

## غنی‌سازی کلوچه بدون گلوتن با آرد شبه غلات کینوآ، آمارانت و گندم سیاه

غلامحسین حقایق<sup>۱\*</sup>، اسماعیل عطای صالحی<sup>۲</sup>

۱- گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

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

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۰۳)

### چکیده

از دلایل عمده شیوع سوء تغذیه در کودکان ایرانی، مصرف تنقلاتی با ارزش تغذیه‌ای پایین است. از این‌رو یکی از اهداف عمده محققان صنعت غذا، غنی‌سازی این دسته از مواد غذایی می‌باشد. بنابراین در این تحقیق از آرد کینوآ، آمارانت و گندم سیاه در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا به‌عنوان جایگزین بخشی از آرد برنج در کلوچه بدون گلوتن استفاده شد. خصوصیات تغذیه‌ای، بافتی و تصویری و حسی نمونه‌های تولیدی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی مورد مطالعه قرار گرفت ( $p \leq 0/05$ ). نتایج به وضوح نشان داد که کاربرد آرد شبه غلات و افزایش سطح مصرف آن سبب افزایش محتوای پروتئینی، خاکستر، میزان رطوبت، نرمی بافت نمونه‌های تولیدی در هر دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت شد. علاوه بر این نتایج پردازش تصویر نشان داد که آرد گندم سیاه و آمارانت به ترتیب سبب افزایش میزان مؤلفه‌های رنگی  $a^*$  و  $b^*$  سطح کلوچه بدون گلوتن شدند. در نهایت ارزیابی حسی و امتیاز پذیرش کلی مشخص نمود که نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کینوآ و آمارانت بهترین نمونه‌های این پژوهش بودند. از این‌رو به یقین می‌توان گفت این نمونه‌ها قابلیت عرضه به بازار مصرف بیماران سلیبکی و آن دسته که به گلوتن حساسیت دارند را به‌عنوان یک محصول بدون گلوتن غنی‌شده، خواهند داشت.

کلیدواژه‌گان: کلوچه بدون گلوتن، آمارانت، کینوآ، گندم سیاه، بافت

\*مسئول مکاتبات: gh2002\_haghayegh@yahoo.com

## ۱- مقدمه

امروزه وضعیت تغذیه کودکان زیر پنج سال را به عنوان معیاری از میزان رفاه اجتماعی در نظر می‌گیرند. مطالعات نشان می‌دهند، سوء تغذیه در کودکان زیر پنج سال در مناطق مختلف کشور ما از شیوع ۸/۶ تا ۳۸ درصدی برخوردار است [۱]. از دلایل عمده شیوع سوء تغذیه در کودکان ایرانی، مصرف تقلباتی با ارزش تغذیه‌ای پایین است [۲]. به این ترتیب غنی‌سازی مواد غذایی از وظایف مهم محققان صنعت غذاست. علاوه بر این لازم به ذکر است که سیلیاک که یک بیماری خود ایمن گوارشی می‌باشد و حساسیتی است که از مصرف گلوتن موجود در آرد غلاتی نظیر گندم، جو، چاودار و غیره ایجاد می‌شود، با آسیب زدن به پرزهای روده و ایجاد مشکلات گوارشی به مسئله سوء تغذیه دامن می‌زند. بنابراین با توجه به این مهم، غنی‌سازی محصولات فاقد گلوتن با حفظ خصوصیات تکنولوژیکی و حسی اهمیت دو چندان پیدا می‌کند و ذهن پژوهشگران را به سمتی معطوف می‌نماید که از منابع غذایی ارزان قیمت (چون قیمت تمام شده محصولات بدون گلوتن به خودی خود گران‌تر از حد معمول است) و غنی از مواد مغذی در فرمولاسیون اولیه محصولات بدون گلوتن به خصوص محصولات صنایع پخت (نان، کیک، کلوچه، بیسکویت، دونات و غیره) که قوت غالب مردم جامعه را تشکیل می‌دهند، استفاده نمایند. یکی از این منابع دانه شبه غلاتی نظیر کینوآ، آمارانت و گندم سیاه است که غنی از پروتئین، مواد معدنی، ویتامین و غیره می‌باشد. در زمینه استفاده از شبه غلات در مواد غذایی مطالعات چندی صورت گرفته است. در همین راستا انریکوئیز (Enriquez) و همکاران (۲۰۰۳) به بررسی تأثیر استفاده از آرد ترکیبی (گندم و کینوآ) بر خصوصیات خمیر و نان پرداختند. در این مطالعه از آرد دانه کینوآ در مقادیر ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به‌عنوان جایگزین آرد گندم استفاده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش میزان آرد دانه کینوآ، زمان توسعه خمیر و مقاومت خمیر کاهش یافت. علاوه بر این میزان حجم بین نمونه‌ی شاهد (آرد گندم) و نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد آرد دانه کینوآ اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد نداشت. در حالی که نمونه حاوی ۱۵ درصد از مقبولیت بسیار کمی در آزمون حسی برخوردار بود [۳]. الگتی (Elgeti) و همکاران (۲۰۱۴) از آرد

