



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی اثر کینوای فراوری شده بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی قالب غذایی فشرده

آتوسا نوروزیان^۱، معصومه مهربان سنگ آتش^{۲*}، بهاره صحرائیان^۲

۱- کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، مؤسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کاشمر، کاشمر، ایران.

۲- گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۲۵

کلمات کلیدی:

آرد برنج،

پرک کردن،

تفت دادن،

کینوا بار.

کینوا یک منبع غذایی ارزشمند است که امروزه توجه افراد زیادی را به خود جلب نموده است. بدین منظور در این پژوهش تأثیر انواع آرد کینوا (خام، تفت داده شده و پرک) و جایگزینی بخشی از آن با آرد برنج تفت داده (صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (پروتئین، خاکستر، فعالیت آبی، بافت و رنگ) و حسی قالب‌های غذایی فشرده تولیدی، بررسی شد. نتایج نشان داد که روش‌های فراوری تفت دادن و پرک کردن کینوا ضمن بهبود کیفیت نمونه‌های تولیدی منجر به کاهش فعالیت آبی و مؤلفه‌های رنگی L^* و b^* و افزایش خاکستر، سفتی بافت و مؤلفه‌ی رنگی a^* شد. این در حالی بود که فرایند تفت دادن و پرک کردن به ترتیب منجر به کاهش و افزایش پروتئین نمونه‌های تولیدی در مقایسه با نمونه‌های حاوی آرد کینوا خام شدند. از سوی دیگر با افزایش درصد آرد برنج در فرمولاسیون قالب فشرده مقادیر پروتئین، خاکستر و مؤلفه‌ی رنگی a^* کاهش و مقادیر سفتی بافت و مؤلفه‌های رنگی L^* و b^* افزایش یافتند. نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد فراوری انجام شده بر روی کینوا و حضور آرد برنج در فرمولاسیون منجر به افزایش امتیاز ویژگی‌های حسی و در نهایت پذیرش کلی فراورده نهایی شد. در نهایت نمونه تولید شده با آرد پرک کینوا و حاوی ۳۰ درصد آرد برنج (۵/۷۴ درصد پروتئین، ۰/۷۸۱ درصد خاکستر و امتیاز پذیرش کلی ۴/۵۲)، به عنوان بهترین نمونه معرفی شد.

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.119

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.10.2

* مسئول مکاتبات:

mehraban@acecr.ac.ir

۱- مقدمه

قالب‌های غذایی فشرده شامل گروه وسیعی از فراورده‌های غذایی مانند قالب‌های شکلاتی، بیسکویت‌های غنی شده و خمیرهای غنی از مواد مغذی است [۱]. این فراورده‌ها حجم و وزن کمی دارند، به سهولت قابل نگهداری و حمل و نقل هستند و در هر زمان و موقعیتی قابل مصرف می‌باشند [۲]. معمولاً غلات و ترکیبات قندی اجزاء اصلی آن‌ها را تشکیل می‌دهند. بنابراین با انتخاب مواد اولیه‌ی مناسب می‌توان فراورده‌ای با کیفیت و ارزش غذایی بالاتر بدست آورد [۳]. کینوا متعلق به خانواده *Chenopodiaceae*، جنس *Chenopodium* و گونه *Quinoa* است [۴]. محتوای کل پروتئین کینوا (۲۳-۱۲ درصد) است که به طور متوسط بیشتر از برنج، ذرت، جو، چاودار و سورگوم بوده و سرشار از لیزین، متیونین و سیستئین، اسیدهای آمینه محدود کننده در غلات و حبوبات است. همچنین دارای تمام اسیدهای آمینه ضروری و ویتامین‌ها (B6، فولات، ریбо فلاوین و نیاسین) می‌باشد [۵]. در پژوهش‌های مختلف از کینوا به اشکال متفاوتی چون تفت داده شده، اکستروده شده، آماده شده با بخار و... استفاده شده است [۳]. پرک کردن و پیش تیمار حرارتی، از رایج‌ترین فرآیندهای مورد استفاده در صنایع غذایی هستند زیرا بر خواص تغذیه‌ای غلات و حبوبات و ویژگی‌های تکنولوژیکی آن‌ها تأثیر مثبتی دارند. پرک کردن باعث ژلاتینه و قابل هضم‌تر شدن نشاسته می‌شود حال آن که از نظر آماری، مقادیر نشاسته و محتوای پروتئین خام تحت تأثیر آن قرار نمی‌گیرند [۶]. تفت دادن نیز یک فرآیند فیزیکی گرم است که باعث ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی مانند تغییر در نسبت سطح به حجم دانه، تغییر در جرم حجمی توده‌ای و ظرفیت نگهداری آب در دانه غلات می‌شود [۷]. تفت دادن علاوه بر بهبود طعم موجب کاهش سطح بازدارنده‌های پروتئاز و گلیکوزیدهای سبک شده و

افزایش پایداری کیفی فراورده را به همراه دارد [۸]. همچنین تفت دادن و پردازش حرارتی می‌تواند منجر به تخریب مولکول‌های ساپونین شود که بر خواص حسی اثر گذار است [۹]. در این راستا مطالعات متعددی انجام شده است. کائور^۱ و همکاران (۲۰۱۸) قالب غذایی فشرده‌ای حاوی کینوا تولید نمودند و دانه‌ها را تحت عملیات حرارتی خشک قرار داده، در هاون کوبیده و آسیاب کردند. طبق نتایج مشخص شد که عملیات حرارتی خشک، منجر به کاهش رطوبت غلات، محتوای پروتئین خام، چربی و بتا کاروتن می‌شود [۱۰]. پادمشری^۲ و همکاران (۲۰۱۸) مطالعه‌ای بر روی نوترابار شکلاتی حاوی کینوای تفت داده انجام دادند و از دو بسته‌بندی پلی‌پروپیلن و پلی‌استر متالیزه شده جهت نگهداری و ارزیابی ماندگاری نمونه‌ها استفاده کردند. نتایج نشان داد که سختی نمونه‌ها به ویژه نمونه‌های بسته‌بندی شده در پلی‌استر متالیزه، در طول نگهداری به طور قابل توجهی افزایش یافت [۱۱]. سویرامانی^۳ و همکاران (۲۰۲۰)، اسنک‌بارهای حاوی کینوا پف کرده در طعم‌های شیرین، تند و دارای روکش شکلاتی را بررسی نمودند. فرآیند پف کردن ضمن کاهش رطوبت دانه و از بین بردن میکروب‌ها و افزایش ماندگاری، هضم پروتئین را بهبود بخشیده و موجب از بین بردن ترکیبات ضد تغذیه‌ای می‌شود [۱۲]. بوشکار^۴ و همکاران (۲۰۲۱) قالب غذایی فشرده‌ای حاوی کینوا و آرد سویای بدون چربی تهیه نمودند. نتایج نشان داد که نمونه قالب فشرده حاوی کینوا و ۲۰ درصد آرد سویا بدون چربی بیشترین امتیازات را کسب کرد [۱۳].

