مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی نان بربری نیمه‌حجیم حاوی آرد کامل و مالت غلات و شبه غلات

پریوش سادات علوی[۱]، علیرضا فرجی[۲]، فریبا نقی‌پور[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی گرایش مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم و فن‌آوری‌های نوین، واحد علوم پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه شیمی آلی، دانشکده شیمی دارویی، واحد علوم پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

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

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۲۰

کلمات کلیدی:

جو،

جودوسر،

آمارانت،

کینوآ،

نان بربری نیمه حجیم

DOI: 10.22034/FSCT.20.141.128

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.141.9.7

* مسئول مکاتبات:

alireza_ch57@yahoo.com

چکیده

امنیت غذایی با توجه به محدودیت منابع تولید در کشاورزی و وابستگی به محصولی نظیر گندم همواره در معرض تهدید قرار دارد. کشاورزی پایدار ایجاب می‌کند که در تولید محصولات کشاورزی یک جانبه و تک محصول عمل نگردد. از این‌رو هدف از انجام این تحقیق جایگزینی ۱۰ درصد از آرد گندم موجود در فرمولاسیون نان بربری نیمه حجیم با آرد کامل و مالت حاصل از جو، جو دوسر، کینو و آماراتت و مالت حاصل از این دانه‌ها بود. نتایج نشان داد که نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد کامل جو دوسر در بین سایر نمونه‌ها از بیشترین میزان رطوبت، حجم مخصوص و تخلخل برخوردار بود. درحالیکه استفاده از مالت در تمامی نمونه‌ها باعث کاهش میزان پارامترهای مذکور گردید. در خصوص ارزیابی میزان سفتی بافت نتایج نشان داد نمونه حاوی جودوسر در هر دو بازه زمانی ۲ ساعت و ۳ روز پس از پخت از کمترین میزان سفتی بافت برخوردار بود و قابل ذکر است که استفاده از مالت دانه‌های مورد بررسی در مقایسه با خود دانه باعث افزایش سفتی بافت گردید. همچنین میزان پروتئین نمونه‌های حاوی آرد جودوسر، آمارانت و کینوا از سایر نمونه‌ها بیشتر بود. بررسی رنگ محصول نتایج گویای کاهش میزان مؤلفه L* و افزایش میزان مؤلفه a* با افزودن مالت ترکیبات جایگزین آرد گندم بود. طی ارزیابی حسی محصول، ارزیابان حسی به نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد کامل جو دوسر بیشترین امتیاز پذیرش‌کلی را اختصاص دادند. بنابراین این امکان وجود دارد که تولیدکنندگان بدون کاهش کیفیت محصولات خود را با آرد جودوسر غنی نمایند.

۱-مقدمه

محققین با واقف بودن به مسئله خشکسالی و بحران آب در بسیاری از مناطق، به دنبال راهکارهایی جهت کاهش مصرف آب به‌خصوص در بخش کشاورزی می‌باشند. در واقع با توجه به محدودیت منابع آب و خاک، میزان تولید گندم در ایران با روش‌های کشاورزی موجود در بهترین شرایط اقلیمی و آب و هوایی از ۱۵ میلیون تن بالاتر نمی‌رود و این در حالی است که جمعیت بیش از ۸۰ میلیون نفری ایران به حدود ۱۵ میلیون تن گندم نیاز دارد. بنابراین نوسانات تولید گندم و جنگ‌هایی که در حال حاضر کشورهای بزرگ تولید کننده جهان درگیر آن می‌باشند، می‌تواند بحران‌ساز باشد. این مسئله توجه ما را به‌سوی سایر نقاط جهان معطوف می‌سازد، در مناطقی از جهان منابع کربوهیدرات و پروتئین گیاهی فقط از گندم تأمین نمی‌شود و سایر غلات، حبوبات و شبه غلات بهترین تأمین‌کننده کربوهیدرات و یا پروتئین هست [۱ و ۲].

از سوی دیگر می‌توان از مالت حاصل از این منابع نیز در تولید محصولات صنایع پخت به ویژه نان استفاده نمود. در صنایع پخت، مالت به عنوان منبع آنزیمی به آرد جهت تهیه خمیر اضافه می‌شود. به طور کلی از مهم‌ترین اثرات افزودن مالت به عنوان یک منبع آنزیمی می‌توان به افزایش سرعت تخمیر، بهبود قوام خمیر، افزایش حجم نان، قهوه‌ای شدن پوسته و تورم و ژلاتینه شدن نشاسته اشاره کرد. به طور کل مالت‌سازی از قدیمی‌ترین عملیات بیوتکنولوژی و منظور از آن فرایند جوانه‌زنی محدود و کنترل شده، دانه است که پس از خشک کردن، محصول دارای خواص تغذیه‌ای مطلوب می‌گردد [۳]. در این میان انتخاب نوع دانه جهت مالت‌سازی بسیار حائز اهمیت است. در پژوهش حاضر از آرد کامل و همچنین مالت حاصل از دانه غلات (جو و جودوسر) و شبه غلات (کینوآ و آمارانت) در فرمولاسیون نان بربری نیمه حجیم استفاده شد.

جو یکی از مهم‌ترین منابع تولید مالت در سراسر جهان محسوب می‌گردد و خواص تغذیه‌ای منحصر به فردی دارد. این غله دارای مقدار زیادی فیبر رژیمی (به‌ویژه فیبر محلول) است. فیبر محلول شامل بتاگلوکان‌هاست که کلسترول خون را پایین می‌آورد. هم‌چنین این ترکیب یک ماده هیدروسکوپی است و قابلیت نگهداری آب را دارد که کمک به گوارش روده‌ای می‌نماید. امروزه نقش فیبر در رژیم غذایی انسان و تأثیر آن در سلامت و پیشگیری از بیماری‌های مزمن نظیر چاقی، بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت و سرطان‌های دستگاه گوارش حائز اهمیت می‌باشد [۴]. جو دو سر یا یولاف گیاهی است از خانواده گندمیان که کاملاً باریک و کشیده است و از دو طرف یکسان است برای همین به آن جوی دو سر گویند. پوسته آن حاوی بتاگلوگان می‌باشد که این امر خود سبب افزایش ارزش تغذیه‌ای این دانه می‌گردد. جو دو سر منبع بسیار خوب فیبر محلول و نامحلول می‌باشد و وجود کربوهیدرات‌های پیچیده سبب کاهش خطر ابتلا به انواع سرطان می‌شود. دانه کامل جو دوسر دارای اسیدهای چرب غیراشباع همچون اسید اولئیک و لینولئیک می‌باشد و نسبت اسیدهای چرب چندغیراشباعی به اسیدهای چرب اشباع بسیار مطلوب است (۲:۲). همچنین جو دو سر حاوی میزان پروتئین بالایی می‌باشد که اسیدآمینه‌های متنوعی را شامل می‌گردد. پروتئین موجود در این دانه با بسیاری از غلات متفاوت می‌باشد. به‌عنوان مثال پروتئین اصلی در یولاف گلوبولین محلول در محلول‌های نمکی می‌باشد و این امر خود یکی از دلایل ارزش غذایی بالای این دانه می‌باشد [۵].

