی بود. از سوی دیگر نتایج حاکی از کاهش میزان مؤلفه‌ی  $L^*$  پوسته کیک با افزایش سطح استفاده از آرد دانه آمارانت و افزایش میزان این مؤلفه با افزودن صمغ منداب بود. در خصوص مؤلفه  $b^*$  مشاهده شد که با افزایش سطح آرد دانه آمارانت میزان زردی پوسته نمونه‌ها افزایش یافت. در نهایت داوران چشایی نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد دانه آمارانت و ۵۰ درصد صمغ منداب را به عنوان بهترین نمونه معرفی نمودند.

**کلیدواژگان:** کیک بدون گلوتن، آمارانت، منداب، بیماری سیلیاک.

\* مسئول مکاتبات: ahmadpedram@yahoo.com

## ۱- مقدمه

بیماری سلیاک<sup>۱</sup> یک بیماری خود ایمنی است که در افراد مستعد بیماری از نظر ژنتیکی و در اثر مصرف جزء گلیادینی موجود در پروتئین گلوتن گندم و پرولامین موجود در چاودار (سکالین)، جو (هوردئین) و احتمالاً یولاف (آویدین) که دارای ترکیب آمینواسیدی مشابه گلیادین می‌باشند، ایجاد می‌شود [۱] که متعاقب آن واکنش التهابی در روده کوچک ایجاد می‌شود. بیماری سلیاک با این که شیوع کمتری نسبت به سایر بیماری‌های گوارشی دارد ولی کم اهمیت‌تر از آن‌ها نمی‌باشد. از این‌رو امروزه با توجه به اینکه تنها راه درمان این بیماری استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن<sup>۲</sup> است، مطالعات پیرامون تولید مواد غذایی بدون گلوتن به‌ویژه محصولات صنایع پخت از اهمیت زیادی برخوردار است [۳ و ۲]. یکی از ترکیباتی که می‌توان از آن در تهیه محصولات بدون گلوتن استفاده نمود، شبه غلات هستند.

شبه غلات از خانواده گندمیان نیستند ولی شباهت زیادی به غلات دارند. آمارانت با نام علمی *Amaranthus spp.* در این دسته جای دارد که یکی از گیاهان علوفه‌ای می‌باشد که اخیراً به‌عنوان خوراک انسان، دام و طیور مطرح گردیده است. این گیاه به علت خصوصیات تغذیه‌ای و سازگاری می‌تواند پتانسیل ورود به تناوب زراعی را داشته باشد. سازگاری آمارانت با خاک‌های فقیر و عمل آن به تنش خشکی، استفاده از آن را به‌عنوان یک محصول زراعی در مناطق نیمه خشک ممکن ساخته است. آمارانت به اندازه نصف ذرت نیاز به آبیاری دارد. مشاهدات و شرایط خشک نشان می‌دهد که تحمل به خشکی این گیاه شبیه به سورگوم بوده و برای مناطقی که سورگوم و ارزن کشت می‌شود، مناسب است. همچنین پروتئین دانه گیاه نسبت به بیشتر دانه‌های معمول غلات بالاتر است و همچنین حاوی مقدار زیادی از اسیدآمینه‌های آرژنین و هیستیدین، که مواد مغذی ضروری برای نوزادان و کودکان می‌باشند، هستند [۵ و ۴]. شایان ذکر است که این دانه حاوی مقدار زیادی اسکوالن<sup>۳</sup> است که بیشتر در کبد ماهی دریای عمیق یافت می‌شود. علاوه بر این محتوای فیبر و مواد معدنی به ویژه کلسیم، آهن، منیزیم و پتاسیم موجود در دانه آمارانت نسبت به سایر غلات از جمله گندم، قابل مقایسه است. از

این‌رو با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان در تولید محصولات صنایع پخت فاقد گلوتن از این شبه غلات استفاده نمود. در همین راستا اینگلت و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی کلوچه‌های فاقد گلوتن تهیه شده از آرد آمارانت و جو دوسر پرداختند. این محققین اظهار داشتند که آمارانت حاوی اسیدهای آمینه ضروری و ترکیبات معدنی است که می‌تواند خصوصیات تغذیه‌ای و فیزیکی محصول نهایی را بهبود بخشد. نتایج این محققان نشان داد که استفاده از این ترکیب در تولید کلوچه سبب افزایش ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه حاوی آرد گندم) می‌گردد. از سوی دیگر امتیاز داوران چشایی به خصوصیات حسی محصول نهایی (رنگ، طعم و مزه و بافت) اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت [۶]. شایام و راگونیش (۲۰۱۵) به بررسی استفاده از سطوح مختلف آرد دانه آمارانت به‌عنوان جایگزین آرد گندم در تولید کیک بدون تخم‌مرغ پرداختند و اظهار داشتند که افزایش آرد دانه آمارانت سبب افزایش میزان جذب آب و روغن گردید و نمونه حاوی ۴۰ درصد آرد دانه آمارانت و ۶۰ درصد آرد گندم دارای بیشترین میزان امتیاز پذیرش کلی بود [۷]. الگنی و همکاران (۲۰۱۴) نیز به بررسی تأثیر استفاده از آرد کینوا بر بهبود حجم و بافت نان بدون گلوتن پرداختند. در این تحقیق آرد شبه غله کینوا در سطوح ۱۰۰-۴۰ درصد جایگزین آرد برنج و ذرت موجود در نان بدون گلوتن گردید و نتایج نشان داد که آرد کینوا میزان حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی را تا ۳۳ درصد افزایش داد که این امر را به افزایش میزان فعالیت آلfa گلیکوزیداز نسبت دادند. علاوه بر این محصول نهایی دارای بافت داخلی نرم‌تر و پخش یکنواخت سلول‌های گازی بود و محققین گزارش نمودند که تغییر قابل ملاحظه‌ای در خصوصیات حسی محصول نهایی ایجاد نگردید [۸].