1- Kaur

2- Padmashree

3- Subramani

4- Bawachkar

و در فر پخت آزمایشگاهی دیجیتال سیرکولاسیون (مدل Binder ساخت کشور آلمان) با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ دقیقه قرار گرفت. سپس نمونه به صورت قالب‌های مستطیلی به وزن ۲۵ گرم و اندازه (۹×۳×۱ سانتی‌متر) برش داده شد و در یک فیلم انعطاف‌پذیر، بسته‌بندی و در دمای اتاق برای انجام آزمایشات فیزیکوشیمیایی و ارزیابی حسی و نیز در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد (مدل VELP ساخت کشور ایتالیا) برای سنجش فعالیت آبی و بافت به مدت دو هفته، نگهداری شد. در این پژوهش نوع آرد کینوا (آرد خام، پرک و تفت داده) و نسبت آرد کینوا و برنج، مطابق با جدول ۲ متغیر بود. لازم به ذکر است که آرد برنج پیش از تهیه نمونه‌ها، در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ تا ۱۲ دقیقه تحت عملیات حرارتی خشک قرار گرفت [۱۴].

Table 1- The percentage of compounds used in the preparation of samples (control sample).

Samples ingredients		Each one's percentage	Total percentage
Dry ingredient (%)	Quinoa flour	45	45
	Glucose syrup	26	
	Crystal sugar	14	
	Maltodextrin	5	
Agglutination syrup ingredients (%)	Sunflower oil	4	55
	Soybean lecithin	2.5	
	Water	2.5	
	Rose water	1	

بنابراین با توجه به اهمیت ارزش غذایی قالب‌های فشرده و تأثیر فراوری غلات و شبه غلات بر ویژگی‌های تغذیه‌ای فراورده نهایی، هدف از این مطالعه بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی قالب‌های غذایی فشرده حاوی آرد کینوای خام و یا فراوری شده به روش‌های پرک کردن و تفت دادن و تأثیر جایگزینی صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد از آرد کینوا با آرد برنج به علت نقش آن در بهبود بافت و طعم فراورده، بر این ویژگی‌ها بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد کینوای سفید تی‌تی‌کاکا^۱ (رطوبت ۸/۳۶ درصد، چربی ۳/۹ درصد، پروتئین ۱۳/۱۱ درصد و خاکستر ۲/۲۵۱ درصد)، پرک کینوای سفید، آرد برنج سفید ایرانی (رطوبت ۹/۱۶ درصد، چربی ۲/۲ درصد، پروتئین ۸/۷۳۶ درصد و خاکستر ۰/۳۷۶ درصد)، روغن آفتابگردان، مالتودکستین، لسیتین سویا، شربت گلوکز، شکر و گلاب از فروشگاه‌های سطح شهر مشهد و نیز کلیه مواد شیمیایی آزمایشگاهی از شرکت‌های معتبر تهیه شدند. آب مورد نیاز نیز از طریق آب تصفیه شده تأمین گردید.

۲-۲- روش تهیه نمونه‌ها

ترکیبات خشک فرمولاسیون (نمونه شاهد) شامل آرد کینوا و ترکیبات شربت اتصال‌دهنده شامل روغن آفتابگردان، شکر، آب، مالتودکستین، لسیتین، شربت گلوکز و گلاب در جدول ۱ آورده شده است. ابتدا تمامی مواد توزین شد و ترکیبات شربت اتصال‌دهنده با هم مخلوط شدند و با هم زدن مداوم تحت حرارت قرار گرفتند تا جرمی الاستیک بدست آمد. سپس مواد خشک به این شربت اتصال‌دهنده در دمای تقریبی ۹۵ درجه سانتی‌گراد اضافه و به خوبی با آن مخلوط شد تا توده‌ای همگن شکل گرفت. در نهایت در قالب فولادی ضد زنگ به ضخامت ۱ سانتی‌متر ریخته شد

1- Titicaca

Table 2- Treatments obtained from different proportions of quinoa flour and rice flour (dry ingredients of samples)

Treatments	Type of quinoa flour	Quinoa flour (%) - Rice flour (%)
1	Raw	100-0
2		85-15
3		70-30
4	Flaked	100-0
5		85-15
6		70-30
7	Roasted	100-0
8		85-15
9		70-30

سانتی گراد، طی دو هفته (یک روز و دو هفته پس از تولید) اندازه گیری شد [۲ و ۱۷].

۲-۷- بافت

بافت نمونه ها با استفاده از دستگاه Texture Analyzer (مدل TA PLUS کشور آمریکا) برای نمونه های نگهداری شده در دو دمای ۲۵ و ۳۷ درجه سانتی گراد، طی دو هفته (یک روز پس از تولید و دو هفته پس از تولید) اندازه گیری شد. به منظور ارزیابی میزان سفتی بافت نمونه ها، آزمون برش (Cutting/Shearing) با استفاده از پروب تیغه ای دستگاه بافت سنج (HDP/BSK) و مشخصات لودسل ۱۰۰ نیوتن، حداکثر برش در ۱۰ میلی متر و سرعت آزمون ۱ میلی متر بر ثانیه انجام شد [۱۰ و ۱۷].

۲-۸- رنگ

رنگ نمونه ها با استفاده از دستگاه هانتربل ارزیابی شد و شاخص های رنگی L^* ، a^* و b^* بدست آمد [۱۸].

۲-۹- ویژگی های حسی

به منظور ارزیابی ویژگی های حسی، ۱۰ داور از پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد انتخاب شدند. خصوصیات حسی نمونه ها از قبیل فرم و شکل، سطح (سوخستگی، رنگ غیرطبیعی، چین و چروک، ترک خوردگی و سطح غیر عادی)، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه، برای همه نمونه ها با استفاده از

۲-۳- فراوری کینوا

پرک کینوا به صورت آماده تهیه و با استفاده از دستگاه آسیاب نیمه صنعتی (مدل PX-MFC90D ساخت کشور آلمان) موجود در پایلوت تحقیقاتی جهاد دانشگاهی مشهد به آرد (رطوبت ۸/۰۶ درصد، چربی ۳/۶۷ درصد، پروتئین ۱۷/۱ درصد و خاکستر ۱/۹۵۳ درصد) تبدیل شد. برای تهیه آرد تفت داده کینوا نیز نمونه ای آرد خام خریداری شده، در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ دقیقه در یک ظرف چدنی در فر آزمایشگاهی حرارت داده شدند. آرد حاصله دارای رطوبت ۶/۵۶ درصد، چربی ۳/۴۶ درصد، پروتئین ۶/۸۲۶ درصد و خاکستر ۲/۴۷ درصد بود [۱۰].

۲-۴- پروتئین

ارزیابی پروتئین نمونه های تولیدی با استفاده از روش AACC (۲۰۰۳) - کج لیدال انجام شد [۱۵].

۲-۵- خاکستر

خاکستر با استفاده از استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۵۷۷ اندازه گیری شد [۱۶].