کینوآ در سطوح ۱۰۰-۴۰ درصد به‌عنوان جایگزین آرد برنج و ذرت در نان بدون گلوتن استفاده نمودند. نتایج نشان داد که آرد کینوآ با افزایش میزان فعالیت آلفا گلیکوزیداز سبب بهبود حجم، ایجاد بافت داخلی نرم‌تر و پخش یکنواخت سلول‌های گازی شد [۴]. علاوه بر این اینگلیت (Inglett) 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. همچنین نمونه‌های تهیه شده از آرد آمارانت به لحاظ رنگ، طعم و بافت مرغوبیتی مشابه با نمونه حاوی آرد گندم داشتند [۵]. از این‌رو هدف از انجام این پژوهش غنی‌سازی کلوچه برنجی فاقد گلوتن البته از طریق جایگزینی بخشی از آرد برنج با آرد کینوآ، آمارانت و گندم سیاه و بررسی خصوصیات کمی و کیفی محصول نهایی بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد

آرد برنج، آمارانت، کینوآ و گندم سیاه از بازار محلی تهیه شد. بدین منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات یکجا تهیه و در سردخانه نگهداری گردید. پودر نانوائی<sup>۱</sup> از شرکت گل‌ها (تهران، ایران) خریداری شد.

صمغ کربوکسی متیل سلولز (CMC<sup>۲</sup>) از شرکت سان رز (مشهد، ایران)، صمغ گوار از شرکت رودیا (فرانسه) و روغن نباتی مایع از شرکت لادن (مازندران، ایران) تهیه گردید. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات (شکر، نمک و تخم مرغ) از شرکت‌های معتبر خریداری شدند.

1. Baking Powder  
2. Carboxymethyl Cellulose (CMC)

## ۲-۲- روش‌ها

## ۲-۲-۱- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آردها

ترکیبات شیمیایی آردهای برنج، کینوآ، آمارانت و گندم سیاه براساس روش‌های استاندارد (AACC، ۲۰۰۰) 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، مقدار چربی با استفاده از روش مصوب ۱۰-۳۰ و گلوتن با استفاده از روش مصوب ۱۱-۳۸ تعیین گردید.

## ۲-۲-۲- تولید کلوچه بدون گلوتن

مواد اولیه کلوچه شامل ۱۰۰ درصد آرد برنج (نمونه شاهد)، ۲۵ درصد شکر، ۲۷ درصد روغن، ۹ درصد تخم‌مرغ، ۰/۸ درصد پودر نانوائی، ۰/۵ درصد صمغ گوار، ۰/۵ درصد کربوکسی متیل سلولز و آب تهیه گردید. متغیر مورد بررسی آرد گندم سیاه، آمارانت و آرد دانه کینوآ بود که هر یک در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ جایگزین آرد برنج موجود در فرمولاسیون نمونه شاهد شد.

پس از مخلوط نمودن مواد (در مخزن همزن با مدل اسپیرال، ساخت کشور تایلند)، خمیر وارد مرحله برش شد و پس از عبور از غلتک‌ها (ضخامت ۱۵ میلی‌متر) و قالب‌زنی (قطر ۸ سانتی‌متر)، عملیات پخت در فر گردان با هوای داغ (Zuccihelli Furni ایتالیا) در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۱۰ دقیقه انجام گردید. کلوچه‌ها پس از خنک‌سازی در دمای محیط، در لفافی از جنس سلفان شفاف به منظور ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، تکنولوژیکی، حسی و تغذیه‌ای بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند [۷].

## ۲-۲-۳- آزمون‌های کمی و کیفی کلوچه بدون گلوتن

آزمون ارزیابی میزان پروتئین، خاکستر و رطوبت اندازه‌گیری میزان پروتئین، خاکستر و رطوبت مطابق با استاندارد AACC (۲۰۰۰) به ترتیب شماره‌های ۱۰-۴۶، ۰۱-۰۸ و ۱۶-۴۴ انجام شد [۸].

## آزمون ارزیابی رنگ سطح

آنالیز رنگ سطح کلوچه در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، 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 ۲ در ۲ سانتی‌متر از کلوچه تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) 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 [۹].

## آزمون ارزیابی میزان سفتی بافت

ارزیابی بافت کلوچه در فاصله زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج QTS مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان براساس روش روندا (Ronda) و همکاران (۲۰۰۵) با اعمال تغییرات متناسب با نمونه انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز کلوچه، به عنوان شاخص سفتی محاسبه گردید. نقطه شروع<sup>۱</sup> و نقطه هدف<sup>۲</sup> به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلی‌متر بود [۱۰].

