



## تأثیر افزودن آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی کیک اسفنجی

نگین جواهری پور<sup>۱</sup>، لیدا شاهسونی مجرد<sup>۲\*</sup>، شادی مهدیخانی<sup>۳</sup>، یاسر اینانلو<sup>۴</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴- کارشناسی ارشد، مدرس دانشگاه علمی کاربردی کارخانه قند کرج، کرج، ایران.

### اطلاعات مقاله

### چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۸

کلمات کلیدی:

کیک اسفنجی،

کینوا،

آرد گندم،

جوانه زنی.

DOI: 10.52547/fsct.18.119.375

\* مسئول مکاتبات:

Shahsavani.l@gmail.com

در تحقیق حاضر تأثیر افزودن آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی کیک اسفنجی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان خاکستر، میزان پروتئین، چربی نمونه‌های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی داری افزایش یافت ( $p \leq 0/05$ ). پائین ترین میزان تخلخل در نمونه T<sub>6</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). در تمامی روزهای مورد بررسی، بالاترین میزان رطوبت در نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). نتایج آنالیز پروفیل بافت نشان داد که با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان سختی بافت نمونه‌های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی داری افزایش یافت ( $p \leq 0/05$ ). ارزیابی نتایج آزمون‌های حسی نشان داد که بالاترین امتیاز رنگ متعلق به نمونه‌های T<sub>7</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۰٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) بود. پائین ترین امتیاز بو در نمونه شاهد و بالاترین میزان آن در نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). بالاترین امتیاز حسی متعلق به نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) بود و تیمار T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) به عنوان تیمار برتر انتخاب شد.

## ۱- مقدمه

در میان منابع پروتئینی و غلات، پروتئین گندم از نظر دارا بودن خصوصیات لازم برای درست کردن کیک منحصر بفرد است، اما به علت کیفیت تغذیه پایین‌تر نسبت به پروتئین حیوانی (کمبود اسیدهای آمینه ضروری لیزین و ترئونین) در درجه پایین‌تری از اهمیت قرار دارد. برای مثال گندم فاقد لیزین در حد مناسب است [۱]. جهت غنی سازی فرآورده های بر پایه آرد گندم، می توان از دیگر پروتئین های گیاهی بهره برد [۲]. ارزش غذایی بسیار بالای دانه یا بذر آن موجب مقایسه ی آن توسط سازمان خواروبار جهانی (FAO) با شیر خشک گردیده است [۳]. مقدار پروتئین کینوا به واریته آن بستگی داشته و محدوده آن از ۱۰/۴ تا ۱۷ درصد پروتئین متغیر است [۴]. کینوا منبع غنی پروتئین (آمینواسیدهای ضروری و غیرضروری لیزین، متیونین، سیستئین و ترئونین) منیزیم، فیبر، ویتامین ب، پتاسیم و دیگر مواد معدنی مانند آهن است. کینوا سرشار از کربوهیدرات‌ها است. دانه کینوا دارای نشاسته کمتری نسبت به سایر غلات (گندم، جو، ذرت و برنج) است غنی از آنتی اکسیدان‌ها مثل پلی فنول می‌باشد [۵]. بنابراین از کینوا برای تولید محصولات با ارزش تغذیه‌ای بالا مانند پاستا، نان، کیک و غذای کودک و همچنین برای تولید آرد و محصولات غنی‌شده نانوائی فاقد گلوتن استفاده شده است [۶]. کینوا به عنوان پروتئین گیاهی علاوه بر کمک به رشد ارگانسیم‌های بدن، گرما و انرژی های بدن را حفظ کرده و یک رژیم غذایی کامل و متعادل برای همه به خصوص گیاهخواران فراهم می‌کند و همچنین به دلیل فیتواستروژن از ایجاد سرطان، بیماری‌های قلبی و عروقی و پوکی استخوان جلوگیری می‌کند [۷]. میزان فیبر رژیمی کینوا در مقایسه با سایر غلات بسیار بالاتر است. حدود ۸۰ درصد فیبر آن نامحلول می‌باشد [۸]. به دلیل فاقد گلوتن بودن کینوا اخیراً به عنوان جایگزینی برای غلات رایج، برای افراد مبتلا به بیماری سلیاک استفاده می‌شود [۹]. گندم جوانه‌زده منبع طبیعی و بسیار خوبی جهت افزایش خواص تغذیه‌ای محصولات غذایی به شمار می‌آید. منظور از آرد گندم جوانه‌زده، دانه‌های گندم جوانه‌زده، خشک و آسیاب شده است. آرد گندم جوانه‌زده به عنوان یک مکمل غذایی با ارزش در دنیا شناخته شده است. جوانه غلات به ویژه جوانه گندم حاوی مواد مختلفی مانند پروتئین، قندهای محلول، چربی (اسیدهای چرب جوانه گندم غالباً از اسید

لینولئیک و اسید لینولنیک تشکیل شده است)، املاح و ویتامین‌ها که شامل کاروتن، ویتامین E، B<sub>1</sub>، B<sub>6</sub>، فولیک اسید و پنتونیک اسید می‌باشد [۱۰]. جوانه‌های غلات نسبت به دانه‌های غلات مواد مغذی بیشتری دارند. این مواد مغذی شامل ویتامین‌ها و عناصر آلی می‌باشد که پس از جوانه‌زنی افزایش می‌یابند در حالی که رافینوز و استاکیوز که موجب نفخ شکم می‌شوند، کاهش می‌یابند. اضافه کردن غلات جوانه‌زده به غذا می‌تواند بافت و طعم آن را تغییر دهد. جوانه‌ها غلات ممکن است به عنوان منبع بالقوه مواد غذایی یا اجزا مغذی تلقی گردند. افزایش مواد عمل‌گرایی مثل بتاگلوکان و گاما-آمینوبوتیریک اسید<sup>۱</sup> (GABA) پس از جوانه‌زنی جو و همچنین ضریب قابلیت هضم موادی مانند پروتئین، فسفر و کلسیم افزایش می‌یابد. به طور کلی ارزش تغذیه‌ای گندم و جو جوانه‌زده بسیار بالاتر از حالت معمولی آن‌ها است [۱۱، ۱۲]. جوانه‌زنی میزان چربی، پروتئین و فیبر خام را افزایش می‌دهد. در طی پژوهش‌های محققان مختلف، مواد ضد اکسایشی و ضد میکروبی غلات در حین جوانه زدن افزایش می‌یابند که در نهایت، موجب افزایش عمر ماندگاری غلات می‌شود [۱۳]. از مهم‌ترین خواص درمانی آرد جوانه گندم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: تقویت سیستم عصبی، ناتوانی جنسی، جلوگیری از پیری زودرس، بندآورنده خونریزی، طبیعت گرم و مدر بوده و سبوس آن رفع کننده یبوست و کاهش‌دهنده غلظت کلسترول خون می‌باشد [۱۴]. امروزه به دلیل توجه مصرف‌کنندگان به ویژگی‌های تغذیه‌ای مواد غذایی، استفاده از غذاهای عمل‌گرا و سودمند افزایش یافته است. بی‌تردید تولید و عرضه محصولات غذایی سالم در حفظ سلامت جامعه مؤثر خواهد بود [۳]. در سال‌های اخیر مطالعات نشان داده است که مصرف فراورده‌های غذایی فراسودمند می‌تواند نقش مؤثری در پیشگیری از بسیاری بیماری‌ها نظیر بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان، دیابت و نیز پیری زودرس داشته باشد. غذاهای فراسودمند به فراورده‌ها و یا افزودنی‌های غذایی اطلاق می‌شود که علاوه بر ارزش تغذیه‌ای خود، در سلامت و بهبود عملکرد فیزیکی و ذهنی بدن به طور قابل توجهی تأثیرگذار هستند [۱۵]. Jan و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی ویژگی‌های بافتی، حسی و آنتی‌اکسیدانی کوکی‌های تهیه شده با استفاده از مخلوط آردهای گندم و کینوا پرداختند. در این مطالعه آرد گندم با

1. Gama Amino Butiric Acid

## ۲-۲- مواد آزمایشگاهی

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده با درجه آنالیتیکال و از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

## ۲-۳- روش تهیه آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده

### ۲-۳-۱- تهیه آرد کینوا

برای تولید آرد کینوا، دانه های کینوا با هدف برطرف شدن طعم خامی، تفت داده شدند و سپس آسیاب و الک شد.

### ۲-۳-۲- تهیه آرد گندم جوانه زده

با هدف تولید آرد گندم جوانه زده، دانه های گندم به مدت یک روز در آب خیسانده شده و با افزایش رطوبت تا حدود ۴۲٪ در شرایط مطلوب به مدت ۸ تا ۹ روز گندم جوانه زنی انجام شد. سپس دانه های جوانه زده خشک و آسیاب شدند [۱۸].

### ۲-۳-۳- روش تهیه کیک اسفنجی

در تحقیق حاضر ابتدا آزمون های شیمیایی لازم بر روی آرد جوانه گندم و آرد کینوا مصرفی انجام گردید. برای تهیه خمیر کیک اسفنجی، ابتدا سفیده تخم مرغ به مدت ۲ دقیقه در مخلوط کن هم زده شد، سپس شکر افزوده شد و با سرعت مشخص به مدت ۳۰ ثانیه مخلوط گردید. پس از آن زرده تخم مرغ به مخلوط اضافه گردید و به مدت ۱ دقیقه هم زده شد. سپس آرد گندم، بکینگ پودر و آرد جوانه گندم و آرد کینوا در سطوح مختلف (جدول ۱) افزوده و هم زده شدند و سپس آب به مقدار لازم اضافه گردید.