از سوی دیگر شایان ذکر است که شبه غلات از خانواده گندمیان نیستند ولی شباهت زیادی به غلات دارند که در پژوهش حاضر از دانه کینوآ و آمارانت که در این دسته

قرار می‌گیرند، استفاده گردید. گیاه کینوآ یکی از گیاهانی که تحت شرایط خشک و کم آب محصول می‌دهد. کیفیت تغذیه‌ای این گیاه بالاتر از غلات دانه‌ای می‌باشد و از نظر تعادل آمینواسیدها بسیار مطلوب می‌باشد [۶]. میزان لیزین دانه‌های این گیاه بالاتر از گندم است و برای تعادل غذایی انسان مطلوب می‌باشد. کینوآ از نظر سدیم فقیر بوده ولی از نظر کلسیم، فسفر، منیزیم، پتاسیم، آهن، مس و منگنز نسبت به گندم، جو و ذرت برتری دارد [۷]. همچنین به لحاظ چربی، کربوهیدرات و ویتامین نیز غنی‌تر از گندم می‌باشد [۸]. آمارانت نیز یکی از گیاهان علوفه‌ای در دسته شبه غلات می‌باشد که اخیراً به‌عنوان خوراک انسان، دام و طیور مطرح گردیده است. این گیاه به علت خصوصیات تغذیه‌ای و سازگاری می‌تواند پتانسیل ورود به تناوب زراعی را داشته باشد. سازگاری آمارانت با خاک‌های فقیر و عمل آن به تنش خشکی، استفاده از آن را به‌عنوان یک محصول زراعی در مناطق نیمه خشک ممکن ساخته است. مشاهدات و شرایط خشک نشان می‌دهد که تحمل به خشکی این گیاه شبیه به سورگوم بوده و برای مناطقی که سورگوم و ارزن کشت می‌شود، مناسب است [۸ و ۹]. در همین راستا میراندا ویلا و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر افزودن آرد کینوآ و آرد مالت حاصل از آن (تا ۳۰ درصد جایگزینی در فرمولاسیون) بر روی کیفیت مافین‌های بدون گلوتن بر پایه برنج را مورد بررسی قرار داده و نتایج نشان داد که با افزودن آرد کینوآ میزان پروتئین و مواد معدنی محصول افزایش یافت. همچنین نمونه‌های حاوی آرد مالت کینوآ از میزان رطوبت، ارتفاع، حجم و سفتی مشابه با نمونه شاهد داشت[۱۰]. الهاداری و همکاران (۲۰۱۸) نیز اثر جایگزینی مالت جو با آرد گندم در فرمولاسیون بیسکوئیت بر روی ویژگی‌های محصول نهایی را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند با افزایش میزان مالت جو در فرمولاسیون از میزان مؤلفه L^* محصول کاسته شد [۱۱]. علاوه بر این ایکومولا و همکاران (۲۰۱۷) نیز با بررسی خصوصیات کوکی‌های تهیه شده از آرد گندم و مالت سبوس جو دریافتند که با افزایش میزان مالت سبوس جو تا سطح ۱۰ درصد در فرمولاسیون میزان رطوبت نهایی نمونه‌ها افزایش یافت [۱۲]. از این‌رو با توجه به مطالب ذکر شده، هدف از انجام این پژوهش بررسی امکان جایگزینی ۱۰ درصد از آرد گندم موجود در فرمولاسیون نان بربری نیمه‌حجیم با آرد کامل و مالت تهیه شده از آرد جو، جودسر، کینوآ و آمارنت بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد گندم (آرد ستاره) مورد استفاده در فرمولاسیون نمونه‌های نان بربری نیمه حجیم تولیدی از کارخانه تهران باختر (تهران، ایران) خریداری شد. دانه‌های جو، جودو سر، کینوآ و آمارانت نیز از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردید و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل نمک، روغن و شکر از یک فروشگاه معتبر خریداری و خمیرمایه خشک و فوری از کارخانه خمیر مایه رضوی (مشهد، ایران) و بهبود دهنده نیز واحد صنعتی نان سحر (تهران، ایران) تهیه و در یخچال (دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد) نگهداری گردید. کلیهٔ مواد شیمیایی نیز از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد گندم و دانه‌های مورد استفاده

دانه‌های جو، جودوسر، کینوآ و آمارنت بعد از بوجاری و خارج نمودن خار و خاشاک و سایر مواد زائد، با استفاده از آسیاب چکشی آزمایشگاهی به آرد کامل آسیاب و به‌منظور کنترل اندازه گرانول‌ها از الک با مش ۱۰۰ عبور داده شدند. ذکر این نکته ضروری است که در خصوص دانه‌های کینوآ به دلیل وجود ساپونین (یک ترکیب گلیکوزیدی تلخ مزه و

محلول در آب است که در پوسته خارجی دانه کینوا قرار دارد)، عمل شستشو با آب انجام شده و پس از خشک کردن در دمای محیط، آسیاب می‌شدند **[۸]**. سپس به‌منظور کنترل اندازه گرانول‌ها از الک با مش ۱۰۰ عبور داده شد. در ادامه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آردها مانند رطوبت، پروتئین، خاکستر و چربی بر اساس روش‌های استاندارد تدوین شده در انجمن شیمی دانان غلات آمریکا (AACC[1]) (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد. میزان رطوبت مطابق استاندارد شمارهٔ ۱۶-۴۴، پروتئین ۱۰-۴۶، خاکستر ۰۱-۰۸ چربی ۱۰-۳۰ ارزیابی گردید [۱۳]. میزان فیبر نیز طبق روش رانگانایاکی و همکاران (۲۰۱۲) تعیین شد [۱۴]. میزان کربوهیدرات در نمونه‌ها نیز از کسر کردن مجموع ترکیبات تشکیل‌دهنده از ۱۰۰ به‌دست آمد [۱۵].

۲-۲-۲- تهیه مالت از غلات و شبه غلات

جهت تولید مالت کینوآ و آمارانت مقدار ۲ کیلو دانه را تحت زمان ۲ ساعت در دمای ۲۰ درجه سلسیوس خیسانده، سپس آب اضافی را از طریق استفاده از توری حذف کرده و دانه‌ها را در یک طرف درب بسته به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس برای کینوآ و ۴۸ ساعت در ۳۷ درجه سلسیوس برای آمارانت به صورت تک لایه و به دور از نور خورشید قرار داده تا فرآیند جوانه‌زنی انجام شود [۱۰ و ۱۶]. همچنین به منظور تولید مالت جو و جودوسر مقدار ۲ کیلو دانه را به ترتیب تحت زمان ۴۸ و ۴ ساعت در دمای اتاق خیسانده، سپس آب اضافی را از طریق استفاده از توری حذف کرده و دانه‌ها را در یک طرف درب بسته به مدت ۵ روز برای دانه جو و ۴ روز برای دانه جودوسر به صورت تک لایه و به دور از نور خورشید در دمای ۱۸ درجه سلسیوس قرار داده تا فرآیند جوانه‌زنی انجام شود [۱۷ و ۱۸]. در نهایت دانه‌های جوانه‌زده توسط یک آون و به صورت تدریجی با شیب دمای صعودی تا رسیدن به رطوبت نهایی ۴ درصد خشک شد تا فعالیت آنزیمی دانه‌ها نیز حفظ گردد. قبل از استفاده ریشه‌چه‌ها و لپه‌های بیرون‌زده با دست جدا و آسیاب گردید. در انتهای فرآیند نیز از الک با مش ۰/۲۵ میلی‌متر عبور داده شدند [۱۹].

۲-۲-۳- ارزیابی خصوصیات مالت تولیدی از غلات و شبه غلات

اندازه‌گیری میزان قند احیاء کننده در نمونه‌های مالت تولیدی با استفاده از روش حجمی لین آنیون انجام شد [۲۰]. مقدار ازت نمونه‌های عصاره مالت تولیدی با استفاده از دستگاه کجلدال اندازه‌گیری شد [۱۳]. pH نمونه‌های مالت و رنگ عصاره مالت تولیدی بر اساس روش AOAC به ترتیب به شماره ۲۹-۹۴۵ و ۱۳-۹۷۲ اندازه‌گیری شد [۲۱].

