

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

غلامحسین حقایق^{۱*}، اسماعیل عطای صالحی^۲

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

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

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

چکیده

از دلایل عدمه شیوع سوء تغذیه در کودکان ایرانی، مصرف تنقلاتی با ارزش تغذیه‌ای پائین است. از این‌رو یکی از اهداف عمدۀ محققان صنعت غذا، غنى‌سازی این دسته از مواد غذایی می‌باشد. بنابراین در این تحقیق از آرد کینوآ، آمارانت و گندم سیاه در سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا به عنوان 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 سطوح 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 سیلیاکی و آن دسته که به گلوتن حساسیت دارند را به عنوان یک محصول بدون گلوتن غنى‌شده، خواهند داشت.

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

*مسئول مکاتبات: gh2002_haghayegh@yahoo.com

۱- مقدمه

کینوآ در سطوح ۴۰-۱۰۰ درصد به عنوان 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 نرم تر و پخش یکنواخت سلول های گازی شد [۴]. علاوه بر این اینگلیت (Inglett) و همکاران (۲۰۱۵) به مطالعه تولید کلوچه حاوی آرد آمارانت و جو با هدف غذی سازی محصول به دلیل حضور اسیدهای آمینه و مواد معدنی در آمارانت و بتا گلوکان 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 بالای برخوردار بودند. همچنین نمونه های تهیه شده از آرد آمارانت به لحاظ رنگ، طعم و بافت مرغوبیتی مشابه با نمونه حاوی آرد گندم داشتند [۵]. از این رو هدف از انجام این پژوهش غذی سازی 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 روش ها

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 سرداخانه نگهداری گردید. پودر نانوایی^۱ از شرکت گل ها (تهران، ایران) خریداری شد.

صمغ کربوکسی متیل سلولز^۲ (CMC) 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 شرکت های معتبر خریداری شدند.

1. Baking Powder

2. Carboxymethyl Cellulose (CMC)

امروزه وضعیت تغذیه کودکان زیر پنج سال را به عنوان معیاری از میزان رفاه اجتماعی در نظر می گیرند. مطالعات نشان می دهند، سوء تغذیه در کودکان زیر پنج سال در مناطق مختلف کشور ما از شیوع ۸/۶ تا ۳۸ درصدی برخوردارست [۱]. از دلایل عمدی شیوع سوء تغذیه در کودکان ایرانی، مصرف تنقلاتی با ارزش تغذیه ای پایین است [۲]. به این ترتیب غذی سازی مواد غذایی از وظایف مهم محققان صنعت غذاست. علاوه بر این لازم به ذکر است که سیلیاک که یک بیماری خود ایمن گوارشی می باشد و حساسیتی است که از مصرف گلوتن موجود در آرد غلاتی نظیر گندم، جو، چاودار و غیره ایجاد می شود، با آسیب زدن به پر زهای روده و ایجاد مشکلات گوارشی به مسئله سوء تغذیه دامن می زند. بنابراین با توجه به این مهم، غذی سازی محصولات فاقد گلوتن با حفظ خصوصیات تکنولوژیکی و حسی اهمیت دو چندان پیدا می کند و ذهن پژوهشگران را به سمتی معطوف می نماید که از منابع غذایی ارزان قیمت (چون قیمت تمام شده محصولات بدون گلوتن به خودی خود گران تر از حد معمول است) و غذی از مواد مغذی در فرمولاسیون اولیه محصولات بدون گلوتن به خصوص محصولات صنایع پخت (نان، کیک، کلوچه، بیسکوئیت، دونات و غیره) که قوت غالب مردم جامعه را تشکیل می دهند، استفاده نمایند. یکی از این منابع دانه شبه غلاتی نظر کینوآ، آمارانت و گندم سیاه است که غذی از پروتئین، مواد معدنی، ویتامین و غیره می باشد. 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 به عنوان 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 نمونه های شاهد (آرد گندم) و نمونه های حاوی ۵ و ۱۰ درصد آرد دانه کینوآ اختلاف معنی داری در سطح آماری ۵ درصد نداشت. در حالی که نمونه حاوی ۱۵ درصد از مقبولیت بسیار کمی در آزمون حسی برخوردار بود [۳]. الکتی (Elgeti) و همکاران (۲۰۱۴) از آرد

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 ۰۸-۰۱، مقدار پروتئین با استفاده از روش کلدار به شماره ۱۲-۴۶، مقدار چربی با استفاده از روش مصوب ۳۰-۱۰ 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 تخم مرغ، ۰/۸ درصد پودر نانوایی، 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)، Zuccihelli Forni (ایتالیا) در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۱۰ دقیقه عملیات پخت در فر گردان با هوای داغ (فر گردان با هوای داغ) 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].

