(مقاله پژوهشی)

تاثیر افزودن پوسته گندم به عنوان فیبر رژیمی در ترکیب بیسکویت بر پایه آرد برنج و ارزیابی کیفیت آن

مهسا فتح الهی آقایی[۱]، مهدی قره خانی[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

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

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۲۷

چکیده

در این مطالعه، تاثیر افزودن سبوس گندم روی خواص فیزیکوشیمیایی بیسکویت بر پایه آرد برنج مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف این تحقیق، تهیه بیسکویت‌های بر پایه برنج با استفاده از فیبر خوراکی حاصل از گندم (۰، ۵، ۱۵، ۲۵ درصد) و ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی آنها در قالب طرح کاملا تصادفی شامل رطوبت، رنگ، قطر، ضخامت، نسبت قطر به ضخامت، درصد فیبر کل، سختی و همچنین خصوصیات حسی آنها بود. نتایج نشان داد که افزودن پوسته باعث کاهش ضخامت و افزایش نسبت قطر به ضخامت نمونه‌ها شد. در مورد قطر نیز کاهش جزئی در بیسکویت‌ها مشاهده شد. نمونه‌هایی که حاوی سبوس بودند نسبت به نمونه بدون سبوس کاهش جزئی در قطر نشان دادند. افزودن پوسته‌ی گندم باعث کاهش درصد رطوبت بیسکویت‌ها شد. امتیاز شاخص رنگی L^* نمونه‌ها با افزودن پوسته گندم به بیسکویت بدون گلوتن کاهش یافت، ولی امتیاز شاخص رنگی a^* و b^* با نمونه‌ی بدون پوسته تفاوت معنی-داری نشان نداد. افزودن سبوس باعث افزایش درصد فیبر کل و سختی بیسکویت‌ها گردید. امتیاز ویژگی‌های حسی با افزایش درصد پوسته در بیسکویت‌هاکاهش یافت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که نمونه با درصد سبوس کم (۱۵ درصد) با بیشترین امتیاز ارزیابی‌های حسی به عنوان بهترین نمونه‌ی بیسکویت حاوی فیبر پیشنهاد شد.

واژه های کلیدی: بیسکویت، فیبر، برنج، پوسته گندم

*مسوول مکاتبات: m.gharekhani@iaut.ac.ir

۱-مقدمه

امروزه بیسکویت‌ها یکی از پرطرفدارترین فرآورده‌های پخته شده آردی محسوب می‌شوند که به علت سهولت تهیه، نگهداری و مصرف، تولید و همچنین تنوع در شکل، طعم و مزه، قیمت مناسب و انرژی‌زایی رواج زیادی یافته است (۶، ۱۹ و ۲۱). بیسکویت اساساً از آرد، شکر و روغن تهیه می‌شود و معمولاً کمتر از چهار درصد رطوبت داشته و در صورت بسته‌بندی در ظروف غیر قابل نفوذ به رطوبت تا شش ماه یا بیشتر قابلیت نگهداری دارد (۲۴). فیبرهای رژیمی، پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای هستند که توسط دستگاه گوارش انسان جذب نمی‌شوند. این فیبرها به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم هورمون‌های پانکراتیک، قند هپاتیک و متابولیسم چربی‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۵). اجزای اصلی فیبر شامل سلولز و لیگنین و همچنین همی‌سلولز، پکتین، صمغ و سایر کربوهیدرات‌های غیر قابل هضم توسط دستگاه گوارش انسان می‌باشد (۲۹). فیبر خوراکی از فیبر رژیمی کل (TDF)[1]، که شامل هر دو نوع فیبر خوراکی محلول (SDF)[2] و فیبرخوراکی نامحلول (IDF)[3] می‌باشد، تشکیل شده است. فیبر رژیمی به علت اثرات فیزیولوژیکی و متابولیکی مفیدی که دارد در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است و اهمیت آن در کاهش چربی و قند خون، کاهش احتمال ابتلا به بیماری‌های چاقی، کاهش سطح کلسترول، برخی از انواع سرطان مانند سرطان روده‌ی بزرگ، بیماری‌های قلبی و عروقی و دستگاه گوارش به خوبی شناخته شده است. محققان علم تغذیه در جهان، افزایش مصرف غلات را به عنوان منبع اصلی فیبر رژیمی توصیه می‌کنند. هر چند سازمان‌های بهداشتی متعددی ضرورت افزایش مصرف فیبر را تا ۲۰-۳۵ گرم در روز نشان داده‌اند اما بسیاری از افراد از دوز توصیه شده بی‌اطلاع هستند (۷، ۱۶ و ۳۵). منابع فیبر برای محصولات نانوایی شامل گروه غلات، حبوبات و محصولات غیر غله‌ای مانند آجیل، پرتقال، چغندر قند، هلو، انبه، سیب‌زمینی و سیب می‌باشند که در دهه-ی گذشته به صورت تجاری تولید و برای تولید محصولات نانوایی استفاده می‌شوند (۲۲). تاکنون مطالعاتی جهت غنی-سازی فرآورده‌های غلات صورت گرفته است، از جمله: سودها و همکاران (۲۰۰۵) تاثیر فیبرهای سبوس گندم، جو، برنج و جودوسر را روی ویژگی‌های بیسکویت مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و بیسکویت تغییر یافت، میزان جذب آب خمیر افزایش و نسبت قطر به ضخامت نمونه‌ها افزایش پیدا کرد وکیفیت نمونه‌های حاوی سبوس قابل قبول بود (۳۳). تاثیر سبوس گندم (۱۵-۵) درصد با اندازه‌ی ذرات ۶۸ و ۴۵۰ میکرومتر بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکویت مورد مطالعه قرار گرفت. کاهش اندازه‌ی ذرات سبوس باعث افزایش مدول الاستیک و سختی بیسکویت شد (۳۲). در تحقیقی دیگر اثرات جایگزینی سبوس جودوسر با آرد گندم بر ویژگی‌های خمیر و بیسکویت حاصل از آن بررسی گردید. نتایج نشان داد با افزایش درصد سبوس، مدول یانگ خمیر بیسکویت افزایش، ولی فنریت و پیوستگی آن کاهش یافت (۶). ایراکلی و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر جایگزینی سبوس برنج با آرد گندم را در درصدهای مختلف روی کیفیت، ترکیبات مغذی و آنتی‌اکسیدانی نان حاصله مورد بررسی قرار دادند که نان گندم تولید شده از لحاظ مواد مغذی و آنتی‌اکسیدانی بهبود یافته بود (۱۸). در مطالعه‌ای دیگر که توسط فیمولسیریپول و همکاران (۲۰۱۲) انجام شد، ۴ نوع سبوس برنج به میزان ۱۰ درصد به نان بدون گلوتن بر پایه‌ی برنج افزوده شدند، نتایج نشان داد که سبوس برنج تا حد زیادی باعث بهبود کیفیت نهایی نان گردید که با رنگ پوسته‌ی تیره‌تر، حجم بالاتر و استحکام بافت و مغز نرم-تر همراه بود. انتخاب سبوس برنج با نسبت بالایی از فیبر خوراکی باعث بهبود پارامترهای نان می‌شود و تا حد زیادی عمر مفید نان را افزایش می‌دهد. گولارته و همکاران (۲۰۱۲)