ولی ذکر این نکته ضروری است که ماتریکس پروتئینی گلوتن که در آرد این منابع وجود ندارد، عامل اصلی خواص مهم خمیر نظیر کشش‌پذیری، مقاومت در برابر کشش، قابلیت اتساع، تحمل در حین اختلاط و توانایی نگهداری گاز در محصولات صنایع پخت می‌باشد. در واقع از گلوتن تحت عنوان پروتئین ساختمانی جهت تولید نان، کیک، کلوچه و بیسکوئیت یاد می‌شود و فقدان آن در محصولات فاقد گلوتن سبب تولید فرآورده‌ای با بافت شکننده، رنگ ضعیف، حجم و

1. Celiac Disease
2. Gluten-Free
3. Squalene

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد

آرد برنج از شرکت خضر خوشه خریداری گردید. برای این منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات به صورت یکجا تهیه و در سردخانه با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر، روغن نباتی مایع، شیر خشک، وانیل و بیکنینگ پودر از یک فروشگاه عرضه‌کننده مواد اولیه قنادی خریداری و تخم‌مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید نمونه مورد نظر تهیه و در یخچال (دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس) نگهداری شد. دانه آمارانت از شرکت کیان فود (تهران، ایران) و دانه منداب نیز از عطاری‌های سطح شهر تهیه گردید. صمغ گوار (E412) از شرکت رودیا (فرانسه) خریداری گردید.

### ۲-۲- روش‌ها

#### ۲-۲-۱- تهیه آرد دانه آمارانت

دانه‌های آمارانت با استفاده از آسیاب چکشی آزمایشگاهی (مدل Laboratory Mill 3100، ساخت کشور آلمان) به آرد کامل آسیاب شدند و به‌منظور کنترل اندازه گرانول‌ها از الک با مش ۱۰۰ عبور داده شد.

#### ۲-۲-۲- تهیه صمغ دانه منداب

جهت استخراج لایه موسیلاژی دانه منداب در شرایط بهینه (دمای ۸۵ درجه سلسیوس، نسبت وزنی آب به دانه ۱:۱۴، ۷/۵ pH = پس از هم‌زدن بر روی گرمکن با استفاده از مگنت ۲/۵ سانتی‌متر، از دستگاه اکستراکتور از نوع سانتریفیوژ سبیدی استفاده شد. عصاره استخراج شده در آن با دمای  $80 \pm 2$  درجه سلسیوس خشک و سپس آسیاب و بسته‌بندی شدند [۹ و ۱۴].

#### ۲-۲-۳- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد برنج و آمارانت

خصوصیات فیزیکوشیمیایی آردهای برنج و آمارانت براساس روش‌های استاندارد AACC<sup>4</sup> اندازه‌گیری شد. مقدار رطوبت با استفاده از روش آون به شماره ۱۶-۴۴، مقدار خاکستر با استفاده از روش پایه به شماره ۰۱-۰۸، مقدار پروتئین با استفاده از روش کلدال به شماره ۱۲-۴۶ و مقدار چربی با استفاده از روش مصوب ۱۰-۳۰ تعیین گردید [۱۵].

تخلخل کم می‌شود [۳]. بنابراین استفاده از ترکیبات جایگزین گلوتن که توانایی تقلید از خواص آن را داشته باشد، یکی از راهکارهای بهبود کیفیت این دسته از محصولات می‌باشد. هیدروکلوئیدها (صمغ) از جمله ترکیباتی است که چنین توانایی دارد. در واقع هیدروکلوئیدها بیوپلیمرهایی آبدوست حاصل از گیاه، حیوان، میکروب و یا مواد سنتتیک هستند که عموماً شامل تعداد زیادی گروه‌های هیدروکسیلی می‌باشند. طی سال‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای در زمینه استفاده از صمغ‌های بومی به‌عنوان عامل بافت و قوام‌دهنده در محصولات صنایع پخت صورت گرفته است. یکی از این صمغ‌های بومی صمغ دانه منداب می‌باشد.

گیاه منداب با نام علمی *Eruca sativa* علف هرز رایج در جنوب اروپا و هند است که متعلق به خانواده Brassicacea می‌باشد. دانه‌های آن معمولاً زرد رنگ است، اما گاهی به رنگ قرمز مایل به زرد یا به صورت لکه لکه با لکه‌های قهوه‌ای و سبز نیز دیده می‌شود. سلول‌های اپیدرمی آن دارای ماده موسیلاژمانندی در لایه‌هایی با ستون‌های محوری هستند. دانه منداب دارای چربی، صمغ و موسیلاژ است [۹]. در این زمینه سیارانی و همکاران (۲۰۱۲) از صمغ‌های گزانتان، کربوکسی متیل سلولز، آلژینات و کاراگینان [۱۰]، کراکت و ودوتز (۲۰۱۱) از صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز [۱۱]، دمی‌رکسن و همکاران (۲۰۱۰) از صمغ‌های گوار، گزانتان، دانه‌ی لوکاست و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز [۱۲]، لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) از هیدروکلوئیدهای کربوکسی متیل سلولز، آگاروز، گزانتان [۱۳] و محققان متعدد دیگری از این دسته از ترکیبات به‌منظور بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی محصولات بدون گلوتن استفاده نمودند. از این‌رو، هدف از انجام این پژوهش استفاده از آرد دانه آمارانت به‌عنوان جایگزین بخشی از آرد برنج موجود در فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن و همچنین افزودن صمغ دانه منداب به‌منظور تقلید از خواص پروتئین گلوتن، بود؛ به گونه‌ای که محصول بدون گلوتن تولیدی دارای خصوصیات کمی و کیفی مطلوب باشد.

4. American Association of Cereal Chemists (AACC)

## ۲-۲-۴- تهیه خمیر و تولید کیک بدون گلوتن

فرمول پایه (شاهد) خمیر کیک حاوی ۱۰۰ درصد آرد برنج، ۲۵ درصد شکر، ۳۶ درصد تخم مرغ، ۳۶ درصد روغن، ۲ درصد بیکنینگ پودر، ۱۲ درصد شربت اینورت، ۲ درصد بیکنینگ پودر، ۰/۶ درصد صمغ گوار و ۰/۲ درصد وانیل و ۴۰ درصد آب بود [۱۶]. شایان ذکر است که آرد دانه آمارانت در سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد جایگزین آرد برنج موجود در فرمولاسیون شد و صمغ دانه منداب نیز در سطوح صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵۰ درصد (بر اساس مجموع وزن آرد برنج و آمارانت) به فرمولاسیون خمیر کیک اضافه گردید. تهیه نمونه‌های خمیر کیک مطابق با روش شکر-خمیر انجام شد. مقدار ۵۰ گرم از خمیر آماده شده بلافاصله پس از مخلوط کردن در قالب‌های کیک ریخته شد و فرآیند پخت به مدت ۲۰ دقیقه در داخل فر برقی (مدل Miwe Back Combi، ساخت کشور آلمان) با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد انجام گردید. نمونه‌ها پس از پخت به مدت ۴۰ دقیقه در دمای محیط خنک و سپس بسته‌بندی شدند.