۳-۲-۲- 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 ۱۰-۱۰، ۱۶-۰۸-۰۱ و ۴۴-۱۶ 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 بعد 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 J Image 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 CNS مدل QTS مدل Farnell, UK ساخت کشور انگلستان براساس روش روندا (Ronda) و همکاران (۲۰۰۵) با اعمال تغییرات متناسب با نمونه انجام گرفت. حداقل 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^۳ محاسبه گردید. نقطه شروع^۴ و نقطه هدف^۵ به ترتیب ۰/۰۵ نیوتون و ۳۰ میلی‌متر بود [۱۰].

- آزمون ارزیابی خصوصیات حسی

بدین منظور ۱۰ داور از بین افراد آموخت 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 ۱-۲ محاسبه گردید [۷ و ۱۲].

رابطه ۱-۲

3. Hardness
4. Trigger Point
5. Target Value

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

۳- نتایج و بحث

۱-۳- خصوصیات فیزیکو شیمیایی آردهای مورد استفاده در تولید کلوچه بدون گلوتن

مشخصات فیزیکو شیمیایی آرد برنج، کینوآ، آمارانت و گندم سیاه مورد استفاده در تهیه نمونه های 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 پیش بینی بود که با افزودن آرد کینوآ به فرمولا سیون اولیه در تمام سطح مصرف (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) میزان پروتئین به طور قابل ملاحظه ای افزایش یابد [۱۳]. همچنین وبر (Weber) و همکاران (۱۹۹۸) با مطالعه در زمینه شبیه غله آمارانت به این نتیجه دست یافتند که میزان پروتئین این دانه از بیشتر دانه های معمول غلات بیشتر است و جهت غذی سازی مواد غذایی با هدف افزایش محتوای پروتئینی می توان استفاده نمود [۱۴].

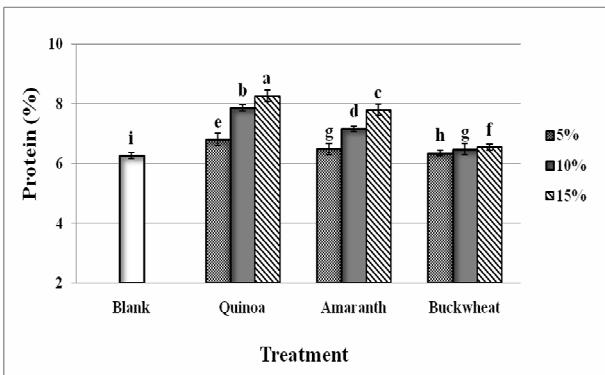


Fig 1 Effect of gluten free cookie enrichment by quinoa, amaranth and buckwheat on protein content (Means with different letters differ significantly in $p<0.05$)

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

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

۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

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

۲-۳- خصوصیات کمی و کیفی کلوچه بدون گلوتن

۱-۲-۳- پروتئین

شکل ۱ نتایج بدست آمده از میزان پروتئین نمونه کلوچه های تولیدی را نشان می دهد. براساس نتایج مشخص گردید که با افزودن هر سه شبیه غله (کینوآ، آمارانت و گندم سیاه) به فرمولا سیون کلوچه های برنجی بدون گلوتن و افزایش سطوح جایگزینی آرد برنج با این سه آرد میزان پروتئین به طور معنی داری در سطح ۵ درصد افزایش یافت. همچنین نتایج به وضوح نشان داد که به ترتیب محتوای پروتئینی نمونه های حاوی آرد کینوآ، آمارانت و گندم سیاه (در سطوح برابر مصرف) بیشتر از نمونه شاهد بود. به طوری که نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد دانه کینوآ بیش ترین میزان پروتئین را در بین نمونه های تولیدی داشت. در این راستا بردى (Brady) و همکاران (۲۰۰۷) بیان نمودند که شبیه غله کینوآ از نظر تعادل اسیدهای آمینه بسیار مطلوب است و به لحاظ پروتئین، چربی، کربوهیدرات و ویتامین ها بسیار غنی تر از گندم می باشد و از آنجا که بدیهی است میزان پروتئین برنج (ماده اولیه در تهیه نان برنجی پژوهش حاضر) از گندم نیز

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 بهوضوح 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 $3/54$ درصد لیگنین است که این امر خود می‌تواند در افزایش ظرفیت نگهداری آب مؤثر باشد [۱۶]. هم‌چنین الگتی (Elgetti) و همکاران (۲۰۱۴) از آرد کینوا در سطح $40-100$ درصد به عنوان 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 پخش یکنواخت سلول‌های گازی، اثر مشتبی در افزایش میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی داشت و در نتیجه آن بیانی نمونه‌های حاوی آرد کینوا به تأخیر افتاد [۴].