1. Total Dietary Fiber
2. Soluble Dietary Fiber
3. Insoluble Dietary Fiber

با جایگزینی آرد برنج تا ۲۰ درصد با فیبرهای جودوسر، اینولین و صمغ گوار و ترکیب آنها به بررسی خواص خمیر و کیک لایه‌ای فاقد گلوتن و خمیر آن پرداختند، نتایج نشان داد که کیک لایه‌ای فاقد گلوتن غنی‌شده با فیبرهای محلول و نامحلول از کیفیت قابل قبولی برخوردار بود و تنها تاثیر جزئی در حجم بافت داشت (۱۶).با توجه به مزایای فیبرهای رژیمی و اهمیت ضرورت آنها در محصولات آردی مصرفی، هدف از این تحقیق غنی‌سازی بیسکویت تهیه شده از آرد برنج با استفاده از فیبر حاصل از گندم و ارائه محصول جدید با فرمولاسیون بهینه برای این منظور و بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکویت بر پایه‌ی آرد برنج می‌باشد.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد برنج برای تهیه بیسکویت از شرکت اقبال تبریز خریداری شد و به کمک الک با مش ۸۰ الک شد. سبوس گندم از شرکت سفلی خراسان تهیه گردید. ویژگی‌های شیمیایی آرد برنج و سبوس گندم، شامل فیبر کل، رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر با استفاده از روش‌های استاندارد AACC (2000) تعیین گردید (۸). روغن مصرفی از شرکت نازگل کرمانشاه تهیه گردید. لستین سویا ساخت شرکت اشمیت آلمان، بی کربنات آمونیوم و سدیم از شرکت کیمیا ساز ایران و سایر مواد شیمیایی لازم از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه خمیر بیسکویت بر پایه آرد برنج

برای تهیه بیسکویت بر پایه آرد برنج، ابتدا تمام مواد اولیه آرد برنج ۱۰۰ گرم، شکر ۳۸ گرم، پوسته‌ی گندم (۰، ۵ ، ۱۵ و ۲۵) گرم، روغن ۳۰ گرم، نمک ۰/۶ گرم، بی کربنات آمونیوم و سدیم ۱/۸ گرم، تخم‌مرغ ۱۰ گرم، شیرخشک ۵ گرم، شربت اینورت ۲ گرم و لسیتین سویا ۰/۲ گرم توزین شدند و طی اختلاط دو مرحله‌ای در همزن برقی مخلوط گردیدند. به این ترتیب که ابتدا تمامی مواد به جز آرد، مواد پوک‌کننده و پوسته‌ی گندم با هم خوب مخلوط شدند، سپس بقیه‌ی مواد به مخلوط اضافه گردید. مدت زمان تقریبی این فرآیند ۲۰ دقیقه بود. بیسکویت های حاوی ۰، ۵، ۱۵ و ۲۵ درصد پوسته‌ی گندم به عنوان تیمارهای تحقیق بودند.

۲-۲-۲- پخت بیسکویت

خمیر تهیه شده پس از حدود ۳۰ دقیقه استراحت، با استفاده از قالب استیل به قطر ۴ سانتی‌متر و با ضخامت خمیر به ارتفاع ۲ میلی‌متر قالب‌زنی شد و سپس در فر گذاشته شد. پخت بیسکویت‌ها در فر طبقه‌ای در دمای حداکثر ۱۴۰ درجه سانتی-گراد و زمان تقریبی ۱۰ دقیقه انجام گردید. بیسکویت‌ها پس از خروج از فر طی مدت زمان ۲۰ دقیقه با محیط هم دما شده و سرد گردیدند و جهت انجام آزمون‌های بعدی در کیسه‌های پلی‌اتیلنی زیپ‌دار غیر قابل نفوذ به رطوبت بسته‌بندی گردیدند.

۲-۲-۳- اندازه‌گیری ابعاد بیسکویت

ابعاد بیسکویت (قطر و ضخامت) و همچنین نسبت قطر به ضخامت بیسکویت با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد، برای این منظور بیسکویت‌ها به صورت تصادفی نمونه‌برداری شدند و قطر آنها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ضخامت، ۱۰ بیسکویت روی هم قرار گرفته و با ۵ بار تکرار توسط کولیس اندازه‌گیری و میانگین آنها ثبت گردید (۲۵).

۲-۲-٤- اندازه‌گیری رطوبت بیسکویت

میزان رطوبت بیسکویت‌های بر پایه آرد برنج مطابق با روش-های استاندارد AACC (2000) تعیین گردید (۸).

۲-۲-۵- ارزیابی رنگ بیسکویت

برای ارزیابی تغییرات رنگ بیسکویت‌های بر پایه‌ی آرد برنج از روش پردازش تصویر توسط عکس‌برداری با دوربین دیجیتال و آنالیز تصاویر با نرم‌افزار فتوشاپ طبق روش افشاری و فرحناکی (۲۰۱۱) استفاده شد (۹) و شاخص‌های رنگی a^*، b^* و L^* اندازه‌گیری گردید.

۲-۲-٦- اندازه‌گیری فیبر خام بیسکویت

میزان فیبر خام بیسکویت‌های بر پایه آرد برنج مطابق با روش-های استاندارد AACC (2000) تعیین گردید (۸).

۲-۲-۷- اندازه‌گیری بافت بیسکویت

جهت انجام آزمون، نمونه بیسکویت روی صفحه مخصوص جای‌گیری نمونه قرار داده شد و پروب مناسب با سرعت تنظیم شده بر قسمت میانی سطح مقطع نمونه بیسکویت نیرو وارد کرد. نمونه خم و پس از رسیدن به آستانه‌ی تحمل خود شکست. حداکثر نیروی ثبت شده برای خم کردن و شکستن نمونه به عنوان سختی گزارش گردید. سرعت حرکت پروب ۰/۶ میلی‌متر در ثانیه تنظیم گردید و فاصله‌ی دو تکیه‌گاه از هم ۳ سانتی‌متر بود (۶).

۲-۲-۸- ارزیابی حسی

در این مطالعه به منظور مقایسه‌ی تیمارهای مختلف، ویژگی-های حسی (شکل ظاهری، رنگ، طعم و مزه، تردی و سفتی) توسط ده نفر ارزیاب به روش هدونیک پنج نقطه‌ای (۱= خیلی بد، ۵= خیلی خوب) مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی‌های حسی طی یک روز پس از پخت بیسکویت‌ها و نگهداری آن-ها در بسته‌بندی‌های مناسب در دمای اتاق انجام گردید (۲).

۲-۲-۹- آنالیز آماری داده‌ها

برای بررسی و تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به‌دست آمده از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. آزمایشات سه بار تکرار - شدند و نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه‌ی ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه‌ی میانگین بین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و برای رسم نمودارها نیز از نرم-افزار Excell, 2013 استفاده شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های شیمیایی آرد برنج و پوسته‌ی گندم

جدول ۱، نتایج آنالیزهای مربوط به آزمون‌های شیمیایی نمونه‌های آرد برنج و پوسته گندم را نشان می‌دهد. نتایج گزارش شده میانگین ۳ تکرار برای هر یک از آزمون‌ها می-باشد.

جدول ۱- میانگین ویژگی‌های شیمیایی آرد برنج و پوسته‌ی گندم مورد استفاده در تولید بیسکویت بر پایه آرد برنج

نمونه / عنوان آزمون(واحد)	آرد برنج	پوسته‌ی گندم
رطوبت (درصد)	۹/۷۱ ±۰/٤٤	۱۲/۲٦ ±۰/٦٥۰
خاکستر (درصد)	۰/٦۱ ±۰/۱۳	۰/۱ ±۰/۰۱۲
چربی (درصد)	۱/۳ ±۰/۰۹۸	۱۱/۳٦ ±۰/۰٥٦
پروتئین (درصد)	۱۰/۳٥ ±۰/۷۷	۱۳/۸٥٥ ±۰/۰۷۷
فیبر (درصد)	۰/۲٤ ±۰/۰۳٥	۱۰/۷۸ ±۰/۰٦۳

۳-۲- ویژگی‌های ابعادی بیسکویت بدون گلوتن بر پایه-ی آرد برنج

نتایج آنالیز واریانس ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بیسکویت بر پایه‌ی آرد برنج نشان داد که اثر درصد سبوس بر میزان قطر بیسکویت‌ها معنی‌دار نبود ($P>0.05$). نتایج مقایسه میانگین داده‌های قطر (جدول ۲) نشان داد که افزودن پوسته گندم در درصدهای مختلف به بیسکویت بر پایه‌ی آرد برنج باعث کاهش جزئی در میزان قطر نمونه‌ها شد و تفاوت معنی‌داری نسبت به نمونه‌ی فاقد سبوس نداشتند ($P>0.05$) و بیشترین میزان قطر مربوط به نمونه ۱۵ درصد سبوس بود.