آرد کینوا جایگزین شده و برای تولید کویکی مورد استفاده قرار گرفت. این محققین عنوان نمودند که افزایش درصد آرد کینوا در فرمولاسیون موجب بهبود ویژگی های بافتی نمونه های کویکی گردید. همچنین این محققین عنوان نمودند که افزودن آرد کینوا تا ۳۵ درصد تاثیر معنی دار منفی بر ویژگی های حسی کویکی ها نداشت [۱۶]. Gawlik-Dziki و همکاران (۲۰۱۵) غنی سازی نان با آرد کینوا را در سطح ۲۰-درصد انجام دادند. نتایج آن ها نشان داد که میزان گارلیک اسید، آنتی اکسیدان ها و اسیدهای آمینه ضروری بسیار بالاتر از نان با آرد کامل گندم می باشد [۱۷]. اگرچه تاکنون تحقیقات زیادی بر روی غنی سازی فرآورده های آردی انجام شده است، اما همچنان کیفیت و خواص تغذیه ای بهتر مورد توجه می باشد. از این رو در تحقیق حاضر از اثر آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده به منظور بالا بردن خواص تغذیه ای کیک اسفنجی مورد توجه و بررسی قرار گرفت.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد اولیه

دانه کینوا از شرکت OAB (آلمان)، آرد گندم جوانه زده از شرکت ترژین (ایران)، وانیل از شرکت Bell (آلمان)، بکینگ پودر از شرکت برتر (ایران)، ژل کیک از شرکت گلنسان پورتاوس (ایران)، روغن مایع از شرکت لادن (ایران)، شکر از شرکت ایران شهر (ایران)، تهیه گردید.

**Table 1** Different amounts of Germinated Wheat Flour and Quinoa Flour in sponge cake samples

| Treatments | Milk powder | Sorbitol | Gel cake | Vanilla | Baking Powder | Glucose | Germinate d Wheat Flour | Quinoa Flour | Sugar | Oil | Egg | Flour | Water |
|------------|-------------|----------|----------|---------|---------------|---------|-------------------------|--------------|-------|-----|-----|-------|-------|
| T1         | 3           | 1.5      | 0.5      | 0.2     | 0.3           | 2.5     | 0                       | 0            | 22    | 5   | 30  | 5     | 30    |
| T2         | 3           | 1.5      | 0.5      | 0.2     | 0.3           | 2.5     | 1.5                     | 1.5          | 22    | 5   | 30  | 5     | 27    |
| T3         | 3           | 1.5      | 0.5      | 0.2     | 0.3           | 2.5     | 4.5                     | 4.5          | 22    | 5   | 30  | 5     | 21    |
| T4         | 3           | 1.5      | 0.5      | 0.2     | 0.3           | 2.5     | 7.5                     | 7.5          | 22    | 5   | 30  | 5     | 15    |
| T5         | 3           | 1.5      | 0.5      | 0.2     | 0.3           | 2.5     | 10.5                    | 10.5         | 22    | 5   | 30  | 5     | 9     |
| T6         | 3           | 1.5      | 0.5      | 0.2     | 0.3           | 2.5     | 15                      | 15           | 22    | 5   | 30  | 5     | 0     |
| T7         | 3           | 1.5      | 0.5      | 0.2     | 0.3           | 2.5     | 0                       | 15           | 22    | 5   | 30  | 5     | 15    |
| T8         | 3           | 1.5      | 0.5      | 0.2     | 0.3           | 2.5     | 15                      | 0            | 22    | 5   | 30  | 5     | 15    |

مدت ۲۵ دقیقه انجام گردید [۱۹]. در ادامه پس از خنک شدن نمونه های کیک اسفنجی در دمای محیطی، کلیه کیک های تولیدی تحت آزمون های مختلف قرار گرفتند.

در نهایت خمیر کیک در قالب های گالوانیزه با ابعاد ۲۰×۳۰ قرار داده شده و عملیات پخت در فر کابینتی و در دمای ۱۶۰ C° به

## ۲-۴- آزمون‌ها

### ۲-۴-۱- آ ارزیابی برخی ویژگی های آرد کینوا و آرد

#### گندم جوانه زده

جهت تعیین برخی از ویژگی های آرد های کینوا و آرد گندم جوانه زده مورد استفاده، بلافاصله پس از تهیه، میزان رطوبت خاکستر، پروتئین، اسیدیته، pH و گلوتن مرطوب آنها اندازه گیری شد [۲۱،۲۰].

### ۲-۴-۲- آزمون های انجام شده بر روی نمونه های کیک

#### اسفنجی

#### ۲-۴-۲-۱- آزمون های شیمیایی

رطوبت مطابق روش AACC شماره ۴۴-۱۶، خاکستر مطابق روش AACC شماره ۰۸-۰۱، پروتئین مطابق روش AACC شماره ۱۲-۶۴، چربی مطابق روش AACC شماره ۲۵-۳۰ توسط روش سوکسله، اندیس پراکسید چربی استخراجی به روش تیتراسیون مطابق با استاندارد ملی شماره ۳۷ عمل شد [۲۳،۲۲].

#### ۲-۴-۲-۲- ارزیابی شاخص های رنگ سنجی

آزمون رنگ سنجی نمونه های کیک اسفنجی توسط دستگاه هانتربل ۲ مطابق با روش استاندارد AACC شماره ۱۰-۹۰ انجام پذیرفت [۲۲]. با مشخص کردن شاخص های رنگی  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  پارامتر های رنگ کیک تعیین گردید. شاخص رنگ  $L^*$  بیانگر روشنی و تیرگی نمونه ها است. شاخص رنگ  $a^*$  بیانگر قرمز یا سبز بودن نمونه ها و شاخص رنگ  $b^*$  بیانگر زرد یا آبی بودن نمونه ها می باشد.

#### ۲-۴-۲-۳- بررسی خصوصیات بافتی

جهت تعیین خصوصیات بافت کیک از دستگاه بافت سنج بروکفیلد مدل Tact Pro و طبق روش استاندارد AACC، شماره ۷۴-۳۰ استفاده شد [۲۲]. در این روش ابتدا یک سانتی متر از بالای کیک جدا شد تا سطح رویی کیک یکنواخت شود و سپس کیک در زیر پروب صفحه ای با ابعاد  $۴۰ \times ۴۰$  میلی متر قرار گرفت و آزمون فشاری دو مرحله ای بر روی آن انجام شد. آزمون با سرعت قبل از آزمون پروب ۵ میلی متر بر ثانیه، فواصل زمانی ۱۰ ثانیه و کمپرس ۲۵٪ ارتفاع کیک انجام شد و

فاکتورهای مربوط به بافت کیکها (چسبندگی، سختی، انرژی تا نقطه شکست، شکنندگی، قابلیت ارتجاع، نخی شدن، ماکزیمم نیروی فشاری، ماکزیمم نیروی کششی) طبق پیوست الف (منحنی های Instron) مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲-۵- ارزیابی حسی

نمونه های کیک با کدهای سه رقمی به طور تصادفی شماره گذاری شد و همراه با پرسشنامه در اختیار ۷ ارزیاب تعلیم دیده موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کرج قرار گرفت. ارزیاب ها در گروه سنی ۴۷-۲۰ سال که آموزش های لازم را در این زمینه دیده بودند، قرار گرفت. از آن ها خواسته شد که ویژگی های کیفی رنگ ظاهری، طعم، شکل ظاهری، بافت و پذیرش کلی را از عدد ۱ تا ۵ رتبه بندی نمایند (روش رتبه بندی). برای بهترین کیفیت عدد ۵ و نازل ترین کیفیت عدد ۱ در نظر گرفته شد. همچنین از آن ها خواسته شد که در پرسشنامه دیگری کیفیت نهایی و پذیرش کلی نمونه ها بر اساس آزمون هدونیک ۵ نقطه ای از کیفیت بسیار مطلوب (عالی) تا کیفیت بسیار نامطلوب (بد) مورد ارزیابی قرار دهند [۲۲].

## ۲-۶- روش تجزیه و تحلیل داده ها

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده ها، از طرح بلوک های کاملا تصادفی استفاده گردید. هم چنین به منظور مقایسه میانگین ها داده ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال  $p \leq 0.05$  و نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. به علاوه رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel 2013 انجام گردید.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- نتایج آزمون شیمیایی آرد گندم جوانه زده

#### و آرد کینوا

نتایج بررسی ویژگی های شیمیایی آرد جوانه گندم و آرد کینوا در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که میزان پروتئین، خاکستر و pH آرد کینوا به طور معنی داری بالاتر از آرد جوانه گندم بود ( $p \leq 0.05$ ) و از طرفی میزان اسیدیته و عدد فالینگ آرد جوانه گندم بالاتر از آرد کینوا بود ( $p \leq 0.05$ ).

**Table 2** Comparison of physicochemical properties sprouted wheat flour and quinoa flour

| Treatments             | Moisture (%)       | Acidity (%)       | pH (%)            | Wet Gluten (%)  | Protein (%)        | Ash (%)           | Faling Number (s) |
|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| Germinated wheat flour | 10.11 <sup>a</sup> | 5.12 <sup>a</sup> | 6.21 <sup>b</sup> | 21 <sup>a</sup> | 11.46 <sup>b</sup> | 1.65 <sup>b</sup> | 122 <sup>a</sup>  |
| Quinoa flour           | 10 <sup>a</sup>    | 2.17 <sup>b</sup> | 6.27 <sup>a</sup> | 0 <sup>b</sup>  | 14.78 <sup>a</sup> | 2.51 <sup>a</sup> | 62 <sup>b</sup>   |

Different letters in each column indicate a significant difference ( $p \leq 0.05$ ).

که افزایش سطوح مصرف ترکیبات مذکور منجر به افزایش محتوای خاکستر کل نمونه ها گشته است [۲۷].