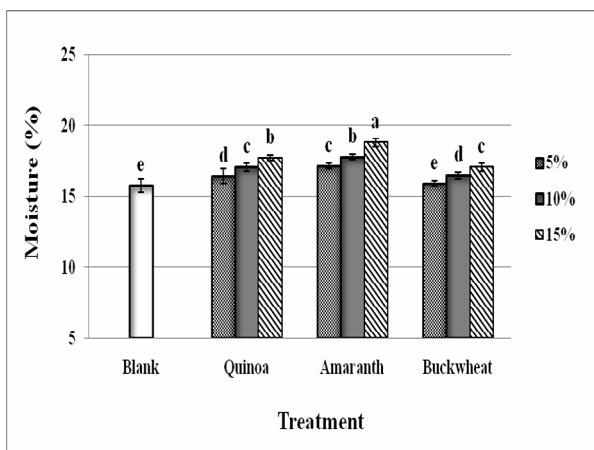


Fig 3 Effect of gluten free cookie enrichment by quinoa, amaranth and buckwheat on amount of moisture content
(Means with different letters differ significantly in $p<0.05$)

۴-۲-۳- رنگ

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

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 خاکستر نمونه‌های فرمولاسیون کلوچه برنجی در افزایش میزان خاکستر نمونه‌های تولیدی مؤثر بود. در این زمینه تئوتونیک (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 پیش رو با نتایج این محققین مطابقت داشت.

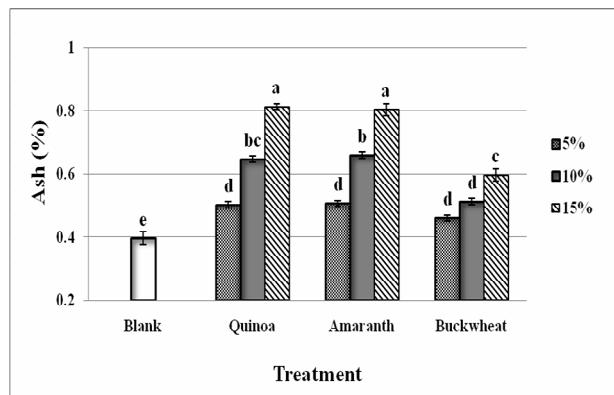


Fig 2 Effect of gluten free cookie enrichment by quinoa, amaranth and buckwheat on amount of ash
(Means with different letters differ significantly in $p<0.05$)

۳-۲-۳- رطوبت

اطلاعات بدست آمده از میزان رطوبت کلوچه‌های بدون گلوتن در شکل ۳ ارائه گردیده است. نتایج بهوضوح نشان داد که تنها دو شبه غله کینوا و آمارانت در تمام سطوح مصرف آرد برجسته میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی شدند. این در حالی بود که جایگزینی 5 درصد از آرد برنج موجود در فرمولاسیون با آرد گندم سیاه تفاوت معنی‌داری در سطح 5 درصد ایجاد ننمود.

هم‌چنین لازم به ذکر است که آرد شبه غله آمارانت در افزایش میزان رطوبت موفقیت‌آمیزتر بود به گونه‌ای که نمونه حاوی 15

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 شبیه غله می‌باشد. علاوه بر این نتایج ارزیابی مؤلفه رنگی^a نمونه‌های تولیدی حاکی از زرد رنگ بودن نمونه‌های حاوی آرد دانه کینوآ بود که این امر به ذکر 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 شبیه غلات میزان مؤلفه رنگی^a به طور 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^a L_a نشأت گرفته از پوسته‌ای صاف، هموار و یکنواخت و بدون ترک در نمونه‌های حاوی آرد شبیه 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 سالادوری (Salvadori) (۲۰۰۹) بیان نمودند که تغییرات سطح محصولات نانوایی مسئول روش‌نایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین دار توانایی بیشتری در انعکاس نور و افزایش میزان مؤلفه^a L_a 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 ^g	7.33±0.0 ^d	21.93±0.5 ^c
	5	38.47±0.4 ^{ef}	7.23±0.0 ^d	27.03±0.6 ^b
Quinoa	10	40.17±0.3 ^c	7.40±0.2 ^d	28.43±0.6 ^a
	15	41.73±0.6 ^b	7.37±0.0 ^d	29.17±0.6 ^a
	5	39.57±0.5 ^{cd}	7.47±0.1 ^d	21.77±0.4 ^c
	10	41.63±0.5 ^b	7.27±0.1 ^d	21.67±0.8 ^c
Amaranth	15	42.90±0.3 ^a	7.40±0.1 ^d	21.70±0.7 ^c
	5	37.60±0.6 ^f	8.73±0.1 ^c	21.87±0.7 ^c
	10	39.10±0.6 ^{de}	9.10±0.0 ^b	21.60±0.6 ^c
Buckwheat	15	39.77±0.2 ^{cd}	9.50±0.0 ^a	21.73±0.6 ^c

(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 برآمد، نمونه حاوی آرد آمارانت در هر دو بازه زمانی دارای بافت نرم‌تری نسبت به نمونه شاهد بود. به‌طور کلی در محصولات نانوایی 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

۵-۲-۳ - سفتی بافت

جدول ۳ نتایج بدست آمده از میزان سفتی بافت کلوچه‌های حاوی آرد سه شبیه 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 شبیه 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. بطور 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 بتاگلوكان 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]. همچنین الگتی (Elgeti) و همکاران (۲۰۱۴) از آرد کینوا در سطوح ۴۰-۱۰۰ 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 نرمتر شدن بافت گردید [۴].