۲-۶- فعالیت آبی

فعالیت آبی با استفاده از دستگاه سنجش فعالیت آبی برای نمونه های نگهداری شده در دمای ۲۵ و ۳۷ درجه

مقدار پروتئین آن حدوداً ۳۰ درصد افزایش یافت [۱۹]. نمونه‌های تولید شده با آرد خام و تفت داده کینوا از نظر میزان پروتئین تفاوت آماری معناداری نشان ندادند ($P < 0.05$). با این حال فرآیند تفت دادن آرد کینوا موجب کاهش پروتئین آن نسبت به آرد خام شد. علت کمتر بودن میزان پروتئین نمونه‌های تهیه شده با آرد تفت داده کینوا نسبت به نمونه‌های تهیه شده با آرد خام آن، از بین رفتن مقداری از محتوای غیرپروتئینی و دنا توره شدن پروتئین در اثر عملیات حرارتی خشک است [۱۰]. از طرفی پروتئین نمونه‌ها با افزایش درصد جایگزینی آرد کینوا با برنج کاهش یافت که علت آن پروتئین کمتر آرد برنج نسبت به آرد کینوا است. طبق نتایج بدست آمده از پژوهش پنجه (۱۳۹۸)، افزایش مقدار آرد کینوا در مقایسه با گندم سیاه، آمارانت و برنج در فرمولاسیون، موجب افزایش بیشتر در محتوای پروتئینی نمونه‌ها گردید که این نتایج با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد [۲۰]. جلدانی و همکاران (۱۳۹۶) نیز در تحقیق خود با بررسی تأثیر افزودن آرد کامل کینوا و صمغ زانتان به نان بربری به این نتیجه رسیدند که میزان پروتئین در نمونه‌ها به طور معناداری ($P < 0.05$) افزایش یافته است [۲۱].

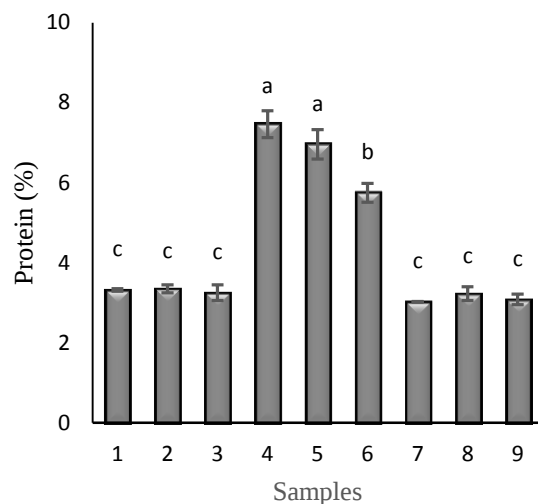


Figure 1- The effect of different types of quinoa flour and rice flour levels on the protein content of produced samples.

روش امتیاز بندی کلی حاصل از ضرب امتیازات داده شده به شاخص‌های حسی در ضرایب مربوط به هر یک از ویژگی‌ها (فرم و شکل (۴)، سطح (۲)، سفتی و نرمی بافت (۲)، قابلیت جویدن (۳) و بو و مزه (۳)) و مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱: بسیار بد، ۲: بد، ۳: متوسط، ۴: خوب، ۵: بسیار خوب) ارزیابی گردید [۱۸]. در انتها با داشتن این معلومات، امتیاز پذیرش کلی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد که در آن Q پذیرش کلی، P ضریب مربوط به هر ویژگی و G امتیاز کسب شده از داوران مربوط به آن ویژگی است:

$$Q = \frac{\sum(P \times G)}{\sum P} \quad \text{رابطه ۱}$$

۲-۱۰- آنالیز آماری

آنالیز آماری داده‌ها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی بر پایه فاکتوریل ۲ عامله (عامل اول: نوع آرد کینوا، عامل دوم: سطوح متفاوت آرد برنج) انجام شد. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم‌افزار Mini-Tab نسخه ۲۱ در سطح معنی‌داری ۵ درصد، مقایسه میانگین‌ها با روش توکی و ترسیم شکل‌ها با نرم‌افزار MS-Office Excel نسخه ۲۰۱۳ صورت گرفت. همه آزمون‌ها در دو تکرار انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- پروتئین

شکل ۱ نشان‌دهنده تأثیر نوع آرد کینوا (خام، پرک و تفت داده شده) و سطوح متفاوت آرد برنج (صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد) استفاده شده در فرمولاسیون، بر پروتئین نمونه‌های تولیدی است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد نمونه‌ی تولید شده حاوی آرد پرک و فاقد آرد برنج (تیمار ۴) بیشترین مقدار پروتئین را داشت. گویر^۱ و همکاران (۲۰۱۶) از پرک کینوا در تولید نان استفاده کردند. در پژوهش آن‌ها مقدار پروتئین پرک کینوا ۱۳/۳۲ درصد بدست آمد و با جایگزینی پرک کینوا به جای آرد گندم در فرمولاسیون نان،

و فاقد آرد برنج، بیشترین و تیمار ۶ حاوی آرد پرک کینوا و ۳۰ درصد آرد برنج کمترین مقادیر خاکستر را نشان دادند.

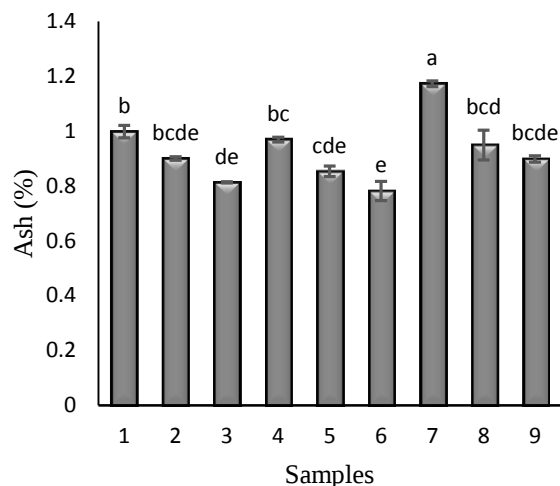


Figure 2 - The effect of different types of quinoa flour and rice flour levels on the ash content of produced samples.

Different letters represent significant difference from one another ($p < 0.05$).

۳-۳- فعالیت آبی و بافت

جدول ۳ بیانگر تأثیر نوع آرد کینوا (خام، پرک و تفت داده شده) و سطوح متفاوت آرد برنج (صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد) بر مقدار فعالیت آبی و سفتی بافت نمونه‌های تولیدی نگهداری شده در دو دمای ۲۵ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد است که یک روز و دو هفته پس از تولید، ارزیابی شده است. نتایج نشان داد که نوع آرد کینوای استفاده شده در تولید قالب غذایی فشرده، بر میزان فعالیت آبی و بافت نمونه‌ها طی دو هفته نگهداری در هر دو دما تأثیر داشته است. به گونه‌ای که نمونه‌های تولید شده با آرد خام کینوا، فعالیت آبی بیشتری از نمونه‌های تولید شده با آرد پرک و آن‌ها نیز بیشتر از نمونه‌های تولید شده با آرد تفت داده کینوا نشان دادند. این اختلاف در مقدار فعالیت آبی نمونه‌ها با مقدار رطوبت آرد کینوا مرتبط است و همان‌طور که رطوبت آرد خام بالاتر و

Different letters represent significant difference from one another ($p < 0.05$).