### ۳-۲-۲-ارزیابی نتایج پروتئین

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان پروتئین نمونه‌های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی داری افزایش یافت ( $p \leq 0.05$ ). به طوری که بالاترین میزان پروتئین در نمونه T<sub>6</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و پائین ترین میزان آن در نمونه شاهد (کیک اسفنجی فاقد آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). که علت این امر را می توان به مقادیر بالای پروتئین آرد کینوا و سپس آرد گندم جوانه زده نسبت داد. محققان مقدار پروتئین کینوا را ۱۴-۲۰ درصد (g/۱۰۰g) بر مبنای خشک) گزارش نموده اند [۲۸]. محققان دیگری نیز میزان پروتئین دانه های کینوا را بر اساس نوع فرآوری در محدوده ۱۷/۴۱-۱۵/۱۶ بر مبنای وزن خشک اعلام نموده اند [۲۹]. نتایج تحقیق حاضر مطابق با یافته های Sidhu و همکاران (۲۰۰۱) بود که بیان نمودند افزودن جوانه و سیوس گندم به نان برشته، موجب تولید نانی با افزایش محتوای پروتئین بالاتر نسبت به نمونه شاهد ( نان با آرد معمولی) شد [۳۰]. نتایج حاصل از تحقیق حاضر با نتایج بدست آمده از تحقیق جلدانی و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تاثیر افزودن آرد کامل کینوا و صمغ زانتان را بر خصوصیات شیمیایی و حسی نان بربری هم خوانی داشت که بیان نمودند با افزودن آرد کامل کینوا به نان بربری، میزان پروتئین آن به طور معنی داری افزایش یافته است [۲۶]. نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر هم راستا با نتایج اعلام شده توسط دیگر محققان بود که غنی سازی نان با آرد کینوا مورد بررسی قرار دادند و اعلام نمودند که جایگزینی آرد گندم در سطوح ۱-۵ درصد، سبب افزایش میزان پروتئین نان ها شده است [۲۶]. Stikic و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی تاثیر به کارگیری دانه های کینوا در مقادیر ۲۰، ۱۰، ۵ درصد به صورت جایگزینی با آرد گندم در

### ۳-۲-ارزیابی نتایج آزمون های شیمیایی نمونه

#### های کیک اسفنجی

#### ۳-۲-۱-ارزیابی نتایج خاکستر

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان خاکستر نمونه های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی داری افزایش یافت ( $p \leq 0.05$ ). به طوری که بالاترین میزان خاکستر در نمونه T<sub>6</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و پائین ترین میزان آن در نمونه شاهد (کیک اسفنجی فاقد آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ) که علت این امر را می توان به مقادیر بالای خاکستر آرد کینوا و سپس آرد گندم جوانه زده نسبت داد. نتایج تحقیق حاضر هم راستا با نتایج Fatma و همکاران (۲۰۱۰) بود که در تولید بیسکویت غنی شده با پروتئین جوانه گندم و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی محصول حاصل، بیان نمودند بیسکویت های غنی شده، خاکستر بیشتری را نسبت به نمونه شاهد نشان دادند [۲۴]. نتایج تحقیقات حاضر هم راستا با پژوهش های Petrovic و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی اثر افزودن جوانه گندم چربی زدایی شده بر ویژگی های کیفی کوکی بود که عنوان نمودند جایگزینی آرد گندم با آرد جوانه گندم موجب افزایش مواد معدنی و فیبر در نمونه های کوکی گردید. محققان میزان خاکستر آرد کینوا را ۳/۸ درصد گزارش نموده اند [۲۵]. نتایج حاصل از تحقیق حاضر با نتایج دیگر محققان در بررسی تاثیر افزودن آرد کامل کینوا بر خصوصیات شیمیایی و حسی نان بربری هم خوانی داشت که بیان نمودند با افزودن آرد کامل کینوا به نان بربری، میزان خاکستر نان ها به طور معنی داری افزایش یافته است [۲۶]. محققان در بررسی افزودن آرد کینوا، آمارانت و گندم سیاه در سطوح ۵ و ۱۰ و ۱۵ درصد به عنوان جایگزین بخشی از آرد برنج در کلوچه بدون گلوتن بیان نمودند

شیمیایی و حسی نان بربری بود که بیان نمودند با افزودن آرد کامل کینوا میزان چربی نمونه های نان به طور معنی‌داری افزایش یافت [۲۶]. محققان دیگر نیز در بررسی کیفیت نان گندم تهیه شده با کینوا، گندم سیاه و دانه کدو تنبل، بیان نمودند که میزان چربی نمونه های محتوی آرد کینوا نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است [۲۸]. نتایج تحقیق حاضر مطابق با یافته‌های Sidhu و همکاران (۲۰۰۱) بود که بیان نمودند افزودن جوانه و سبوس گندم به نان برشته، موجب تولید نانی با افزایش محتوای چربی بالاتر نسبت به نمونه شاهد (نان با آرد معمولی) شد [۳۰]. نتایج تحقیق حاضر مطابق با یافته های Fatma و همکاران (۲۰۱۰) بود در تولید بیسکویت غنی شده با پروتئین جوانه گندم و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محصول حاصل، بیان نمودند که بیسکویت‌های غنی شده چربی کمتری را نسبت به نمونه شاهد نشان دادند [۲۴]. Petrovic و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی اثر افزودن جوانه گندم چربی زدایی شده بر ویژگی های کیفی کوکی عنوان نمودند که جایگزینی آرد گندم با آرد جوانه گندم موجب افزایش میزان چربی نمونه های کوکی گردید [۲۵]. شاکری و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی اثرات افزودن جوانه گندم بر ویژگی‌های شیمیایی، حسی، پخت و میکروبی پاستا بیان نمودند که افزودن جوانه گندم در مقادیر بالاتر از ۱۵٪ سبب افزایش ۱۰ درصدی میزان چربی در نمونه‌ها شد [۳۱].

### ۳-۲-۴- ارزیابی نتایج تخلخل

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۳) نشان داد که پائین ترین میزان تخلخل در نمونه T<sub>6</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و پس از آن در نمونه های T<sub>7</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۰٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). به عبارت دیگر افزودن آردهای کینوا و جوانه گندم در بالاترین میزان (۱۵٪) منجر به کاهش معنی‌دار تخلخل نمونه‌ها شد. از آنجایی که در افزایش حجم و تخلخل نمونه ها، شبکه گلوتنی نقش بسیار مهمی دارد، علت این امر را می توان به رقیق سازی گلوتن توسط آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده نسبت داد که تا حدی منجر به تضعیف شبکه گلوتنی و کاهش تخلخل نمونه‌ها شده است.

فرمولاسیون نان اذعان نمودند که مقدار پروتئین در نان نهایی به میزان ۲ درصد افزایش یافته است [۲۹]. Iglesias-Puig و همکاران (۲۰۱۵) نیز در بررسی تولید نان با آرد کینوا و فیتاز باکتریایی (در مقادیر ۲۵ و ۵۰ درصد آرد) اعلام نمودند که افزودن آرد کینوا منجر به افزایش میزان پروتئین ها گشته است. Milovanović و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی کیفیت نان گندم تهیه شده با کینوا، گندم سیاه و دانه کدو تنبل، آرد گندم را تا سطح ۴۰ درصد با مخلوط کینوا (۱۵ درصد)، آرد گندم تا ۴۰ درصد با مخلوط کینوا (۱۵ درصد)، گندم سیاه (۱۵ درصد) و دانه کدو تنبل (۱۰ درصد) جایگزین کرده و بیان نمودند که میزان پروتئین نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است [۲۸]. Fatma و همکاران (۲۰۱۰) در تولید بیسکویت غنی شده با پروتئین جوانه گندم و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محصول حاصل، بیان نمودند که بیسکویت های غنی شده، پروتئین بیشتر نسبت به نمونه شاهد نشان دادند [۲۴]. Petrovic و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی اثر افزودن جوانه گندم چربی زدایی شده بر ویژگی های کیفی کوکی عنوان نمودند که جایگزینی آرد گندم با آرد جوانه گندم موجب افزایش میزان پروتئین نمونه‌های کوکی گردید [۲۵]. شاکری و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی اثرات افزودن جوانه گندم بر ویژگی‌های شیمیایی، حسی، پخت و میکروبی پاستا بیان نمودند که افزودن جوانه گندم در مقادیر بالاتر از ۱۵٪ سبب افزایش ۱۵ درصدی مقدار پروتئین در نمونه‌ها شد [۳۱].