## آزمون ارزیابی خصوصیات حسی

بدین منظور ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده مطابق با آزمون مثلثی و روش گاسولا (Gacula) و سینگ (Singh) (۱۹۸۴) انتخاب و پرسشنامه‌ای دارای ویژگی‌های امتیازدهی صفر (بدترین تیمار) تا ۴ (بهترین تیمار) به ارزیاب‌ها داده شد. سپس خصوصیات حسی کلوچه رنگ، همگنی بافت، مزه، بو، بافت دهانی، بافت غیردهانی که به ترتیب دارای ضریب رتبه ۲، ۲، ۶، ۶، ۳/۵ و ۱ بودند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. با داشتن این معلومات، پذیرش کلی (عدد کیفیت کلوچه) با استفاده از رابطه ۲-۱ محاسبه گردید [۷ و ۱۲].

رابطه ۲-۲

3. Hardness  
4. Trigger Point  
5. Target Value

آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ( $P < 0.05$ ) مقایسه گردید و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

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

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

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۲- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده در قالب یک طرح آماری کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c نسخه ۱/۴۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. بدین ترتیب میانگین سه تکرار با استفاده از

#### ۳-۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی آردهای مورد

##### استفاده در تولید کلوچه بدون گلوتن

مشخصات فیزیکوشیمیایی آرد برنج، کینوآ، آمارانت و گندم سیاه مورد استفاده در تهیه نمونه‌های نان و کلوچه بدون گلوتن به شرح جدول ۱ بود.

Table 1. Physicochemical properties of flours

Physicochemical properties (%)	Rice	Quinoa	Amaranth	Buckwheat
Moisture	10.1	12.2	14.1	11.4
Protein	7.25	16.2	14.9	13.7
Fat	1.22	5.0	3.8	3.9
Ash	0.32	2.20	2.1	1.8
Wet gluten	-	-	-	-

کمترست قابل پیش‌بینی بود که با افزودن آرد کینوآ به فرمولاسیون اولیه در تمام سطوح مصرف (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) میزان پروتئین به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد [۱۳]. هم‌چنین وبر (Weber) و همکاران (۱۹۹۸) با مطالعه در زمینه شبه غله آمارانت به این نتیجه دست یافتند که میزان پروتئین این دانه از بیشتر دانه‌های معمول غلات بیشتر است و جهت غنی‌سازی مواد غذایی با هدف افزایش محتوای پروتئینی می‌توان، استفاده نمود [۱۴].

#### ۳-۲- خصوصیات کمی و کیفی کلوچه بدون

##### گلوتن

##### ۳-۲-۱- پروتئین

شکل ۱ نتایج بدست آمده از میزان پروتئین نمونه کلوچه‌های تولیدی را نشان می‌دهد. براساس نتایج مشخص گردید که با افزودن هر سه شبه غله (کینوآ، آمارانت و گندم سیاه) به فرمولاسیون کلوچه‌های برنجی بدون گلوتن و افزایش سطوح جایگزینی آرد برنج با این سه آرد میزان پروتئین به‌طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد افزایش یافت. هم‌چنین نتایج به وضوح نشان داد که به ترتیب محتوای پروتئینی نمونه‌های حاوی آرد کینوآ، آمارانت و گندم سیاه (در سطوح برابر مصرف) بیشتر از نمونه شاهد بود. به‌طوری که نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد دانه کینوآ بیش‌ترین میزان پروتئین را در بین نمونه‌های تولیدی داشت. در این راستا بردی (Brady) و همکاران (۲۰۰۷) بیان نمودند که شبه غله کینوآ از نظر تعادل اسیدهای آمینه بسیار مطلوب است و به لحاظ پروتئین، چربی، کربوهیدرات و ویتامین‌ها بسیار غنی‌تر از گندم می‌باشد و از آنجا که بدیهی است میزان پروتئین برنج (ماده اولیه در تهیه نان برنجی پژوهش حاضر) از گندم نیز

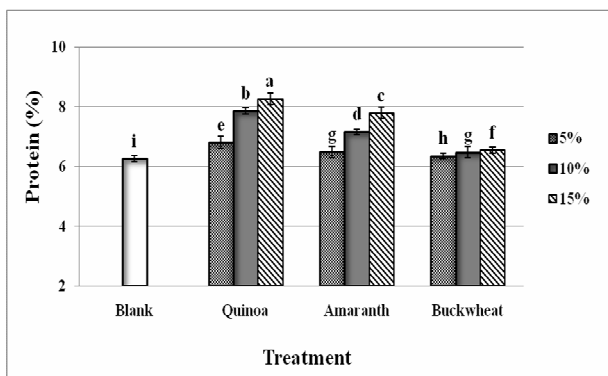
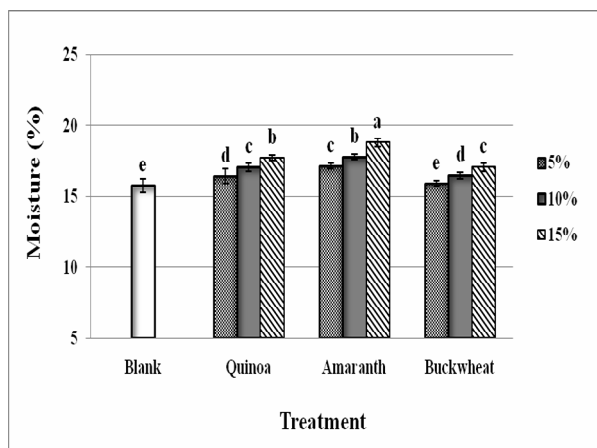