۳-۲- خاکستر

شکل ۲ نشان‌دهنده تأثیر نوع آرد کینوا (خام، پرک و تفت داده شده) و سطوح متفاوت آرد برنج (صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد) بر میزان خاکستر نمونه‌های تولیدی است. طبق نتایج بدست آمده، نوع آرد کینوا تأثیر معناداری ($p < 0.05$) بر میزان خاکستر نمونه‌ها داشت، به طوری که نمونه‌های حاوی آرد تفت داده بیشترین و نمونه‌های حاوی آرد خام کمترین میزان خاکستر را داشتند. شیخعلی‌پور (۱۳۹۴) در پژوهش خود با مقایسه‌ی خاکستر دانه‌ی ماشک خام، پرک شده، تفت داده شده و ماکروویو شده به این نتیجه رسید که اختلاف بین خاکستر نمونه‌ها معنادار نیست با این حال ابتدا دانه‌های ماکروویو شده، سپس دانه‌های تفت داده و خام و پس از آن دانه‌های پرک شده به ترتیب بیشترین مقدار خاکستر را داشتند [۲۲]. همچنین با افزایش جایگزینی آرد کینوا با آرد برنج به طور معناداری ($p < 0.05$) از میزان خاکستر نمونه‌ها کاسته شده است. علت این امر را می‌توان به محتوای بالاتر خاکستر در آرد کینوا در مقایسه با آرد برنج نسبت داد. حقایق و صالحی (۱۳۹۶) نیز در تحقیق خود به نتایج مشابهی دست یافتند. آن‌ها با بررسی تولید کلوچه‌ی بدون گلوتن با افزودن مقادیر مختلفی از آرد گندم سیاه، آمارانت و کینوا دریافتند که افزایش در مقدار هر سه شبه‌غله موجب افزایش در مقدار خاکستر نمونه‌ها شد [۲۳]. جلدانی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود بر روی بهینه‌یابی فرمول کیک بدون گلوتن حاوی آرد برنج، کینوا و برگ گیاه خرفه، به این نتیجه رسیدند که استفاده از آرد کامل کینوا موجب افزایش میزان خاکستر در فراورده می‌شود و علت آن را وجود املاح معدنی بالاتر در سیوس نسبت به سایر قسمت‌های دانه دانستند [۲۴]. به این ترتیب مطابق نتایج بدست آمده، تیمار ۷ حاوی آرد تفت داده کینوا

رطوبت آرد پرک و تفت داده به علت فراوری انجام شده، پایین‌تر بدست آمدند، فعالیت آبی تیمارهای تهیه شده هم متناظر با نوع آرد به کار رفته تغییر کرد. بر این اساس نمونه‌های تولید شده با آرد خام کینوا میزان سفتی بافت کمتری نسبت به نمونه‌های حاوی آرد پرک و آن‌ها نیز سفتی بافت کمتری نسبت به نمونه‌های حاوی آرد تفت داده کینوا طی دو هفته نگهداری در هر دو دما نشان دادند. علت این اختلاف را نیز می‌توان به محتوای پایین‌تر رطوبت در آرد تفت داده شده نسبت به آرد پرک و خام کینوا در نتیجه‌ی فرآیند حرارتی تفت دادن نسبت داد. روتشیلد^۱ و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهش خود بر روی تأثیر تفت دادن کینوا بر ویژگی‌های کیک به این نتیجه رسیدند که استفاده از آرد تفت داده کینوا در دمای ۱۷۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ دقیقه، منجر به افزایش سفتی بافت در نتیجه‌ی کاهش رطوبت نمونه‌ها شده است [۲۵]. از طرفی با افزایش جایگزینی آرد کینوا با آرد برنج در سطوح صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد، سفتی بافت نمونه‌ها افزایش و مقدار فعالیت آبی نمونه‌ها کمی کاهش یافت. علت استفاده از آرد برنج در فرمولاسیون عملکرد نشاسته آن است که با ژلاتینه شدن به عنوان پر کننده عمل می‌کند. حداکثر ژلاتینه شدن نشاسته برنج در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد که موجب انسجام بافت در فراورده نهایی می‌گردد و در این پژوهش در مرحله پخت نمونه‌ها در فر اتفاق افتاده است [۲۶]. همچنین آرد کینوا به دلیل ظرفیت اتصال آب موجب نرمی بافت می‌شود. تعداد زیاد گروه‌های هیدروکسیل موجود در مولکول‌های فیبر موجب افزایش جذب آب شده و اجازه‌ی تعامل بیشتر به آب از طریق پیوندهای هیدروژنی را می‌دهد [۲۷]. نتایج پژوهش بورسوا^۲ و همکاران (۲۰۱۷) نیز مشابه با نتایج بدست آمده در این تحقیق بود. آن‌ها در مطالعه بر روی نان بدون گلوتن بر پایه‌ی آرد برنج دریافتند که با

افزایش میزان کینوا بافت نان به طور معناداری نرم‌تر شد [۲۸].

تیمار ۱ (حاوی آرد خام کینوا و فاقد آرد برنج) که پس از یک روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مقدار فعالیت آبی آن سنجیده شد، بالاترین و تیمار ۸ حاوی آرد تفت داده کینوا و ۱۵ درصد آرد برنج که مقدار فعالیت آبی آن پس از دو هفته نگهداری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد ارزیابی شد، پایین‌ترین فعالیت آبی را در بین نمونه‌ها نشان دادند. همچنین فعالیت آبی همه‌ی نمونه‌های نگهداری شده در هر دو دما، با گذشت زمان کاهش یافته است و مقادیر فعالیت آبی برای نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد کمتر از مقادیر فعالیت آبی نمونه‌های نگهداری شده در ۲۵ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. علت این امر، تأثیر دما و زمان نگهداری در تبدلات رطوبتی نمونه و فضای داخل بسته‌ها می‌باشد. با گذشت زمان، تبدلات رطوبت بین نمونه و محیط بسته، موجب کاهش فعالیت آبی نمونه گشته است. همچنین با افزایش دما، تبدلات رطوبتی بین نمونه و محیط بسته، افزایش و رطوبت نمونه‌ها کاهش یافت [۲۹]. ثنائی‌فرد (۱۳۸۸) در پژوهش خود بر روی جیره‌های غذایی انرژی‌زا، اثر زمان نگهداری بر فعالیت آبی نمونه‌ها را بررسی نمود و به نتایج مشابهی دست یافت. وی علت کاهش فعالیت آبی را در طول زمان علاوه بر تبدلات رطوبتی نمونه با محیط داخل بسته، واکنش‌های مربوط به ترکیبات تشکیل‌دهنده‌ی نمونه‌ها دانست. به عنوان مثال جذب آب توسط ترکیبات جاذب رطوبت و گسترش آب تک‌لایه و یا تغییر در خاصیت جذب آب به علت تبدیل فرم‌های کریستالی اجزای تشکیل‌دهنده به یکدیگر را از جمله عوامل مؤثر بر کاهش فعالیت آبی نمونه‌ها عنوان کرد [۸]. فعالیت آبی ماده غذایی بر قهوه‌ای شدن آنزیمی و غیرآنزیمی، رشد میکروبی، اکسیداسیون چربی و خواص فیزیکی مانند بافت تأثیرگذار است. در فعالیت آبی کمتر از ۰/۶ ماده غذایی در برابر رشد

1 -Rothschild
2 -Burešová

میکروب‌ها مقاوم است [۲۹]. معمولاً حداکثر قهوه‌ای شدن در فعالیت آبی بین ۰/۶ تا ۰/۷ و حداکثر اکسیداسیون چربی‌ها در فعالیت آبی ۰/۱ تا ۰/۳ صورت می‌گیرد. همچنین اکثر آنزیم‌ها در فعالیت آبی کمتر از ۰/۸۵ بی‌اثر هستند. در صورتی که لیپازها می‌توانند تا فعالیت آبی ۰/۳ یا حتی ۰/۱ فعال باشند [۲۶]. بیشترین مقدار فعالیت آبی نمونه‌ها در این پژوهش ۰/۶ بدست آمد که با توجه به آنچه ذکر شد، واکنش‌های آنزیمی، قهوه‌ای شدن و اکسیداسیون در نمونه‌های تولید شده حداقل است.