### ۳-۲-۳- ارزیابی نتایج چربی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان چربی نمونه های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی داری افزایش یافت ( $p \leq 0/05$ ). به طوری که بالاترین میزان چربی در نمونه T<sub>6</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و پائین ترین میزان آن در نمونه شاهد (کیک اسفنجی فاقد آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). که علت این امر را می توان به مقادیر بالای چربی آرد کینوا و آرد گندم جوانه‌زده نسبت داد. محققان بیان نموده اند که دانه کینوا حاوی ۲ تا ۱۰ درصد چربی می باشد [۳۰]. نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابق با یافته های جلدانی و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تاثیر افزودن آرد کامل کینوا بر خصوصیات

**Table 3** Physicochemical tests of sponge cake containing quinoa flour and germinated wheat flour

| Treatments     | Ash (%)           | Fat (%)            | Protein (%)         | Prosioty             |
|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| T <sub>1</sub> | 1.35 <sup>h</sup> | 14.84 <sup>e</sup> | 15.86 <sup>e</sup>  | 35.92 <sup>abc</sup> |
| T <sub>2</sub> | 1.39 <sup>g</sup> | 15.67 <sup>c</sup> | 16.10 <sup>e</sup>  | 42.94 <sup>a</sup>   |
| T <sub>3</sub> | 1.44 <sup>f</sup> | 15.64 <sup>c</sup> | 16.45 <sup>d</sup>  | 43.13 <sup>a</sup>   |
| T <sub>4</sub> | 1.48 <sup>e</sup> | 15.77 <sup>a</sup> | 16.80 <sup>c</sup>  | 40.96 <sup>ab</sup>  |
| T <sub>5</sub> | 1.59 <sup>c</sup> | 16.42 <sup>a</sup> | 17.32 <sup>b</sup>  | 0.88 <sup>ab</sup>   |
| T <sub>6</sub> | 1.88 <sup>a</sup> | 16.83 <sup>a</sup> | 17.90 <sup>a</sup>  | 1.46 <sup>c</sup>    |
| T <sub>7</sub> | 1.63 <sup>b</sup> | 16.59 <sup>b</sup> | 17.44 <sup>b</sup>  | 33.20 <sup>bc</sup>  |
| T <sub>8</sub> | 1.51 <sup>d</sup> | 15.07 <sup>d</sup> | 16.68 <sup>cd</sup> | 32.79 <sup>bc</sup>  |

Different letters in each column indicate a significant difference ( $p \leq 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), T<sub>2</sub>: sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, T<sub>3</sub>: Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, T<sub>4</sub>: Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, T<sub>5</sub>: Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, T<sub>6</sub>: Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, T<sub>7</sub>: sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, T<sub>8</sub>: sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour

### ۳-۲-۵- ارزیابی نتایج رطوبت

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۴) نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی، پائین ترین میزان رطوبت متعلق به نمونه‌های T<sub>3</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۴/۵٪ آرد کینوا + ۴/۵٪ آرد گندم جوانه زده) و T<sub>4</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۷/۵٪ آرد کینوا + ۷/۵٪ آرد گندم جوانه زده) بود و بالاترین میزان آن در نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). علت این امر را می توان به جذب آب پروتئین و فیبر موجود در آرد کینوا و سپس آرد جوانه گندم نسبت داد. همچنین با گذشت زمان از روز پانزدهم تا سی ام، میزان رطوبت نمونه‌های کیک اسفنجی به طور معنی داری کاهش یافت ( $p \leq 0.05$ ). عموماً بیاتی به صورت چرمی شدن پوسته نان، کاهش رطوبت و طعم و کاهش تازگی در محصول مشخص می-شود آب جذب شده در طول فرآیند به پخت، سبب ایجاد بافت مربوط در نان تازه می‌شود و آزاد شدن آن در طول دوره نگهداری نان سبب سفتی و شکنندگی بافت نان مانده می‌گردد آب دارای نقش محوری در کنترل سفتی نشاسته در تمام مراحل توسعه خمیر، فرآوری نان و نگهداری آن می‌باشد. آب دارای نقش محوری در کنترل سفتی نشاسته و گلوتن بوده و نحوه توزیع آن در میان فازهای پروتئین و نشاسته در تمام مراحل توسعه خمیر، فرآوری نان و نگهداری آن مهم باشد. ارتباط معکوس بین محتوی رطوبت و سرعت بیاتی در نان وجود دارد

[۳۲]. محققان ظرفیت جذب آب کینوا را ۱۴۷ درصد بیان نموده اند [۳۳]. محققان ارزیابی تغذیه ای دانه کینوا را به عنوان یک جز در فرمولاسیون نان مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که با افزایش درصد کینوا در نان، رطوبت کاهش پیدا می کند [۲۹]. محققان در بررسی افزودن آرد کینوا، آمارات و گندم سیاه در سطوح ۵ و ۱۰ و ۱۵ درصد به عنوان جایگزین بخشی از آرد برنج در کلوچه بدون گلوتن بیان نمودند که افزایش سطوح مصرف ترکیبات مذکور منجر به افزایش محتوای رطوبت نمونه‌ها گشته است [۲۷]. Fatma و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تولید بیسکویت غنی شده با پروتئین جوانه گندم و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محصول حاصل، بیان نمودند که بیسکویت های غنی شده، رطوبت کمتری را نسبت به نمونه شاهد نشان دادند [۲۴]. نتایج تحقیق حاضر مطابق با یافته های قویدل و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی تاثیر افزودن جوانه گندم فرآوری شده بر ویژگی‌های کمی و کیفی کیک روغنی بود که بیان نمودند با افزایش بیش از ۵ درصد از هر دو نوع جوانه گندم در فرمولاسیون میزان رطوبت نمونه‌ها کاهش یافت. در حالی که با افزایش جوانه گندم در میزان فعالیت آبی نمونه‌ها اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد مشاهده نگردید [۳۴]. زارع نژاد و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی اثر افزودن جوانه گندم خام و تثبیت شده بر ویژگی‌های کیک بیان نمودند که کیک های دارای جوانه گندم خام رطوبت بالاتری نسبت به کیک‌های دارای جوانه گندم

که نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد سویا و نمونه حاوی ۵ درصد جوانه گندم و ۵۰ درصد آرد سویا دارای بالاترین میزان رطوبت در هر دو بازه زمانی (۲ ساعت و یک هفته پس از پخت) بودند [۳۶].

تثبیت شده داشتند و با گذشت زمان رطوبت کیک کاهش یافت [۳۵]. نقی پور و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی امکان جایگزینی تخم مرغ با آرد سویا و اختلاط آرد گندم با جوانه گندم تثبیت شده در تولید کیک روغنی از آرد سویا بیان نمودند

**Table 4** Variation of moisture content of sponge cake samples containing different amounts of quinoa flour and germinated wheat flour

| Treatments     | Time                |                      |                     |
|----------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|                | Day 0               | Day 15               | Day30               |
| T <sub>1</sub> | 22.17 <sup>dA</sup> | 16.27 <sup>dB</sup>  | 14.27 <sup>cC</sup> |
| T <sub>2</sub> | 17.97 <sup>eA</sup> | 15.43 <sup>deA</sup> | 13.75 <sup>cB</sup> |
| T <sub>3</sub> | 16.27 <sup>fA</sup> | 14.77 <sup>eBA</sup> | 13.95 <sup>cB</sup> |
| T <sub>4</sub> | 15.70 <sup>fA</sup> | 14.63 <sup>eA</sup>  | 13.14 <sup>dB</sup> |
| T <sub>5</sub> | 22.06 <sup>dA</sup> | 20.15 <sup>cA</sup>  | 15.69 <sup>bB</sup> |
| T <sub>6</sub> | 22.95 <sup>bA</sup> | 21.22 <sup>abA</sup> | 15.65 <sup>bB</sup> |
| T <sub>7</sub> | 23.78 <sup>cA</sup> | 22.04 <sup>bA</sup>  | 15.86 <sup>bB</sup> |
| T <sub>8</sub> | 25.48 <sup>aA</sup> | 24.95 <sup>aA</sup>  | 17.00 <sup>aB</sup> |

Small letters indicate significant differences in rows and capital letters indicate significant differences in the column ( $p < 0.05$ ).

**T1:** control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), **T2:** sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, **T3:** Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, **T4:** Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, **T5:** Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, **T6:** Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, **T7:** sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, **T8:** sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour

میزان فعالیت آبی نمونه‌های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $p \leq 0.05$ ).

### ۳-۲-۶- ارزیابی نتایج فعالیت آبی

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۵) نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده،

**Table 5** Variation of Active water of sponge cake samples containing different amounts of quinoa flour and germinated wheat flour (on test days)

| Treatments     | Time                |                     |                      |
|----------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|                | Day 0               | Day 15              | Day30                |
| T <sub>1</sub> | 0.68 <sup>cA</sup>  | 0.67 <sup>cdA</sup> | 0.67 <sup>cdA</sup>  |
| T <sub>2</sub> | 0.66 <sup>cA</sup>  | 0.66 <sup>cdA</sup> | 0.65 <sup>deA</sup>  |
| T <sub>3</sub> | 0.65 <sup>cA</sup>  | 0.64 <sup>deA</sup> | 0.64 <sup>deA</sup>  |
| T <sub>4</sub> | 0.66 <sup>cA</sup>  | 0.59 <sup>eA</sup>  | 0.58 <sup>eA</sup>   |
| T <sub>5</sub> | 0.75 <sup>bA</sup>  | 0.72 <sup>bcA</sup> | 0.70 <sup>bcdA</sup> |
| T <sub>6</sub> | 0.77 <sup>abA</sup> | 0.76 <sup>abA</sup> | 0.73 <sup>abcA</sup> |
| T <sub>7</sub> | 0.78 <sup>abA</sup> | 0.76 <sup>abA</sup> | 0.75 <sup>abA</sup>  |
| T <sub>8</sub> | 0.81 <sup>aA</sup>  | 0.81 <sup>aA</sup>  | 0.80 <sup>aA</sup>   |

Small letters indicate significant differences in rows and capital letters indicate significant differences in the column ( $p < 0.05$ ).

**T1:** control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), **T2:** sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, **T3:** Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, **T4:** Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, **T5:** Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, **T6:** Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, **T7:** sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, **T8:** sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour



محتوی ۷/۵٪ آرد کینوا + ۷/۵٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). همچنین با گذشت زمان، اختلاف آماری معنی-داری در میزان pH نمونه‌های کیک اسفنجی مشاهده نشد. به طور کلی مقیاس pH به صورت منفی لگاریتم غلظت مولی یون هیدروژن نمایش داده می‌شود و هرچه قدرت اسید یا یون تراکم یون H یا هیدروژن یونیزه موجود در نمونه را مشخص می‌کند [۱۹].

به طوری که پائین ترین میزان فعالیت آبی در نمونه های T<sub>1</sub> (کیک اسفنجی فاقد آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده)، T<sub>2</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱/۵٪ آرد کینوا + ۱/۵٪ آرد گندم جوانه زده)، T<sub>3</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۴/۵٪ آرد کینوا + ۴/۵٪ آرد گندم جوانه زده) و T<sub>4</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۷/۵٪ آرد کینوا + ۷/۵٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ).