Fig 1 Effect of gluten free cookie enrichment by quinoa, amaranth and buckwheat on protein content (Means with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

درصد از این آرد (آرد آمارانت) بالاترین محتوای رطوبتی را به خود اختصاص داد. در زمینه افزایش میزان رطوبت در نتیجه افزودن آرد آمارانت به فرمولاسیون محصولات صنایع پخت، اینگلیت (Inglett) و همکاران (۲۰۱۵) به مطالعه تولید کلوچه حاوی آرد آمارانت پرداختند. نتایج این محققین به وضوح نشان داد که آرد حاوی آرد آمارانت سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب در طی زمان پخت شد که به موجب آن میزان رطوبت نمونه‌های حاوی آرد آمارانت بیش از سایر نمونه‌های تولیدی بود [۶]. ریتا (Rita) و کنور (Knorr) (۱۹۸۵) در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که دانه آمارانت دارای ۳/۵۴ درصد لیگنین است که این امر خود می‌تواند در افزایش ظرفیت نگهداری آب مؤثر باشد [۱۶]. هم‌چنین الگتی (Elgeti) و همکاران (۲۰۱۴) از آرد کینوا در سطوح ۱۰۰-۴۰ درصد به‌عنوان جایگزین آرد برنج و ذرت در نان بدون گلوتن استفاده نمودند. نتایج نشان داد که آرد کینوا با ضمن بهبود حجم، ایجاد بافت داخلی نرم‌تر و پخت یکنواخت سلول‌های گازی، اثر مثبتی در افزایش میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی داشت و در نتیجه آن بیاتی نمونه‌های حاوی آرد کینوا به تأخیر افتاد [۴].



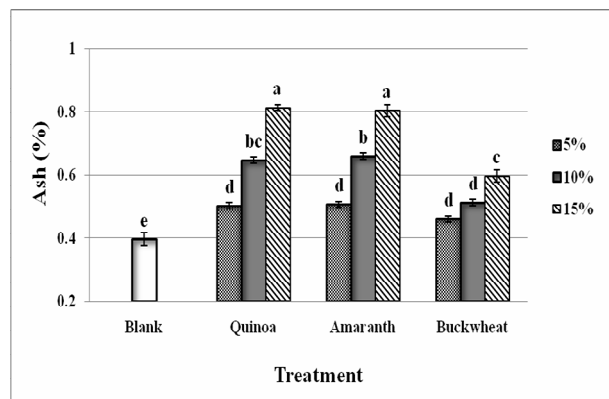
**Fig 3** Effect of gluten free cookie enrichment by quinoa, amaranth and buckwheat on amount of moisture content (Means with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

### ۳-۲-۴- رنگ

ارزیابی میزان مؤلفه‌های رنگی سطح نمونه تولیدی در جدول ۲ آمده است. همانگونه که نتایج نشان می‌دهد با جایگزینی بخشی

### ۳-۲-۲- خاکستر

نتایج ارزیابی میزان خاکستر نمونه‌های تولیدی در شکل ۲ آورده شده است. همانگونه که نتایج نشان می‌دهد اثر شبه غله گندم سیاه در افزایش میزان خاکستر کمتر از آرد دو شبه غله دیگر بود. اما با این وجود هر سه شبه غله و افزایش میزان مصرف آن در فرمولاسیون کلوچه برنجی در افزایش میزان خاکستر نمونه‌های تولیدی مؤثر بود. در این زمینه تتونیک (Teutonico) و همکاران (۱۹۸۵) بیان کردند شبه غلات گندم سیاه، آمارانت و کینوا با وجود اینکه از خانواده گندمیان نیستند ولی شباهت زیادی به غلات دارند [۱۵]. این دانه‌های گیاهی بسیار غنی از مواد معدنی می‌باشند و گزارش گردیده است که با افزودن آن‌ها به فرمولاسیون مواد غذایی به‌طور چشمگیری میزان خاکستر افزایش می‌یابد. نتایج پیش‌رو با نتایج این محققین مطابقت داشت.