با مقایسه‌ی مقادیر سفتی بافت بدست آمده برای نمونه‌ها که طی دو هفته نگهداری در دو دمای ۲۵ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد بدست آمد و در جدول ۳ نمایش داده شده است، مشخص شد که تیمار ۱ حاوی آرد خام کینوا و فاقد آرد برنج که پس از یک روز نگهداری در ۳۷ درجه سانتی‌گراد با دستگاه بافت‌سنج میزان سفتی بافت آن ارزیابی شد، کمترین و تیمار ۹ حاوی آرد تفت داده کینوا و ۳۰ درصد آرد برنج که دو هفته پس از تولید و نگهداری در ۳۷ درجه سانتی‌گراد بافت آن سنجش شد، بیشترین سفتی بافت را نشان دادند. مقادیر سفتی بافت نمونه‌ها در هر دو دما با

گذشت زمان افزایش یافته است که علت آن را می‌توان به واکنش‌های آنزیمی، تغییر در رطوبت نمونه‌ها و یا واکنش‌هایی در پلیمرهای غذایی که موجب پیوند عرضی و سخت‌تر شدن بافت می‌شوند، نسبت داد [۲۹]. همچنین مقادیر سفتی بافت نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد یک روز پس از تولید، نسبت به مقادیر بدست آمده برای نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد یک روز پس از تولید، کمتر بودند و بافت نرم‌تری داشتند. حال آن که با گذشت زمان و مقایسه‌ی مقادیر بدست آمده برای نمونه‌های نگهداری شده در این دو دما، نتایج حاکی از سفت‌تر بودن بافت نمونه‌های نگهداری شده در ۳۷ درجه سانتی‌گراد در هفته‌ی دوم بود. کمتر بودن مقادیر سفتی بافت بدست آمده برای نمونه‌های نگهداری شده در ۳۷°C نسبت به ۲۵°C یک روز پس از تولید، مربوط به دمای بالاتر نگهداری است که در ابتدا موجب نرم‌تر شدن بافت شده اما با گذشت زمان و تسریع در افزایش تبادلات رطوبتی به علت دمای بالاتر نگهداری، موجب سفتی بافت بیشتر شده است.

Table 3- The effect of different types of quinoa flour and rice flour levels on water activity and texture of produced samples during storage them at 25 and 37°C.

Treatments	Type of Quinoa Flour	Rice Flour (%)	Water activity			
			25°C		37°C	
			One day after production	Two weeks after production	One day after production	Two weeks after production
1	Raw	0	0.60±0.00 ^a	0.59±0.00 ^a	0.59±0.00 ^a	0.58±0.01 ^a
2	Raw	15	0.59±0.01 ^a	0.58±0.01 ^a	0.59±0.04 ^a	0.56±0.01 ^{ab}
3	Raw	30	0.59±0.02 ^a	0.56±0.02 ^a	0.58±0.01 ^a	0.54±0.02 ^{ab}
4	Flaked	0	0.60±0.01 ^a	0.57±0.00 ^a	0.59±0.01 ^a	0.56±0.01 ^{ab}
5	Flaked	15	0.57±0.00 ^a	0.55±0.00 ^a	0.57±0.00 ^a	0.53±0.00 ^{ab}
6	Flaked	30	0.57±0.02 ^a	0.55±0.02 ^a	0.58±0.01 ^a	0.53±0.00 ^{ab}
7	Roasted	0	0.54±0.02 ^a	0.54±0.02 ^a	0.52±0.02 ^a	0.51±0.01 ^{ab}
8	Roasted	15	0.54±0.01 ^a	0.53±0.01 ^a	0.50±0.03 ^a	0.48±0.02 ^b
9	Roasted	30	0.53±0.01 ^a	0.50±0.00 ^a	0.53±0.01 ^a	0.51±0.00 ^{ab}

Treatments	Type of Quinoa Flour	Rice Flour (%)	Texture			
			25°C		37°C	
			One day after	Two weeks after	One day after	Two weeks after

			production	production	production	production
1	Raw	0	2.28±0.62 ^a	3.26±1.46 ^b	2.02±0.67 ^c	3.85±0.94 ^b
2	Raw	15	6.42±3.62 ^a	7.45±0.95 ^{ab}	3.50±1.69 ^{bc}	7.57±1.00 ^{ab}
3	Raw	30	9.31±2.13 ^a	8.88±0.50 ^{ab}	4.23±0.61 ^{abc}	9.46±1.88 ^{ab}
4	Flaked	0	3.77±0.61 ^a	4.84±1.011 ^{ab}	3.09±0.58 ^{bc}	5.46±3.47 ^b
5	Flaked	15	7.80±0.45 ^a	8.41±1.24 ^{ab}	4.74±1.44 ^{abc}	8.98±1.92 ^{ab}
6	Flaked	30	9.67±0.84 ^a	10.89±0.74 ^{ab}	8.32±2.33 ^{abc}	9.71±0.95 ^{ab}
7	Roasted	0	9.02±0.30 ^a	9.10±3.55 ^{ab}	3.37±1.00 ^{bc}	9.35±0.72 ^{ab}
8	Roasted	15	11.11±3.08 ^a	12.11±2.84 ^{ab}	9.71±0.82 ^{ab}	11.81±1.02 ^{ab}
9	Roasted	30	11.97±1.93 ^a	13.43±1.13 ^a	11.50±1.60 ^a	14.67±0.75 ^a

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p < 0.05$).

۳-۴- رنگ

جای آرد کینوا رنگ فراورده روشن‌تر شده و شاخص L^*

افزایش یافته است. علت تیره‌تر بودن نمونه‌های دارای درصد بالاتر آرد کینوا، حضور قند احیا نظیر گلوکز و نیز اسیدهای آمینه‌ای همچون لیزین در آرد کینوا است که در طی فرآیند پخت موجب واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی شده و رنگ را تیره می‌کند. از طرفی حضور رنگدانه‌ی بتالانین در آرد کینوا موجب تیرگی رنگ فراورده می‌شود. مؤذنی اسفنجانی (۱۳۹۶) در پژوهش خود حضور درصد بالاتر آرد کینوا در فرمولاسیون نان تولید شده را دلیل بر تیره‌تر شدن رنگ سطح فراورده دانسته است که ناشی از وجود فیبر و سبوس زیاد در آرد کینوا است و با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد [۲۷]. افزایش جایگزینی آرد برنج به جای کینوا همچنین موجب کاهش a^* و افزایش b^* نمونه‌ها شد. کاهش قرمزی در نمونه‌ها (مؤلفه‌ی a^*) با افزایش آرد برنج و کاهش آرد کینوا، ناشی از حضور رنگدانه‌ی بتالانین در آرد کینوا و وقوع واکنش میلارد است [۳۱]. افزایش b^* نمونه‌ها را نیز می‌توان با ماهیت زرد رنگ آرد کینوا نسبت به آرد برنج (دارای رنگ سفید) مرتبط دانست. به این ترتیب تیمار ۶، حاوی آرد پرک کینوا و ۳۰ درصد آرد برنج، بیشترین میزان روشنایی یعنی مؤلفه‌ی L^* و تیمار ۷، حاوی آرد تفت داده کینوا و فاقد آرد برنج کمترین میزان L^* را نشان دادند. همچنین تیمار ۷، بیشترین a^* و کمترین b^* و تیمار ۳ حاوی آرد خام کینوا و ۳۰ درصد آرد برنج، کمترین a^* و بیشترین b^* را نشان دادند.