۲-۲-۴- تهیه نمونه‌های نان بربری نیمه حجیم

جهت تهیه خمیر نان بربری نیمه حجیم، ابتدا مواد خشک شامل ۱۰۰ درصد آرد گندم، ۱ درصد مخمر خشک، ۱ درصد نمک، ۱ درصد شکر و ۰/۵ درصد بهبود دهنده به مدت ۲ دقیقه با دور کند درون مخزن همزن (Disona، ساخت کشور آلمان) ترکیب گردیدند. در مرحله بعد آب مورد نیاز (۶۰-۵۵ درصد) اضافه شد و مجدداً ۲ دقیقه دور کند و در ادامه ۸ دقیقه با دور تند هم زده شدند. شایان ذکر است که ۱ درصد روغن و ۱ درصد نمک در دقیقه ششم به فرمولاسیون اضافه شد. در انتهای مرحله مخلوط کردن، خمیر (بعد از ۶ دقیقه استراحت اولیه به صورت توده‌ای در درون مخزن همزن و در دمای محیط) به وزن ۳۵۰ گرم چانه‌گیری شدند، سپس بعد از استراحت میانی در دمای محیط به مدت ۱۲ دقیقه، فرم‌دهی و سینی‌گذاری شد. تخمیر نهایی نیز به مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سلسیوس در رطوبت نسبی ۸۰ درصد در گرمخانه انجام شد و سپس خمیر داخل فر با هوای داغ همراه با بخار (Miwe، ساخت کشور آلمان) با دمای ۲۴۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۳ دقیقه پخته شد. در آخر سینی‌ها

1- American Association of Cereal Chemists (AACC)

تخلیه گردید و محصولات به مدت ۱ ساعت در دمای محیط سرد شده و در بسته‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند (نمونه شاهد) [۲۲]. شایان ذکر است که از آرد کامل و مالت حاصل از دانه‌های جو، جودوسر، کینوآ و آمارنت هریک در سطوح ۱۰ درصد به صورت جداگانه جایگزین آرد گندم موجود در فرمولاسیون شد.

۲-۲-۵- ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی نمونه‌های نان بربری نیمه حجیم

۲-۲-۵-۱- اندازه‌گیری رطوبت و پروتئین

به منظور اندازه‌گیری رطوبت و پروتئین نمونه‌های تولیدی، از آزمون (۲۰۰۰)AACC به ترتیب به شماره‌های۱۶-۴۴ و ۱۰-۴۶ استفاده شد [۱۳].

۲-۲-۵-۲- اندازه‌گیری میزان حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص نمونه‌های نان تولیدی، از روش جایگزینی حجم با دانهٔ کلزا[1] مطابق با استاندارد AACC شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد. برای این منظور قطعه مکعب شکل به ابعاد ۲۵ میلی‌متر با استفاده از یک چاقوی اره‌ای از هر نمونه جدا و توزین گردید و سپس درون یک سیلندر با حجم مشخص از دانه کلزا قرار گرفت و افزایش حجم یادداشت شد. در انتها از تقسیم حجم به وزن نمونه‌ها میزان حجم مخصوص گزارش گردید.[۱۳].

۲-۲-۵-۳- اندازه‌گیری میزان تخلخل و رنگ پوسته

ارزیابی میزان تخلخل و رنگ پوسته نان، با استفاده از تکنیک پردازش تصویر انجام شد. در ابتدا به منظور ارزیابی میزان تخلخل یک قطعه نمونه به ابعاد ۲۵ میلی‌متر توسط یک چاقوی اره‌ای جدا گردید و از هر سه مقطع آن با استفاده از اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۶۰۰ پیکسل تصاویر تهیه و در اختیار نرم افزار Image J قرار داده شد و با محاسبهٔ نسبت نقاط روشن به تاریک، میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد گردید. در نهایت میانگین تخلخل محاسبه شده برای هر سه مقطع نمونه به‌عنوان عدد نهایی تخلخل گزارش شد [۲۳]. در ادامه به منظور تعیین سه شاخص L* ، a* و b*، از پوسته تصاویری با استفاده از اسکنر تهیه و در بخش Plugins نرم‌افزار فضایLAB فعال و شاخص‌های فوق محاسبه شد [۲۴].

۲-۲-۵-۴- آزمون ارزیابی بافت

سفتی بافت نان در فاصله‌های زمانی دو ساعت و سه روز پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (مدل XT plus، ساخت کشور انگلستان) ارزیابی شد. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای با انتهای صاف (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه در نمونه، به‌عنوان شاخص سفتی[2] محاسبه گردید.

۲-۲-۵-۵- ارزیابی خصوصیات حسی

به منظور ارزیابی خصوصیات حسی نظیر فرم و شکل، خصوصیات پوسته، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت و طعم (مزه و آروما) که به‌ترتیب دارای ضریب رتبه ۴، ۳، ۲، ۳ و ۳ بودند، از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱: بسیار نامطلوب، ۲: نامطلوب و... ۵: بسیار مطلوب) استفاده شد. هریک از نمونه‌های نان حداقل توسط ۱۰ داور مورد ارزیابی قرار گرفت. با داشتن این معلومات، پذیرش‌کلی (عدد کیفیت نان) با استفاده از رابطه ۱، محاسبه شد.

رابطه ۱:

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

که در آن: Q= پذیرش‌کلی، P= ضریب رتبه صفات و G= ضریب ارزیابی صفات است.

۲-۲-۵- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل دو عامله که

1- Rape seed displacement

2- Hardness

عامل اول نوع منبع جایگزین آرد گندم در چهار سطح جو، جودوسر، کینوآ و آمارنت و عامل دوم نحوه استفاده از این منابع در دو حالت آرد کامل و یا مالت هر کدام به میزان ۱۰ درصد به عنوان جایگزین آرد گندم، بود، استفاده گردید. نمونه‌ها در سه تکرار تهیه شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد ($P<0.05$) مورد مقایسه قرار گرفتند. در انتها برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی آردها

نتایج ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد گندم و آرد کامل حاصل از دانه‌های جو، جودوسر، کینوآ و آمارنت مورد استفاده در فرمولاسیون نان بربری نیمه حجیم در جدول ۱ آورده شده است.

Table 1. Physicochemical properties of different flour

Physicochemical properties (%)	Wheat flour	Barley flour	Oat flour	Quinoa flour	Amaranth flour
Moisture	12.10±0.32	10.8±0.25	10.61±0.32	10.2±0.03	13.9±0.24
Protein	12.0±0.41	11.0±0.12	15.9±0.61	15.3±0.53	14.2±0.39
Ash	0.69±0.01	2.69±0.10	1.83±0.03	2.17±0.36	1.97±0.00
Fat	1.60±0.01	2.51±0.08	4.65±0.05	3.15±0.01	3.70±0.12
Fibre	1.20±0.00	4.23±0.02	6.16±0.01	6.11±0.16	1/03±0.03
Carbohydrate	72.21±1.25	69.03±1.25	61.56±1.36	62.77±1.66	56.59±1.08

۳-۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی مالت

نتایج ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد مالت حاصل از دانه‌های جو، جودوسر، کینوآ و آمارنت در جدول ۲ آورده شده است.