جدول ۲- تاثیر افزودن پوسته گندم بر میزان قطر، ضخامت و نسبت قطر به ضخامت بیسکویت بر پایه برنج

تیمار	قطر (سانتی‌متر)	ضخامت (سانتی‌متر)	نسبت قطر به ضخامت
بیسکویت حاوی ۵ درصد پوسته گندم	٤/٢٣±٠/٠١^{a}	٠/٦٣٣±٠/٠٣^{ab}	٦/٧٠±٠/٣٣٩^{ab}
بیسکویت حاوی ۱۵ درصد پوسته گندم	٤/٢٤٨±٠/٠٩^{a}	٠/٦١٣±٠/٠٢٣^{bc}	٦/٩٣٥±٠/٣٥^{a}
بیسکویت حاوی ۲۵ درصد پوسته گندم	٤/١٩٩±٠/٠٠٣^{a}	٠/٥٨٣±٠/٠٢^{c}	٧/٢٠٤±٠/٢٥٥^{a}
بیسکویت حاوی ۰ درصد پوسته گندم	٤/٢٦٣±٠/٠٥٥^{a}	٠/٦٧٣±٠/٠٢٥^{a}	٦/٣٣٧±٠/٢٥^{b}

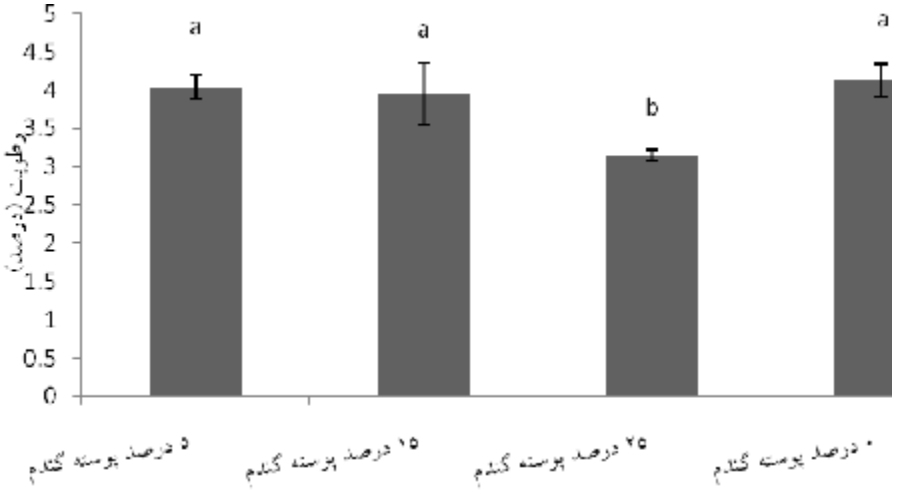
نتایج کریشنان و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که با افزودن پوسته‌ی دانه‌ی ارزن به بیسکویت بر پایه‌ی آرد ترکیبی تغییر چندانی در میزان قطر بیسکویت‌ها مشاهده نشد و در مقایسه با نمونه‌ی شاهد معنی‌دار نبودند. نتایج داده‌های تحقیق سودها و همکاران (۲۰۰۵) در مورد تاثیر فیبرهای سبوس گندم، جو، برنج و جو دوسر (در غلظت‌های ۰ تا ۴۰ درصد) بر ویژگی-های رئولوژیکی خمیر و کیفیت بیسکویت گندم نشان داد که قطر نمونه‌های حاوی پوسته‌ی گندم و سبوس برنج با افزایش پوسته بطور جزئی کاهش یافت ولی در مورد نمونه‌های حاوی پوسته‌ی یولاف با افزودن پوسته یولاف تا سطح ۲۰ درصد باعث کاهش قطر بیسکویت‌ها نسبت به نمونه شاهد شد و با افزایش سطح فیبر از ۲۰ درصد به بالا قطر بیسکویت‌ها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت (۳۳). سیورت و همکاران (۱۹۹۰) در تحقیقی به بررسی اثر پلی ساکارید سویا و پوسته‌ی گندم بر ویژگی‌های کوکی، نان دودی چینی، کیک اسفنجی و نودل پرداختند (۳۰). آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر درصد سبوس بر میزان ضخامت بیسکویت‌ها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود ($P < 0.05$). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که افزودن پوسته گندم در درصدهای مختلف به بیسکویت بر پایه‌ی آرد برنج باعث کاهش ضخامت نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌ی فاقد سبوس گردید ، نمونه‌ی بدون سبوس دارای بیشترین ضخامت بود که با نمونه‌ی حاوی ۵ درصد پوسته گندم تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>0.05$). سبوس یا پوسته غلات دارای چربی بالایی است (۳۶). بنابراین افزودن سبوس به بیسکویت به نوبه‌ی خود باعث افزایش چربی می‌شود. افزایش چربی در خمیر ویسکوزیته را کاهش می‌دهد و موجب افزایش طول و کاهش ضخامت بیسکویت می‌شود (۲۳). همچنین، افزایش سبوس و در پی آن افزایش سطح فیبر در بیسکویت، میزان جذب آب خمیر بیسکویت را به دلیل تعداد بیشتر گروه‌های هیدروکسیل موجود در فیبر افزایش می‌دهد و ساختار خمیر را تضعیف می‌کند (۳۳)، در نتیجه خمیر سیالیت بیشتری پیدا کرده و ضخامت بیسکویت کاهش می‌یابد. انوارول حق و همکاران (۲۰۰۲) با جایگزین کردن سبوس گندم در نسبت‌های ۲۰-۰ درصد به بیسکویت مشاهده کردند که ضخامت نمونه‌ها با افزایش میزان انواع سبوس گندم کاهش یافت. نتایج سوزر و همکاران (۲۰۱۴) در مورد تاثیر افزودن سبوس گندم (۳۰-۵ درصد) به بیسکویت نشان داد که با افزایش سبوس گندم میزان ضخامت بیسکویت‌ها در مقایسه با نمونه‌ی شاهد کاهش یافت. نتایج کریشنان و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که با افزایش میزان پوسته‌ی دانه‌ی ارزن به بیسکویت بر پایه‌ی آرد ترکیبی میزان ضخامت نمونه‌ها به-طور بسیار جزئی در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت. آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر درصد سبوس بر میزان نسبت قطر به ضخامت بیسکویت‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی-دار بود ($P<0.05$). نسبت قطر به ضخامت به عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفی بیسکویت در نظر گرفته می‌شود (۱۵ و ۱۴)، از آنجایی‌که بیسکویت محصولی است که به-صورت قطعات کوچک شناخته شده است، افزایش پهنا و کاهش ضخامت در بیسکویت به شکستن آسان و تردی آن کمک می‌کند (۲۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲)