جدول ۴ نشان‌دهنده‌ی تأثیر نوع آرد کینوا (خام، پرک و تفت داده شده) و سطوح متفاوت آرد برنج (صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد) بر مؤلفه‌های رنگی نمونه‌های تولیدی است. طبق نتایج بدست آمده، استفاده از آرد تفت داده کینوا به طور معناداری ($p < 0.05$) موجب کاهش مؤلفه رنگی L^* و تیره‌تر شدن رنگ نمونه‌ها شد. در حالی که اختلاف روشنایی رنگ بین نمونه‌های تولید شده با آرد خام و پرک معنادار نبود ($p < 0.05$). همچنین شاخص a^* نمونه‌ها با اعمال حرارت افزایش و شاخص b^* ، کاهش یافت و تیمارهای تهیه شده با آرد کینوای تفت داده دارای بالاترین میزان a^* و پایین‌ترین میزان b^* بودند. کریمی عبدالملکی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود بر روی تأثیر استفاده از آرد نخود خام و حرارت دیده بر ویژگی‌های کیفی کیک به این نتیجه رسیدند که با اعمال حرارت، شاخص L^* کاهش یافت و با افزایش دما و زمان تیمار از شدت روشنایی کیک کاسته شد. به علاوه در پژوهش آن‌ها شاخص a^* نیز افزایش معنی‌داری نسبت به نمونه‌های تیمار نشده نشان داد اما شاخص b^* نمونه‌های تولیدی پژوهش آن‌ها با اعمال حرارت بر روی آرد نخود بر خلاف نتیجه‌ی بدست آمده از این پژوهش، افزایش یافت [۳۰]. از سوی دیگر افزایش درصد آرد برنج در فرمولاسیون و جایگزینی آن با صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد از آرد کینوا موجب تغییراتی در مؤلفه‌های رنگی نمونه‌ی تولیدی شد. به گونه‌ای که با افزایش جایگزینی آرد برنج به

Table 4- The effect of different types of quinoa flour and rice flour levels on color of produced samples

Treatments	Type of Quinoa Flour	Rice Flour (%)	L*	a*	b*
1	Raw	0	32.99±0.46 ^b	7.58±0.04 ^c	27.51±0.38 ^{ab}
2	Raw	15	34.55±0.21 ^{ab}	7.43±0.07 ^c	27.98±0.87 ^{ab}
3	Raw	30	36.21±0.55 ^{ab}	7.21±0.02 ^c	31.54±0.10 ^a
4	Flaked	0	34.09±1.23 ^{ab}	7.87±0.04 ^{bc}	25.51±0.70 ^{ab}
5	Flaked	15	35.77±0.06 ^{ab}	7.60±0.32 ^c	25.54±1.49 ^{ab}
6	Flaked	30	37.48±0.13 ^a	7.30±0.13 ^c	27.76±0.66 ^{ab}
7	Roasted	0	27.60±1.21 ^c	9.33±0.05 ^a	22.06±0.72 ^b
8	Roasted	15	32.63±0.27 ^b	8.89±0.025 ^a	24.11±2.61 ^b
9	Roasted	30	33.50±0.61 ^b	8.73±0.29 ^{ab}	27.35±0.95 ^{ab}

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p < 0.05$).

تیمارهای ۴ و ۵ بیشترین و تیمارهای ۲ و ۳ کمترین امتیاز سطح را کسب کرده‌اند. بنابراین استفاده از آرد پرک کینوا تأثیر مثبتی بر امتیاز سطح نمونه‌ها داشته است. بررسی نتایج بدست آمده از ارزیابی سفتی و نرمی بافت نمونه‌ها نشان داد که نمونه‌های تولید شده با آرد پرک کینوا بیشترین امتیاز را کسب کرده‌اند. در حالی که سطوح متفاوت آرد برنج به کار رفته در فرمول نمونه‌های تولیدی تأثیری بر میزان پذیرش از نظر سفتی و نرمی بافت نداشته است. در عین حال نمونه‌های حاوی ۳۰ درصد آرد برنج از مقبولیت بالاتری برخوردار بودند. در نهایت نمونه‌ی حاوی آرد پرک کینوا و ۳۰ درصد آرد برنج، بیشترین امتیاز سفتی و نرمی بافت را کسب کرده است. با توجه به ارزیابی دستگاهی بافت نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) و مقایسه با نتایج ارزیابی حسی، مشخص شد که نمونه‌ها با سفتی بافت متوسط (حاوی آرد پرک کینوا و ۳۰ درصد آرد برنج) امتیاز پذیرش حسی بالاتری کسب کردند و ارزیابان حسی به نمونه‌هایی با بافت نرم‌تر (نمونه‌ی حاوی آرد خام کینوا و فاقد آرد برنج) و یا خیلی سفت (نمونه حاوی آرد تفت داده کینوا و ۳۰ درصد آرد برنج) تمایل کمتری نشان دادند. قابلیت جویدن نیز ارتباط نزدیکی با ویژگی سفتی و نرمی بافت دارد و طبق نتایج بدست آمده نمونه‌ی حاوی آرد پرک کینوا و ۳۰ درصد آرد برنج

۳-۵- ویژگی‌های حسی

ویژگی‌های حسی نمونه‌های تولید شده در این پژوهش از جنبه‌های مختلفی همچون فرم و شکل، سطح، بافت، قابلیت جویدن، بو و مزه و در نهایت پذیرش کلی توسط ۱۰ نفر بررسی شدند و نتایج بدست آمده در جدول ۵ نشان داده شده است. طبق این نتایج فراوری آرد کینوا نقش مؤثری در پذیرش و افزایش مقبولیت نمونه‌ها داشته است. تیمارهای تهیه شده با آرد خام کینوا امتیاز فرم و شکل پایین‌تری نسبت به تیمارهای فراوری شده نشان دادند که علت آن را می‌توان به ارتباط تنگاتنگ فرم و شکل ماده غذایی به بافت آن نسبت داد. نمونه‌های تهیه شده با آرد خام طبق نتایج بدست آمده از این پژوهش بافت نرم‌تری داشتند و هنگام برش نسبت به سایر تیمارها، اندکی دچار تغییر شکل شدند که با توجه به ماهیت نمونه موجب کاهش امتیاز فرم و شکل آن شده است. میزان جایگزینی آرد کینوا با آرد برنج تأثیر قابل توجهی بر پذیرش نمونه‌ها از نظر فرم و شکل نشان نداد. به این ترتیب نمونه‌ی تولید شده با آرد پرک کینوا و ۱۵ درصد آرد برنج، بالاترین و نمونه تولید شده با آرد خام کینوا در غیاب آرد برنج، پایین‌ترین امتیاز فرم و شکل را از آن خود کردند. سطح نمونه‌ها به لحاظ سوختگی، رنگ غیر طبیعی، چین و چروک، ترک خوردگی و سطح غیر عادی بررسی شدند. نتایج حاکی از آن بود که

پایه‌ی آرد برنج و کینوا انجام داد نیز به کاهش امتیاز عطر و بو در نتیجه‌ی افزایش آرد کینوا در فرمول پی برد [۲۷]. علت این امر را می‌توان به عطر و طعم خاص کینوا نسبت داد. بنابراین تیمارهای ۶ و ۹ (نمونه‌های تولید شده حاوی آرد پرک و تفت داده کینوا و ۳۰ درصد آرد برنج) بیشترین و نمونه‌ی حاوی آرد خام کینوا و فاقد آرد برنج کمترین امتیاز بو و مزه را از داوران دریافت کردند. در نهایت طبق نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی نمونه‌ها، مشخص شد که تیمار ۶ (حاوی آرد پرک کینوا و ۳۰ درصد آرد برنج) بیشترین و تیمار ۱ (حاوی آرد خام کینوا و فاقد آرد برنج) کمترین امتیاز پذیرش کلی را کسب نمودند.