## ۲-۲-۵- ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی کیک

**رطوبت:** جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC (۲۰۰۰) شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید [۱۵].

**حجم مخصوص:** برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه مطابق با استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد [۱۵].

**تخلخل:** بدین منظور به وسیله چاقوی اره‌ای برش عرضی از کیک تهیه و عکس آن به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) گرفته شد. در ادامه تخلخل با استفاده از نرم‌افزار ImageJ و محاسبه نسبت نقاط روشن به نقاط تیره که شاخصی از میزان تخلخل بود، اندازه‌گیری گردید [۱۷].

**سفتی بافت:** ارزیابی بافت کیک در فاصله‌های زمانی دو ساعت و یک هفته پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (Texture Pro CT r1.8 Build31) براساس روش روندا و همکاران (۲۰۰۵) انجام گرفت. بدین منظور در ابتدا قله نمونه‌های کیک روغنی با استفاده از چاقوی اره‌ای جدا گردید تا ارزیابی دقیق‌تری از نرمی و سفتی بافت داخلی نمونه گردد و سپس حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع)

با سرعت ۳۰ میلی‌متر، به‌عنوان شاخص سفتی محاسبه گردید. نقطه شروع<sup>۵</sup> و نقطه هدف<sup>۶</sup> به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلی‌متر بود. در واقع میزان سفتی با توجه به منحنی نیرو-تغییر شکل به دست آمد. به این صورت که سفتی برابر با حداکثر مقدار نیرو در منحنی نیرو-تغییر شکل بود و بر اساس نیوتن (N) بیان شد [۱۸].

**رنگ پوسته:** آنالیز رنگ پوسته کیک از طریق تعیین سه شاخص  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  صورت پذیرفت. 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 ۴ در ۴ سانتی‌متر از قسمت داخلی کیک اسفنجی تهیه گردید و به وسیله اسکنر با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins شاخص‌های فوق محاسبه شد [۱۹].

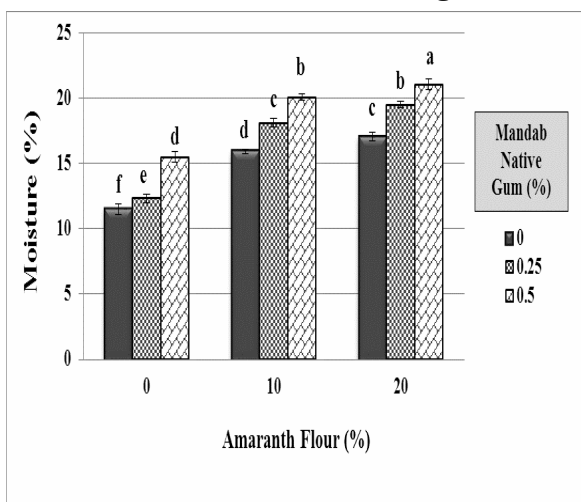
**آزمون خصوصیات حسی:** آزمون حسی با استفاده از روش پیشنهادی رجب‌زاده (۱۹۹۱) انجام شد [۲۰]. بدین منظور ۱۰ داور، خصوصیات حسی کیک از نظر فرم و شکل، خصوصیات پوسته، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت و بو، طعم و مزه مورد ارزیابی قرار دادند. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. مجموع نتایج ارزیابی حسی به صورت پذیرش کلی اعلام گردید.

## ۲-۲-۶- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c نسخه ۱/۴۲ مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل دو عامله که عامل اول سطوح جایگزینی آرد برنج با آرد دانه آمارانت (صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد) و عامل دوم سطوح متفاوت صمغ بومی دانه منداب (صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵۰ درصد) بود، استفاده گردید. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح

5. Trigger Point  
6. Target Value

امکان تولید کلوچه حاوی آرد آمارانت پرداختند. نتایج این محققان به وضوح نشان داد که آرد حاوی آرد آمارانت سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب در طی زمان پخت شد [۶]. ریتا و کنور (۱۹۸۵) در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که دانه آمارانت دارای ۳/۵۴ درصد لیگنین است که این امر خود می تواند در افزایش ظرفیت نگهداری آب مؤثر باشد [۲۲]. از سوی دیگر ترکیبات موسیلاژی و صمغ ها قابلیت جذب و نگهداری و محصور نمودن آب را در فرمولاسیون مواد غذایی دارند که این امر را به وجود گروه های هیدروکسیل آزاد در ساختمان این ترکیبات نسبت می دهد [۳]. در این زمینه گزارشات چندی وجود دارد. موریلا و همکاران (۲۰۱۳) عنوان داشتند که صمغ گوار ضمن کاهش دمای ژلاتیناسیون، به دلیل حضور باندهای هیدروکسیلی در ساختار خود، میزان رطوبت نان را افزایش داد [۳]. گجرال و همکاران (۲۰۰۴) نیز اثر صمغ های گوار، گزانتان، دانه لوکاست و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز را در دو سطح ۰/۲۵ و ۰/۵ در فرمولاسیون نان چاپاتی مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نیز نشان داد که در حضور این صمغ ها ضمن افزایش میزان رطوبت نمونه ها، پدیده رتروگراداسیون و بیاتی نان نسبت به نمونه شاهد (فاقد صمغ) کاهش یافت [۲۴].