Table 2. Physicochemical properties of malt

Physicochemical properties	Barley	Oat	Quinoa	Amaranth
Reducing sugar (%)	1.3±0.0	1.1±1.2	1.2±0.1	1.2±0.0
Total nitrogen (%)	2.8±0.2	4.9±0.1	4.4±0.0	4.8±0.1
pH (-)	5.9±0.0	6.5±0.2	6.2±0.3	6.7±0.2
Color (ASBC)	11.5±1.1	9.5±0.3	9.7±0.4	9.6±0.2

۳-۳- ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی نمونه‌های نان بربری نیمه حجیم

۳-۳-۱- رطوبت

نتایج حاصل از تأثیر نوع آردهای جایگزین شده با آرد گندم بر میزان رطوبت نان بربری نیمه حجیم در جدول ۳ نشان داده شده است. با بررسی نتایج مشاهده گردید که نوع آردهای جایگزین شده با آرد گندم تأثیر معنی‌داری بر رطوبت نان داشت ($P<۰/۰۵$). به‌طوری که در بین دانه‌های مورد بررسی، دانه جو دوسر توانایی بیشتری در نگهداری رطوبت در محصول نهایی داشت. از سوی دیگر نمونه‌های حاوی مالت یک دانه از رطوبت کمتری نسبت به نمونه‌های آرد کامل آن دانه برخوردار بود به‌طوری که نمونه‌های حاوی آرد کامل جو دوسر و نمونه‌های حاوی مالت آمارانت به ترتیب از بیشترین و کمترین میزان رطوبت برخوردار بودند. در ارتباط با افزایش میزان رطوبت محصول با استفاده از آرد جو دوسر به نظر می‌رسد، احتمالاً به دلیل اینکه ترکیب مذکور از میزان بالای پروتئین (مطابق شکل ۱) و ترکیبات فیبری نگهدارنده رطوبت همانند بتاگلوکان [۲۵] برخوردار می‌باشد توانایی بیشتری در نگهداری رطوبت دارند. در این خصوص چوهان و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر جایگزینی آرد کامل جو دوسر (در سطوح ۰، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد) با آرد گندم بر روی ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی نان و نودل را مورد بررسی

قرار داده و بیان داشتند میزان رطوبت نان با افـزایش میـزان جو دوسر در فرمولاسیون خمیر افـزایش یافـت [۲۶]. البتـه قابل ذکر است آرد جو نیز هماننـد آرد جـو دوسـر حـاوی ترکیبات فیبری جاذب آب همانند بتاگلوکان می‌باشد که این امر تأثیر ترکیب مذکور در افزایش میزان رطوبـت را توجیـه می‌کند. این در حالی است که آرد جو در مقایسه با آرد جو دوسر از میزان پروتئین کمتری برخوردار بوده و توانـایی آن در جذب و نگهداری رطوبت از آرد کامـل جـو دوسـر تـا حدی کمتر بود. همچنین طی فرآیند مالت‌سـازی بخشـی از ترکیبات نشاسته‌ای، فیبری و پروتئینی به دلیل فعالیـت‌هـای زیستی و آنزیمی تغییر سـاختار پیـدا کـرده و بـه ترکیبـات ساده‌تر تبدیل می‌شوند [۲۷] که این امر مـی‌توانـد توانـایی نگهداری رطوبت محصول در فرآیند پخت را کاهش دهـد. در این راستا روانفر و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر آرد مالت جـو (در سطوح نیم، ۱، ۲ و ۴ درصد) بر ویژگی‌های کیفی خمیر و نان بربری را مورد بررسی قرار داده و مشاهده نمودند بـا افزودن مالت جو میزان جذب آب خمیـر افـزایش مـی‌یابـد [۲۸].

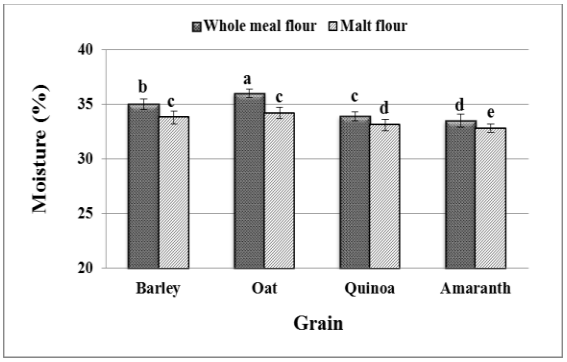

Fig 1. The effect of replacing wheat flour by different grains whole meal flour and malt flour on moisture content of semi-volume Barbari bread
(Means in with different letters differ significantly in $p<0.05$)

۳-۳-۲- پروتئین

نتایج حاصل از تأثیر نـوع آردهـای جـایگزین شـده بـا آرد گندم بر میزان پروتئین نان بربری نیمـه حجـیم در شـکل ۲ نشان داده شده است. با بررسی نتایج مشاهده گردید در بین دانه‌های مورد بررسی، دانه‌های جو دوسر، کینوا و آمارانـت توانایی برابری در افزایش میـزان پـروتئین محصـول نهـایی داشتند. از سوی دیگر نمونه‌های حاوی مالـت یـک دانـه از پروتئین کمتری نسـبت بـه نمونـه‌هـای آرد کامـل آن دانـه برخوردار بود، به‌طوری که نمونه‌های حاوی آردهای کامـل جو دوسر، آمارانت و کینوآ بیشـترین و نمونـه‌هـای حـاوی مالت جو کمترین میزان پروتئین را به خود اختصاص دادند. میزان پروتئین محصول از جمله عواملی است که مستقیماً از میزان پروتئین موجود در ترکیبات مورد استفاده در محصول تأثیر می‌پذیرد. در همین راستا با توجه بـه جـدول ۱، قابـل ملاحظه اسـت کـه میـزان پـروتئین جـو از سـایر ترکیبـات جایگزین کمتر می‌باشد. در این راستا پورافشار و همکـاران (۲۰۱۵) نیـز تـأثیر جـایگزینی آردهـای جـو، جـو دوسـر، آمارانت، چاودار (در سطح ۲۰ درصد) با آرد گندم بـر روی ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی نـان بربـری را مـورد بررسـی قرار داده و بیان داشتند میزان پروتئین نان هنگام اسـتفاده از جو دوسر نسبت به جو در فرمولاسیون خمیر افزایش یافت [۲۹].

از سوی دیگر نمونه‌های حـاوی مالـت دانـه‌هـای مصـرفی دارای میزان پروتئین کمتری در مقایسه با نمونـه‌هـای فاقـد مالت می‌باشند. همانطور که در بخش ارزیابی میزان رطوبت بیان شد طی فرآیند مالت‌سازی بخشی از ترکیبات نشاسـته-ای، فیبری و پروتئینی به دلیل فعالیت‌های زیستی و آنزیمـی تغییر ساختار پیدا کرده و به ترکیبات ساده‌تر تبدیل می‌شوند که این امر ممکن است به کاهش میـزان پـروتئین محصـول منجر شود. همچنین طی مراحل مالت‌سـازی ممکـن اسـت بخشی از ترکیبات پروتئینی محلول وارد عصاره مالت شـده و از میزان آن‌ها در مالـت کاسـته شـود. در ایـن خصـوص بانوشا و وسـنتاروبا (۲۰۱۳) اثـر فرآینـد مالـت‌سـازی روی محتوای تغذیه‌ای دانه‌هـای ارزن انگشـتی و مـاش را مـورد بررسی قرار داده و بیان داشتند طی فرآیند جوانه‌زنی انحلال آمینو اسیدها باعث افزایش میزان ازت محلول عصـاره مـی-

شود که این امر ناشی از افزایش فعالیت آنزیم پروتئاز می‌باشد [۳۰]. کاروالهو و بلیا (۲۰۱۹) نیز مالت‌سازی از گندم جوانه‌زده را مورد بررسی قرار داده و نتایج ایشان نشان داد فرآیند جوانه‌زنی (رطوبت ۴۳ درصد، زمان ۷۸ ساعت و دمای ۱۲/۵ درجه سلسیوس) منجر به افزایش میزان ازت محلول عصاره خواهد شد [۳۱].