### ۳-۲-۷-ارزیابی نتایج pH

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۶) نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی پائین ترین میزان pH در نمونه T<sub>4</sub> (کیک اسفنجی

**Table 6** Variation of pH of sponge cake samples containing different amounts of quinoa flour and germinated wheat flour (on test days)

| Treatments     | Time                |                     |                     |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                | Day 0               | Day 15              | Day 30              |
| T <sub>1</sub> | 7.33 <sup>abA</sup> | 6.95 <sup>abA</sup> | 6.79 <sup>abA</sup> |
| T <sub>2</sub> | 7.19 <sup>bcA</sup> | 6.70 <sup>ca</sup>  | 6.66 <sup>bcA</sup> |
| T <sub>3</sub> | 7.18b <sup>ca</sup> | 6.66 <sup>ca</sup>  | 6.62 <sup>cdA</sup> |
| T <sub>4</sub> | 7.07 <sup>bcA</sup> | 6.56 <sup>ca</sup>  | 6.42 <sup>ca</sup>  |
| T <sub>5</sub> | 7.27 <sup>ca</sup>  | 6.93 <sup>abA</sup> | 6.50 <sup>deA</sup> |
| T <sub>6</sub> | 7.16 <sup>abA</sup> | 6.88 <sup>ba</sup>  | 6.69 <sup>bcA</sup> |
| T <sub>7</sub> | 7.27 <sup>abA</sup> | 7.00 <sup>abA</sup> | 6.71 <sup>bcA</sup> |
| T <sub>8</sub> | 7.41 <sup>aA</sup>  | 7.05 <sup>aA</sup>  | 6.90 <sup>aA</sup>  |

Small letters indicate significant differences in rows and capital letters indicate significant differences in the column ( $p < 0.05$ ).

T1: control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), T2: sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, T3: Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, T4: Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, T5: Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, T6: Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, T7: sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, T8: sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour

گرم گالیک اسید در گرم عصاره) و میزان فلاونوئید در عصاره دانه و برگ و کینوا به ترتیب ۲۶/۳ و ۳۶/۷ (میلی گرم کوئرستین در گرم عصاره) به دست آمد [۳۲]. در تحقیق Dini و همکاران (۲۰۰۴)، دانه های کینوای برداشت شده از آمریکای جنوبی مقادیری ترکیبات فلاونوئیدی شناسایی شد [۳۳]. همچنین با گذشت زمان، میزان اندیس پراکسید نمونه‌های کیک اسفنجی به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $p \leq 0/05$ ).

اندیس پراکسید عبارت است از میلی اکی والان گرم پراکسید یا اکسیژن فعال موجود در یک کیلوگرم از نمونه روغن و یا چربی. اندیس پراکسید شاخص جهت نشان دادن میزان فساد اکسیداتیو در روغن ها و چربی‌ها می باشد. در اکسیداسیون پراکسید یا

### ۳-۲-۸-ارزیابی نتایج اندیس پراکسید

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۷) نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی نمونه های فاقد آرد گندم جوانه زده اندیس پراکسید پائین تری داشتند به طوری که پائین ترین میزان آن در نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). که علت این امر را می توان به فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه کینوا نسبت داد که البته در مقادیر بالای آرد جوانه گندم، بخشی از اثرات آنتی‌اکسیدانی آن کاهش یافته است. در تحقیق اسفندیاری سبزواری و همکاران (۱۳۹۶) در مقایسه خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ و دانه گیاه کینوا، میزان فنول کل در عصاره دانه و برگ کینوا به ترتیب ۵۴/۴ و ۷۶/۳ (میلی

پراکسید (PV) می باشد. در طی اکسیداسیون، اسیدهای چرب غیر اشباع می‌توانند اکسیژن را جذب کرده پراکسید تولید کنند [۳۷].

اکسیژن فعال در روغن‌ها تولید می‌شود. وجود پراکسید در روغن به عنوان کاتالیزور اکسیداسیون را تسریع می‌نماید. به عبارتی متداول‌ترین روش اندازه‌گیری شدت اکسیداسیون، اندیس

**Table 7** Variation of Peroxide value of sponge cake samples containing different amounts of quinoa flour and germinated wheat flour (on test days)

| Treatments     | Time               |                    |                      |
|----------------|--------------------|--------------------|----------------------|
|                | Day 0              | Day 15             | Day30                |
| T <sub>1</sub> | 0.33 <sup>aC</sup> | 0.50 <sup>aB</sup> | 0.76 <sup>aA</sup>   |
| T <sub>2</sub> | 0.30 <sup>bC</sup> | 0.48 <sup>aB</sup> | 0.71 <sup>bA</sup>   |
| T <sub>3</sub> | 0.28 <sup>cC</sup> | 0.45 <sup>bB</sup> | 0.69 <sup>bcA</sup>  |
| T <sub>4</sub> | 0.25 <sup>cC</sup> | 0.44 <sup>bB</sup> | 0.67 <sup>bcdA</sup> |
| T <sub>5</sub> | 0.21 <sup>dC</sup> | 0.40 <sup>cB</sup> | 0.63 <sup>dA</sup>   |
| T <sub>6</sub> | 0.20 <sup>dC</sup> | 0.38 <sup>cB</sup> | 0.56 <sup>eA</sup>   |
| T <sub>7</sub> | 0.25 <sup>cC</sup> | 0.44 <sup>bB</sup> | 0.65 <sup>cdA</sup>  |
| T <sub>8</sub> | 0.18 <sup>eC</sup> | 0.35 <sup>dB</sup> | 0.49 <sup>fA</sup>   |

Small letters indicate significant differences in rows and capital letters indicate significant differences in the column ( $p < 0.05$ ).

T1: control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), T2: sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, T3: Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, T4: Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, T5: Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, T6: Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, T7: sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, T8: sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour

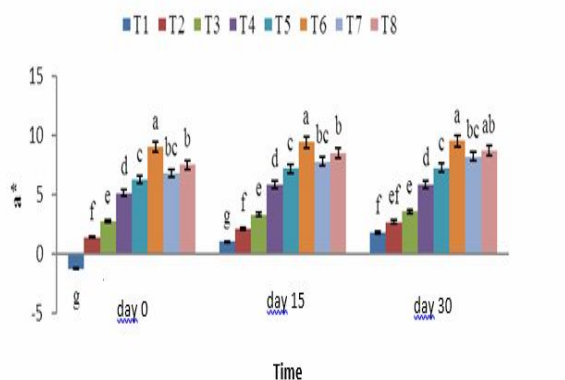
در بررسی اثرات افزودن جوانه گندم بر ویژگی‌های شیمیایی، حسی، پخت و میکروبی پاستا بیان نمودند که رنگ نمونه‌های مختلف در مقایسه با نمونه شاهد تفاوت‌های معنی‌دار داشت [۳۱]. ارزیاب‌ها از نظر بافت و طعم، نمونه‌های دارای جوانه گندم را به نمونه شاهد ترجیح دادند. قهفرخی و یارمند (۱۳۹۵) در بررسی اثر افزودن سبوس گندم بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان بربری بیان نمودند که فاکتور  $L^*$  نمونه‌ها کاهش یافت. محققان در بررسی افزودن آرد کینوا، آمارانت و گندم سیاه در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به عنوان جایگزین بخشی از آرد برنج در کلوچه بدون گلوتن بیان نمودند که با جایگزینی بخشی از آرد برنج با آرد شبه غلات، مولفه رنگی  $L^*$  به طور معنی‌داری اضافه شد که اثر آرد آمارانت در افزایش مولفه رنگی مذکور بالاتر از آرد کینوا و آرد گندم سیاه ارزیابی شد. افزایش مولفه رنگی  $L^*$  به پوسته صاف، هموار و یکنواخت و بدون ترک نمونه‌های حاوی آرد شبه غلات نسبت داده شد که منجر به انتقال و مهاجرت آهسته تر رطوبت از مغز به پوسته شده است همچنین در مولفه رنگی  $a^*$  نمونه‌های محتوی آرد آمارانت

### ۳-۳- ارزیابی نتایج رنگ سنجی

#### ۳-۳-۱- ارزیابی نتایج مولفه رنگی ( $L^*$ )

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان مولفه رنگی ( $L^*$ ) نمونه‌های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $p \leq 0.05$ ). به طوری که بالاترین میزان مولفه رنگی ( $L^*$ ) در نمونه شاهد مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). رنگ تیره تر آرد کینوا نسبت به نان شاهد به دلیل حضور رنگدانه بتالانین در آن است و همچنین آرد کینوا به صورت آرد کامل (همراه با سبوس) مورد استفاده قرار گرفت که خود باعث تیرگی رنگ آن شده است. از طرفی حضور قند احیاء و اسید آمینه‌هایی مانند لیزین در کینوا باعث می‌شود تا در طی فرآیند پخت، قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی میلارد رخ دهد که خود باعث تیرگی رنگ نان‌ها می‌شود. همچنین با گذشت زمان، میزان مولفه رنگی ( $L^*$ ) نمونه‌های کیک اسفنجی به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $p \leq 0.05$ ). شاخص  $L^*$  میزان تیرگی و روشنی (روشن-تیره، ۱۰۰-۰) را اندازه‌گیری می‌کند. شاکری و همکاران (۱۳۹۱)

کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). همچنین با گذشت زمان، میزان مولفه رنگی ( $a^*$ ) نمونه‌های کیک اسفنجی به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $p \leq 0/05$ ). طبق یافته‌های محققان، کینوا دارای رنگدانه‌های گیاهی از جمله بتاسیانین (بنفش رنگ) است که نوعی بتالین محسوب شده و خواص آنتی‌اکسیدانی دارد [۳۱]. شاخص رنگی  $a^*$  نشان دهنده ی قرمزی در نمونه‌ها می‌باشد (قرمز مطلق -سبز مطلق، ۱۲۰- -۱۲۰) [۳۹]. نقی پور و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی امکان جایگزینی تخم مرغ با آرد سویا و اختلاط آرد گندم با جوانه گندم تثبیت شده در تولید کیک روغنی از آرد سویا بیان نمودند که با افزایش آرد سویا و جوانه گندم در فرمولاسیون به ترتیب میزان مولفه  $L^*$  و  $a^*$  نسبت به شاهد ۱ (نمونه فاقد تخم مرغ، آرد سویا و جوانه گندم) افزایش و کاهش یافت در حالی که آرد سویا سبب کاهش میزان مولفه  $b^*$  و جوانه گندم سبب افزایش میزان این مولفه شد [۳۶].