**Fig 1** Effect of rice flour replacement by Amaranth flour and Mandab native gum addition on moisture content of gluten free cake  
(Means with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

معنی داری ۵ درصد ( $P < 0.05$ ) مورد مقایسه قرار گرفت. در انتها برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه

##### آردهای برنج و آمارانت

مشخصات آرد برنج و آرد دانه آمارانت جهت استفاده در فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن به شرح جدول ۱ بود.

**Table 1** Physicochemical properties of rice and amaranth flour

| Physicochemical properties (%) | Rice flour | Amaranth Flour |
|--------------------------------|------------|----------------|
| Moisture                       | 9.9        | 14.3           |
| Protein                        | 10.3       | 13.9           |
| Ash                            | 0.29       | 1.97           |
| Fat                            | 0.27       | 3.7            |

#### ۳-۲- خصوصیات کمی و کیفی نمونه های

##### کیک بدون گلوتن

##### ۳-۲-۱- رطوبت

همان گونه که در شکل ۱ ملاحظه می گردد، با افزایش سطح پودر دانه آمارانت و صمغ منداب در فرمولاسیون اولیه کیک روغنی کم چرب بدون گلوتن بر میزان رطوبت به طور معنی داری در سطح ۵ درصد افزوده شد و نمونه شاهد از کمترین و نمونه حاوی ۲۰ درصد پودر دانه آمارانت و ۰/۵۰ درصد صمغ منداب از بیشترین میزان رطوبت برخوردار بودند. البته لازم به ذکر است که اثر آرد دانه آمارانت در افزایش میزان رطوبت بیش از صمغ دانه منداب بود. در این راستا حقایق و عطای صالحی (۱۳۹۶) اثر افزودن آرد کینوا، آمارانت و گندم سیاه با سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد را در فرمولاسیون کلوچه بدون گلوتن مورد بررسی قرار داده و بیان کردند که افزودن آرد آمارانت باعث افزایش رطوبت کلوچه بدون گلوتن می گردد [۲۱]. همچنین در زمینه افزایش میزان رطوبت در نتیجه افزودن آرد آمارانت به فرمولاسیون محصولات صنایع پخت، اینگلیت و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود به بررسی

## ۳-۲-۲- حجم مخصوص

در ایجاد حجم مطلوب در محصولات صنایع پخت عوامل متعددی دخیل می‌باشد ولی از آنجایی که محصول مورد نظر در پژوهش حاضر فاقد پروتئین ساختمانی گلوتن می‌باشد، بهبود بافت جهت حفظ و نگهداری هرچه بیشتر حباب‌های هوای ورودی به خمیر کیک در طی فرآیند بهم‌زدن و همچنین افزایش ضخامت این حباب‌ها (حباب‌های هوای ورودی) و جلوگیری از پاره شدن حبابچه‌های گازی در اثر انبساط در طی فرایند پخت، در بهبود این ویژگی کیفی و ظاهری بسیار حائز اهمیت است [۲۵]. همان‌گونه که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد با افزودن این ترکیبات به فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن، حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی به‌طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد افزایش یافت (جدول ۲) به‌طوری که با استفاده از سطح ۲۰ درصد از آرد دانه آمارانت و سطح ۰/۵۰ درصد صمغ منداب نتایج بهتری به لحاظ حجم

مخصوص حاصل شد. در اینجا به نظر می‌رسد آرد دانه آمارانت و صمغ منداب از توانایی استحکام بخشیدن به دیواره سلول‌های گازی و ممانعت از پاره شدن آن‌ها برخوردارند. از سوی دیگر یکی از خواص پروتئین‌ها در مواد غذایی، ایجاد کف می‌باشد [۲۰]، بنابراین حضور پروتئین‌های محلول در آب موجود در آرد دانه آمارانت سبب پوک کردن محصول نهایی به روش فیزیکی گردید. در این راستا نقی‌پور و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعات خود در زمینه کیک بدون گلوتن بیان نمودند که استفاده از ترکیباتی نظیر صمغ و آرد شیر سویا (یک منبع پروتئینی) از طریق افزایش مقاومت دیواره حباب‌های هوای ورودی به خمیر کیک سبب حفظ تعداد بیشتری از این حباب‌ها در طی فرآیند بهم‌زدن و حتی پخت محصول نهایی می‌گردند و از این‌رو قادرند حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی را افزایش دهند [۲۶].

**Table 2** Effect of rice flour replacement by Amaranth flour and Mandab native gum addition on specific volume and porosity of gluten free cake

| Amaranth flour (%) | Mandab gum (%) | Specific volume (ml/g)  | Porosity (%)             |
|--------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|
| -                  | -              | 1.67±0.10 <sup>d</sup>  | 13.80±0.52 <sup>e</sup>  |
|                    | 0.25           | 2.03±0.10 <sup>cd</sup> | 14.30±0.33 <sup>de</sup> |
|                    | 0.50           | 2.30±0.06 <sup>c</sup>  | 15.54±0.30 <sup>d</sup>  |
| 10                 | -              | 2.32±0.08 <sup>c</sup>  | 15.13±0.49 <sup>d</sup>  |
|                    | 0.25           | 2.67±0.12 <sup>bc</sup> | 16.50±0.55 <sup>cd</sup> |
|                    | 0.50           | 3.23±0.11 <sup>ab</sup> | 17.53±0.17 <sup>c</sup>  |
| 20                 | -              | 3.03±0.15 <sup>b</sup>  | 16.55±0.61 <sup>c</sup>  |
|                    | 0.25           | 3.23±0.15 <sup>ab</sup> | 20.33±0.47 <sup>b</sup>  |
|                    | 0.50           | 3.57±0.06 <sup>a</sup>  | 22.33±0.35 <sup>a</sup>  |

(Means in each column with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

## ۳-۲-۳- تخلخل

همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد با افزودن این ترکیبات به فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن میزان تخلخل به‌طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد افزایش یافت (جدول ۲)، به‌طوری که با استفاده از سطح ۱۰ درصد از آرد دانه آمارانت و یا سطح ۰/۵۰ درصد صمغ منداب نتایج بهتری به لحاظ تخلخل حاصل شد. به‌طور کل واژه تخلخل به معنای افزایش