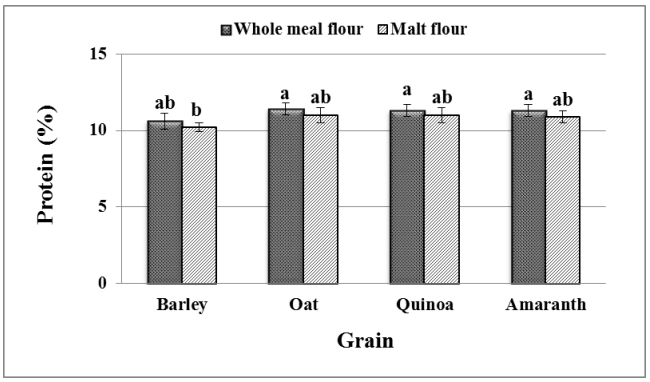

Fig 3. The effect of replacing wheat flour by different grains whole meal flour and malt flour on protein content of semi-volume Barbari bread (Means in with different letters differ significantly in $p<0.05$)

۳-۳-۳- حجم مخصوص و تخلخل

نتایج حاصل از تأثیر نوع آردهای جایگزین شده با آرد گندم بر میزان حجم مخصوص و تخلخل نان بربری نیمه حجیم در شکل ۳ نشان داده شده است. با بررسی نتایج مشاهده گردید که نوع آردهای جایگزین شده با آرد گندم تأثیر معنی‌داری بر میزان این خصوصیات کمی نان داشت (P<۰/۰۵). به‌طوری که در بین دانه‌های مورد بررسی، دانه جو دوسر توانایی بیشتری در افزایش میزان حجم مخصوص و تخلخل محصول نهایی داشت. از سوی دیگر نمونه‌های حاوی مالت یک دانه از حجم مخصوص و خلل و فرج کمتری نسبت به نمونه‌های آرد کامل آن دانه برخوردار بود به‌طوری که نمونه‌های حاوی آرد کامل جو دوسر و نمونه‌های حاوی مالت آمارانت به ترتیب از بیشترین و کمترین میزان حجم مخصوص و تخلخل بافت برخوردار بودند.

در محصولات صنایع پخت پروتئین گلوتن ترکیب اصلی مسئول ایجاد شبکه نگهدارنده حباب‌ها هوا می‌باشد [۳۲] و به دلیل اینکه با افزودن این ترکیبات در نان بربری نیمه حجیم، میزان گلوتن کاهش می‌یابد، ضروری است که ترکیبات مذکور از توانایی مناسبی جهت نگهداری حباب‌های هوا و پخش یکنواخت آن در محصول برخوردار باشند. در اینجا به نظر می‌سد با افزایش میزان آرد جو دوسر در فرمولاسیون به دلیل اینکه این ترکیب از میزان بالای پروتئین و ترکیبات فیبری نگهدارنده رطوبت همانند بتاگلوکان برخوردار می‌باشد توانایی بیشتری در نگهداری حباب‌های هوا و نهایتاً افزایش حجم مخصوص و تخلخل را دارد. در این خصوص پورافشار و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر جایگزینی آردهای، جو، جو دوسر، آمارانت، چاودار با آرد گندم بر روی ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی نان بربری را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند میزان حجم مخصوص نان هنگام استفاده از جو دوسر نسبت به سایر ترکیبات جایگزین شده در فرمولاسیون خمیر افزایش غیر معنی‌دار یافت [۲۹]. از سوی دیگر همان‌گونه که در قبل بیان شد، طی فرآیند مالت‌سازی بخشی از ترکیبات نشاسته‌ای، فیبری و پروتئینی به ترکیبات ساده‌تر تبدیل می‌شوندکه این امر می‌تواند توانایی نگهداری حباب‌های هوای محصول در فرآیند پخت را کاهش دهد. همچنین در محصولات حاوی مالت به دلیل فعالیت آنزیمی بالا (که منجر به تخریب نشاسته موجود در خمیر طی زمان تخمیر می‌شود) اتصال حباب‌های هوا به یکدیگر و خروج آن‌ها از خمیر نان بربری نیمه حجیم رخ داده که این امر منجر به کاهش میزان تخلخل محصول می‌شود. در این راستا کاو و همکاران (۲۰۲۲) تأثیر جایگزینی آرد جوانه جودوسر در سطح ۲۰ درصد بر روی ویژگی‌های بافتی و هضم‌پذیری نشاسته را در محصول نان مورد بررسی قرار داده و مشاهده نمودند با جایگزینی آرد جو دوسر جوانه‌زده از میزان حجم مخصوص محصول در مقایسه با شاهد کاسته شد [۳۳].

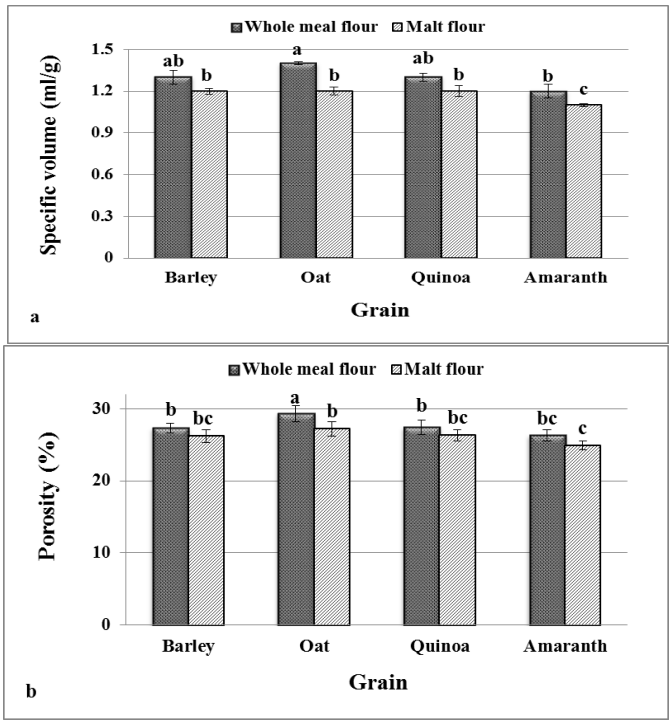

Fig 3. The effect of replacing wheat flour by different grains whole meal flour and malt flour on a: specific volume and b: porosity of semi-volume Barbari bread (Means in each parameter with different letters differ significantly in p<0.05)