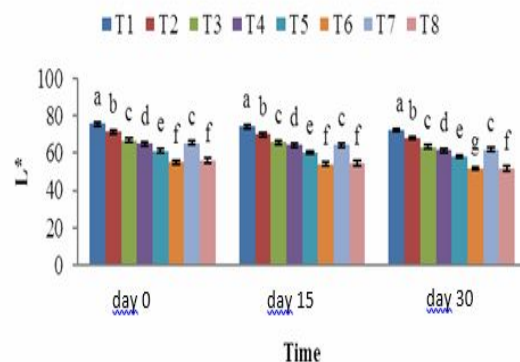


**Fig 2** Variation of  $a^*$  of sponge cake samples containing different amounts of quinoa flour and germinated wheat flour (on test days)

Different letters indicate a significant difference ( $p \leq 0.05$ ).

T1: control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), T2: sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, T3: Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, T4: Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, T5: Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, T6: Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, T7: sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, T8: sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour

و کینوا اختلاف آماری معنی‌داری با نمونه شاهد ملاحظه نشد. نتایج ارزیابی مولفه رنگی  $b^*$  مقادیر مثبتی را برای نمونه‌های محتوی آرد کینوا نشان داد که به زرد رنگ بودن نمونه‌های محتوی آرد کینوا نسبت داده شد که به علت وجود رنگدانه‌های طبیعی موجود در دانه کینوا است [۲۷]. محققان اذعان نمودند که تغییرات سطح محصولات نانویی مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین دار توانایی بیشتری در انعکاس نور و افزایش میزان مولفه  $L^*$  دارند [۳۸].



**Fig 1** Variation of  $L^*$  of sponge cake samples containing different amounts of quinoa flour and germinated wheat flour (on test days)

Different letters indicate a significant difference ( $p \leq 0.05$ ).

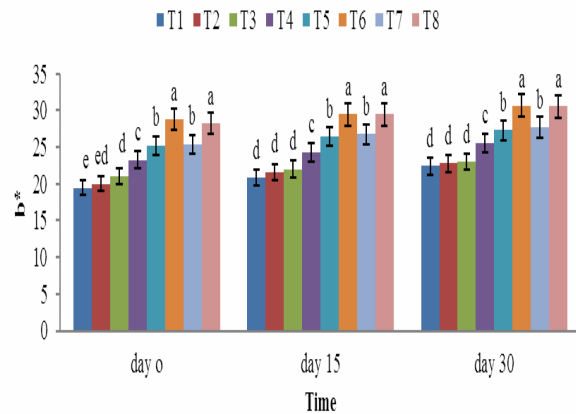
T1: control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), T2: sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, T3: Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, T4: Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, T5: Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, T6: Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, T7: sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, T8: sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour

### ۳-۲-۳- ارزیابی نتایج مولفه رنگی ( $a^*$ )

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان مولفه رنگی ( $a^*$ ) نمونه‌های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $p \leq 0/05$ ). به طوری که پائین‌ترین میزان مولفه رنگی ( $a^*$ ) در نمونه شاهد و بالاترین میزان آن در نمونه  $T_6$

## ۳-۳-۳- ارزیابی نتایج مولفه رنگی (b\*)

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان مولفه رنگی (b\*) نمونه‌های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی داری افزایش یافت ( $p \leq 0.05$ ). به طوری که پائین ترین میزان مولفه رنگی (b\*) در نمونه شاهد و بالاترین میزان آن در نمونه T<sub>6</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). همچنین با گذشت زمان، میزان مولفه رنگی (b\*) نمونه‌های کیک اسفنجی به طور معنی داری کاهش یافت ( $p \leq 0.05$ ).



**Fig 3** Variation of b\* of sponge cake samples containing different amounts of quinoa flour and germinated wheat flour (on test days). Different letters indicate a significant difference ( $p \leq 0.05$ ).

T1: control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), T2: sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, T3: Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, T4: Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, T5: Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, T6: Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, T7: sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, T8: sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour

مقدار امتیاز مثبت شاخص رنگی b\* میزان زردی نمونه را نشان می دهد و مقدار منفی آن میزان مایل بودن به رنگ آبی نمونه (امتیاز شاخص رنگی L\* و میزان منفی آن مایل بودن به رنگ آبی نمونه) را نشان می دهد (زرد مطلق - آبی مطلق، ۱۲۰- -۱۲۰-). [۳۹]. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش مقادیر مختلف جوانه و سیوس گندم اختلاف آماری معنی داری در مولفه رنگی (b\*) نمونه‌ها وجود نداشت ( $p > 0.05$ ).

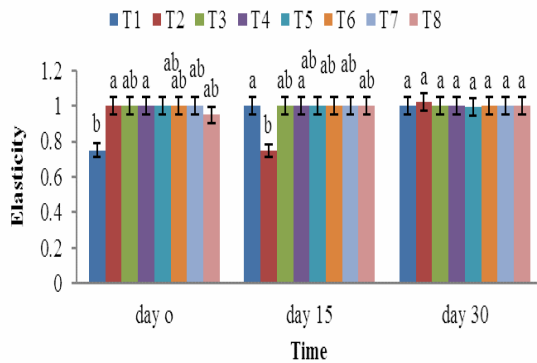
## ۳-۴-۳- ارزیابی نتایج آنالیز پروفیل بافت نمونه های

## کیک اسفنجی تولیدی

## ۳-۴-۳-۱- ارزیابی نتایج سختی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان سختی بافت نمونه‌های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی داری افزایش یافت ( $p \leq 0.05$ ). به طوری که پائین ترین میزان سختی بافت در نمونه شاهد و بالاترین میزان آن در نمونه T<sub>6</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). علت این امر را می توان به مقادیر بالای بکاربرده ترکیبات مذکور و اندازه ذرات آنها نسبت داد که ایجاد بافتی سفت و سخت در نمونه های کیک نموده اند. همچنین با گذشت زمان، میزان سختی بافت نمونه‌های کیک اسفنجی به طور معنی داری افزایش یافت ( $p \leq 0.05$ ) که علت این امر را می توان به از دست دادن رطوبت با گذشت زمان نسبت داد. شاخص سختی به صفات نرمی یا سفتی بافت مربوط است که حداکثر ارتفاع منحنی نیرو در اولین فشار است و حداکثر نیروی اعمال شده طی گاز زدن کیک را نشان می دهد. از لحاظ حسی، سختی حداکثر نیروی لازم برای فشردن ماده غذایی بین دندان‌های آسیاب تا حصول تغییر شکل معین است [۴۰]. Manohar و همکاران گزارش کردند تغییر در محتوای آب حتی به میزان ۱ درصد سبب ایجاد تغییرات قابل توجه در خصوصیات رئولوژیکی می گردد [۴۱]. Świeca و هکاران (۲۰۱۴) غنی سازی نان را با کینوا مورد بررسی قرار دادند و اعلام نمودند که جایگزینی آرد گندم در سطوح ۱-۵ درصد با آرد کینوا سبب افزایش خطی در سختی مغز نان و استحکام آن شد [۴۲].

اولین گاز زدن و دومین گاز زدن بازبایی می‌شود. از دیدگاه حسی نیز مقدار برگشت ماده تغییر شکل یافته به شرایط اولیه (بدون تغییر شکل) پس از حذف نیرو جوییدن را الاستیسیته گویند [۴۳].



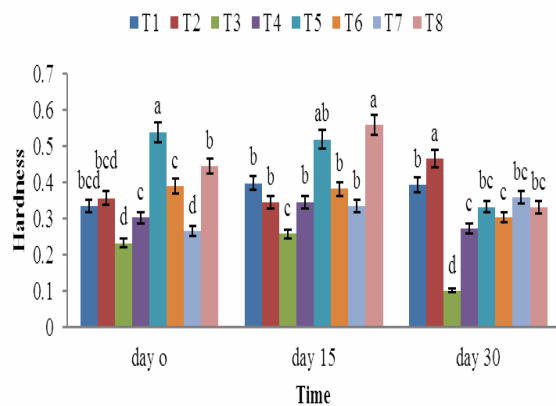
**Fig 5** Variation of Elasticity of sponge cake samples containing different amounts of quinoa flour and germinated wheat flour (on test days)

Different letters indicate a significant difference ( $p \leq 0.05$ ).

T1: control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), T2: sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, T3: Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, T4: Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, T5: Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, T6: Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, T7: sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, T8: sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour

### ۳-۴-۳- ارزیابی نتایج چسبندگی بافت

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان چسبندگی بافت نمونه‌های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $p \leq 0.05$ ). به طوری که پائین‌ترین میزان چسبندگی بافت در نمونه شاهد و بالاترین میزان آن در نمونه T<sub>6</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). همچنین با گذشت زمان، میزان چسبندگی بافت



**Fig 4** Variation of Texture of sponge cake samples containing different amounts of quinoa flour and germinated wheat flour (on test days)

Different letters indicate a significant difference ( $p \leq 0.05$ ).