میزان حجم محصول بدون آنکه ماده دیگری به آن اضافه گردد می‌باشد و این‌طور می‌توان توصیف نمود که میزان تخلخل در ارتباط مستقیم با تعداد سلول‌های گازی و مهم‌تر از آن توزیع یکنواخت آن‌ها در بافت محصول می‌باشد [۲۷]. در اینجا این احتمال وجود دارد که استحکام ساختار بافت خمیر نمونه شاهد به لحاظ نگهداری هوای ورودی برای تهیه کیک بدون گلوتن با ویژگی‌های کمی و کیفی مطلوب، ضعیف بوده که حضور پروتئین موجود در آرد دانه آمارانت توانسته این مشکل

را برطرف سازد و در جهت بهبود تخلخل بافت اقدام نماید. همچنین اضافه نمودن موسیلاژ منداب نیز موجب ایجاد یک ژل یکنواخت در بافت خمیر کیک بدون گلوتن سبب ایجاد دیواره ضخیم‌تری اطراف سلول‌های گاز موجود در خمیر می‌نماید که در نهایت سبب بهبود میزان تخلخل و حالت اسفنجی خمیر می‌گردد. در زمینه افزودن ترکیبات هیدروکلوئیدی و پروتئینی به فرمولاسیون محصولات صنایع پخت و نقش آن‌ها در افزایش تخلخل بافت مطالعات چندی صورت گرفته است. در این راستا بذرافشان و همکاران (۲۰۱۵) اثر افزودن پروتئین ایزوله شده سویا، صمغ گوار و پودر دانه ریحان بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک روغنی کم‌چرب را مورد مطالعه قرار داده و بیان کردند که افزودن پروتئین ایزوله شده سویا، صمغ گوار و پودر دانه ریحان در سطوح مناسب باعث افزایش تخلخل در کیک روغنی کم‌چرب می‌شود [۲۸].

### ۳-۲-۴- سفتی بافت

همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد با افزایش سطح جایگزینی آرد برنج با آرد دانه آمارانت و افزودن صمغ دانه آمارانت به فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن سفتی بافت به طور معنی‌داری در هر دو بازه زمانی دو ساعت و یک هفته پس از پخت کاهش یافت ( $P \leq 0/05$ )، به‌طوری که نمونه شاهد از بیشترین و نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد دانه آمارانت و ۰/۵۰ درصد صمغ منداب از کمترین میزان سفتی بافت برخوردار بودند (جدول ۳). به‌طور کلی در محصولات نانوائی بدون گلوتن عدم حضور پروتئین گلوتن در آرد مورد استفاده، سبب تسهیل مهاجرت رطوبت از مغز به پوسته می‌شود و خروج تدریجی آن پس از فرایند پخت و در طی نگهداری می‌گردد که در نتیجه آن، بافت محصول نهایی نرمی خود را از دست داده و سفت می‌گردد. از این‌رو استفاده از ترکیباتی که هیدروفیل بوده و توانایی جذب آب و محبوس نمودن آن در سیستم را داشته باشند، می‌توانند تا حدودی از این فرایند (سفت شدن بافت) جلوگیری نمایند. از این‌رو با توجه به مطالب ذکر شده، چنین

نتیجه‌ای از ارزیابی بافت دور از انتظار نبود، زیرا هر دو عامل افزوده شده (آرد دانه آمارانت و صمغ منداب) در افزایش میزان رطوبت محصول نهایی نقش داشتند و با حفظ بیشتر رطوبت در حین پخت از سفت و خشک شدن محصول ممانعت نمودند. از طرفی به وضوح مشاهده گردید که تمام نمونه‌های تولیدی در بازه زمانی یک هفته پس از پخت نسبت به بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت از سفتی بیشتری برخوردار بودند. این در حالی است که سرعت خروج رطوبت در نمونه شاهد (بدون جایگزینی و فاقد افزودنی) از نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد دانه آمارانت و ۰/۵۰ درصد صمغ دانه منداب بیشتر بود به‌طوری که میزان سفتی در نمونه شاهد در طی یک هفته نگهداری در دمای اتاق، از ۱۰/۸۷ نیوتن به ۱۸/۵۳ نیوتن و در نمونه فوق‌الذکر از ۶/۹۲ نیوتن به ۱۱/۲۷ نیوتن افزایش یافت. به‌طور کلی فرایند سفت شدن بافت محصول نهایی در طی نگهداری در ارتباط با فرایند بیاتی است. در واقع واگستگی نشاسته<sup>۷</sup> یکی از عوامل کلیدی در بیاتی نان‌ها به خصوص نان‌های مسطح محسوب می‌گردد. علاوه بر این در خمیر کیک نیز قوام خمیر خود یکی از عوامل مؤثر در فرایند بیاتی می‌باشد و عدم ایجاد قوام مناسب در خمیرهای فاقد پروتئین گلوتن خود می‌تواند سبب تشدید فرایند سفت شدن بافت محصول نهایی گردد [۲۹]. در همین راستا مثال اینگلیت و همکاران (۲۰۱۵) به مطالعه تولید کلوچه حاوی آرد آمارانت و جو با هدف غنی‌سازی محصول به دلیل حضور اسیدهای آمینه و مواد معدنی در آمارانت و بتاگلوکان در جو پرداختند. براساس نتایج مشخص گردید که ویسکوزیته خمیر حاوی ۳ واحد آرد آمارانت و ۱ واحد آرد جو مشابه نمونه حاوی آرد آمارانت بود و خمیر این دو نمونه ویسکوزیته بیشتری نسبت به شاهد (نمونه حاوی آرد گندم) داشتند. علاوه بر این نتایج نشان داد که نمونه حاوی آرد آمارانت و یا نمونه ترکیبی (آمارانت-جو) از ظرفیت نگهداری آب بالایی برخوردار بودند که به موجب آن نرمی بافت افزایش یافت [۶].