بیشترین امتیاز قابلیت جویدن را به خود اختصاص داد. نوع آرد کینوا و سطوح متفاوت آرد برنج در فرمولاسیون تأثیر معناداری بر امتیازات بو و مزه داشته است. فراوری حرارتی بو و مزه نمونه‌ها را بهبود بخشیده و افزایش جایگزینی آرد برنج به جای آرد کینوا بر پذیرش حسی فراورده از لحاظ بو و مزه افزوده است. کریمی عبدالملکی و همکاران (۱۳۹۷) نیز با بررسی تأثیر استفاده از آرد نخود خام و حرارت‌دیده بر ویژگی‌های کیک دریافتند که با اعمال حرارت، امتیاز طعم افزایش یافت و حرارت موجب افزایش در ترکیبات مولد عطر و آرومای ایجاد شده طی واکنش میلارد شده است [۳۰]. مؤذنی اسفنجانی (۱۳۹۶) در پژوهشی که بر روی تولید نان بدون گلوتن فراسودمند بر

Table 5- The effect of different types of quinoa flour and rice flour levels on sensory properties of produced samples

Treatments	Type of Quinoa Flour	Rice Flour (%)	Form & Shape	Surface	Texture
1	Raw	0	3.90±0.70 ^a	4.20±0.60 ^a	3.70±0.78 ^a
2	Raw	15	4.00±0.63 ^a	3.90±0.53 ^a	3.60±0.01 ^a
3	Raw	30	4.10±0.70 ^a	3.90±0.53 ^a	4.00±0.63 ^a
4	Flaked	0	4.60±0.48 ^a	4.60±0.48 ^a	4.40±0.48 ^a
5	Flaked	15	4.70±0.45 ^a	4.60±0.48 ^a	4.10±0.70 ^a
6	Flaked	30	4.60±0.48 ^a	4.50±0.80 ^a	4.60±0.48 ^a
7	Roasted	0	4.50±0.50 ^a	4.40±0.48 ^a	4.30±0.45 ^a
8	Roasted	15	4.50±0.50 ^a	4.40±0.48 ^a	4.20±0.74 ^a
9	Roasted	30	4.30±0.64 ^a	4.20±0.60 ^a	4.10±0.70 ^a
Treatments	Type of Quinoa Flour	Rice Flour (%)	Chewiness	Odor & Taste	Overall acceptance
1	Raw	0	3.60±0.91 ^a	2.90±1.22 ^b	3.63±0.71 ^b
2	Raw	15	3.60±0.91 ^a	3.10±1.13 ^{ab}	3.64±0.64 ^b
3	Raw	30	3.90±0.70 ^a	3.60±0.80 ^{ab}	3.90±0.58 ^{ab}
4	Flaked	0	4.30±0.45 ^a	3.10±0.70 ^{ab}	4.18±0.43 ^{ab}
5	Flaked	15	4.20±0.60 ^a	3.80±0.74 ^{ab}	4.29±0.44 ^{ab}
6	Flaked	30	4.60±0.48 ^a	4.30±0.78 ^a	4.52±0.47 ^a
7	Roasted	0	4.30±0.45 ^a	3.70±0.90 ^{ab}	4.24±0.49 ^{ab}
8	Roasted	15	4.10±0.70 ^a	3.90±1.04 ^{ab}	4.24±0.55 ^{ab}
9	Roasted	30	4.00±0.77 ^a	4.30±0.64 ^a	4.19±0.50 ^{ab}

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p < 0.05$).

temperature processing. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, NL.

[6] Consumi, M., Tamasi, G., Bonechi, C., Andreassi, M., Leone, G., Magnani, A., Rossi, C., (2022). Effect of Flaking and Precooking Procedures on Antioxidant Potential of Selected Ancient Cereal and Legume Flours. *Foods*, 11, 1592, 1-18.

[7] Sarvari, S., Hosseinkhani, A., Taghizadeh, A., Janmohammadi, H., Mohammadzadeh, H., (2018). The effects of variety and roasting on physical characteristics and ruminal degradability of barley grain. *Journal of Animal Science Research*, 28(3), 47-63. (In Persian)

[8] Sanai Fard, H., (2009). Checking the quality of energy-generating food rations with long shelf life. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)

[9] Chandra, S., Dwivedi, P., Baig, M.M.V., Shinde, L.P., (2018). Importance of quinoa and amaranth in food security. *Journal of Agriculture and Ecology*, 5, 26-37.

[10] Kaur, R., Ahluwalia, P., Sachdev, P.A., Kaur, A., (2018). Development of gluten-free cereal bar for gluten intolerant population by using quinoa as major ingredient. *J food sci technol*, 1-8.

[11] Padmashree, A., Negi, N., Haridas, S., Govindaraj, T., Kumar, K.R.A., Semwal, A.D., Sharma, G.K., (2018). Development and Quality Evaluation of Choco Quinoa Nutri Bar during Storage. *Food and Nutrition Sciences*, 9, 899-914.

[12] Subramani, D., Tamilselvan, S., Murugesan, M., Shivaswamy M.S., (2020). Development of snack bars from puffed quinoa and its sensory evaluation. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 5(3), 30-33.

[13] Bawachkar, R.R., More, D.R., Alane, S.T., Praveen, B.R., Swami, A.M., (2021). Studies on Development, Sensory Evaluation and Nutritional Composition of Quinoa Bar. *Biological Forum – An International Journal*, 13(2): 314-319.

[14] Farinazzi-Machado, F.M.V., Barbalho, S.M., Oshiiwa, M., Goulart, R., Pessan Junior, O., (2012). Use of cereal bars with quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) to reduce risk factors related to cardiovascular diseases. *Food science and technology (Campinas)*, 32(2), 239-244.

[15] AACC (2003b). American Association of Cereal Chemists. Approved Method 08-03, 8th ed., St. Paul, MN, USA.

[16] Iran Institute of Standards and Industrial Research, second revision (2021). Breakfast

۴- نتیجه گیری

نتایج نشان دادند که فرآیند تفت دادن موجب کاهش پروتئین و افزایش خاکستر آرد کینوا شد در حالی که آرد پرک کینوا دارای بیشترین میزان پروتئین بود. همچنین این فرآیند منجر به کاهش فعالیت آبی نمونه‌ها و مؤلفه‌ی L^* و b^* و افزایش سفتی بافت قالب‌های غذایی فشرده شد. پرک کردن نیز موجب افزایش مؤلفه‌ی a^* و کاهش مؤلفه‌ی b^* نمونه‌ها گردید. از طرفی با افزودن آرد برنج به جای آرد کینوا از میزان پروتئین و خاکستر نمونه‌های تولیدی کاسته شد و سفتی بافت و روشنایی رنگ نمونه‌ها افزایش یافت اما بر کاهش فعالیت آبی اثر معنی‌داری نداشت ($p < 0.05$). طبق نتایج بدست آمده نمونه‌ی حاوی آرد پرک کینوا و ۳۰ درصد آرد برنج با ۵/۷۴ درصد پروتئین، ۰/۷۸۱ درصد خاکستر و میزان فعالیت آبی، سفتی بافت و رنگ مناسب و کسب بالاترین امتیازات حسی (فرم و شکل ۴/۶، سطح ۴/۵، سفتی بافت ۴/۶، قابلیت جویدن ۴/۶، بو و مزه ۴/۳ و پذیرش کلی ۴/۵) به عنوان بهترین نمونه این پژوهش معرفی می‌شود.