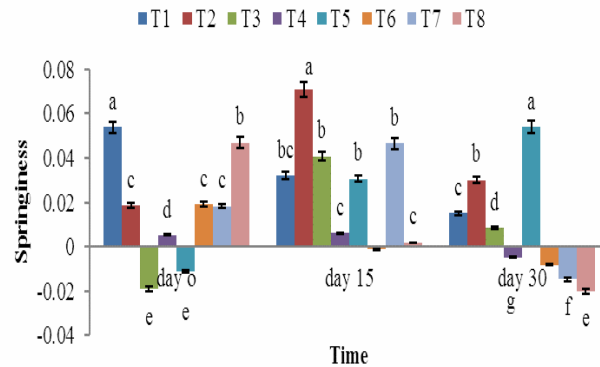
T1: control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), T2: sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, T3: Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, T4: Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, T5: Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, T6: Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, T7: sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, T8: sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour

### ۳-۴-۲- ارزیابی نتایج الاستیسیته (فنریت)

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی با تاثیر تیمار بر الاستیسیته بافت نمونه‌های کیک اسفنجی محتوی مقادیر مختلف آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده معنی‌دار نبود ( $p \geq 0.05$ ). در تمامی روزهای مورد بررسی اختلاف آماری معنی‌داری در میزان الاستیسیته نمونه‌ها مشاهده نشد ( $p \geq 0.05$ ). همچنین با گذشت زمان، میزان الاستیسیته بافت نمونه‌های کیک اسفنجی به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $p \leq 0.05$ ). فنریت (قابلیت ارتجاع، الاستیسیته) به صفات پلاستیک و الاستیک بودن جسم مربوط می‌شود. خاصیت ارتجاعی (برگشت پس از فشردن)، طول سیکل فشاری در طی گاز زدن دوم را نشان می‌دهد به عبارت دیگر مقدار ارتفاعی است که در مدت زمان بین انتهای

محتوی ۰٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و T<sub>6</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ) و بالاترین امتیاز رنگ متعلق به نمونه‌های T<sub>7</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۰٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) بود. پائین‌ترین امتیاز بو در نمونه شاهد و بالاترین میزان آن در نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). پائین‌ترین امتیاز بافت در نمونه‌های T<sub>2</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و T<sub>5</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۰٪ آرد کینوا + ۱۰٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). پائین‌ترین امتیاز پذیرش کلی در نمونه‌های T<sub>1</sub> (کیک اسفنجی فاقد آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده)، T<sub>4</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۷٪ کینوا و آرد گندم جوانه زده)، T<sub>7</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۷٪ کینوا + ۷٪ آرد گندم جوانه زده) و T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ) و بالاترین امتیاز حسی متعلق به نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) بود. از دید تکنولوژیکی آرد کینوا به دلیل ظرفیت اتصال آب و اثرات تغلیظ‌کنندگی و بافت دهی باعث اصلاح و بهبود بافت، خواص حسی و ماندگاری می‌شود [۴۲]. Elgeti و همکاران (۲۰۱۲)، در بررسی حجم و بافت نان‌های فاقد گلوتن تهیه شده از آردهای برنج و ذرت و کینوا، آرد کینوا را در مقادیر ۴۰ تا ۱۰۰ درصد جایگزینی آردهای برنج و ذرت مورد استفاده قرار دادند و ادعان نمودند که افزودن کینوا منجر به افزایش ۳۳٪ حجم نان و همچنین ایجاد بافت و طعم و مزه مناسب‌تر گشته است [۴۳]. محققان در بررسی افزودن آرد کینوا، آمارانت و گندم سیاه در سطوح ۵، ۱۰، ۱۵ درصد به عنوان جایگزین بخشی از آرد برنج در کلوچه بدون گلوتن بیان نمودند که نمونه‌های حاوی ۱۵ و ۱۰ درصد آرد کینوا و آمارانت بهترین نمونه‌های این پژوهش از نظر ارزیابی حسی و امتیاز پذیرش کلی بودند [۲۷].

نمونه‌های کیک اسفنجی به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $p \leq 0.05$ ).



**Fig 6** Variation of Springiness of sponge cake samples containing different amounts of quinoa flour and germinated wheat flour (on test days) Different letters indicate a significant difference ( $p \leq 0.05$ ).

T1: control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), T2: sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, T3: Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, T4: Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, T5: Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, T6: Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, T7: sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, T8: sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour

### ۳-۴-۴- ارزیابی نتایج آزمون‌های حسی

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۸) نشان داد که پائین‌ترین امتیاز طعم در نمونه T<sub>6</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و بالاترین میزان آن در نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). که علت این امر را می‌توان به علت عطر و طعم خاص کینوا نسبت داد که این ویژگی عطر و طعم خاص، برای ارزیاب‌ها مطلوب بود. همچنین پائین‌ترین امتیاز رنگ در نمونه شاهد و نمونه‌های T<sub>4</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۷٪ آرد کینوا

**Table 8** Sensory evaluation of sponge cake samples containing different amounts of quinoa flour and germinated wheat flour (on test days)

| Treatments     | Taste          | Color          | Odour          | Texture        | Overall acceptability |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|
| T <sub>1</sub> | 4 <sup>b</sup> | 3 <sup>c</sup> | 2 <sup>d</sup> | 4 <sup>a</sup> | 3 <sup>c</sup>        |
| T <sub>2</sub> | 4 <sup>b</sup> | 4 <sup>b</sup> | 4 <sup>b</sup> | 3 <sup>b</sup> | 4 <sup>b</sup>        |
| T <sub>3</sub> | 3 <sup>c</sup> | 4 <sup>b</sup> | 4 <sup>b</sup> | 4 <sup>a</sup> | 4 <sup>b</sup>        |
| T <sub>4</sub> | 3 <sup>c</sup> | 3 <sup>c</sup> | 4 <sup>b</sup> | 4 <sup>a</sup> | 3 <sup>c</sup>        |
| T <sub>5</sub> | 4 <sup>b</sup> | 4 <sup>b</sup> | 4 <sup>b</sup> | 3 <sup>b</sup> | 4 <sup>b</sup>        |
| T <sub>6</sub> | 2 <sup>d</sup> | 3 <sup>c</sup> | 4 <sup>b</sup> | 4 <sup>a</sup> | 4 <sup>b</sup>        |
| T <sub>7</sub> | 3 <sup>c</sup> | 5 <sup>a</sup> | 3 <sup>c</sup> | 4 <sup>a</sup> | 3 <sup>c</sup>        |
| T <sub>8</sub> | 5 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup>        |

Small letters indicate significant differences in rows and capital letters indicate significant differences in the column ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: control sample (sponge cake without quinoa flour and germinated wheat flour), T<sub>2</sub>: sponge cake containing 1.5% quinoa flour + 1.5% germinated wheat flour, T<sub>3</sub>: Sponge Cake Containing 4.5% Quinoa Flour + 4.5% Germinated Wheat Flour, T<sub>4</sub>: Sponge Cake Containing 7.5% Quinoa Flour + 7.5% Germinated Wheat Flour, T<sub>5</sub>: Sponge Cake Containing 10.5% Quinoa Flour + 10.5% Germinated Wheat Flour, T<sub>6</sub>: Sponge Cake Containing 15% Quinoa Flour + 15% Germinated Wheat Flour, T<sub>7</sub>: sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour, T<sub>8</sub>: sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour

ارزیابی نتایج آزمون‌های حسی نشان داد که بالاترین امتیاز رنگ متعلق به نمونه‌های T<sub>7</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۰٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) بود. پایین‌ترین امتیاز بو در نمونه شاهد و بالاترین میزان آن در نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). بالاترین امتیاز حسی متعلق به نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) بود و تیمار T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) به عنوان تیمار برتر انتخاب شد.

## ۵- منابع

- [1] Payan, r. 2001. An Introduction to the Technology of Cereal Products. 320 pages
- [2] Fatemi, h. (1387). Food Chemistry. Publication Joint Stock Company. P. 440.
- [3] FAO. (2013). Nutritional value- International Year of Quinoa 2013. <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-isquinoa/nutritional-value/en>.
- [4] VegaGálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., & Martínez, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), an

## ۴- نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان خاکستر، میزان پروتئین، چربی نمونه‌های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $p \leq 0.05$ ). پایین‌ترین میزان تخلخل در نمونه T<sub>6</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و پس از آن در نمونه‌های T<sub>7</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۰٪ آرد کینوا + ۱۵٪ آرد گندم جوانه زده) و T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). در تمامی روزهای مورد بررسی، بالاترین میزان رطوبت در نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ) و در تمامی روزهای مورد بررسی نمونه‌های فاقد آرد جوانه گندم، اندیس پراکسید پائین‌تری داشتند به طوری که پائین‌ترین میزان آن در نمونه T<sub>8</sub> (کیک اسفنجی محتوی ۱۵٪ آرد کینوا + ۰٪ آرد گندم جوانه زده) مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). در تمامی روزهای مورد بررسی با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان مولفه‌های رنگی ( $L^*$ ) و ( $a^*$ ) نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $p \leq 0.05$ ). نتایج آنالیز پروفیل بافت نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی با افزایش مقدار آرد کینوا و آرد گندم جوانه زده، میزان سختی بافت نمونه‌های کیک اسفنجی تولیدی به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $p \leq 0.05$ ).