**Table 3** Effect of rice flour replacement by Amaranth flour and Mandab native gum addition on firmness of gluten free cake during storage

| Amaranth flour (%) | Mandab gum (%) | Firmness (N)            |                          |
|--------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|
|                    |                | 2h                      | 1 week                   |
| -                  | -              | 10.87±0.11 <sup>a</sup> | 18.53±0.44 <sup>a</sup>  |
|                    | 0.25           | 10.33±0.20 <sup>b</sup> | 16.13±0.30 <sup>b</sup>  |
|                    | 0.50           | 9.20±0.18 <sup>c</sup>  | 15.80±0.56 <sup>b</sup>  |
| 10                 | -              | 9.52±0.32 <sup>c</sup>  | 14.63±0.51 <sup>bc</sup> |
|                    | 0.25           | 8.73±0.22 <sup>d</sup>  | 14.47±0.45 <sup>bc</sup> |
|                    | 0.50           | 7.78±0.30 <sup>e</sup>  | 13.57±0.37 <sup>c</sup>  |
| 20                 | -              | 7.63±0.24 <sup>e</sup>  | 12.60±0.28 <sup>d</sup>  |
|                    | 0.25           | 7.43±0.15 <sup>ef</sup> | 12.18±0.09 <sup>de</sup> |
|                    | 0.50           | 6.92±0.37 <sup>f</sup>  | 11.27±0.47 <sup>e</sup>  |

(Means in each column with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

## ۳-۲-۵- رنگ پوسته

همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد با افزایش سطح جایگزینی آرد برنج با آرد دانه آمارانت و افزودن صمغ دانه منداب به فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن میزان مؤلفه  $L^*$  پوسته نمونه‌های تولیدی به ترتیب کاهش و افزایش یافت، به‌طوری که نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد دانه آمارانت بدون حضور موسیلاژ دانه منداب از کمترین و نمونه حاوی ۰/۵۰ درصد صمغ منداب و ۱۰۰ درصد آرد برنج از بیشترین میزان مؤلفه  $L^*$  پوسته برخوردار بودند (جدول ۴). این در حالی بود که با افزودن آرد دانه آمارانت، میزان مؤلفه  $b^*$  افزایش یافت و افزودن صمغ منداب تأثیر معنی‌داری بر روی میزان این مؤلفه نداشت. همچنین شایان ذکر است که در اثر تغییر فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن، میزان مؤلفه  $a^*$  تغییر معنی‌داری از خود نشان نداد ( $P \leq 0.05$ ).

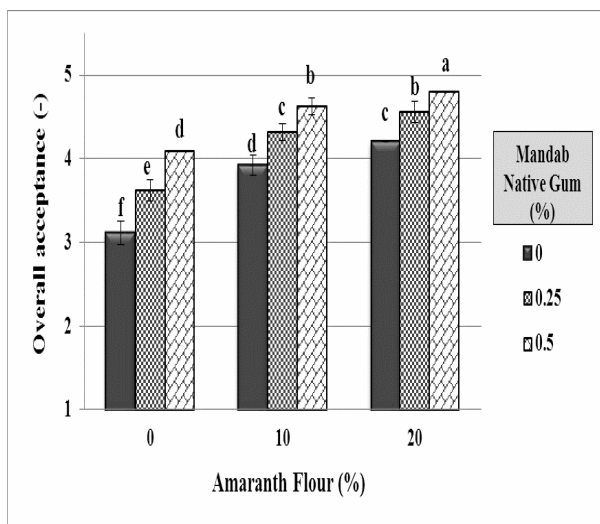
در خصوص کاهش میزان مؤلفه  $L^*$  با افزودن آرد دانه آمارانت این احتمال وجود دارد که به دلیل حضور رنگدانه‌های موجود در آرد دانه آمارانت از شفافیت محصول حاوی آن کاسته شده است. همچنین می‌توان گفت که دلیل افزایش میزان مؤلفه  $b^*$  محصول حاوی آرد دانه آمارانت حضور همین رنگدانه‌ها می‌باشد. همچنین به نظر می‌رسد علت افزایش میزان مؤلفه  $L^*$  با افزایش میزان صمغ دانه منداب در فرمولاسیون، توانایی این ترکیب در حفظ رطوبت و خروج یکنواخت‌تر آن از بافت محصول در طی فرآیند پخت باشد که به موجب آن و با انتقال آهسته و پیوسته‌تر رطوبت از مغز به پوسته، سطحی صاف و با کمترین میزان چروکیدگی برای محصولی نهایی تولید شده که این سطح صاف و هموار در انعکاس نور و افزایش درخشندگی اثرگذار بوده است [۳۰].

**Table 4** Effect of rice flour replacement by Amaranth flour and Mandab native gum addition on crust color values of gluten free cake

| Amaranth flour (%) | Mandab gum (%) | Crust color values (-) |                       |                       |
|--------------------|----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                    |                | $L^*$                  | $a^*$                 | $b^*$                 |
| -                  | -              | 45.2±0.7 <sup>c</sup>  | 11.8±0.3 <sup>a</sup> | 20.1±0.5 <sup>c</sup> |
|                    | 0.25           | 47.3±0.9 <sup>b</sup>  | 12.0±0.1 <sup>a</sup> | 20.7±0.7 <sup>c</sup> |
|                    | 0.50           | 50.1±1.8 <sup>a</sup>  | 12.2±0.0 <sup>a</sup> | 20.3±0.8 <sup>c</sup> |
| 10                 | -              | 38.3±0.6 <sup>de</sup> | 11.9±0.1 <sup>a</sup> | 23.2±1.2 <sup>b</sup> |
|                    | 0.25           | 41.5±0.6 <sup>d</sup>  | 11.8±0.2 <sup>a</sup> | 23.7±1.0 <sup>b</sup> |
|                    | 0.50           | 45.2±0.7 <sup>c</sup>  | 11.9±0.3 <sup>a</sup> | 22.9±0.9 <sup>b</sup> |
| 20                 | -              | 32.3±0.1 <sup>f</sup>  | 12.1±0.2 <sup>a</sup> | 26.1±1.4 <sup>a</sup> |
|                    | 0.25           | 35.7±0.5 <sup>e</sup>  | 12.0±0.0 <sup>a</sup> | 26.6±0.9 <sup>a</sup> |
|                    | 0.50           | 40.7±0.7 <sup>d</sup>  | 11.8±0.3 <sup>a</sup> | 26.1±1.7 <sup>a</sup> |

(Means in each column with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

حداقل چین خوردگی برخوردار بودند که این امر در برتری آنها نسبت به نمونه شاهد نقش داشت.