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 ^a	17.77±0.2 ^a
	5	6.77±0.2 ^c	15.43±0.1 ^b
Quinoa	10	6.37±0.0 ^{de}	14.97±0.1 ^c
	15	5.43±0.1 ^f	14.13±0.2 ^d
Amaranth	5	6.80±0.1 ^c	13.70±0.2 ^e
	10	6.27±0.1 ^e	13.20±0.1 ^f
Buckwheat	15	5.50±0.1 ^f	12.43±0.1 ^g
	5	7.10±0.1 ^b	15.57±0.2 ^b
	10	6.57±0.1 ^{cd}	15.17±0.1 ^{bc}
	15	6.20±0.0 ^e	14.77±0.1 ^c

(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 تیره‌تر از رنگ یک کلوچه برنجی بود. همچنین ارزیابان حسی بیان نمودند که تمام نمونه‌های 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 نمونه‌های حاوی آرد کینوا، آمارانت و گندم سیاه بود. نتایج

حدودی از این فرآیند (soft شدن بافت) جلوگیری نمود. با توجه به نتایج بدست آمده از بخش ارزیابی رطوبت حصول چنین نتیجه‌ای 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 نمونه‌های 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 نانوایی در طی مدت زمان نگهداری و بیانی آن خود فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی نظیر رتروگراداسیون آمیلوبکتین، 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 بیانی تأثیر خواهد داشت که نتایج پژوهش پیش رو این امر را ثابت نمود. در زمینه افزایش میزان نرمی بافت محصولات صنایع پخت

۶-۲-۳- پذیرش کلی در ارزیابی حسی

شکل ۴ نتایج حاصله از امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های 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 می‌دهد. نتایج به وضوح بیانگر برتری نمونه‌های ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کینوا و آمارانت بود. این نمونه‌ها به لحاظ رنگ نیز امتیاز بالایی را کسب نمودند. در زمینه رنگ نمونه‌های حاوی آرد گندم سیاه، داوران چشایی اذعان داشتند که تنها نمونه حاوی ۱۰

۴- نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف غذی سازی کلوچه برنجی بدون گلوتن با آرد شبه غلاتی نظری 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 ۱۰^۵ 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^a L و نرمی بافت در هر دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت نسبت به نمونه شاهد به طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد افزایش یافت. این در حالی بود که آرد گندم سیاه موجب افزایش مؤلفه رنگی^b b و آرد آمارانت سبب افزایش مؤلفه رنگی^a 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 به عنوان 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. 5th 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 بافت‌سنجدی 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. به طور 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 به طور مثال در بافت‌هایی با ساختی متفاوت، درک مختلفی از میزان شدت طعم گزارش شده است. از سوی دیگر Taylor (Taylor) و همکاران (2001) 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 کندر خواهد بود [۲۲]. بنابراین علت اینکه نمونه‌های حاوی آرد آمارانت و آرد کینوآ به خصوص 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.

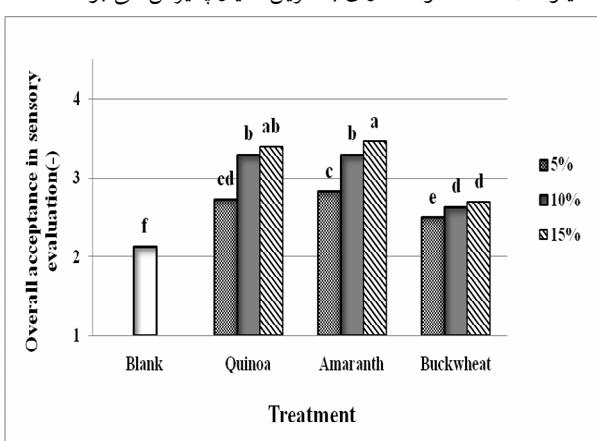


Fig 4 Effect of gluten free cookie enrichment by quinoa, amaranth and buckwheat on overall acceptance in sensory evaluation
(Means with different letters differ significantly in $p<0.05$)

- [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.
- [17] Purlis, E and Salvadori, V. 2009. Modeling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
- [18] Ebrahimpour, N., Peighambardoust, 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] Ahlbom, 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

Haghayegh, GH.^{1*}, Ataye Salehi S²

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_haghayegh@yahoo.com