- [15] Zeng, W., Yang, J., Pu, X., Du, J. (2013). Strategies of Functional Food for Cancer Prevention in Human Beings *Asian Pac J Cancer Prev.* 2013;14(3):1585-92.
- [16] Jan, K. N., Panesar, P. S., Rana, J. C., & Singh, S. (2017). Structural, thermal and rheological properties of starches isolated from Indian quinoa varieties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 102, 315-322.
- [17] Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., Świeca, M., Sęczyk, Ł., Różyło, R., & Szymanowska, U. (2015). Bread enriched with *Chenopodium quinoa* leaves powder—The procedures for assessing the fortification efficiency. *J. LWT-Food Science and Technology*, 62(2), 1226-1234.
- [18] Asgari, An Investigation of the Physicochemical Properties of Wheat and Lentil Auxiliary Foods *Journal of Tarbiat Modares Food Science and Technology* 1, 1, 2, 12-21
- [19] Anonymous (2006). Iranian Institute of Standards and Industrial Research Publications. *Cake - Properties and Methods of National Standard Test No. 2553. Third Review.*
- [20] Anonymous, 1995, Iranian Institute of Standards and Industrial Research Publications. *Cereals and its products - Method for measuring humidity - Properties and methods of national standard test number 2705. Third revision.*
- [21] Anonymous (2013). Iranian Institute of Standards and Industrial Research Publications. *Flour - Properties and Methods of National Standard Test No. 103 Third Revision.*
- [22] Anonymous (2003). *AACC Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (9th ed).* St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists
- [23] Anonymous (1999). *National Iranian Standard. No. 37. Biscuits - Test Properties and Methods, First Edition.*
- [24] Fatma, L., Ahmed, A., Rezaq, M., and Rhman, M., 2010., Additional effect of defatted wheat germ protein isolate on nutritional value and functional properties of yogurts and biscuits. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(8), 3139-3147.
- [25] Petrović, J., Fišteš, A., Rakić, D., Pajin, B., Lončarević, I., & Šubarić, D. (2015). Effect of ancient Andean grain: a review. *J. the Science of Food and Agriculture*, 90(15), 2541-2547.
- [5] Nowak, V., Du, J., & Charrondière, U. R. (2016). Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *J. Food chemistry*, 193, 47-54.
- [6] Caperuto, L. C., Amaya-Farfan, J., & Camargo, C. R. O. (2001). Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. *J. the Science of Food and Agriculture*, 81(1), 95-101.
- [7] Jacobsen, S. E. (2003). The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *J. Food reviews international*, 19(1-2), 167-177.
- [8] Iglesias-Puig, E., Monedero, V., & Haros, M. (2015). Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability. *J. LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 71-77.
- [9] James, L. E. A. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *J. Advances in food and nutrition research*, 58, 1-31.
- [10] Afify, A. E. M., Abbas, M. S., Abd El-Lattefi, B. M., & Ali, A. M. (2016). Chemical, rheological and physical properties of germinated wheat and naked barley. *J. International Journal of ChemTech Research*, 9(9), 521-31.
- [11] Kihara, M., Okada, Y., Iimure, T., & Ito, K. (2007). Accumulation and degradation of two functional constituents, GABA and  $\beta$ -glucan, and their varietal differences in germinated barley grains. *J. Breeding Science*, 57(2), 85-89.
- [12] Sharma, P., & Gujral, H. S. (2010). Antioxidant and polyphenol oxidase activity of germinated barley and its milling fractions. *J. Food Chemistry*, 120(3), 673-678.
- [13] De Bolle, M. F., Osborn, R. W., Goderis, I. J., Noe, L., Acland, D., Hart, C. A., ... & Broekaert, W. F. (1996). Antimicrobial peptides from *Mirabilis jalapa* and *Amaranthus caudatus*: Expression, processing, localization and biological activity in transgenic tobacco. *J. Plant molecular biology*, 31(5), 993-1008.
- [14] Anonymous (2001). *Cereals and its products - Germinated wheat flour (aged flour) Characteristics and test methods (6874).*



- Science and Technology. Sixth year. Number three. 65-59
- [34] Zarejad, F., Prophet, SA. Free Man, p. Damirchi, A. The Effect of Adding Raw and Stabilized Wheat Germs on the Qualitative Properties of Molded Cake Iranian Food Science and Technology Research, Vol. 10, No. 3.
- [35] Nagipour F, Mazaheri Tehrani M., Sahrani B, Sheikholeslami Z., Soleimani, M. 2013. The possibility of replacing eggs with soy flour and mixing wheat flour with wheat germ stabilized in the production of oil cake. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, Volume 8, Number 2, 220- 211. Shahidi, F. 2005. Quality Assurance of Fats and Oils, Baileys industrial oil and fat products. F. Shahidi. New Jersey, A. John Wiley & Sons, Inc., 1, 565-575.
- [36] Purlis, E and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. Food Research International, 42: 865-870.
- [37] Majzoobi, M., Keshni, R., Ferhatiya, 1392. Determination of some characteristics of paste enriched dough and biscuit. Journal of Food Industry Research, Volume 23, Number 2, pp. 28-2
- [38] Ghanbarzadeh B., 2009. Rheology of Food Biomaterials and Materials, University of Tehran Press, 37-80.
- [39] Manohar R, Rao H. (2002). Interrelation ship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits. Food Res Int; 35(2), 807-13.
- [40] Świeca, M., Sęczyk, Ł., Gawlik-Dziki, U., & Dziki, D. (2014). Bread enriched with quinoa leaves—The influence of protein–phenolics interactions on the nutritional and antioxidant quality. J. Food chemistry, 162, 54-62.
- [41] Majzoobi, M., Beparva, p., Farahnaky, A., Badii, f. 2014. Physicochemical Properties of Cross-linked Wheat Starch Affected by L-Ascorbic Acid Journal of Agricultural Science and Technology, 10, 16 . 355-364
- [42] Gelroth J, Ranhotra GR, M. L. Dreher, editors. 2001. Handbook of dietary fiber, newyork: marcel Dekker Inc.
- [43] Elgeti D, Nordlohne SD, Föste M, Besl M, Linden MH, Heinz V, Jekle M, Becker T. Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. J Cereal Sci. 2014 Jan 31; 59(1):41-7.
- defatted wheat germ content and its particle size on the rheological and textural properties of the cookie dough. Journal of texture studies, 46(5), 374-384.
- [26] Jedani, Sh. Inconsistent, b. Barzegar, H. Sepahvand, n. (1396). The effect of adding quinoa whole flour and xanthan gum on the chemical and sensory properties of barberry bread. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology. Twelfth year. No. 70. Volume 14. 89-79.
- [27] Haghayagh, Gh., Atta Salehi, A. Enrichment of gluten free pie with quinoa cereal flour, amaranth and buckwheat. Journal of Food Science and Technology, Volume 14, Issue 69. 283-294 Milovanović, M. and Vucelić-Radović, B. 2008. Sources, nutritional and health values of  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 fatty acids. Journal of Agricultural Sciences. 53,3, 203-213
- [28] Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D., & Milovanovic, M. (2012). Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (Chenopodium quinoa Willd.) as an ingredient in bread formulations. J. Cereal Science, 55(2), 132-138.
- [29] Sidhu, J.S., Al-Hoot, S.N., and Al-Saqer, J.M., 1999. Effect of adding wheat bran and germ fractions on the chemical composition of high-fiber toast bread. Food Chemistry, 67, 365-371.
- [30] Shaker, and. Ghaithi Tarzi, b. 1391. Effects of Wheat Germ Addition on Chemical, Sensory, Baking and Microbial Properties of Pasta. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology. Seventh Year, No. 3, 89-100
- [31] Gray, J. A., & BeMiller, J. N. (2003). Bread staling: Molecular basis and control. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2,
- [32] Ogungbenle HN1. 2003. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (Chenopodium quinoa) flour. Int J Food Sci Nutr. Mar; 54, 2, 153-8.
- [33] Qavi del, R. Ghiafe davoodi, M. Karimi, M. The priestly peasant, m. (1393). The Effect of Addition of Processed Wheat Germ on the Quantitative and Qualitative Characteristics of Oily Cake. Journal of Innovation in Food

## Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage: [www.fsct.modares.ir](http://www.fsct.modares.ir)

Scientific Research

## The effect of adding quinoa flour and germinated wheat flour on the physicochemical, microbial and sensory properties of sponge cake

Javaheripour, N. <sup>1</sup>, Shahsoni Mojarad, L. <sup>2\*</sup>, Mehdikhani, Sh. <sup>3</sup>, Inanloo, Y. <sup>4</sup>

1. M.Sc. in Food Science and Technology, Ghods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ghods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ghods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
4. M.Sc., Lecturer, University of Applied Sciences, Karaj Sugar Factory, Karaj, Iran

## ARTICLE INFO

## ABSTRACT

## Article History:

Received 2020/01/11  
Accepted 2021/03/08

## Keywords:

Sponge cake,  
Quinoa,  
Wheat flour,  
Germination.

DOI: [10.52547/fsct.18.119.375](https://doi.org/10.52547/fsct.18.119.375)

\*Corresponding Author E-Mail:  
[Shahsavani.l@gmail.com](mailto:Shahsavani.l@gmail.com)

In the present study, the effect of adding quinoa flour and germinated wheat flour on the physicochemical, microbial and sensory properties of sponge cake was investigated. The results showed that as the amount of quinoa flour and germinated wheat flour increased, ash, protein, and fat content of sponge cake samples significantly increased ( $p < 0.05$ ). The lowest porosity was observed in sample T6 (sponge cake containing 15% quinoa flour + 15% wheat flour) ( $p \leq 0.05$ ). The highest moisture content was observed in sample T8 (sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour) on all days ( $p \leq 0.05$ ). Texture profile analysis results showed that texture of sponge cake samples significantly increased with increasing amount of quinoa flour and germinated wheat flour ( $P \leq 0.05$ ). Evaluation of sensory test results showed that the highest color score belonged to sample T7 (sponge cake containing 0% quinoa flour + 15% germinated wheat flour) and sample T8 (sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour). Was. The lowest odor score was observed in the control sample and the highest in the sample T8 (sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour) ( $p \leq 0.05$ ). The highest sensory score belonged to the sample T8 (sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour) and sample T8 (sponge cake containing 15% quinoa flour + 0% germinated wheat flour) was selected as the highest treatment.