۵- منابع

[1] Hadi, V., Norouzy, A., Mazaheri Tehrani, M., Nematy, M., Hadi, S., (2018). Properties of compact food bars: a review study. *Journal of nutrition fasting and health*, 6(3), 125-131.

[2] Samakradhamrongthai, R.S., Jannu, T., Renaldi, G., (2021). Physicochemical properties and sensory evaluation of high energy cereal bar and its consumer acceptability. *Heliyon*, 7, 1-9.

[3] Rios, F., Lobo, M., Samman, N., (2018). Acceptability of beehive products as ingredients in quinoa bars. *Journal of the science of food and agriculture*, 98(1), 174-182.

[4] Taghizadeh, M., Akhoondzadeh, H., Zamani, Z., (2021). Study on physicochemical properties of Quinoa flour of three different varieties and the effect of pH on their functional characteristics. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 17(1), 13-27. (In Persian)

[5] Avila Ruiz, G., (2016). Exploring novel food proteins and processing technologies: A case study on quinoa protein and high pressure – high

- [24] Jaldani, Sh., Nasehi, B., Anvar, A., (2019). Formulation Optimization of Gluten-free Cake Based on Rice, Quinoa Whole Flour and Portulaca oleracea Powder Using Response Surface Methodology. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 13(4), 117-127.
- [25] Rothschild, J., Rosentrater, K. A., Onwulata, C., Singh, M., Menutti, L., Jambazian, P., Omary, M. B., (2015). Influence of quinoa roasting on sensory and physicochemical properties of allergen-free, gluten-free cakes. *Int J Food Sci Tech*, 50(8):1873-81.
- [26] Shomalnasab, S., (2009). Development of a Prototype High-Energy, Nutrient Dense Food Product for Emergency Relief. Master's thesis, Food Science and Technology, Isfahan University of Technology. (In Persian)
- [26] Moazeni Esfajani, M., (2017). Production of Functional Gluten-Free Bread Based on Rice and Quinoa Flours. Master's thesis, Food Science and Technology, Zanzan University. (In Persian)
- [28] Burešová, I., Tokár, M., Mareček, J., Hřivna, L., Faměra, O., & Šottníková, V., (2017). The comparison of the effect of added amaranth, buckwheat, chickpea, corn, millet and quinoa flour on rice dough rheological characteristics, textural and sensory quality of bread. *Journal of Cereal Science*, 75: 158-164.
- [29] Ziabakhsh Deilami, M., (2007). Investigating the possibility of preparing rescue food rations. Master's thesis, Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)
- [30] Karimi Abdolmaleki, N., Aalami, M., Ziaifar, A. M., Kashiri, M., Fathi, F., (2018). Effect of raw and heat-treated chickpea flour on quality characteristics of rice flour-based gluten-free cake. *Journal of Food Science and Technology*, 15(80), 281-292. (In Persian)
- [31] Moazeni, M., Zarringhalami, S., Ganjloo, A., (2018). Effect of barbari dough enrichment with quinoa whole flour on farinograph characteristics and bread quality. *Journal of Food Science research*, 28(4), 103-112. (In Persian)
- cereals - characteristics and test methods, No. 13577.
- [17] Gibbs, G., (2015). Accelerated shelf life of a health bar contained in different bio-based packaging materials. In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science, Packaging Science, Clemson University.
- [18] Takav, Z., (2016). Optimization of the Production and Shelf Life Evaluation of a Breakfast Cereal Enriched with Micro-Encapsulated Mixture of Omega-3 (ALA) and Alpha-Tocopherols. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Food Science and Technology, Islamic Azad University-Shahr-e- Qods Branch. (In Persian)
- [19] Gewehr, M. F., Danelli, D., Marchi de melo, L., Flores, S. H., Vogt de jong, E., (2016). Nutritional and technological evaluation of bread made with quinoa flakes (*Chenopodium quinoa willd*). *Journal of food processing and preservation*, 1-8.
- [20] Panjeh, Sh., (2019). Investigating the possibility of production and enrichment of Gluten-Free Wafers with buckwheat, Quinoa and Amaranth. Master's thesis, Food Science and Technology- Food Technology branch, University of Tabriz Campus. (In Persian)
- [21] Jaldani, Sh., Nasehi, B., Barzegar, H., Sepahvand, N., (2017). The effects of adding quinoa flour and xanthan gum on the chemical and sensory properties of Barbari bread using Response Surface Methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 14(70), 79-89. (In Persian)
- [22] Sheikhalipour, A., (2016). Investigation of nutritive value of untreated and treated vetch grain using nylon bag and gas production techniques. Thesis is approved for the degree of Master of Science in Animal Nutrition, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, University of Tabriz Campus. (In Persian)
- [23] Haghayegh, Gh., Ataye Salehi, S., (2017). Enrichment of Gluten free Cookie by Quinoa, Amaranth and Buckwheat Flour as Semi Cereal. *Journal of Food Science and Technology*, 14(70), 47-56. (In Persian)



Scientific Research

Investigation the effect of processed quinoa on physicochemical and sensory characteristics of compact food bar**A. Norouzian¹, M. Mehraban Sangatash^{2*}, B. Sahraian²**

1- Department of Food Science and Technology, ACECR Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran.

2- Department of Food Quality and Safety, Food Science and Technology Research Institute, ACECR Khorasan Razavi Branch, Mashhad, Iran

ABSTRACT**ARTICLE INFO**

Quinoa is a valuable food source that has attracted many people attention today. For this purpose, in this research, the effect of types of quinoa flour (raw, roasted and flaked) and its partial replacement with roasted rice flour (zero, 15 and 30%) were investigated on physicochemical (protein, ash, water activity, texture and color) and sensory characteristics of compact food bars. The results showed that the flaking and roasting applied on quinoa while improving the quality of the product led to a decrease in water activity and color components L* and b* and an increase in ash, texture firmness and color component a*. This was while the process of roasting and flaking led to a decrease and an increase in the protein of the produced samples, respectively, compared to the samples containing raw quinoa flour. On the other hand, by increasing the rice flour percentage in the formulation, the amount of protein, ash and color component a* decreased and the values of texture firmness and color components L* and b* increased. The results of the sensory evaluation also showed that the processing done on quinoa and the presence of rice flour in the formulation led to an increase in the score of sensory characteristics and finally the overall acceptance of the final product. Finally, the sample produced with quinoa flaked flour and containing 30% of rice flour (5.74% protein, 0.781% ash and overall acceptance score of 4.52) was introduced as the best sample.

Article History:

Received: 2023/2/9

Accepted: 2023/5/15

Keywords:Rice flour,
Flaking,
Roasting,
Quinoa bar**DOI:** 10.22034/FSCT.20.138.119**DOR:** 20.1001.1.20088787.1402.20.138.10.2*Corresponding Author E-Mail:
mehraban@acecr.ac.ir