**Fig 2** Effect of rice flour replacement by Amaranth flour and Mandab native gum addition on overall acceptance of gluten free cake in sensory evaluation  
(Means with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

#### ۴- نتیجه گیری

در تحقیق حاضر از آرد شبه غله آمارانت به منظور جایگزینی بخشی از آرد برنج مورد استفاده در فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن استفاده گردید و از آنجایی که موج جدیدی برای استفاده از محصولات فاقد گلوتن برای افراد مبتلا به بیماری عدم تحمل گلوتن و حتی افراد سالم در رژیم غذایی، در کشورهای توسعه یافته به وجود آمده است، ضروری به نظر می‌رسد تا از شبه غلات که از ارزش غذایی بالایی برخوردار می‌باشند و محدودیت‌های زراعی غلات را نیز ندارند در فرمولاسیون این دسته از محصولات استفاده گردد. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از صمغ‌های بومی می‌تواند جایگزین مناسبی برای سایر ترکیبات افزودنی به منظور بهبود خصوصیات کمی و کیفی این دسته از محصولات گردد و با توجه به نتایج آزمون‌های کمی و کیفی به‌خصوص مدت زمان ماندگاری و نتایج ارزیابی حسی توسط داوران چشایی که از پارامترهای مهم در ارزیابی محصولات صنایع پخت می‌باشد، امکان جایگزینی آرد برنج موجود در فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن تا سطح ۲۰ درصد و افزودن ۰/۵۰ درصد صمغ دانه منداب مورد تأیید قرار گرفت.

#### ۳-۲-۶- پذیرش کلی در آزمون حسی

همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی سطح بیشینه از دو ترکیب (۲۰ آرد دانه آمارانت و ۰/۵۰ درصد صمغ منداب) بالاترین امتیاز را به لحاظ پذیرش کلی در ارزیابی حسی کسب نمود. امتیاز پذیرش کلی براساس پارامترهایی از قبیل فرم و شکل، خصوصیات پوسته، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت و بو، طعم و مزه محاسبه می‌گردد. از این رو به بررسی برخی خصوصیات حسی خواهیم پرداخت. به طور کل امتیاز فرم و شکل محصول تولیدی از جانب ارزیابان حسی براساس پارامترهایی از قبیل متقارن یا نامتقارن، پاریگی یا از بین رفتن قسمتی از کیک (پوسته و مغز)، وجود هرگونه حفره یا فضای خالی (بروز پدیده تونلی شدن) و غیره تعیین می‌شود که این موارد تا حدود زیادی تحت تأثیر مواد اولیه موجود در فرمولاسیون می‌باشد که البته تجهیزات و دما و زمان پخت در ایجاد فرم و شکل مطلوب از اهمیت زیادی برخوردارست. به احتمال زیاد در نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد دانه آمارانت و ۰/۵۰ درصد صمغ منداب به دلیل توانایی بیشتر در حفظ رطوبت بافت و خروج مقدار کمتر این رطوبت از بافت در حین فرآیند پخت، فرم و شکل محصول از امتیاز بیشتری برخوردار می‌باشد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیق حقایق و عطای صالحی (۱۳۹۶) مطابقت داشت [۲۱]. همچنین داوران چشایی اذعان داشتند که این نمونه دارای بافت متخلخل، اسفنجی و نرم بود که این امر به احتمال زیاد به دلیل افزایش ضخامت دیواره حبابچه‌های موجود در خمیر در اثر افزودن این دو ترکیب در خمیر کیک بدون گلوتن می‌باشد. رنگ نیز یکی دیگر از خصوصیات حسی تأثیر گذار در انتخاب مشتری می‌باشد و محصولات بدون گلوتن به‌طور معمول از رنگ و ظاهر مطلوبی برخوردار نمی‌باشند. از سوی دیگر ذکر این نکته ضروری است که با وجود بافت مطلوب در نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد دانه آمارانت و ۸۰ درصد آرد برنج، به علت تیره شدن رنگ، داوران چشایی امتیاز پائین‌تری نسبت به نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد دانه آمارانت دادند. هرچند که نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد دانه آمارانت نسبت به نمونه شاهد که بی‌رنگ و دارای سطحی ناهموار و چروکیده بود، برتری داده شد. همچنین نمونه‌های حاوی صمغ منداب نیز به دلیل حفظ رطوبت بیشتر در بافت خود از سطح یکنواخت‌تر با