۳-۳-۴- رنگ پوسته

نتایج حاصل از تأثیر نوع آردهای جایگزین شده با آرد گندم بر میزان مؤلفه‌های رنگی پوسته نان بربری نیمه حجیم در جدول ۳ نشان داده شده است. با بررسی نتایج مشاهده گردید که تنها نوع آردهای جایگزین شده با آرد گندم تأثیر معنی‌داری بر میزان مؤلفه L* پوسته نان داشت (P<۰/۰۵). به‌طوری که نمونه‌های حاوی مالت یک دانه از مؤلفه L* پوسته کمتری نسبت به نمونه‌های حاوی آرد کامل آن دانه برخوردار بود. از سوی دیگر مشاهده گردید که پوسته نمونه‌های حاوی مالت یک دانه از میزان مؤلفه a* بیشتری نسبت به نمونه‌های آرد کامل آن دانه برخوردار بود به‌طوری که نمونه‌های حاوی آرد مالت جو دوسر و نمونه‌های حاوی آرد کامل جو به ترتیب از بیشترین و کمترین میزان مؤلفه a* برخوردار بودند. همچنین نوع دانه و آردهای جایگزین شده با آرد گندم تأثیر معنی‌داری بر میزان مؤلفه b* پوسته نان نداشتند (P<۰/۰۵). در این خصوص به نظر می‌رسد تولید ترکیبات قندی ساده‌تر طی فرآیند مالت‌سازی، منجر به تشدید واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی مایلارد و کاراملیزاسیون طی فرآیند پخت می‌گردد که این امر به نوبه خود تیره شدن رنگ پوسته نان را به همراه دارد [۳۴]. در این خصوص یانگ و همکاران (۲۰۲۰) نیز تأثیر افزودن مالت گندم (صفر، ۱، ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد) بر ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی کوکی را مورد بررسی قرار داده و نتایج ایشان نشان داد میزان مؤلفه‌های L* و a* پوسته محصول با افزایش میزان جایگزینی مالت گندم در فرمولاسیون کوکی به ترتیب کاهش و افزایش یافت که ایشان این امر را به تجزیه شدن پروتئین‌ها و کربوهیدارت‌های موجود در مالت توسط آنزیم‌ها (طی فرآیند جوانه‌زنی) و در نتیجه تشدید واکنش میلارد نسبت دادند [۳۵].

در ارتباط با استفاده از آردهای جو، جودوسر، آمارانت و کینوآ مشاهده گردید میزان مؤلفه a* پوسته محصول با جایگزینی آرد کامل جودوسر نسبت به سایر ترکیبات جایگزین‌شده افزایش یافت که در این خصوص پورافشار و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر جایگزینی آردهای، جو، جو دوسر و آمارانت (در سطح ۲۰ درصد) با آرد گندم بر روی ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی نان بربری را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند میزان مؤلفه a* پوسته نان هنگام استفاده از آرد کامل جودوسر نسبت به سایر ترکیبات جایگزین‌شده افزایش یافت [۲۹].

Table 3. The effect of replacing wheat flour by different grains whole flour and malted flour on crust color values of semi-volume Barbari bread

Grain	Flour	Crust color (-)		
		L*	a*	b*^{ns}
Barley	Whole meal	53.7±0.7^{a}	11.2±0.2^{d}	19.1±0.1
	Malt	52.2±0.9^{b}	13.5±0.5^{bc}	19.3±0.5
Oat	Whole meal	53.5±0.6^{a}	12.9±0.6^{c}	19.2±0.6
	Malt	52.4±1.0^{b}	15.2±0.4^{a}	19.3±0.6
Quinoa	Whole meal	53.5±1.0^{a}	12.1±0.4^{cd}	19.2±0.7
	Malt	52.4±0.8^{b}	14.2±0.3^{b}	19.2±0.5
Amaranth	Whole meal	53.6±0.8^{a}	13.0±0.5^{c}	19.3±0.6
	Malt	52.2±0.6^{b}	14.1±0.5^{b}	19.2±0.5

(Means in each column with different letters differ significantly in $p<0.05$)
(ns: No significant difference in $p<0.05$)

۳-۳-۵- سفتی بافت

نتایج حاصل از تأثیر نوع آردهای جایگزین شده با آرد گندم بر میزان سفتی بافت نان بربری نیمه حجیم طی دو بازه زمانی ۲ ساعت و ۳ روز پس از پخت نشان داد که در بین دانه‌های مورد بررسی، دانه جو دوسر توانایی بیشتری در کاهش میزان سفتی بافت در هر دو بازه زمانی داشت (جدول ۴). از سوی دیگر نمونه‌های حاوی مالت یک دانه از سفتی بافت بیشتری نسبت به نمونه‌های آرد کامل آن دانه برخوردار بود به‌طوری که کمترین و بیشترین میزان سفتی بافت به ترتیب در نمونه‌های حاوی آرد کامل جو دوسر و نمونه‌های حاوی مالت آمارانت مشاهده گردید.

در واقع عواملی نظیر میزان رطوبت، حجم مخصوص و تخلخل در میزان سفتی بافت محصولات نانوایی در بازه زمانی بلافاصله پس از پخت دخیل می‌باشد. اما مهمترین عامل در افزایش سفتی بافت این محصولات طی مدت زمان نگهداری، حفظ و نگهداری رطوبت است، زیرا این مورد به شدت بر میزان بیاتی محصول تولیدی و افزایش سفتی آن طی انبارمانی اثرگذار است [۳۶]. در ارتباط با کاهش میزان سفتی بافت محصول با استفاده از آرد جو دوسر همانطور که در بخش ارزیابی میزان رطوبت بیان شد احتمالاً به دلیل اینکه ترکیب مذکور از میزان بالای پروتئین (مطابق جدول ۱) و ترکیبات فیبری نگهدارنده رطوبت همانند بتاگلوکان برخوردار می‌باشد توانایی بیشتری در نگهداری رطوبت و نهایتاً کاهش سفتی بافت دارند. از طرفی میزان پروتئین و چربی بالاتر در جو دوسر نسبت به سایر دانه‌های دیگر می‌تواند به عنوان یک عامل باعث به کندی فرآیند بیاتی و به دنبال آن سفت شدن بافت عمل نماید. در این خصوص کاو و همکاران (۲۰۲۲) بیان داشتند بتاگلوکان جو دوسر باعث کاهش میزان شکل‌پذیری و کاهش میزان سفتی خمیر می‌شود [۳۳]. از سوی دیگر به دلیل تخریب ساختار ترکیبات نشاسته‌ای، فیبری و پروتئینی به دلیل فعالیت آنزیمی طی فرآیند مالت‌سازی، توانایی نگهداری رطوبت محصول در فرآیند پخت کاهش می‌یابد که این امر بر سفتی بافت تأثیر گذار خواهد بود. در این راستا گارسیا و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر افزودن جو دوسر جوانه‌زده در محصولات فاقد گلوتن را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند که میزان فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز، لیپاز و پروتئاز در جو دوسر جوانه‌زده نسبت به جودسر جوانه نزده بیشتر می‌باشد [۱۷].

Table 4. The effect of replacing wheat flour by different grains whole flour and malted flour on firmness of semi-volume Barbari bread

Grain	Flour	Firmness (N)	
		2h after baking	3 days after baking
Barley	Whole meal	14.21 ± 0.12^{bcdB}	20.69 ± 0.32^{bcA}
	Malt	15.83 ± 0.02^{bB}	21.95 ± 0.15^{abcA}
Oat	Whole meal	13.80 ± 0.02^{dB}	19.91 ± 0.15^{cA}
	Malt	15.05 ± 0.02^{bcB}	21.10 ± 0.15^{bcA}
Quinoa	Whole meal	15.56 ± 0.02^{bB}	21.84 ± 0.15^{abcA}
	Malt	16.73 ± 0.02^{abB}	22.92 ± 0.15^{abA}
Amaranth	Whole meal	15.93 ± 0.02^{bB}	22.14 ± 0.15^{abA}
	Malt	17.14 ± 0.02^{aB}	23.37 ± 0.15^{aA}

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

۳-۳-۶- پذیرش‌کلی در آزمون حسی

نتایج حاصل از تأثیر نوع آردهای جایگزین شده با آرد گندم بر میزان امتیاز پذیرش‌کلی نان بربری نیمه حجیم طی ارزیابی حسی در شکل ۴ نشان داده شده است. با بررسی نتایج مشاهده گردید که نوع آردهای جایگزین شده با آرد گندم تأثیر معنی‌داری بر میزان امتیاز پذیرش‌کلی نان داشت ($P<۰/۰۵$). به‌طوری که در بین دانه‌های مورد بررسی، دانه جو دوسر توانست بیشترین میزان امتیاز پذیرش‌کلی در محصول نهایی را به خود اختصاص دهد. از سوی دیگر نمونه‌های حاوی مالت یک دانه از میزان امتیاز پذیرش‌کلی کمتری نسبت به نمونه‌های آرد کامل آن دانه برخوردار بود و بیشترین و کمترین امتیاز پذیرش‌کلی به ترتیب در نمونه‌های حاوی آرد کامل جو دوسر و نمونه‌های حاوی مالت آمارانت مشاهده گردید.