نشان داد که افزودن پوسته گندم در درصدهای مختلف به بیسکویت بر پایه آرد برنج باعث افزایش نسبت قطر به ضخامت در مقایسه با نمونه‌ی فاقد سبوس شد، نمونه‌ی حاوی ۲۵ درصد پوسته دارای بیشترین نسبت قطر به ضخامت بود. نسبت قطر به ضخامت اساسا توسط توسعه‌ی خمیر، جریان خمیر در طول زمان پخت و زمان استراحت خمیر تحت تاثیر قرار می‌گیرد. به‌طور کلی، آردهای بیسکویت بسیار ضعیف هستند و نسبت به آردهای مورد استفاده برای نان سیالیت بیشتری دارند (۱۷). افزایش سطح فیبر در بیسکویت، میزان جذب آب خمیر بیسکویت را به دلیل تعداد بیشتر گروه‌های هیدروکسیل موجود در فیبر افزایش می‌دهد و ساختار خمیر را تضعیف می‌کند، خمیر جریان می‌یابد و در نتیجه باعث افزایش میزان نسبت قطر به ضخامت بیسکویت می‌گردد (۳۳). نتایج تحقیق سودها و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که با افزایش میزان سبوس در تمامی نمونه‌های حاوی سبوس برنج و پوسته-ی گندم و همچنین پوسته یولاف در سطح ۱۰ و ۳۰ درصد میزان نسبت قطر به ضخامت نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌ی فاقد پوسته کاهش یافت، ولی در مورد نمونه‌های حاوی پوسته‌ی یولاف در سطح ۲۰ و ۴۰ درصد تفاوت معنی‌داری نسبت به نمونه‌ی فاقد سبوس مشاهده نشد ($P>0.05$). انوارول حق و همکاران (۲۰۰۲) با جایگزین کردن سبوس گندم در نسبت-های مختلف به بیسکویت مشاهده کردند که میزان نسبت قطر به ضخامت نمونه‌ها با افزایش میزان انواع سبوس گندم نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. نتایج سوزر و همکاران (۲۰۱۴) در مورد تاثیر افزودن سبوس گندم به بیسکویت گندم نشان داد که با افزایش سبوس گندم میزان نسبت پهنا به ضخامت بیسکویت‌ها در مقایسه با نمونه‌ی شاهد کاهش یافت.

۳-۳- میزان رطوبت بیسکویت بر پایه آرد برنج

آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر درصد سبوس بر میزان رطوبت بیسکویت‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ($P<0.01$). نتایج مقایسه‌ی میانگین داده‌های رطوبت (شکل ۱) نشان داد که افزودن پوسته گندم در درصدهای مختلف به بیسکویت بر پایه‌ی آرد برنج باعث کاهش درصد رطوبت در مقایسه با نمونه‌ی فاقد سبوس شد. نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۵ درصد پوسته با نمونه فاقد سبوس تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P>0.05$). کمترین میزان درصد رطوبت در مقایسه با نمونه شاهد مربوط به نمونه‌ی حاوی ۲۵ درصد پوسته‌ی گندم بود. نتایج مشابهی توسط سوزر و همکاران (۲۰۱۴) در مورد تاثیر افزودن سبوس گندم (۳۰-۵ درصد) با اندازه‌ی ذرات ۶۸ و ۴۵۰ میکرومتر به بیسکویت به‌دست آمد، که با افزودن سبوس گندم میزان رطوبت نمونه‌های بیسکویت نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. با افزایش درصد فیبر، میزان جذب آب در خمیر بیسکویت افزایش یافت (۳۳)، ولی در حین پخت، رطوبت از بیسکویت‌ها تبخیر شد که درصد رطوبت تبخیر شده با افزایش میزان فیبر نمونه‌ها افزایش یافته بود. درصد رطوبت تبخیر شده از ماتریکس بیسکویت به وسیله‌ی مکمل سبوس اصلاح یافت (۳۲).نتایج انوارول حق و همکاران (۲۰۰۲) با داده‌های فوق مطابقت نداشت و میزان رطوبت نمونه‌ها با افزایش میزان انواع سبوس گندم نسبت به نمونه فاقد سبوس افزایش یافت که در مورد نمونه‌های حاوی سبوس گندم آسیاب نشده دارای بیشترین مقدار بود. سودها و همکاران (۱۹۹۹) با بررسی اثر افزودن سبوس گندم قرمز و سفید در دو اندازه‌ی ریز و درشت به مقدار ۳۰-۰ درصد بر روی ترکیب شیمیایی نان تست با فیبر بالا مشاهده کردند که در تمامی نمونه‌های نان میزان رطوبت نسبت به نمونه‌ی شاهد افزایش یافت. نتایج ارائه شده از ارزیابی رطوبت نان‌های تولیدی در تحقیق نیکو زاده و همکاران (۱۳۹۰) در مورد تأثیر افزودن سبوس جو دوسر بر خواص رئولوژیکی خمیر و

کیفیت نان سنگک، نشان داد که افزودن فیبر در افزایش رطوبت نان در ۲۴ ساعت اولیه موثر بوده است. وانگا و همکاران (۲۰۰۲) در پژوهش خود با افزودن فیبرهای خرنوب، نخود فرنگی و اینولین به نان مشاهده کردند که نان‌های غنی شده با فیبر، رطوبت بالاتری نسبت به نمونه‌ی شاهد داشتند.



شکل ۱- مقایسه میانگین داده‌های رطوبت نمونه‌های حاوی پوسته گندم با نمونه فاقد پوسته گندم در بیسکویت بر پایه آرد برنج

۳-٤- شاخص‌های رنگی بیسکویت بر پایه آرد برنج

رنگ نان بستگی به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خمیر (pH، میزان رطوبت، قند احیاء و پروتئین) و شرایط فرآوری مانند دما و زمان پخت، رطوبت نسبی و نحوه‌ی انتقال حرارت دارد.

جدول ۳- تاثیر افزودن پوسته گندم بر شاخص‌های رنگی بیسکویت بر پایه برنج

تیمار	شاخص L^*	شاخص a^*	شاخص b^*
بیسکویت حاوی ۵ درصد پوسته گندم	۸۰/۳۳±۱/۳٦^b	-۱۵/۲۹±۳/۲۲^a	۵۵/٤٤±۲/۷۱۳^a
بیسکویت حاوی ۱۵ درصد پوسته گندم	۷۸/۵۸۷±۰/۹۹۷^b	-۱۲/٤۲۷±۱/٦٤ ^{a}	۵٦/۷±۰/۵٤۲^a
بیسکویت حاوی ۲۵ درصد پوسته گندم	۷۸/۸۰۵±۰/٦۵۳^b	-۱۳/۵۰۱±۱/۲٤ ^{a}	۵۵/۱۳۱±۰/۹٤^a
بیسکویت حاوی ۰ درصد پوسته گندم	۸۲/۹٤±۰/۹۹۷^a	-۱۵/۲۹±۲/۱٤٦^a	۵۵/۱۳۱±۱/٦۲۸^a