## ۵- منابع

- Journal of Food Engineering*, 111(4): 590-597.
- [11] Crockett, R., Ie, P., and Vodovotz, Y. 2011. Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten free bread. *Food Chemistry*, 1(1): 84-91.
- [12] Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., and Sahin, S. 2010. Rheological properties of gluten-free bread formulation. *Journal of Food Engineering*, 96: 295-303.
- [13] 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.
- [14] Pasini, F., Verardo, V., Cerretani, L., Caboni, M.F., and D'Antuono, L.F. 2011. Rocket salad (*Diplotaxis* and *Eruca* spp.) sensory analysis and relation with glucosinolate and phenolic content. *Journal of Science Food Agriculture*, 91(15): 2858-64.
- [15] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN.
- [16] Naghipour, F., Karimi, M., Habibi Najafi, M.B., Hadad Khodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z., Ghiafeh Davoodi, M., and Sahraian, B. 2013. Investigation on production of gluten free cake utilizing sorghum flour, guar and xanthan gums. *Journal of Food Science and Technology*, 41(10): 127-139 [in Persian].
- [17] Haralick, R.M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
- [18] Ronda, F., Gomes, M., Blanco, C. A., and Caballero, P. A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar free sponge cakes. *Journal of Food Chemistry*, 90: 549-55.
- [19] Sun, D. 2008. *Computer vision technology for food quality evaluation*. Academic Press, New York.
- [20] Rajabzadeh, N. 1991. *Iranian Flat Bread Evaluation*. Pp. 1-50, Iranian Cereal and Bread Research Institute, Publication no.71, Tehran [in Persian].
- [21] Haghayegh, G.H., and Ataye Salehi, S. 2017. Enrichment of gluten free cookie by
- [1] Ludvigsson, J.F., Leffler, D.A., Bai, J.C., Biagi, F., Fasano, A., Green, P.H., Hadjivassiliou, M., Kaukinen, K., Kelly, C.P., Leonard, J.N., Lundin, K.E., Murray, J.A., Sanders, D.S., Walker, M.M., Zingone, F., and Ciacci, C. 2013. The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. *Gut*, 62 (1): 43-52. PMID: PMC3440559.
- [2] Niewinski, M. 2008. Advances in celiac disease and gluten-free diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 108: 661-672.
- [3] Gallagher, E., Gormley, T.R., and Arendt, E.K. 2004. Crust and crumb characteristics of gluten-free breads. *Journal of Food Engineering*, 56: 153-161.
- [4] Brady, K., Ho, C.T., and Rosen, R.T. 2007. Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. *Food Chemistry*, 100(3): 1209-1216.
- [5] Dini, I., Tenore, G.C., and Dini, A. 2010. Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. *LWT - Food Science and Technology*, 43(3): 447-451.
- [6] Inglett, G.E., Chen, D., and Liu, S.X. 2015. Physical properties of gluten-free sugar cookies made from amaranth-oat composites. *LWT- Food Science and Technology*, 63(1):214-220.
- [7] Shyam, S.D., and Raghuvanshi, R.S. 2015. Standardization of cakes by using different levels of amaranth flour and its acceptability. *International Journal of Science and Research*, 4(6): 2319-7064.
- [8] Elgeti, D., Nordlohne, S.D., Föste, M., Besl, M., Linden, M., Heinz, V., Jekle, M., and Becker, T. 2014. Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. *Journal of Cereal Science*, 59(1): 41-47.
- [9] Koubaa, M., Driss, D., Bouaziz, F., Ghorbel, R.E., Chaabouni, S.E. 2015. Antioxidant and antimicrobial activities of solvent extract obtained from rocket (*Eruca sativa* L.) flowers. *Free Radicals and Antioxidants*, 5(1): 29-34.
- [10] Sciarini, L.S., Ribotta, P.D., Leon, A.E., and Perez, G.T. 2012. Incorporation of several additives into gluten-free breads: Effect on dough properties and bread quality.

- additive to improve the technological and sensory properties of sorghum flour based gluten-free oil cake. *Journal of Food Science and Technology*, 61(13): 89-98 [in Persian].
- [27] Ziobro, R., Korus, J., Witezak, 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.
- [28] Bazrafshan, M., Shafafizenozian, M., and Moghimi, M. 2015. Investigation on production of low fat muffin cake utilizing *Ocimum basilicum* seed powder, guar gum and isolated soy protein. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 4: 23-32.
- [29] Maleki, M., Hosene, R.C., and Mattern, P.J. 1980. Effects of loaf volume, moisture content, and protein quality on the softness and staling rate of bread. *Cereal Chemistry*, 57: 138-140.
- [30] Purlis, E., and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
- quinoa, amaranth and buckwheat flour as semi cereal. *Journal of Food Science and Technology*, 70(14): 47-56 [in Persian].
- [22] Rita A., and Knorr, D. 1985. Amaranth composition, properties and applications of a rediscovered food crop. Institute of Food Technologies. Available online: [http://eap.mcgill.ca/\\_private/vl\\_foot.htm](http://eap.mcgill.ca/_private/vl_foot.htm).
- [23] Moreira, R., Chenlo, F., and Torres, M. D. 2013. Effect of chia (*Sativa Hispanica L.*) and hydrocolloids on the rheology of gluten free doughs based on chesnut flour. *LWT-Food Science and Technology*. 50(1): 1-7.
- [24] Gujral, H., Haros, M., and Rosell, M. 2004. Improving the texture and delaying staling in rice flour chapatti with hydrocolloids and  $\alpha$ -amylase. *Journal of Food Engineering*, 65: 89-94.
- [25] Sahraian, B., Naghipour, F., karimi, F., and Ghiafe Davoodi, M. 2013. Evaluation of *Lepidium sativum* seed and guar gum to improve dough rheology and quality parameters in composite rice-wheat bread. *Food Hydrocolloids*, 30: 698-703.
- [26] Naghipour, F., Sahraian, B., Habibi Najafi, M.B., Karimi, M., Hadad Khodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z. 2017. Effect of soy milk powder as a natural

## Effect of Rice Flour Replacement by Amaranth as Pseudocereals Native Gum (*Eruca sativa*) Addition on Improvement of Quantitative and Qualitative Properties of Gluten Free Cake

Behmanesh, B. <sup>1</sup>, Pedramnia, A. <sup>2\*</sup>, Estiri, S. H. <sup>2</sup>, Naghipour, F. <sup>3</sup>

1. MSc of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

2. Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

3. Seed and Plant Improvement Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

(Received: 2018/10/10 Accepted:2019/02/05)

Nowadays, the use of pseudocereals flour in food formulations due to its high nutritional value, were increased. And also the absence of gluten protein in these food sources, the diet of patients with gluten intolerance is a good place for pseudocereals. So in this study possibility of replacing rice flour with Amaranth flour (0, 10 and 20%) and adding Mandab native gum (0, 0.25 and 0.50%) to gluten-free oily cake formulation was studied and then the quantitative and qualitative properties in a completely randomized factorial arrangement were evaluated ( $P \leq 0.05$ ). Based on the results, it was found that by increasing the level of amaranth flour and mandab gum, the moisture content of the final product was increased. Also, the results indicated that the sample containing 20% amaranth flour and 0.5% mandab gum had the highest specific volume and porosity and lowest amount of firmness during 2 hours and one week after baking. On the other hand, the results indicated a decrease in the  $L^*$  value by increasing levels of amaranth flour and also, increased the amount of  $L^*$  value by adding mandab gum. Regarding to  $b^*$  value it was observed that, with increasing in the level of amaranth flour, the amount of yellowness of the crust of the samples increased. Finally, the panelists introduced the samples containing 20% amaranth flour and 0.5% mandab gum as the best samples.

**Keywords:** Gluten-free cake, Amaranth, Mandab, Celiac disease.

---

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