**Fig 2** Effect of gluten free cookie enrichment by quinoa, amaranth and buckwheat on amount of ash (Means with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

### ۳-۲-۳- رطوبت

اطلاعات بدست آمده از میزان رطوبت کلوچه‌های بدون گلوتن در شکل ۳ ارائه گردیده است. نتایج به وضوح نشان داد که تنها دو شبه غله کینوا و آمارانت در تمام سطوح مصرف سبب افزایش میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی شدند. این در حالی بود که جایگزینی ۵ درصد از آرد برنج موجود در فرمولاسیون با آرد گندم سیاه تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ایجاد نمود. هم‌چنین لازم به ذکر است که آرد شبه غله آمارانت در افزایش میزان رطوبت موفقیت‌آمیزتر بود به گونه‌ای که نمونه حاوی ۱۵

حاوی آرد دانه گندم سیاه بیش از سایر نمونه‌ها بود. این در حالی بود که بین نمونه‌های حاوی آرد دانه کینوآ و آمارانت با نمونه شاهد (نان برنجی بدون گلوتن) اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نگردید. علت افزایش میزان قرمزی نمونه‌های حاوی آرد گندم سیاه به دلیل رنگ طبیعی و قهوه‌ای متمایل به قرمز دانه‌های این شبه غله می‌باشد. علاوه بر این نتایج ارزیابی مؤلفه رنگی \*b نمونه‌های تولیدی حاکی از زرد رنگ بودن نمونه‌های حاوی آرد دانه کینوآ بود که این امر به دلیل رنگدانه‌های طبیعی موجود در دانه‌های کینوآ می‌باشد. لازم به ذکر است که طیف رنگی دانه‌های کینوآ بسیار متنوع است و شامل رنگ سفید، کرم، زرد، صورتی، طوسی و سیاه می‌شود که دانه‌های استفاده شده در این پژوهش زرد متمایل به کرم رنگ بودند.

از آرد برنج با آرد شبه غلات میزان مؤلفه رنگی \*L به‌طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد افزوده شد که اثر آرد آمارانت در افزایش این مؤلفه رنگی بیش از کینوآ و گندم سیاه بود. در اینجا به نظر می‌رسد که افزایش مؤلفه رنگی \*L نشأت گرفته از پوسته‌های صاف، هموار و یکنواخت و بدون ترک در نمونه‌های حاوی آرد شبه غلات باشد که در نتیجه انتقال و مهاجرت آهسته‌تر رطوبت از مغز به پوسته کلوچه بود (محتوای بالاتر رطوبت در نمونه‌های حاوی آرد آمارانت گواهی بر مهاجرت آهسته‌تر رطوبت از مغز به پوسته است). در این راستا پورلیس (Purlis) و سالوادوری (Salvadori) (۲۰۰۹) بیان نمودند که تغییرات سطح محصولات نانوائی مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین‌دار توانایی بیشتری در انعکاس نور و افزایش میزان مؤلفه \*L دارند [۱۷]. هم‌چنین نتایج به وضوح نشان داد که میزان مؤلفه رنگی \*a نمونه‌های

**Table 2** Effect of gluten free cookie enrichment by quinoa, amaranth and buckwheat on crust color of final product

Flour	Amount (%)	crust color values (-)		
		L*	a*	b*
Rice	100	36.30±0.7 <sup>g</sup>	7.33±0.0 <sup>d</sup>	21.93±0.5 <sup>c</sup>
	5	38.47±0.4 <sup>ef</sup>	7.23±0.0 <sup>d</sup>	27.03±0.6 <sup>b</sup>
Quinoa	10	40.17±0.3 <sup>e</sup>	7.40±0.2 <sup>d</sup>	28.43±0.6 <sup>a</sup>
	15	41.73±0.6 <sup>b</sup>	7.37±0.0 <sup>d</sup>	29.17±0.6 <sup>a</sup>
	5	39.57±0.5 <sup>cd</sup>	7.47±0.1 <sup>d</sup>	21.77±0.4 <sup>c</sup>
Amaranth	10	41.63±0.5 <sup>b</sup>	7.27±0.1 <sup>d</sup>	21.67±0.8 <sup>c</sup>
	15	42.90±0.3 <sup>a</sup>	7.40±0.1 <sup>d</sup>	21.70±0.7 <sup>c</sup>
	5	37.60±0.6 <sup>f</sup>	8.73±0.1 <sup>c</sup>	21.87±0.7 <sup>c</sup>
Buckwheat	10	39.10±0.6 <sup>de</sup>	9.10±0.0 <sup>b</sup>	21.60±0.6 <sup>c</sup>
	15	39.77±0.2 <sup>cd</sup>	9.50±0.0 <sup>a</sup>	21.73±0.6 <sup>c</sup>

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

تولیدی داشتند و اثر این دو آرد بیش از آرد حاصله از گندم سیاه بود. اما در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت اثر آرد دانه آمارانت بیش از سایرین بود و همان‌گونه که از مشاهده نتایج بر آمد، نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد آمارانت در هر دو بازه زمانی دارای بافت نرم‌تری نسبت به نمونه شاهد بود. 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 در نتیجه آن سفتی بافت افزایش می‌یابد اما با کاربرد انواع مختلفی از ترکیبات که قابلیت نگهداری رطوبت محصول تولیدی را در حین پخت و پس از پخت داشته باشند، می‌توان تا