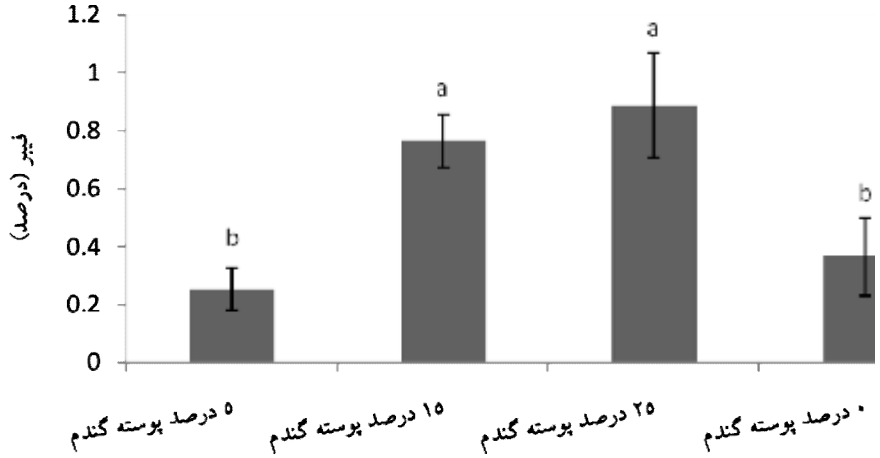
آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر درصد سبوس بر میزان شاخص رنگی a^* بیسکویت‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>0.05$). شاخص رنگی a^* نشان دهنده‌ی قرمزی در نمونه-ها می‌باشد (قرمز مطلق- سبز مطلق ،۱۲۰+ -۱۲۰-) (۶). امتیاز شاخص رنگی a^* مثبت، نشان دهنده‌ی قرمزی نمونه است در حالی‌که امتیاز منفی آن نشان می‌دهد که نمونه مایل به سبز است (۲۰). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که امتیاز شاخص رنگی a^* با افزودن پوسته‌ی گندم در سطوح مختلف به بیسکویت بر پایه‌ی آرد برنج تفاوت معنی‌داری نسبت به نمونه‌ی شاهد مشاهده نشد ($P > 0.05$). امتیاز شاخص رنگی a^* با افزایش درصد پوسته به‌طور جزئی کاهش یافت و کمترین امتیاز شاخص رنگی a^*، مربوط به نمونه ۱۵ درصد پوسته گندم بود. نتایج مجذوبی و همکاران (۱۳۹۲) نیز نشان داد که با افزایش درصد سبوس یولاف در بیسکویت‌های گندم، امتیاز شاخص رنگی a^* افزایش یافت. همچنین نتایج به-دست آمده از تحقیق ایراکی و همکاران (۲۰۱۵) در مورد تاثیر جایگزینی سبوس برنج با آرد گندم در درصدهای ۰ تا ۳۰ در نان و نتایج بدست آمده از تحقیق فیمولسیریپول و همکاران (۲۰۱۲) در مورد افزودن ۴ نوع سبوس برنج با انواع متفاوت به نان نشان داد که با افزایش درصد سبوس، میزان

امتیاز شاخص رنگی a^* نمونه‌های نان نسبت به نمونه‌ی شاهد افزایش یافت. نتایج سوزر و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که با افزایش درصد سبوس گندم با دو اندازه متفاوت ذرات در بیسکویت‌های گندم، میزان شاخص رنگی a^* نسبت به نمونه-ی شاهد کاهش یافت.آنالیز واریانس داده‌های شاخص b^* نشان داد که اثر درصد سبوس بر میزان شاخص رنگی b^* بیسکویت‌ها معنی‌دار نبود ($P>0.05$). مقدار امتیاز مثبت شاخص رنگی b^* میزان زردی نمونه را نشان می‌دهد و مقدار منفی آن میزان مایل بودن به رنگ آبی نمونه(امتیاز شاخص رنگی L^* پایین) را نشان می‌دهد (زرد مطلق- آبی مطلق، ۱۲۰+ -۱۲۰-) (۶ و۲۰). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که با افزودن پوسته‌ی گندم در سطوح مختلف به بیسکویت بر پایه آرد برنج، تغییری در امتیاز شاخص رنگی b^* مشاهده نشد و تیمارهای حاوی پوسته با نمونه‌ی فاقد پوسته گندم معنی‌دار نبودند ($P>0.05$). نتایج مجذوبی و همکاران (۱۳۹۲) و سوزر و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که با افزایش درصد سبوس میزان شاخص رنگی b^* نمونه-های بیسکویت نسبت به نمونه‌ی فاقد پوسته کاهش یافت ولی امتیاز شاخص رنگی b^* نمونه‌های بیسکویت ۱۵ درصد سبوس بیشتر از بیسکویت‌های ۳۰ درصد سبوس بود. نتایج کریشنان و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که با افزودن پوسته-ی دانه‌ی ارزن به بیسکویت بر پایه‌ی آرد ترکیبی میزان امتیاز شاخص رنگی b^* کاهش یافت. همچنین، نتایج ایراکلی و همکاران (۲۰۱۵) فیمولسیرپیول و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که با افزایش درصد سبوس برنج میزان امتیاز شاخص رنگی b^* نمونه‌های نان افزایش یافت. آنالیز واریانس داده‌های شاخص L^* نشان داد که اثر درصد سبوس روی میزان شاخص رنگی L^* بیسکویت‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ($P<0.01$). نتایج مقایسه میانگین داده‌های شاخص رنگی (جدول ۳) نشان داد که با افزودن پوسته گندم در درصدهای مختلف به بیسکویت بر پایه‌ی آرد برنج، امتیاز شاخص رنگی L^*در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافت. در اثر پخت تغییراتی در رنگ بیسکویت اتفاق می‌افتد که مربوط به انجام واکنش مایلارد (برهم کنش‌های میان قندهای احیاء کننده و گروه آمینی پروتئین‌ها) و کاراملیزه شدن (برهم کنش میان قندها) می‌باشد که نتیجه چنین واکنش‌هایی ایجاد رنگ قهوه‌ای-طلایی است. ترکیبات پروتئینی و قندی موجود در سبوس و فرمولاسیون بیسکویت می‌تواند بر شدت رنگ پوسته موثر باشد. همچنین رنگیزه‌های طبیعی موجود در پوسته، بر تیرگی رنگ نمونه‌ها تاثیرگذار است (۶). شاخص L^* میزان تیرگی و روشنی (روشن-تیره، ۱۰۰-۰) را اندازه‌گیری می‌کند (۳۲). سیورت و همکاران (۱۹۹۰) در تحقیقی به بررسی اثر پلی ساکارید سویا و پوسته‌ی گندم بر روی ویژگی‌های کوکی پرداختند و مشاهده کردند که با افزایش درصد فیبر در نمونه-های حاوی پوسته‌ی گندم و یولاف، امتیاز شاخص رنگی L^* نمونه‌ها نسبت به نمونه‌ی شاهد کاهش یافت. همچنین، نتایج ایراکلی و همکاران (۲۰۱۵) در مورد تاثیر جایگزینی سبوس برنج با آرد گندم در درصدهای ۰ تا ۳۰ به نان و نتایج فیمولسیرپیول و همکاران (۲۰۱۲) در مورد افزودن ۴ نوع سبوس برنج به نان نشان داد که با افزایش درصد سبوس برنج میزان امتیاز شاخص رنگی L^* نمونه‌های نان کاهش یافت.