به‌طور کلی در امتیاز فرم و شکل که یکی از خصوصیات مؤثر بر امتیاز پذیرش‌کلی محصول تولیدی است، پارامترهایی از قبیل متقارن یا نامتقارن، پارگی یا از بین رفتن قسمتی از پوسته و یا مغز، وجود هرگونه حفره یا فضای خالی و غیره تعیین می‌شود که این موارد تا حدود زیادی تحت تأثیر مواد اولیه موجود در فرمولاسیون می‌باشد. در این خصوص ارزیابان حسی عنوان داشتند به نمونه حاوی ۱۰ آرد کامل جو دوسر به دلیل یکنواختی بافت و متقارن بودن امتیاز بیشتری اختصاص دادند. از سوی دیگر خصوصیات پوسته بر اساس سوختگی، غیر طبیعی بودن رنگ، چین و چروک و سطح غیر عادی بررسی می‌شود. در این خصوص ارزیاب‌ها عنوان داشتند به نمونه حاوی ۱۰ آرد کامل جو دوسر به دلیل ایجاد رنگ روشن‌تر و چروکیدگی کمتر امتیاز بیشتری اختصاص دادند. در این راستا صالحی‌فر و شاهدی (۲۰۰۷) نیز تأثیر جایگزینی آرد جو دوسر با آرد گندم بر روی ویژگی‌های رئولوژیکی، بافتی و حسی نان تافتون را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند میزان امتیاز رنگ و بافت محصول با افزایش میزان جو دوسر در فرمولاسیون خمیر افزایش یافت [۳۷]. همچنین حضور خلل و فرج غیرعادی و تراکم و فشردگی زیاد بافت به گونه‌ای که تخلخل مغز نمونه‌ها از دید مصرف‌کننده پنهان باشد، منجر به کسر امتیاز می‌گردد. در این بخش داوران چشایی اذعان داشتند که نمونه حاوی ۱۰ آرد کامل جو دوسر از حفرات منظم‌تری برخوردار بود ضمن اینکه این حفرات در کل بافت محصول به طور یکسان و یکنواخت پخش شده بود و همین امر باعث گردید که نمونه مذکور از امتیاز پوکی و

تخلخل بیشتری برخوردار شود. یکی دیگر از پارامترهای مهم در ارزیابی حسی، طعم محصول نهایی می‌باشد و دارا بودن مزه و آرومای مطلوب در مقبولیت این محصول نقش کلیدی دارد. در این خصوص ارزیابان حسی عنوان داشتند نمونه حاوی ۱۰ آرد کامل جو دوسر به دلیل بافت نرم‌تر طعم خوشایند بیشتری را در دهان ایجاد می‌کرد و بنابراین به نمونه مذکور امتیاز بیشتری دادند.

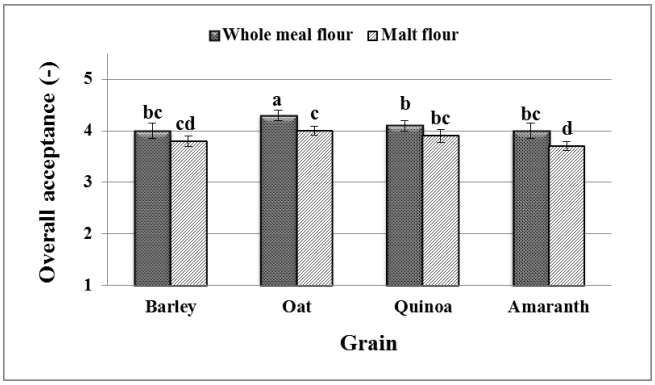

Fig 4. The effect of replacing wheat flour by different grains whole flour and malted flour on overall acceptance of semi-volume Barbari bread (Means with different letters differ significantly in $p<0.05$)

۴- نتیجه‌گیری

هدف از انجام این تحقیق بررسی جایگزینی ۱۰ درصد از آرد گندم موجود در فرمولاسیون نان بربری نیمه حجیم با آرد کامل جو، جو دوسر، آمارانت، کینوا و مالت حاصل از این دانه بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی نان بربری نیمه حجیم بود. بر اساس نتایج مشخص گردید که آرد کامل در مقایسه با آرد مالت تأثیر بیشتری در بهبود خصوصیات کمی و کیفی نان داشت که همان‌گونه که اشاره گردید این امر در ارتباط با تخریب ساختمان پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها طی فرآیند جوانه‌زنی دانه‌ها می‌باشد. همچنین جایگزینی آرد گندم با جو دوسر، علاوه بر بهبود ارزش تغذیه‌ای، سبب کسب امتیاز بالاتری در مقایسه با سایر دانه‌های مورد بررسی در این تحقیق گردید. بنابراین این امکان وجود دارد که تولیدکنندگان بدون کاهش کیفیت محصولات خود را با آرد جودوسر غنی نمایند.

۵- منابع

[1] Ahmadi Nadushan, M. 1994. Changing the consumption pattern and industrializing the country's bread production. Proceedings of the specialized bread conference. Publications of the Institute of Nutritional Research and Food Industries of the country, Tehran [in Persian].

[2] Rajabzadeh, N. 2019. Bread production technology and its production management. First edition of Tehran University Publications [in Persian].

[3] Moris, P.C., and Bryce, J.H. 2000. Cereal Biotechnology. Wood head Publishing Limited. Washington. Chapter 9: 33p.

[4] Movahhed, S., Mirzaei, N., and Ahmadi Chenarbon, H. 2012. Evaluation Of additional barley flour and *lactobacillus plantarum* (ATCC 43332) on quality properties toast Breads. Journal of Food Science and Technology, 37(9): 37-46 [in Persian].

[5] Inglett, G. E., Chen, D., and Liu, S. X. 2015. Physical properties of gluten-free sugar cookies made from amaranth-oat composites. LWT-Food Science and Technology, 63(1): 214-220.

[6] Enriquez, N., Peltzer, M., Raimundi, A., Tosi, V., and Pollio, M. L. 2003. Characterization of wheat and quinoa flour blends in relation to their bread making quality. The Journal of the Argentine Chemical Society, 91: 47-54.

[7] Ruales, J., Valencia, S., and Naier, B. 1993. Effect of Processing on the Physico-Chemical Characteristics of Quinoa Flour (Chenopodium quinoa, Willd). Starch, 45(10): 13–19.

[8] Brady, K., Ho, C.T., and Rosen, R.T. 2007. Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. Food Chemistry, 100(3): 1209-1216.

[9] Dini, I., Tenore, G.C., Dini, A. 2010. Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter Chenopodium

quinoa seeds. LWT - Food Science and Technology, 43(3): 447-451.