### ۳-۲-۵- سفتی بافت

جدول ۳ نتایج بدست آمده از میزان سفتی بافت کلوچه‌های حاوی آرد سه شبه غله کینوآ، آمارانت و گندم سیاه را در مقایسه با نمونه شاهد در دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت نشان می‌دهد. همان‌گونه که از نتایج بر می‌آید در هر دو بازه زمانی جایگزینی بخشی از آرد برنج موجود در فرمولاسیون اولیه کلوچه بدون گلوتن با آرد شبه غلاتی نظیر کینوآ، آمارانت و گندم سیاه سبب کاهش میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی شد. این در حالی بود که در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت کاربرد آرد دانه کینوآ و آمارانت اثر مشابهی را در کاهش سفتی نمونه‌های

حاوی آرد شبه غلات مطالعات چندی صورت گرفته است. به طور مثال اینگلیت (Inglett) و همکاران (۲۰۱۵) به مطالعه تولید کلوچه حاوی آرد آمارانت و جو با هدف غنی سازی 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]. هم چنین الگتی (Elgeti) و همکاران (۲۰۱۴) از آرد کینوا در سطوح ۱۰۰-۴۰ درصد به عنوان جایگزین آرد برنج و ذرت در نان بدون گلوتن استفاده نمودند. نتایج نشان داد که آرد کینوا با افزایش میزان فعالیت آلفا گلیکوزیداز و میزان رطوبت محصول تولیدی سبب نرم تر شدن بافت گردید [۴].

حدودی از این فرآیند (سفت شدن بافت) جلوگیری نمود. با توجه به نتایج بدست آمده از بخش ارزیابی رطوبت حصول چنین نتیجه ای دور از انتظار نبود. زیرا هر سه شبه غله بخصوص شبه غله آمارانت 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 نمونه های تولیدی در بازه زمانی ۷۲ ساعت نسبت به بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت از سفتی بیشتری برخوردار بودند. افزایش میزان سفتی بافت محصولات نانویی در طی مدت زمان نگهداری و بیاتی آن خود فرآیند پیچیده ای است که عوامل متعددی نظیر رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش میزان رطوبت و یا توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی در آن دخیل است [۱۸ و ۱۹] و هر عاملی که بتواند بر افزایش محتوای رطوبتی محصول نهایی مؤثر باشد، بالطبع در طول مدت زمان نگهداری برکند شدن روند بیاتی تأثیر خواهد داشت که نتایج پژوهش پیش رو این امر را ثابت نمود. در زمینه افزایش میزان نرمی بافت محصولات صنایع پخت

**Table 3** Effect of gluten free cookie enrichment by quinoa, amaranth and buckwheat on firmness of final product

Flour	Amount (%)	Firmness (N)	
		2h after baking	1 week after baking
Rice	100	7.63±0.1 <sup>a</sup>	17.77±0.2 <sup>a</sup>
	5	6.77±0.2 <sup>c</sup>	15.43±0.1 <sup>b</sup>
Quinoa	10	6.37±0.0 <sup>de</sup>	14.97±0.1 <sup>c</sup>
	15	5.43±0.1 <sup>f</sup>	14.13±0.2 <sup>d</sup>
	5	6.80±0.1 <sup>c</sup>	13.70±0.2 <sup>e</sup>
Amaranth	10	6.27±0.1 <sup>e</sup>	13.20±0.1 <sup>f</sup>
	15	5.50±0.1 <sup>f</sup>	12.43±0.1 <sup>g</sup>
	5	7.10±0.1 <sup>b</sup>	15.57±0.2 <sup>b</sup>
Buckwheat	10	6.57±0.1 <sup>cd</sup>	15.17±0.1 <sup>bc</sup>
	15	6.20±0.0 <sup>e</sup>	14.77±0.1 <sup>c</sup>

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

درصد از این آرد (آرد گندم سیاه) نسبت به نمونه شاهد برتری داشت و بیان کردند که نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد گندم سیاه بیش از حد انتظار تیره تر از رنگ یک کلوچه برنجی بود. هم چنین ارزیابان حسی بیان نمودند که تمام نمونه های حاوی آرد شبه غلات (کینوا، آمارانت و گندم سیاه) داری بو و مزه بهتری نسبت به نمونه شاهد (کلوچه برنجی بدون گلوتن و فاقد آرد شبه غلات) بودند. به احتمال زیاد این امر تحت تأثیر بافت این نمونه های حاوی آرد کینوا، آمارانت و گندم سیاه بود. نتایج