۳-۵- مقادیر فیبر و سفتی بیسکویت بر پایه آرد برنج

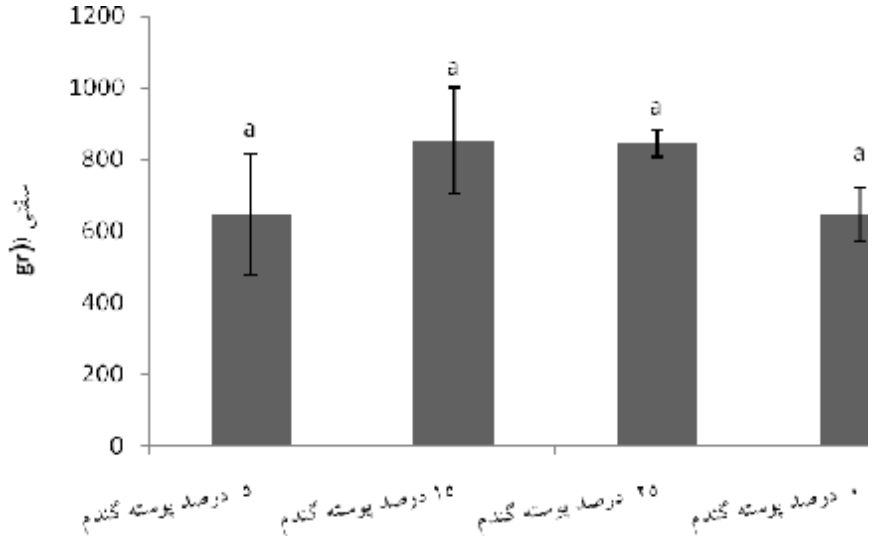
آنالیز واریانس داده‌های فیبر بیسکویت نشان داد که اثر درصد سبوس بر میزان درصد فیبر بیسکویت‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۲) نشان داد که افزودن پوسته گندم در درصدهای مختلف به بیسکویت بر پایه آرد برنج، باعث افزایش درصد فیبر نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌ی شاهد شد و نمونه‌ی حاوی پوسته‌ی گندم در سطح ۲۵ درصد دارای بیشترین درصد فیبر بود. کمترین میزان درصد فیبر مربوط به نمونه‌ی شاهد بود که با نمونه‌های پوسته‌ی گندم ۵ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>0.05$). نتایج مشابهی توسط سوزر و همکاران (۲۰۱۴) در مورد تاثیر افزودن سبوس گندم

(۱۵-۵ درصد) با اندازه‌ی ذرات ۶۸ و ۴۵۰ میکرومتر به بیسکویت بدست آمد، که با افزایش سبوس گندم میزان فیبر بیسکویت‌ها افزایش یافته بود. همچنین، نتایج ایراکلی و همکاران (۲۰۱۵) در مورد تاثیر جایگزینی سبوس برنج با آرد گندم در درصدهای ۰ تا ۳۰ بر روی کیفیت، ترکیبات مغذی و آنتی‌اکسیدانی نان نشان داد که با افزایش درصد سبوس برنج، میزان فیبرکل نمونه‌های نان افزایش یافت. نتایج ارائه شده از ارزیابی درصد فیبر نان‌های تولیدی در تحقیق نیکو زاده و همکاران (۱۳۹۰)، در مورد تأثیر افزودن سبوس جو دوسر بر خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان سنگک، نشان داد که افزودن سبوس جو دوسر باعث افزایش درصد فیبر نان گردید. گولارته و همکاران (۲۰۱۲) نیز با جایگزینی آرد برنج تا ۲۰ درصد با فیبرهای جو دوسر، اینولین و صمغ گوار و ترکیب آنها به بررسی خواص خمیر و کیک لایه‌ای فاقد گلوتن و خمیر آن پرداخته بودند که نتایج مشابهی بدست آوردند.



شکل ۲- مقایسه میانگین داده‌های درصد فیبرنمونه‌های حاوی پوسته گندم با نمونه فاقد پوسته گندم در بیسکویت بر پایه آرد برنج

آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر درصد سبوس بر میزان درصد سفتی بیسکویت تفاوت معنی‌داری نداشت ($P> 0.05$). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (شکل۳) نشان داد که با افزودن پوسته در درصدهای مختلف به بیسکویت بر پایه آرد برنج تفاوت معنی‌داری بر روی سفتی بیسکویت‌ها نسبت به نمونه شاهد مشاهده نشد ($P>0.05$) و با افزایش درصد سبوس بافت بیسکویت‌ها بطور جزئی سفت‌تر و میزان نیروی لازم برای شکستن آنها در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت. نتایج سودها و همکاران (۲۰۰۵) و مجذوبی و همکاران (۱۳۹۲) در مورد افزودن سبوس به بیسکویت نشان داد که با افزایش فیبر، میزان سفتی بافت نمونه‌ها افزایش یافت. نتایج سوزر و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که افزودن سبوس گندم به بیسکویت تاثیری روی سفتی بافت بیسکویت‌ها نداشت و با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند، که نتیجه تحقیق حاضر با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. نتایج ایراکلی و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که با افزایش درصد سبوس برنج میزان سفتی نمونه‌های نان افزایش یافت. گولارته و همکاران (۲۰۱۲) نیز نتایج مشابهی بدست آوردند.



شکل ۳- مقایسه میانگین داده‌های سفتی نمونه‌های حاوی پوسته گندم با نمونه فاقد پوسته گندم در بیسکویت بر پایه آرد برنج

۳-٦- ارزیابی ویژگی‌های حسی بیسکویت بر پایه آرد برنج

نمونه‌های بیسکویت بر پایه آرد برنج حاوی پوسته‌ی گندم و همچنین نمونه‌های فاقد پوسته گندم توسط داوران چشایی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ٤- تاثیر افزودن پوسته گندم بر ویژگی های حسی (امتیاز) بیسکویت بر پایه برنج

تیمار	شکل ظاهری	رنگ	طعم و مزه	تردی و سفتی
بیسکویت حاوی ۵ درصد پوسته گندم	٤/۳±۰/٦۷۵^{b}	٤/۲±۰/۹۲^{b}	۳/۸±۰/٦۳۲^{a}	۳/۵±۰/۵۲۷^{a}
بیسکویت حاوی ۱۵ درصد پوسته گندم	۳/۸±۰/٦۳۲^{b}	۳/٦±۰/۵۱٦^{c}	۳/۷±۰/٦۷۵^{a}	۳/٦±۰/۷^{a}
بیسکویت حاوی ۲۵ درصد پوسته گندم	۳/۱±۰/۷۳۷^{c}	۳/۲±۰/٦۳۲^{c}	۳/۷±۱/۰٦^{a}	۳/۸±۱/۰۳۲^{a}
بیسکویت حاوی ۰ درصد پوسته گندم	٤/۹±۰/۳۱٦^{a}	٤/۹±۰/۳۱٦^{a}	٤/۳±۰/۹۵^{a}	٤±۰/۹٤۳^{a}

آنالیز واریانس ویژگی‌های حسی (شکل ظاهری) بیسکویت-های بر پایه آرد برنج نشان داد که اثر اصلی درصد سبوس روی امتیاز شکل ظاهری بیسکویت‌ها از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ($P<0.01$). نتایج مقایسه میانگین امتیازات شکل ظاهری (جدول ۴) نشان داد که افزودن پوسته در درصدهای مختلف به بیسکویت بر پایه آرد برنج باعث کاهش امتیاز شکل ظاهری در مقایسه با نمونه بدون پوسته شد، کمترین امتیاز شکل ظاهری مربوط به نمونه‌های حاوی پوسته‌ی گندم در سطح ۲۵ درصد بود. نتایج سودها و همکاران (۲۰۰۵) در مورد تاثیر افزودن پوسته گندم، جو، برنج و جو دوسر (در غلظت‌های ۰ تا ۴۰ درصد) به بیسکویت نشان داد که افزودن پوسته تا ۳۰ درصد باعث کاهش جزئی امتیاز شکل ظاهری بیسکویت نسبت به نمونه شاهد شد و نمونه‌های حاوی سبوس با نمونه فاقد پوسته تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی کاهش امتیاز شکل ظاهری بیسکویت با افزایش پوسته در سطح ۴۰ درصد معنی‌دار بود.آنالیز واریانس ویژگی‌های حسی (رنگ) بیسکویت‌های تهیه شده از آرد برنج نشان داد که اثر درصد سبوس بر روی امتیاز رنگ بیسکویت‌ها از لحاظ آماری