[10] Miranda-Villa, P. P., Mufari, J. R., Bergesse, A. E., and Calandri, E. L. 2018. Effects of Whole and Malted Quinoa Flour Addition on Gluten-Free Muffins Quality. Journal of Food Science, 0(0): 1-7.

[11] El-Hadary, M. R. E., El-Arby, G. M., Abdel-Hady, M. M., and Abo-Elmaaty, S. M. 2018. Utilization of barley malt as a partial replacement of wheat flour in biscuits industries. Zagazig Journal of Agriculture and Research, 45(1): 239-249.

[12] Ikuomola, D. S., Otutu, O. L., and Oluniran, D. D. 2017. Quality assessment of cookies produced from wheat flour and malted barley (Hordeum vulgare) bran blends. Cogent Food & Agriculture, 3: 1293471.

[13] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

[14] Ranganayaki, S., Vidhya, R., and Jaganmohan, R. 2012. Isolation and proximate determination of protein using defatted sesame seed oil cake. International Journal of Nutrition and Metabolis, 4(10): 141-145.

[15] Mohtarami, F., Gholipour, D., and Ashrafi Yorghanlou, R. 2019. The feasibility of producing enriched and low-calorie sponge cakes with spinach puree. Journal of Food Science and Technology, 15(84): 375-384 [in Persian].

[16] Aphalo, P., Martínez, Em., and Añón, M. C. 2015. Amaranth sprouts: a potential health promoting and nutritive natural food. International Journal of Food Properties, 18(12): 1-8.

[17] Garcia, N. A., Martinez-Villaluenga, C., Frias, J., and Penas, E. 2021. Sprouted oat as a potential gluten-free ingredient with enhanced nutritional and bioactive properties. Food Chemistry, 338: 127972.

[18] Jalali, S., Jalali, H., and Hosseini Ghaboos, S. H. 2018. The effects of addition of Pumpkin and Malt powder on some characteristics of sponge cake. Journal of Food Processing and Preservation, 10(1): 61-72 [in Persian].

[19] Maqsoodlou, Y., Keshiri, M., Aghajani, N., and Daraie Garme Khani, A. 2010. Malt: production technology, applications and quality control. First edition of Mehr Mahdis Publications, Tehran [in Persian].

[20] Bhatty, R. S. 1996. Production of food malt from hull-less barley. Journal of Bulton Cereal Chemistry, 73: 1. 75-80.

[21] AOAC (Association of Analytical Chemists). 2008. Official Method of Analysis of the Association of Analytical Chemists, 18th edition. AOAC Washington, DC.

[22] Hasanpour, Y., Naghipour, F., and Faraji, A. 2020. Investigation on Increasing the Shelf Life of Semi Volume Composite Barbari Bread Containing Oatmeal Flour by Balangu Seed Gum. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 12(2): 121-133 [in Persian].

[23] Haralick, R. M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. IEEE Transactions of ASAE, 45(6): 1995-2005.

[24] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.

[25] Frølich, W., Åman, P., and Tetens, I. 2013. Whole grain foods and health – a Scandinavian perspective. Food & Nutrition Research, 57: 18503.

[26] Chauhan, D., Kumar, K., Kumar, S. H., and Kumar, H. 2018. Effect of Incorporation of Oat Flour on Nutritional and Organoleptic Characteristics of Bread and Noodles. Current Research in Nutrition and Food Science, 6 (1): 148-156.

[27] Ofoedu, C. E., Akosim, C. Q., Iwouno, J. O., Obi, C. D., Shorstki, I., and Okpala, C. O. R. 2021. Characteristic changes in malt, wort, and beer produced from different Nigerian rice varieties as influenced by varying malting conditions. Peer Journal, 1-35.

[28] Ravanfar, N., Mohammadzadeh Milani, J., and Raftani Amiri, Z. 2014. Effect of barley malt flour on the quality of Barbari dough and bread. Journal of Food Industry Research, 42(2): 487-496 [in Persian].

[29] Pourafshar, S., Rosentrater, K. A., Krishnan, P. G. 2015. Using alternative flours as partial replacement of barbari bread formulation (traditional Iranian bread). Journal of Food Science and Technology, 52(9): 5691–5699.

[30] Banusha, S., and Vasantharuba, S. 2013. Effect of malting on nutritional contents of finger millet and mung bean. American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Science, 13(12): 1642–1646.

[31] Carvalho, P. D. T., and Beléia, A. D. P. 2019. Malting of preharvest sprouted wheat. Revista Ciência Agronômica. 50 (4): 571-577.

[32] Gallagher, E., Gormley, T. R., and Arendt, E. K. 2004.Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. Trends in Food Science and Technology, 15: 143-152.

[33] Cao, H., Wang, C., Li, R., Guan, X., Huang, K., and Zhang, Y. 2022. Influence of sprouted oat flour substitution on the texture and in vitro starch digestibility of wheat bread. Food Chemistry, 15: 100428.

[34] Fatemi, H. 2022. Food Chemistry. The fourth edition of the publication of the publishing company. Tehran, pp. 1-480 [in Persian].

[35] Yang, B., Guo, M., and Zhao, Z. 2020. Incorporation of wheat malt into a cookie recipe and its effect on the physicochemical properties of the corresponding dough and cookies. LWT - Food Science and Technology, 117: 108651.

[36] Boz, H., and Karaoglu, M. M. 2013. Improving the quality of whole wheat bread by using various plant origin materials. Czech Journal of Food Science, 31: 457–466.

[37] Salehifar, M, and Shahedi, M. 2007. Effects of oat flour on dough rheology, texture and organoleptic properties of taftoon bread. Journal of Agricultural Science and Technology, 9: 227-234.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigating the physicochemical and textural characteristics of semi-volume Barbari bread containing whole meal flour and malt flour of cereal and pseudo cereal

P. Alavi [1], A. Faraji[2], F. Naghipour[3]

1- M.Sc Student of Food Sciences, Faculty of Advanced Sciences & Technology, Medical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Department of Organic Chemistry, Faculty of Medicinal Chemistry, Medical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

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

ABSTRACT

Food security is always under threat due to the limited production resources in agriculture and dependence on a single product such as wheat. Sustainable agriculture requires that in the production of agricultural products, one-sided and single products should not be used. So, the aim of this study was replacement of 10% of the wheat flour in the semi-volume Barbari bread formulation by the whole meal flour and malt flour of barley, oats, quinoa and amaranth. The results showed the sample containing 10% whole oat flour had the highest amount of moisture, specific volume and porosity. While the use of malt decreased the amount of the mentioned parameters. Regarding the evaluation of the firmness of the texture, the results showed that the sample containing whole oat had the lowest firmness in 2 h and 3 days after baking, and it should be mentioned that the use of the malt of the studied grains compared to the grain increased the firmness. Also, the analysis of the results showed that the amount of protein in the samples containing oat, amaranth and quinoa flour was higher than other samples. Examining the crust color of the product, showed a decrease in the amount of the L* value and an increase in the amount of the a* value with the addition of malt flour. During the sensory evaluation, the panelists assigned the highest overall acceptance score to the sample containing 10% whole oat flour. Therefore, the producers can enrich their products with oat flour without reducing the quality.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2023/2/20
Accepted: 2023/4/9

Keywords:

Barley,

Oat,

Amaranth,

Quinoa,

Semi-volume Barbari bread.

DOI: 10.22034/FSCT.20.141.128
DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.141.9.7

*Corresponding Author E-Mail:
alireza_ch57@yahoo.com