### ۳-۲-۶- پذیرش کلی در ارزیابی حسی

شکل ۴ نتایج حاصله از امتیاز پذیرش کلی نمونه های تولیدی که میانگین امتیاز پارامترهایی از قبیل رنگ، همگنی بافت، مزه، بو، بافت دهانی و بافت غیردهانی پس از اعمال ضرایب مؤثره را بود را نشان می دهد. نتایج به وضوح بیانگر برتری نمونه های ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کینوا و آمارانت بود. این نمونه ها به لحاظ رنگ نیز امتیاز بالایی را کسب نمودند. در زمینه رنگ نمونه های حاوی آرد گندم سیاه، داوران چشایی اذعان داشتند که تنها نمونه حاوی ۱۰

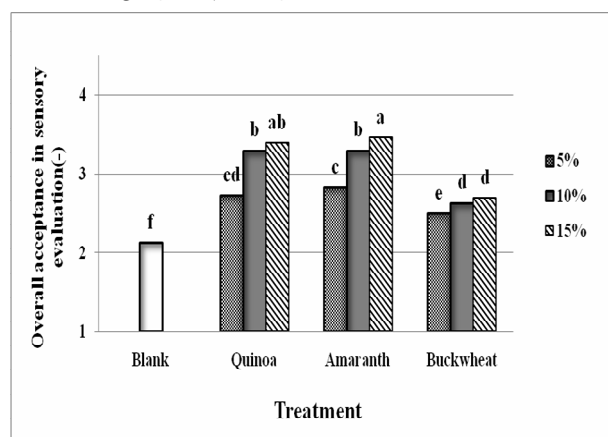
## ۴- نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف غنی‌سازی کلوچه برنجی بدون گلوتن با آرد شبه غلاتی نظیر کینوآ، آمارانت و گندم که ضمن ارزان قیمت بودن و دارای ارزش تغذیه‌ای بسیار بالا به لحاظ محتوای پروتئینی و مواد معدنی، فاقد گلوتن نیز هست، انجام گرفت. بدین منظور آرد برنج موجود در فرمولاسیون با سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد از این سه آرد جایگزین شد. نتایج به وضوح نشان داد که با جایگزینی آرد برنج با آرد کینوآ، آمارانت و گندم سیاه و افزایش سطح مصرف آن‌ها در فرمولاسیون اولیه کلوچه برنجی میزان پروتئین، خاکستر، مؤلفه رنگی  $L^*$  و نرمی بافت در هر دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد افزایش یافت. این در حالی بود که آرد گندم سیاه موجب افزایش مؤلفه رنگی  $b^*$  و آرد آمارانت سبب افزایش مؤلفه رنگی  $a^*$  شد. در نهایت ارزیابی حسی و امتیاز پذیرش کلی مشخص نمود که نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کینوآ و آمارانت بهترین نمونه‌های این پژوهش بودند. از این‌رو به یقین می‌توان گفت این نمونه‌ها قابلیت عرضه به بازار مصرف بیماران سیلیاکی و آن دسته که به گلوتن حساسیت دارند را به‌عنوان یه محصول بدون گلوتن غنی‌شده (که قیمت تمام شده آن با نمونه فاقد آرد شبه غلات تقریباً مشابه است به دلیل ارزان قیمت بودن دانه‌های کینوآ، آمارانت و گندم سیاه) خواهند داشت.

## ۵- منابع

- [1] Moridi, G., and Fathi, M. 2008. Review of malnutrition in children under 5 years age in Iran. *Journal of Nursing and Midwifery*, 19(64): 47 [in Persian].
- [2] Siyari, A., Sheikholeslam, R., Naghavi, M., Kolahdoz, F., and Abdolahi, Z. 1999. Evaluation of junk food consumption in under 3 years old children in urban and rural. 5<sup>th</sup> Congress of Nutrition, Tehran, Iran [in Persian].
- [3] Enriquez, N., Peltzer, M., Raimundi, A., Tosi, V., and Pollio, M.L. 2003. Characterization of wheat and quinoa flour blends in relation to their bread making

آزمون بافت‌سنجی و حتی پارامترهای حسی (همگنی بافت، بافت دهانی و غیردهانی) برتری این نمونه‌ها (نمونه‌های حاوی آرد کینوآ، آمارانت و گندم سیاه) را به لحاظ بافت نشان داد. در راستای ارتباط بافت و تأثیر آن بر طعم (بو و مزه) مطالعات چندی انجام شده است. به‌طور کل باید گفت که ترکیبات اولیه به کار رفته در فرمولاسیون مواد غذایی به شدت بر مزه و بو و ویژگی‌های ساختاری محصول نهایی اثرگذار باشد [۲۰]. هم‌چنین اغلب محققان بر این اعتقادند که درک شدت طعم بستگی به بافت محصول دارد [۲۱] که به‌طور مثال در بافت‌هایی با سختی متفاوت، درک مختلفی از میزان شدت طعم گزارش شده است. از سوی دیگر تایلر (Taylor) و همکاران (۲۰۰۱) طی پژوهشی به این نتیجه رسیدند که زمان رهایش بیشترین میزان مواد طعمی در بافت‌های با درجه سختی مختلف، متفاوت است و هرچه میزان سختی بافت بیشتر باشد، زمان رهایش حداکثر میزان مواد طعم‌زا کندتر خواهد بود [۲۲]. بنابراین علت اینکه نمونه‌های حاوی آرد آمارانت و آرد کینوآ به‌خصوص در بیش‌ترین سطح جایگزینی آرد برنج با آرد این شبه غلات (سطح ۱۵ درصد) بالاترین امتیاز را به لحاظ بو و مزه کسب نمودند، بدون شک نرمی بافت این نمونه‌ها نسبت به سایر نمونه‌ها می‌باشد. از این‌رو با بررسی نتایج بدست آمده از امتیازدهی داوران چشایی به تمامی پارامترهای حسی و در نهایت اعمال ضرایب مؤثره هر پارامتر و محاسبه میانگین مشخص گردید که نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۱۵ آرد آمارانت و کینوآ (جمعاً ۴ نمونه) دارای بالاترین امتیاز پذیرش کلی بودند.