در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ($P<0.01$). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که افزودن پوسته گندم در درصدهای مختلف به بیسکویت بر پایه آرد برنج باعث کاهش امتیاز رنگ در مقایسه با نمونه بدون پوسته گندم شد. کمترین امتیاز رنگ مربوط به نمونه‌ی حاوی ۲۵ درصد پوسته‌ی گندم بود. نتایج بدست آمده از ارزیابی شاخص رنگی L^* نیز مشابه با نتایج فوق بود. افزودن پوسته در درصدهای مختلف به بیسکویت باعث کاهش میزان شاخص رنگی L^* نمونه‌ها در مقایسه با نمونه فاقد پوسته گردید. با افزایش سطح فیبر در بیسکویت‌ها رنگ تیره‌تر شد و میزان شاخص رنگی L^* کاهش پیدا کرد و مقبولیت بیسکویت‌ها برای مصرف‌کننده با تیره‌تر شدن رنگ کاهش یافت. نتایج سوزر و همکاران (۲۰۱۴) در مورد افزودن سبوس گندم به بیسکویت گندم نشان داد که با افزایش درصد سبوس، امتیاز رنگ نمونه‌ها نسبت به نمونه فاقد پوسته کاهش یافت. نتایج فوق مشابه با نتایج ایراکلی و همکاران (۲۰۱۵) در مورد تاثیر جایگزینی سبوس برنج با آرد گندم در درصدهای ۰ تا ۳۰ به نان بود که با افزایش درصد سبوس برنج، امتیاز رنگ نمونه-های نان کاهش یافت. نتایج مجذوبی و همکاران (۱۳۹۲) در مورد تاثیر افزودن سبوس جو دوسر به بیسکویت گندم نشان داد که نمونه‌های حاوی درصدهای مختلف سبوس از لحاظ رنگ با نمونه‌ی فاقد سبوس تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P>0.05$). آنالیز واریانس ویژگی‌های حسی (تردی و سفتی) بیسکویت‌های بر پایه آرد برنج نشان داد که اثر اصلی درصد سبوس بر روی امتیاز تردی و سفتی بیسکویت‌ها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>0.05$). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که افزودن پوسته گندم در درصدهای مختلف به بیسکویت بر پایه آرد برنج باعث کاهش جزئی امتیاز تردی و سفتی نمونه‌های حاوی سبوس در مقایسه با نمونه شاهد شد و نمونه‌های حاوی سبوس از لحاظ امتیاز تردی و سفتی با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P>0.05$). نتایج سوزر و همکاران (۲۰۱۴) در مورد افزودن سبوس گندم به بیسکویت گندم نشان داد که با افزایش درصد سبوس، امتیاز بافت نمونه‌ها نسبت به نمونه فاقد سبوس کاهش یافت. انوارول حق و همکاران (۲۰۰۲) با جایگزین کردن سبوس گندم در نسبت‌های ۲۰-۰ درصد به بیسکویت گندم مشاهده کردند که با افزایش میزان انواع سبوس گندم، بیسکویت‌ها سفت‌تر شدند و امتیاز سفتی بافت نمونه‌های بیسکویت کاهش یافت. نتایج ایراکلی و همکاران (۲۰۱۵) در مورد تاثیر جایگزینی سبوس برنج با آرد گندم در درصدهای ۰ تا ۳۰ به نان نشان داد که با افزایش درصد سبوس برنج، بیسکویت‌ها سفت‌تر شد و امتیاز سفتی بافت نمونه‌های نان کاهش یافت.آنالیز واریانس ویژگی‌های حسی (طعم و مزه) بیسکویت‌های بر پایه آرد برنج نشان داد که اثر اصلی درصد سبوس بر روی امتیاز طعم و مزه از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد غیر معنی‌دار بود ($P>0.05$). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که افزودن پوسته گندم در درصدهای مختلف به بیسکویت بدون گلوتن بر پایه آرد برنج باعث کاهش جزئی امتیاز طعم و مزه نمونه‌های حاوی سبوس در مقایسه با نمونه فاقد پوسته گندم شد ($P>0.05$). نتایج تحقیقات سوزر و همکاران (۲۰۱۴) در مورد افزودن سبوس گندم به بیسکویت گندم نشان داد که افزایش درصد سبوس باعث کاهش امتیاز طعم و مزه شد و نمونه‌های حاوی سبوس کمتر مشابه نمونه‌ی فاقد سبوس بودند. انوارول حق و همکاران (۲۰۰۲) با جایگزین کردن سبوس گندم در نسبت‌های ۲۰-۰ درصد به بیسکویت گندم مشاهده کردند که امتیاز طعم و مزه نمونه‌ها با افزایش میزان انواع سبوس گندم کاهش یافت.

٤-نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که افزودن پوسته گندم به بیسکویت بر پایه آرد برنج، باعث کاهش ضخامت و افزایش نسبت قطر به ضخامت تیمارها شد. در مورد قطر نیز کاهش جزئی در تیمارها مشاهده شد و اختلاف قطر تیمارها با نمونه فاقد پوسته معنی‌دار نبود. با افزایش درصد پوسته‌ی گندم، درصد رطوبت بیسکویت‌ها در

مقایسه با نمونه بدون سبوس کاهش یافت. امتیاز شاخص رنگی a^* و b^* با افزودن پوسته‌های گندم در سطوح مختلف به بیسکویت بر پایه‌ی آرد برنج با نمونه‌ی فاقد پوسته تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی افزودن پوسته گندم باعث کاهش امتیاز شاخص رنگی L^* در تیمارها گردید. همچنین افزودن پوسته گندم در درصدهای مختلف به بیسکویت باعث افزایش سفتی بافت و درصد فیبر بیسکویت در مقایسه با نمونه‌ی فاقد سبوس شد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزودن پوسته گندم در درصدهای مختلف به بیسکویت امتیاز شکل ظاهری، رنگ در مقایسه با نمونه بدون پوسته کاهش یافت، و در مورد امتیاز تردی و سفتی، و طعم و مزه تفاوت معنی‌داری نسبت به نمونه فاقد پوسته مشاهده نشد. بیسکویت بر پایه آرد برنج به عنوان یک محصول جدید می‌تواند یک طعم و مزه متفاوت را برای مصرف کنندگان داشته باشد. هر چقدر نمونه-ی حاوی فیبر از لحاظ ویژگی‌های حسی و فیزیکی و شیمیایی به نمونه‌ی بدون پوسته نزدیک‌تر باشد، احتمال اینکه برای مصرف‌کننده قابل پسند و پذیرش باشد بیشتر است؛ با توجه به در نظر گرفتن این موضوع و بررسی‌های انجام گرفته بر روی نتایج بدست آمده، بیسکویت حاوی ۱۵ درصد پوسته‌ی گندم به دلیل محتوای فیبر بالا و در عین حال نزدیک بودن ویژگی-های فیزیکوشیمیایی وحسی آن به نمونه شاهد، به عنوان بهترین نمونه‌ی بیسکویت حاوی فیبر پیشنهاد می‌شود.

۵-منابع

۱. ابراهیم‌پور، ن.، ۱۳۸۸. بررسی تولید نان حجیم بدون گلوتن با استفاده از برخی هیدروکلوئیدها. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

۲. ابراهیم‌پور، ن.، پیغمبردوست، س.، آزاد مرد دمیرچی، ص. و قنبرزاده، ب. ۱۳۸۹. تاثیر افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف روی ویژگی‌های حسی و بیاتی نان بدون گلوتن. *مجله پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد ۲۰/۳، شماره ۱، ۱۱۵-۹۹.

۳. پایان، ر.، ۱۳۸٤. مقدمه‌ای بر تکنولوژی فراورده‌های غلات. انتشارات آییژ، ص ٤٧٢.

٤. پور اسماعیل، ن.، عزیزی، م.ح.، عباسی، س. و محمدی، م.، ۱۳۹۰. فرمولاسیون نان بدون گلوتن با استفاده از گوار و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی. *مجله پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد ۲۱، شماره ۱، ۸۱-٦۹

۵. حاج محمدی، ا.، کرامت، ج.، حجت الاسلامی، م.، مولوی، ه.، ۱۳۹۲. بررسی اثر غنی‌سازی با بتاگلوکان یولاف بر خواص فیزیکی کیک اسفنجی. *نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ۹، شماره ۳، ۲۵۹-۲۵۳.

٦. مجذوبی، م.، کشنی، ر. و فرحناکی، ع. ۱۳۹۲ تعیین برخی ویژگی‌های خمیر و بیسکویت غنی شده با سبوس جودوسر. *نشریه پژوهشهای صنایع غذایی*، جلد ۲۳، شماره ۱، ٤٥-۳۸.

۷. نیکوزاده، ح.، جلیلوند، م.ر.، وکیلی، س. ع. ۱۳۹۱. خصوصیات کاربردی فیبر سبوس جودوسر در تولید نان. همایش ملی فرآورده های طبیعی و گیاهان دارویی بجنورد، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی.

8. AACC, 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed. American Association of Cereal Chemists, ST. Paul, Minnesota, USA.

9. Afshari-Jouybari, H. and Farahnaky, A. 2011. Evaluation of Photoshop software potential for food colorimetry. *Journal of Food Engineering*, 106: 170-175.

10. Anwarul Haque, Md., Shams-Ud-Di, Md. and Anwarul Haque. 2002. The effect of aqueous extracted wheat bran on the baking quality of biscuit. *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 453–462.

11. Badiu, E., Aprodu, I. and Banu, I. 2014.Trends in the development of gluten-free bakery products. *Food Technology*, 38(1): 21-36.

12. Brites, C., Trigo, J. M., Santos, C., Collar, C. and Rosell, C. M. 2010. Maize-Based Gluten-

23. Mache-rezoug, Z., Bouvier, J., Altaf, K., and Partas, C. 1998. Effect of principle ingredients on rheological behavior of biscuit dough and on quality of biscuits. *Journal of food engineering*, 35: 23-42.
24. Manley, D. 2000. Technology of biscuits, crackers and cookies. CRC.
25. Phimolsiripol, Y., Mukprasirt, A. and Schoenlechner R. 2012.Quality improvement of rice-based gluten-free bread using different dietary fibre fractions of rice bran. *Journal of Cereal Science*, 56: 389-395.
26. Sabanis, D., Lebesi, D. and Tzia, C. 2009. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. *Food Science and Technology*, 42: 1380–1389.
27. Sai Manohar, R. And Rao, H. 1999. Effect of emulsifiers, fat level and type on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *Science and Food Agriculture*, 79: 1223-12311.
28. Schuppan, D., Junker, Y. and Barisani, D. 2009. Celiac disease: from pathogenesis to novel therapies. *Gastroenterology*, 137: 1912-1933.
29. Sidhu, Jiwan S., Al-Hooti, Suad N., Al-Saqer and Jameela 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. Sievert, D., Pomeranz, Y. and Abdelrahman A. 1990. Functional Properties of Soy Polysaccharides and Wheat Bran in Soft Wheat Products. *American Association of Cereal Chemists*, 67(l):10-13.
31. Slavin, J. L. and D. Ph., D.R. 2005. *Dietary fiber and body weight. Nutrition*, 21: 411-418.
32. Sozer, N., Cicerelli, l., Heiniö, R. L. and Poutanen, K. 2014. Effect of wheat bran addition on in vitro starch digestibility, physicomechanical and sensory properties of biscuits. *Journal of Cereal Science*. 1-9.
33. Sudha, M.L., Vetrimani, R. and Leelavathi, K. 2005. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*, 100: 1365–1370.
34. Vitali D, and Dragojevic I. V. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fiber on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 144: 1462-1469.
Free Bread: Influence of Processing Parameters on Sensory and Instrumental Quality. *Food Bioprocess Technology*, 3: 707–715.
13. Gaines, C.S. and Donelson, J.R. 1985. Evaluating cookie spread potential of whole wheat flours from soft wheat cultivars. *Cereal Chemistry,* 62: 290–292.
14. Go´mez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E. and Caballero, P.A. 2010. Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes. *Food Science and Technology*, 43: 33–38.
15. Gorczyca, C. G., and Zabik, M. E. 1979. High fibre sugar cookies containing cellulose and coated cellulose products. *Cereal Chemistry*, 56: 537–540.
16. Gularte, M. A., Hera, E. d. l., Gómez, M. and Rosell, C. M. 2012. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. *Food Science and Technology*, 48: 209-214.
17. Hoseney, R.C., Wade, P. and Finley, J.W. 1988. Soft wheat products. In: Pomeranz, Wheat: Chemistry and Technology, third ed., vol. 2. Am. Assoc. Cereal Chemistry, St. Paul, MN, pp. 407-456.
18. Irakli, M., Katsantonis, D. and Kleisiaris, F. 2015. Evaluation of quality attributes, nutraceutical components and antioxidant potential of wheat bread substituted with rice bran. Journal of Cereal Science, 65: 74-80.
19. Khalil, A.H. 1998. The influence of carbohydrate-based fat replacers with and without emulsifiers on the quality characteristics of low-fat cake. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52: 299- 313.
20. Krishnan P., Dharmaraj U., Sai Manohat N. G. and Malleshi R. 2011. Quality characteristics of biscuits prepared from finger millet seed coat based composite flour. *Food Chemistry*, 129: 499-506.
21. Kokelaar, J.J., Garritsen, J.A. and Prim, A. 1995. Surface rheological properties of sodium stearoyl-2-lactylate (SSL) and diacetyl tartaric esters of mono (and di) glyceride (DATEM) surfactants after a mechanical surface treatment in relation to their bread improving abilities. Colloids and Surfaces, *Physicochemical and Engineering Aspects*, 95: 69-77.
22. Ktenioudaki, A. and Gallagher, E. 2012. Recent advances in the development of high-fibre baked products. *Trends in Food Science and Technology*, 28: 4-14.

35. Wanga, J., Rosella, C, M. and Barbera, C. B. d. 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 79: 221–226.

36. Yamazaki, W.T., Donwlson, J.R., and Clements, R. C. 1979. Effect of bran lipids on cookie quality. *Cereal Chemistry*, 56:584.

(Original Research Paper)

Effect of Adding Wheat Bran as Dietary Fiber in Rice Flour Based Biscuit Composition and Its Quality Assessment

Mahsa Fathollahi Aghaei[1], Mehdi Ghareh Khani[2*]

1-MSc Student of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
2-Department of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

Received: 11/07/2017 Accepted:18/11/2017

Abstract

In this study, the application wheat fiber on physicochemical and sensory properties of the rice-based biscuit has been studied. This research aims to producing rice-based biscuits with the use of edible fibers achieved from rice and oat (5, 15, 25%) and evaluating of their physicochemical properties in a completely randomized design including moisture content, color, diameter, thickness, spread ratio, total dietary fiber and hardness as well as their sensory properties. Regarding the physicochemical assessments, it is shown that addition of fibers might decrease the thickness and increase the spread ratio of the samples. The treatments containing bran have presented lower diameters compared to the control samples. Addition of wheat bran showed a diminution in the moisture content of the produced biscuits. Addition of fiber increased L^* value in all gluten-free biscuits with exceptions of a^*, b^* values. By addition of bran, total dietary fiber and hardness of the all treatments presented an enhancement. The overall score decreased by boosting of the quantity of the added brans in gluten-free biscuits. Generally, the results revealed that the treatment with low percentage of bran (15%) has recorded more score of sensory evaluations.

Keywords: Biscuit, Fiber, Rice, Wheat Bran

[*]Corresponding Author: m.gharekhani@iaus.ac.ir