**Fig 4** Effect of gluten free cookie enrichment by quinoa, amaranth and buckwheat on overall acceptance in sensory evaluation (Means with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )



- [14] Weber, L., Ehubbard, E., Putnam, D., Nelson, L., and Lehman, J. 1988. Amaranth grain production guide. Rodale Press, Inc. Emmaus. PA and American Amaranth Institute, Bricelyn, Minnesota, USA. 28 pp.
- [15] Teutonico, R.A., and Knorr, D. 1985. Amaranth: Composition, properties, and applications of a rediscovered food crop. *Food Technology*, 39: 49-60.
- [16] 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).
- [17] Purlis, E and Salvadori, V. 2009. Modeling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
- [18] Ebrahimpour, N., Peighambaroust, S.H., 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].
- [19] 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.
- [20] Chai, E., Oakenfull, D.G., McBride, R.L., and Lane, A.G. 1991. Sensory perception and rheology of flavoured gels. *Food Australia*, 43: 256-261.
- [21] Carr, J., Baloga, C., Guinard, X., Lawter, L., Marty, C., and Squire, C. 1996. The effect of gelling agent type and concentration on flavor release in model systems, *Food Chemistry*, 46, 3201-3206.
- [22] Taylor, A. J., Besnard, S., Puaud, M., & Linforth, R. S. T. 2001. In vivo measurement of flavour release from mixed phase gels. *Biomolecular Engineering*, 17, 143-150.
- quality. *Journal of the Argentine Chemical Society*, 91: 47-54.
- [4] 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.
- [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] Salehifar, M., Shahbazzadeh, S., Khosravi Darani, K., and Bemadi, H. 2013. Investigation on enrichment industrial cookies by *Spirulina platensis*. *Journal of Food Science and Technology Innovation*, 5(3): 39-46.
- [8] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [9] Sun, D. 2008. *Computer vision technology for food quality evaluation*. Academic Press, New York.
- [10] 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.
- [11] Gacula, J.R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.
- [12] Rajabzadeh, N. 1991. Iranian Flat Bread Evaluation. Pp. 1-50, *Iranian Cereal and Bread Research Institute*, Publication no.71, Tehran, Iran [in Persian].
- [13] Brady, K., Ho, C.T., and Rosen, R.T. 2007. Effects of processing on the nutritional profile of quinoa of Chemistry, 100(3): 1209-1216.

## Enrichment of Gluten free Cookie by Quinoa, Amaranth and Buckwheat Flour as Semi Cereal

Haghighyegh, GH.<sup>1\*</sup>, Ataye Salehi S<sup>2</sup>

1. Department of Food Science and Technology, Agriculture faculty, Zabol University, Zabol, Iran

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

(Received: 2015/11/16 Accepted: 2016/02/22)

Junk food consumption and low nutritional value is the main reasons for the prevalence of malnutrition among Iranian children. So enrichment of these foods is one of main goal of food researcher. Therefore in this study quinoa, amaranth and buckwheat flour in levels of 5, 10 and 15% was used as rice flour replacer in gluten free cookie for high nutritional value. Nutritional, textural, visual and sensory properties of sample were evaluated in completely randomized design ( $p \leq 0.05$ ). Results was indicated by adding semi cereal and increasing the level in cookie formulation, protein, ash, moisture, softness of texture in 2hr and one week after baking were increased. Also the results of image processing showed buckwheat and amaranth respectively increased the amount of  $a^*$  and  $b^*$  values of gluten free cookie surface. Finally sensory evaluation showed the samples containing 10 and 15% quinoa and amaranth had the best score of overall acceptance. So these samples can be supplied to the consumer market of celiac disease and any gluten sensitivity as a fortified gluten free product.

**Keywords:** Gluten free cookie, Amaranth, Quinoa, Buckwheat, Texture.

---

\* Corresponding Author E-Mail Address:: gh2002\_haghighyegh@yahoo.com